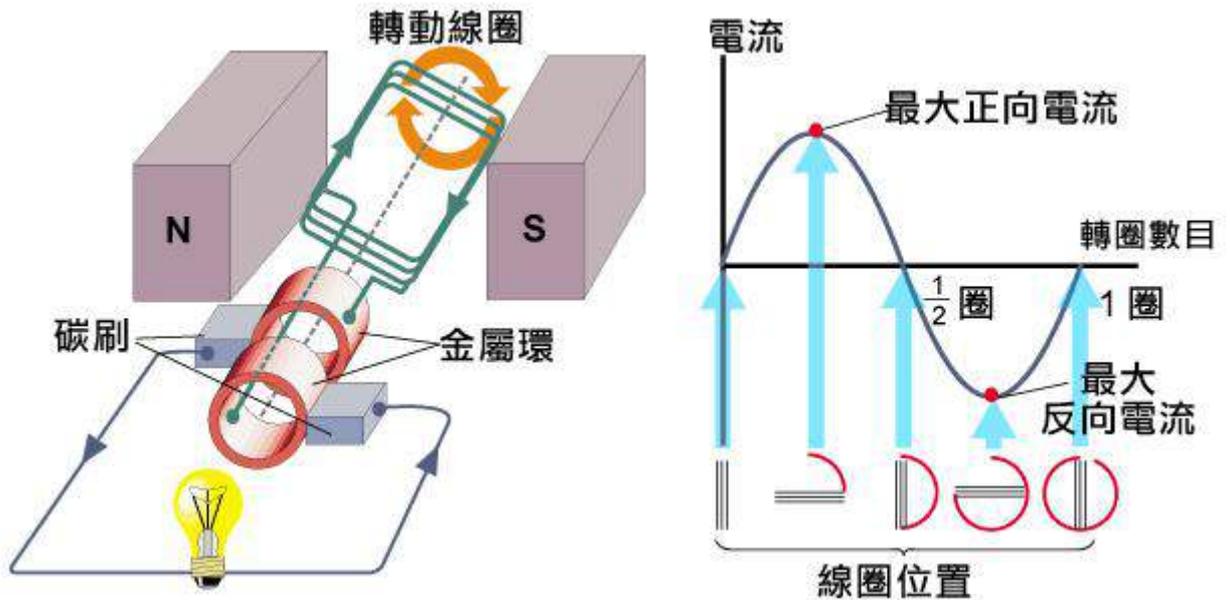


2017 / 2018 學年教學設計獎勵計劃



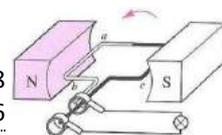
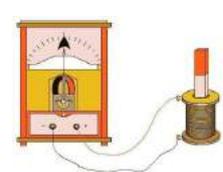
題 目：高中物理同步課堂（電磁現象）

參選編號：C056

科 目：高中物理

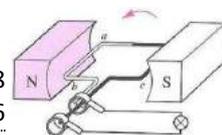
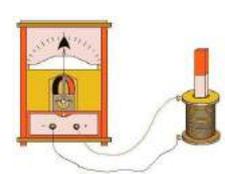
適合年級：高中二年級

注：本教學設計根據《澳門特別行政區第 55/2017 號社會文化司司長批示訂定高中自然教育階段的基本學力要求的具體內容（附件十 高中教育階段自然科學基本學力要求）》而編寫。

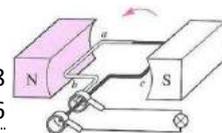
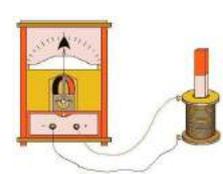


目次

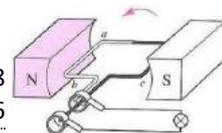
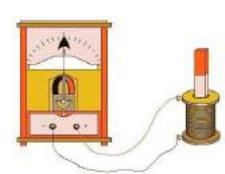
簡介.....	ix
教學進度表.....	xiii
壹、教學計劃內容簡介.....	1
一、設計動機.....	1
二、教案內容簡介.....	1
三、同級同科集體備課記錄.....	4
3.1 第一次同級同科集體備課記錄.....	4
3.2 第二次同級同科集體備課記錄.....	9
3.3 第三次同級同科集體備課記錄.....	14
四、課題與高中教育階段自然科學基本學力要求對應情況.....	17
4.1 高中自然科學基本學力要求與知識、情意、技能目標對應情況....	17
4.2 課題中與高中自然科學基本學力要求對應的教學內容.....	23
五、設計創意和特色.....	25
5.1 注重理論與生活實際相結合.....	25
5.2 分組合作學習，師生參與.....	25
5.3 “三位一體”遞進式 STEAM 教學模式，思考及解決生活問題.....	26
5.4 教學資源豐富，階梯式鞏固提升.....	26
貳、教案設計.....	28
第一章：磁場（18 課時）.....	28
1.1 整章概述.....	28
1.2 課題中與基本學力要求對應的教學內容.....	28
第一課題 §1.1 磁現象和磁場（2 課時）.....	32



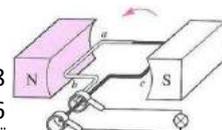
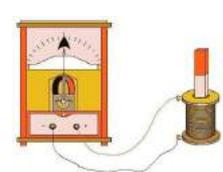
一、課前自主預習學案.....	32
二、新課教學：§1.1 磁現象和磁場（第一課時）.....	35
三、重點探究：§1.1 磁現象和磁場（第二課時）.....	41
第二課題 §1.2 磁感應強度（3 課時）.....	48
一、課前自主預習學案.....	48
二、新課教學：§1.2 磁感應強度（第一課時）.....	51
三、重點探究：§1.2 磁感應強度（第二、三課時）.....	58
第三課題 §1.3 幾種常見的磁場（2 課時）.....	65
一、課前自主預習學案.....	65
二、新課教學：§1.3 幾種常見的磁場（第一課時）.....	70
三、重點探究：§1.3 幾種常見的磁場（第二課時）.....	81
第四課題 §1.4 通電導線在磁場中受到的力（3 課時）.....	91
一、課前自主預習學案.....	91
二、新課教學：§1.4 通電導線在磁場中受到的力（第一課時）.....	96
三、重點探究：§1.4 通電導線在磁場中受到的力（第二、三課 時）.....	105
第五課題 §1.5 運動電荷在磁場中受到的力（3 課時）.....	115
一、課前自主預習學案.....	115
二、新課教學：§1.5 運動電荷在磁場中受到的力（第一課時）.....	119
三、重點探究：§1.5 運動電荷在磁場中受到的力（第二、三課 時）.....	130
第六課題 §1.6 帶電粒子在勻強磁場中的運動（3 課時）.....	142
一、課前自主預習學案.....	142
二、新課教學：§1.6 帶電粒子在勻強磁場中的運動（第一課 時）.....	147



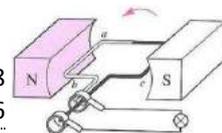
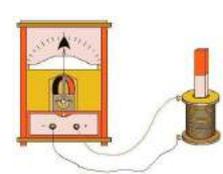
三、重點探究：§1.6 帶電粒子在勻強磁場中的運動（第二、三課時）	157
第七課：綜合複習（2 課時）	168
綜合複習一：章末分層突破（第一課時）	168
綜合複習二：模塊綜合檢測（第二課時）	180
第二章：電磁感應（21 課時）	194
2.1 整章概述.....	194
2.2 課題中與基本學力要求對應的教學內容.....	194
第一課題 §2.1 劃時代的發現（2 課時）	198
一、課前自主預習學案.....	198
二、新課教學：§2.1 劃時代的發現（第一課時）	201
三、重點探究：§2.1 劃時代的發現（第二課時）	206
第二課題 §2.2 探究感應電流的產生條件（3 課時）	214
一、課前自主預習學案.....	214
二、新課教學：§2.2 探究感應電流的產生條件（第一課時）	217
三、重點探究：§2.2 探究感應電流的產生條件（第二、三課時）	226
第三課題 §2.3 楞次定律（3 課時）	234
一、課前自主預習學案.....	234
二、新課教學：§2.3 楞次定律（第一課時）	237
三、重點探究：§2.3 楞次定律（第二、三課時）	246
第四課題 §2.4 法拉第電磁感應定律（3 課時）	254
一、課前自主預習學案.....	254
二、新課教學：§2.4 法拉第電磁感應定律（第一課時）	258
三、重點探究：§2.4 法拉第電磁感應定律（第二、三課時）	268
第五課題 §2.5 電磁感應現象的兩類情況（3 課時）	278



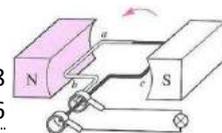
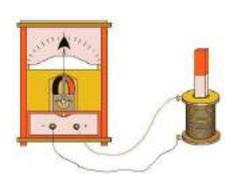
一、課前自主預習學案.....	278
二、新課教學：§2.5 電磁感應現象的兩類情況（第一課時）... 281	281
三、重點探究：§2.5 電磁感應現象的兩類情況（第二、三課時） 292	292
第六課題 §2.6 互感和自感（2 課時）.....	302
一、課前自主預習學案.....	302
二、新課教學：§2.6 互感和自感（第一課時）.....	304
三、重點探究：§2.6 互感和自感（第二課時）.....	310
第七課題 §2.7 渦流、電磁阻尼和電磁驅動（2 課時）.....	319
一、課前自主預習學案.....	319
二、新課教學：§2.7 渦流、電磁阻尼和電磁驅動（第一課時） 322	322
三、重點探究：§2.7 渦流、電磁阻尼和電磁驅動（第二課時） 329	329
第八課：綜合複習（3 課時）.....	336
綜合複習一：電磁感應中的電路和圖像問題（第一、二課時） 336	336
綜合複習二：模塊綜合檢測（第三課時）.....	346
第三章：交變電流（12 課時）.....	354
1.1 整章概述.....	354
1.2 課題中與基本學力要求對應的教學內容.....	355
第一課題 §3.1 交變電流（2 課時）.....	357
一、課前自主預習學案.....	357
二、新課教學：§3.1 交變電流（第一課時）.....	361
三、重點探究：§3.1 交變電流（第二課時）.....	371
第二課題 §3.2 描述交變電流的物理量（2 課時）.....	381
一、課前自主預習學案.....	381
二、新課教學：§3.2 描述交變電流的物理量（第一課時）.....	384
三、重點探究：§3.2 描述交變電流的物理量（第二課時）.....	389



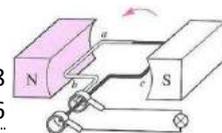
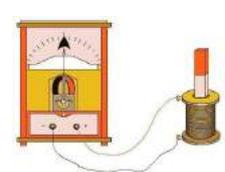
第三課題 §3.3 電感和電容對交變電流的影響 (2 課時)	400
一、課前自主預習學案	400
二、新課教學：§3.3 電感和電容對交變電流的影響 (第一課時)	403
三、重點探究：§3.3 電感和電容對交變電流的影響 (第二課時)	411
第四課題 §3.4 變壓器 (2 課時)	419
一、課前自主預習學案	419
二、新課教學：§3.4 變壓器 (第一課時)	421
三、重點探究：§3.4 變壓器 (第二課時)	428
第五課題 §3.5 電能的輸送 (2 課時)	440
一、課前自主預習學案	440
二、新課教學：§3.5 電能的輸送 (第一課時)	443
三、重點探究：§3.5 電能的輸送 (第二課時)	450
第六課：綜合複習 (2 課時)	457
綜合複習一：章末分層突破 (第一課時)	457
綜合複習二：模塊綜合檢測 (第二課時)	460
第四章：感測器 (8 課時)	469
1.1 整章概述	469
1.2 課題中與基本學力要求對應的教學內容	469
第一課題 §4.1 感測器及其工作原理 (2 課時)	471
一、課前自主預習學案	471
二、新課教學：§4.1 感測器及其工作原理 (第一課時)	473
三、重點探究：§4.1 感測器及其工作原理 (第二課時)	481
第二課題 §4.2 感測器的應用 (2 課時)	490
一、課前自主預習學案	490
二、新課教學：§4.2 感測器的應用 (第一課時)	491



三、重點探究：§4.2 感測器的應用（第二課時）	497
第三課題 §4.3 實驗：感測器的應用（2 課時）	503
一、課前自主預習學案	503
二、新課教學：§4.3 實驗：感測器的應用（第一課時）	505
三、重點探究：§4.3 實驗：感測器的應用（第二課時）	511
第四課：綜合複習（2 課時）	517
綜合複習一：感測器及其工作原理（第一課時）	517
綜合複習二：感測器的應用（第二課時）	523
參、試教評估與反思建議	530
3.1 試教評估	530
3.1.1 教學設計	530
3.1.2 教學活動	531
3.1.3 教學評量	531
3.2 反思建議	532
3.2.1 磁場	532
3.2.2 電磁感應	534
3.2.3 交變電流	535
3.2.3 感測器	536
肆、參考文獻	537
附錄：教學資源	539
一、教學多媒體課件:詳見電子資料文檔	539
第一章：磁場（18 課時）	539
第一課題 §1.1 磁現象和磁場（2 課時）	539
第二課題 §1.2 磁感應強度（3 課時）	539

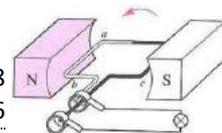
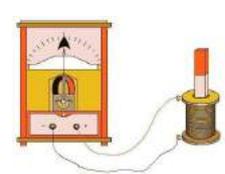


第三課題 §1.3 幾種常見的磁場 (2 課時)	540
第四課題 §1.4 通電導線在磁場中受到的力 (3 課時)	540
第五課題 §1.5 運動電荷在磁場中受到的力 (3 課時)	541
第六課題 §1.6 帶電粒子在勻強磁場中的運動 (3 課時)	542
第二章： 電磁感應 (21 課時)	543
第一課題 §2.1 劃時代的發現 (2 課時)	543
第二課題 §2.2 探究感應電流的產生條件 (3 課時)	543
第三課題 §2.3 楞次定律 (3 課時)	544
第四課題 §2.4 法拉第電磁感應定律 (3 課時)	544
第五課題 §2.5 電磁感應現象的兩類情況 (3 課時)	545
第六課題 §2.6 互感和自感 (2 課時)	545
第七課題 §2.7 渦流、電磁阻尼和電磁驅動 (2 課時)	546
第三章： 交變電流 (12 課時)	546
第一課題 §3.1 交變電流 (2 課時)	546
第二課題 §3.2 描述交變電流的物理量 (2 課時)	547
第三課題 §3.3 電感和電容對交變電流的影響 (2 課時)	547
第四課題 §3.4 變壓器 (2 課時)	548
第五課題 §3.5 電能的輸送 (2 課時)	548
第四章： 感測器 (8 課時)	549
第一課題 §4.1 感測器及其工作原理 (2 課時)	549
第二課題 §4.2 感測器的應用 (2 課時)	549
第三課題 §4.3 實驗：感測器的應用 (2 課時)	550
二、工作紙:詳見電子資料文檔.....	551
三、教學活動及學生參與課堂教學圖片.....	554
1.教學活動圖片.....	554



2. 學生參與課堂教學圖片.....	557
四、教材圖片.....	560
1. 人教版物理選修 3-1.....	560
2. 人教版物理選修 3-2.....	562
3. 牛津大學出版社《新高中生活與物理》4.....	563
五、教具圖片.....	564
六、學生作業批改.....	570
七、學生筆記.....	582

注：本教學設計根據《澳門特別行政區第 55/2017 號社會文化司司長批示訂定高中自然教育階段的基本學力要求的具體內容（附件十 高中教育階段自然科學基本學力要求）》而編寫。



簡介

本人長期任教高中物理，並且作為科組長經常時常主持科組備課會議，對各個版本物理教材有自己深刻的體會和見解，而針對本校學生實際情況開發的物理教材，已經使用多年，多其中的各個關鍵點以及本校高中理科學生的學習情況可謂相當熟悉。本次教案設計從構思、文獻查閱、設計、落筆、準備教具、授課、批改作業、測評、總結，進展較為順利，都能按照早前教學計劃表陳述的內容展開，並且在實際教學中適當添加或者改進，達到了預期的效果。

本次課程圍繞“電磁現象”這個課題，教學設計涵蓋高二年級第二、第三學段，知識內容具體授課節數是：

$$\underline{18+21+12+8=59 \text{ (節)}, 59*40=2360 \text{ (分鐘)}}$$

實際教學時間是（包括測驗、評卷、複習、考試等其他教學活動，詳見下文教學進度表）：

$$\underline{41+48=89 \text{ (節)}, 89*40=3560 \text{ (分鐘)}}$$

第一章：磁場（18 課時）

1.1 整章概述

1.2 課題中與基本學力要求對應的教學內容

第一課題 §1.1 磁現象和磁場（2 課時）

第二課題 §1.2 磁感應強度（3 課時）

第三課題 §1.3 幾種常見的磁場（2 課時）

第四課題 §1.4 通電導線在磁場中受到的力（3 課時）

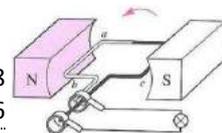
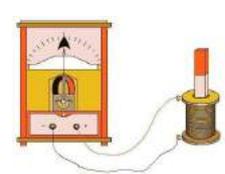
第五課題 §1.5 運動電荷在磁場中受到的力（3 課時）

第六課題 §1.6 帶電粒子在勻強磁場中的運動（3 課時）

第七課：綜合複習（2 課時）

綜合複習一：章末分層突破（第一課時）

綜合複習二：模塊綜合檢測（第二課時）



第二章：電磁感應（21 課時）

2.1 整章概述

2.2 課題中與基本學力要求對應的教學內容

第一課題 §2.1 劃時代的發現（2 課時）

第二課題 §2.2 探究感應電流的產生條件（3 課時）

第三課題 §2.3 楞次定律（3 課時）

第四課題 §2.4 法拉第電磁感應定律（3 課時）

第五課題 §2.5 電磁感應現象的兩類情況（3 課時）

第六課題 §2.6 互感和自感（2 課時）

第七課題 §2.7 渦流、電磁阻尼和電磁驅動（2 課時）

第八課：綜合複習（3 課時）

綜合複習一：電磁感應中的電路和圖像問題（第一、二課時）

綜合複習二：模塊綜合檢測（第三課時）

第三章：交變電流（12 課時）

1.1 整章概述

1.2 課題中與基本學力要求對應的教學內容

第一課題 §3.1 交變電流（2 課時）

第二課題 §3.2 描述交變電流的物理量（2 課時）

第三課題 §3.3 電感和電容對交變電流的影響（2 課時）

第四課題 §3.4 變壓器（2 課時）

第五課題 §3.5 電能的輸送（2 課時）

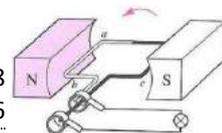
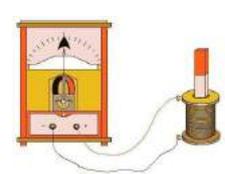
第六課：綜合複習（2 課時）

綜合複習一：章末分層突破（第一課時）

綜合複習二：模塊綜合檢測（第二課時）

第四章：感測器（8 課時）

1.1 整章概述



1.2 課題中與基本學力要求對應的教學內容

第一課題 §4.1 感測器及其工作原理 (2 課時)

第二課題 §4.2 感測器的應用 (2 課時)

第三課題 §4.3 實驗：感測器的應用 (2 課時)

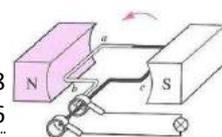
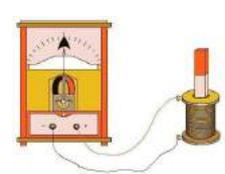
第四課：綜合複習 (2 課時)

綜合複習一：感測器及其工作原理 (第一課時)

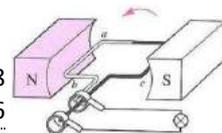
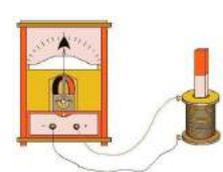
綜合複習二：感測器的應用 (第二課時)

堅持學生為教學中心，嘗試利用採用“翻轉課堂、互動探究、小組合作學習”等教學模式，告別枯燥的課堂，將課堂交給學生，教師是課堂教學的引領者、協助者，而不是主導者。讓學生參與到課堂教學和延伸活動中，課堂除了教師演示必要的演示實驗外（如“楞次定律、電磁感應、電動機、發電機”等實驗），還強調實驗教學，充分利用實驗教學的作用，透過實驗讓學生深刻認識物理理論知識與實際的聯繫。例如，在突破洛倫茲力的方向這一教學難點時利用陰極射線管實際畫出磁場方向，電子速度方向，洛倫茲力的方向從而加深對左手定則的理解與記憶。另外利用好實驗可以讓一些難於理解的物理問題輕易得到解決，在最後一個思考與討論中討論如何使顯像管中的電子實現由上到下移動時，再次利用陰極射線管成功演示，從而為學生更好地理解洛倫茲力的應用掃清了障礙。

本教學設計將基於專案的學習(Project-based Learning，簡稱 PBL)模式與 STEM 內容結合，促進學生的有效學習。基於此，本教案設計安排了“課前自主預習學案、新課教學、重點探究”“三位一體”遞進式 STEAM 教學模式，在學生知識的建構上遵循“循序漸進、由淺入深”的教學原則，力求讓學生掌握課程目標要求的內容，而在課程的授課過程中滲透 STEAM 教學理念，透過“小組互動”“自主預習”“電動機、發電機的製作、楞次定律、法拉第電磁感應定律、變壓器製作、各類傳感器”等活動在科學 (Science)，



技術 (Technology) ， 工程 (Engineering) ， 藝術 (Art) ， 數學
(Mathematics) 等多學科體現融合綜合教育的觀念，教會學生嘗試利用
STEAM 思考及解決生活實際問題。



教學進度表

一、教學對象：高中二年級學生。

二、授課科目：高中物理（理科班）。

三、選用教材：

牛津大學出版社《新高中生活與物理》第四冊；

人民教育出版社普通高中物理實驗教科書選修 3-1、3-2；

校本教材。

四、教學節數：

本主題教學設計涵蓋高二年級第二、第三學段，知識內容具體授課節數是：

$$\underline{18+21+12+8=59 \text{ (節)}, 59*40=2360 \text{ (分鐘)}}$$

實際教學時間是（包括測驗、評卷、複習、考試等其他教學活動，詳見下文教學進度表）：

$$\underline{41+48=89 \text{ (節)}, 89*40=3560 \text{ (分鐘)}}$$

五、教學章節內容和具體節數分佈：

第一章：磁場（18 課時）

1.1 整章概述

1.2 課題中與基本學力要求對應的教學內容

第一課題 §1.1 磁現象和磁場（2 課時）

第二課題 §1.2 磁感應強度（3 課時）

第三課題 §1.3 幾種常見的磁場（2 課時）

第四課題 §1.4 通電導線在磁場中受到的力（3 課時）

第五課題 §1.5 運動電荷在磁場中受到的力（3 課時）

第六課題 §1.6 帶電粒子在勻強磁場中的運動（3 課時）

第七課：綜合複習（2 課時）

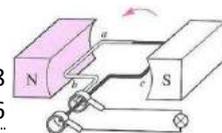
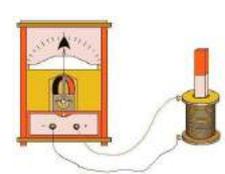
綜合複習一：章末分層突破（第一課時）

綜合複習二：模塊綜合檢測（第二課時）

第二章：電磁感應（21 課時）

2.1 整章概述

2.2 課題中與基本學力要求對應的教學內容



- 第一課題 §2.1 劃時代的發現 (2 課時)
- 第二課題 §2.2 探究感應電流的產生條件 (3 課時)
- 第三課題 §2.3 楞次定律 (3 課時)
- 第四課題 §2.4 法拉第電磁感應定律 (3 課時)
- 第五課題 §2.5 電磁感應現象的兩類情況 (3 課時)
- 第六課題 §2.6 互感和自感 (2 課時)
- 第七課題 §2.7 渦流、電磁阻尼和電磁驅動 (2 課時)
- 第八課：綜合複習 (3 課時)

綜合複習一：電磁感應中的電路和圖像問題 (第一、二課時)

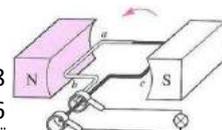
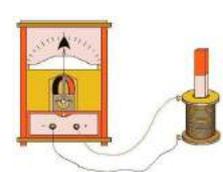
綜合複習二：模塊綜合檢測 (第三課時)

第三章：交變電流 (12 課時)

- 1.1 整章概述
- 1.2 課題中與基本學力要求對應的教學內容
- 第一課題 §3.1 交變電流 (2 課時)
- 第二課題 §3.2 描述交變電流的物理量 (2 課時)
- 第三課題 §3.3 電感和電容對交變電流的影響 (2 課時)
- 第四課題 §3.4 變壓器 (2 課時)
- 第五課題 §3.5 電能的輸送 (2 課時)
- 第六課：綜合複習 (2 課時)
- 綜合複習一：章末分層突破 (第一課時)
- 綜合複習二：模塊綜合檢測 (第二課時)

第四章：感測器 (8 課時)

- 1.1 整章概述
- 1.2 課題中與基本學力要求對應的教學內容
- 第一課題 §4.1 感測器及其工作原理 (2 課時)
- 第二課題 §4.2 感測器的應用 (2 課時)
- 第三課題 §4.3 實驗：感測器的應用 (2 課時)
- 第四課：綜合複習 (2 課時)
- 綜合複習一：感測器及其工作原理 (第一課時)
- 綜合複習二：感測器的應用 (第二課時)



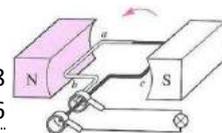
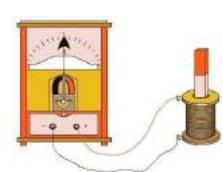
高中物理同步課堂(電磁現象)

2017/2018 學年教學進度表

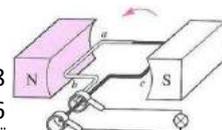
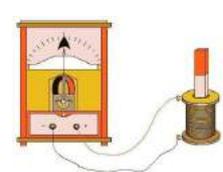
第二學段總教節：41 節

教學次序：

	教節	課題及節數	測驗／考試 擬卷人	備註
第 15 週 12.04~12.08	4	第三章 磁場 第 1 節 磁現象和磁場 1 第 2 節 磁感應強度 3		實驗：磁場實驗
第 16 週 12.11~12.15	4	第 3 節 幾種常見的磁場 2 第 4 節 通電導線在磁場中受到的力 2		實驗：通電導線在磁場中受到的力
第 17 週 12.18~12.22	1	第 4 節 通電導線在磁場中受到的力 (續) 1		12.20~1.1 聖誕/元旦/回歸假期
第 18 週 12.26~12.30	0			12.20~1.1 聖誕/元旦/回歸假期
第 19 週 01.01~01.05	3	第 5 節 運動電荷在磁場中受到的力 3		
第 20 週 01.08~01.12	1	● 第二段第一次大測 1	C056	01.09 大測 1
	3	評卷 1 第 6 節 帶電粒子在勻強磁場中的運動 2		
第 21 週 01.15~01.19	4	第 6 節 帶電粒子在勻強磁場中的運動 (續) 1 本章復習 1 綜合內容 2		
第 22 週 01.22~01.26	4	第四章 電磁感應 1 劃時代的發現 1 2 探究感應電流的產生條件 3		1.25~2.5 農曆新年假期 實驗：探究感應電流的產生條件



	教節	課題及節數	測驗／考試 擬卷人	備註
第 23 週 01.29~02.02	4	3 楞次定律 3 4 法拉第电磁感应定律 1		
第 24 週 02.05~02.09	4	● 第二段第二次大測 2 4 法拉第电磁感应定律 (續) 3	C056	02.6 大測 2
第 25 週 02.13~02.17	1	5 电磁感应现象的两类情况 1		2.14~2.23 農曆新年 假期
第 26 週 02.20~02.24	0			2.14~2.23 農曆新年 假期
第 27 週 02.26~03.02	4	5 电磁感应现象的两类情况 (續) 2 6 互感和自感 2		
第 28 週 03.05~03.09	4	評卷 1 考前複習 3		
第 29 週 03.12~03.16	0	第二段考試	C056	

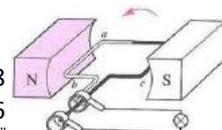
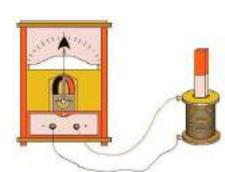


高中物理同步課堂(電磁現象)
2017/2018 學年教學進度表

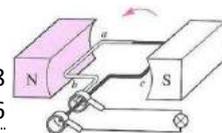
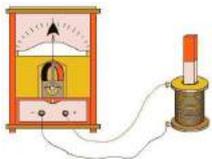
第三學段總教節：48 節

教學次序：

教學時段	教節	課題	測驗／考試 擬卷人	備註
第 30 週 03.19~03.23	4	7 渦流、电磁阻尼和电磁驱动 2 本章复习 2		
第 31 週 03.26~03.30	2	综合内容 1 第五章 交变电流 1 交变电流 1		復活節假期
第 32 週 04.02~04.06	2	1 交变电流 (續) 1 2 描述交变电流的物理量 1		4.4 清明假期
第 33 週 04.09~04.13	4	2 描述交变电流的物理量 (續) 1 3 电感和电容对交变电流的影响 2 4 变压器 1		
第 34 週 04.16~04.20	4	4 变压器 1 測驗前復習 2 第三段第一次測驗 1	C056	4.18(三)大測 1
第 35 週 04.23~04.27	1 3	評卷 1 5 电能的输送 2		
第 36 週 04.30~05.04	2	5 电能的输送 (續) 2 本章复习 2		實驗变压器 5.1 勞動節假期 5.3 佛誕節假期
第 37 週 05.07~05.11	4	综合内容 2 4.1 感測器及其工作原理 2		
第 38 週 05.14~05.18	4	4.2 感測器的應用 2 4.3 實驗：感測器的應用 2		
第 39 週 05.21~05.25	2	综合内容 2		
第 40 週 05.28~06.01	4	測驗前復習 4		5.30 端午節假期



教學時段	教節	課題	測驗／考試 擬卷人	備註
第 41 週 06.04~06.08	1	● 第三段第二次測驗 1	C056	6.5(二)大測 2
	3	復習 3		
第 42 週 06.11~06.15	4	綜合電磁學 4		
第 43 週 06.18~06.22	4	考試前總復習 4		
第 44 週 06.25~06.29	0	學年考試	C056	



壹、教學計劃內容簡介

一、設計動機

結合自己多年物理實際教學經驗和對澳門社會實際情況分析，以及當前的教育形勢，設計本教學設計主要基於以下三個原因：

(1) 澳門城市快速發展和政府對於智慧城市的關注，未來市場對物理及工程人才的需求。

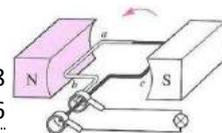
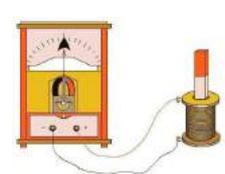
(2) 電與磁在高中物理學中的重要位置，學好電與磁，對機電磁學的學習有非常重要的意義。

(3) 結合本校實際情況，開發適合本校師生的校本教材，促進學生學業成功，培養創新人才。

以上三個基本原因，設計本教學設計，目的是提高學生學習物理課程的成就感和學習興趣，設計出一套切合澳門現況、操作性強的教案，增加學生物理科學素養，推動澳門基礎教育發展。

二、教案內容簡介

主題名稱	高中物理同步課堂 (電磁現象)	教學時數	41+48=89 (節) , 89*40=3560 (分鐘)
涵蓋科目	高中物理 (理科)	教學對象	高中二年級
作品摘要	<p>第一章：磁場 (18 課時)</p> <p>1.1 整章概述</p> <p>1.2 課題中與基本學力要求對應的教學內容</p> <p>第一課題 §1.1 磁現象和磁場 (2 課時)</p> <p>第二課題 §1.2 磁感應強度 (3 課時)</p> <p>第三課題 §1.3 幾種常見的磁場 (2 課時)</p> <p>第四課題 §1.4 通電導線在磁場中受到的力 (3 課時)</p> <p>第五課題 §1.5 運動電荷在磁場中受到的力 (3 課時)</p> <p>第六課題 §1.6 帶電粒子在勻強磁場中的運動 (3 課時)</p>		



第七課：綜合複習（2 課時）

綜合複習一：章末分層突破（第一課時）

綜合複習二：模塊綜合檢測（第二課時）

第二章：電磁感應（21 課時）

2.1 整章概述

2.2 課題中與基本學力要求對應的教學內容

第一課題 §2.1 劃時代的發現（2 課時）

第二課題 §2.2 探究感應電流的產生條件（3 課時）

第三課題 §2.3 楞次定律（3 課時）

第四課題 §2.4 法拉第電磁感應定律（3 課時）

第五課題 §2.5 電磁感應現象的兩類情況（3 課時）

第六課題 §2.6 互感和自感（2 課時）

第七課題 §2.7 渦流、電磁阻尼和電磁驅動（2 課時）

第八課：綜合複習（3 課時）

綜合複習一：電磁感應中的電路和圖像問題（第一、二課時）

綜合複習二：模塊綜合檢測（第三課時）

第三章：交變電流（12 課時）

1.1 整章概述

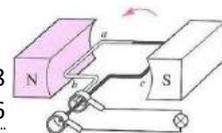
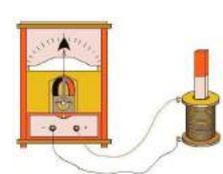
1.2 課題中與基本學力要求對應的教學內容

第一課題 §3.1 交變電流（2 課時）

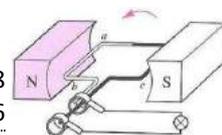
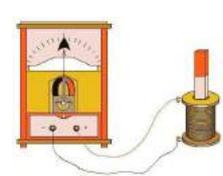
第二課題 §3.2 描述交變電流的物理量（2 課時）

第三課題 §3.3 電感和電容對交變電流的影響（2 課時）

第四課題 §3.4 變壓器（2 課時）



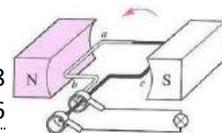
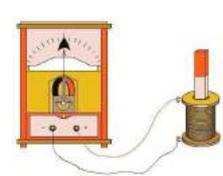
	<p>第五課題 §3.5 電能的輸送 (2 課時)</p> <p>第六課：綜合複習 (2 課時)</p> <p> 綜合複習一：章末分層突破 (第一課時)</p> <p> 綜合複習二：模塊綜合檢測 (第二課時)</p> <p>第四章：感測器 (8 課時)</p> <p> 1.1 整章概述</p> <p> 1.2 課題中與基本學力要求對應的教學內容</p> <p> 第一課題 §4.1 感測器及其工作原理 (2 課時)</p> <p> 第二課題 §4.2 感測器的應用 (2 課時)</p> <p> 第三課題 §4.3 實驗：感測器的應用 (2 課時)</p> <p> 第四課：綜合複習 (2 課時)</p> <p> 綜合複習一：感測器及其工作原理 (第一課時)</p> <p>STEAM 教學：</p> <p>電動機、發電機的製作、楞次定律、法拉第電磁感應定律、變壓器製作、各類傳感器等。</p>
<p>教學準備</p>	<p>牛津大學出版社《新高中生活與物理》第四冊；人民教育出版社普通高中物理實驗教科書選修 3-1、3-2；校本教材。</p> <p>筆記本電腦、多媒體教室。</p> <p>由於整個教學單元以教學 PPT 為主軸，因此基本上電腦及投影設備是必需的準備；另外每一節課堂都有特別的活動讓同學更加深所學習內容；因此各有不同的教學工具需要準備，可參考教案設計中備注的一項。</p>



三、同級同科集體備課記錄

3.1 第一次同級同科集體備課記錄

學科名稱	物理科		年 級	S5	
課題內容	磁場		備課時間	2017.11.25	
地 點	4樓教員室	主持人	C056	記錄人	C056
出席者	C056 及科組同事				
備課內容(含單元/課之具體教學目標、重點、難點、結合閱讀教學)討論情況					
第一章：磁場（18課時）					
1.1 整章概述					
1.2 課題中與基本學力要求對應的教學內容					
第一課題 §1.1 磁現象和磁場（2課時）					
第二課題 §1.2 磁感應強度（3課時）					
第三課題 §1.3 幾種常見的磁場（2課時）					
第四課題 §1.4 通電導線在磁場中受到的力（3課時）					
第五課題 §1.5 運動電荷在磁場中受到的力（3課時）					
第六課題 §1.6 帶電粒子在勻強磁場中的運動（3課時）					
第七課：綜合複習（2課時）					
綜合複習一：章末分層突破（第一課時）					
綜合複習二：模塊綜合檢測（第二課時）					
（1） 課題教材分析					
教材是在學生學習了簡單的磁現象和電現象的基礎上初步揭示電和磁之間的聯繫的，可使學生瞭解直線電流和通電螺線管周圍存在磁場及它們周圍磁場的狀態和性質，使學生初步認識磁現象的本質，不但為學習電動機和發電機打下基礎，還為以後學習電學等知識培養可持續發展能力。教材內容是在實驗的基礎上介紹電流的磁場。通過奧斯特實驗和通電螺線管的實驗來概括磁場的存在及磁場方向與電流方向有關的結論，具有較強的探索價值，因此本節內容為培養學生自主探究學習能力和創新精神提供了良好的機會。					
（2） 學生分析					
在此之前學生已學了簡單的電現象和磁現象的有關知識，對磁極、磁場、磁感線有了初步知識，對學習電流的磁場這一新知識已有了認知基礎。從對磁體周圍的磁場的瞭解到瞭解電流周圍的磁場，學生會有一種強烈的心理願望，可望瞭解究竟。					
（3） 教法分析					
1、通過類比各物理概念的聯繫與區別，讓學生體會物理概念的嚴謹性，不同物理知識之間緊密聯繫的奧妙，培養在理解物理量時舉一反三的能					



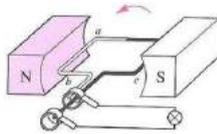
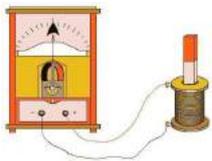
力。

- 2、通過典型綜合題的分析，讓學生體會把力學與電學知識成功綜合運用的快樂。
- 3、採用師生互動啟發式教學方法。充分利用問題分析、電路組裝、多媒體的直觀動態教學手段，通過討論、問答等一系列的師生活動展開教學。
- 4、學法：提倡多動手，增加實踐機會，引導學生採用討論法、問答法、練習法等學習方法，培養學生的動口、動手、動腦的能力，發揮學生的主觀能動性，激發學生的學習興趣，活躍課堂氣氛。

(4) 知識目標、情意目標、技能目標

A 知識目標

1. 列舉磁現象在生活、生產中的應用。(基本學力要求 A-6)
2. 瞭解我國古代在磁現象方面的研究成果及其對人類文明的影響。關注與磁相關的現代技術發展。(基本學力要求 B-3)
3. 知道磁場的基本特性是對處在它裡面的磁極或電流有磁場力的作用。(基本學力要求 A-4)
4. 知道磁極和磁極之間、磁極和電流之間、電流和電流之間都是通過磁場發生相互作用的。(基本學力要求 A-4)
5. 理解磁感應強度 B 的定義，知道 B 的單位是特斯拉。(基本學力要求 A-4)
6. 會用磁感應強度的定義式進行有關計算。(基本學力要求 A-4)
7. 會用公式 $F=BIL$ 解答有關問題。(基本學力要求 A-4)
8. 知道什麼是磁感線。(基本學力要求 A-4)
9. 知道條形磁鐵、蹄形磁鐵、直線電流、環形電流和通電螺線管的分佈情況。(基本學力要求 A-4)
10. 會用安培定則判斷直線電流、環形電流和通電螺線管的磁場方向。(基本學力要求 A-4)
11. 知道安培分子電流假說是如何提出的。(基本學力要求 A-4)
12. 會利用安培假說解釋有關的現象。(基本學力要求 A-6)
13. 理解磁現象的電本質。(基本學力要求 A-4)
14. 知道磁通量定義，知道 $\Phi=BS$ 的適用條件，會用這一公式進行計算。(基本學力要求 A-4)
15. 知道什麼是安培力，會推導安培力公式 $F=BIL\sin\theta$ 。(基本學力要求 A-4)
16. 知道左手定則的內容，並會用它判斷安培力的方向。(基本學力要求 A-4)
17. 瞭解磁電式電流錶的工作原理。(基本學力要求 A-4)
18. 知道什麼是洛倫茲力。(基本學力要求 A-4)
19. 利用左手定則會判斷洛倫茲力的方向。(基本學力要求 A-4)
20. 知道洛倫茲力大小的推理過程。(基本學力要求 A-4)
21. 掌握垂直進入磁場方向的帶電粒子，受到洛倫茲力大小的計算。(基本



學力要求 A-4)

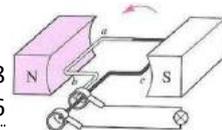
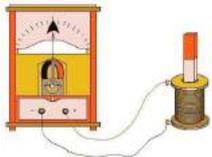
22. 理解洛倫茲力對電荷不做功。(基本學力要求 A-4)
23. 瞭解電視機顯像管的工作原理。(基本學力要求 A-4)
24. 理解洛倫茲力對粒子不做功。(基本學力要求 A-4)
25. 理解帶電粒子的初速度方向與磁感應強度的方向垂直時，粒子在勻強磁場中做勻速圓周運動。(基本學力要求 A-4)
26. 會推導帶電粒子在勻強磁場中做勻速圓周運動的半徑、週期公式，知道它們與哪些因素有關。(基本學力要求 A-4)
27. 瞭解迴旋加速器的工作原理。(基本學力要求 A-4)

B 情意目標

1. 在教學中滲透物質的客觀性原理。(基本學力要求 A-4)
2. 使學生學會由個別事物的個性來認識一般事物的共性的科學方法。(基本學力要求 A-6)
3. 通過討論與交流，培養對物理探索的情感。
4. 領悟物理探索的基本思路，培養科學的價值感。
5. 通過推導一般情況下安培力的公式 $F=BIL\sin\theta$ ，使學生形成認識事物規律要抓住一般性的科學方法。
6. 通過瞭解磁電式電流錶的工作原理，感受物理知識的相互聯繫。(基本學力要求 A-4)
7. 讓學生認真體會科學研究最基本的思維方法：“推理—假設—實驗驗證”。(基本學力要求 A-6)
8. 通過本節知識的學習，充分瞭解科技的巨大威力，體會科技的創新與應用歷程。(基本學力要求 B-3)

C 技能目標

1. 利用電場和磁場的類比教學，培養學生的比較推理能力。(基本學力要求 A-4)
2. 使學生知道物理中研究問題時常用的一種科學方法——控制變數法。
3. 通過演示實驗，分析總結，獲取知識。
4. 通過模擬實驗體會磁感線的形狀，培養學生的空間想像能力。
5. 由電流和磁鐵都能產生磁場，提出安培分子電流假說，最後都歸結為磁現象的電本質。
6. 通過引入磁通量概念，使學生體會描述磁場規律的另一重要方法。(基本學力要求 A-6)
7. 通過演示實驗歸納、總結安培力的方向與電流、磁場方向的關係——左手定則。(基本學力要求 A-4)
8. 通過洛倫茲力大小的推導過程進一步培養學生的分析推理能力。(基本學力要求 A-4)
9. 通過帶電粒子在勻強磁場中的受力分析，靈活解決有關磁場的問題。(基本學力要求 A-4)



(5) 課題與學力要求對照

A-4 初步學會利用事實、經驗或科學理論進行邏輯推理作出假設。

A-6 通過圖書館、互聯網、多媒體資源庫等不同途徑搜尋所需科學資訊，並初步學會對這些資訊進行分類與概括。

B-3 通過認識科學發展的歷史，了解科學的進化性和革命性。

(6) 教學重點、難點：

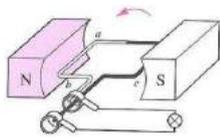
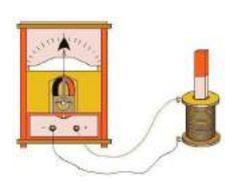
- 了解場力線的意義。
- 能利用右手定則及右手螺旋定則判斷通電直導線及螺線管所產生的磁場的方向。
- 掌握電流的磁效應。
- 能利用弗林明左手定則判斷安培力及洛倫茲力作定性描述。
- 能對安培力及洛倫茲力作定量計算。

(7) 基本水平：

- 能判斷磁極、磁場及磁場圓形。
- 能利用公式計算通電導線所產生的磁場的強度。
- 能判斷安培力及洛倫茲力的方向。

(8) 相關英文詞語，例如：

- 極 (pole)
- 北極 (north pole)
- 南極 (south pole)
- 磁場 (magnetic field)
- 中和點 (neutral point)
- 長直導線的右手握拳定則 (right-hand grip rule for straight wire)
- 忒斯拉 (T) (tesla)
- 圓形線圈 (circular coil)
- 螺線管 (solenoid)
- 螺線管的右手握拳定則(right-hand grip rule for solenoid)
- 電磁鐵 (electromagnet)
- 弗林明左手定則(Fleming's left-hand rule)
- 電動機 (electric motor)
- 碳電刷 (carbon brush)
- 換向器 (commutator)
- 隨機 (random)
- 漂移速度 (drift velocity)
- 霍耳電壓 (Hall voltage)
- 霍耳效應 (Hall effect)
- 霍耳探測器 (Hall probe)



(9) 生命教育：

結合磁場疊加的相關知識，讓學生明白，在我們的生活中，不管做什麼事情，只要大家齊心合力，眾志成城，就會形成很強大的力量，那麼任何的困難都可以克服。

(10) 結合閱讀教學：

指南針、司南、電磁鐵、電磁磁懸浮、電動機。

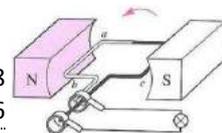
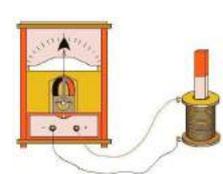
課堂練習：P.156 評估(1-5)、P.163 評估(1-4)，P.167 評估(1-4)

P.171 評估(1-2)， P.176 評估(1-2)，P.180 評估(1-2)，P.185 評估(1-3)，

P.189 評估(1-3)，P.193 評估(1)，P.195 評估(1-2)，

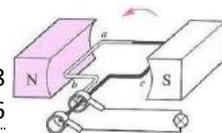
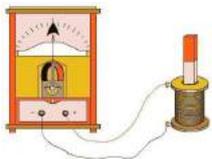
功 課：P.173 習題(10-13)，P.191 習題(6,8,9)，P.202 習題(4-6)

工作紙 6 版。



3.2 第二次同級同科集體備課記錄

學科名稱	物理科		年 級	S5	
課題內容	電磁感應		備課時間	2018.01.01	
地 點	4 樓教員室	主持人	C056	記錄人	C056
出席者	C056 及科組同事				
<p>備課內容(含單元/課之具體教學目標、重點、難點、結合閱讀教學)討論情況</p> <p>第二章：電磁感應（21 課時）</p> <p>2.1 整章概述</p> <p>2.2 課題中與基本學力要求對應的教學內容</p> <p>第一課題 §2.1 劃時代的發現（2 課時）</p> <p>第二課題 §2.2 探究感應電流的產生條件（3 課時）</p> <p>第三課題 §2.3 楞次定律（3 課時）</p> <p>第四課題 §2.4 法拉第電磁感應定律（3 課時）</p> <p>第五課題 §2.5 電磁感應現象的兩類情況（3 課時）</p> <p>第六課題 §2.6 互感和自感（2 課時）</p> <p>第七課題 §2.7 渦流、電磁阻尼和電磁驅動（2 課時）</p> <p>第八課：綜合複習（3 課時）</p> <p>綜合複習一：電磁感應中的電路和圖像問題（第一、二課時）</p> <p>綜合複習二：模塊綜合檢測（第三課時）</p> <p>(1) 課題教材分析</p> <p>《電磁感應》是在學習了磁場的初步知識及電流的磁現象基礎上來研究電磁感應現象。本節課既是對舊知識的鞏固應用也是對新知識的探索，它是《電工基礎》中電與磁的重要組成部分，又是今後在生產實踐中解決實際問題的基礎。因此學好本節知識至關重要。</p> <p>從教材看，本節課在編排中偏重於突出教材系統性，將法拉第電磁感應定在前面，而學生在對電磁感應缺乏瞭解的前提下接觸該定律難度很大，所以我對教材作了些調整，將本節課中的楞次定律提前來講，以符合學生由感知到認知、由易到難的認知規律。</p> <p>本節課是電流產生磁場的反向思考——動磁生電，通過本節的學習，讓學生立電與磁能相互轉換的概念。掌握應用楞次定律原理判定感生電流方向的技能，並為以後電磁感應的運用和專業課作好準備。同時培養學生自主探索知識的熱情</p>					



和
能力，這對促進學生的可持續發展能力形成是相當重要的。

(2) 學生分析

在本節課之前，學生已經知道了“電能夠生磁”，不難對“磁生電”進行猜想，同時學生也知道作為電源的電動機能夠將機械能轉化為電能，也見過手搖發

電機發電的過程，對發電機並不陌生。但學生對如何通過“磁”產生“電”是沒有任何思路的，因此如何合理的引導學生探究感應電流產生的條件就是本節課的

重點。“發電機”是電磁感應現象的重要應用，線圈在磁場中切割磁感線時，線圈內電流方向如何，特別是直流電動機結構上換向器的作用學生難以明白，因

此發電機的發電原理是本節課的難點。

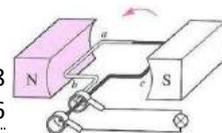
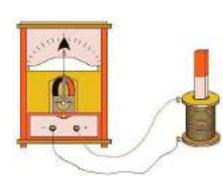
(3) 教法分析

- 1、通過類比各物理概念的聯繫與區別，讓學生體會物理概念的嚴謹性，不同物理知識之間緊密聯繫的奧妙，培養在理解物理量時舉一反三的能力。
- 2、通過典型綜合題的分析，讓學生體會把力學與電學知識成功綜合運用的快樂。
- 3、採用師生互動啟發式教學方法。充分利用問題分析、電路組裝、多媒體的直觀動態教學手段，通過討論、問答等一系列的師生活動展開教學。
- 4、學法：提倡多動手，增加實踐機會，引導學生採用討論法、問答法、練習法等學習方法，培養學生的動口、動手、動腦的能力，發揮學生的主觀能動性，激發學生的學習興趣，活躍課堂氣氛。

(4) 知識目標、情意目標、技能目標

A 知識目標

1. 知道與電流磁效應和電磁感應現象的發現相關的物理學史。知道電磁感應、感應電流的定義。（基本學力要求 B-1）
2. 知道產生感應電流的條件。
3. 會使用線圈以及常見磁鐵完成簡單的實驗。（基本學力要求 A-9）
4. 探究感應電流方向的規律。
5. 楞次定律。（基本學力要求 A-9）
6. 知道什麼叫感應電動勢。
7. 知道磁通量的變化率是表示磁通量變化快慢的物理量，並能區別 Φ 、 $\Delta\Phi$ 、 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 。（基本學力要求 A-9）
8. 理解法拉第電磁感應定律內容、數學運算式。（基本學力要求 A-9）
9. 知道 $E=BLv\sin\theta$ 如何推得。（基本學力要求 A-9）
10. 會用 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 和 $E=BLv\sin\theta$ 解決問題。（基本學力要求 A-9）
11. 知道感生電場。
12. 知道感生電動勢和動生電動勢及其區別與聯繫。（基本學力要求 B-1）



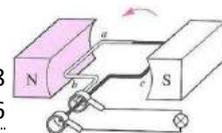
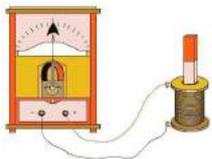
13. 瞭解互感和自感現象。
14. 瞭解自感現象產生的原因。
15. 知道自感現象中的一個重要概念——自感係數，瞭解它的單位及影響其大小的因素。（基本學力要求 A-9）

B 情意目標

1. 領會科學家對自然現象、自然規律的某些猜想在科學發現中的重要性。（基本學力要求 B-1）
2. 以科學家不怕失敗、勇敢面對挫折的堅強意志激勵自己。（基本學力要求 B-1）
3. 滲透物理學方法的教育，通過實驗觀察和實驗探究，理解感應電流的產生條件。舉例說明電磁感應在生活和生產中的應用。（基本學力要求 B-1）
4. 讓學生經歷從實驗觀察到抽象歸納得出理論的過程，體驗物理學的規律是怎樣得出來的。
5. 從不同物理現象中抽象出個性與共性問題，培養學生對不同事物進行分析，找出共性與個性的辯證唯物主義思想。（基本學力要求 B-1）
6. 瞭解法拉第探索科學的方法，學習他的執著的科學探究精神。（基本學力要求 B-1）
7. 通過對相應物理學史的瞭解，培養熱愛科學、尊重知識的良好品德。
8. 培養學生的自主學習的能力，通過對已學知識的理解實現知識的自我更新，以適應社會對人才的要求。（基本學力要求 A-9）
9. 培養學生用辯證唯物主義的觀點認識問題。

C 技能目標

1. 領悟科學探究中提出問題、觀察實驗、分析論證、歸納總結等要素在研究物理問題時的重要性。（基本學力要求 A-9）
2. 學會通過實驗觀察、記錄結果、分析論證得出結論的科學探究方法。（基本學力要求 A-9）
3. 通過實驗和對實驗現象的分析，歸納出感應電流方向與磁場變化方向的關係。
4. 通過典型題目的練習，讓學生自己在練習過程中學會如何應用楞次定律，進而轉化為技能技巧，達到熟練掌握的目的。（基本學力要求 A-9）
5. 由感性到理性，由具體到抽象的認識方法分析出產生感應電流的條件。
6. 通過推導到線切割磁感線時的感應電動勢公式 $E=BLv$ ，掌握運用理論知識探究問題的方法。
7. 通過同學們之間的討論、研究增強對兩種電動勢的認知深度，同時提高學習物理的興趣。
8. 引導學生從事物的共性中發掘新的個性，從發生電磁感應現象的條件和有關電磁感應得規律，提出自感現象，並推出關於自感的規律。（基本學力要求 A-9）
9. 會用自感知識分析，解決一些簡單的問題，並瞭解自感現象的利弊以及對它們的防止和利用。（基本學力要求 B-1）



10. 培養學生客觀、全面地認識事物的科學態度。(基本學力要求 A-9)

(5) 課題與學力要求對照

- A-9 初步學會使用圖表顯示研究結果和運用科學術語撰寫研究報告。
- B-1 初步瞭解科學與技術的區別和聯繫。

(6) 教學重點、難點：

- 感應電動勢的電流
- 感應電動勢和感應電流的方向
- 磁通量和磁通量密度
- 增加感應電動勢和電流的方法
- 簡單直流發電機的結構及原理
- 渦電流

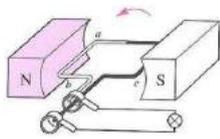
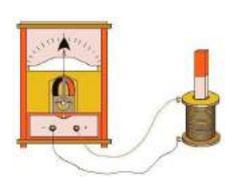
(7) 基本水平：

- 利用弗林明右手定則
- 楞次定律判斷感應電流的方向
- 掌握磁通量及磁通密度的計算
- 增加感應電動勢和電流的方法
- 渦電流

(8) 相關英文詞語，例如：

- 電磁感應 (electromagnetic induction)
- 感生電動勢 (induced e.m.f.)
- 感生電流 (induced current)
- 法拉第電磁感應定律
(Faraday's law of electromagnetic induction)
- 楞次定律 (Lenz's law)
- 弗林明右手定則
(Fleming's right-hand rule)
- 磁通量 (magnetic flux)
- 韋伯 (Wb) (weber)
- 磁通匝鏈數 (magnetic flux linkage)
- 磁通量密度 (magnetic flux density)
- 發電機 (generator/dynamo)
- 交流發電機 (a.c. generator/alternator)
- 匯電環 (slip ring)
- 直流發電機 (d.c. generator)
- 探察線圈 (search coil)
- 渦電流 (eddy current)

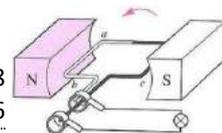
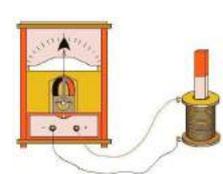
(9) 結合閱讀教學：



手搖電筒、蒸汽渦輪機、金屬探測器。

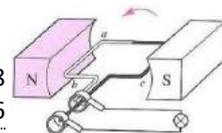
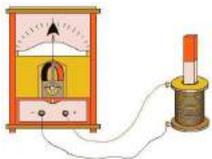
課堂練習：P.222 評估(1-3)、P.226 評估(1-4)，P.235 評估(1)
P.242 評估(1-2)

功 課：P.229 習題(4-5)， P.249 習題(5-7)
工作紙 6 版。



3.3 第三次同級同科集體備課記錄

學科名稱	物理科		年 級	S5 (第三段第三次)	
課題內容	交變電流		備課時間	2018.03.26	
地 點	4 樓教員室	主持人	C056	記錄人	C056
出席者	C056 及科組同事				
<p>備課內容(含單元/課之具體教學目標、重點、難點、結合閱讀教學)討論情況</p> <p>第三章：交變電流 (12 課時)</p> <p>1.1 整章概述</p> <p>1.2 課題中與基本學力要求對應的教學內容</p> <p>第一課題 §3.1 交變電流 (2 課時)</p> <p>第二課題 §3.2 描述交變電流的物理量 (2 課時)</p> <p>第三課題 §3.3 電感和電容對交變電流的影響 (2 課時)</p> <p>第四課題 §3.4 變壓器 (2 課時)</p> <p>第五課題 §3.5 電能的輸送 (2 課時)</p> <p>第六課：綜合複習 (2 課時)</p> <p> 綜合複習一：章末分層突破 (第一課時)</p> <p> 綜合複習二：模塊綜合檢測 (第二課時)</p> <p>(1) 課題教材分析</p> <p> 交變電流的產生和變化規律一直以來都是高中物理教學的一個重點與難點。本節內容是本章的重點，又是電磁感應、楞次定律、右手定則等知識的進一步具體應用，跟生產和生活實際有密切的聯繫，因此本節內容具有廣泛的實用性。</p> <p>(2) 學生分析</p> <p> 學生學習直流電有一定的基礎，但是對交流的認識還只是局限於生活中的常見電器，比較膚淺，對兩種電流的區別不明確，本節採用實驗探究，小組討論，重點點撥的方法來解決這個問題，讓學生通過實驗直觀的感受到交變電流和直流電的區別，以便深刻記憶。對與交變電流的產生及變化規律，用手搖發電機來說明，涉及到了兩條邊切割磁感線，需要討論兩條邊所產生電動勢的大小和方向，問題較複雜，所以在這一環節的設計上，把複雜的問題處理成若干個小問題，逐步解決，這樣設計，降低了教學的坡度，使學生能真正的自主探究，成為學習的主角。</p> <p>(3) 教法分析</p> <p> 1、本節內容相對於直流電而言，最大特點就是"變"，對於變化的物理量學生往往會感到困難，特別是第一次接觸這麼多的新名詞，如：交變電流、正弦式電流、中性面、瞬時值、峰值等，如何讓學生清楚地理解這些概念，掌握交流電的變化規律，是處理好這節課的關鍵。針對此問題我採用了從感性到理性，從定性到定量逐漸深入的方法來來處理。</p>					



- 2、通過典型綜合題的分析，讓學生體會把力學與電學知識成功綜合運用的快樂。
- 3、採用師生互動啟發式教學方法。充分利用問題分析、電路組裝、多媒體的直觀動態教學手段，通過討論、問答等一系列的師生活動展開教學。
- 4、學法：提倡多動手，增加實踐機會，引導學生採用討論法、問答法、練習法等學習方法，培養學生的動口、動手、動腦的能力，發揮學生的主觀能動性，激發學生的學習興趣，活躍課堂氣氛。

(4) 知識目標、情意目標、技能目標

A 知識目標

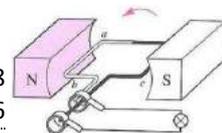
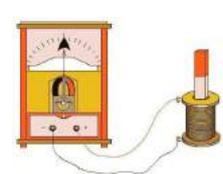
1. 使學生理解交變電流的產生原理，知道什麼是中性面。（基本學力要求 A-9）
2. 掌握交變電流的變化規律及表示方法。（基本學力要求 A-9）
3. 理解交變電流的暫態值和最大值及中性面的準確含義。（基本學力要求 A-9）
4. 理解什麼是交變電流的峰值和有效值，知道它們之間的關係。（基本學力要求 A-9）
5. 理解交變電流的週期、頻率（基本學力要求 A-9）以及它們之間的關係。知道我國生產和生活用電的週期（頻率）的大小。
6. 理解為什麼電感對交變電流有阻礙作用。（基本學力要求 A-9）
7. 知道用感抗來表示電感對交變電流阻礙作用的大小，知道感抗與哪些因素有關。（基本學力要求 A-9）
8. 知道交變電流能通過電容器，知道為什麼電容器對交變電流有阻礙作用。（基本學力要求 A-9）
9. 知道用容抗來表示電容對交變電流阻礙作用的大小，知道容抗與哪些因素有關。（基本學力要求 A-9）（基本學力要求 B-1）
10. 知道變壓器的構造，瞭解變壓器的工作原理。（基本學力要求 A-9）
11. 理解理想變壓器原、副線圈中電壓與匝數的關係，能應用它分析解決有關問題。（基本學力要求 A-9）
12. 知道“便於遠距離輸送”是電能的優點，知道輸電過程。（基本學力要求 A-9）
13. 知道降低輸電損耗的兩個途徑。（基本學力要求 A-9）
14. 瞭解電網供電的優點和意義。（基本學力要求 B-1）

B 情意目標

1. 通過實驗觀察，激發學習興趣，培養良好的學習習慣，體會運用數學知識解決物理問題的重要性。
2. 讓學生瞭解多種電器銘牌，介紹現代科技的突飛猛進，激發學生的學習熱情。（基本學力要求 A-9）
3. 通過電感和電容對交流電的阻礙作用體會事物的相對性與可變性。
4. 學生充分體會通路與斷路之間的辯證統一性。
5. 培養學生尊重事實，實事求是的科學精神和科學態度。
6. 使學生體會到能量守恆定律是普遍適用的。
7. 培養學生實事求是的科學態度。
8. 培養學生遇到問題要認真、全面分析的科學態度。
9. 介紹我國遠距離輸電概況，激發學生投身祖國建設的熱情。（基本學力要求 B-1）

C 技能目標

1. 掌握描述物理量的三種基本方法（文字法、公式法、圖象法）。（基本學力要求 A-9）
2. 培養學生觀察能力，空間想像能力以及將立體圖轉化為平面圖形的能力。（基本學力要求 A-9）
3. 培養學生運用數學知識解決物理問題的能力。（基本學力要求 A-9）
4. 能應用數學工具描述和分析處理物理問題。（基本學力要求 A-9）
5. 通過探究實驗，嘗試應用科學的方法研究物理問題，認識物理實驗在物理學發展過程中的作用。（基本學力要求 A-9）
6. 通過探究感抗和容抗的大小由哪些因素有關，獲得實驗探究過程的體



- 驗，培養學生分析、解決問題的能力。（基本學力要求 A-9）
7. 在探究變壓比和匝數比的關係中培養學生運用物理理想化模型分析問題、解決問題的能力。（基本學力要求 A-9）
8. 通過思考、討論、閱讀，培養學生閱讀、分析、綜合和應用能力。

(5) 課題與學力要求對照

- A-9 初步學會使用圖表顯示研究結果和運用科學術語撰寫研究報告。
- B-1 初步瞭解科學與技術的區別和聯繫。

(6) 教學重點、難點：

- 分別交流電和直流電
- 知道交流電的有效值和方均根值的計算方法
- 計算電壓比
- 計算輸電線的功率損耗

(7) 基本水平：

- 知道方均根值和峰值的分別及計算方法
- 知道何為互感現象
- 知道變壓器的原理

(8) 相關英文詞語，例如：

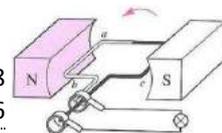
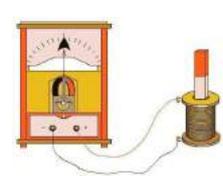
- 峯值 (peak value)
- 有效值 (effective value)
- 方均根值 (root-mean-square value / r.m.s. value)
- 變壓器 (transformer)
- 原線圈 (primary coil)
- 副線圈 (secondary coil)
- 互感 (mutual inductance)
- 升壓器 (step-up transformer)
- 降壓器 (step-down transformer)

(9) 結合閱讀教學：

變壓器、港鐵、發電站。

課堂練習：P.257 評估(1)，P.259 評估(1)，P.262 評估(1)
P.266 評估(1-2)，P.273 評估(1-3)，

功課：P.262 習題(3-5)，P.281 習題(7-12)
工作紙 6 版。

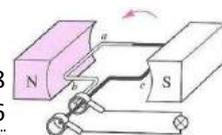
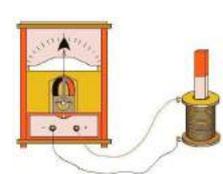


四、課題與高中教育階段自然科學基本學力要求對應情況

4.1 高中自然科學基本學力要求與知識、情意、技能目標對應情況

- A-4 初步學會利用事實、經驗或科學理論進行邏輯推理作出假設。
 A-6 通過圖書館、互聯網、多媒體資源庫等不同途徑搜尋所需科學資訊，並初步學會對這些資訊進行分類與概括。
 A-9 初步學會使用圖表顯示研究結果和運用科學術語撰寫研究報告。
 B-1 初步了解科學與技術的區別和聯繫。
 B-3 通過認識科學發展的歷史，了解科學的進化性和革命性。
 B-9 初步瞭解人類對電磁交互作用的認識過程及其對人類社會產生的影響。
 D-7 瞭解通訊設備和網路技術對人類經濟、社會發展的影響

A 知識目標	B 情意目標	C 技能目標	D 生命教育能力指標
1. 列舉磁現象在生活、生產中的應用。(基本學力要求 A-6) 2. 瞭解我國古代在磁現象方面的研究成果及其對人類文明的影響。關注與磁相關的現代技術發展。(基本學力要求 B-3) 3. 知道磁場的基本特性是對處在它裡面的磁極或電流有磁場力的作用。(基本學力要求 A-4) 4. 知道磁極和磁極之間、磁極和電流之間、電流和電流之間都是通過磁場發生相互作用的。(基本學力要求 A-4) 5. 理解磁感應強度 B 的定義，知道 B 的單位是特斯拉。(基本學力要求 A-4) 6. 會用磁感應強度的定義式進行有關計算。(基本學力要求 A-4) 7. 會用公式 $F=BIL$ 解	1. 在教學中滲透物質的客觀性原理。(基本學力要求 A-4) 2. 使學生學會由個別事物的個性來認識一般事物的共性的科學方法。(基本學力要求 A-6) 3. 通過討論與交流，培養對物理探索的情感。 4. 領悟物理探索的基本思路，培養科學的價值感。 5. 通過推導一般情況下安培力的公式 $F=BIL\sin\theta$ ，使學生形成認識事物規律要抓住一般性的科學方法。	1. 利用電場和磁場的類比教學，培養學生的比較推理能力。(基本學力要求 A-4) 2. 使學生知道物理中研究問題時常用的一種科學方法——控制變數法。 3. 通過演示實驗，分析總結，獲取知識。 4. 通過模擬實驗體會磁感線的形狀，培養學生的空間想像能力。 5. 由電流和磁鐵都能產生磁場，提出安培分子電流假說，最後都歸結為磁現象的電本質。 6. 通過引入磁通量概念，使學生體會描述磁場規律的另一重要方法。(基本學	1. D-1 引導學生思考自己的學習方式，要善於發現周圍事物的潛在規律，並利用規律去分析、解決問題。



答有關問題。(基本學力要求 A-4)

8. 知道什麼是磁感線。(基本學力要求 A-4)

9. 知道條形磁鐵、蹄形磁鐵、直線電流、環形電流和通電螺線管的分佈情況。(基本學力要求 A-4)

10. 會用安培定則判斷直線電流、環形電流和通電螺線管的磁場方向。(基本學力要求 A-4)

11. 知道安培分子電流假說是如何提出的。(基本學力要求 A-4)

12. 會利用安培假說解釋有關的現象。(基本學力要求 A-6)

13. 理解磁現象的電本質。(基本學力要求 A-4)

14. 知道磁通量定義，知道 $\Phi = BS$ 的適用條件，會用這一公式進行計算。(基本學力要求 A-4)

15. 知道什麼是安培力，會推導安培力公式 $F = BIL\sin\theta$ 。(基本學力要求 A-4)

16. 知道左手定則的內容，並會用它判斷安培力的方向。(基本學力要求 A-4)

17. 瞭解磁電式電流錶的工作原理。(基本學力要求 A-4)

18. 知道什麼是洛倫茲力。(基本學力要求 A-4)

19. 利用左手定則會判斷洛倫茲力的方向。(基本學力要求 A-4)

20. 知道洛倫茲力大小的推理過程。(基本學力要求

6. 通過瞭解磁電式電流錶的工作原理，感受物理知識的相互聯繫。(基本學力要求 A-4)

7. 讓學生認真體會科學研究最基本的思維方法：“推理—假設—實驗驗證”。(基本學力要求 A-6)

8. 通過本節知識的學習，充分瞭解科技的巨大威力，體會科技的創新與應用歷程。(基本學力要求 B-3)

9. 領會科學家對自然現象、自然規律的某些猜想在科學發現中的重要性。(基本學力要求 B-1)

10. 以科學家不怕失敗、勇敢面對挫折的堅強意志激勵自己。(基本學力要求 B-1)

11. 滲透物理學方法的教育，通過實驗觀察和實驗探究，理解感應電流的產生條件。舉例說明電磁感應在生活和生產中的應用。(基本學力要求 B-1)

12. 讓學生經

力要求 A-6)

7. 通過演示實驗歸納、總結安培力的方向與電流、磁場方向的關係——左手定則。(基本學力要求 A-4)

8. 通過洛倫茲力大小的推導過程進一步培養學生的分析推理能力。(基本學力要求 A-4)

9. 通過帶電粒子在勻強磁場中的受力分析，靈活解決有關磁場的問題。(基本學力要求 A-4)

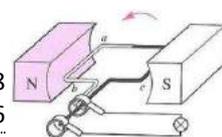
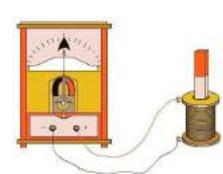
10. 領悟科學探究中提出問題、觀察實驗、分析論證、歸納總結等要素在研究物理問題時的重要性。(基本學力要求 A-9)

11. 學會通過實驗觀察、記錄結果、分析論證得出結論的科學探究方法。(基本學力要求 A-9)

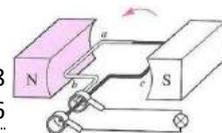
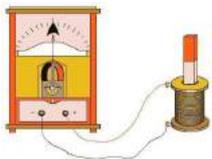
12. 通過實驗和對實驗現象的分析，歸納出感應電流方向與磁場變化方向的關係。

13. 通過典型題目的練習，讓學生自己在練習過程中學會如何應用楞次定律，進而轉化為技能技巧，達到熟練掌握的目的。(基本學力要求 A-9)

14. 由感性到理性，由具體到抽象的



<p>A-4)</p> <p>21. 掌握垂直進入磁場方向的帶電粒子，受到洛倫茲力大小的計算。(基本學力要求 A-4)</p> <p>22. 理解洛倫茲力對電荷不做功。(基本學力要求 A-4)</p> <p>23. 瞭解電視機顯像管的工作原理。(基本學力要求 A-4)</p> <p>24. 理解洛倫茲力對粒子不做功。(基本學力要求 A-4)</p> <p>25. 理解帶電粒子的初速度方向與磁感應強度的方向垂直時，粒子在勻強磁場中做勻速圓周運動。(基本學力要求 A-4)</p> <p>26. 會推導帶電粒子在勻強磁場中做勻速圓周運動的半徑、週期公式，知道它們與哪些因素有關。(基本學力要求 A-4)</p> <p>27. 瞭解迴旋加速器的工作原理。(基本學力要求 A-4)</p> <p>28. 知道與電流磁效應和電磁感應現象的發現相關的物理學史。知道電磁感應、感應電流的定義。(基本學力要求 B-1)</p> <p>29. 知道產生感應電流的條件。</p> <p>30. 會使用線圈以及常見磁鐵完成簡單的實驗。(基本學力要求 A-9)</p> <p>31. 探究感應電流方向的規律。</p> <p>32. 楞次定律。(基本學力要求 A-9)</p> <p>33. 知道什麼叫感應電動勢。</p> <p>34. 知道磁通量的變化率</p>	<p>歷從實驗觀察到抽象歸納得出理論的過程，體驗物理學的規律是怎樣得出來的。</p> <p>13. 從不同物理現象中抽象出個性與共性問題，培養學生對不同事物進行分析，找出共性與個性的辯證唯物主義思想。(基本學力要求 B-1)</p> <p>15. 瞭解法拉第探索科學的方法，學習他的執著的科學探究精神。(基本學力要求 B-1)</p> <p>16. 通過對相應物理學史的瞭解，培養熱愛科學、尊重知識的良好品德。</p> <p>17. 培養學生的自主學習的能力，通過對已學知識的理解實現知識的自我更新，以適應社會對人才的要求。(基本學力要求 A-9)</p> <p>18. 培養學生用辯證唯物主義的觀點認識問題。</p> <p>19. 通過實驗觀察，激發學習興趣，培養良好的學習習慣，體會運用數學知識</p>	<p>認識方法分析出產生感應電流的條件。</p> <p>15. 通過推導到線切割磁感線時的感應電動勢公式 $E=BLv$，掌握運用理論知識探究問題的方法。</p> <p>17. 通過同學們之間的討論、研究增強對兩種電動勢的認知深度，同時提高學習物理的興趣。</p> <p>18. 引導學生從事物的共性中發掘新的個性，從發生電磁感應現象的條件和有關電磁感應得規律，提出自感現象，並推出關於自感的規律。(基本學力要求 A-9)</p> <p>19. 會用自感知識分析，解決一些簡單的問題，並瞭解自感現象的利弊以及對它們的防止和利用。(基本學力要求 B-1)</p> <p>20. 培養學生客觀、全面地認識事物的科學態度。(基本學力要求 A-9)</p> <p>21. 掌握描述物理量的三種基本方法(文字法、公式法、圖象法)。(基本學力要求 A-9)</p> <p>22. 培養學生觀察能力，空間想像能力以及將立體圖轉化為平面圖形的能力。(基本學力要求 A-9)</p>
---	---	---



是表示磁通量變化快慢的物理量，並能區別 Φ 、 $\Delta\Phi$ 、 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 。（基本學力要求 A-9）

35. 理解法拉第電磁感應定律內容、數學運算式。（基本學力要求 A-9）

36. 知道 $E=BLv\sin\theta$ 如何推得。（基本學力要求 A-9）

37. 會用 $E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 和 $E=BLv\sin\theta$ 解決問題。（基本學力要求 A-9）

38. 知道感生電場。

39. 知道感生電動勢和動生電動勢及其區別與聯繫。（基本學力要求 B-1）

40. 瞭解互感和自感現象。

41. 瞭解自感現象產生的原因。

42. 知道自感現象中的一個重要概念——自感係數，瞭解它的單位及影響其大小的因素。（基本學力要求 A-9）

43. 使學生理解交變電流的產生原理，知道什麼是中性面。（基本學力要求 A-9）

44. 掌握交變電流的變化規律及表示方法。（基本學力要求 A-9）

45. 理解交變電流的暫態值和最大值及中性面的準確含義。（基本學力要求 A-9）

46. 理解什麼是交變電流的峰值和有效值，知道它們之間的關係。（基本學力要求 A-9）

47. 理解交變電流的週

解決物理問題的重要性。

20. 讓學生瞭解多種電器銘牌，介紹現代科技的突飛猛進，激發學生的學習熱情。（基本學力要求 A-9）

21. 通過電感和電容對交流電的阻礙作用體會事物的相對性與可變性。

22. 學生充分體會通路與斷路之間的辯證統一性。

23. 培養學生尊重事實，實事求是的科學精神和科學態度。

24. 使學生體會到能量守恆定律是普遍適用的。

25. 培養學生實事求是的科學態度。

26. 培養學生遇到問題要認真、全面分析的科學態度。

27. 介紹我國遠距離輸電概況，激發學生投身祖國建設的熱情。（基本學力要求 B-1）

28. 學生通過實驗探究，培養熱愛科學、探索未知的積極情感。

23. 培養學生運用數學知識解決物理問題的能力。（基本學力要求 A-9）

24. 能應用數學工具描述和分析處理物理問題。（基本學力要求 A-9）

25. 通過探究實驗，嘗試應用科學的方法研究物理問題，認識物理實驗在物理學發展過程中的作用。（基本學力要求 A-9）

26. 通過探究感抗和容抗的大小由哪些因素有關，獲得實驗探究過程的體驗，培養學生分析、解決問題的能力。（基本學力要求 A-9）

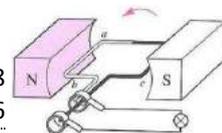
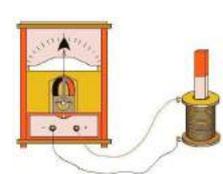
27. 在探究變壓比和匝數比的關係中培養學生運用物理理想化模型分析問題、解決問題的能力。（基本學力要求 A-9）

28. 通過思考、討論、閱讀，培養學生閱讀、分析、綜合和應用能力。

29. B-9 初步瞭解人類對電磁交互作用的認識過程及其對人類社會產生的影響。

30. D-7 瞭解通訊設備和網路技術對人類經濟、社會發展的影響。

31. 設計實驗並熟練使用電源、靈敏電流計、幹簧管、光敏元件、熱敏元件等電



期、頻率（基本學力要求 A-9）以及它們之間的關係。知道我國生產和生活用電的週期（頻率）的大小。

48. 理解為什麼電感對交變電流有阻礙作用。（基本學力要求 A-9）

49. 知道用感抗來表示電感對交變電流阻礙作用的大小，知道感抗與哪些因素有關。（基本學力要求 A-9）

50. 知道交變電流能通過電容器，知道為什麼電容器對交變電流有阻礙作用。（基本學力要求 A-9）

51. 知道用容抗來表示電容對交變電流阻礙作用的大小，知道容抗與哪些因素有關。（基本學力要求 A-9）

52. 知道變壓器的構造，瞭解變压器的工作原理。（基本學力要求 A-9）

53. 理解理想變压器原、副線圈中電壓與匝數的關係，能應用它分析解決有關問題。（基本學力要求 A-9）

54. 知道“便於遠距離輸送”是電能的優點，知道輸電過程。（基本學力要求 A-9）

55. 知道降低輸電損耗的兩個途徑。（基本學力要求 A-9）

56. 瞭解電網供電的優點和意義。（基本學力要求 B-1）

57. 知道非電學量轉換成電學量的技術意義。（基本學力要求 B-9/D-7）

58. 通過實驗，知道常見感測器的工作原理。（基本學力要求 B-9/D-7）

29. 在瞭解感測器原理及應用時，知道已學知識在生活、生產、科技社會中的價值，增強學習興趣，培養良好的科學態度。（基本學力要求 B-9/D-7）

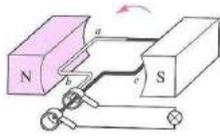
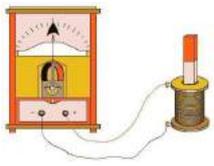
30. 在實驗中通過動手組裝和調試，增強理論聯繫實際的意識，激發學習興趣，培養良好的科學態度。（基本學力要求 B-9/D-7）

學實驗元件，培養實驗設計和實驗操作能力及實驗觀察能力。（基本學力要求 B-9/D-7）

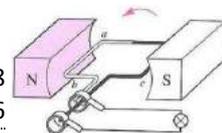
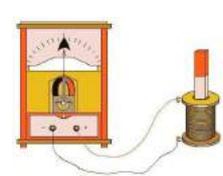
32. 通過實驗觀察培養獲取知識的能力、分析問題的能力。

33. 通過實驗或演示實驗，瞭解感測器在生產、生活中的應用。（基本學力要求 B-9/D-7）

34. 通過實驗培養動手能力，體會感測器在實際中的應用。

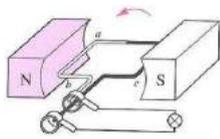
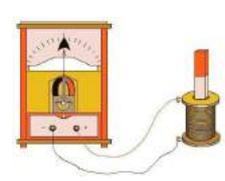


- | | | | |
|--|--|--|--|
| <p>59. 瞭解力感測器在電子秤上的應用。(基本學力要求 B-9/D-7)</p> <p>60. 瞭解聲感測器在話筒上的應用。(基本學力要求 B-9/D-7)</p> <p>61. 瞭解溫度感測器在電熨斗上的應用。(基本學力要求 B-9/D-7)</p> <p>62. 瞭解兩個實驗的基本原理。(基本學力要求 B-9/D-7)</p> <p>63. 通過實驗，加深對感測器作用的體會，培養自己的動手能力。</p> <p>64.</p> | | | |
|--|--|--|--|

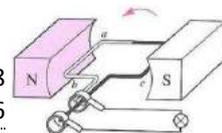
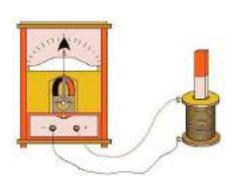


4.2 課題中與高中自然科學基本學力要求對應的教學內容

年級：高二		出版社：牛津大學出版社	
用書名稱：校本教材			
編寫老師：C056			
單元	課題	課題中與基本學力要求對應的教學內容	基本學力要求指標
高中物理同步課堂 (電磁現象)	第一章： 磁場 (18 課時)	<p>例如：</p> <p>1、列舉磁現象在生活、生產中的應用。了解我國古代在磁現象方面的研究成果及其對人類文明的影響。關注與磁相關的現代技術發展。</p> <p>例 1 觀察電腦磁片驅動器的結構，大致了解其工作原理。</p> <p>2、了解磁場，知道磁感應強度和磁通量。會用磁感線描述磁場。</p>	<p>A-4 初步學會利用事實、經驗或科學理論進行邏輯推理作出假設。</p> <p>A-6 通過圖書館、互聯網、多媒體資源庫等不同途徑搜尋所需科學資訊，並初步學會對這些資訊進行分類與概括。</p>
	第二章： 電磁感應 (21 課時)	<p>例 2 了解地磁場的分佈、變化，以及對人類生活的影響。</p> <p>3、會判斷通電直導線和通電線圈周圍磁場的方向。</p> <p>4、通過實驗，認識安培力。會判斷安培力的方向。會計算勻強磁場中安培力的大小。</p>	<p>A-9 初步學會使用圖表顯示研究結果和運用科學術語撰寫研究報告。</p> <p>B-1 初步了解科學與技術的區別和聯繫。</p>
	第三章： 交變電流 (12 課時)	<p>例 3 利用電流天平或其他簡易裝置，測量或比較磁場力。</p> <p>例 4 了解磁電式電錶的結構和工作原理。</p> <p>5、通過實驗，認識洛倫茲力。會判斷洛倫茲力的方向，會計算洛倫茲力的大小。了解電子束的</p>	<p>B-3 通過認識科學發展的歷史，了解科學的進化和革命性。</p> <p>B-9 初步瞭解人類對電磁交互作用的認識過程及</p>



	<p>第四章： 感測器（8 課時）</p>	<p>磁偏轉原理以及在科學技術中的應用。</p> <p>例 5 觀察陰極射線在磁場中的偏轉。</p> <p>例 6 了解質譜儀和迴旋加速器的工作原理。</p> <p>6、認識電磁現象的研究在社會發展中的作用。</p>	<p>其對人類社會產生的影響。</p> <p>D-7 瞭解通訊設備和網路技術對人類經濟、社會發展的影響。</p>
--	-------------------------------	--	--



五、設計創意和特色

5.1 注重理論與生活實際相結合

相比傳統的物理課程設計，本課程的設計注重在物理的範疇內滲透知識，做到既學習科學知識又與生活實際相結合、相聯繫。例如：

1、列舉磁現象在生活、生產中的應用。了解我國古代在磁現象方面的研究成果及其對人類文明的影響。關注與磁相關的現代技術發展。

例1 觀察電腦磁片驅動器的結構，大致了解其工作原理。

2、了解磁場，知道磁感應強度和磁通量。會用磁感線描述磁場。

例2 了解地磁場的分佈、變化，以及對人類生活的影響。

3、會判斷通電直導線和通電線圈周圍磁場的方向。

4、通過實驗，認識安培力。會判斷安培力的方向。會計算勻強磁場中安培力的大小。

例3 利用電流天平或其他簡易裝置，測量或比較磁場力。

例4 了解磁電式電錶的結構和工作原理。

5、通過實驗，認識洛倫茲力。會判斷洛倫茲力的方向，會計算洛倫茲力的大小。了解電子束的磁偏轉原理以及在科學技術中的應用。

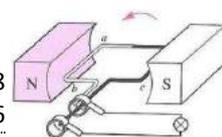
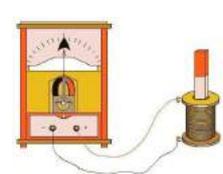
例5 觀察陰極射線在磁場中的偏轉。

例6 了解質譜儀和迴旋加速器的工作原理。

6、認識電磁現象的研究在社會發展中的作用。

5.2 分組合作學習，師生參與

本次課程圍繞“電磁現象”主體，由於本單元的探究實驗比較多，特別是電磁感應、法拉第電磁感應電流、交變電流等都需要掌握一定的數據分析方法，為堅持學生為教學中心原則，嘗試利用採用分組合作學習教學模式，告別枯燥



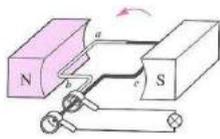
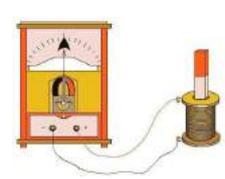
的課堂，讓學生參與到課堂教學和延伸活動中，經歷實驗觀察和數據分析處理的過程，更加明白理論與實際的相結合。

5.3 “三位一體”遞進式 STEAM 教學模式，思考及解決生活問題

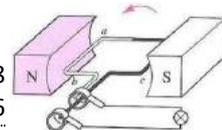
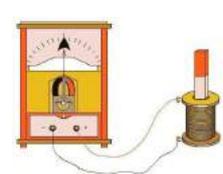
本教學設計將基於專案的學習(Project-based Learning，簡稱 PBL)模式與 STEM 內容結合，促進學生的有效學習。基於此，本教案設計安排了“課前自主預習學案、新課教學、重點探究”“三位一體”遞進式 STEAM 教學模式，在學生知識的建構上遵循“循序漸進、由淺入深”的教學原則，力求讓學生掌握課程目標要求的內容，而在課程的授課過程中滲透 STEAM 教學理念，透過“小組互動”“自主預習”“電動機、發電機的製作、楞次定律、法拉第電磁感應定律、變壓器製作、各類傳感器”等活動在科學（Science），技術（Technology），工程（Engineering），藝術（Art），數學（Mathematics）等多學科體現融合綜合教育的觀念，教會學生嘗試利用 STEAM 思考及解決生活實際問題。

5.4 教學資源豐富，階梯式鞏固提升

本課程提供了豐富的教學資源，目的是在學生的學習過程中提供全方位的支持。在課前預習上，我們提供了詳實的“課前自足預習學案”供學生使用，學生只要每節課前抽出 10-20 分鐘的預習時間，按照預習案：學習目標、新課預習、知識精講、活學活練的步驟，即能夠初步掌握新課的內容，而且可以引導學生自主學習，提高學生獨立學習的能力。在新課的授課上，課程注重師生互動，尊重以“學生為教學中心”的原則，倡導小組合作學習，透過豐富的小組活動、演示實驗、分組實驗、教學視頻串聯知識點，讓學生在愉快的學習氣氛中學習知識。安排“重點探究”，將課程比較重要的內容進行梳理、歸納，以知識點的形式重點突破，提高學生分析問題、解決問題的能力。



為了使學生更好的理解帶電粒子在勻強磁場中運動的過程，採用課件動畫模擬，從而反復觀察直到學生清楚為止，也驗證著相關的猜想和結果。整節課採用了逐步提問的方式，階梯式地上升，逼近結果，得出結論。



貳、教案設計

第一章：磁場（18 課時）

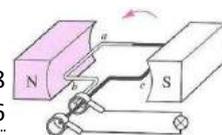
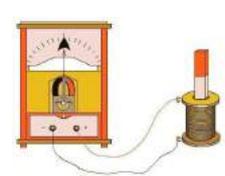
1.1 整章概述

本章的內容，特別是對磁場性質的定量描述，是以後學習電磁學的基礎。本章的內容按照這樣的線索展開。磁場的性質——磁場性質的定性和定量描述——磁場對電流和運動電荷的作用——安培力和洛倫茲力的應用。

本章的重點內容是磁感應強度、磁場對電流的作用和磁場對運動電荷的作用。磁感應強度描述了磁場的性質，它比較抽象，同時也是學習中的一個難點。掌握左手定則，熟練掌握安培力和洛倫茲力方向的判斷以及安培力和洛倫茲力的計算，這是學好後續課程的基礎。由於高中階段有關磁場的知識大都是通過分析、邏輯推理和理論推導得出的結論，抽象思維上的難度比較大；而電流（運動電荷）方向，磁感應強度方向及磁場對電流（運動電荷）作用力的方向分佈在三維空間，這就要求大家要具備較強的空間想像能力。因此，除了掌握重點知識，突破難點知識，還要在學習的過程中自覺地提高自己的抽象思維能力、邏輯推理能力和空間想像能力。

1.2 課題中與基本學力要求對應的教學內容

課題中與基本學力要求對應的教學內容	基本學力要求指標
<p style="text-align: center;">A 知識目標</p> <p>28. 列舉磁現象在生活、生產中的應用。（基本學力要求 A-6）</p> <p>29. 了解我國古代在磁現象方面的研究成果及其對人類文明的影響。關注與磁相關的現代技術發展。（基本學力要求 B-3）</p> <p>30. 知道磁場的基本特性是對處在它裡面的磁極或電流有磁場力的作用。（基本學力要求 A-4）</p> <p>31. 知道磁極和磁極之間、磁極和電流之間、電流和電流之間都是通過磁場發生相互作用的。（基本學力要求 A-4）</p> <p>32. 理解磁感應強度 B 的定義，知道 B 的單位是特</p>	



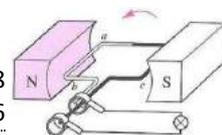
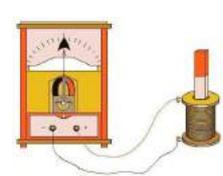
斯拉。(基本學力要求 A-4)

33. 會用磁感應強度的定義式進行有關計算。(基本學力要求 A-4)
34. 會用公式 $F=BIL$ 解答有關問題。(基本學力要求 A-4)
35. 知道什麼是磁感線。(基本學力要求 A-4)
36. 知道條形磁鐵、蹄形磁鐵、直線電流、環形電流和通電螺線管的分佈情況。(基本學力要求 A-4)
37. 會用安培定則判斷直線電流、環形電流和通電螺線管的磁場方向。(基本學力要求 A-4)
38. 知道安培分子電流假說是如何提出的。(基本學力要求 A-4)
39. 會利用安培假說解釋有關的現象。(基本學力要求 A-6)
40. 理解磁現象的電本質。(基本學力要求 A-4)
41. 知道磁通量定義，知道 $\Phi=BS$ 的適用條件，會用這一公式進行計算。(基本學力要求 A-4)
42. 知道什麼是安培力，會推導安培力公式 $F=BIL\sin\theta$ 。(基本學力要求 A-4)
43. 知道左手定則的內容，並會用它判斷安培力的方向。(基本學力要求 A-4)
44. 了解磁電式電流錶的工作原理。(基本學力要求 A-4)
45. 知道什麼是洛倫茲力。(基本學力要求 A-4)
46. 利用左手定則會判斷洛倫茲力的方向。(基本學力要求 A-4)
47. 知道洛倫茲力大小的推理過程。(基本學力要求 A-4)
48. 掌握垂直進入磁場方向的帶電粒子，受到洛倫茲力大小的計算。(基本學力要求 A-4)

A-4 初步學會利用事實、經驗或科學理論進行邏輯推理作出假設。

A-6 通過圖書館、互聯網、多媒體資源庫等不同途徑搜尋所需科學資訊，並初步學會對這些資訊進行分類與概括。

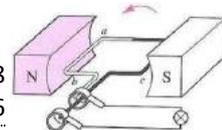
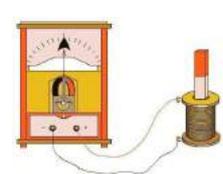
B-3 通過認識科學發展的歷史，了解科學的進化性和革命性。



49. 理解洛倫茲力對電荷不做功。(基本學力要求 A-4)
50. 了解電視機顯像管的工作原理。(基本學力要求 A-4)
51. 理解洛倫茲力對粒子不做功。(基本學力要求 A-4)
52. 理解帶電粒子的初速度方向與磁感應強度的方向垂直時，粒子在勻強磁場中做勻速圓周運動。(基本學力要求 A-4)
53. 會推導帶電粒子在勻強磁場中做勻速圓周運動的半徑、週期公式，知道它們與哪些因素有關。(基本學力要求 A-4)
54. 了解迴旋加速器的工作原理。(基本學力要求 A-4)

B 情意目標

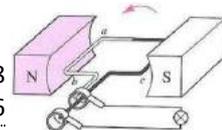
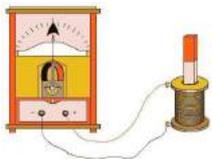
1. 在教學中滲透物質的客觀性原理。(基本學力要求 A-4)
2. 使學生學會由個別事物的個性來認識一般事物的共性的科學方法。(基本學力要求 A-6)
3. 通過討論與交流，培養對物理探索的情感。
4. 領悟物理探索的基本思路，培養科學的價值感。
5. 通過推導一般情況下安培力的公式 $F=BIL\sin\theta$ ，使學生形成認識事物規律要抓住一般性的科學方法。
6. 通過了解磁電式電流錶的工作原理，感受物理知識的相互聯繫。(基本學力要求 A-4)
7. 讓學生認真體會科學研究最基本的思維方法：“推理—假設—實驗驗證”。(基本學力要求 A-6)
8. 通過本節知識的學習，充分了解科技的巨大威



力，體會科技的創新與應用歷程。（基本學力要求 B-3）

C 技能目標

10. 利用電場和磁場的類比教學，培養學生的比較推理能力。（基本學力要求 A-4）
11. 使學生知道物理中研究問題時常用的一種科學方法——控制變數法。
12. 通過演示實驗，分析總結，獲取知識。
13. 通過模擬實驗體會磁感線的形狀，培養學生的空間想像能力。
14. 由電流和磁鐵都能產生磁場，提出安培分子電流假說，最後都歸結為磁現象的電本質。
15. 通過引入磁通量概念，使學生體會描述磁場規律的另一重要方法。（基本學力要求 A-6）
16. 通過演示實驗歸納、總結安培力的方向與電流、磁場方向的關係——左手定則。（基本學力要求 A-4）
17. 通過洛倫茲力大小的推導過程進一步培養學生的分析推理能力。（基本學力要求 A-4）
18. 通過帶電粒子在勻強磁場中的受力分析，靈活解決有關磁場的問題。（基本學力要求 A-4）



第一課題 §1.1 磁現象和磁場 (2 課時)

一、課前自主預習學案

學習目標

1. 列舉磁現象在生活、生產中的應用。了解我國古代在磁現象方面的研究成果及其對人類文明的影響。關注與磁相關的現代技術發展。
2. 知道磁場的基本特性是對處在它裡面的磁極或電流有力的作用。
3. 知道磁極和磁極之間、磁極和電流之間、電流和電流之間都是通過磁場發生相互作用的。
4. 查閱資料，了解現實生活中的磁場。

自主探究

1. 磁現象

天然磁石和人造磁鐵都叫做_____，它們能吸引_____的性質叫磁性。磁體的各部分磁性強弱不同，磁性最_____的區域叫磁極。能夠自由轉動的磁體，靜止時指_____的磁極叫做南極(S 極)，指_____的磁極叫做北極(N 極)。

2. 電流的磁效應

(1) 自然界中的磁體總存在著_____個磁極，同名磁極相互_____，異名磁極相互_____。

(2) 丹麥物理學家奧斯特的貢獻是發現了電流的_____，著名的奧斯特實驗是把導線沿南北方向放置在指南針上方，通電時_____。

3. 磁場

磁體與磁體之間、磁體與通電導體之間，以及通電導體與通電導體之間的相互作用是通過_____發生的。

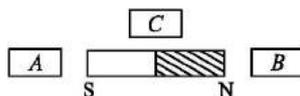
4. 磁性的地球

地磁南極在地理_____極附近，地磁北極在地理_____極附近。

合作探究

1. 磁體周圍存在磁場

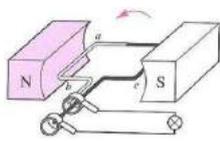
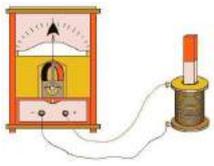
【例 1】如圖所示。放在條形磁鐵磁場中的軟鐵棒被磁化後的極性是()



- A. C 棒未被磁化 B. A 棒左端為 S 極
C. B 棒左端為 N 極 D. C 棒左端為 S 極

2. 電流周圍存在磁場——電流的磁效應

【例 2】某同學做奧斯特實驗時，把小磁鐵放在水準通電直導線的下方，

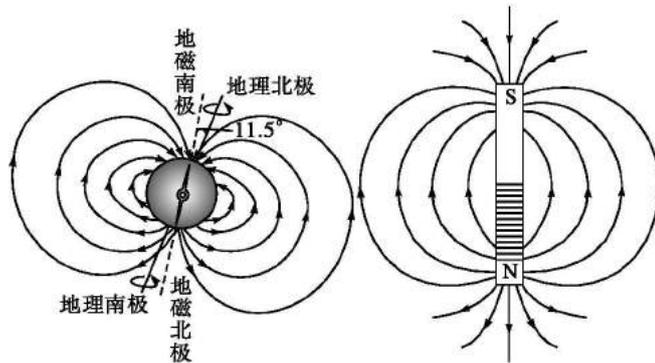


當通電後發現小磁鐵不動，稍微用手撥動一下小磁鐵，小磁鐵轉動 180° 後靜止不動，由此可知，通電直導線產生的磁場方向是()

- A. 自東向西 B. 自南向北 C. 自西向東 D. 自北向南

3.地磁場:地球本身在地面附近空間產生的磁場

(1)地球的周圍存在著磁場。地球是一個大磁體，地球的地理兩極與地磁兩極並不重合，極性和地理極性相反，如圖所示，其間有一個交角。這就是磁偏角，磁偏角的數值在地球上不同地點是不同的。



(2)宇宙中許多天體都有磁場。

【例 3】 地球是個大磁場。在地球上，指南針能指南北是因為受到的作用。人類若計畫登上火星，但火星上的磁場情況不明，如果現在登上火星，則在火星上的宇航員_____ (選填“能”或“不能”)只依靠指南針來導向。

4.磁場的基本性質:磁場對處於其中的磁體或電流有力的作用。

課堂檢測

1.奧斯特實驗說明了()

- A.磁場的存在 B.磁場具有方向性
C.通電導線周圍存在磁場 D.磁體間有相互作用

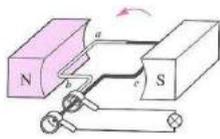
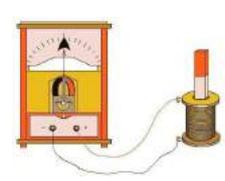
2.磁體與磁體間、磁體和電流間、電流和電流間相互作用的示意圖，以下正確的是()

- A.磁體 \longleftrightarrow 磁場 \longleftrightarrow 磁體 B.磁體 \longleftrightarrow 磁場 \longleftrightarrow 電流
C.電流 \longleftrightarrow 電場 \longleftrightarrow 電流 D.電流 \longleftrightarrow 磁場 \longleftrightarrow 電流

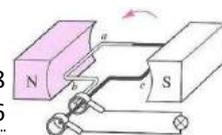
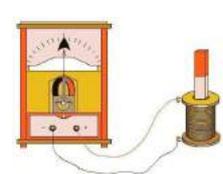
3.下列所述的情況，可以判斷鋼棒沒有磁性的是()

- A.將鋼棒的一端接近磁鐵的北極，兩者互相吸引，再將鋼棒的這端接近磁鐵的南極，兩者互相排斥
B.將鋼棒的一端接近磁鐵的北極，兩者互相吸引，再將鋼棒的另一端接近磁鐵的北極，兩者仍互相吸引
C.將鋼棒的一端接近磁鐵的北極，兩者互相吸引，再將鋼棒的另一端接近磁鐵的南極，兩者仍互相吸引
D.將鋼棒的一端接近磁鐵的北極，兩者互相排斥

4.下列說法正確的是()



- A.地球磁場的北極與地理南極不完全重合
- B.將條形磁鐵從中間斷開，一段是N極，另一段是S極
- C.改變通電螺線管中電流的方向可使其N極與S極對調
- D.磁場是客觀存在的一種物質
- 5.下列說法中正確的是()
- A.磁體上磁性最強的部分叫磁極，任何磁體都有兩個磁極
- B.磁體與磁體間的相互作用是通過磁場而發生的，而磁體與通電導體間以及通電導體與通電導體之間的相互作用不是通過磁場發生的
- C.地球的周圍存在著磁場，地球是一個大磁體，地球的地理兩極與地磁兩極並不重合，其間有一個交角，這就是磁偏角，磁偏角的數值在地球上不同地方是相同的
- D.奧斯特發現了電流的磁效應



二、新課教學：§1.1 磁現象和磁場（第一課時）

課題	§1.1 磁現象和磁場		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2017.12.04	課型	新授課		課時	1 課時

2.1 教學目標

（一）知識與技能

1、列舉磁現象在生活、生產中的應用。了解我國古代在磁現象方面的研究成果及其對人類文明的影響。關注與磁相關的現代技術發展。

2、知道磁場的基本特性是對處在它裡面的磁極或電流有磁場力的作用。

3、知道磁極和磁極之間、磁極和電流之間、電流和電流之間都是通過磁場發生相互作用的。

（二）過程與方法

利用電場和磁場的類比教學，培養學生的比較推理能力。

（三）情感、態度與價值觀

在教學中滲透物質的客觀性原理。

2.2 教學重點難點

磁場的物質性和基本特性。

2.3 教學方法

類比法、實驗法、比較法。

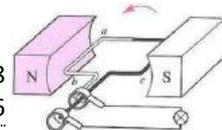
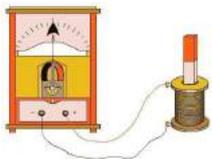
2.4 教學用具

條形磁鐵、蹄形磁鐵、小磁鐵、導線和開關、電源、鐵架臺、投影片，多媒體輔助教學設備。

2.5 教學過程

（一）引入新課

教師：我國是世界上最早發現磁現象的國家。早在戰國末年就有磁鐵的記載。我國古代的四大發明之一的指南針就是其中之一，指南針的發明為世界的航海業作出了巨大的貢獻。在現代生活中，利用磁場的儀器或工具隨處可見，如我們將要學習的電流錶、質譜儀、迴旋加速器等等。進入 21 世紀後，科技的發展突飛猛進、一日千里，作為新世紀的主人，肩負著民族振興的重任，希望



同學們勤奮學習，為攀登科學高峰打好扎實的基礎。今天，我們首先認識磁場。

(二) 進行新課

1. 磁現象

教師：引導學生閱讀教材“磁現象”兩段，明確以下幾個問題：

- (1) 天然磁石的主要成分是什麼？
- (2) 什麼是永磁體、磁性和磁極？磁體有幾個磁極，如何規定的？

學生：閱讀教材，思考問題。

教師：請同學們判斷以下說法是否正確，說明原因。

- A. 物體能夠吸引輕小物體的性質叫磁性。
- B. 磁鐵的兩端部分就是磁鐵的磁極。

學生：思考，選出代表回答問題。

分析與解答：A 錯，帶電物體也能吸引輕小物體；永磁體吸引鐵質物體的性質叫磁性。

B 錯，如果是一個球形磁體，找不到兩端，但也有 N、S 極；磁性最強的區域就是磁極。

點評：通過是非判斷，提高學生對概念的理解能力。

2. 電流的磁效應

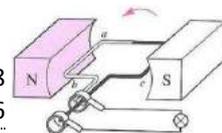
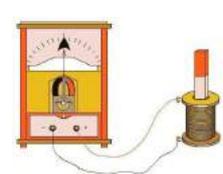
教師：電現象和磁現象之間存在著許多相似，請你舉例說明。

學生：討論，交流，發表見解：電荷存在正負、磁體存在兩極；電荷間有力的作用，且同號電荷相斥，異號電荷相吸；磁體間同樣有力的作用，且同名磁極相斥，異名磁極相吸。

教師：電現象和磁現象間的相似是偶然的嗎？如果你是一位物理學家，你會怎樣認為呢？

點評：創設問題情境，激發學生的求知欲望，引起探究的衝動。

教師：在關於電現象和磁現象的聯繫問題上存在著許多有趣的物理學史方面的故事。



教師：引導學生閱讀教材 84 頁最後兩段和 85 頁前兩段，思考問題：

(1) 人們是通過那些自然現象的發現，開始形成了相互聯繫和相互轉化的思想的？

(2) 開始時，奧斯特的實驗研究均以“失敗”告終，為什麼？你從中有何啟發？

(3) 奧斯特是如何發現電流磁效應的？以前的實驗為什麼會失敗？談談你的想法。奧斯特發現電流磁效應的實驗有何意義，竟使安培、法拉第對奧斯特有如此高的評價？

學生：閱讀教材。討論，交流，發表見解。

點評：進一步創設問題情境，激發學生的求知欲望，引起探究的衝動。教師要讓學生暢所欲言，勇於發表見解。可能有的學生的認識比較膚淺，教師要注意保護學生的積極性。

3、磁場

教師：磁體對磁體有力的作用，奧斯特的電流磁效應實驗說明電流對磁體也有力的作用。這些作用力都不需要直接接觸，就能產生。那麼，這些作用力是怎樣產生的呢？是不是不需要任何媒介物就能產生？

學生：是通過磁場產生的。

教師：你為什麼會想到是通過磁場產生的？類比前面的學習談一下自己的看法。

學生：奧斯特的電流磁效應實驗說明電和磁是相互聯繫的。電荷的周圍存在電場，電荷間通過電場產生相互作用，那麼，磁體和電流的周圍必然會存在磁場，磁體間、電流和磁體間則通過磁場產生相互作用。

教師：既然電流的周圍存在磁場，對磁體會產生力的作用，那麼磁體對電流會產生力的作用嗎？電流與電流之間有沒有力的作用？

學生：有。因為力是相互的。

演示：如圖所示，通電導線與磁體通過磁場發生相互作用。

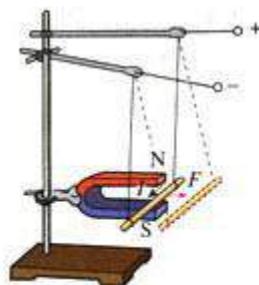
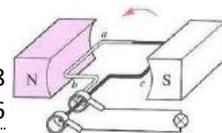
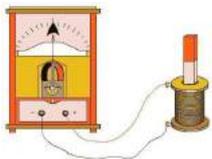


图 3.1-3 通电导线与磁体
通过磁场发生相互作用。

學生：認真觀察實驗，體會磁體對通電導線產生力的作用。

教師指出：磁場是存在於磁體或電流周圍空間的一種特殊物質。磁體和電流的周圍存在磁場，磁體間、電流和磁體間、電流和電流間的相互作用，都是通過磁場產生的。

教師：大家猜想一下，磁場的基本性質是什麼呢？與電場的基本性質是否相似？

學生：磁場的基本性質是對放入其中的磁體或電流產生力的作用。與電場的基本性質是相似的。（電場的基本性質是對放入其中的電荷產生力的作用）

點評：電荷之間存在相互作用的力，它不是電荷之間直接發生的，而是通過電場發生的（這一結論是從電荷間相互作用的現象結合“力是物體間的相互作用”推理得出的）。通過類比，可以推斷出“磁極間的相互作用也是通過磁場而發生的。”磁場也具有物質性。

教師：請大家思考，懸吊著的磁鐵為什麼會指示南北呢？

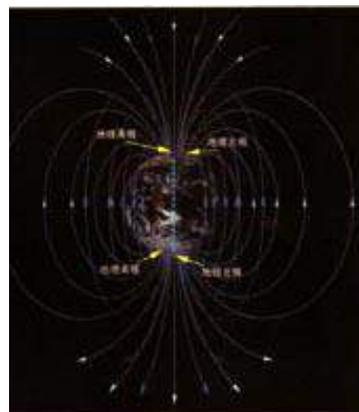
學生：說明地球的周圍有磁場，地磁場對磁鐵產生了磁場力。

4、磁性的地球

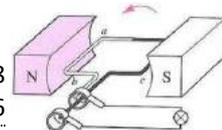
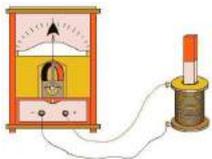
教師：地球的周圍存在磁場，地球實際上就是一個巨大的磁體，它也有兩個磁極，地磁南極和地磁北極。地磁場的南北極與地理的南北極並不重合。

（投影）圖 3.1-4。（如圖所示）

地磁場的南北極連線與地理的南北極之間有一個偏角，叫做磁偏角。磁偏角的數值在地球上不同的地點是不同的。而且，地球的磁極在緩慢地移動，磁偏角也在緩慢地變化。



3.1-4 地理两极与地磁两极不重合。



教師指出：許多天體和地球一樣，也存在着磁場。如太陽、月亮、火星等都存在磁場。但它們的磁場有不同的特點。如火星的磁場不像地球的磁場那樣是全球性的，而是局部的。因此指南針不能在火星上工作。

對天體磁場的研究具有十分重要的科學意義。

(三) 課堂總結、點評

教師活動：讓學生概括總結本節的內容。請一個同學到黑板上總結，其他同學在筆記本上總結，然後請同學評價黑板上的小結內容。

學生活動：認真總結概括本節內容，並把自己這節課的體會寫下來、比較黑板上的小結和自己的小結，看誰的更好，好在什麼地方。

點評：總結課堂內容，培養學生概括總結能力。

教師要放開，讓學生自己總結所學內容，允許內容的順序不同，從而構建他們自己的知識框架。

★課餘作業

完成 P86“問題與練習”的題目。

2.6 板書設計

1、磁現象

2、電流的磁效應

3、磁場：

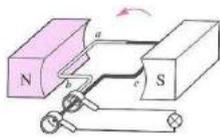
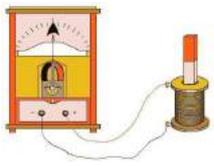
(1) 磁場是存在於磁體或電流周圍空間的一種特殊物質。

(2) 磁體和電流的周圍存在磁場，磁體間、電流和磁體間、電流和電流間的相互作用，都是通過磁場產生的。

(3) 磁場的基本性質是對放入其中的磁體或電流產生力的作用。

4、磁性的地球

地球實際上就是一個巨大的磁體，地磁場的南北極與地理的南北極並不重合。地磁場的南北極連線與地理的南北極之間有一個偏角，叫做磁偏角。



2.7 教學反思

1.本節課注重學生的是非判斷，提高學生對概念的理解能力。例如：透過引導學生閱讀教材“磁現象”兩段，明確以下幾個問題：

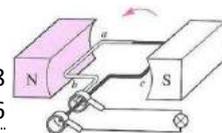
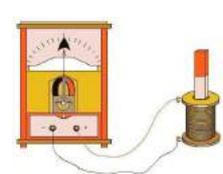
(1) 天然磁石的主要成分是什麼？

(2) 什麼是永磁體、磁性和磁極？磁體有幾個磁極，如何規定的？引發學生思考，並提出自己的看法。

2.注重創設問題情境，激發學生的求知欲望，引起探究的衝動。例如，在關於電現象和磁現象的聯繫問題上引用了許多有趣的物理學史方面的故事。激發學生的求知欲望，引起探究的衝動。

3.教師要讓學生暢所欲言，勇於發表見解。可能有的學生的認識比較膚淺，教師要注意保護學生的積極性。

4.教師要放開，讓學生自己總結所學內容，允許內容的順序不同，從而構建他們自己的知識框架。



三、重點探究：§1.1 磁現象和磁場（第二課時）

課題	§1.1 磁現象和磁場		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2017.12.05	課型	復習課		課時	1 課時

學習目標	知識脈絡
1.知道磁場的概念，認識磁場是客觀存在的物質。 2.了解磁現象及電流的磁效應。(重點) 3.利用類比的方法，通過電場的客觀存在性去理解磁場的客觀實在性。(難點) 4.通過類比的學習方法，體會磁現象的廣泛存在性、應用性。(難點)	

3.1 知識點一：磁現象和電流的磁效應

知識點 1	磁現象和電流的磁效應
--	-------------------

【基礎初探】

[先填空]

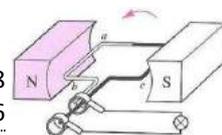
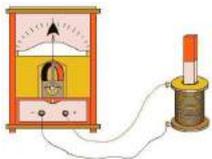
1. 磁現象

(1) **磁性**：磁體吸引鐵質物體的性質。

(2) **磁極**：磁體上磁性最強的區域。

① **北極**：自由轉動的磁體，靜止時指北的磁極，又叫 N 極。

② **南極**：自由轉動的磁體，靜止時指南的磁極，又叫 S 極。



2·電流的磁效應

(1)發現：1820年，丹麥物理學家奧斯特在一次講課中，把導線沿南北方向放置在一個帶玻璃罩的指南針上方，通電時磁鐵轉動了。

(2)實驗意義：電流磁效應的發現，首次揭示了電與磁之間的聯繫，揭開了人類對電磁現象研究的新紀元。

[再判斷]

- 1·奧斯特實驗說明了磁場可以產生電流·(×)
- 2·天然磁體與人造磁體都能吸引鐵質物體·(√)
- 3·單獨一個帶電體可以只帶正電荷(或負電荷)，同樣磁體也可以只有N極或S極·(×)

[後思考]

1·指南針指向南方的是N極還是S極？

【提示】 S極。

2·地球上任何位置都可以用指南針辨別方向嗎？

【提示】 不可以，在地磁南北兩極點的磁場方向豎直，指南針不能準確指向南方，另外，受其他人為強磁場的干擾，指南針也不會準確指向南方。

【核心突破】

[合作探討]

如圖 3-1-1 所示，導線與地面平行，在導線正下方的 A 處有一可自由轉動的小磁鐵。

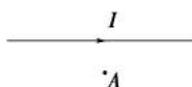


圖 3-1-1

探討 1：導線通入電流 I 時，導線正下方的小磁鐵一定轉動嗎？為什麼？

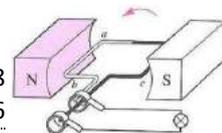
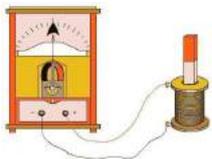
【提示】 不一定，若導線中的電流在 A 處所產生的磁場方向與地磁場方向一致，則導線通電後，小磁鐵則不發生轉動。

探討 2：若將導線沿南北方向放置，導線通電後，則發現小磁鐵發生了明顯地轉動。此實驗揭示了什麼規律？

【提示】 通電導線可以產生磁場，揭示了電與磁之間存在著聯繫。

[核心點擊]

1·實驗時，通電直導線要南北方向水準放置，磁鐵要與導線平行地放在導



線的正下方或正上方，以保證電流的磁場與地磁場方向不同而使小磁鐵發生轉動。

2. 由於地磁場使磁鐵指向南北方向，直導線通電後小磁鐵改變指向說明通電直導線周圍產生了磁場，即電流周圍產生磁場，也就是電流的磁效應。

【題組衝關】

1. 在做“奧斯特實驗”時，下列操作中現象最明顯的是()

- A. 沿電流方向放置磁鐵，使磁鐵在導線的延長線上
- B. 沿電流方向放置磁鐵，使磁鐵在導線的正下方
- C. 電流沿南北方向放置在磁鐵的正上方
- D. 電流沿東西方向放置在磁鐵的正上方

【解析】 在做“奧斯特實驗”時，為減弱地球磁場的影響，導線應南北放置在小磁鐵的正上方或正下方，這樣電流產生的磁場為東西方向，會使小磁鐵有明顯的偏轉。若導線東西放置，電流所產生的磁場為南北方向，小磁鐵有可能不發生偏轉，C 正確。

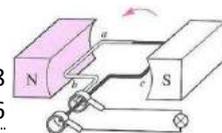
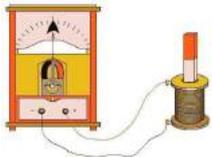
【答案】 C

2. 鐵棒 A 能吸引小磁鐵，鐵棒 B 能排斥小磁鐵，若將鐵棒 A 靠近鐵棒 B ，下述說法中正確的是()

- A. A 、 B 一定相互吸引
- B. A 、 B 一定相互排斥
- C. A 、 B 間有可能無磁場力作用
- D. A 、 B 可能相互吸引，也可能相互排斥

【解析】 小磁鐵本身有磁性，能夠吸引沒有磁性的鐵棒，故鐵棒 A 可能有磁性，也可能沒有磁性，只是在小磁鐵磁場作用下暫時被磁化的結果。鐵棒 B 能排斥小磁鐵，說明鐵棒 B 一定有磁性。若 A 無磁性，當 A 靠近 B 時，在 B 的磁場作用下也會被磁化而發生相互的吸引作用。若 A 有磁性，則 A 、 B 兩磁體都分別有北極和南極，當它們的同名磁極互相靠近時，互相排斥；當異名磁極互相靠近時，互相吸引。這說明不論 A 有無磁性，它們之間總有磁場力的作用，故只有 D 項正確。

【答案】 D



【歸納總結】

對奧斯特實驗的一點提醒

奧斯特實驗證明了電流周圍產生磁場，本來是沒有條件的，但實際實驗時必須考慮地磁場的影響，讓通電導線沿南北方向放置，磁場方向與地磁場方向儘量不一致，效果明顯。

3.2 知識點二：磁場

知識點 (2)	磁場
---------	----

【基礎初探】

[先填空]

1. 電流、磁體間的相互作用

- (1) 磁體與磁體間存在相互作用。
- (2) 通電導線對磁體有作用力，磁體對通電導線也有作用力。
- (3) 兩條通電導線之間也有作用力。

2. 磁場

(1) 定義：磁體與磁體之間，磁體與通電導線之間，以及通電導線與通電導線之間的相互作用，是通過磁場發生的，磁場是磁體或電流周圍一種看不見、摸不著的特殊物質。

(2) 基本性質：對放入其中的磁體或通電導線產生力的作用。

3. 地磁場

(1) 地磁場：地球本身是一個磁體，N 極位於地理南極附近，S 極位於地理北極附近。自由轉動的小磁鐵能顯示出地磁場的方向，這就是指南針的原理。

(2) 磁偏角：小磁鐵的指向與正南方向之間的夾角，如圖 3-1-2。

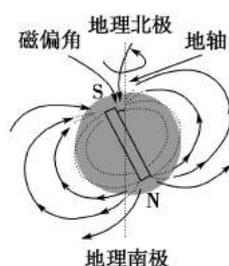
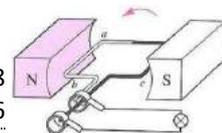
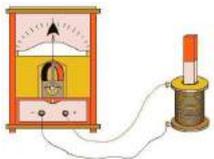


圖 3-1-2



(3)太陽、月亮、其他行星等許多天體都有磁場。

[再判斷]

1. 地磁場能使小磁鐵的兩極指向正南正北。(×)
2. 地理的南北極與地磁的南北極並不重合，地磁的北極在地理北極附近。(×)
3. 磁場的基本性質是對處在磁場中的磁極或電流有力的作用。(√)

[後思考]

指南針是我國古代四大發明之一，現在你知道指南針為什麼指南嗎？

【提示】 地磁場方向由南指向北，水準放置的小磁鐵處於地磁場中，在地磁場作用下，靜止時N極指北，S極指南。

【核心突破】

[合作探討]

如圖 3-1-3 所示是地磁南北極和地理南北極的示意圖。



圖 3-1-3

探討 1：在地球南極點上方磁場的方向有什麼特點？

【提示】 與地面垂直。

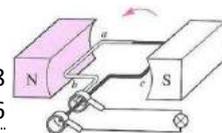
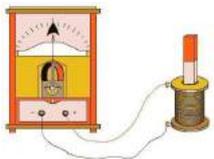
探討 2：在地球赤道上方的磁場方向有什麼特點？

【提示】 磁場方向與地面平行，與正南正北方向間有夾角。

[核心點擊]

1. 對磁場的理解

- (1)磁場的存在：磁體的周圍、電流的周圍都存在磁場。
- (2)磁場的客觀性：磁場雖然看不見、摸不著，不是由分子、原子組成的，但卻是客觀存在的。場和實物是物質存在的兩種形式。
- (3)磁場的基本性質：對放入其中的磁體或電流有力的作用。磁體與磁體之間、磁體與電流之間、電流與電流之間的相互作用都是通過磁場發生的。



(4)磁場的方向性：有方向，處在磁場中能夠自由轉動的磁鐵，靜止時 N 極的指向即小磁鐵 N 極的受力方向就是該處的磁場方向。

2. 對地磁場的理解

(1)地磁場特點：

地磁場的方向並不是正南正北方向的，即地磁兩極與地理兩極並不重合。地磁南極在地理北極附近，地磁北極在地理南極附近。地磁場方向與正南正北方向間有一夾角，叫磁偏角。

(2)地磁場問題的處理要點：

①地理南極正上方磁場方向豎直向上，地理北極正上方磁場方向豎直向下。

②在赤道正上方，地磁場方向水準向北。

③在南半球，地磁場方向指向北上方；在北半球，地磁場方向指向北下方。

(3)地磁場的作用：

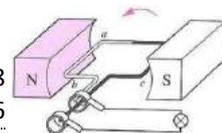
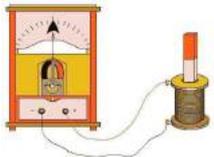
由於磁場對運動電荷有力的作用，故射向地球的高速帶電粒子，其運動方向會發生變化，不能直接到達地球。因此地磁場對地球上的生命有保護作用(第 5 節學習)。

【題組衝關】

3. 以下說法中正確的是()

- A. 磁極與磁極間的相互作用是通過磁場產生的
- B. 磁場只有在磁極與磁極、磁極與電流發生作用時才產生
- C. 磁極與電流間的相互作用是通過電場與磁場共同產生的
- D. 電荷周圍同時產生電場和磁場

【解析】 不論是磁極與磁極間、電流與電流間還是磁極與電流間，都有相互作用的磁場力，這些相互作用都是通過磁場產生的，故 A 正確，C 錯誤；磁場是磁現象中的一種特殊物質，不管磁極與磁極、磁極與電流之間有沒有發生作用，磁體周圍以及電流周圍的磁場始終是客觀存在的，故 B 錯；靜止的電



荷只能產生電場，而運動的電荷即電流既能產生電場，也能產生磁場，電場和磁場是兩種不同的物質，各自具有其本身的特點，故 D 錯。

【答案】 A

4. 地球是一個大磁體：①在地面上放置一個小磁鐵，小磁鐵的南極指向地磁場的南極；②地磁場的北極在地理南極附近；③赤道附近地磁場的方向和地面平行；④北半球地磁場方向相對地面是斜向上的；⑤地球上任何地方的地磁場方向都是和地面平行的。以上關於地磁場的描述正確的是()

A · ①②④

B · ②③④

C · ①⑤

D · ②③

【解析】 地球的磁場與條形磁鐵的磁場相似，其特點主要有：

(1)地磁場的 N 極在地理南極附近，S 極在地理北極附近。

(2)地磁場的水準分量總是從地理南極指向北極，而豎直分量則南北相反，在南半球垂直地面向上，在北半球垂直地面向下。

(3)在赤道平面上，距離地球表面相等的各點，磁場的強弱相同，且方向水準向北。故正確答案為 D。

【答案】 D

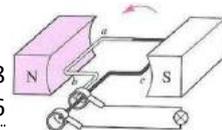
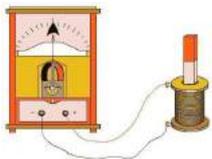
【歸納總結】

對地磁場理解的三大誤區

(1)將地理南北極與地磁場的南北極混淆，誤將地理南極(或北極)當做地磁場的南極(或北極)。

(2)誤認為地理兩極與地磁場的兩極重合。事實上，兩者並不重合，地磁場的兩極在地理兩極的附近。

(3)誤認為地球上各點的磁場方向都是和地面平行的。事實上，除赤道外，南北半球的磁場都有豎直分量。



第二課題 §1.2 磁感應強度 (3 課時)

一、課前自主預習學案

學習目標

1. 知道磁感應強度的定義。
2. 知道磁感應強度的方向、大小、定義式和單位。
3. 理解磁感應強度定義式的滿足條件。
4. 能用磁感應強度的定義式進行有關計算。

自主探究

1. 磁感應強度的方向

(1) 電場強度的方向是如何規定的？

(2) 在磁場中的任一點，小磁鐵_____受力的方向就是該點的磁場方向，亦即磁感應強度的方向。

2. 磁感應強度的大小

(1) 電場強度的大小是怎樣定義的？

電荷在某點所受_____與_____的比值，反映了電場在該點的性質，稱為電場強度。

(2) 磁感應強度的定義: _____，運算式: _____。

合作探究

一、磁感應強度的方向

規定: _____為該點磁感應強度的方向，簡稱的方向。

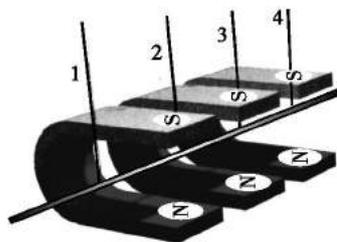
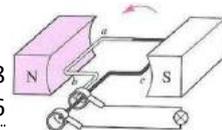
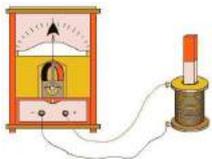
【跟蹤練習】 關於磁場方向的說法中正確的是()

- A. 小磁鐵北極受力的方向 B. 小磁鐵靜止時北極所指的方向
C. 磁場 N 極到 S 極的方向 D. 小磁鐵南極受力的方向

二、磁感應強度的大小

電流元: 在物理學中，把很短一段通電導線中的電流 I 與導線長度 L 的乘積 IL 叫做電流元。

實驗探究: 磁場對電流的作用力跟電流、導線長度的關係(控制變數法)。



在勻強磁場中探究影響通電導線受力的影響因素

(1)保持導線通電部分的長度不變，改變電流的大小.

結論:

(2)保持電流不變，改變導線通電部分的長度.

結論:

【歸納總結】實驗表明，通電導線與磁場方向垂直時，它受力的大小既與成正比，又與_____成正比，即與 I 和 L 的乘積成正比，用公式表示為 $F \propto IL$ ，引入比例係數 B ，寫成等式為_____.

(3)磁感應強度的定義:在磁場中垂直於磁場方向的通電導線，所受的跟_____的比值叫磁感應強度.公式:_____，單位:_____，物理意義:_____.磁感應強度既有大小，又有方向，是_____量.

【例 1】下列說法中錯誤的是()

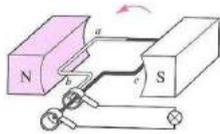
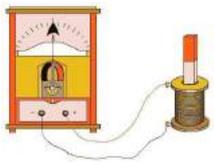
A.磁場中某處的磁感應強度大小，就是通以電流 I 、長為 L 的一小段導線放在該處時所受磁場力 F 與 I 、 L 的乘積的比值

B.一小段通電導線放在某處不受磁場力作用，則該處一定沒有磁場

C.一小段通電導線放在磁場 A 處時受磁場力比放在 B 處大，則 A 處的磁感應強度比 B 處的磁感應強度大

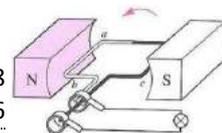
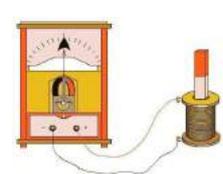
D.因為 $B = \frac{F}{IL}$ ，所以某處磁感應強度的大小與放在該處的通電小段導線 IL 的乘積成反比

【例 2】磁場中放一根與磁場方向垂直的通電導線，它的電流是 2.5 A ，導線長 1 cm ，它受到的安培力為 $5 \times 10^{-2}\text{ N}$ ，則這個位置的磁感應強度是多大?若將導線的長度和電流都減小一半，則該處的磁感應強度多大?



課堂檢測

- 關於磁感應強度 B 的說法正確的是()
 - B 的方向就是小磁鐵 N 極所指的方向
 - B 的方向與小磁鐵 S 極的受力方向相反
 - 磁場中某處的磁感應強度大小，就是通以電流 I 、長度為 L 的一小段導線放在該處時所受磁場力 F 與 $I \cdot L$ 的乘積的比值
 - B 的方向與小磁鐵靜止時 S 極所指的方向相反
- 下列關於磁感應強度大小的說法中正確的是()
 - 通電導線受磁場力大的地方磁感應強度一定大
 - 通電導線在磁感應強度大的地方受力一定大
 - 放在勻強磁場中各處的通電導線，受力大小和方向處處相同
 - 磁感應強度的大小和方向跟放在磁場中的通電導線受力的方向和大小無關
- 下列說法中正確的是()
 - 磁場中某處的磁感應強度大小，與該處是否放通電導線無關
 - 一小段通電導線放在磁感應強度處處相等的磁場中不同地方，受力相同
 - 一小段通電導線放在磁場中不同的兩個地方受磁場力大小相等，說明磁場中的這兩個地方磁感應強度大小相等
 - 因為 $B = \frac{F}{IL}$ ，所以某處磁感應強度的大小與放在該處的通電小段導線的受力 F 成正比，與 IL 的乘積成反比
- 勻強磁場中長 2 cm 的通電導線垂直磁場方向，當通過導線的電流為 2 A 時，它受到的磁場力大小為 4×10^{-3} N，問：該處的磁感應強度 B 多大？如果該導線的長度和電流都增加一倍，則該處的磁感應強度的大小是多少？若將通電導線拿走，該處的磁感應強度的大小是多少？



二、新課教學：§1.2 磁感應強度（第一課時）

課題	§1.2 磁感應強度		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2017.12.06	課型	新授課		課時	1 課時

2.1 教學目標

（一）知識與技能

- 1、理解磁感應強度 B 的定義，知道 B 的單位是特斯拉。
- 2、會用磁感應強度的定義式進行有關計算。
- 3、會用公式 $F=BIL$ 解答有關問題。

（二）過程與方法

- 1、使學生知道物理中研究問題時常用的一種科學方法——控制變數法。
- 2、通過演示實驗，分析總結，獲取知識。

（三）情感、態度與價值觀

使學生學會由個別事物的個性來認識一般事物的共性的科學方法。

2.2 教學重點難點

磁感應強度的物理意義

磁感應強度概念的建立。

2.3 教學方法

類比法、討論法、實驗分析法、講授法。

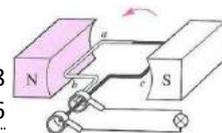
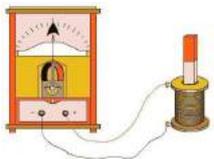
2.4 教學用具

磁鐵、電源、金屬杆、導線、鐵架臺、投影儀、投影片。

2.5 教學過程

（一）引入新課

教師：磁場不僅具有方向，而且也具有強弱，為表徵磁場的強弱和方向就要引入一個物理量。怎樣的物理量能夠起到這樣的作用呢？緊接著教師提問以下問題。



(1) 用哪個物理量來描述電場的強弱和方向？

〔學生答〕用電場強度來描述電場的強弱和方向。

2、電場強度是如何定義的？其定義式是什麼？

〔學生答〕電場強度是通過將一檢驗電荷放在電場中分析電荷所受的電場力與檢驗電荷量的比值來定義的，其定義式為 $E = \frac{F}{q}$ 。

過渡語：今天我們用相類似的方法來學習描述磁場強弱和方向的物理量——磁感應強度。

(二) 進行新課

1、磁感應強度的方向

教師：電場和磁場都是客觀存在的。電場有強弱和方向，磁場也有強弱和方向。大家想一下，電場強度的方向是如何規定的？對研究磁感應強度的方向你有何啟發？

學生：規定正電荷所受電場力的方向為該點的電場強度的方向。場強的方向是從電荷受力的角度規定的。小磁鐵放入磁場中會受到磁場力的作用，因此，磁場的方向可以從小磁鐵受力的角度規定。

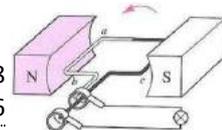
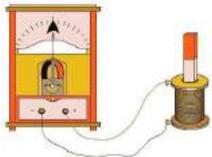
教師指出：在磁場中的任一點，小磁鐵北極受力的方向，亦即小磁鐵靜止時北極所指的方向，就是該點的磁場方向，亦即磁感應強度的方向。

教師：磁感應強度的大小能否從小磁鐵受力的情況來研究？

學生討論：不能。因為小磁鐵不會單獨存在一個磁極，小磁鐵靜止時，兩個磁極所受合力為零，因此無法從小磁鐵受力的角度確定磁場的強弱。既無法定義磁感應強度的大小。

教師：那我麼如何研究磁感應強度的大小呢？

學生：從電流在磁場中受力的角度去研究。

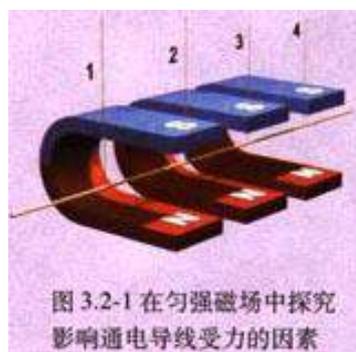


2、磁感應強度的大小

教師指出：在物理學中，把很短一段通電導線中的電流 I 與導線長度 L 的乘積 IL 叫做電流元。但要使導線中有電流，就要把它連接到電源上，所以孤立的電流元是不存在的。那我們怎樣研究磁場中某點的磁感應強度呢？

學生討論：可以在磁場的強弱和方向都相同的勻強磁場中，研究較長的一段通電導線的受力情況，從而推知一小段電流元的受力情況。

[演示實驗] 如圖所示，三塊相同的蹄形磁鐵並列放置，可以認為磁極間的磁場是均勻的，將一根直導線懸掛在磁鐵的兩極間，有電流通過時導線將擺動一個角度，通過這個角度我們可以比較磁場力的大小，分別接通“2、3”和“1、4”可以改變導線通電部分的長度，電流強度由外部電路控制。



(1) 先保持導線通電部分的長度不變，改變電流的大小。

[學生分析得出結論] 通電導線長度一定時，電流越大，導線所受磁場力就越大。

(2) 然後保持電流不變，改變導線通電部分的長度。

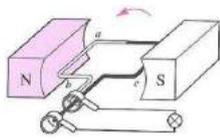
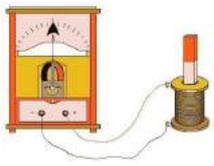
[學生分析得出結論] 電流一定時，通電導線越長，磁場力越大。

教師講解：精確的實驗表明，通電導線在磁場中受到的磁場力的大小，既與導線的長度 L 成正比，又與導線中的電流 I 成正比，即與 I 和 L 的乘積成正比，用公式表示為 $F=BIL$ ，式中 B 為比例係數。

教師問： B 有何物理意義呢？

[演示] 在不同的蹄形磁鐵的磁場中做上面的實驗。

[教師引導學生分析計算得]



(1) 在同一磁場中，不管 I 、 L 如何改變，比值 B 總是不變的。

(2) I 、 L 不變，但在不同的磁場中，比值 B 是不同的。

可見， B 是由磁場本身決定的，在電流 I 、導線長度 L 相同的情況下，電流所受的磁場力越大，比值 B 越大，表示磁場越強。

師生總結，得出磁感應強度的定義：

磁感應強度

① 定義

在磁場中垂直於磁場方向的通電導線，所受的磁場力 F 跟電流 I 和導線長度 L 的乘積 IL 的比值叫磁感應強度。

即
$$B = \frac{F}{IL}$$

說明：如果導線很短很短， B 就是導線所在處的磁感應強度。

② 物理意義：磁感應強度 B 是表示磁場強弱的物理量。

③ 單位：在國際單位制中，磁感應強度的單位是特斯拉，簡稱特，國際符號是 T。

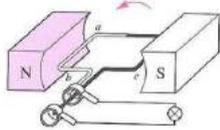
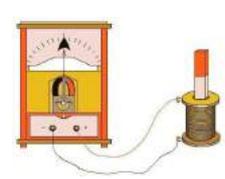
$$1 \text{ T} = 1 \frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}}$$

④ 方向：磁感應強度是向量。在磁場中的任一點，小磁鐵北極受力的方向，亦即小磁鐵靜止時北極所指的方向，就是該點的磁場方向，亦即磁感應強度的方向。

(投影) 讓學生了解特斯拉。



特斯拉 (Nikola Tesla, 1856—1943), 美国电气工程师。他一生致力于交流电的研究, 是让交流电进入实用领域的主要推动者。



(投影) 了解一些磁場的磁感應強度。

人體器官內的磁場	$10^{-13} \sim 10^{-8}$
地磁場在地面附近的平均值	5×10^{-5}
我國研製的作為 α 磁譜儀核心部件的大型永磁體中心	0.1346
電動機或變壓器鐵芯中的磁場	0.8~1.7
電視機偏轉線圈內	約0.1
實驗室使用的最強磁場	瞬時 10^3 恒定 37
中子星表面磁場	$10^8 \sim 10^9$
原子核表面	約 10^{12}

(三) 課堂總結、點評

教師活動：讓學生概括總結本節的內容。請一個同學到黑板上總結，其他同學在筆記本上總結，然後請同學評價黑板上的小結內容。

學生活動：認真總結概括本節內容，並把自己這節課的體會寫下來、比較黑板上的小結和自己的小結，看誰的更好，好在什麼地方。

點評：總結課堂內容，培養學生概括總結能力。

教師要放開，讓學生自己總結所學內容，允許內容的順序不同，從而構建他們自己的知識框架。

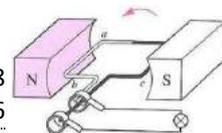
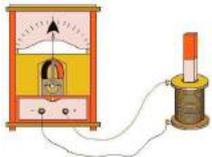
(四) 實例探究

☆對磁感應強度的理解

【例1】下列關於磁感應強度大小的說法中正確的是 ()

- A·通電導線受磁場力大的地方磁感應強度一定大
- B·通電導線在磁感應強度大的地方受力一定大
- C·放在勻強磁場中各處的通電導線，受力大小和方向處處相同
- D·磁感應強度的大小和方向跟放在磁場中的通電導線受力的方向和大小無關

解析：正確答案是D。因為磁場中某點的磁感應強度的大小和方向由磁場本身決定，與通電導線的受力及方向都無關。所以A選項錯，D選項正確。



因為通電導線在磁場中受力的 $\dot{\dot{}}$ 大小不僅與磁感應強度有關，而且與通電導線的取向有關，故 B 選項錯，對 C 選項雖然勻強磁場中磁感應強度處處相等，但當導線在各個位置的方向不同時，磁場力是不相同的（導線與磁場垂直時受磁場力最大，與磁場平行時受磁場力為零），而 C 選項中沒有說明導線在各個位置的取向是否相同，所以 C 選項錯。

答案：D

說明：（1）磁場中某點磁感應強度的大小與通電導線的受力無關，由磁場本身決定。（2）通電導線在磁場中的受力不僅與磁感應強度有關，還跟導線的位置取向有關。

【例 2】下列說法中錯誤的是（ ）

A·磁場中某處的磁感應強度大小，就是通以電流 I 、長為 L 的一小段導線放在該處時所受磁場力 F 與 I 、 L 的乘積的比值

B·一小段通電導線放在某處不受磁場力作用，則該處一定沒有磁場。

C·一小段通電導線放在磁場中 A 處時受磁場力比放在 B 處大，則 A 處磁感應強度比 B 處的磁感應強度大

D·因為 $B = F/IL$ ，所以某處磁感應強度的大小與放在該處的通電小段導線 IL 乘積成反比

答案：ABCD

【例 3】一根導線長 0.2m，通過 3A 的電流，垂直放入磁場中某處受到的磁場力是 $6 \times 10^{-2} \text{N}$ ，則該處的磁感應強度 B 的大小是_____T；如果該導線的長度和電流都減小一半，則該處的磁感應強度的大小是_____T。

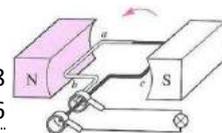
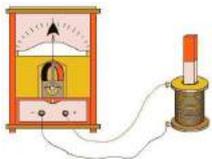
解析：由磁感應強度的定義式

$$B = \frac{F}{IL}$$

得

$$B = \frac{6 \times 10^{-2}}{0.2 \times 3} \text{T} = 0.1 \text{T}$$

當導線的長度和電流都減小一半，磁感應強度的大小不變，仍為 0.1T。



答案：0.1T；0.1T

★課餘作業

- 1、課下閱讀課本第 89 頁科學漫步《地球磁場與古地質學》
- 2、完成 P₉₀“問題與練習”第 1、2、3 題。

2.5 板書設計

1、磁感應強度的方向

在磁場中的任一點，小磁鍼北極受力的方向，亦即小磁鍼靜止時北極所指的方向，就是該點的磁場方向，亦即磁感應強度的方向

2、磁感應強度的大小

在磁場中垂直於磁場方向的通電導線，所受的磁場力 F 跟電流 I 和導線長度 L 的乘積 IL 的比值叫磁感應強度。

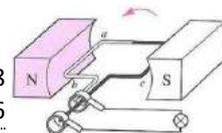
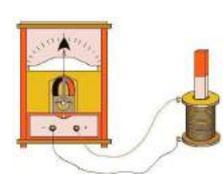
即
$$B = \frac{F}{IL}$$

2.5 教學反思

1.透過類比法，降低學習難度，讓學生較容易接受新知。例如，教師提出用哪個物理量來描述電場的強弱和方向？〔學生答〕用電場強度來描述電場的強弱和方向。用相類似的方法來學習描述磁場強弱和方向的物理量——磁感應強度。

2.透過演示實驗揭示在磁場的強弱和方向都相同的勻強磁場中，研究較長的一段通電導線的受力情況，從而推知一小段電流元的受力情況，增強學生對導線所受磁場力的理解，起到良好的效果。

3.注重合作探討，當教師提出一個問題後，都會預留一定的時間給學生討論，讓學生嘗試著解釋遇到的問題，能夠更好地理解教學內容。



三、重點探究：§1.2 磁感應強度（第二、三課時）

課題	§1.2 磁感應強度		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2017.12.07 2017.12.11	課型	復習課		課時	2 課時

學習目標	知識脈絡
1. 認識磁感應強度的概念及物理意義。 2. 理解磁感應強度的方向、大小、定義式和單位。(重點) 3. 進一步體會如何通過比值定義法定義物理量。(難點)	

3.1 知識點一：磁感應強度的方向

	磁感應強度的方向
--	-----------------

【基礎初探】

[先填空]

1. 物理意義：磁感應強度是描述磁場強弱和方向的物理量。
2. 方向：小磁鐵北極所受力的方向或小磁鐵靜止時北極的指向，簡稱磁場方向。
3. 標矢性：磁感應強度是向量。

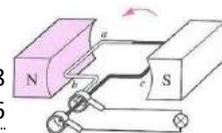
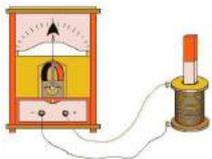
[再判斷]

1. 與電場強度相似，磁場強度是表示磁場的強弱和方向的物理量。(×)
2. 磁場的方向就是小磁鐵靜止時所受合力的方向。(×)
3. 小磁鐵的 N 極和 S 極所受磁場力的方向是相反的。(√)

[後思考]

磁場對通電導體也有力的作用，該力的方向是否為磁場方向？

【提示】 不是磁感應強度方向，二者垂直。



【核心突破】

[合作探討]

如圖 3-2-1 所示，圖甲中 A 、 B 兩點處於正點電荷 Q 所形成的電場中，圖乙中的 C 、 D 兩點處於條形磁鐵軸線上。

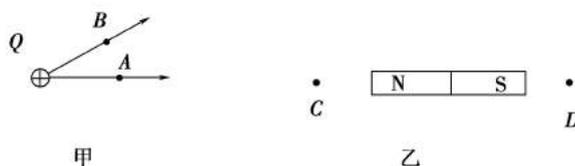


圖 3-2-1

探討 1：正檢驗電荷放在 A 處，負檢驗電荷放在 B 處所受的電場力的方向與該處電場方向的關係如何？

【提示】 相同、相反。

探討 2：在 C 處放置的小磁鐵 N 極的指向沿什麼方向？此處磁感應強度的方向沿什麼方向？

【提示】 小磁鐵 N 極指向沿軸線向左，磁感應強度的方向沿軸線向左。

探討 3：在 D 處放置的小磁鐵 S 極的指向沿什麼方向？此處磁感應強度的方向沿什麼方向？

【提示】 小磁鐵 S 極指向沿軸線向右，此處磁感應強度的方向沿軸線向左。

[核心點擊]

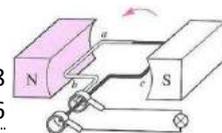
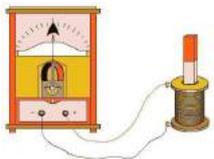
磁場的方向的幾種表述方式

小磁鐵在磁場中靜止時所受合力為零，即 N 極與 S 極所受磁場力平衡。所以磁場方向應描述為小磁鐵 N 極受力方向或靜止時 N 極所指的方向，而不能說成是小磁鐵的受力方向。磁場的方向可有以下四種表達方式：

- (1) 小磁鐵靜止時 N 極所指的方向，即 N 極受力的方向。
- (2) 小磁鐵靜止時 S 極所指的反方向，即 S 極受力的反方向。
- (3) 磁場的方向就是磁感應強度 B 的方向。
- (4) 磁感線的切線方向(下節學習)。

【題組衝關】

1. 下列關於磁感應強度的方向和電場強度的方向的說法中，不正確的是 ()



- A · 電場強度的方向與電荷所受電場力的方向相同
- B · 電場強度的方向與正電荷所受電場力的方向相同
- C · 磁感應強度的方向與小磁鐵 N 極所受磁場力的方向相同
- D · 磁感應強度的方向與小磁鐵靜止時 N 極所指的方向相同

【解析】 電場強度的方向就是正電荷受的電場力的方向，磁感應強度的方向是小磁鐵 N 極所受磁場力的方向或小磁鐵靜止時 N 極所指的方向，故只有 A 項錯誤。

【答案】 A

2 · (多選)如圖 3-2-2 所示，可自由轉動的小磁鐵上方有一根長直導線，開始時二者在紙面內平行放置。當導線中通入如圖所示電流 I 時，發現小磁鐵的 N 極向裡轉動，S 極向外轉動，停留在與紙面垂直的位置上。這一現象說明 ()

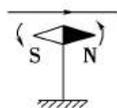


圖 3-2-2

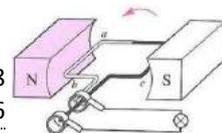
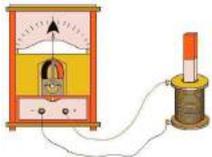
- A · 小磁鐵檢測到了電流的磁場
- B · 小磁鐵處磁場方向垂直紙面向裡
- C · 小磁鐵處磁場方向垂直紙面向外
- D · 若把小磁鐵移走，該處就沒有磁場了

【解析】 小磁鐵可以檢驗磁場的存在，當導線中通入電流時，在導線的周圍就產生了磁場。在小磁鐵位置處的磁場方向為 N 極的受力方向，即垂直紙面向裡，故 A、B 正確，C 錯誤；電流的磁場是客觀存在的特殊物質，不會隨小磁鐵的移走而消失，只要導線中有電流存在，磁場就會存在，故 D 不正確。

【答案】 AB

【歸納總結】

- 1 磁感應強度的方向是小磁鐵靜止時 N 極的指向。
- 2 磁場中不同位置的磁感應強度的方向一般不同，描述時一定要指明是哪一點的磁場方向。



3.2 知識點二：磁感應強度的大小

知識點 ②	磁感應強度的大小
-------	----------

【基礎初探】

[先填空]

1· 電流元：很短的一段通電導線中的電流 I 與導線長度 L 的乘積。

2· 影響通電導線在磁場中受力大小的因素：通電導線與磁場方向垂直時：

(1) 導線受力既與導線的長度 L 成正比，又與導線中的電流 I 成正比，即與 I 和 L 的乘積 IL 成正比。

(2) 同樣的 I 、 L ，在不同的磁場中，或在非勻強磁場的不同位置，導線受力一般不同(A.不同 B.相同)。

3· 磁感應強度的大小

(1) 大小：等於一個電流元垂直放入磁場中的某點，電流元受到的磁場力 F 與電流元 IL 的比值， $B = \frac{F}{IL}$ 。

(2) 單位：特斯拉，簡稱特，符號是 T， $1 \text{ T} = 1 \frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}}$ 。

[再判斷]

1· 磁感應強度 $B = \frac{F}{IL}$ 與電場強度 $E = \frac{F}{q}$ 都是用比值定義法定義的。(√)

2· 電流為 I ，長度為 L 的通電導線放入磁感應強度為 B 的磁場中受力的大小一定是 $F = ILB$ 。(×)

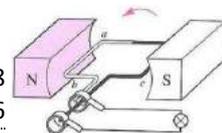
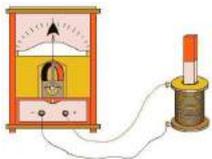
3· 磁場中某處的磁感應強度大小與有無小磁鐵無關，與有無通電導線也無關。(√)

4· 公式 $B = \frac{F}{IL}$ 適用於任何磁場。(√)

[後思考]

“一個電流元垂直放入磁場中的某點，磁感應強度與電流元受到的磁場力成正比，與電流元成反比。”這種說法是否正確，為什麼？

【提示】 這種說法不正確。磁感應強度的大小是由磁場本身決定的，不隨電流元大小及電流元所受磁場力的大小的變化而變化。



【核心突破】

[合作探討]

如圖 3-2-3 所示，三塊相同的蹄形磁鐵並列放置，可以認為磁極間的磁場是均勻的，一長直導線懸掛在磁鐵的兩極間。

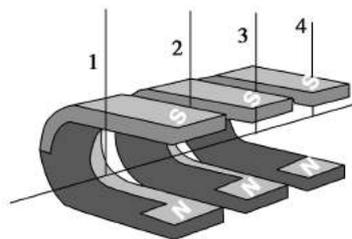


圖 3-2-3

探討 1：磁極間的磁場沿什麼方向？圖中導線放置的方向與磁場方向存在怎樣的關係？

【提示】 豎直向上、垂直。

探討 2：在研究導線所受的磁場力 F 與導線長度 L 的關係時，保持導線中通過的電流 I 不變，這是採用了什麼研究方法？

【提示】 控制變數法。

探討 3：當增大導線中的電流 I 時，發現導線向上擺動的角度增大了，這說明導線所受的磁場力隨電流大小的變化如何變化？

【提示】 隨電流的增大而增大。

[核心點擊]

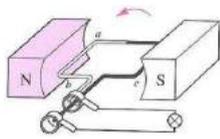
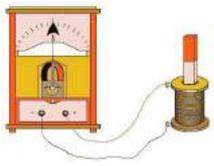
1. 對磁感應強度定義式的理解

(1) 在定義式 $B = \frac{F}{IL}$ 中，通電導線必須垂直於磁場方向放置。因為磁場中某點通電導線受力的大小，除和磁場強弱有關以外，還和導線的放置有關。導線放入磁場中的情況不同，所受磁場力也不相同。通電導線受力為零的地方，磁感應強度 B 的大小不一定為零，這可能是電流方向與 B 的方向在一條直線上的原因造成的。

(2) 磁感應強度 B 的大小只決定於磁場本身的性質，與 F 、 I 、 L 無關。

(3) 磁感應強度的定義式也適用於非勻強磁場，這時 L 應很短， IL 稱為“電流元”，相當於靜電場中的“試探電荷”。

2. 磁感應強度 B 與電場強度 E 的比較



		磁感應強度 B	電場強度 E
物理意義		描述磁場的性質	描述電場的性質
定義式	共同點	都是用比值的形式定義的	
	特點	$B = \frac{F}{IL}$ ，通電導線與 B 垂直， B 與 F 、 I 、 L 無關	$E = \frac{F}{q}$ E 與 F 、 q 無關
方向	共同點	向量	
	不同點	小磁鐵 N 極的受力方向，表示磁場方向	放入該點正電荷的受力方向，表示電場方向
場的疊加	共同點	都遵從向量合成法則	
	不同點	合磁感應強度 B 等於各磁場的 B 的向量和	合場強等於各個電場的場強 E 的向量和
單位		1 T = 1 N/(A·m)	1 V/m = 1 N/C

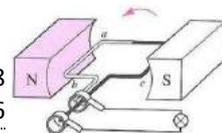
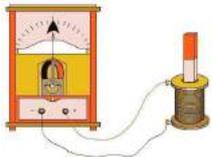
【題組衝關】

3. 比值定義法是物理學中一種常用的方法，下面運算式中不屬於比值定義法的是 ()

A · 電流 $I = \frac{U}{R}$

B · 磁感應強度 $B = \frac{F}{IL}$

C · 電場強度 $E = \frac{F}{q}$



D · 電勢 $\varphi = \frac{E_p}{q}$

【解析】 電流 I 的定義式是 $I = \frac{q}{t}$ ， $I = \frac{U}{R}$ 是歐姆定律運算式，不是電流的定義式。其他三式都是各量的定義式。故本題選 A。

【答案】 A

4 · 以下說法中正確的是()

A · 通電導線在某處所受磁場力為零，那麼該處的磁感應強度必定為零

B · 若長為 L 、電流為 I 的導線在某處受到的磁場力為 F ，則該處的磁感應強度必為 $\frac{F}{IL}$

C · 如果將一段短導線(有電流)放入某處，測得該處的磁感應強度為 B ，若撤去該導線，該處的磁感應強度為零

D · 以上說法均不正確

【解析】 如果通電導線與磁場方向平行，無論磁場多強，導線也不會受力，故 A 錯。若導線與磁場既不垂直也不平行，那麼 B 也不會等於 $\frac{F}{IL}$ ，而應比 $\frac{F}{IL}$ 大，同時如果 L 太長，測出的磁感應強度不是某點的磁感應強度，而是導線所在區域的平均磁感應強度，所以 B 錯。磁場中某點的磁感應強度的大小是由磁場本身決定的，因此 C 錯。故選 D。

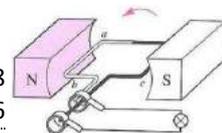
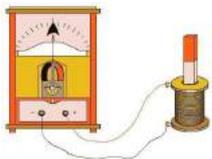
【答案】 D

【歸納總結】

關於磁感應強度問題的兩點提醒

(1) 磁感應強度取決於磁場本身，與是否放入通電導線、通電導線受力的
大小及方向無關；

(2) $B = \frac{F}{IL}$ 是指電流方向與磁場方向垂直時， $\frac{F}{IL}$ 為定值，該定值能反映磁場的
強弱，並把它定義為磁感應強度。



第三課題 §1.3 幾種常見的磁場 (2 課時)

一、課前自主預習學案

學習目標

1. 知道什麼叫磁感線.
2. 知道幾種常見的磁場(條形磁鐵、蹄形磁鐵、直線電流、環形電流、通電螺線管)及磁感線分佈的情況.
3. 會用安培定則判斷直線電流、環形電流和通電螺線管的磁場方向.
4. 知道安培分子電流假說, 並能解釋有關現象.
5. 理解勻強磁場的概念, 明確存在勻強磁場的兩種情形.
6. 理解磁通量的概念並能進行有關計算.

自主探究

1. 磁感線是一些有方向的_____，每一點的切線方向都跟該點的相同. 磁感線_____的地方磁場強，磁感線_____的地方磁場弱. 磁感線為曲線，在磁體的外部磁感線由_____極出發，回到_____極. 在磁體的內部磁感線則由_____極指向_____極. 兩條磁感線不能_____.

2. 如果磁場的某一區域裡，磁感應強度的_____、_____處處相同，這個區域的磁場叫_____. 距離很近的兩個異名磁極之間的磁場，通電螺線管內部的磁場(除邊緣部分外)都可認為是勻強磁場.

3. 安培認為磁性起源是在分子、原子等物質微粒記憶體在著一種使每個物質微粒成為微小的磁體的_____，它的兩側相當於兩個_____.

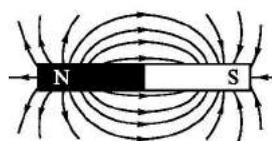
合作探究

【情景 1】

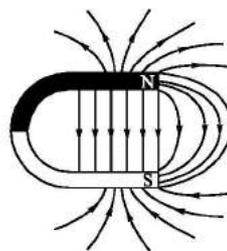
演示實驗: 觀察小磁鐵和鐵屑在磁場中的分佈

提出問題:

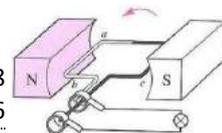
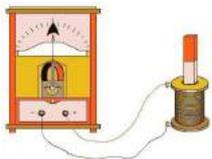
1. 我們在學習電場的時候是如何用電場線來描述電場強度的? 對於磁場也是這樣嗎?
2. 觀察磁鐵周圍的磁感線，有什麼樣的分佈特點?



条形磁鐵



蹄形磁鐵



總結:1.曲線上_____表示該點的磁場方向;_____表示大小.
2.磁感線是閉合曲線:磁鐵外部磁感線從_____出發到_____,內部是從到_____.

【情景 2】

奧斯特發現電流的磁效應後,引導出電磁學的一系列新的發現.電流的磁場是如何分佈的呢?

提出問題 1.是否能用細鐵屑反映直導線磁場的分佈?請設計實驗驗證.

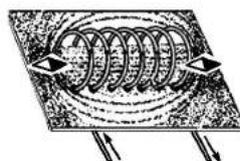
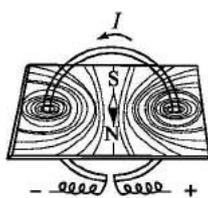
2.請通過實驗結果總結歸納直線電流周圍的磁感線的特點.

設計實驗方案:_____

實驗結果:_____

安培定則(也叫右手螺旋定則)內容:_____

【情景 3】



通電螺旋管
周圍的磁場,
與条形磁鐵
周圍的磁場
相同

提出問題 1.請畫出它們的磁感線空間走向及疏密分佈情況.

2.根據記錄的電流的方向和磁感線的方向,思考這兩者之間有沒有聯繫?能否用安培定則來描述?

安培定則的另外一種表述:_____

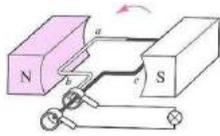
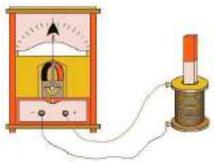
【例題】通電螺線管周圍磁場的特點:兩端分別是 N 極和 S 極,管內是勻強磁場,管外為非勻強磁場.在方框內畫出通電螺線管周圍磁場的立體圖、橫截面圖和縱截面圖.

【情景 4】

提出問題

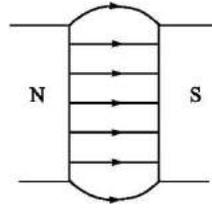
1.磁鐵和電流都能產生磁場,它們是否有聯繫?

2.如何用安培分子電流假說解釋磁化和退磁現象?



【情景 5】

圖中所示兩個異名磁極間的磁場



提出問題

1. 觀察分析，兩磁極間的磁場有何特點.

2. 在什麼情形中，存在這種電場.

總結: _____.

勻強磁場定義: _____.

產生方法: _____.

【情景 6】

光通過洞口



提出問題

1. “光通量”由光的強弱及洞的面積決定，那麼我們如何來描述磁通量呢?

2. 光線垂直入射與傍晚光線傾斜入射時通過的“光通量”不同，那麼 B 和 S 不垂直時如何描述磁通量?

總結: 1. 磁通量定義式: _____ . 單位: _____

2. 當 B 和 S 不垂直時，應該找到 _____ ，此時定義式為 _____ .

課堂檢測

1. 關於磁感線，下列說法中正確的是()

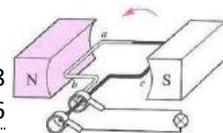
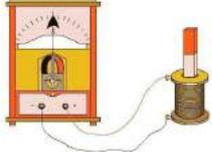
A. 兩條磁感線的空隙處一定不存在磁場

B. 磁感線總是從 N 極到 S 極

C. 磁感線上任意一點的切線方向都跟該點的磁場方向一致

D. 兩個磁場疊加的區域，磁感線可能相交

2. 關於磁感線與電場線，下列說法正確的是()

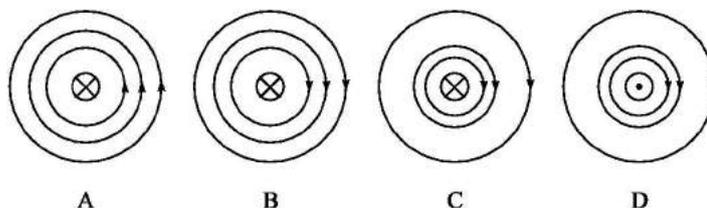


- A. 電場線起止於電荷，磁感線起止於磁極
- B. 電場線一定不閉合，磁感線一定是閉合的
- C. 磁感線是小磁鐵在磁場力作用下的運動軌跡
- D. 沿磁感線方向磁場逐漸減弱

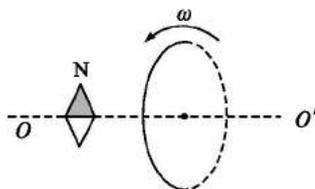
3. 關於勻強磁場，下列說法中正確的是()

- A. 在某一磁場中，只要有若干處磁感應強度相同，則這個區域裡的磁場就是勻強磁場
- B. 只要磁感線是直線，該處的磁場一定是勻強磁場
- C. 勻強磁場中的磁感線，必定是相互平行且間距相等的直線
- D. 距離很近的兩個異名磁極之間及通電螺線管內部靠近中間部分的磁場，都可視為勻強磁場

4. 下面每張圖中，最裡邊的小圓表示一根通電直導線的截面，標出了導線中電流的方向，周圍的同心圓表示通電直導線磁場的磁感線. 其中能比較正確地反映磁場情況的是()

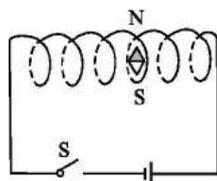


5. 如圖所示，帶正電的金屬環繞軸 OO' 以角速度 ω 勻速旋轉，在環左側軸線上的小磁鐵最後平衡的位置是()



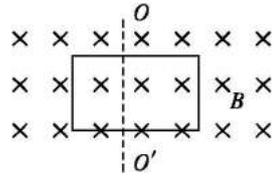
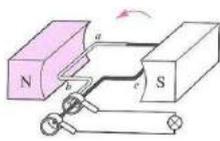
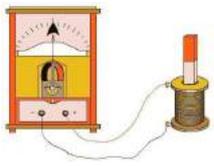
- A. N 極豎直向上
- B. N 極豎直向下
- C. N 極沿軸線向右
- D. N 極沿軸線向左

6. 在如圖所示的電路中，當開關 S 斷開時，螺線管中小磁鐵 N 極的指向如圖所示，則當開關 S 閉合後，小磁鐵靜止時，N 極的指向為()

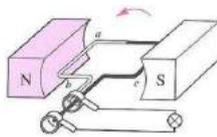
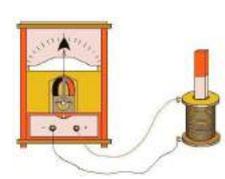


- A. 垂直紙面向裡
- B. 垂直紙面向外
- C. 水準向右
- D. 水準向左

8. 如圖所示，框架面積為 S ，框架平面與磁感應強度為 B 的勻強磁場方向垂直，則穿過平面的磁通量的情況是()



- A. 如圖位置時等於 BS
- B. 若使框架繞 OO' 轉過 60° 角，磁通量為 $\frac{1}{2}BS$
- C. 若從初始位置轉過 90° 角，磁通量為零
- D. 若從初始位置轉過 180° 角，磁通量變化為 $2BS$



二、新課教學：§1.3 幾種常見的磁場（第一課時）

課題	§1.3 幾種常見的磁場		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2017.12.12	課型	新授課		課時	1 課時

2.1 教學目標

（一）知識與技能

- 1、知道什麼是磁感線。
- 2、知道條形磁鐵、蹄形磁鐵、直線電流、環形電流和通電螺線管的分佈情況。
- 3、會用安培定則判斷直線電流、環形電流和通電螺線管的磁場方向。
- 4、知道安培分子電流假說是如何提出的。
- 5、會利用安培假說解釋有關的現象。
- 6、理解磁現象的電本質。
- 7、知道磁通量定義，知道 $\Phi=BS$ 的適用條件，會用這一公式進行計算。

（二）過程與方法

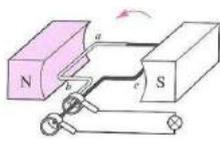
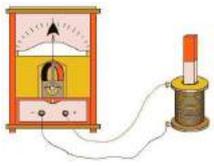
- 1、通過模擬實驗體會磁感線的形狀，培養學生的空間想像能力。
- 2、由電流和磁鐵都能產生磁場，提出安培分子電流假說，最後都歸結為磁現象的電本質。
- 3、通過引入磁通量概念，使學生體會描述磁場規律的另一重要方法。

（三）情感、態度與價值觀

- 1、通過討論與交流，培養對物理探索的情感。
- 2、領悟物理探索的基本思路，培養科學的價值感。

2.2 教學重點難點

- 會用安培定則判斷磁感線方向，理解安培分子電流假說。
- 安培定則的靈活應用即磁通量的計算。



2.3 教學方法

類比法、實驗法、比較法

2.4 教學用具

玻璃板、細鐵屑、條形磁鐵、直導線、蹄形磁鐵、環形電流、通電螺線管、小磁鐵若干、投影儀、展示臺、學生電源。

2.5 教學過程

(一) 引入新課

教師：電場可以用電場線形象地描述，磁場可以用什麼來描述呢？

學生：磁場可以用磁感線形象地描述。

教師：那麼什麼是磁感線？又有哪些特點呢？這節課我們就來學習有關磁感線的知識。

(二) 進行新課

1、磁感線

教師：什麼是磁感線呢？

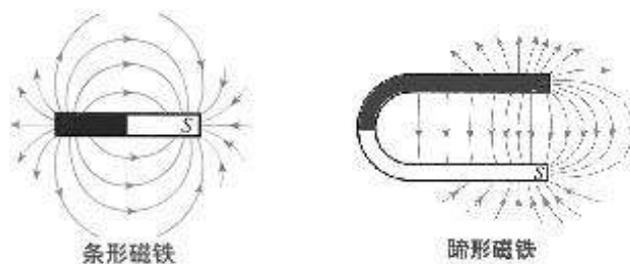
學生閱讀教材，回答：所謂磁感線是在磁場中畫一些有方向的曲線，曲線上每一点的切線方向表示該點的磁場方向。

〔演示〕在磁場中放一塊玻璃板，在玻璃板上均勻地撒一層細鐵屑，細鐵屑在磁場裡被磁化成“小磁鐵”，輕敲玻璃板使鐵屑能在磁場作用下轉動。

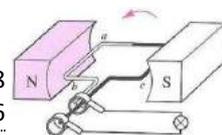
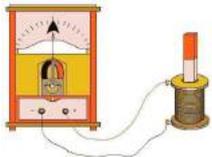
〔現象〕鐵屑靜止時有規則地排列起來，顯示出磁感線的形狀。如圖 3.3-1 所示：

〔用投影片出示條形磁鐵和蹄形磁鐵的磁感線分佈情況〕

如圖所示：



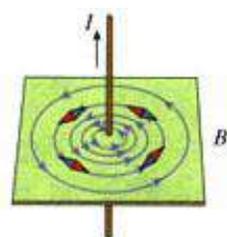
〔問題〕磁鐵周圍的磁感線方向如何？



〔學生答〕磁鐵外部的磁感線是從磁鐵的北極出來，進入磁鐵的南極。

〔教師補充〕磁感線是閉合曲線，磁鐵外部的磁感線是從北極出來，回到磁鐵的南極，內部是從南極到北極。

〔用投影片出示通電直導線周圍的磁感線分佈情況〕如圖 3.3-2 所示：



甲 磁感线的分布



乙 安培定則

图 3.3-2 直线
电流的磁场

〔問題〕通電直導線周圍的磁感線如何分佈？

〔學生答〕直線電流磁場的磁感線是一些以導線上各點為圓心的同心圓，這些同心圓都在跟導線垂直的平面上。

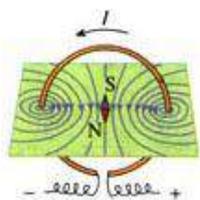
〔問題〕直線電流周圍的磁感線分佈和什麼因素有關係？

〔學生答〕直線電流周圍的磁感線方向和電流方向有關係。

〔問題〕直線電流的方向跟電的磁感線方向之間的關係如何判斷呢？

〔出示投影片〕直線電流的方向和電的磁感線方向之間的關係可用安培定則（也叫右手螺旋定則）來判定：用右手握住導線，讓伸直的大拇指所指的方向跟電流的方向一致，彎曲的四指所指的方向就是磁感線的環繞方向。

〔出示投影片〕環形電流的磁場。如圖 3.3-3 所示：



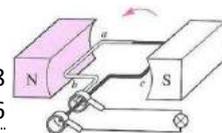
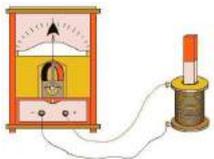
甲 磁感线的分布



乙 安培定則

图 3.3-3 环形
电流的磁场

〔教師引導學生得出〕



環形電流的方向跟中心軸線上的磁感線方向之間的關係也可以用安培定則來判定：讓右手彎曲的四指和環形電流的方向一致，伸直的大拇指所指的方向就是環形導線中心軸線上磁感線的方向。

〔出示投影片〕通電螺線管的磁場。如圖 3.3-4 所示：

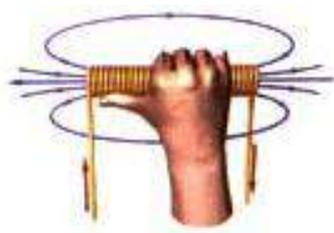


圖 3.3-4 通電螺線管的磁場

〔問題〕通電螺線管外部的磁場和什麼相似？

〔學生答〕通電螺線管外部的磁感線和條形磁鐵外部的磁感線相似，一端相當於南極，一端相當於北極。

〔問題〕通電螺線管內部的磁場如何？

〔學生答〕通電螺線管內部的磁感線和螺線管的軸線平行，方向由南極指向北極，並和外部的磁感線連接，形成一些環繞電流的閉合曲線。

〔問題〕通電螺線管的磁感線方向和什麼因素有關係？

〔學生答〕通電螺線管的磁感線方向和螺線管的電流方向有關。

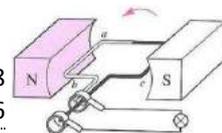
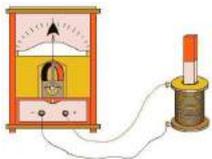
〔問題〕如何判斷通電螺線管的極性？

〔學生回憶得〕通電螺線管的電流方向和它的磁感線方向之間的關係，也可用安培定則來判定：用右手握住螺線管，讓彎曲四指所指的方向和電流的方向一致，大拇指所指的方向就是螺線管內部磁感線的方向。

〔問題〕磁感線和電場線有何區別？

〔教師引導學生分析得〕

- (1) 電場線是電場的形象描述，而磁感線是磁場的形象描述。
- (2) 電場線不是閉合曲線，而磁感線是閉合曲線。



(3) 電場線上每一點的切線方向都是跟該點的場強方向一致，磁感線上每一點的切線方向都跟該點的磁感應強度方向一致。

(4) 電場線的疏密程度表示電場強度的大小。磁感線的疏密程度表示磁感應強度的大小。

〔問題〕電流磁場和天然磁鐵相比有何特點？

〔學生答〕(1) 電流磁場的有無可由通斷電來控制。

(2) 電流磁場的極性可以由電流方向變換。

(3) 電流磁場的強弱可由電流的大小來控制。

〔問題〕電流的磁場有何用途？

〔學生答〕電流的磁場用途很廣泛，如電磁起重機、電話、電動機、發電機以及在自動控制中得到普遍應用的電磁繼電器。

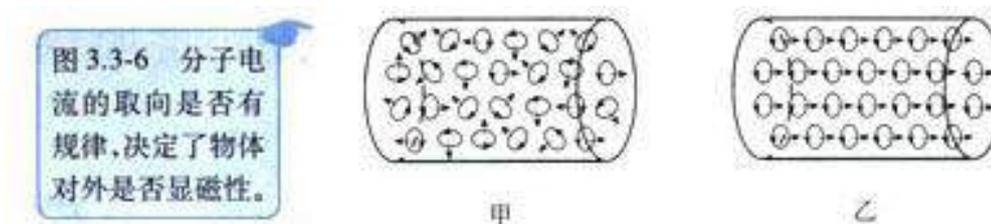
2、安培分子電流假說

教師：磁鐵和電流都能產生磁場。它們的磁場是否有什麼關係呢？我麼已經知道，通電螺線管和條形磁鐵的磁場分佈十分相似，安培由此受到啟發，提出了著名的分子電流假說。

教師：分子電流假說的內容是什麼呢？

學生回答：在原子、分子等物質微粒內部，存在著一種環形電流——分子電流，分子電流使每個物質微粒都成為微小的磁體，它的兩側相當於兩個磁極，這就是分子電流假說。

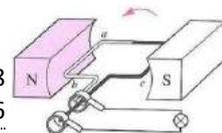
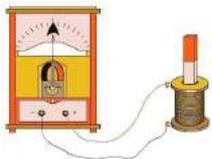
〔投影片出示課本圖 3.3-6〕以進一步理解安培分子電流假說。



教師：用安培假說可以解釋磁現象

讓學生閱讀課文，回答以下問題。

〔問題〕一根鐵棒在未被磁化時為什麼對外界不顯磁性？



〔學生答〕鐵棒未被磁化時，內部各分子電流的取向是雜亂無章的，它們的磁場互相抵消，對外界不顯磁性。

〔問題〕什麼是磁化？如何去理解磁化和磁極？

〔學生答〕使原來沒有磁性的物體獲得磁性的過程叫磁化。

在有外界磁場的作用時，某些物質內部各分子電流的取向會變得大致相同，這個過程就是磁化，這些物質被磁化後，各分子電流的磁場互相疊加，對外界顯示出較強的磁作用，在兩端形成磁極。

〔問題〕永磁體為什麼具有磁性？

〔學生答〕永磁體之所以具有磁性，是因為它內部的環形分子電流本來就排列整齊。

〔問題〕永磁體如何失去磁性？

〔學生答〕永磁體受到高溫或猛烈的敲擊會失去磁性，這是因為在激烈的熱運動或機械振動的影響下，分子電流的取向又變得雜亂無章了。

〔問題〕為什麼無論把磁棒折成多小的一段，它總有兩個磁極？

〔學生答〕每個環形分子電流的兩個側面必定同時出現，一面相當於 N 極，另一面相當於 S 極。

教師：安培分子電流假說揭示了磁現象的電本質

〔問題〕分子電流是如何形成的？

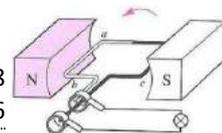
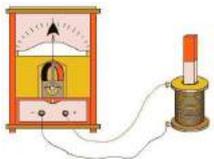
〔學生答〕分子電流是由原子內部電子的運動形成的。

教師隨後引導學生分析得出結論：磁鐵的磁場和電流的磁場一樣，都是由電荷的運動產生的。

3、勻強磁場

教師：前面我們學過勻強電場，現在大家回憶一下以下問題：

- (1) 什麼是勻強電場？
- (2) 勻強電場的產生條件是什麼？
- (3) 勻強電場的電場線有何特點？



學生答：

(1) 在電場的某一區域，如果場強的大小和方向都相同，這個區域的電場叫做勻強電場。

(2) 兩塊靠近的平行金屬板，大小相等，互相正對，分別帶有等量的正負電荷，它們之間的電場除邊緣附近外就是勻強電場。

(3) 勻強電場的電場線是距離相等的平行直線。

在同學回答完問題後，教師緊接著提問：什麼是勻強磁場？它的產生條件是什麼？勻強磁場的磁感線又有什麼特點？

〔實物投影課本圖 3.3-7、圖 3.3-8〕

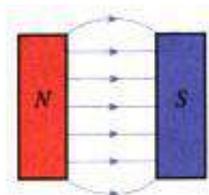


图 3.3-7 永磁铁两个平行的异名磁极间的匀强磁场。

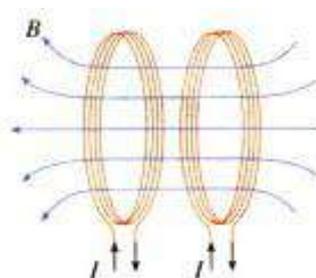


图 3.3-8 螺线管两部分中间的磁场是匀强磁场。

〔教師引導學生得出結論〕

勻強磁場

①**定義**：如果磁場的某一區域裡，磁感應強度的大小和方向處處相同，這個區域的磁場叫勻強磁場。

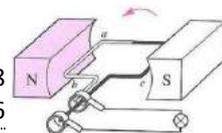
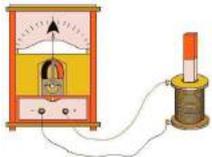
②產生方法

距離很近的兩個異名磁極之間的磁場，通電螺線管內部的磁場（除邊緣部分外）都可認為是勻強磁場。

③磁感線的特點

勻強磁場的磁感線是間距相等的平行直線。

4、磁通量



教師：研究電磁現象時，有時需要研究穿過某一面積的磁場和它的變化，為此，物理學上引入了一個新的物理量——磁通量。

閱讀教材，說出磁通量的定義、公式、單位以及物理意義。

學生閱讀教材，解決以上問題。

師生互動、總結：

(1) 定義：

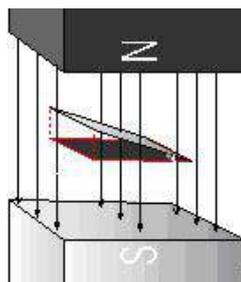
一個面積為 S 的平面垂直一個磁感應強度為 B 的勻強磁場放置，則 B 與 S 的乘積叫做穿過這個面的磁通量。

(2) 公式： $\Phi=B \cdot S$

(3) 單位：韋伯 (Wb) $1\text{Wb}=1\text{T} \cdot 1\text{m}^2=1\text{V} \cdot \text{s}$

(4) 物理意義：磁通量表示穿過這個面的磁感線條數。對於同一個平面，當它跟磁場方向垂直時，磁場越強，穿過它的磁感線條數越多，磁通量就越大。當它跟磁場方向平行時，沒有磁感線穿過它，則磁通量為零。

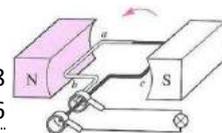
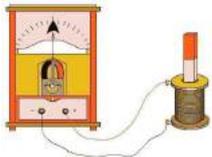
注意：當平面跟磁場方向不垂直時，穿過該平面的磁通量等於 B 與它在磁場垂直方向上的投影面積的乘積，即 $\Phi=B \cdot S \sin \theta$ ，（ θ 為平面與磁場方向之間的夾角）（如圖所示）



教師：將磁通量的定義式 $\Phi=B \cdot S$ 變形得： $B=\frac{\Phi}{S_{\perp}}$ ，這個比值反映了什麼意義？單位是什麼？

學生： B 為垂直磁場方向單位面積上的磁通量，反映磁場的強弱。又叫磁通密度。單位 Wb/m^2

(三) 課堂總結、點評



教師活動：讓學生概括總結本節的內容。請一個同學到黑板上總結，其他同學在筆記本上總結，然後請同學評價黑板上的小結內容。

學生活動：認真總結概括本節內容，並把自己這節課的體會寫下來、比較黑板上的小結和自己的小結，看誰的更好，好在什麼地方。

點評：總結課堂內容，培養學生概括總結能力。

教師要放開，讓學生自己總結所學內容，允許內容的順序不同，從而構建他們自己的知識框架。

(四) 實例探究

☆安培定則的應用

【例 1】一細長的小磁鐵，放在一螺線管的軸線上， N 極在管內， S 極在管外。若此小磁鐵可左右自由移動，則當螺線管通以圖所示電流時，小磁鐵將怎樣移動？

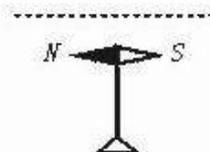
解析：正確解題思路是：當螺線管通電後，根據右手螺旋定則判定出管內、外磁感線方向如圖所示，管內外 a 、 b 兩處磁場方向向右，管內 b 處磁感線分佈較密，管處 a 處磁感線分佈較稀。

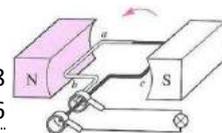
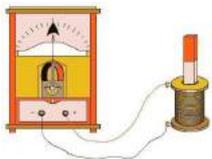
根據磁場力的性質知：小磁鐵 N 極在 b 處受力方向向右，且作用力較大；小磁鐵 S 極在 a 處受力向左，且作用力較小，因而小磁鐵所受的磁場力的合力方向向右。

點評：“同名磁極相斥、異名磁極相吸”只適合於磁體間外部相互作用的情形，適用情形存在局限性；而磁場力的性質：“磁體 N 極受力方向與所在處磁場方向相同”對於磁極間內部或外部作用總是普遍適用的。

【例 2】如圖所示，一束帶電粒子沿水準方向飛過小磁鐵的上方，並與磁鐵指向平行，能使小磁鐵的 N 極轉向讀者，那麼這束帶電粒子可能是_____

A. 向右飛行的正離子束





B.向左飛行的正離子束

C.向右飛行的負離子束

D.向左飛行的負離子束

解析：小磁鐵的 N 極指向讀者，說明小磁鐵所在處的磁場方向是指向讀者，由安培定則可確定出帶電粒子形成的電流方向向左，這向左的電流可能是向左飛行的正離子形成，也可能是向右飛行的負離子形成，故正確答案為 B、C

答案：BC

☆對安培分子電流假說的理解

【例 3】關於磁現象的電本質，下列說法中正確的是_____

A.磁與電緊密聯繫，有磁必有電，有電必有磁

B.不管是磁體的磁場還是電流的磁場都起源於電荷的運動

C.永久磁鐵的磁性不是由運動電荷產生的

D.根據安培假說可知，磁體內分子電流總是存在的，因此，任何磁體都不會失去磁性

解析：磁與電是緊密聯繫的，但“磁生電”“電生磁”都有一定的條件，運動的電荷產生磁場，但一個靜止的點電荷的周圍就沒有磁場，分子電流假說揭示了磁現象的電本質，磁鐵的磁場和電流的磁場一樣都是由運動電荷產生的，磁體內部只有當分子電流取向大體一致時，就顯示出磁性，當分子電流取向不一致時，就沒有磁性，所以本題的正確答案為 B。

答案：B

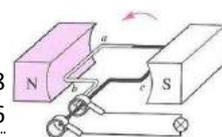
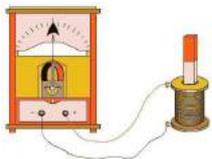
★課餘作業

1、課下閱讀課本第 94 頁科學漫步《有趣的右螺旋》

2、完成 P₉₅“問題與練習”第 1、2、3 題。書面完成第 4 題。

2.6 板書設計

1、磁感線



在磁場中畫一些有方向的曲線，曲線上每一點的切線方向表示該點的磁場方向。

磁感線是閉合曲線，磁鐵外部的磁感線是從北極出來，回到磁鐵的南極，內部是從南極到北極。

直線電流的方向和電的磁感線方向之間的關係可用安培定則（也叫右手螺旋定則）來判定：用右手握住導線，讓伸直的大拇指所指的方向跟電流的方向一致，彎曲的四指所指的方向就是磁感線的環繞方向。

環形電流的方向跟中心軸線上的磁感線方向之間的關係也可以用安培定則來判定：讓右手彎曲的四指和環形電流的方向一致，伸直的大拇指所指的方向就是環形導線中心軸線上磁感線的方向。

2、安培分子電流假說

在原子、分子等物質微粒內部，存在著一種環形電流——分子電流，分子電流使每個物質微粒都成為微小的磁體，它的兩側相當於兩個磁極，這就是分子電流假說。

3、勻強磁場

如果磁場的某一區域裡，磁感應強度的大小和方向處處相同，這個區域的磁場叫勻強磁場。

4、磁通量

(1) 定義：

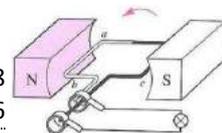
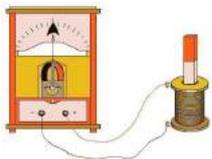
一個面積為 S 的平面垂直一個磁感應強度為 B 的勻強磁場放置，則 B 與 S 的乘積叫做穿過這個面的磁通量。

(2) 公式： $\Phi=B \cdot S$

(3) 單位：韋伯 (Wb) $1\text{Wb}=1\text{T} \cdot 1\text{m}^2=1\text{V} \cdot \text{s}$

2.7 教學反思

思維方法是解決問題的靈魂，是物理教學的根本；親自實踐參與知識的發現過程是培養學生能力的關鍵，離開了思維方法和實踐活動，物理教學就成了無源之水、無本之木。學生素質的培養就成了鏡中花，水中月。



三、重點探究：§1.3 幾種常見的磁場（第二課時）

課題	§1.3 幾種常見的磁場		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2017.12.13	課型	復習課		課時	1 課時

學習目標	知識脈絡
1.知道磁現象的電本質，了解安培分子電流假說。 2.知道磁感線的定義和特點，了解幾種常見磁場的磁感線分佈。(重點) 3.會用安培定則判斷電流的磁場方向。(難點) 4.知道勻強磁場、磁通量的概念。(重點)	

3.1 知識點一：磁感線 安培定則

	磁感線 安培定則
--	-----------------

【基礎初探】

[先填空]

1. 磁感線

(1)定義：用來形象描述磁場的強弱及方向的曲線。

(2)特點：

①磁感線的疏密表示磁場的強弱。

②磁感線上某點的切線方向表示該點磁感應強度的方向。

2. 安培定則

(1)直線電流的磁場：右手握住導線，讓伸直的拇指所指的方向與電流方向一致，彎曲的四指所指的方向就是磁感線環繞的方向，如圖 3-3-1 甲所示。

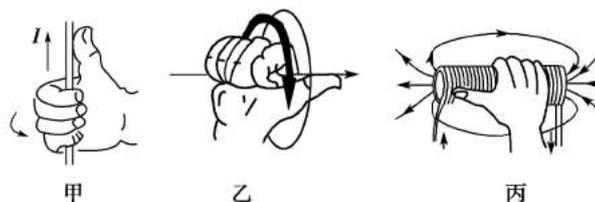
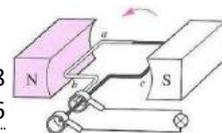
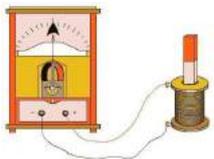


圖 3-3-1

(2)環形電流的磁場：讓右手彎曲的四指與環形電流的方向一致，伸直的拇指所指的方向就是環形導線軸線上磁感線的方向，如圖 3-3-1 乙所示。

(3)通電螺線管的磁場：右手握住螺線管，讓彎曲的四指所指的方向跟電流方向一致，拇指所指的方向就是螺線管內部磁感線的方向，或拇指指向螺線管的N極，如圖 3-3-1 丙所示。

3. 安培分子電流假說

(1)內容：安培認為，在原子、分子等物質微粒的內部，存在著一種環形電流，即分子電流。分子電流使每個物質微粒都成為小磁體，它的兩側相當於兩個磁極。

(2)意義：能夠解釋磁化以及退磁現象，解釋磁現象的電本質。

(3)磁鐵的磁場和電流的磁場一樣，都是由電荷的運動產生的。

[再判斷]

1. 通電直導線周圍磁場的磁感線是閉合的圓環。(√)
2. 磁感線可以用細鐵屑來顯示，因而是真實存在的。(×)
3. 磁感線閉合而不相交，不相切，也不中斷。(√)
4. 除永久性磁鐵外，一切磁場都是由運動電荷產生的。(×)
5. 一般的物體不顯磁性是因為物體內的分子電流取向雜亂無章。(√)

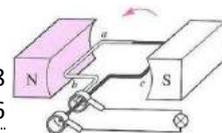
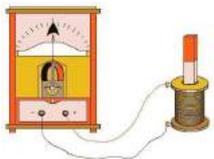
[後思考]

1. 有同學認為磁感線總是從磁體北極指南極，你認為對嗎？

【提示】 不對，在磁體外部磁感線從磁體北極指南極，而在磁體內部，磁感線是從南極指向北極。

2. 怎樣可以使磁鐵的磁性減弱或失去磁性？

【提示】 高溫或猛烈的撞擊可以使分子電流取向變得雜亂無章，從而失去磁性。



【核心突破】

[合作探究]

如圖 3-3-2 所示，螺線管內部小磁鐵靜止時 N 極指向右方。

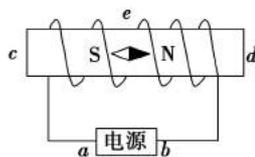


圖 3-3-2

探討 1：螺線管內部磁場沿什麼方向？螺線管 c 、 d 端，哪端為 N 極？

【提示】 由 c 指向 d 端為 N 極。

探討 2：小磁鐵放在螺線管上方 e 處，靜止時 N 極指向什麼方向？

【提示】 向左。

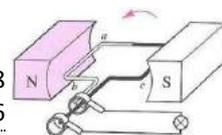
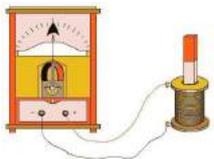
探討 3：電源的 a 、 b 端，哪端為正極？

【提示】 a 端。

[核心點擊]

1. 磁感線的特點

- (1) 為形象描述磁場而引入的假想曲線，實際並不存在。
- (2) 磁感線的疏密表示磁場的強弱，密集的地方磁場強，稀疏的地方磁場弱。
- (3) 磁感線的方向：磁體外部從 N 極指向 S 極，磁體內部從 S 極指向 N 極。
- (4) 磁感線閉合而不相交，不相切，也不中斷。
- (5) 磁感線上某點的切線方向表示該點的磁場方向。



2. 磁感線與電場線的比較

兩種線		磁感線	電場線
相似點	引入目的	形象描述場而引人的遐想線，實際不存	
	疏密	場的強弱	
	切線方向	場的方向	
	相交	不能相交(電場中無電荷空間不相交)	
不同點		閉合曲線	不閉合，起始於正電荷，終止於負電荷

3. 常見永磁體的磁場

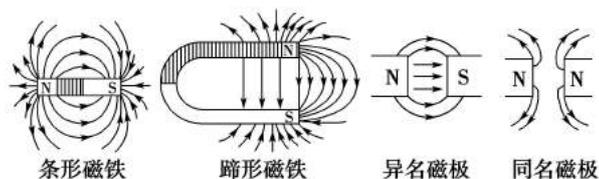
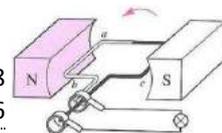
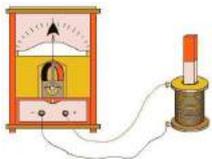


圖 3-3-3

4. 三種常見的電流的磁場

	安培定則	立體圖	橫截面圖	縱截面圖
直線電流				
	以導線上任意點為圓心垂直於導線的多組同心圓，越向外越稀疏，磁場越弱			



環 形 電 流				
	內部磁場比環外強，磁感線越向外越稀疏			
通 電 螺 線 管				
	內部為勻強磁場且比外部強，方向由 S 極指向 N 極，外部類似條形磁鐵，由 N 極指向 S 極			

5. 安培假說對有關磁現象的解釋

(1) 磁化現象：一根軟鐵棒，在未被磁化時，內部各分子電流的取向雜亂無章，它們的磁場互相抵消，對外不顯磁性；當軟鐵棒受到外界磁場的作用時，各分子電流取向變得大致相同時，兩端顯示較強的磁性作用，形成磁極，軟鐵棒就被磁化了，即磁化的實質是分子電流由無序變為有序。

(2) 磁體的消磁：磁體受到高溫或猛烈撞擊狀況時，即在激烈的熱運動或機械運動影響下，分子電流的取向又會變得雜亂無章，使得磁體磁性消失。

【題組衝關】

1. 如圖 3-3-4 所示，表示蹄形磁鐵周圍的磁感線，磁場中有 a 、 b 兩點，下列說法正確的是()

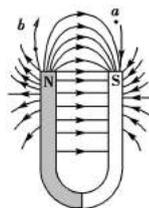
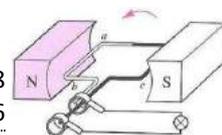
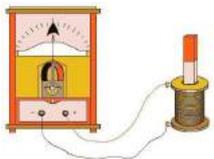


圖 3-3-4

A. a 、 b 兩處的磁感應強度的大小不等， $B_a > B_b$



B. a 、 b 兩處的磁感應強度的大小不等， $B_a < B_b$

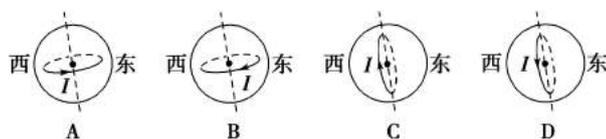
C. 蹄形磁鐵的磁感線起始於蹄形磁鐵的 N 極，終止於蹄形磁鐵的 S 極

D. a 處沒有磁感線，所以磁感應強度為零

【解析】 由題圖可知 b 處的磁感線較密， a 處的磁感線較疏，所以 $B_a < B_b$ ，故 A 錯，B 對；磁感線是閉合曲線，沒有起點和終點，故 C 錯；在沒畫磁感線的地方，並不表示沒有磁場存在，故 D 錯。

【答案】 B

2. 為了解釋地球的磁性，19 世紀安培假設：地球的磁場是由繞過地心的軸的環形電流 I 引起的。在下列四個圖中，正確表示安培假設中環形電流方向的是()



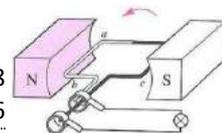
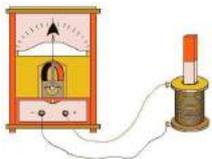
【解析】 地磁場是從地球的南極附近出來，進入地球的北極附近，除兩極外地表上空的磁場都具有向北的磁場分量，由安培定則，環形電流外部磁場方向向北、可知，B 正確。A 圖地表上空磁場方向向南，A 錯誤。C、D 在地表上空產生的磁場方向是東西方向，C，D 錯誤。故選 B。

【答案】 B

【歸納總結】

安培定則記憶口訣

“直對直，彎對彎”。即在應用安培定則時，四指始終彎曲，拇指始終伸直，當是直線電流時，拇指指向電流方向，四指指向磁場方向；當是環形電流時，四指彎曲指向電流方向，拇指指向磁場方向。



3.2 知識點二：勻強磁場和磁通量

知識點 ②	勻強磁場和磁通量
-------	----------

【基礎初探】

[先填空]

1. 勻強磁場

(1) 定義：強弱、方向處處相同的磁場。(2) 磁感線特點：疏密均勻的平行直線。

2. 磁通量

(1) 定義：勻強磁場中磁感應強度和與磁場方向垂直的平面面積 S 的乘積，
即 $\Phi = BS$ 。(2) 拓展：磁場 B 與研究的平面不垂直時，這個面在垂直於磁場 B 方向的投影面積 S' 與 B 的乘積表示磁通量。(3) 單位：國際單位制是韋伯，簡稱韋，符號是 Wb ， $1 \text{ Wb} = \underline{1} \text{ T} \cdot \text{m}^2$ 。(4) 引申： $B = \frac{\Phi}{S}$ ，表示磁感應強度等於穿過單位面積的磁通量，因此磁感應強度 B 又叫磁通密度。

[再判斷]

1. 在勻強磁場中面積越大，磁通量一定越大。(×)
2. 磁感應強度等於垂直穿過單位面積的磁通量。(√)
3. 磁通量不僅有大小而且有方向，所以是向量。(×)
4. 將一平面置於勻強磁場中的任何位置，穿過該平面的磁通量總相等。(×)

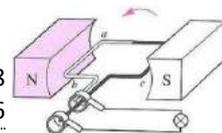
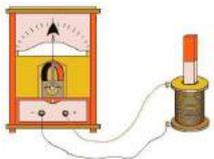
[後思考]

若通過某面積的磁通量等於零，則該處一定無磁場，你認為對嗎？

【提示】 不對。磁通量除與磁感應強度、面積有關外，還與環面和磁場夾角有關，當環面與磁場平行時，磁通量為零，但仍能存在磁場。

【核心突破】

如圖 3-3-5 所示，勻強磁場 B_0 豎直向下，且與平面 $BCFE$ 垂直，已知平面



$BCFE$ 的面積為 S .

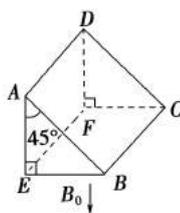


圖 3-3-5

探討 1：平面 $BCFE$ 的磁通量是多大？

【提示】 B_0S .

探討 2：平面 $ABCD$ 的磁通量是多大？

【提示】 B_0S .

探討 3：平面 $AEFD$ 的磁通量是多大？

【提示】 0.

[核心點擊]

1. 磁通量的物理意義：表示磁場中穿過某一平面的磁感線條數，且為穿過的磁感線的淨條數。

2. 磁通量的計算

(1) 勻強磁場，磁感線與平面垂直時： $\Phi = BS$.

(2) 勻強磁場，磁感線與平面不垂直時： $\Phi = BS \sin \theta$ ，公式中的 θ 是平面與磁感線的夾角， $S \sin \theta$ 是平面在垂直於磁感線方向的投影面積。

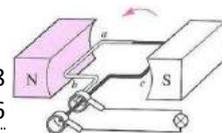
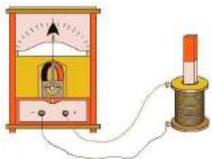
3. 磁通量的正、負值含義

(1) 磁通量是標量，但有正、負。若規定磁感線從某平面穿入時，磁通量為正值，則磁感線從該平面穿出時即為負值。

(2) 若某一平面有正反兩個方向的磁感線穿過，穿過正向的磁通量為 Φ_1 ，反向的磁通量為 Φ_2 ，則穿過該平面的磁通量 $\Phi = \Phi_1 - \Phi_2$.

4. 磁通量與磁感應強度的關係

(1) 磁感應強度的另一種定義：由 $\Phi = BS$ 得 $B = \frac{\Phi}{S}$ ，此為磁感應強度的另一定義式，表示穿過垂直於磁場方向的單位面積的磁感線條數，所以 B 又叫作磁通密度。



(2)磁感應強度的另一個單位：由 $B = \frac{\Phi}{S}$ 得磁感應強度的另一個單位是 $\frac{\text{Wb}}{\text{m}^2}$ ，

$$\text{且 } 1 \text{ T} = 1 \frac{\text{Wb}}{\text{m}^2} = 1 \frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}}.$$

【題組衝關】

3. 如圖 3-3-6 所示，在條形磁鐵中部垂直套有 A 、 B 兩個圓環，設通過線圈 A 、 B 的磁通量為 Φ_A 、 Φ_B ，則()

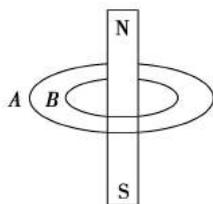


圖 3-3-6

- A · $\Phi_A = \Phi_B$
- B · $\Phi_A < \Phi_B$
- C · $\Phi_A > \Phi_B$
- D · 無法判斷

【解析】 在條形磁鐵的周圍，磁感線是從 N 極出發，經外空間磁場由 S 極進入磁鐵內部。在磁鐵內部的磁感線從 S 極指向 N 極，又因磁感線是閉合的平滑曲線，所以條形磁鐵內外磁感線條數一樣多，從下向上穿過 A 、 B 環的磁感線條數一樣多，而從上向下穿過 A 環的磁感線多於 B 環，則從下向上穿過 A 環的淨磁感線條數小於 B 環，所以通過 B 環的磁通量大於通過 A 環的磁通量。

【答案】 B

4. 如圖 3-3-7 所示，框架面積為 S ，框架平面與磁感應強度為 B 的勻強磁場方向垂直，則穿過平面的磁通量為多少？若使框架繞 OO' 軸轉過 60° 角，則穿過線框平面的磁通量為多少？若從初始位置轉過 90° 角，則穿過線框平面的磁通量為多少？

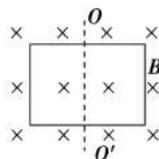
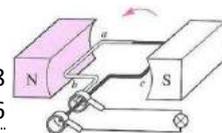
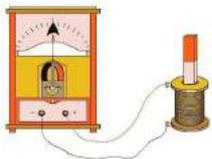


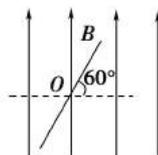
圖 3-3-7



若從初始位置轉過 180° 角，則穿過線框平面的磁通量變化為多少？

【解析】 在圖示位置時，磁感線與線框平面垂直， $\Phi = BS$ 。當框架繞 OO' 軸轉過 60° 時可

以將原圖改畫成從上面向下看的俯視圖，如圖



所示。

$$\Phi = BS_{\perp} = BS \cdot \cos 60^\circ = \frac{1}{2}BS.$$

轉過 90° 時，線框由磁感線垂直穿過變為平行， $\Phi = 0$ 。

線框轉過 180° 時，磁感線仍然垂直穿過線框，只不過穿過方向改變了。

因而 $\Phi_1 = BS$ ， $\Phi_2 = -BS$ ，

$$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = -2BS.$$

即磁通量變化了 $2BS$ 。

【答案】 BS $\frac{1}{2}BS$ 0 $2BS$

【歸納總結】

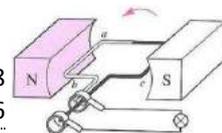
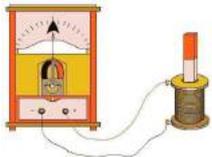
求 $\Delta\Phi$ 的三種方法

導致磁通量變化的原因不同，求解磁通量變化量的方法也有差異，常見以下三種情景：

(1) 磁感應強度 B 不變，由於有效面積 S 發生變化導致磁通量變化，這種情況的 $\Delta\Phi$ 利用 $B\Delta S$ 求解。

(2) 面積 S 不變，由於磁感應強度 B 發生變化導致磁通量變化，這種情況的 $\Delta\Phi$ 利用 ΔBS 求解。

(3) 磁感應強度 B 和有效面積 S 均發生變化，這種情況的 $\Delta\Phi = B_2S_2 - B_1S_1$ ，不能用 $\Delta B \cdot \Delta S$ 求解磁通量變化量。



第四課題 §1.4 通電導線在磁場中受到的力 (3 課時)

一、課前自主預習學案

學習目標

- 1.知道安培力的概念.
- 2.會用左手定則判定安培力的方向.
- 3.知道安培力的運算式，會計算勻強電場中安培力的大小.
- 4.知道磁電式電流錶的基本構造以及運用它測量電流大小和方向的基本原理.

自主探究

1.安培力的方向

- (1)人們把通電導線在磁場中受的力稱為_____.
- (2)通電導線在磁場中所受安培力的方向，與電流、磁感應強度的方向都_____.
- (3)左手定則:伸開左手，使拇指與其餘四個手指垂直，並且都與手掌在同一平面內.讓磁感線從_____進入，並使四指指向_____的方向，這時_____所指的方向就是通電導線的磁場中所受安培力的方向.
- (4)通過實驗可得出，平行通電直導線之間有相互作用力，同向電流_____，異向電流_____.

2.安培力的大小

- (1)垂直於磁場 B 放置的通電導線，公式_____.
- (2)當磁感應強度 B 的方向與導線方向成 θ 角時，公式 $F=$ _____.

3.磁電式電流錶

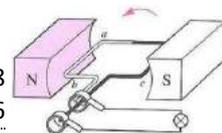
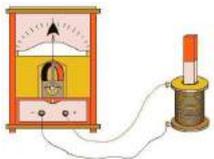
- (1)磁電式電流錶的原理是_____的關係.
- (2)磁電式儀錶的構造特點:構造磁鐵、放在磁鐵兩極之間的線圈、螺旋彈簧、指標、極靴、刻度盤.特點兩極間的極靴和極靴中間的鐵質圓柱，使極靴與圓柱間的磁場都沿_____方向，使線圈平面都與磁場方向_____，使錶盤刻度_____.
- (3)線圈偏轉的 θ 越大，被測電流就越大，據線圈偏轉的_____，可以知道被測電流的方向.

合作探究

一、安培力的方向

1.安培力的方向與哪些因素有關?

【演示 1】按照教材第 81 頁圖 3.1-3 所示進行實驗.



觀察演示實驗:

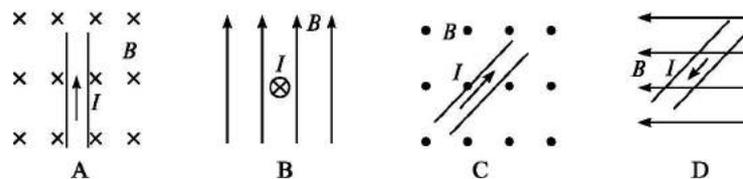
①調換磁鐵兩極的位置來改變磁場的方向.現象:_____.

②改變電流方向.現象:_____.

結論:_____.

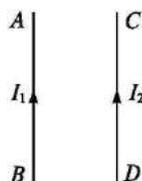
左手定則的內容:_____.

針對訓練 1.畫出圖中各磁場對通電導線的安培力的方向.

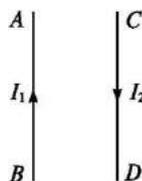


2.通電直導線間的作用力方向如何呢?

【演示 2】如教材第 92 頁圖 3.4-3.



思考 2:當 AB、CD 通反向電流時,作用力方向如何?



二、安培力的大小

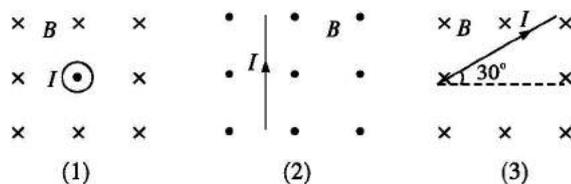
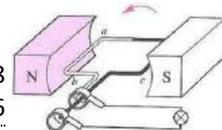
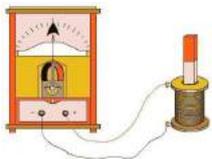
當磁感應強度 B 的方向與導線方向成夾角 θ 時,導線受的安培力多大呢?

公式: $B \perp I$ 時, $F = \underline{\hspace{2cm}}$.

$B \parallel I$ 時, $F = \underline{\hspace{2cm}}$.

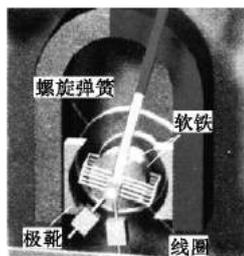
B 與 I 夾角 θ 時, $F = \underline{\hspace{2cm}}$.

針對訓練 2.將長度為 20 cm、通有 0.1 A 電流的直導線放入一勻強磁場中,電流與磁場的方向如圖所示,已知磁感應強度為 1 T.試求出下列各圖中導線所受安培力的大小和方向.



三、磁電式電流錶

(1)磁電式電流錶的工作原理是什麼？



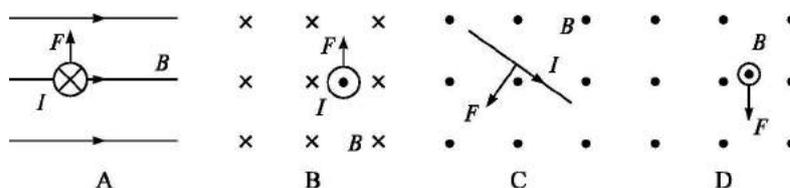
(2)電流錶主要由哪幾部分組成？

電流錶由_____、_____、鐵芯、螺旋彈簧、指標、刻度盤等六部分組成。

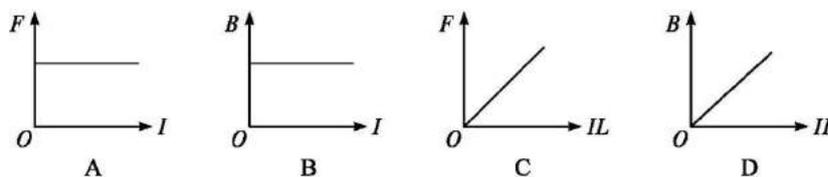
(3)電流錶中磁場的分佈有何特點呢？

課堂檢測

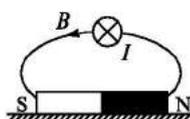
1.下列四圖中的通電導線在磁場中受力分析正確的是()

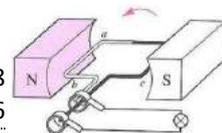
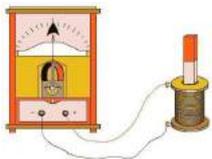


2.把一小段通電直導線垂直磁場方向放入一勻強磁場中，圖中能夠正確反映各量之間關係的是()



3.如圖所示，條形磁鐵放在水準桌面上，在其正中央的上方固定一根長直導線，導線與磁鐵垂直，給導線通以垂直紙面向裡的電流，用 F_N 表示磁鐵對桌面的壓力，用 F_f 表示桌面對磁鐵的摩擦力，導線中通電後與通電前相比較()

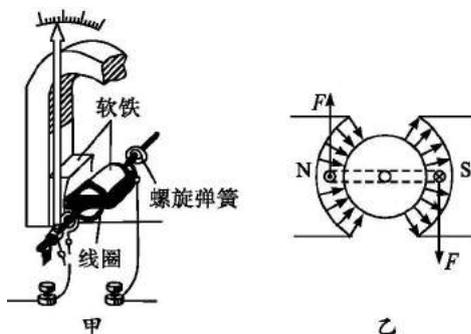




A. F_N 減小, $F_f=0$ B. F_N 減小, $F_f \neq 0$

C. F_N 增大, $F_f=0$ D. F_N 增大, $F_f \neq 0$

4. 如圖甲所示是磁電式電流錶的結構圖, 圖乙是磁極間的磁場分佈圖, 以下說法中正確的是()

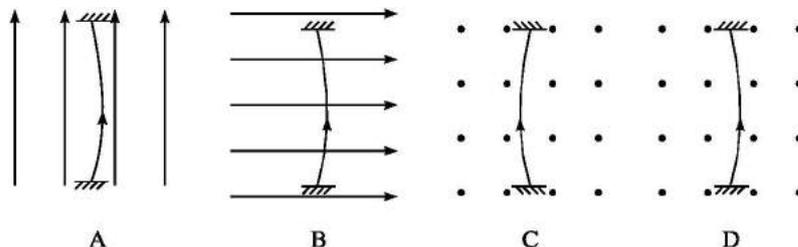


①通電線圈中的電流越大, 螺旋彈簧形變就越大 ②通電線圈中的電流越大, 電流錶指標偏轉的角度也越大 ③在線圈轉動的範圍內, 各處的磁場都是勻強磁場 ④磁電式電流錶的優點是靈敏度高可以測弱電流

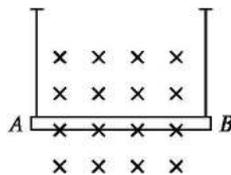
A. ①② B. ③④

C. ①②④ D. ①②③④

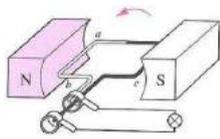
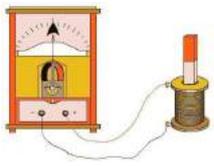
5. 一根容易形變的彈性導線, 兩端固定. 導線中通有電流, 方向如圖中箭頭所示. 當沒有磁場時, 導線呈直線狀態; 當分別加上方向豎直向上、水準向右或垂直于紙面向外的勻強磁場時, 描述導線狀態的四個圖中正確的是()



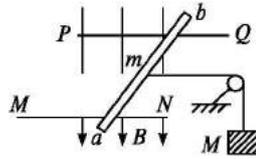
6. 如圖所示, 一根長度為 L 、質量為 m 的導線 AB , 用軟導線懸掛在方向水準的磁感應強度為 B 的勻強磁場中, 現要使懸線張力為零, 則 AB 導線通電方向怎樣? 電流大小是多少?

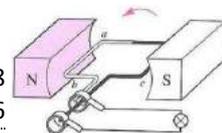
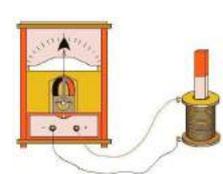


7. 如圖所示, PQ 和 MN 為水準、平行放置的金屬導軌, 相距 1 m , 導體棒 ab 跨放在導軌上, 導體棒的質量 $m=0.2\text{ kg}$, 導體棒的中點用細繩經滑輪與物體相連, 物體質量 $M=0.3\text{ kg}$, 導體棒與導軌間的動摩擦因數 $\mu=0.5$. 勻強磁場的磁



感應強度 $B=2\text{ T}$ ，方向豎直向下，為了使物體勻速上升，應在導體棒中通入多大的電流?方向如何?





二、新課教學：§1.4 通電導線在磁場中受到的力（第一課時）

課題	§1.4 通電導線在磁場中受到的力		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2017.12.14	課型	新授課		課時	1 課時

2.1 教學目標

（一）知識與技能

- 1、知道什麼是安培力，會推導安培力公式 $F=BIL\sin\theta$ 。
- 2、知道左手定則的內容，並會用它判斷安培力的方向。
- 3、了解磁電式電流錶的工作原理。

（二）過程與方法

通過演示實驗歸納、總結安培力的方向與電流、磁場方向的關係——左手定則。

（三）情感、態度與價值觀

- 1、通過推導一般情況下安培力的公式 $F=BIL\sin\theta$ ，使學生形成認識事物規律要抓住一般性的科學方法。
- 2、通過了解磁電式電流錶的工作原理，感受物理知識的相互聯繫。

2.2 教學重點難點

安培力的大小計算和方向的判定。

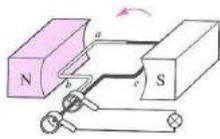
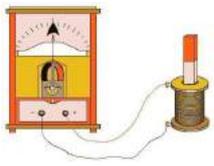
用左手定則判定安培力的方向。

2.3 教學方法

實驗觀察法、邏輯推理法、講解法。

2.4 教學用具

蹄形磁鐵多個、導線和開關、電源、鐵架臺、兩條平行通電直導線、投影片，多媒體輔助教學設備。



2.5 教學過程

（一）引入新課

教師：通過第二節的學習，我們已經初步了解磁場對通電導線的作用力。安培在這方面的研究做出了傑出的貢獻，為了紀念他，人們把通電導線在磁場中所受的作用力叫做安培力。

這節課我們對安培力作進一步的討論。

（二）進行新課

1、安培力的方向

教師：安培力的方向與什麼因素有關呢？

演示：如圖所示，連接好電路。

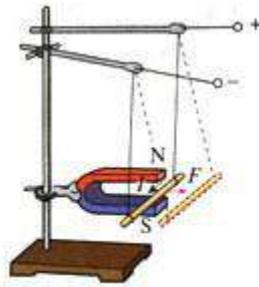


图 3.1-3 通电导线与磁体通过磁场发生相互作用。

實驗（1） 改變電流的方向，觀察發生的現象。

〔現象〕 導體向相反的方向運動。

實驗（2） 調換磁鐵兩極的位置來改變磁場方向，觀察發生的現象。

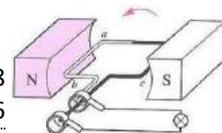
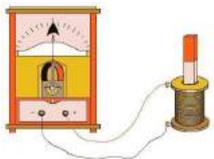
〔現象〕 導體又向相反的方向運動。

〔教師引導學生分析得出結論〕

（1）安培力的方向和磁場方向、電流方向有關係。

（2）安培力的方向既跟磁場方向垂直，又跟電流方向垂直，也就是說，安培力的方向總是垂直於磁感線和通電導線所在的平面。

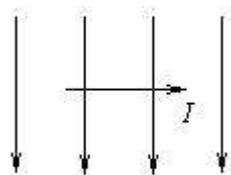
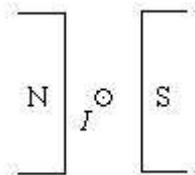
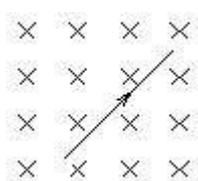
教師：如何判斷安培力的方向呢？



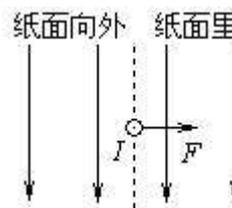
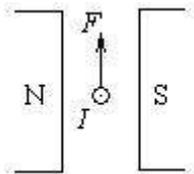
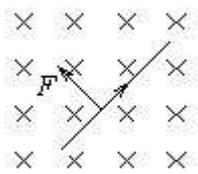
〔出示投影片〕

通電直導線所受安培力的方向和磁場方向、電流方向之間的關係，可以用左手定則來判定：伸開左手，使大拇指跟其餘四個手指垂直，並且都和手掌在一個平面內，把手放入磁場中，讓磁感線垂直穿入手心，並使伸開的四指指向電流的方向，那麼，大拇指所指的方向就是通電導線在磁場中所受安培力的方向。

例：判斷下圖中導線A所受磁場力的方向。



解答：



(垂直於紙面向裡)

教師：通電平行直導線間的作用力方向如何呢？

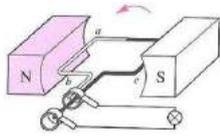
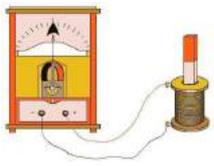
演示：如圖所示，連接好電路。



實驗(1) 電流的方向相同時，觀察發生的現象。

〔現象〕 兩平行導線相互靠近。

實驗(2) 電流的方向相反時，觀察發生的現象。



〔現象〕兩平行導線相互遠離。

教師：為什麼會這樣呢？請大家用所學知識加以分析。

如圖，兩根靠近的平行直導線通入方向相同的電流時，它們相互間的作用力的方向如何？



解析：兩根導線的電流間的相互作用力是通過電流產生的磁場而作用的，要分析 AB 受力，必須先畫出 CD 產生的磁場方向（如圖），由左手定則可判知 AB 受到的磁場力指向 CD ；用同樣方法先畫出 AB 產生的磁場方向，可判知 CD 受到的磁場力指向 AB ，因而兩同向電流是互相吸引。

請大家不妨根據上述分析方法，確定一下當 AB 和 CD 兩根導線中通過反向電流時，它們間相互作用力的方向如何？

說明：分析通電導線在磁場中的受力時，要先確定導線所在處的磁場方向，然後根據左手定則確定通電導線的受力方向。

2、安培力的大小

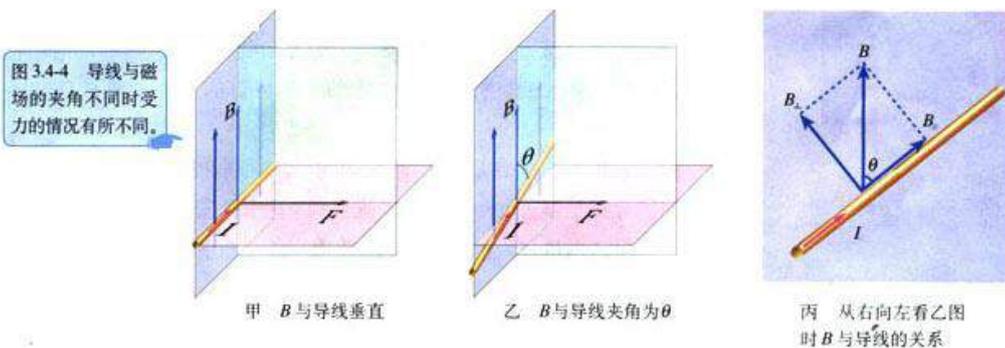
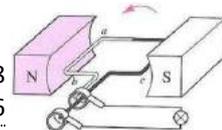
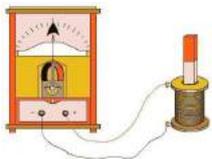
教師：通過第二節課的學習，我們已經知道，垂直於磁場 B 放置的通電導線 L ，所通電流為 I 時，它在磁場中受到的安培力

$$F=BIL$$

教師：當磁感應強度 B 的方向與導線平行時，導線受力為零。

〔問題〕當磁感應強度 B 的方向與導線方向成夾角 θ 時，導線受的安培力多大呢？

教師投影圖 3.4-4，引導學生推導：



將磁感應強度 B 分解為與導線垂直的分量 B_{\perp} 和與導線平行的分量 B_{\parallel} ，則，

$$B_{\perp} = B \sin \theta$$

$$B_{\parallel} = B \cos \theta$$

因 B_{\parallel} 不產生安培力，導線所受安培力是 B_{\perp} 產生的，故

$$F = ILB \sin \theta$$

此即為一般情況下的安培力公式。

3、磁電式電流錶

教師：中學實驗室裡使用的電流錶是磁電式電流錶，下麵我們來學習磁電式電流錶的工作原理。

請同學們閱讀課文，然後回答，電流錶主要由哪幾部分組成的？

投影圖 3.4-5。

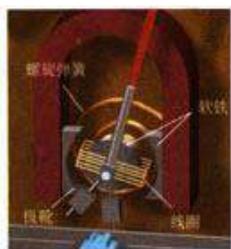
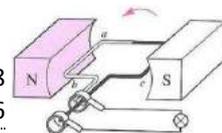
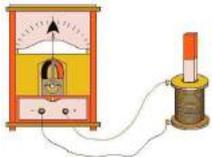


图 3.4-5 磁电式电表的结构

〔學生答〕 電流錶由永久磁鐵、鐵芯、線圈、螺旋彈簧、指針、刻度盤等六部分組成。

請同學們閱讀課文，然後回答，為什麼電流錶可測出電流的強弱和方向？

〔學生答〕 磁場對電流的作用力和電流成正比，因而線圈中的電流越大，安培力越大，線圈和指針偏轉的角度就越大，因此，根據指針偏轉角度的大



小，可以知道被測電流的強弱。當線圈中的電流方向改變時，安培力的方向隨著改變，指針的偏轉方向也隨著改變，所以，根據指針的偏轉方向，可以知道被測電流的方向。

〔問題〕電流錶中磁場分佈有何特點呢？為何要如此分佈？

〔教師講解〕電流錶中磁鐵與鐵芯之間是均勻輻向分佈的。如圖。

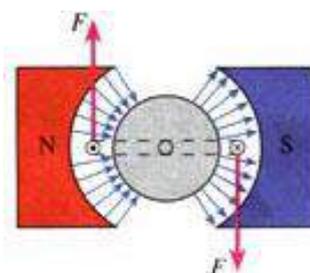


图3.4-7 极靴和铁质圆柱使磁场沿半径方向。

〔教師進一步講解〕所謂均勻輻向分佈，就是說所有磁感線的延長線都通過鐵芯的中心，不管線圈處於什麼位置，線圈平面與磁感線之間的夾角都是零度。該磁場並非勻強磁場，但在以鐵芯為中心的圓圈上，各點的磁感應強度 B 的大小是相等的。這樣的磁場，可使線圈轉動時，它的兩個邊所經過的位置磁場強弱都相同，從而使錶盤的刻度均勻。

請同學們閱讀課文，磁電式儀錶的優缺點是什麼？

〔學生答〕磁電式儀錶的優點是靈敏度高，可以測出很弱的電流；缺點是繞制線圈的導線很細，允許通過的電流很弱（幾十微安到幾毫安培）。如果通過的電流超過允許值，很容易把它燒壞。

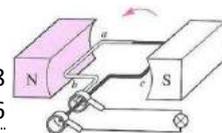
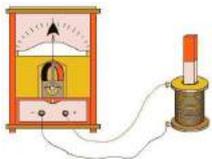
（三）課堂總結、點評

教師活動：讓學生概括總結本節的內容。請一個同學到黑板上總結，其他同學在筆記本上總結，然後請同學評價黑板上的小結內容。

學生活動：認真總結概括本節內容，並把自己這節課的體會寫下來、比較黑板上的小結和自己的小結，看誰的更好，好在什麼地方。

點評：總結課堂內容，培養學生概括總結能力。

教師要放開，讓學生自己總結所學內容，允許內容的順序不同，從而構建他們自己的知識框架。

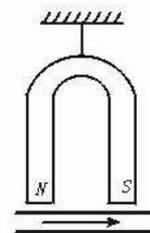


(四) 實例探究

☆安培力的方向

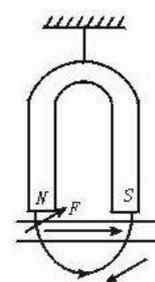
【例 1】如圖所示，蹄形磁體用懸線懸於 O 點，在磁鐵的正下方有一水準放置的長直導線，當導線中通以由左向右的電流時，蹄形磁鐵的運動情況將是 _____。

- A · 靜止不動
- B · 向紙外平動
- C · N 極向紙外， S 極向紙內轉動
- D · N 極向紙內， S 極向紙外轉動



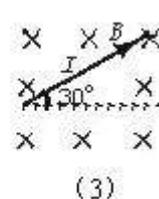
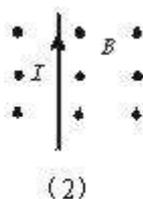
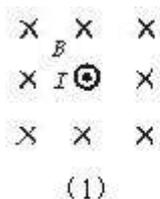
解析：要判斷磁體的轉動情況，就要知道通電導線對蹄形磁鐵的作用力，而要判斷磁體的作用力較為困難，我們可以假設磁鐵不動，來考慮導線的受力的情況，然後根據牛頓第三定律判斷磁鐵的受力情況。

首先畫出導線所在位置的磁感線分佈情況如圖所示，導線左邊與右邊的磁場方向不同，故把導線分為左右兩部分。由左手定則可知左邊的導線受到向內的作用力，右邊的導線受到向左的作用力，所以導線左邊向內轉動，右邊向外轉動，現在導線固定，蹄形磁鐵可以自由轉動，磁鐵的轉動方向與導線的轉動方向相反，所以蹄形磁鐵的 N 極向外轉動， S 極向內轉動，本題選 C。

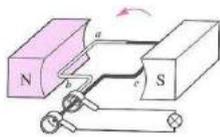
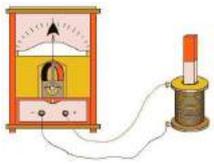


☆安培力的大小

【例 2】將長度為 20cm、通有 0.1A 電流的直導線放入一勻強磁場中，電流與磁場的方向如圖所示，已知磁感應強度為 1T。試求出下列各圖中導線所受安培力的大小和方向。



解析：由左手定則和安培力的計算公式得：(1) 因導線與磁感線平行，所以安培力為零；(2) 由左手定則知：安培力方向垂直導線水準向右，大小



$F=BIL=1 \times 0.1 \times 0.2\text{N}=0.02\text{N}$ ；(3) 安培力的方向在紙面內垂直導線斜向上，大小 $F=BIL=0.02\text{N}$ 。

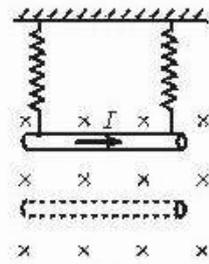
答案：(1) 0；導線與磁感線平行 (2) 0.02 N；安培力方向垂直導線水準向右

(3) 0.02 N；安培力的方向在紙面內垂直導線斜向上

說明：求安培力的大小時，要注意公式 $F=BIL$ 中 B 與 I 要垂直；用左手定則判定安培力的方向時，要注意安培力既與導線垂直又與磁感線垂直，但 B 與 I 可以成任意夾角。

【例 3】如圖所示，一根長為 L 的細鋁棒用兩個倔强係數為 k 的彈簧水準地懸吊在勻強磁場中，磁場方向垂直於紙面向裡，當棒中通以向右的電流 I 時，彈簧縮短 Δy ；若通以向左的電流，也是大小等於 I 時，彈簧伸長 Δy ，則磁感應強度 B 為_____

- A. $k\Delta y/IL$
- B. $2k\Delta y/IL$
- C. $kIL/\Delta y$
- D. $2IL/k\Delta y$



解析：設不通電時，彈簧長為 x ，則通向右的電流時，有

$$k(x-\Delta y)=mg-BIL$$

通向左的電流時，有

$$k(x+\Delta y)=mg+BIL$$

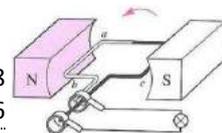
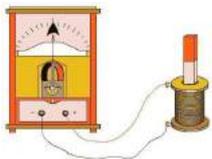
解得 $B=k\Delta y/IL$

答案：A

★課餘作業

1、課下閱讀課本第 98 頁，做一做《用小磁鐵估測磁感應強度》或《旋轉的液體》小實驗。

2、完成 P99“問題與練習”第 1、2、4 題。書面完成第 3 題。



2.6 板書設計

1、安培力的方向

左手定則來判定：伸開左手，使大拇指跟其餘四個手指垂直，並且都和手掌在一個平面內，把手放入磁場中，讓磁感線垂直穿入手心，並使伸開的四指指向電流的方向，那麼，大拇指所指的方向就是通電導線在磁場中所受安培力的方向。

2、安培力的大小

垂直於磁場 B 放置的通電導線 L ，所通電流為 I 時，它在磁場中受到的安培力

$$F=BIL$$

3、磁電式電流錶

磁場對電流的作用力和電流成正比，因而線圈中的電流越大，安培力越大，線圈和指針偏轉的角度就越大，因此，根據指針偏轉角度的大小，可以知道被測電流的強弱。

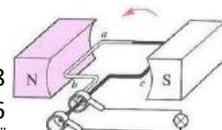
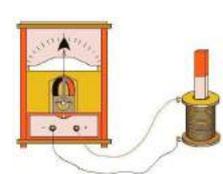
2.7 教學反思

1、知識層次方面：本節內容含量稍多，需把握演示實驗的時間，完成本節至少要用一課時，要求全體學生參與思考討論，學習體會安培力方向的判斷方法。左手定則是比較抽象的內容，學生不易理解，設計時採用演示實驗的方法，用事實說話，易於幫助學生理解。

2、學生方面：個人認為學生對實驗的能力欠缺，加強引導是關鍵。設計應把重點放在學生物理思維的養成上。為了提升學生分析思考物理問題的能力，設計中採用了演示實驗和大螢幕相配合，把每步演示實驗的結果及時記錄下來，便於實驗後進行思考討論，得出實驗結論。

3、教師方面：注意語言的組織，加強教師對知識的引導作用。並做好示範作用，了解學生的知識層次。儘量照顧全體。

4、不足：在學習左手定則時，應讓學生參與到實驗中，把實和定則理論再次結合，活用定則，既驗證定則的正確性，又應用了定則。兩全其美。



三、重點探究：§1.4 通電導線在磁場中受到的力（第二、三課時）

課題	§1.4 通電導線在磁場中受到的力		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2017.12.18 2017.12.19	課型	復習課		課時	2 課時

學習目標	知識脈絡
1.知道安培力的方向與電流、磁感應強度的方向都垂直，會用左手定則判斷安培力的方向。(重點) 2.會推導勻強磁場中安培力的運算式，會計算勻強磁場中安培力的大小。(重點、難點) 3.知道磁電式電流錶的基本構造以及運用它測量電流大小和方向的基本原理。(難點)	

3.1 知識點一：安培力的方向

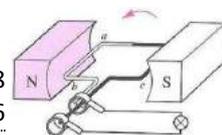
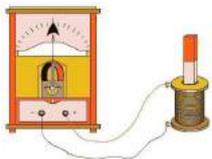
	安培力的方向
--	--------

【基礎初探】

[先填空]

- 安培力：通電導體在磁場中受的力。
- 左手定則：伸開左手，使拇指與其餘四個手指垂直，並且都與手掌在同一個平面內；讓磁感線從掌心進入，並使四指指向電流的方向，這時拇指所指的方向就是通電導線在磁場中所受安培力的方向。
- 安培力方向、磁場方向、電流方向的關係。
 $F \perp B$ 、 $F \perp I$ ，即 F 垂直於 B 和 I 所決定的平面。

[再判斷]



1. 安培力的方向與磁感應強度的方向相同·(×)
2. 安培力的方向與磁感應強度的方向垂直·(√)
3. 應用左手定則時，四指指向電流方向，拇指指向安培力方向·(√)

[後思考]

試分析兩通電平行直導線間安培力的方向·

【提示】 根據左手定則可判斷，當電流方向相同時，吸引；當電流方向相反時，排斥·

【核心突破】

如圖 3-4-1 所示，用一蹄形磁鐵慢慢地接近發光的白熾燈泡，可以看到燈絲顫抖起來·

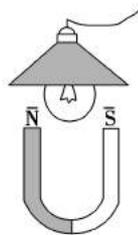


圖 3-4-1

探討 1：安培力的方向與哪些因素有關？

【提示】 安培力的方向與磁場的方向、電流的方向有關·

探討 2：試分析燈絲“顫抖”的原因·

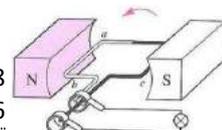
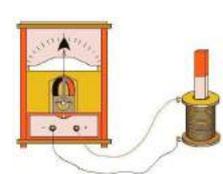
【提示】 燈絲中通的是交流電，電流的方向週期性變化，燈絲所受安培力的方向也週期性變化，因此燈絲出現“顫抖”現象·

[核心點擊]

1. 安培力 F 、磁感應強度 B 、電流 I 三者的關係

- (1) 已知 I 、 B 的方向，可唯一確定 F 的方向；
- (2) 已知 F 、 B 的方向，且導線的位置確定時，可唯一確定 I 的方向；
- (3) 已知 F 、 I 的方向時，磁感應強度 B 的方向不能唯一確定·

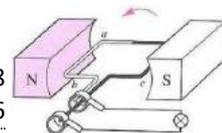
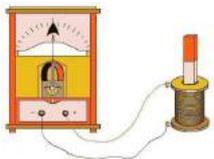
2. 安培定則(右手螺旋定則)與左手定則的比較



		安培定則(右手螺旋定則)		左手定則
作用		判斷電流的磁場方向		判斷電流在磁場中的受力方向
內容	具體情況	直線電流	環形電流或通電螺線管	電流在磁場中
	應用方法	拇指指向電流的方向	四指彎曲的方向表示電流的環繞方向	磁感線穿過手掌心，四指指向電流的方向
	結果	四指彎曲的方向表示磁感線的方向	拇指指向軸線上磁感線的方向	拇指指向電流受到的磁場力的方向

3.安培力作用下導體運動方向的五種判斷方法

電流元法	把整段導線分為多段電流元，先用左手定則判斷每段電流元所受安培力的方向，然後判斷整段導線所受安培力的方向，從而確定導線運動方向
等效法	環形電流可等效成小磁鐵，通電螺線管可以等效成條形磁鐵或多個環形電流(反過來等效也成立)，然後根據磁體間或電流間的作用規律判斷
特殊位置法	通過轉動通電導線到某個便於分析的特殊位置，判斷其所受安培力的方向，從而確定其運動方向



結論 法	兩平行直線電流在相互作用過程中，無轉動趨勢，同向電流互相吸引，反向電流互相排斥；不平行的兩直線電流相互作用時，有轉到平行且電流方向相同的趨勢
轉換 研究 對象 法	定性分析磁體在電流磁場作用下如何運動的問題，可先分析電流在磁體磁場中所受的安培力，然後由牛頓第三定律，確定磁體所受電流磁場的反作用力，從而確定磁體所受合力及其運動方向

【題組衝關】

1. 用兩根細線把兩個完全相同的圓形導線環懸掛起來，讓二者等高平行放置，如圖 3-4-2 所示，當兩導線環中通入方向相同的電流 I_1 、 I_2 時，則有()

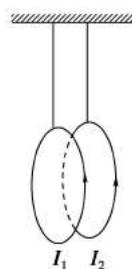


圖 3-4-2

- A. 兩導線環相互吸引
- B. 兩導線環相互排斥
- C. 兩導線環無相互作用力
- D. 兩導線環先吸引後排斥

【解析】 通電的導線環周圍能夠產生磁場，磁場的基本性質是對放入其中的磁體或電流產生力的作用。由於導線環中通入的電流方向相同，二者同位置處的電流方向完全相同，相當於通入同向電流的直導線，據同向電流相互吸引的規律，判知兩導線環應相互吸引，故 A 正確。

【答案】 A

2. 如圖 3-4-3 所示，在南北方向安放的長直導線的正上方用細線懸掛一條形小磁鐵，當導線中通入圖示的電流 I 後，下列說法正確的是()

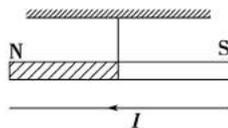
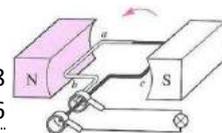
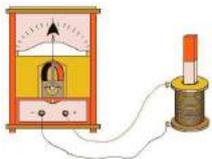


圖 3-4-3

- A · 磁鐵 N 極向裡轉，懸線所受的拉力小於磁鐵所受的重力
- B · 磁鐵 N 極向外轉，懸線所受的拉力小於磁鐵所受的重力
- C · 磁鐵 N 極向裡轉，懸線所受的拉力大於磁鐵所受的重力
- D · 磁鐵 N 極向外轉，懸線所受的拉力大於磁鐵所受的重力

【解析】 由條形磁鐵的磁場分佈，並由左手定則，可知導線左半部分受到安培力方向垂直紙面向外，右半部分安培力方向垂直紙面向裡，由牛頓第三定律得磁鐵左半部分受到安培力方向垂直紙面向裡，右半部分安培力方向垂直紙面向外，因此條形磁鐵 N 極向裡轉。當轉過 90° 時導線受力豎直向上，則磁鐵受力豎直向下，導致懸線所受的拉力大於磁鐵所受的重力，故 C 正確。

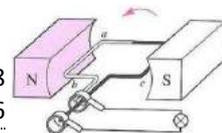
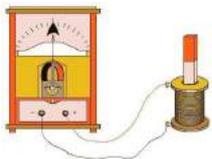
【答案】 C

【歸納總結】

左手定則應用的兩個要點

(1) 安培力的方向既垂直於電流的方向，又垂直於磁場的方向，所以應用左手定則時，必須使拇指指向與四指指向和磁場方向均垂直。

(2) 由於電流方向和磁場方向不一定垂直，所以磁場方向不一定垂直穿入手掌，可能與四指方向成某一夾角，但四指一定要指向電流方向。



3.2 知識點二：安培力的大小 磁電式電流錶

知識點 (2)	安培力的大小 磁電式電流錶
---------	---------------

【基礎初探】

[先填空]

1·安培力的大小



2·磁電式電流錶

(1)構造：最基本的是磁鐵和放在磁鐵兩極之間的線圈。

(2)原理

①通電線圈在磁場中受安培力發生轉動，螺旋彈簧變形，反抗線圈的轉動。

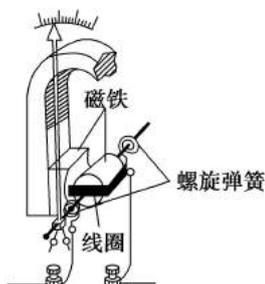


圖 3-4-4

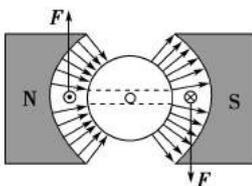


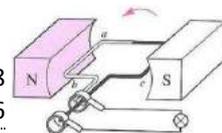
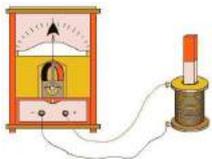
圖 3-4-5

②線圈偏轉的角度越大，被測電流就越大，所以根據線圈偏轉角度的大小，可以確定被測電流的大小；根據線圈偏轉的方向，可以知道被測電流的方向。

(3)特點

錶盤刻度均勻。

(4)優、缺點



- ①優點：靈敏度高，可以測出很弱的電流。
- ②缺點：線圈的導線很細，允許通過的電流很弱。

[再判斷]

- 1. 通電導體在磁場中一定會受安培力的作用。(×)
- 2. 兩根通電導線在同一勻強磁場中，若導線長度相同，電流大小相等，則所受安培力大小相等，方向相同。(×)
- 3. 磁電式電錶只能測定電流的大小不能確定被測電流的方向。(×)
- 4. 增加線圈匝數和增加線圈面積都可以提高磁電式電流錶的靈敏度。(√)
- 5. 磁電式電流錶內是均勻輻射磁場，不是勻強磁場。(√)

[後思考]

磁電式電流錶錶盤的刻度為什麼是均勻的？

【提示】 因為磁電式電錶兩磁極間裝有極靴，極靴與圓柱間的磁場都沿半徑方向，線圈無論轉到什麼位置，它的平面都跟磁感線平行，所以錶盤的刻度是均勻的。

【核心突破】

如圖 3-4-6 所示，一根質量為 m 的金屬棒 MN ，兩端用細軟導線連接後懸於 a 、 b 兩點，棒的中端處於方向垂直於紙面向裡的勻強磁場中，電流方向如圖所示，懸線上的拉力為 F 。

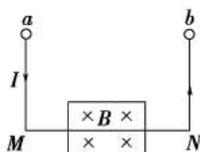


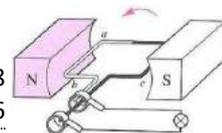
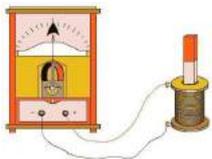
圖 3-4-6

探討 1：若使懸線上的拉力 F 變為零，可以採取什麼方法？

【提示】 適當增大磁感應強度或電流。

探討 2：若使懸線上的拉力 F 變大，可以採取什麼方法？

【提示】 減小磁感應強度或電流強度，使磁感應強度方向反向，或者使電流方向反向。



[核心點擊]

1. $F=BIL\sin\theta$ 適用於勻強磁場中的通電直導線，求彎曲導線在勻強磁場中所受安培力時， L 為有效長度，即導線兩端點所連直線的長度，相應的電流方向沿 L 由始端流向末端，如圖 3-4-7 所示。

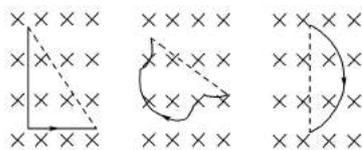


圖 3-4-7

2. 同樣情況下，通電導線與磁場方向垂直時，它所受的安培力最大；導線與磁場方向平行時，它不受安培力；導線與磁場方向斜交時，它所受的安培力介於 0 和最大值之間。

3. 在非勻強磁場中，只要通電直導線 L 所在位置的各點 B 向量相等(包括大小和方向)，則導線所受安培力也能用上述公式計算。

4. 當電流同時受到幾個安培力時，則電流所受的安培力為這幾個安培力的向量和。

【題組衝關】

3. (多選) 如圖 3-4-8 所示，通電導體棒靜止於水準導軌上，棒的質量為 m ，長為 L ，通過的電流大小為 I 且垂直紙面向裡，勻強磁場的磁感應強度 B 的方向與導軌平面成 θ 角，則導體棒受到的()

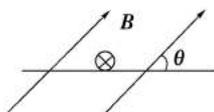
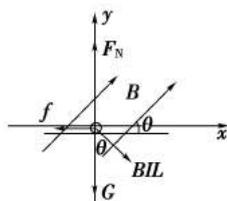
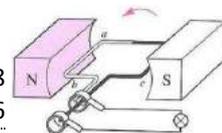
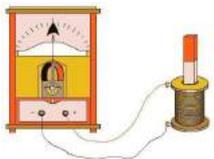


圖 3-4-8

- A. 安培力大小為 BIL
- B. 安培力大小為 $BIL\sin\theta$
- C. 摩擦力大小為 $BIL\cos\theta$
- D. 支持力大小為 $mg+BIL\cos\theta$

【解析】 金屬杆受力如圖所示：

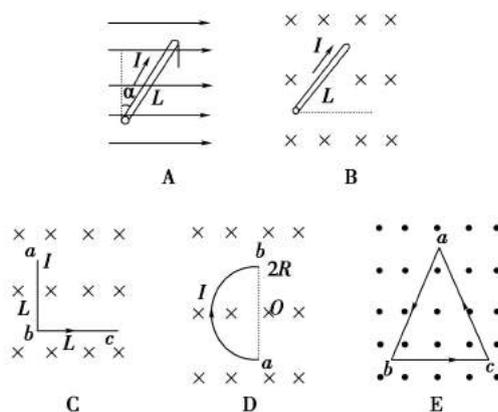


由於金屬杆與磁場垂直，故安培力大小 $F_A = BIL$ 。根據平衡條件得： $F_f = F_A \sin \theta$ ， $mg + F_A \cos \theta = F_N$

解得： $F_f = BIL \sin \theta$ ， $F_N = mg + BIL \cos \theta$ 。故 A、D 正確，B、C 錯誤。

【答案】 AD

4. 如圖所示，在勻強磁場中放有下列各種形狀的通電導線，電流為 I ，磁感應強度為 B ，求各導線受到的安培力大小。



【解析】 A 圖中，磁場方向與電流方向的夾角為 $\frac{\pi}{2} - \alpha$ ，根據 $F = ILB \sin \theta$ 可得 $F = ILB \cos \alpha$ 。

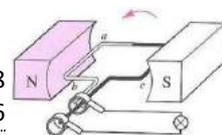
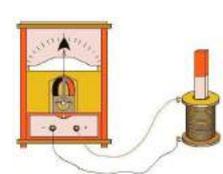
B 圖中，電流方向與磁場方向垂直，所以 $F = ILB$ 。

C 圖中，兩根導線組成的折線，其有效長度為 $\sqrt{2}L$ ，故 $F = \sqrt{2}ILB$ 。

D 圖是從 $a \rightarrow b$ 的半圓形電流，其有效長度為 $2R$ ，故 $F = 2IRB$ 。

E 圖中，用導線將 abc 接通形成閉合線圈，各導線受力的向量和為零，故合力為零。所以，閉合的通電線圈所受安培力為零。

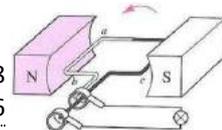
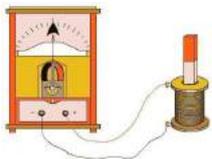
【答案】 $ILB \cos \alpha$ ILB $\sqrt{2}ILB$ $2IRB$ 0



【歸納總結】

求解安培力問題的四個步驟

- (1)選定研究對象：一般為磁場中的通電導線。
- (2)變三維為二維：方法是沿著或逆著電流觀察，將一段有長度的導線看成一個沒有長度的圓圈，圈內畫 \times 為順著電流觀察，圈內畫 \cdot 表示逆著電流觀察。
- (3)畫出平面受力分析圖：其中安培力的方向切忌跟著感覺走，要用左手定則來判斷，注意 $F_{安} \perp B$ 、 $F_{安} \perp I$ 。
- (4)根據力的平衡條件或牛頓第二定律列方程式進行求解。



第五課題 §1.5 運動電荷在磁場中受到的力 (3 課時)

課題	§1.5 運動電荷在磁場中受到的力		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2018.01.02	課型	新授課		課時	1 課時

一、課前自主預習學案

學習目標

- 1.知道什麼是洛倫茲力.利用左手定則判斷洛倫茲力的方向。
- 2.知道洛倫茲力大小的推理過程。
- 3.掌握垂直進入磁場方向的帶電粒子，受到洛倫茲力大小的計算。
- 4.了解 v 和 B 垂直時的洛倫茲力大小及方向判斷.理解洛倫茲力對電荷不做功。

自主探究

1.陰極射線管接到高壓電源後，_____會發射_____，電子在作用下飛向_____，電子飛過擋板上的扁平狹縫後形成一個_____。

2.洛倫茲力是_____。

3.洛倫茲力的方向的判斷——左手定則:

-
-
-

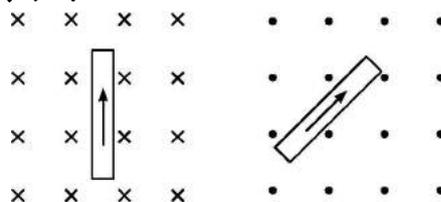
4.洛倫茲力的大小:_____。

合作探究

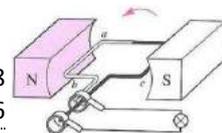
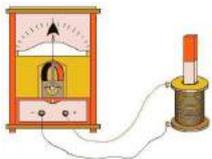
一、回顧複習

前面我們學習了磁場對電流的作用力，下面思考兩個問題:

1.如圖，判定安培力的方向



若已知圖中 $B=4.0 \times 10^{-2}$ T，導線長 $L=10$ cm， $I=1$ A.求導線所受的安培力大小.



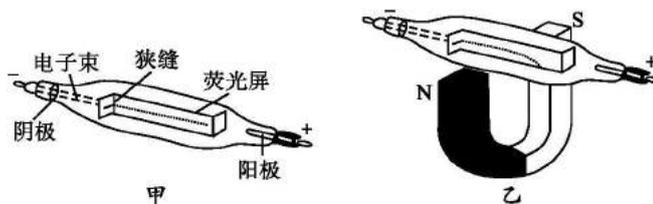
2. 什麼是電流?

二、洛倫茲力

磁場對電流有力的作用，電流是由電荷的定向移動形成的，我們會想到：這個力可能是作用在運動電荷上的，而安培力是作用在運動電荷上的力的宏觀表現。

觀察磁場陰極射線在磁場中的偏轉

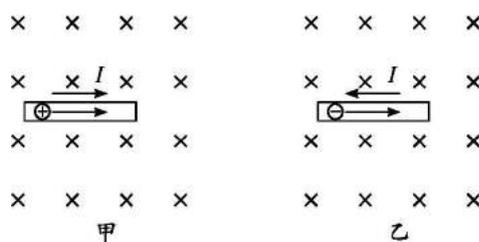
實驗現象結論：電子射線管發出的電子束，如圖甲中的徑跡是_____。把電子射線管放在蹄形磁鐵的磁場中，如圖乙所示，電子束的徑跡向_____發生了偏轉，若調換磁鐵南北極的位置，則電子束的徑跡會向_____偏轉。



1. 洛倫茲力的方向和大小

(1) 洛倫茲力的定義：

如圖運動電荷在磁場中受到洛倫茲力的作用，那麼洛倫茲力的方向如何判斷呢？

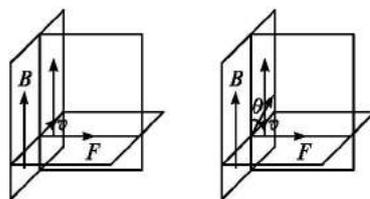
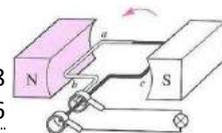
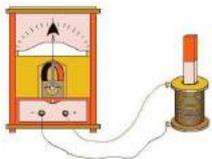


(2) 洛倫茲力的方向——左手定則

伸開左手，使拇指與其餘四個手指垂直，並且都與手掌在同一個平面內；讓磁感線從掌心進入，並使四指指向_____運動的方向，這時拇指所指的方向就是運動的_____的方向。

特別提示：

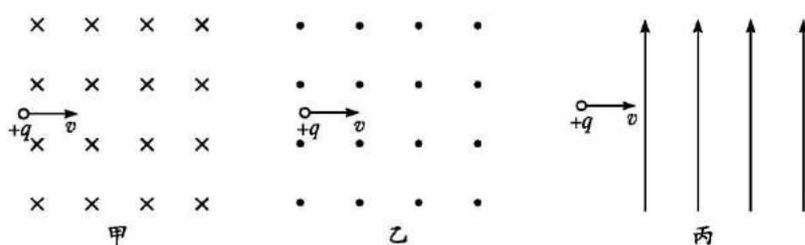
① 洛倫茲力的方向總是垂直於 B 和 v 決定的平面。 B 與 v 可以垂直，也可以不垂直。



②因為洛倫茲力方向總是與速度方向垂直，所以洛倫茲力一個重要特點就是對帶電粒子不做功，它只會改變速度的方向而不會改變速度的大小。

③正電荷運動方向應與左手四指指向一致，負電荷運動方向則應與左手四指指向相反(先確定負電荷形成電流的方向，再用左手定則判定)。

【課堂練習】試判斷如圖中所示的帶電粒子剛進入磁場時所受的洛倫茲力的方向。



(3)洛倫茲力的大小

設有一段長度為 L 的通電導線，橫截面積為 S ，導線每單位體積中含有的自由電荷數為 n ，每個自由電荷的電荷量為 q ，定向移動的平均速率為 v ，將這段導線垂直於磁場方向放入磁感應強度為 B 的磁場中。

①這段導線中電流 I 的微觀運算式 $I = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

②這段導體所受的安培力 $F_{安} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

③這段導體中含有多少自由電荷數為 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

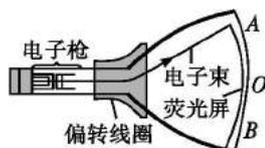
④每個自由電荷所受的洛倫茲力大小 $F = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(4)洛倫茲力的計算公式

①當粒子運動方向與磁感應強度垂直時($v \perp B$)， $F = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

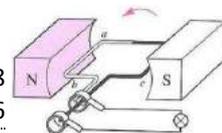
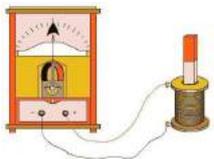
②當粒子運動方向與磁感應強度方向成 θ 時， $F = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

2. 電視顯像管的工作原理



問題 1: 要使電子打在 A 點，偏轉磁場應該沿什麼方向?

問題 2: 要使電子打在 B 點，偏轉磁場應該沿什麼方向?



問題 3: 要使電子打在螢光屏的位置從 A 點向 B 點逐漸移動, 偏轉磁場應該怎樣變化?

課堂檢測

1. 來自宇宙的質子流, 以與地球表面垂直的方向射向赤道上空的某一點, 則這些質子在進入地球周圍的空間時, 將()

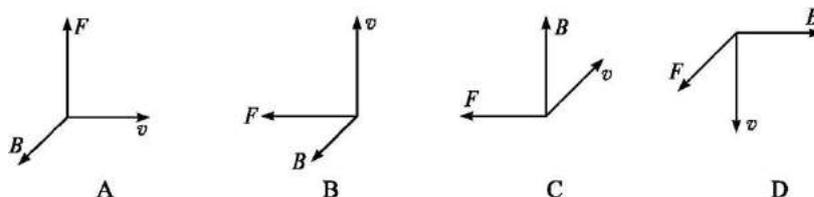
- A. 豎直向下沿直線射向地面 B. 相對於預定地面向東偏轉
C. 相對於預定點稍向西偏轉 D. 相對於預定點稍向北偏轉

2. 關於帶電粒子所受洛倫茲力 F 和磁感應強度 B 及粒子速度 v 三者之間的關係, 下列說法中正確的是()

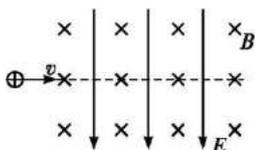
A. F 、 B 、 v 三者必定均保持垂直 B. F 必定垂直於 B 、 v , 但 B 不一定垂直於 v

C. B 必定垂直於 F 、 v , 但 F 不一定垂直於 v D. v 必定垂直於 F 、 B , 但 F 不一定垂直於 B

3. 如圖所示的是磁感應強度 B 、正電荷速度 v 和磁場對電荷的作用力 F 三者方向的相互關係圖(其中 B 、 F 、 v 兩兩垂直). 其中正確的是()



4. 如圖所示, 勻強磁場方向水準向裡, 勻強電場方向豎直向下, 有一正離子恰能沿直線從左向右水準飛越此區域. 則()

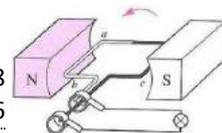
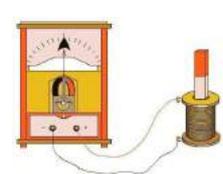


- A. 若電子從右向左飛入, 電子也沿直線運動
B. 若電子從右向左飛入, 電子將向上偏轉
C. 若電子從右向左飛入, 電子將向下偏轉
D. 若電子從左向右飛入, 電子也沿直線運動

5. 一個長螺線管中通有電流, 把一個帶電粒子沿中軸線方向射入(若不計重力影響), 粒子將在管中()

- A. 做圓周運動 B. 沿軸線來回運動
C. 做勻加速直線運動 D. 做勻速直線運動

6. 電子的速率 $v=3 \times 10^6$ m/s, 垂直射入 $B=0.10$ T 的勻強磁場中, 它受到的洛倫茲力是多大?



二、新課教學：§1.5 運動電荷在磁場中受到的力（第一課時）

課題	§1.5 運動電荷在磁場中受到的力		設計教師	C056	授課教師	C056
時間		課型	新授課		課時	1 課時

2.1 教學目標

（一）知識與技能

- 1、知道什麼是洛倫茲力。
- 2、利用左手定則會判斷洛倫茲力的方向。
- 3、知道洛倫茲力大小的推理過程。
- 4、掌握垂直進入磁場方向的帶電粒子，受到洛倫茲力大小的計算。
- 5、理解洛倫茲力對電荷不做功。
- 6、了解電視機顯像管的工作原理。

（二）過程與方法

通過洛倫茲力大小的推導過程進一步培養學生的分析推理能力。

（三）情感、態度與價值觀

讓學生認真體會科學研究最基本的思維方法：“推理—假設—實驗驗證”。

2.2 教學重點難點

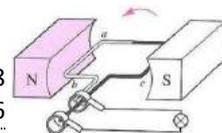
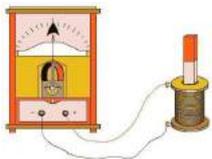
- 1、利用左手定則會判斷洛倫茲力的方向。
- 2、掌握垂直進入磁場方向的帶電粒子，受到洛倫茲力大小的計算。
- 3、理解洛倫茲力對運動電荷不做功。
- 4、洛倫茲力方向的判斷。

2.3 教學方法

實驗觀察法、講述法、分析推理法。

2.4 教學用具

電子射線管、電源、磁鐵、投影儀、投影片



2.5 教學過程

(一) 引入新課

教師：（復習提問）前面我們學習了磁場對電流的作用力，下面思考兩個問題：

(1) 如圖，判定安培力的方向



學生上黑板做，解答如下：



若已知上圖中： $B=4.0 \times 10^{-2} \text{ T}$ ，導線長 $L=10 \text{ cm}$ ， $I=1 \text{ A}$ 。求：導線所受的安培力大小？

學生解答：

$$F=BIL=4 \times 10^{-2} \text{ T} \times 1 \text{ A} \times 0.1 \text{ m}=4 \times 10^{-3} \text{ N}$$

答：導線受的安培力大小為 $4 \times 10^{-3} \text{ N}$ 。

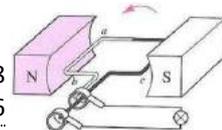
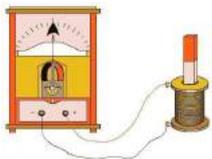
(2) 電流是如何形成的？

學生：電荷的定向移動形成電流。

教師：磁場對電流有力的作用，電流是由電荷的定向移動形成的，大家會想到什麼？

學生：這個力可能是作用在運動電荷上的，而安培力是作用在運動電荷上的力的宏觀表現。

〔演示實驗〕用陰極射線管研究磁場對運動電荷的作用。如圖 3.5-1



教師：說明電子射線管的原理：

從陰極發射出來電子，在陰陽兩極間的高壓作用下，使電子加速，形成電子束，轟擊到長條形的螢光屏上激發出螢光，可以顯示電子束的運動軌跡。

學生：觀察實驗現象。

實驗結果：在沒有外磁場時，電子束沿直線運動，將蹄形磁鐵靠近陰極射線管，發現電子束運動軌跡發生了彎曲。

學生分析得出結論：磁場對運動電荷有作用。

(二) 進行新課

1、洛倫茲力的方向和大小

教師講述：運動電荷在磁場中受到的作用力稱為**洛倫茲力**。通電導線在磁場中所受安培力實際是洛倫茲力的宏觀表現。

我們用安培定則判斷安培力的方向，因此可以用安培定則判斷洛倫茲力的方向。

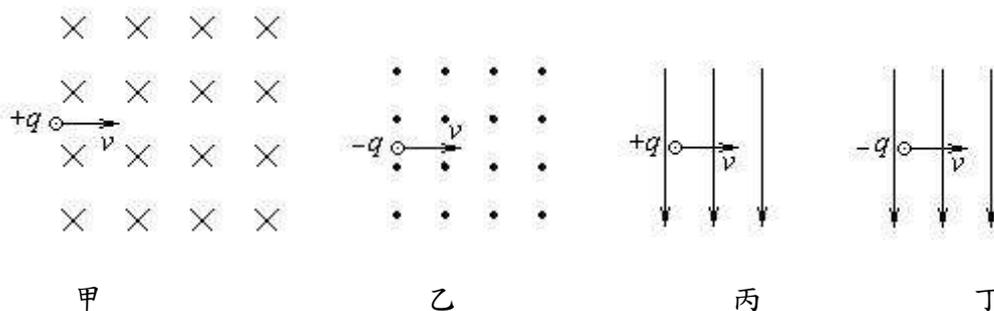
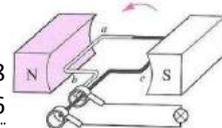
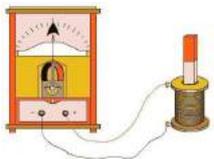
(投影)

左手定則：伸開左手，使大拇指跟其餘四個手指垂直，並且都和手掌在一個平面內，讓磁感線垂直穿入手心，並使伸開的四指指向正電荷運動的方向，那麼，大拇指所指的方向就是運動的正電荷在磁場中所受洛倫茲力的方向。

如果運動的是負電荷，則四指指向負電荷運動的反方向，那麼拇指所指的方向就是負電荷所受洛倫茲力的方向。

[投影片出示練習題]

(1) 試判斷下圖中所示的帶電粒子剛進入磁場時所受的洛倫茲力的方向。



學生解答：

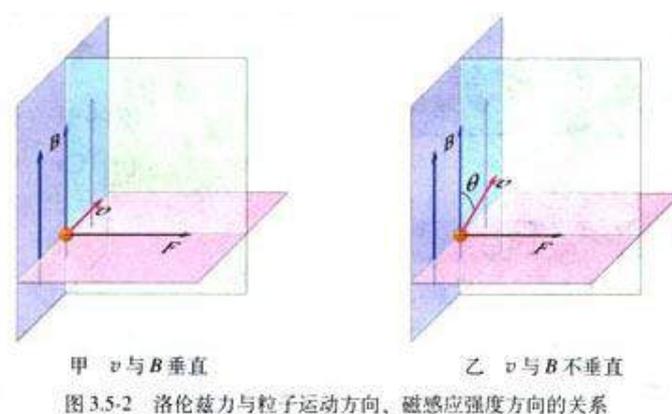
甲中正電荷所受的洛倫茲力方向向上；

乙中負電荷所受的洛倫茲力方向向上；

丙中正電荷所受的洛倫茲力方向垂直於紙面指向紙內；

丁中負電荷所受的洛倫茲力的方向垂直於紙面指向紙外；

教師：下面我們來討論 B 、 v 、 F 三者方向間的相互關係。如圖所示。



學生： F 總垂直於 B 與 v 所在的平面。 B 與 v 可以垂直，可以不垂直。

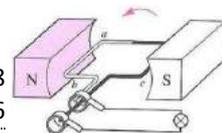
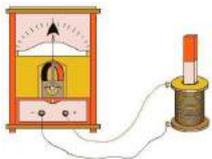
教師：現在我們來研究洛倫茲力的大小。

若有一段長度為 L 的通電導線，橫截面積為 S ，單位體積中含有的自由電荷數為 n ，每個自由電荷的電量為 q ，定向移動的平均速率為 v ，將這段導線垂直於磁場方向放入磁感應強度為 B 的磁場中。

教師：這段導體所受的安培力為多大？

學生： $F_{安}=BIL$

教師：電流強度 I 的微觀運算式是什麼？



學生： I 的微觀運算式為 $I=nqSv$

教師：這段導體中含有多少自由電荷數？

學生：這段導體中含有的電荷數為 nLS 。

教師：每個自由電荷所受的洛倫茲力大小為多大？

學生：安培力可以看作是作用在每個運動上的洛倫茲力 F 的合力，這段導體中含有的自由電荷數為 nLS ，所以

$$F_{\text{洛}} = \frac{F_{\text{安}}}{nLS} = \frac{BIL}{nLS} = \frac{nqvSLB}{nLS} = qvB$$

教師：當運動電荷的速度 v 方向與磁感應強度 B 的方向不垂直時，設夾角為 θ ，則電荷所受的洛倫茲力大小為多大？

學生： $F_{\text{洛}} = qvB \sin \theta$

教師指出：上式中各量的單位： $F_{\text{洛}}$ 為牛 (N)， q 為庫倫 (C)， v 為米/秒 (m/s)， B 為特斯拉 (T)

思考與討論：同學們討論一下帶電粒子在磁場中運動時，洛倫茲力對帶電粒子是否做功？說明理由。

教師引導學生分析得：

洛倫茲力的方向垂直於 v 和 B 組成的平面即洛倫茲力垂直於速度方向，因此，洛倫茲力只改變速度的方向，不改變速度的大小，所以洛倫茲力對電荷不做功。

投影片出示練習題：

練習 1、電子的速率 $v=3 \times 10^6$ m/s，垂直射入 $B=0.10$ T 的勻強磁場中，它受到的洛倫茲力是多大？

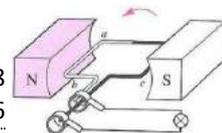
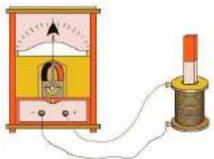
學生分析求解，教師巡迴指導：

$$f=qvB=1.60 \times 10^{-19} \times 3 \times 10^6 \times 0.10=4.8 \times 10^{-14} \text{ N}$$

練習 2、來自宇宙的質子流，以與地球表面垂直的方向射向赤道上空的某一點，則這些質子在進入地球周圍的空間時，將_____

A· 豎直向下沿直線射向地面

B· 相對於預定地面向東偏轉



C·相對於預定點稍向西偏轉

D·相對於預定點稍向北偏轉

學生分析解答：B。地球表面地磁場方向由南向北，質子是氫原子核帶正電，根據左手定則可判定，質子自赤道上空豎直下落過程中受洛倫茲力方向向東。

2、電視顯像管的工作原理

教師：引導學生閱讀教材相關內容，思考並回答問題。

電子束是怎樣實現偏轉的？

在圖 3.5—4 中，如圖所示：

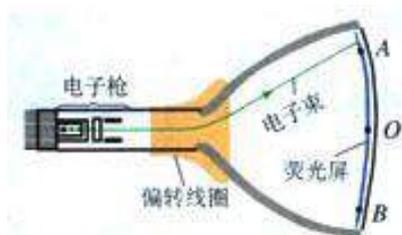


图3.5-4 显像管原理示意图(俯视图)

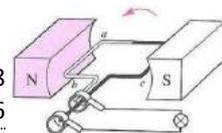
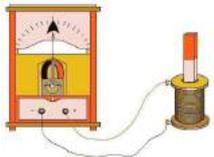
- (1) 要是電子打在 A 點，偏轉磁場應該沿什麼方向？
- (2) 要是電子打在 B 點，偏轉磁場應該沿什麼方向？
- (3) 要是電子打從 A 點向 B 點逐漸移動，偏轉磁場應該怎樣變化？

學生：思考並回答問題：

- (1) 要是電子打在 A 點，偏轉磁場應該垂直紙面向外。
- (2) 要是電子打在 B 點，偏轉磁場應該垂直紙面向裡。
- (3) 要是電子打從 A 點向 B 點逐漸移動，偏轉磁場應該先垂直紙面向外並逐漸減小，然後垂直紙面向裡並逐漸增大。

教師：電子打在螢光屏上只能有一個亮點，為什麼整個螢光屏都能發光能？

學生閱讀教材，進一步了解顯像管的工作過程。



(三) 課堂總結、點評

教師活動：讓學生概括總結本節的內容。請一個同學到黑板上總結，其他同學在筆記本上總結，然後請同學評價黑板上的小結內容。

學生活動：認真總結概括本節內容，並把自己這節課的體會寫下來、比較黑板上的小結和自己的小結，看誰的更好，好在什麼地方。

點評：總結課堂內容，培養學生概括總結能力。

教師要放開，讓學生自己總結所學內容，允許內容的順序不同，從而構建他們自己的知識框架。

(四) 實例探究

☆洛倫茲力的方向

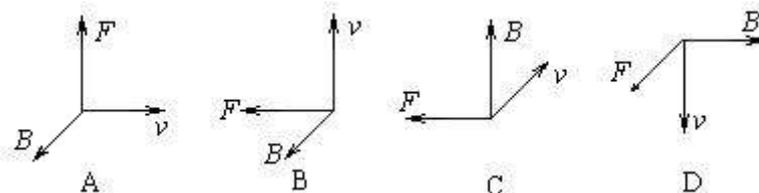
【例 1】關於帶電粒子所受洛倫茲力 F 和磁感應強度 B 及粒子速度 v 三者之間的關係，下列說法中正確的是

- A. F 、 B 、 v 三者必定均保持垂直
- B. F 必定垂直於 B 、 v ，但 B 不一定垂直於 v
- C. B 必定垂直於 F 、 v ，但 F 不一定垂直於 v
- D. v 必定垂直於 F 、 B ，但 F 不一定垂直於 B

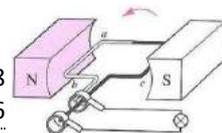
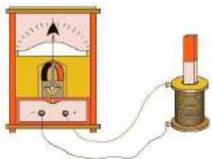
解析：根據左手定則，洛倫茲力垂直於 B ，也垂直於 v ，垂直於 B 與 v 所決定的平面，但 B 與 v 不一定垂直。

答案：B

【例 2】如圖所示的是磁感應強度 B 、正電荷速度 v 和磁場對電荷的作用力 F 三者方向的相互關係圖（其中 B 垂直於 F 與 v 決定的平面， B 、 F 、 v 兩兩垂直）。其中正確的是



答案：D



☆洛倫茲力的大小

【例3】如圖所示，勻強磁場方向水準向裡，勻強電場方向豎直向下，有一正離子恰能沿直線從左向右水準飛越此區域。則

- A·若電子從右向左飛入，電子也沿直線運動。
- B·若電子從右向左飛入，電子將向上偏轉
- C·若電子從右向左飛入，電子將向下偏轉
- D·若電子從左向右飛入，電子也沿直線運動

解析：若電子從右向左飛入，電場力向上，洛倫茲力也向上，所以上偏，B 正確；若電子從左向右飛入，電場力向上，洛倫茲力向下。由題意，對正電荷 $qE=Bqv$ ，與 q 無關，所以對電子二者也相等，所以電子從左向右飛，做勻速直線運動。

答案：BD

【例4】一個長螺線管中通有電流，把一個帶電粒子沿中軸線方向射入（若不計重力影響），粒子將在管中

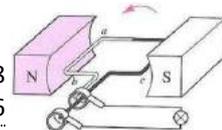
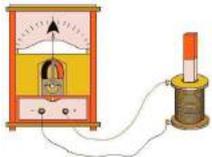
- A·做圓周運動
- B·沿軸線來回運動
- C·做勻加速直線運動
- D·做勻速直線運動

解析：通電長螺線管內部的磁場方向始終與中軸線平行，帶電粒子沿磁場方向運動時，不受洛倫茲力，所以一直保持原運動狀態不變，正確答案是 D。

答案：D

★課餘作業

完成 P₁₀₃“問題與練習”第 1、2、5 題。書面完成第 3、4 題。



2.6 板書設計

1、洛倫茲力的方向和大小

左手定則：伸開左手，使大拇指跟其餘四個手指垂直，並且都和手掌在一個平面內，讓磁感線垂直穿入手心，並使伸開的四指指向正電荷運動的方向，那麼，大拇指所指的方向就是運動的正電荷在磁場中所受洛倫茲力的方向。

如果運動的是負電荷，則四指指向負電荷運動的反方向，那麼拇指所指的方向就是負電荷所受洛倫茲力的方向。

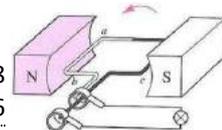
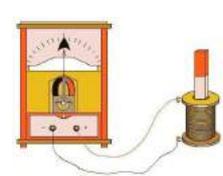
$$F_{\text{洛}} = qvB \sin \theta$$

2、電視顯像管的工作原理

2.7 教學反思

一、要認真研究教材、遵循認知規律

本節課是一堂新授課，重難點是研究洛倫茲力的方向、大小及做功情況。從力的三要素可以知道，研究一個力要研究其大小、方向及作用效果，課堂設計和教學時應按這一線索來展開。如何較好地把握重點、突破難點呢？我覺得首先要認真研究教材內容，畢竟教材中的每一句話都經過了編者的推敲與磨煉，每一個實驗或活動都經過了編者的反復思考。在進行課堂設計時，通過研讀教材，反復思考體會到書本知識編排的奧妙，在此基礎上多次修改最終確定教學流程。如研究一個力要研究它的三要素；如在研究洛倫茲力的方向和大小時，先研究特殊情況（B與v垂直、B與v平行），再研究一般情況。對於書上在討論洛倫茲力大小後再研究做功問題開始有些費解：做功不是應該在討論了洛倫茲力方向後就討論嗎？後來反復研讀終於理解了：教材中先研究洛倫茲力的方向時只分析了B與v垂直時的情況，討論了洛倫茲力在一般情況下大小的運算式 $F=qvB\sin\theta$ 後就可以分析B與v不垂直的一般情況下，洛倫茲力方向與B、v方向間的關係，進而研究做功問題就全面、嚴謹，並順理成章了。另外從知識研究順序的角度考慮：先定性研究洛倫茲力的方向，再定量研究洛倫茲力的大小，最後研究做功情況也合乎由易到難的一般順序，符合學生的認知規律。再如：教材中設計了讓學生自主推導洛倫茲力的公式，我依據教材設計要求對討論的小問題作了如下微調：（1）求通電導線所受的安培力；（2）求這段導線內的自由電荷數；（3）求電流強度I的微觀運算式；（4）求每個電荷所受的洛倫茲力。這樣微調的目的是因為在討論了安培力與洛倫茲力的關係（安培力實際上是運動電荷所受洛倫茲力的宏觀表現，洛倫茲力是安培力的微觀本質）後，再討論洛倫茲力的大小的運算式，思路自然而然就是求每個粒子受到的力即洛倫茲力，從課堂上學生的反應也證實了這樣微調的效果是良好的。



二、要注重課堂引入、設疑培養能力

一年之計在於春，一堂課的開始即引課也同樣至關重要。要在上課之初引發學生求知的欲望與興趣，點燃學生探究與學習的動力。理科老師一般只關注知識的嚴謹、科學及實驗設計的精巧，而在引入、過渡方面不會充分的思考，本人在設計本節課時首先考慮知識的承上啟下即如何適當的引入，既要激趣誘思又要考慮知識的銜接。所以我利用多媒體技術播放極光現象，同時回顧上一節內容（通電導線在 B 不平行於 I 時受安培力的作用）及電流的產生，讓學生自然而然產生“磁場對運動電荷有無力的作用？”的猜想，帶著問題走入教學過程，從而有的放矢，在教學中輕鬆解決問題。此外，在教學過程中，通過提出問題、學生合作中的動態生疑等方式，讓學生在實踐中解決問題、在思考中產生問題，從而獲取新知，鍛煉思維能力。

三、要重視實驗及探究教學

物理是一門實驗科學，所以實驗在物理教學中佔有重要的地位。這就要求教師要具有較強的實驗能力與創新精神，但也要考慮實驗條件，充分挖掘現有的器材。本節課中的陰極射線管是一個傳統器材，但將其搬進課堂後起到了良好的效果，讓學生深刻認識到洛倫茲力的客觀存在。在突破洛倫茲力的方向這一教學難點時再次利用陰極射線管實際畫出磁場方向，電子速度方向，洛倫茲力的方向從而加深對左手定則的理解與記憶。另外利用好實驗可以讓一些難於理解的物理問題輕易得到解決，在最後一個思考與討論中討論如何使顯像管中的電子實現由上到下移動時，再次利用陰極射線管成功演示，從而為學生更好地理解洛倫茲力的應用掃清了障礙。

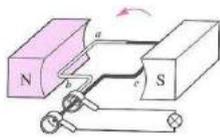
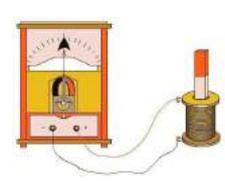
四、要關注情感態度與價值觀的培養

物理學史在物理教學中具有很重要的作用，恰當地運用物理學史不但可以激發學生學習物理的興趣，還能培養他們的物理學科素養，甚至對他們的情感態度與價值觀起到積極的引導作用。例如在得出洛倫茲力的概念之後，我適時地問學生，你們知道愛因斯坦對洛倫茲有何評價？當我告訴大家愛因斯坦對他的評價是“洛倫茲是我們這個時代最偉大、最高尚的人”，而且洛倫茲在 1902 年獲得“諾貝爾物理學獎”，荷蘭還把他的生日“7 月 18 日”確定為“洛倫茲節”之後，從學生的表情中可以看出：學生對洛倫茲充滿了崇敬之情、學生對科學研究產生了濃厚的興趣，同時也使學生對物理研究問題的一般方法“假設——推理——實驗驗證”有了更深刻的印象。

五、教學是一門遺憾的藝術

教學中總是充滿著讓人遺憾的地方，在本節課中，以下幾個方面我覺得還需要優化及改進：

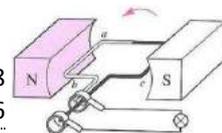
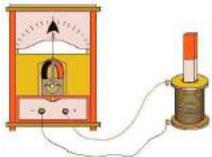
(1) 關於洛倫茲力方向的判定、B 與 v 方向之間的關係對洛倫茲力方向及大小的影響的教學回饋還不夠充分，三維目標的全面落實還需要在實例或思考題中予以鞏固和加強；



(2) 在調動學生學習的主動性方面，對學生的合作學習、參與實驗探究、分析展示等環節的設計還有欠缺，感覺課堂上還不夠流暢；

(3) 在提問問題的設計上覺得還不夠精巧，如“電流是如何產生的？”這一問題的提出在過渡上還不夠自然，“這說明了什麼？”這一問題跨度較大，指向性不明；

(4) 在物理情境的設置上還要下功夫，如“洛倫茲力做功情況如何？”“洛倫茲力的作用效果是什麼？”等問題的分析可以通過設置實例或應用的情境，讓學生在具體的現象、問題分析中來解決問題。



三、重點探究：§1.5 運動電荷在磁場中受到的力（第二、三課時）

課題	§1.5 運動電荷在磁場中受到的力		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2018.01.03 2018.01.04	課型	復習課		課時	2 課時

學習目標	知識脈絡
1. 通過實驗探究，感受磁場對運動電荷有力的作用。 2. 知道什麼是洛倫茲力，會用左手定則判斷洛倫茲力的方向。(重點) 3. 了解洛倫茲力公式的推導過程，會用公式分析求解洛倫茲力。(重點) 4. 了解電視顯像管的基本構造和工作原理。(難點)	

3.1 知識點一：洛倫茲力的方向和大小

知識點 ①	洛倫茲力的方向和大小
--------------	------------

【基礎初探】

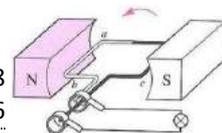
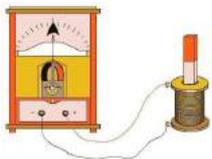
[先填空]

1· 洛倫茲力

(1) 定義：運動電荷在磁場中所受的力。

(2) 洛倫茲力與安培力的關係：通電導體在磁場中所受的安培力是導體中運動電荷所受洛倫茲力的宏觀表現。

2· 洛倫茲力的方向



(1)左手定則：伸開左手，使拇指與其餘四個手指垂直，並且都與手掌在同一個平面內；讓磁感線從掌心進入，並使四指指向正電荷運動的方向，這時拇指所指的方向就是運動的正電荷在磁場中所受洛倫茲力的方向，負電荷受力的方向與正電荷受力的方向相反。

(2)洛倫茲力方向的特點： $F \perp B$ ， $F \perp v$ ，即 F 垂直於 B 和 v 所決定的平面。

3·洛倫茲力的大小

(1)當 v 與 B 成 θ 角時： $F = Bqv \sin \theta$ 。

(2)當 $v \perp B$ 時： $F = qvB$ 。

(3)當 $v \parallel B$ 時： $F = 0$ 。

[再判斷]

- 1·運動電荷在磁感應強度不為零的地方，一定會受到洛倫茲力的作用。(×)
- 2·運動電荷在某處不受洛倫茲力的作用，則該處的磁感應強度一定為零。(×)
- 3·用左手定則判斷洛倫茲力方向時，“四指的指向”與正電荷定向移動方向相同。(√)
- 4·洛倫茲力對運動電荷不做功。(√)

[後思考]

怎樣判斷負電荷在磁場中運動時受洛倫茲力的方向？

【提示】 負電荷在磁場中受力的方向與正電荷受力的方向相反，利用左手定則判斷時，應使四指指向負電荷運動的反方向。

【核心突破】

如圖 3-5-1 所示，正電荷 q 以速度 v 進入勻強磁場中，速度與磁感應強度方向間的夾角為 θ 。

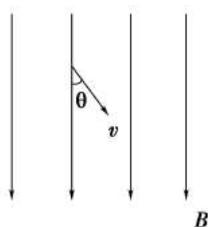
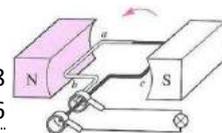
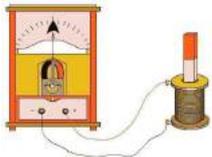


圖 3-5-1



探討 1：電荷 q 所受的洛倫茲力的方向沿什麼方向？

【提示】 垂直於紙面向裡。

探討 2：電荷 q 所受的洛倫茲力是多大？

【提示】 $qvB\sin\theta$ 。

[核心點擊]

1·對洛倫茲力方向的理解

(1)洛倫茲力的方向總是與電荷運動方向和磁場方向垂直，即洛倫茲力的方向總是垂直於電荷運動方向和磁場方向所決定的平面， F 、 B 、 v 三者的方向關係是： $F \perp B$ 、 $F \perp v$ ，但 B 與 v 不一定垂直。

(2)洛倫茲力的方向隨電荷運動方向的變化而變化，但無論怎麼變化，洛倫茲力都與運動方向垂直，故洛倫茲力永不做功，它只改變電荷運動方向，不改變電荷速度大小。

2·洛倫茲力與安培力的關係：安培力是洛倫茲力的宏觀表現，洛倫茲力是安培力的微觀實質。

(1)方向：洛倫茲力的方向與運動電荷形成的等效電流的安培力方向相同。

(2)大小：一段通電導線所受安培力大小等於該段導線內所有運動電荷所受洛倫茲力的向量和。

3·推導洛倫茲力公式：設有一段長為 L ，橫截面積為 S 的直導線，單位體積內的自由電荷數為 n ，每個自由電荷的電荷量為 q ，自由電荷定向移動的速率為 v 。這段通電導線垂直磁場方向放入磁感應強度為 B 的勻強磁場中。

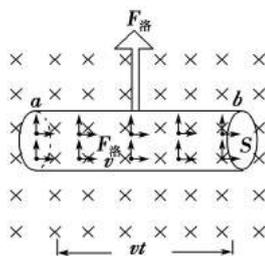
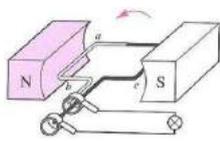
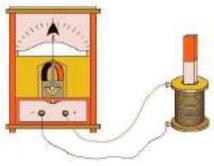


圖 3-5-2

(1)根據電流的定義式可知通電導線中的電流 $I = \frac{Q}{t} = \frac{nSvtq}{t} = nqSv$ 。

(2)通電導線所受的安培力 $F_{安} = BIL = B(nqSv)L$ 。

(3)這段導線內的自由電荷數 $N = nSL$ 。



(4)每個電荷所受的洛倫茲力 $F_{\text{洛}} = \frac{F_{\text{安}}}{N} = \frac{B}{nSL} nqvS = qvB$.

4·對公式的理解

(1)適用條件：運動電荷的速度方向與磁場方向垂直，當 $v=0$ 時， $F_{\text{洛}}=0$ ，即相對磁場靜止的電荷不受洛倫茲力作用。

(2) B 、 v 夾角對洛倫茲力的影響：

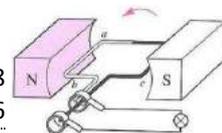
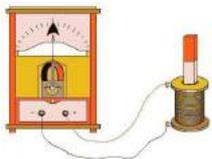
①當 $\theta=90^\circ$ 時， $v \perp B$ ， $\sin \theta=1$ ， $F_{\text{洛}}=qvB$ ，即運動方向與磁場垂直時，洛倫茲力最大。

②當 $v \parallel B$ 時， $\theta=0^\circ$ ， $\sin \theta=0$ ， $F_{\text{洛}}=0$ ，即運動方向與磁場平行時，不受洛倫茲力。

③若不垂直， $F_{\text{洛}}=qvB \sin \theta$ 。

5·洛倫茲力與電場力的比較

	洛倫茲力	電場力
性質	磁場對在其中運動的電荷的作用力	電場對放入其中電荷的作用力
產生條件	$v \neq 0$ 且 v 不與 B 平行	電場中無論電荷處於何種狀態 $F \neq 0$
大小	$F = qvB(v \perp B)$	$F = qE$
方向	滿足左手定則 $F \perp B$ 、 $F \perp v$	正電荷受力方向與電場方向相同，負電荷受力方向與電場方向相反



做功情況	任何情況下都不做功	可能做正功、負功，也可能不做功
作用效果	只改變電荷運動的速度方向，不改變速度大小	既可以改變電荷運動的速度大小，也可以改變電荷運動的方向

【題組衝關】

1. 帶電粒子(重力不計)穿過飽和蒸汽時，在它走過的路徑上飽和蒸汽便凝成小液滴，從而顯示了粒子的徑跡，這是雲室的原理，如圖 3-5-3 所示是雲室的拍攝照片，雲室中加了垂直於照片向外的勻強磁場，圖中 oa 、 ob 、 oc 、 od 是從 o 點發出的四種粒子的徑跡，下列說法中正確的是()

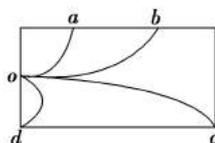


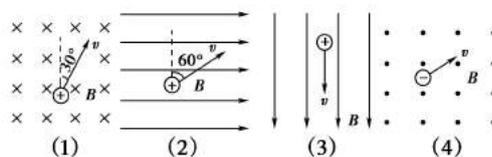
圖 3-5-3

- A. 四種粒子都帶正電
- B. 四種粒子都帶負電
- C. 打到 a 、 b 點的粒子帶正電
- D. 打到 c 、 d 點的粒子帶正電

【解析】 由左手定則知打到 a 、 b 點的粒子帶負電，打到 c 、 d 點的粒子帶正電，D 正確。

【答案】 D

2. 在圖 3-5-4 所示的各圖中，勻強磁場的磁感應強度均為 B ，帶電粒子的速率均為 v ，帶電荷量均為 q 。試求出圖中帶電粒子所受洛倫茲力的大小，並指出洛倫茲力的方向。



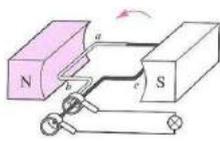
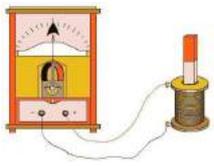


圖 3-5-4

【解析】 (1)因 $v \perp B$ ，所以 $F = qvB$ ，方向與 v 垂直向左上方。

(2) v 與 B 的夾角為 30° ，將 v 分解成垂直磁場的分量和平行磁場的分量， $v_{\perp} = v \sin 30^\circ$ ， $F = qvB \sin 30^\circ = \frac{1}{2}qvB$ ，方向垂直紙面向裡。

(3)由於 v 與 B 平行，所以不受洛倫茲力。

(4) v 與 B 垂直， $F = qvB$ ，方向與 v 垂直向左上方。

【答案】 (1) qvB 垂直 v 向左上方

(2) $\frac{1}{2}qvB$ 垂直紙面向裡

(3)不受洛倫茲力

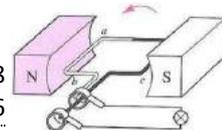
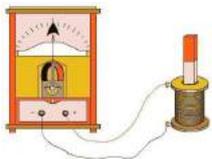
(4) qvB 垂直 v 向左上方

【歸納總結】

有關洛倫茲力的兩點注意：

(1)用左手定則判斷洛倫茲力方向時，要特別注意運動電荷的正負，四指應指向正電荷運動的方向，指向負電荷運動的反方向。

(2)計算洛倫茲力的大小時，應注意弄清 v 與磁感應強度 B 的方向關係。當 $v \perp B$ 時，洛倫茲力 $F = qvB$ ，當 $v \parallel B$ 時， $F = 0$ ，當 v 與 B 成 θ 角 ($0 < \theta < 90^\circ$) 時，應將 v (或 B) 進行分解取它們垂直的分量計算。



3.2 知識點二：電視顯像管的工作原理

知識點 ②	電視顯像管的工作原理
-------	------------

【基礎初探】

[先填空]

1. 構造：如圖 3-5-5 所示，由電子槍、偏轉線圈和螢光屏組成。

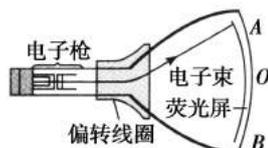


圖 3-5-5

2. 原理

- (1) 電子槍發射電子。
- (2) 電子束在磁場中偏轉。
- (3) 螢光屏被電子束撞擊發光。

3. 掃描：在偏轉區的水準方向和豎直方向都有偏轉磁場，其方向、強弱都在不斷變化，使得電子束打在螢光屏上的光點從上向下、從左向右不斷移動。

4. 偏轉線圈：使電子束偏轉的磁場是由兩對線圈產生的。

[再判斷]

1. 電子束帶負電，在顯像管偏轉磁場中的偏轉方向與磁場方向相反。(×)
2. 顯像管中偏轉磁場使電子所受到的洛倫茲力方向，仍遵守左手定則。(√)
3. 在偏轉區豎直方向的偏轉磁場使電子束發生水準方向的移動。(√)

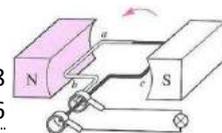
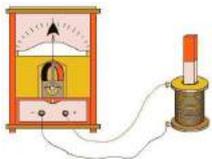
[後思考]

顯像管工作時，電子束是依次掃描螢光屏上各點，可為什麼我們覺察不到螢光屏的閃爍？

【提示】 這是由於眼睛的視覺暫留現象，當電子束掃描頻率達到人眼的臨界閃爍頻率時，由於視覺暫留的原因，人眼就感覺不到螢光屏的閃爍。

【核心突破】

如圖 3-5-6 所示，是一橫截面邊長為 a 的正方形的金屬導體。勻強磁場 B



沿 x 軸正方向，設自由電子定向移動速度為 v 。

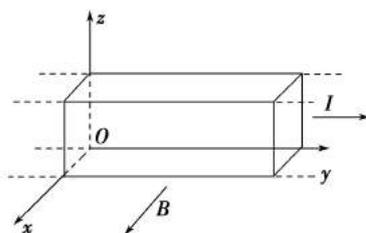


圖 3-5-6

探討 1：金屬導體上、下兩個側面，哪個側面的電勢較高？

【提示】 上側面。

探討 2：導體上、下兩個側面的電勢差是多大？

【提示】 Bva 。

[核心點擊]

1. 速度選擇器

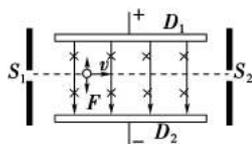
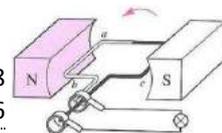
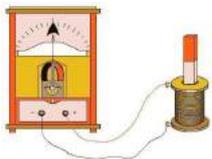


圖 3-5-7

如圖 3-5-7 所示， D_1 和 D_2 是兩個平行金屬板，分別連在電源的兩極上，其間有一電場強度為 E 的電場，同時在此空間加有垂直於電場方向的磁場，磁感應強度為 B 。 S_1 、 S_2 為兩個小孔，且 S_1 與 S_2 連線方向與金屬板平行。速度沿 S_1 、 S_2 連線方向從 S_1 飛入的帶電粒子只有做直線運動才可以從 S_2 飛出。因此能從 S_2 飛出的帶電粒子所受的電場力與洛倫茲力平衡，即 $qE = qvB$ 。故只要帶電粒子的速度滿足 $v = \frac{E}{B}$ ，即使電性不同，比荷不同，也可沿直線穿出右側的小孔 S_2 ，而其他速度的粒子要麼上偏，要麼下偏，無法穿出 S_2 。因此利用這個裝置可以達到選擇某一速度帶電粒子的目的，故稱為速度選擇器。

2. 磁流體發電機

如圖 3-5-8 所示，將一束等離子體(即高溫下電離的氣體，含有大量帶正電和帶負電的微粒，從整體上來說是呈電中性)噴射入磁場，磁場中有兩塊金屬板 A 、 B ，則高速射入的離子在洛倫茲力的作用下向 A 、 B 兩板聚集，使兩板間產生電勢差，若平行金屬板間距為 d ，勻強磁場的磁感應強度為 B ，等離子體流速



為 v ，氣體從一側面垂直磁場射入板間，不計氣體電阻，外電路電阻為 R ，則兩板間可能達到的最大電壓和最大電流為多少？

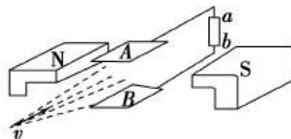


圖 3-5-8

如圖 3-5-9 所示，運動電荷在磁場中受洛倫茲力作用發生偏轉，正、負離子分別到達 B 、 A 極板 (B 為電源正極，故電流方向從 b 到 a)，使 A 、 B 板間產生勻強電場，在電場力的作用下偏轉逐漸減弱，當等離子體不發生偏轉即勻速穿過時，有 $qvB = qE$ ，所以此時兩極板間電勢差 $U = Ed = Bdv$ ，據閉合電路歐姆定律可得電流大小 $I = \frac{Bdv}{R}$ 。

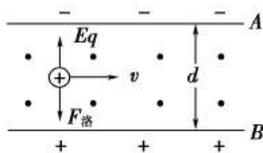


圖 3-5-9

3 · 霍爾效應

如圖 3-5-10 所示，厚度為 h ，寬度為 d 的導體板放在垂直於它的磁感應強度為 B 的勻強磁場中。當電流按如圖方向通過導體板時，在導體板的上側面 A 和下側面 A' 之間會產生電勢差，這種現象稱為霍爾效應。實驗表明，當磁場不太強時，電勢差 U 、電流 I 和 B 的關係為 $U = k \frac{IB}{d}$ ，式中的比例係數 k 稱為霍爾係數。

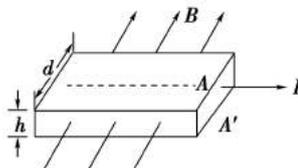
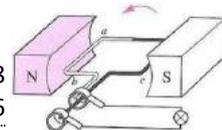
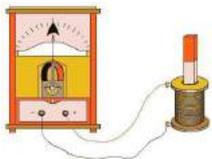


圖 3-5-10

霍爾效應可解釋如下：外部磁場的洛倫茲力使運動的電子聚集在導體板的一側，在導體板的另一側會出現多餘的正電荷，從而形成橫向電場。橫向電場對電子施加與洛倫茲力方向相反的靜電場力。當靜電場力與洛倫茲力達到平衡



時，導體板上下兩側面之間就會形成穩定的電勢差。由 $U = k \frac{IB}{d}$ 可得 $B = \frac{Ud}{kI}$ ，

這也是一種測量磁感應強度 B 的方法。

4. 電磁流量計

(1) 原理

如圖 3-5-11 所示是電磁流量計的示意圖，在非磁性材料做成的圓管道外加一勻強磁場區域，當管中的導電液體流過此磁場區域時，測出管壁上 a 、 b 兩點之間的電勢差 U ，就可以知道管中液體的流量 $Q(\text{m}^3/\text{s})$ ——單位時間內流過液體的體積。

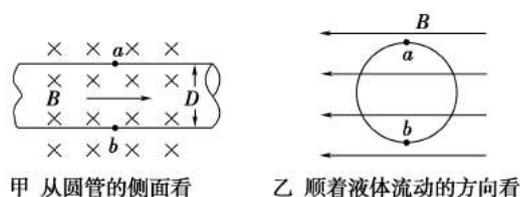


圖 3-5-11

(2) 流量的計算

電荷隨液體流動，受到豎直方向的洛倫茲力，使正負電荷在上下兩側聚集，形成電場。當電場力與洛倫茲力平衡時，達到穩態，此時 $q \frac{U}{D} = qvB$ 得 $v =$

$$\frac{U}{BD}, \text{ 液體流量 } Q = \frac{\pi D^2}{4} v = \frac{\pi D U}{4B}.$$

【題組衝關】

3. 顯像管原理的示意圖如圖 3-5-12 所示，當沒有磁場時，電子束將打在螢光屏正中的 O 點，安裝在管徑上的偏轉線圈可以產生磁場，使電子束發生偏轉。設垂直紙面向裡的磁場方向為正方向，若使電子打在螢光屏上的位置由 a 點逐漸移動到 b 點，下列變化的磁場能夠使電子發生上述偏轉的是()

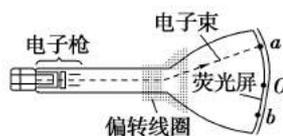
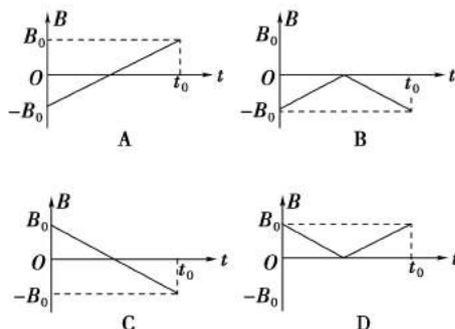
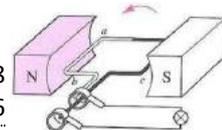
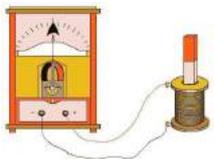


圖 3-5-12



【解析】 電子偏轉到 a 點時，根據左手定則可知，磁場方向垂直紙面向外，對應的 $B-t$ 圖的圖線應在 t 軸下方；電子偏轉到 b 點時，根據左手定則可知，磁場方向垂直紙面向裡，對應的 $B-t$ 圖的圖線應在 t 軸上方，A 正確。

【答案】 A

4. (多選) 不計重力的負粒子能夠在如圖 3-5-13 所示的正交勻強電場和勻強磁場中勻速直線穿過。設產生勻強電場的兩極板間電壓為 U ，距離為 d ，勻強磁場的磁感應強度為 B ，粒子帶電荷量為 q ，進入速度為 v ，以下說法正確的是 ()

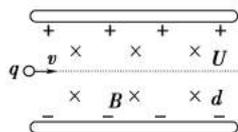


圖 3-5-13

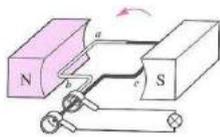
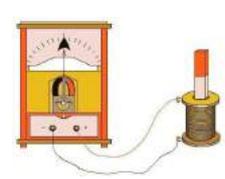
- A. 若同時增大 U 和 B ，其他條件不變，則粒子一定能夠沿直線穿過
- B. 若同時減小 d 和增大 v ，其他條件不變，則粒子可能沿直線穿過
- C. 若粒子向下偏，且能夠飛出極板間，則粒子動能一定減小
- D. 若粒子向下偏，且能夠飛出極板間，則粒子的動能有可能不變

【解析】 粒子能夠直線穿過，則有 $q\frac{U}{d} = qvB$ ，即 $v = \frac{U}{Bd}$ ，若 U 、 B 增大的倍數不同，粒子不能沿直線穿過，A 錯誤；同理若 d 減小幾倍， v 增大幾倍，粒子仍能沿直線穿過，B 正確；粒子向下偏，電場力做負功，又 $W_{洛} = 0$ ，所以 $\Delta E_k < 0$ ，C 項正確，D 項錯誤。

【答案】 BC

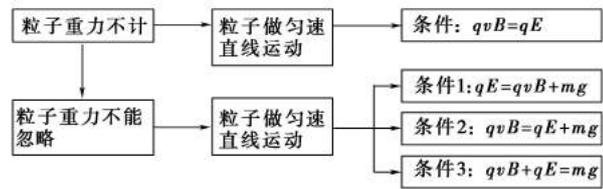
【歸納總結】

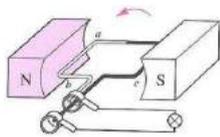
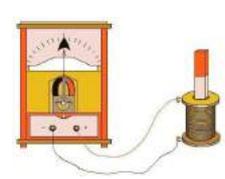
帶電粒子做勻速直線運動的分析技巧



1 · 電場和磁場的方向互相垂直 ·

2 · 分析





第六課題 §1.6 帶電粒子在勻強磁場中的運動 (3 課時)

一、課前自主預習學案

學習目標

1. 根據洛倫茲力的特點，理解帶電粒子垂直進入磁場做勻速圓周運動。
2. 以洛倫茲力為向心力推導出帶電粒子在磁場中做圓周運動的半徑。
3. 掌握質譜儀和迴旋加速器的工作原理。

自主探究

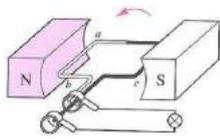
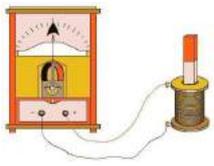
1. 帶電粒子沿著電場線方向飛入勻強電場，將做什麼運動？
2. 帶電粒子垂直於電場線方向飛入勻強電場，將做什麼運動？
3. 物體做勻速圓周運動的條件是什麼？
4. 勻速圓周運動中向心力需要單獨受力分析嗎？若不是，那要怎樣分析？
5. 勻速圓周運動的向心力公式是什麼？
6. 帶電粒子在磁場中的運動
 - (1) 洛倫茲力不改變帶電粒子速度的_____，或者說洛倫茲力對帶電粒子不_____，不改變粒子的_____。
 - (2) 沿著與磁場方向垂直的方向射入磁場的帶電粒子，在勻強磁場中做_____。

合作探究

一、帶電粒子在勻強磁場中的運動

【問題組一】

1. 帶電粒子沿著磁感線方向飛入勻強磁場，將做什麼運動？

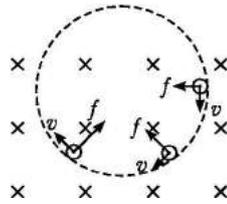


2.帶電粒子垂直於磁感線方向飛入勻強磁場，又做什麼運動呢？

(1)洛倫茲力方向與速度方向什麼關係？洛倫茲力做功嗎？

(2)洛倫茲力對帶電粒子的運動起到什麼作用？

(3)洛倫茲力的大小改變嗎？方向呢？



【跟蹤練習】

1.電子受到怎樣的力的作用？這個力和電子的速度的關係是怎樣的？

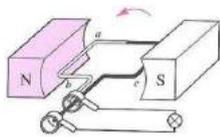
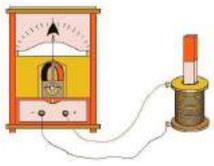
2.洛倫茲力對電子的運動有什麼作用？

3.洛倫茲力做功嗎？

二、相關公式的推導

【問題組二】

一帶電量為 q ，質量為 m ，速度為 v 的帶電粒子垂直進入磁感應強度為 B 的勻強磁場中，其半徑 r 和週期 T 為多大？



問題 1:什麼力給帶電粒子做圓周運動提供向心力?

問題 2:向心力的計算公式是什麼?

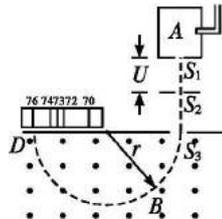
問題 3:

(1)軌道半徑和什麼因素有關?

(2)帶電粒子在磁場中做勻速圓周運動的週期與什麼有關?

【討論】在勻強磁場中如果帶電粒子的運動方向不和磁感應強度方向垂直，它的運動軌道是什麼樣的曲線?

【例題】如圖所示，一質量為 m ，電荷量為 q 的粒子從容器 A 下方小孔 S_1 飄入電勢差為 U 的加速電場，然後讓粒子垂直進入磁感應強度為 B 的磁場中，最後打到底片 D 上。

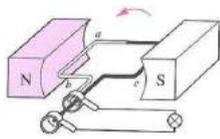
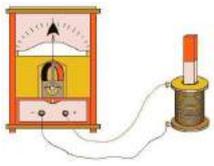


(1)粒子進入磁場時的速率;

(2)求粒子在磁場中運動的軌道半徑.

三、質譜儀、迴旋加速器

【問題組三】



閱讀教材及例題，回答以下問題：

1. 試述質譜儀的結構.
2. 試述質譜儀的工作原理.
3. 分析影響粒子落點位置 d 的因素有哪些.
4. 若磁場確定，測出 d ，那麼我們實際上是測出了什麼?
5. 若磁場一定，我們控制進入的粒子具有相同的電荷量，測出 d ，我們可以測量有關粒子的什麼資訊?
6. 現代科學利用質譜儀分析什麼?

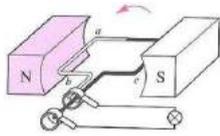
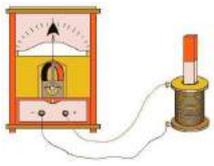
【問題組四】

迴旋加速器

1. 如何保證粒子每次經過金屬盒縫隙時都是被加速?



2. 從圖中我們看到，越轉圓的半徑越大，這是為什麼?
3. 粒子的運動越來越快，也許粒子走過半圓的時間間隔越來越短，這樣兩盒間電勢差的正負變換就要越來越快，從而造成技術上的一個難題，實際情況是這樣嗎?



4. 粒子在半徑為 R 的迴旋加速器中獲得的最大動能為多少? 與什麼因素有關?

【例題】1989 年初，我國投入運行的高能粒子迴旋加速器可以把電子的能量加速到 2.8 GeV ; 若改用直線加速器加速，設每級的加速電壓為 $U=2.0 \times 10^5 \text{ V}$ ，則需要幾級加速?

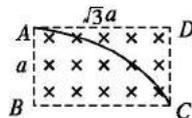
課堂檢測

1. 有一圓形邊界的勻強磁場區域，一束質子流以不同的速率，由圓周上的同一點，沿半徑方向射入磁場，質子在磁場中()

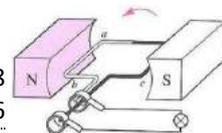
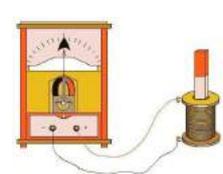
- A. 路程長的運動時間長 B. 速率小的運動時間短
C. 偏轉角度大的運動時間長 D. 運動的時間有可能無限長

3. 三種粒子 ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ 、 ${}^4_2\text{He}$ ，它們以下列情況垂直進入同一勻強磁場，求它們的軌道半徑之比。(1) 具有相同速度; (2) 具有相同動能.

3. 如圖所示，一束電子流以速率 v 通過一個處於矩形空間的勻強磁場，速度方向與磁感線垂直且平行於矩形空間的其中一邊，矩形空間邊長為 $\sqrt{3}a$ 和 a ，電子剛好從矩形的相對的兩個頂點間通過，求電子在磁場中的飛行時間.



4. 已知迴旋加速器中 D 形盒內勻強磁場的磁感應強度 $B=1.5 \text{ T}$ ，D 形盒的半徑為 $R=60 \text{ cm}$ ，兩盒間電壓 $U=2 \times 10^4 \text{ V}$ ，若 α 粒子從間隙中心某處向 D 形盒內以近似等於零的初速度垂直於半徑的方向射入，求粒子在加速器內運行的時間的最大可能值.



二、新課教學：§1.6 帶電粒子在勻強磁場中的運動（第一課時）

課題	§1.6 帶電粒子在勻強磁場中的運動		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2018.01.10	課型	新授課		課時	1 課時

2.1 教學目標

（一）知識與技能

- 1、理解洛倫茲力對粒子不做功。
- 2、理解帶電粒子的初速度方向與磁感應強度的方向垂直時，粒子在勻強磁場中做勻速圓周運動。
- 3、會推導帶電粒子在勻強磁場中做勻速圓周運動的半徑、週期公式，知道它們與哪些因素有關。
- 4、了解迴旋加速器的工作原理。

（二）過程與方法

通過帶電粒子在勻強磁場中的受力分析，靈活解決有關磁場的問題。

（三）情感、態度與價值觀

通過本節知識的學習，充分了解科技的巨大威力，體會科技的創新與應用歷程。

2.2 教學重點難點

帶電粒子在勻強磁場中的受力分析。

帶電粒子在勻強磁場中的運動徑跡。

2.3 教學方法

實驗觀察法、講述法、分析推理法

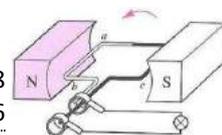
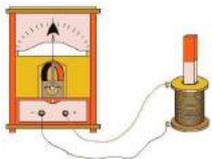
2.4 教學用具

洛倫茲力演示儀、電源、投影儀、投影片、多媒體輔助教學設備。

2.5 教學過程

（一）引入新課

教師：（復習提問）什麼是洛倫茲力？



學生答：磁場對運動電荷的作用力

教師：帶電粒子在磁場中是否一定受洛倫茲力？

學生答：不一定，洛倫茲力的計算公式為 $f=qvB\sin\theta$ ， θ 為電荷運動方向與磁場方向的夾角，當 $\theta=90^\circ$ 時， $f=qvB$ ；當 $\theta=0^\circ$ 時， $f=0$ 。

教師：帶電粒子垂直磁場方向進入勻強磁場時會做什麼運動呢？今天我們來學習——帶電粒子在勻強磁場中的運動。

(二) 進行新課

1、帶電粒子在勻強磁場中的運動

教師：介紹洛倫茲力演示儀。如圖所示。



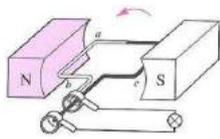
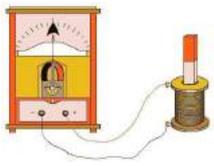
图 3.6-1 洛伦兹力演示仪

教師：引導學生預測電子束的運動情況。

- (1) 不加磁場時，電子束的徑跡；
- (2) 加垂直紙面向外的磁場時，電子束的徑跡；
- (3) 保持出射電子的速度不變，增大或減小磁感應強度，電子束的徑跡；
- (4) 保持磁感應強度不變，增大或減小出射電子的速度，電子束的徑跡。

教師演示，學生觀察實驗，驗證自己的預測是否正確。

實驗現象：在暗室中可以清楚地看到，在沒有磁場作用時，電子的徑跡是直線；在管外加上勻強磁場（這個磁場是由兩個平行的通電環形線圈產生的），電子的徑跡變彎曲成圓形。磁場越強，徑跡的半徑越小；電子的出射速度越大，徑跡的半徑越大。



教師指出：當帶電粒子的初速度方向與磁場方向垂直時，電子受到垂直於速度方向的洛倫茲力的作用，洛倫茲力只能改變速度的方向，不能改變速度的大小。因此，洛倫茲力對粒子不做功，不能改變粒子的能量。洛倫茲力對帶電粒子的作用正好起到了向心力的作用。所以，當帶電粒子的初速度方向與磁場方向垂直時，粒子在勻強磁場中做**勻速圓周運動**。

思考與討論：

帶電粒子在勻強磁場中做勻速圓周運動，其軌道半徑 r 和週期 T 為多大呢？

出示投影片，引導學生推導：

一帶電量為 q ，質量為 m ，速度為 v 的帶電粒子垂直進入磁感應強度為 B 的勻強磁場中，其半徑 r 和週期 T 為多大？如圖所示。

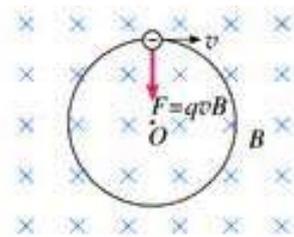


图 3.6-2 带电粒子在匀强磁场中做匀速圆周运动。

學生推導：粒子做勻速圓周運動所需的向心力 $F = m \frac{v^2}{r}$ 是由粒子所受的洛倫茲力提供的，所以

$$qvB = m \frac{v^2}{r}$$

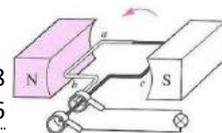
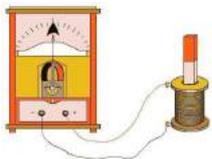
由此得出

$$r = \frac{mv}{qB} \quad \text{①}$$

$$\text{週期 } T = \frac{2\pi r}{v}$$

代入①式得

$$T = \frac{2\pi m}{qB} \quad \text{②}$$



師生互動、總結：由①式可知，粒子速度越大，軌跡半徑越大；磁場越強，軌跡半徑越小，這與演示實驗觀察的結果是一致的。

由②式可知，粒子運動的週期與粒子的速度大小無關。磁場越強，週期越短。

點評：演示實驗與理論推導相結合，使學生從感性認識上升到理性認識，實現認識上的昇華。

教師：介紹帶電粒子在汽泡室運動的徑跡照片，讓學生了解物理學中研究帶電粒子運動的方法。

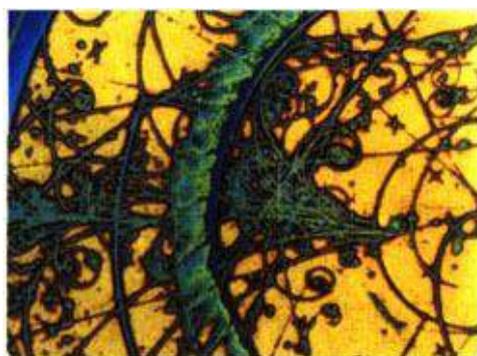


图 3.6-3 带电粒子在汽泡室运动径迹的照片。有的粒子运动过程中能量降低，速度减小，径迹就呈螺旋形。

投影片出示例題：

例題 一个质量为 m 、电荷量为 q 的粒子，从容器下方的小孔 S_1 飘入电势差为 U 的加速电场，然后经过 S_2 沿着与磁场垂直的方向进入磁感应强度为 B 的匀强磁场中，最后打到照相底片 D 上（图 3.6-4）。

- (1) 求粒子进入磁场时的速率。
- (2) 求粒子在磁场中运动的轨道半径。

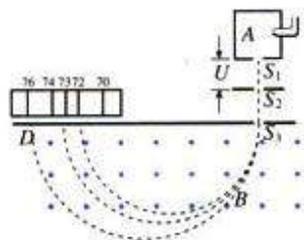
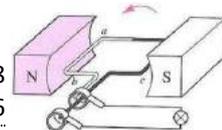
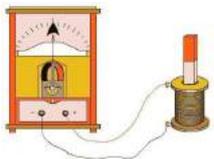


图 3.6-4 质谱仪



解 (1) 粒子进入加速电场时的速度可以认为是零。粒子进入磁场时的速度 v 等于它在电场中被加速而得到的速度。由动能定理，粒子得到的动能 $\frac{1}{2}mv^2$ 等于它在 S_1 、 S_2 之间的加速电场中运动时电场对它做的功 qU ，即

$$\frac{1}{2}mv^2 = qU$$

由此解得

$$v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$$

(2) 粒子在磁场中只受洛伦兹力的作用，这个力与运动方向垂直，不能改变粒子运动的速率，所以粒子的速率总是 v ，做匀速圆周运动。设圆半径为 r ，粒子做匀速圆周运动的向心力可以写为 $\frac{mv^2}{r}$ ，而洛伦兹力为 qvB ，二者相等，即

$$qvB = \frac{mv^2}{r}$$

由此解出

$$r = \frac{mv}{qB}$$

把第 (1) 问中求得的 v 代入，得出粒子在磁场中做匀速圆周运动的轨道半径

$$r = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2mU}{q}}$$

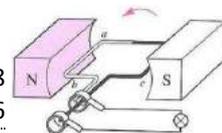
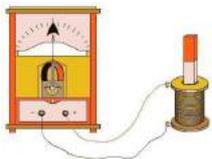
教師引導學生對結果進行討論，讓學生了解有關質譜儀的知識。讓學生了解質譜儀在科學研究中的作用。

2、迴旋加速器

教師：在現代物理學中，人們為探索原子核內部的構造，需要用能量很高的帶電粒子去轟擊原子核，如何才能使帶電粒子獲得巨大能量呢？如果用高壓電源形成的電場對電荷加速，由於受到電源電壓的限制，粒子獲得的能量並不太高。美國物理學家勞倫斯於 1932 年發明了迴旋加速器，巧妙地利用較低的高頻電源對粒子多次加速使之獲得巨大能量，為此在 1939 年勞倫斯獲諾貝爾物理獎。那麼迴旋加速器的工作原理是什麼呢？

引導學生閱讀教材有關內容，了解各種加速器的發展歷程，體會迴旋加速器的優越性。

課件演示，迴旋加速器的工作原理，根據情況先由學生講解後老師再總結。



在講解迴旋加速器工作原理時應使學生明白下面兩個問題：

(1) 在狹縫 $A'A'$ 與 AA 之間，有方向不斷做週期變化的電場，其作用是當粒子經過狹縫時，電源恰好提供正向電壓，使粒子在電場中加速。狹縫的兩側是勻強磁場，其作用是當被加速後的粒子射入磁場後，做圓運動，經半個圓周又回到狹縫處，使之射入電場再次加速。

(2) 粒子在磁場中做圓周運動的半徑與速率成正比，隨著每次加速，半徑不斷增大，而粒子運動的週期與半徑、速率無關，所以每隔相同的時間（半個週期）回到狹縫處，只要電源以相同的週期變化其方向，就可使粒子每到狹縫處剛好得到正向電壓而加速。

(三) 課堂總結、點評

教師活動：讓學生概括總結本節的內容。請一個同學到黑板上總結，其他同學在筆記本上總結，然後請同學評價黑板上的小結內容。

學生活動：認真總結概括本節內容，並把自己這節課的體會寫下來、比較黑板上的小結和自己的小結，看誰的更好，好在什麼地方。

點評：總結課堂內容，培養學生概括總結能力。

教師要放開，讓學生自己總結所學內容，允許內容的順序不同，從而構建他們自己的知識框架。

(四) 實例探究

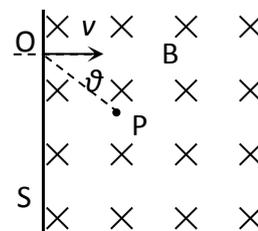
☆帶電粒子在勻強磁場中的勻速圓周運動

【例 1】一個負離子，質量為 m ，電量大小為 q ，以速率 v 垂直於屏 S 經過小孔 O 射入存在著勻強磁場的真空室中，如圖所示。磁感應強度 B 的方向與離子的運動方向垂直，並垂直於圖中紙面向裡。

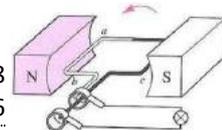
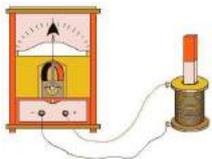
(1) 求離子進入磁場後到達屏 S 上時的位置與 O 點的距離。

(2) 如果離子進入磁場後經過時間 t 到達位置 P ，證明：直線 OP 與離子入射方向之間的夾角 θ 跟 t 的關係是

$$\theta = \frac{qB}{2m}t。$$



解析：(1) 離子的初速度與勻強磁場的方向垂直，在洛倫茲力作用下，做勻速圓周運動。設圓半徑為 r ，則據牛頓第二定律可得：



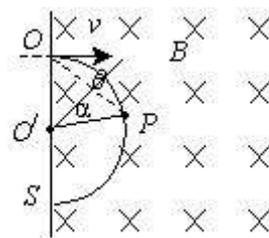
$$Bqv = m \frac{v^2}{r}, \text{ 解得 } r = \frac{mv}{Bq}$$

如圖所示，離子回到屏 S 上的位置 A 與 O 點的距離為： $AO=2r$

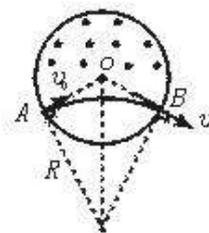
$$\therefore \text{ 所以 } AO = \frac{2mv}{Bq}$$

(2) 當離子到位置 P 時，圓心角： $\alpha = \frac{vt}{r} = \frac{Bq}{m} t$

因為 $\alpha = 2\theta$ ，所以 $\theta = \frac{qB}{2m} t$ 。



【例 2】 如圖所示，半徑為 r 的圓形空間內，存在著垂直於紙面向裡的勻強磁場，一個帶電粒子（不計重力），從 A 點以速度 v_0 垂直磁場方向射入磁場中，並從 B 點射出， $\angle AOB=120^\circ$ ，則該帶電粒子在磁場中運動的時間為_____



- A · $2\pi r/3v_0$
- B · $2\sqrt{3}\pi r/3v_0$
- C · $\pi r/3v_0$
- D · $\sqrt{3}\pi r/3v_0$

解析：首先通過已知條件找到 \widehat{AB} 所對應的圓心 O' ，由圖可知 $\theta=60^\circ$ ，得 $t = \frac{60^\circ}{360^\circ} \cdot T = \frac{\pi m}{3qB}$ ，但題中已知條件不夠，沒有此選項，必須另想辦法找規律表

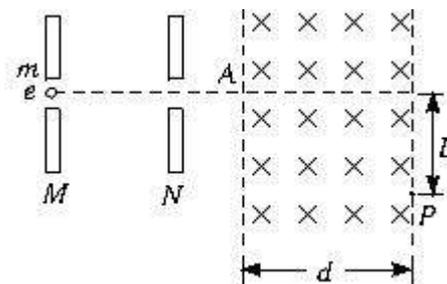
示 t ，由圓周運動和 $t = \frac{\widehat{AB}}{v} = \frac{R \times \theta}{v}$ 。其中 R 為 AB 弧所對應的軌道半徑，由圖

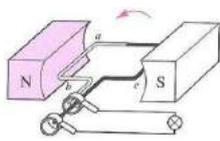
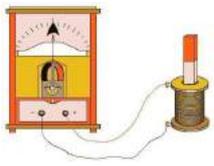
中 $\triangle OO'A$ 可得 $R = \sqrt{3}r$ ，所以 $t = \sqrt{3}r \times \pi/3v_0$ ，D 選項正確。

答案：D

【例 3】 電子自靜止開始經 M 、 N 板間（兩板間的電壓為 u ）的電場加速後從 A 點垂直於磁場邊界射入寬度為 d 的勻強磁場中，電子離開磁場時的位置 P 偏離入射方向的距離為 L ，如圖所示。求勻強磁場的磁感應強度。

（已知電子的質量為 m ，電量為 e ）





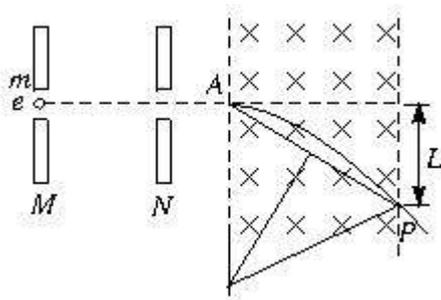
解析：電子在 M 、 N 間加速後獲得的速度為 v ，由動能定理得：

$$\frac{1}{2}mv^2 - 0 = eu$$

電子進入磁場後做勻速圓周運動，設其半徑為 r ，則：

$$evB = m\frac{v^2}{r}$$

電子在磁場中的軌跡如圖，由幾何得：



$$\frac{L}{\sqrt{L^2 + d^2}} = \frac{\sqrt{L^2 + d^2}}{r}$$

由以上三式得：
$$B = \frac{2L}{L^2 + d^2} \sqrt{\frac{2mu}{e}}$$

★課餘作業

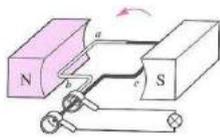
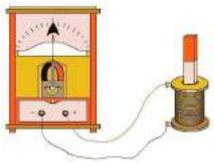
完成 P₁₀₈“問題與練習”第 1、2、5 題。書面完成第 3、4 題。

2.6 板書設計

1、帶電粒子在勻強磁場中的運動

當帶電粒子的初速度方向與磁場方向垂直時，粒子在勻強磁場中做勻速圓周運動。

$$r = \frac{mv}{qB} \quad \text{①}$$



$$T = \frac{2\pi m}{qB} \quad \text{②}$$

2、迴旋加速器

(1) 在狹縫 $A'A'$ 與 AA 之間，有方向不斷做週期變化的電場，其作用是當粒子經過狹縫時，電源恰好提供正向電壓，使粒子在電場中加速。狹縫的兩側是勻強磁場，其作用是當被加速後的粒子射入磁場後，做圓運動，經半個圓周又回到狹縫處，使之射入電場再次加速。

(2) 粒子在磁場中做圓周運動的半徑與速率成正比，隨著每次加速，半徑不斷增大，而粒子運動的週期與半徑、速率無關，所以每隔相同的時間（半個週期）回到狹縫處，只要電源以相同的週期變化其方向，就可使粒子每到狹縫處剛好得到正向電壓而加速。

2.7 教學反思

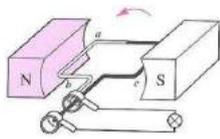
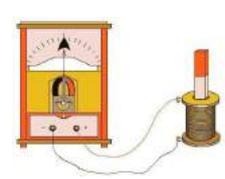
本節內容是磁場中的重點內容。在多媒體課件的演示下，學生很容易理解帶電粒子垂直進入磁場做勻速圓周運動，軌道半徑和週期也不難明白，但更重要的是讓學生注重了解過程，抓住解決這類問題的關鍵。帶電粒子在磁場中運動的綜合性題目在聯考中常常見到，有時甚至以壓軸題出現，要很好地解決它，不是僅僅知道軌道半徑公式和週期公式就行的，分析出粒子的運動過程，找出其幾何關係，才是解決問題的關鍵。

為了使學生更好的理解帶電粒子在勻強磁場中運動的過程，採用課件動畫模擬，從而反復觀察直到學生清楚為止，也驗證著相關的猜想和結果。整節課採用了逐步提問的方式，階梯式地上升，逼近結果，得出結論。

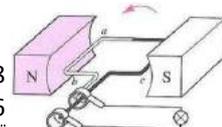
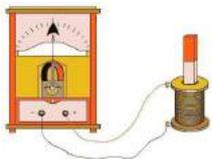
①本節課使用了多媒體，使得很難講的問題變的輕鬆，使得抽象的東西變得具體。學生比較輕鬆的理解帶電粒子在勻強磁場中做勻速圓周運動。

②本節課加強了另外一個難點的訓練，幾何知識在物理中的應用，在講帶電粒子在有界磁場中的運動時，每種類型後面都配有相應的練習，都能訓練學生作圖、找幾何關係，加強了本節課的難點教學。

教學中存在的問題



③課堂中留給學生相互交流的時間太少了，應該加強師生、生生之間的互動。在課堂中應留出一定的時間，引導學生與學生之間的交流，讓他們在相互交流中得到啟發，調整自己的學習方法。



三、重點探究：§1.6 帶電粒子在勻強磁場中的運動（第二、三課時）

課題	§1.6 帶電粒子在勻強磁場中的運動		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2018.01.11 2018.01.15	課型	復習課		課時	2 課時

學習目標	知識脈絡
1.了解帶電粒子在勻強磁場中的運動規律。(重點) 2.掌握帶電粒子在勻強磁場中做勻速圓周運動的半徑公式和週期公式及應用。(重點、難點) 3.了解質譜儀和迴旋加速器的工作原理。(難點)	

3.1 知識點一：帶電粒子在勻強磁場中的運動

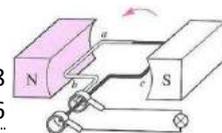
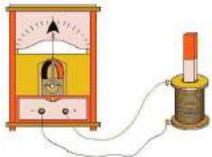
	帶電粒子在勻強磁場中的運動
--	---------------

【基礎初探】

[先填空]

1. 洛倫茲力演示儀觀察運動電子在磁場中運動

實驗操作	軌跡特點
不加磁場時	電子束的徑跡是 <u>直線</u>
給勵磁線圈通電後	電子束的徑跡是 <u>圓</u>



保持電子速度不變，改變磁感應強度	磁感應強度越大，軌跡半徑 <u>越小</u>
保持磁感應強度不變，改變電子速度	電子速度越大，軌跡半徑 <u>越大</u>

2. 帶電粒子在勻強磁場中的運動

(1) 洛倫茲力的作用效果

① 洛倫茲力不改變(A. 改變 B. 不改變)帶電粒子速度的大小，或者說洛倫茲力不對(A. 對 B. 不對)帶電粒子做功，不改變(A. 改變 B. 不改變)粒子的能量。

② 洛倫茲力總與速度方向垂直，正好起到了充當向心力的作用。

(2) 運動規律

帶電粒子沿著與磁場垂直方向射入勻強磁場中做勻速圓周運動。 $qvB = m\frac{v^2}{r}$

① 軌道半徑： $r = \frac{mv}{qB}$

② 運動週期： $T = \frac{2\pi m}{qB}$

[再判斷]

1. 帶電粒子在勻強磁場中做圓周運動的半徑，與粒子的質量和速度無關。(×)

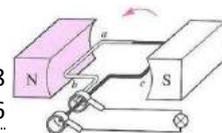
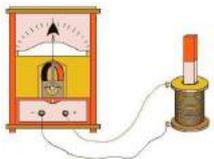
2. 運動電荷進入磁場後(無其他場)可能做勻速圓周運動，不可能做類平拋運動。(√)

3. 運動電荷進入磁場後(無其他場)可能做勻加速直線運動，不可能做勻速直線運動。(×)

[後思考]

帶電粒子若垂直進入非勻強磁場後做半徑不斷變化的運動，這時公式 $r = \frac{mv}{qB}$ 是否成立？

【提示】 成立。在非勻強磁場中，隨著 B 的變化，粒子軌跡的圓心、半徑不斷變化，但粒子運動到某位置的半徑仍由 B 、 q 、 v 、 m 決定，仍滿足 $r = \frac{mv}{qB}$ 。



【核心突破】

如圖 3-6-1 所示，磁感應強度為 B 的勻強磁場左、右邊緣平行，磁場的寬度為 d ，正粒子射入磁場的速度方向與左邊緣夾角為 θ ，已知，粒子質量為 m 、帶電荷量為 q ，與磁場右側邊界恰好相切。

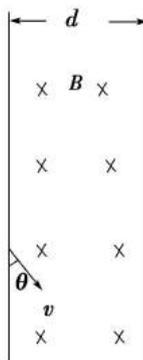


圖 3-6-1

探討 1：如何確定帶電粒子做勻速圓周運動的圓心？

【提示】 作入射方向(過入射點)和右側邊界(切點處)的垂線，兩垂線的交點即為圓心。

探討 2：粒子作勻速圓周的半徑是多大？

【提示】 $r = \frac{d}{1 + \cos \theta}$

探討 3：粒子射入磁場的速度是多大？

【提示】 $v = \frac{Bdq}{m(1 + \cos \theta)}$

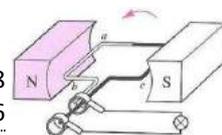
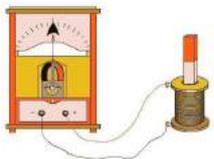
【核心點擊】

1. 勻速圓周運動的軌道半徑和週期

質量為 m 電荷量為 q 的帶電粒子，垂直磁場方向進入磁感應強度為 B 的勻強磁場中，

(1)若不計粒子重力，運動電荷只受洛倫茲力作用，由洛倫茲力提供向心力，即 $qvB = m\frac{v^2}{r}$ ，可得 $r = \frac{mv}{qB}$ 。

(2)由軌道半徑與週期的關係可得： $T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi \times \frac{mv}{qB}}{v} = \frac{2\pi m}{qB}$ 。



2. 有界磁場內部分圓周軌跡的分析方法

(1) 軌跡圓心的兩種確定方法.

① 已知粒子運動軌跡上兩點的速度方向時，作這兩速度的垂線，交點即為圓心，如圖 3-6-2 所示.

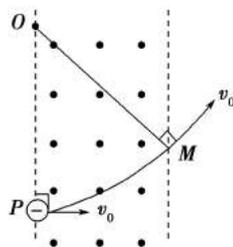


圖 3-6-2

② 已知粒子軌跡上的兩點和其中一點的速度方向時，畫出粒子軌跡上的兩點連線(即過這兩點的圓的弦)，作它的中垂線，並畫出已知點的速度垂線，則弦的中垂線與速度的垂線的交點即為圓心，如圖 3-3-3 所示.

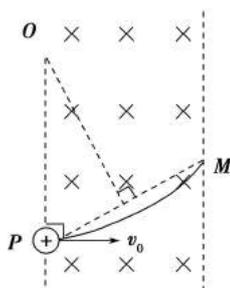


圖 3-6-3

(2) 三種求半徑的方法.

① 根據半徑公式 $r = \frac{mv}{qB}$ 求解.

② 根據畢氏定理求解，如圖 3-6-4 所示，若已知出射點相對於入射點側移了 x ，則滿足 $r^2 = d^2 + (r-x)^2$.

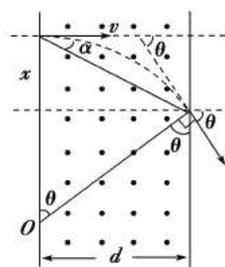
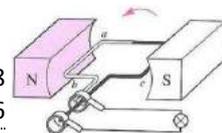
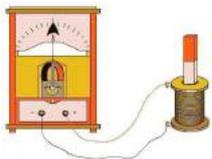


圖 3-6-4

③ 根據三角函數求解，如圖 3-6-4 所示，若已知出射速度方向與水準方向



的夾角為 θ ，磁場的寬度為 d ，則有關係式 $r = \frac{d}{\sin \theta}$ 。

(3)四種角度關係。

①速度的偏向角(φ)等於圓心角(α)。

②圓心角 α 等於 AB 弦與速度方向的夾角(弦切角 θ)的2倍($\varphi = \alpha = 2\theta = \omega t$)。

③相對的弦切角(θ)相等，與相鄰的弦切角(θ')互補，即 $\theta + \theta' = 180^\circ$ ，如圖3-6-5所示。

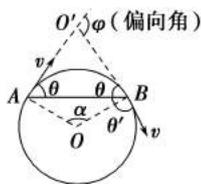


圖 3-6-5

④進出同一直邊界時速度方向與該直邊界的夾角相等。

(4)兩種求時間的方法。

①利用圓心角求解，若求出這部分圓弧對應的圓心角，則 $t = \frac{\theta}{2\pi} T$ 。

②利用弧長 s 和速度 v 求解， $t = \frac{s}{v}$ 。

【題組衝關】

1. 如圖3-6-6所示，水準導線中有電流 I 通過，導線正下方的電子初速度的方向與電流 I 的方向相同，則電子將()

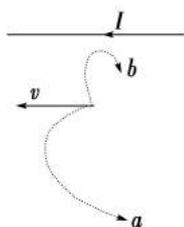
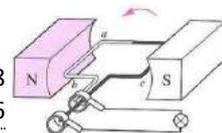
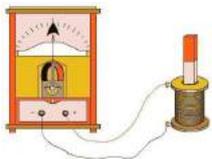


圖 3-6-6

- A. 沿路徑 a 運動，軌跡是圓
- B. 沿路徑 a 運動，軌跡半徑越來越大
- C. 沿路徑 a 運動，軌跡半徑越來越小
- D. 沿路徑 b 運動，軌跡半徑越來越小

【解析】 由左手定則可判斷電子運動軌跡向下彎曲。又由 $r = \frac{mv}{qB}$ 知， B



減小， r 越來越大，故電子的徑跡是 a 。故選 B。

【答案】 B

2. 如圖 3-6-7 所示，半徑為 R 的圓是一圓柱形勻強磁場區域的橫截面(紙面)，磁感應強度大小為 B ，方向垂直於紙面向外。一電荷量為 $q(q>0)$ 、質量為 m 的粒子沿平行於直徑 ab 的方向射入磁場區域，射入點與 ab 的距離為 $\frac{R}{2}$ 。已知粒子射出磁場與射入磁場時運動方向間的夾角為 60° ，則粒子的速率為(不計重力)()

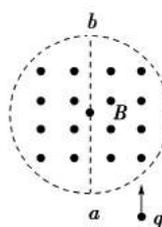


圖 3-6-7

A. $\frac{qBR}{2m}$

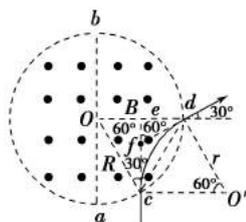
B. $\frac{qBR}{m}$

C. $\frac{3qBR}{2m}$

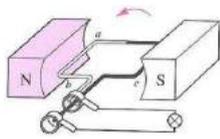
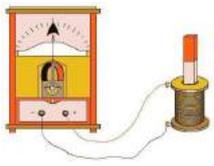
D. $\frac{2qBR}{m}$

【解析】 本題應從帶電粒子在磁場中的圓周運動角度入手並結合數學知識解決問題。

帶電粒子從距離 ab 為 $\frac{R}{2}$ 處射入磁場，且射出時與射入時速度方向的夾角為 60° ，粒子運動軌跡如圖， ce 為射入速度所在直線， d 為射出點，射出速度反向延長交 ce 於 f 點，磁場區域圓心為 O ，帶電粒子所做圓周運動圓心為 O' ，則 O 、 f 、 O' 在一條直線上，由幾何關係得帶電粒子所做圓周運動的軌跡半徑為 R ，由 $F_{\text{洛}} = F_n$ 得 $qvB = \frac{mv^2}{R}$ ，解得 $v = \frac{qBR}{m}$ ，選項 B 正確。



【答案】 B



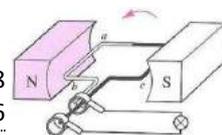
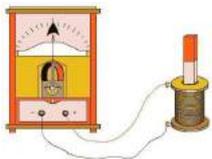
【歸納總結】

帶電粒子在有界勻強磁場中做勻速圓周運動問題的解題技巧

(1)畫軌跡：先定圓心，再畫完整圓弧，後補畫磁場邊界最後確定粒子在磁場中的軌跡(部分圓弧)。

(2)找聯繫： r 與 B 、 v 有關，如果題目要求計算速率 v ，一般要先計算 r 、 t 與角度和週期 T 有關，如果題目要求計算粒子在磁場中運動的時間 t ，一般要先計算粒子在磁場中運動的部分圓弧所對應的圓心角和粒子的週期。

(3)用規律：根據幾何關係求半徑和圓心角，再根據半徑和週期公式與 B 、 v 等聯繫在一起。



3.2 知識點二：質譜儀和迴旋加速器

知識點 ②	質譜儀和迴旋加速器
-------	-----------

【基礎初探】

[先填空]

1. 質譜儀

(1)原理圖：如圖 3-6-8 所示。

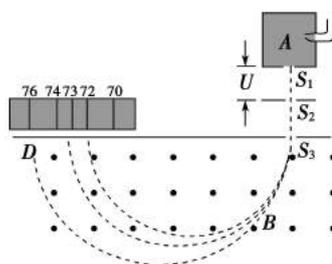


圖 3-6-8

(2)加速

帶電粒子進入質譜儀的加速電場，由動能定理得： $qU = \frac{1}{2}mv^2$.①

(3)偏轉

帶電粒子進入質譜儀的偏轉磁場做勻速圓周運動，洛倫茲力提供向心力：

$$qvB = \frac{mv^2}{r}.②$$

(4)由①②兩式可以求出粒子的運動半徑 r 、質量 m 、比荷 $\frac{q}{m}$ 等。其中由 $r =$

$\frac{1}{B} \sqrt{\frac{2mU}{q}}$ 可知電荷量相同時，半徑將隨質量變化。

(5)質譜儀的應用

可以測定帶電粒子的質量和分析同位素。

2. 迴旋加速器的結構

兩個中空的半圓金屬盒 D_1 和 D_2 ，處於與盒面垂直的勻強磁場中， D_1 和 D_2 間有一定的電勢差，如圖 3-6-9 所示。

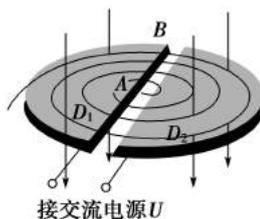
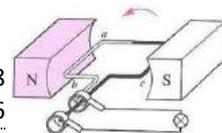
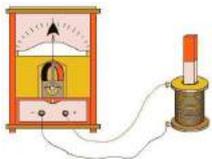


圖 3-6-9

[再判斷]

1. 迴旋加速器的半徑越大，帶電粒子獲得的最大動能就越大。(√)
2. 利用迴旋加速器加速帶電粒子，要提高加速粒子的最終能量，應盡可能增大磁感應強度 B 和 D 形盒的半徑 R 。(√)
3. 帶電粒子做勻速圓周運動的半徑與帶電粒子進入磁場時速度的大小有關，而週期與速度、半徑都無關。(√)

[後思考]

迴旋加速器所用交流電壓的週期由什麼決定？

【提示】 為了保證每次帶電粒子經過狹縫時均被加速，使之能量不斷提高，交流電壓的週期必須等於帶電粒子在迴旋加速器中做勻速圓周運動的週期，即 $T = \frac{2\pi m}{qB}$ 。因此，交流電壓的週期由帶電粒子的質量 m 、帶電粒子的帶電量 q 和加速器中的磁場的磁感應強度 B 來決定。

【核心突破】

如圖 3-6-10 所示，為迴旋加速器原理圖。

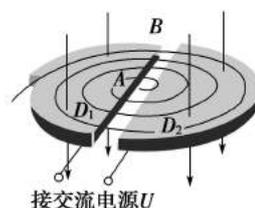
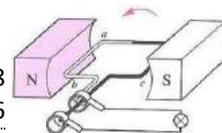
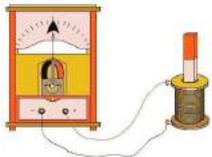


圖 3-6-10

探討 1：迴旋加速器所加的電場和磁場各起什麼作用？電場為什麼是交變電場？

【提示】 電場對電荷加速，磁場使電荷偏轉，為了使粒子每次經過 D 形盒的縫隙時都被加速，需加上與它圓周運動週期相同的交變電場。



探討 2：粒子每次經過 D 形盒狹縫時，電場力做功多少一樣嗎？

【提示】 一樣。

探討 3：粒子經迴旋加速器加速後，最終獲得的動能與交變電壓大小有無關係？

【提示】 無關。

[核心點擊]

1. **磁場的作用**：帶電粒子以某一速度垂直磁場方向進入勻強磁場後，在洛倫茲力的作用下做勻速圓周運動。其週期在 q 、 m 、 B 不變的情況下與速度和軌道半徑無關，帶電粒子每次進入 D 形盒都運動半個週期 $\left(\frac{\pi m}{qB}\right)$ 後平行電場方向進入電場加速。如圖 3-6-11 所示。

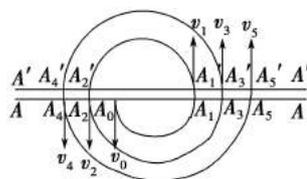


圖 3-6-11

2. **電場的作用**：迴旋加速器的兩個 D 形盒之間的狹縫區域存在週期性變化的且垂直於兩個 D 形盒正對截面的勻強電場，帶電粒子經過該區域時被加速。根據動能定理： $qU = \Delta E_k$ 。

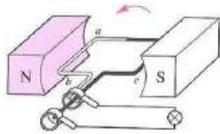
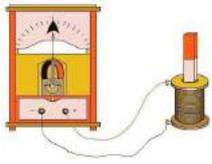
3. **交變電壓的作用**：為保證粒子每次經過狹縫時都被加速，使之能量不斷提高，需在狹縫兩側加上跟帶電粒子在 D 形盒中運動週期相同的交變電壓。

4. **帶電粒子的最終能量**：由 $r = \frac{mv}{qB}$ 知，當帶電粒子的運動半徑最大時，其速度也最大，若 D 形盒半徑為 R ，則帶電粒子的最終動能 $E_{km} = \frac{q^2 B^2 R^2}{2m}$ 。

可見，要提高加速粒子的最終能量，應盡可能地增大磁感應強度 B 和 D 形盒的半徑 R 。

5. **粒子被加速次數的計算**：粒子在迴旋加速器中被加速的次數 $n = \frac{E_{km}}{qU}$ (U 是加速電壓的大小)，一個週期加速兩次。

6. **粒子在迴旋加速器中運動的時間**：在電場中運動的時間為 t_1 ，在磁場中



運動的時間為 $t_2 = \frac{n}{2}T = \frac{n\pi m}{qB}$ (n 是粒子被加速次數)，總時間為 $t = t_1 + t_2$ ，因為 $t_1 \ll t_2$ ，一般認為在盒內的時間近似等於 t_2 。

【題組衝關】

3. 現代質譜儀可用來分析比質子重很多倍的離子，其示意圖如圖 3-6-12 所示，其中加速電壓恒定。質子在入口處從靜止開始被加速電場加速，經勻強磁場偏轉後從出口離開磁場。若某種一價正離子在入口處從靜止開始被同一加速電場加速，為使它經勻強磁場偏轉後仍從同一出口離開磁場，需將磁感應強度增加到原來的 12 倍。此離子和質子的質量比約為()

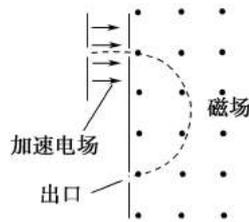


圖 3-6-12

- A · 11 B · 12
C · 121 D · 144

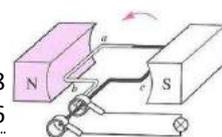
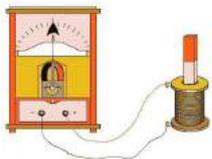
【解析】 帶電粒子在加速電場中運動時，有 $qU = \frac{1}{2}mv^2$ ，在磁場中偏轉時，其半徑 $r = \frac{mv}{qB}$ ，由以上兩式整理得： $r = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2mU}{q}}$ 。由於質子與一價正離子的電荷量相同， $B_1 : B_2 = 1 : 12$ ，當半徑相等時，解得： $\frac{m_2}{m_1} = 144$ ，選項 D 正確。

【答案】 D

4. 迴旋加速器 D 形盒中央為質子流，D 形盒的交流電壓為 U ，靜止質子經電場加速後，進入 D 形盒，其最大軌道半徑為 R ，磁場的磁感應強度為 B ，質子質量為 m 、電荷量為 e 。求：

- (1) 質子最初進入 D 形盒的動能；
- (2) 質子經迴旋加速器最後得到的動能；
- (3) 交流電源的週期。

【解析】 (1) 質子在電場中加速，由動能定理得：
 $eU = E_k - 0$ ，解得： $E_k = eU$ 。



(2) 由 $R = \frac{mv_m}{eB}$ ， $E_{km} = \frac{1}{2}mv_m^2$ 可解得質子的最大動能：

$$E_{km} = \frac{e^2 B^2 R^2}{2m}$$

(3) 交變電源的週期與質子圓周運動的週期相同，故交變電源的週期 $T = \frac{2\pi m}{eB}$ 。

【答案】 (1) eU (2) $\frac{e^2 B^2 R^2}{2m}$ (3) $\frac{2\pi m}{eB}$

【歸納總結】

分析迴旋加速器問題的兩個誤區

(1) 誤認為交變電壓的週期隨粒子軌跡半徑的變化而變化，實際上交變電壓的週期是不變的。

(2) 誤認為粒子的最終能量與加速電壓的大小有關，實際上，粒子的最終能量由磁感應強度 B 和 D 形盒的半徑決定，與加速電壓的大小無關。

第七課：綜合複習（2 課時）

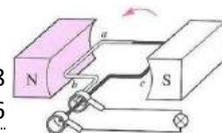
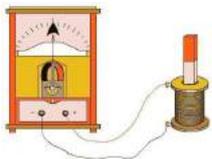
課題	綜合複習		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2018.01.16 2018.01.17	課型	復習課		課時	2 課時

綜合複習一：章末分層突破（第一課時）

7.1 要點一：有關安培力問題的分析與計算

安培力既可以使通電導體靜止、運動或轉動，又可以對通電導體做功，因此有關安培力問題分析與計算的基本思路和方法與力學問題一樣，先取研究對象進行受力分析，判斷通電導體的運動情況，然後根據題中條件由牛頓定律或動能定理等規律列式求解。具體求解應從以下幾個方面著手分析：

1. 安培力的大小



- (1)當通電導體和磁場方向垂直時， $F=ILB$.
- (2)當通電導體和磁場方向平行時， $F=0$.
- (3)當通電導體和磁場方向的夾角為 θ 時， $F=ILB\sin\theta$.

2·安培力的方向

- (1)安培力的方向由左手定則確定·
- (2) $F_{安}\perp B$ ，同時 $F_{安}\perp L$ ，即 $F_{安}$ 垂直於 B 和 L 決定的平面，但 L 和 B 不一定垂直·

3·安培力作用下導體的狀態分析

通電導體在安培力的作用下可能處於平衡狀態，也可能處於運動狀態·對導體進行正確的受力分析，是解決該類問題的關鍵·分析的一般步驟是：

- (1)明確研究對象，這裡的研究對象一般是通電導體·
- (2)正確進行受力分析並畫出導體的受力分析圖，必要時畫出側視圖、俯視圖等·
- (3)根據受力分析確定通電導體所處的狀態或運動過程·
- (4)運用平衡條件或動力學知識列式求解·

例1 如圖 3-1 所示，電源電動勢 $E=2\text{ V}$ ，內阻 $r=0.5\ \Omega$ ，豎直導軌寬 $L=0.2\text{ m}$ ，導軌電阻不計·另有一質量 $m=0.1\text{ kg}$ ，電阻 $R=0.5\ \Omega$ 的金屬棒，它與導軌間的動摩擦因數 $\mu=0.4$ ，靠在導軌的外面·為使金屬棒不滑動，施加一與紙面夾角為 30° 且與導體棒垂直指向紙裡的勻強磁場(設最大靜摩擦力等於滑動摩擦力， g 取 10 m/s^2)·求：

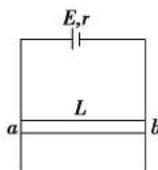
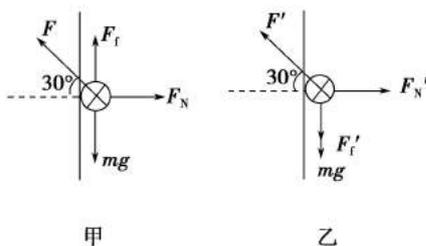
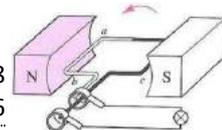
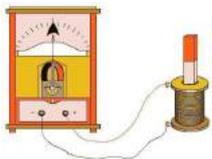


圖 3-1

- (1)此磁場的方向；
- (2)磁感應強度 B 的取值範圍·

【解析】 (1)要使金屬棒靜止，安培力應斜向上指向紙裡，畫出由 $a\rightarrow b$ 的側視圖，並對棒 ab 受力分析如下圖所示·經分析知磁場的方向斜向下指向紙裡·



(2)如圖甲所示，當 ab 棒有向下滑的趨勢時，受靜摩擦力向上為 F_f ，則：

$$F \sin 30^\circ + F_f - mg = 0$$

$$F = B_1 I L$$

$$F_f = \mu F \cos 30^\circ$$

$$I = E / (R + r)$$

聯立四式並代入數值得 $B_1 = 3.0 \text{ T}$.

當 ab 棒有向上滑的趨勢時，受靜摩擦力向下為 F'_f ，如圖乙所示，則：

$$F' \sin 30^\circ - F'_f - mg = 0$$

$$F'_f = \mu F' \cos 30^\circ$$

$$F' = B_2 I L$$

$$I = \frac{E}{R + r}$$

可解得 $B_2 = 16.3 \text{ T}$.

所以若保持金屬棒靜止不滑動，磁感應強度應滿足 $3.0 \text{ T} \leq B \leq 16.3 \text{ T}$.

【答案】 (1)斜向下指向紙裡 (2) $3.0 \text{ T} \leq B \leq 16.3 \text{ T}$

7.2 要點二：帶電粒子在洛倫茲力作用下的多解問題

1. 帶電粒子的電性不確定形成多解

受洛倫茲力作用的帶電粒子，可能帶正電，也可能帶負電，當粒子具有相同速度時，正負粒子在磁場中運動軌跡不同，導致多解。如圖 3-2 所示，帶電粒子以速率 v 垂直進入勻強磁場，若帶正電，其軌跡為 a ；若帶負電，其軌跡為 b 。

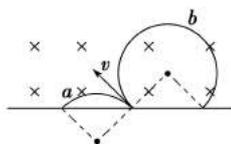
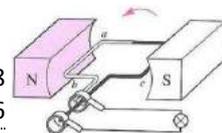
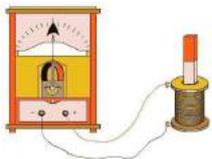


圖 3-2

2. 磁場方向的不確定形成多解



磁感應強度是向量，如果題述條件只給出磁感應強度的大小，而未說明磁感應強度的方向，則應考慮因磁場方向不確定而導致的多解。如圖 3-3 所示，帶正電的粒子以速率 v 垂直進入勻強磁場，若 B 垂直紙面向裡，其軌跡為 a ，若 B 垂直紙面向外，其軌跡為 b 。

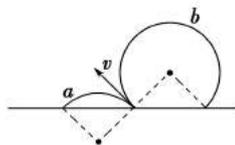


圖 3-3

3. 臨界狀態不唯一形成多解

帶電粒子在洛倫茲力作用下飛越有界磁場時，由於粒子運動軌跡是圓弧狀，因此，它可能穿過去了，也可能轉過 180° 從入射面邊界反向飛出，如圖 3-4 所示，於是形成了多解。

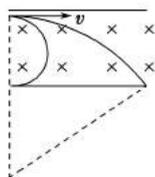


圖 3-4

4. 運動的往復性形成多解

帶電粒子在部分是電場、部分是磁場的空間運動時，運動往往具有往復性，從而形成多解，如圖 3-5 所示。

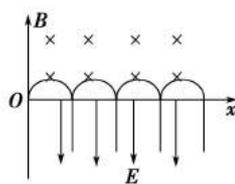


圖 3-5

例 2 在 x 軸上方有勻強電場，場強為 E ，在 x 軸下方有勻強磁場，磁感應強度為 B ，方向如圖 3-6 所示。在 x 軸上有一點 M ，離 O 點距離為 l ，現有一帶電量為 $+q$ 的粒子，從靜止開始釋放後能經過 M 點，求如果此粒子在 y 軸上靜止釋放，其座標應滿足什麼關係？(重力忽略不計)。

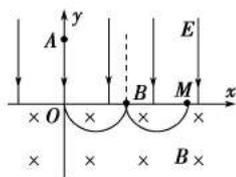
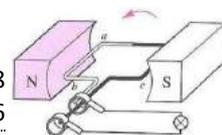
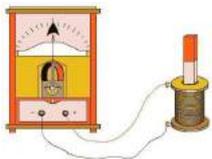


圖 3-6

【解析】 要使帶電粒子從靜止釋放後能運動到 M 點，必須把粒子放在電場中 A 點先加速才行，當粒子經加速以速度 v 進入磁場後，只受洛倫茲力而做勻速圓周運動，運動半周後到達 B 點，再做減速運動，上升到與 A 點等高處，再返回做加速運動，到 B 點後又以速度 v 進入磁場做圓周運動，半徑與前者相同，以後重複前面的運動，從圖中可以看出，要想經過 M 點， OM 距離應為直

徑的整數倍，即滿足 $2R \cdot n = \overline{OM} = l$ 。

$$2R \cdot n = l \quad \text{①}$$

$$R = \frac{mv}{qB} \quad \text{②}$$

$$Eq \cdot y = \frac{1}{2}mv^2 \quad \text{③}$$

聯立①②③可得： $y = \frac{B^2 l^2 q}{8n^2 m E} (n=1、2、3\dots)$

【答案】 見解析

7.3 典例精析

1. 質量為 m 、長為 L 的直導體棒放置於四分之一光滑圓軌道上，整個裝置處於豎直向上、磁感應強度為 B 的勻強磁場中，直導體棒中通有恆定電流，平衡時導體棒與圓弧圓心的連線與豎直方向成 60° 角，其截面圖如圖 3-7 所示，則下列關於導體棒中電流的分析正確的是()

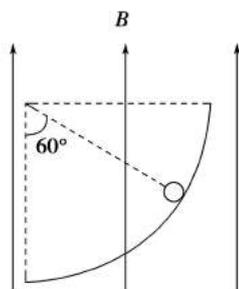
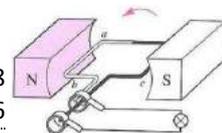
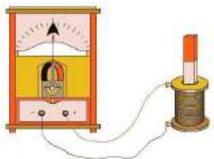


圖 3-7



- A. 導體棒中電流垂直紙面向外，大小為 $\frac{\sqrt{3}mg}{BL}$
- B. 導體棒中電流垂直紙面向外，大小為 $\frac{\sqrt{3}mg}{3BL}$
- C. 導體棒中電流垂直紙面向裡，大小為 $\frac{\sqrt{3}mg}{BL}$
- D. 導體棒中電流垂直紙面向裡，大小為 $\frac{\sqrt{3}mg}{3BL}$

【解析】 平衡時導體棒受到豎直向下的重力、斜向左上方的彈力和水準向右的安培力，重力和安培力的合力大小與彈力大小相等，方向相反，由平衡條件有 $\tan 60^\circ = \frac{BIL}{mg} = \sqrt{3}$ ，得導體棒中電流 $I = \frac{\sqrt{3}mg}{BL}$ 。再由左手定則可知，導體棒中電流的方向應垂直紙面向裡，故選項 C 正確。

【答案】 C

2. 有兩個勻強磁場區域 I 和 II，I 中的磁感應強度是 II 中的 k 倍。兩個速率相同的電子分別在兩磁場區域做圓周運動。與 I 中運動的電子相比，II 中的電子()

- A. 運動軌跡的半徑是 I 中的 k 倍
- B. 加速度的大小是 I 中的 k 倍
- C. 做圓周運動的週期是 I 中的 k 倍
- D. 做圓周運動的角速度與 I 中的相等

【解析】 兩速率相同的電子在兩勻強磁場中做勻速圓周運動，且 I 磁場磁感應強度 B_1 是 II 磁場磁感應強度 B_2 的 k 倍。

A：由 $qvB = \frac{mv^2}{r}$ 得 $r = \frac{mv}{qB} \propto \frac{1}{B}$ ，即 II 中電子運動軌跡的半徑是 I 中的 k 倍，

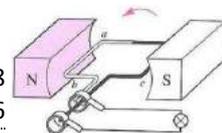
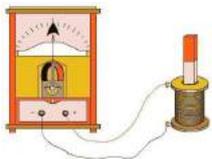
選項 A 正確。

B：由 $F_{\text{合}} = ma$ 得 $a = \frac{F_{\text{合}}}{m} = \frac{qvB}{m} \propto B$ ，所以 $\frac{a_2}{a_1} = \frac{1}{k}$ ，選項 B 錯誤。

C：由 $T = \frac{2\pi r}{v}$ 得 $T \propto r$ ，所以 $\frac{T_2}{T_1} = k$ ，選項 C 正確。

D：由 $\omega = \frac{2\pi}{T}$ 得 $\frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{k}$ ，選項 D 錯誤。

正確選項為 A、C。



【答案】 AC

3. (多選)如圖 3-8, xOy 平面的一、二、三象限記憶體在垂直紙面向外, 磁感應強度 $B=1\text{ T}$ 的勻強磁場, ON 為處於 y 軸負方向的彈性絕緣薄擋板, 長度為 9 m , M 點為 x 軸正方向上一點, $OM=3\text{ m}$. 現有一個比荷大小為 $\frac{q}{m}=1.0\text{ C/kg}$ 可視為質點帶正電的小球(重力不計)從擋板下端 N 處小孔以不同的速度向 x 軸負方向射入磁場, 若與擋板相碰就以原速率彈回, 且碰撞時間不計, 碰撞時電荷量不變, 小球最後都能經過 M 點, 則小球射入的速度大小可能是()

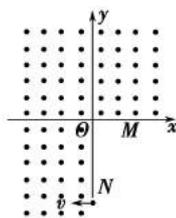


圖 3-8

A · 3 m/s

B · 3.75 m/s

C · 4 m/s

D · 5 m/s

【解析】

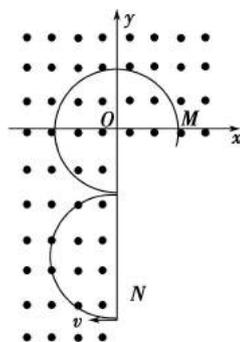
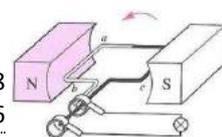
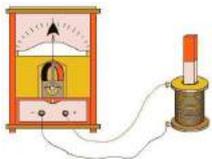


圖 1

因為小球通過 y 軸的速度方向一定是 $+x$ 方向, 故帶電小球圓周運動軌跡半徑最小值為 3 m , 即 $R_{\min} = \frac{mv_{\min}}{qB}$, 解得 $v_{\min} = 3\text{ m/s}$; 經驗證, 帶電小球以 3 m/s 速度進入磁場, 與 ON 碰撞一次, 再經四分之三圓周經過 M 點, 如圖 1 所示, A 項正確; 當帶電小球與 ON 不碰撞, 直接經過 M 點, 如圖 2 所示, 小球速度沿 $-x$ 方向射入磁場, 則圓心一定在 y 軸上, 作出 MN 的垂直平分線, 交於 y 軸的點即得圓心位置, 由幾何關係解得軌跡半徑最大值 $R_{\max} = 5\text{ m}$, 又 R_{\max}



$= \frac{mv_{\max}}{qB}$ ，解得 $v_{\max} = 5 \text{ m/s}$ ，D 項正確；當小球速度大

於 3 m/s 、小於 5 m/s 時，軌跡如圖 3 所示，由幾何條件計算可知軌跡半徑 $R = 3.75 \text{ m}$ ，由半徑公式 $R = \frac{mv}{qB}$ 得 $v = 3.75 \text{ m/s}$ ，B 項正確，由分析易知選項 C 錯誤。

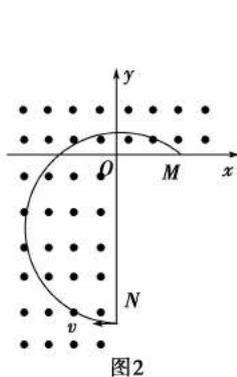


图2

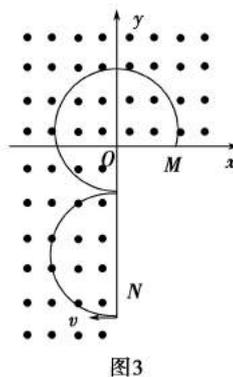


图3

【答案】 ABD

4. (多選) 如圖 3-9 所示， S 處有一電子源，可向紙面內任意方向發射電子，平板 MN 垂直於紙面，在紙面內的長度 $L = 9.1 \text{ cm}$ ，中點 O 與 S 間的距離 $d = 4.55 \text{ cm}$ ， MN 與 SO 直線的夾角為 θ ，板所在平面有電子源的一側區域有方向垂直於紙面向外的勻強磁場，磁感應強度 $B = 2.0 \times 10^{-4} \text{ T}$ ，電子質量 $m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ，電荷量 $e = -1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ，不計電子重力，電子源發射速度 $v = 1.6 \times 10^6 \text{ m/s}$ 的一個電子，該電子打在板上可能位置的區域的長度為 l ，則()

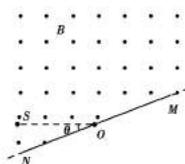


圖 3-9

- A · $\theta = 90^\circ$ 時， $l = 9.1 \text{ cm}$
- B · $\theta = 60^\circ$ 時， $l = 9.1 \text{ cm}$
- C · $\theta = 45^\circ$ 時， $l = 4.55 \text{ cm}$
- D · $\theta = 30^\circ$ 時， $l = 4.55 \text{ cm}$

【解析】

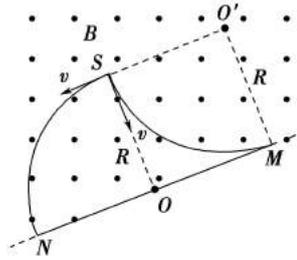
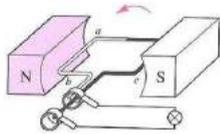
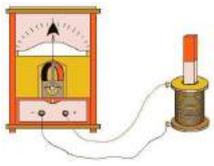


圖 1

電子在磁場中運動，洛倫茲力提供向心力： $evB = \frac{mv^2}{R}$ ， $R = \frac{mv}{Be} = 4.55 \times 10^{-2}$

$m = 4.55 \text{ cm} = \frac{L}{2}$ ， $\theta = 90^\circ$ 時，擊中板的範圍如圖 1， $l = 2R = 9.1 \text{ cm}$ ，選項 A 正

確。 $\theta = 60^\circ$ 時，擊中板的範圍如圖 2 所示， $l < 2R = 9.1 \text{ cm}$ ，選項 B 錯誤。

$\theta = 30^\circ$ ，如圖 3 所示 $l = R = 4.55 \text{ cm}$ ，當 $\theta = 45^\circ$ 時，擊中板的範圍如圖 4 所示， $l >$

R ($R = 4.55 \text{ cm}$)，故選項 D 正確，選項 C 錯誤。

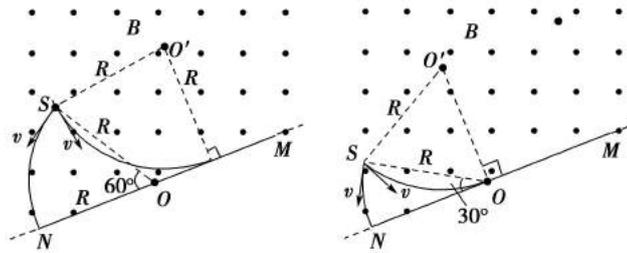


圖 2

圖 3

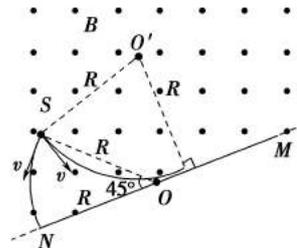


圖 4

【答案】 AD

5. 如圖 3-10 所示，一長為 10 cm 的金屬棒 ab 用兩個完全相同的彈簧水準地懸掛在勻強磁場中；磁場的磁感應強度大小為 0.1 T，方向垂直於紙面向裡；彈簧上端固定，下端與金屬棒絕緣。金屬棒通過開關與一電動勢為 12 V 的電池相連，電路總電阻為 2Ω 。已知開關斷開時兩彈簧的伸長量為 0.5 cm；閉合開關，系統重新平衡後，兩彈簧的伸長量與開關斷開時相比均改變了 0.3 cm。重力加速度大小取 10 m/s^2 。判斷開關閉合後金屬棒所受安培力的方向，並求出金屬棒的質量。

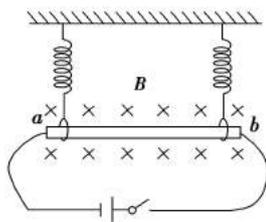
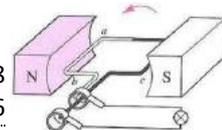
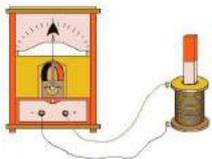


圖 3-10

【解析】 依題意，開關閉合後，電流方向從 b 到 a ，由左手定則可知，金屬棒所受的安培力方向豎直向下。

開關斷開時，兩彈簧各自相對於其原長伸長了 $\Delta l_1 = 0.5 \text{ cm}$ 。由胡克定律和力的平衡條件得

$$2k\Delta l_1 = mg \quad \text{①}$$

式中， m 為金屬棒的質量， k 是彈簧的勁度係數， g 是重力加速度的大小。

開關閉合後，金屬棒所受安培力的大小為

$$F = IBL \quad \text{②}$$

式中， I 是回路電流， L 是金屬棒的長度。兩彈簧各自再伸長了 $\Delta l_2 = 0.3 \text{ cm}$ ，由胡克定律和力的平衡條件得

$$2k(\Delta l_1 + \Delta l_2) = mg + F \quad \text{③}$$

由歐姆定律有

$$E = IR \quad \text{④}$$

式中， E 是電池的電動勢， R 是電路總電阻。

聯立①②③④式，並代入題給數據得

$$m = 0.01 \text{ kg} \quad \text{⑤}$$

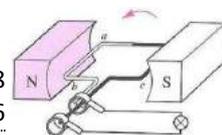
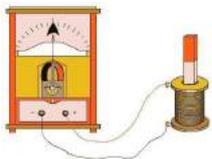
【答案】 安培力的方向豎直向下，金屬棒的質量為 0.01 kg

6. 如圖 11 甲所示，勻強磁場垂直於 xOy 平面，磁感應強度 B_1 按圖乙所示規律變化(垂直於紙面向外為正)。 $t=0$ 時，一比荷為 $\frac{q}{m} = 1 \times 10^5 \text{ C/kg}$ 的帶正電粒子從原點沿 y 軸正方向射入，速度大小 $v = 5 \times 10^4 \text{ m/s}$ ，不計粒子重力。

(1) 求帶電粒子在勻強磁場中運動的軌道半徑；

(2) 求 $t = \frac{\pi}{2} \times 10^{-4} \text{ s}$ 時帶電粒子的座標；

(3) 保持 b 中磁場不變，再加一垂直於 xOy 平面向外的恒定勻強磁場 B_2 ，其



磁感應強度為 0.3 T ，在 $t=0$ 時，粒子仍以原來的速度從原點射入，求粒子回到座標原點的時刻。

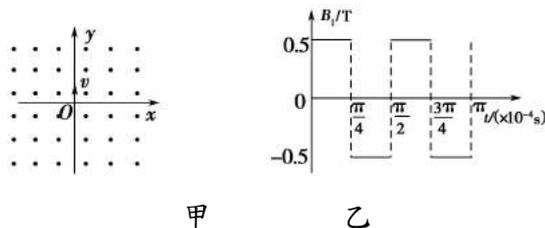


圖 3-11

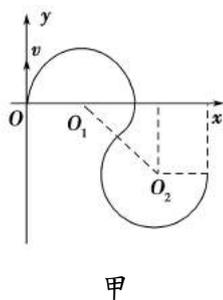
【解析】 (1)帶電粒子在勻強磁場中運動，洛侖茲力提供向心力，則 $qvB_1 = m\frac{v^2}{r}$

代入數據解得： $r=1\text{ m}$ 。

(2)帶電粒子在磁場中運動的週期 $T_0 = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi}{5} \times 10^{-4}\text{ s}$

在 $0 \sim \frac{\pi}{4} \times 10^{-4}\text{ s}$ 過程中，粒子運動了 $\frac{5T_0}{8}$ ，圓弧對應的圓心角 $\theta_1 = \frac{5\pi}{4}$

在 $\frac{\pi}{4} \times 10^{-4}\text{ s} \sim \frac{\pi}{2} \times 10^{-4}\text{ s}$ 過程中，粒子又運動了 $\frac{5T_0}{8}$ ，圓弧對應的圓心角 $\theta_2 = \frac{5\pi}{4}$



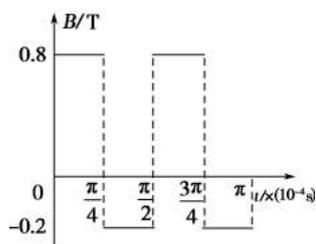
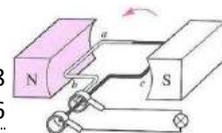
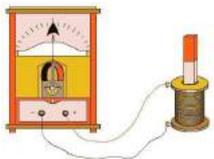
軌跡如圖甲所示，根據幾何關係可知，橫坐標： $x = 2r + 2r\sin\frac{\pi}{4} = (2 + \sqrt{2})$

$\text{m} \approx 3.41\text{ m}$

縱坐標： $y = -2r\cos\frac{\pi}{4} = -\sqrt{2}\text{m} \approx -1.41\text{ m}$

所以帶電粒子的座標為 $(3.41\text{ m}, -1.41\text{ m})$ 。

(3)施加 $B_2=0.3\text{ T}$ 的勻強磁場與原磁場疊加後，如圖乙所示，



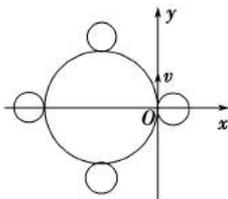
乙

①當 $nT \leq t < nT + \frac{T}{2}$ ($n=0, 1, 2, \dots$) 時，

$$T_1 = \frac{2\pi m}{q(B_1 + B_2)} = \frac{\pi}{4} \times 10^{-4} \text{ s}$$

②當 $nT + \frac{T}{2} \leq t < (n+1)T$ ($n=0, 1, 2, \dots$) 時， $T_2 = \frac{2\pi m}{q(B_1 - B_2)} = \pi \times 10^{-4} \text{ s}$

粒子運動軌跡如圖丙所示，則粒子回到原點的時刻為

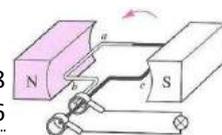
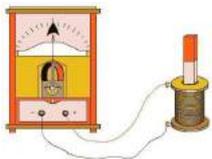


丙

$$t_1 = \left[\frac{\pi}{4} + 2n\pi \right] \times 10^{-4} \text{ s}$$

$$t_2 = 2(n+1)\pi \times 10^{-4} \text{ s} \quad (n=0, 1, 2, \dots)$$

【答案】 (1) 1 m (2) (3.41 m, -1.41 m) (3) $t_1 = \left[\frac{\pi}{4} + 2n\pi \right] \times 10^{-4} \text{ s}$ $t_2 = 2(n+1)\pi \times 10^{-4} \text{ s}$ ($n=0, 1, 2, \dots$)



綜合複習二：模塊綜合檢測（第二課時）

一、選擇題(每小題列出的四個備選項中只有一個是符合題目要求的)

1.如圖 1 所示，把輕質導電線圈用絕緣細線懸掛在磁鐵 N 極附近，磁鐵的軸線穿過線圈的圓心且垂直於線圈平面，當線圈內通入圖示方向的電流時，線圈將()

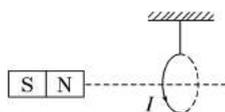
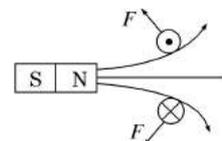


圖 1

- A · 向左運動
- B · 向右運動
- C · 靜止不動
- D · 無法確定

解析：選 A 方法一：等效法。把通電線圈等效成小磁鐵，由安培定則可知，線圈等效成小磁鐵後，左端是 S 極，右端是 N 極，根據異名磁極相互吸引，線圈將向左運動。選項 A 正確。



方法二：電流元法。取線圈的上、下兩小段分析，如圖所示，根據其中心對稱性可知線圈所受安培力的合力水準向左，故線圈向左運動。選項 A 正確。

2.如圖 2 所示，A、B、C、D、E 是半徑為 r 的圓周上等間距的五個點，在這些點上各固定一個點電荷，除 A 點處的電荷量為 $-q$ 外，其餘各點處的電荷量均為 $+q$ ，則圓心 O 處()

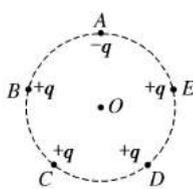
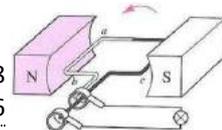
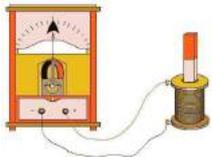


圖 2

- A · 場強大小為 $\frac{kq}{r^2}$ ，方向沿 OA 方向
- B · 場強大小為 $\frac{kq}{r^2}$ ，方向沿 AO 方向
- C · 場強大小為 $\frac{2kq}{r^2}$ ，方向沿 OA 方向
- D · 場強大小為 $\frac{2kq}{r^2}$ ，方向沿 AO 方向



減小，根據動能定理可得 $-eU_{OA} = 0 - E_k$ ，因為 $U_{OA} = \frac{U}{d}h$ ，所以 $E_k = \frac{eUh}{d}$ ，所以正確選項為 D。

5. 醫生做某些特殊手術時，利用電磁血流計來監測通過動脈的血流速度。電磁血流計由一對電極 a 和 b 以及一對磁極 N 和 S 構成，磁極間的磁場是均勻的。使用時，兩電極 a 、 b 均與血管壁接觸，兩觸點的連線、磁場方向和血流速度方向兩兩垂直，如圖 5 所示。由於血液中的正負離子隨血流一起在磁場中運動，電極 a 、 b 之間會有微小電勢差。在達到平衡時，血管內部的電場可看做勻強電場，血液中的離子所受的電場力和磁場力的合力為零。在某次監測中，兩觸點間的距離為 3.0 mm，血管壁的厚度可忽略，兩觸點間的電勢差為 $160 \mu\text{V}$ ，磁感應強度的大小為 0.040 T。則血流速度的近似值和電極 a 、 b 的正負為()

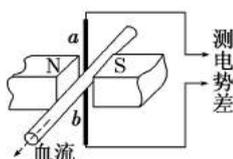


圖 5

- A · 1.3 m/s, a 正、 b 負 B · 2.7 m/s, a 正、 b 負
C · 1.3 m/s, a 負、 b 正 D · 2.7 m/s, a 負、 b 正

解析：選 A 根據左手定則，正離子在磁場中受到洛倫茲力的作用向上偏，負離子在磁場中受到洛倫茲力的作用向下偏，因此電極 a 為正極，電極 b 為負極；當達到平衡時，血液中的離子所受的電場力和磁場力的合力為零，則

$$qE = Bqv, \text{ 又 } E = \frac{U}{d}, \text{ 得 } v = \frac{U}{Bd} = \frac{160 \times 10^{-6}}{0.04 \times 3 \times 10^{-3}} \text{ m/s} = 1.3 \text{ m/s}, \text{ 選項 A 正確。}$$

6. 如圖 6， MN 為鋁質薄平板，鋁板上方和下方分別有垂直於圖平面的勻強磁場(未畫出)。一帶電粒子從緊貼鋁板上表面的 P 點垂直於鋁板向上射出，從 Q 點穿越鋁板後到達 PQ 的中點 O 。已知粒子穿越鋁板時，其動能損失一半，速度方向和電荷量不變。不計重力。鋁板上方和下方的磁感應強度大小之比為()

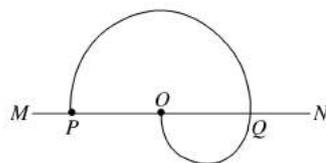
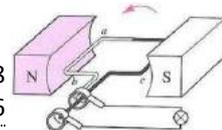
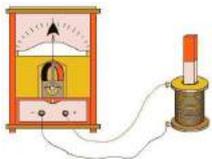


圖 6



- A · 2 B. $\sqrt{2}$ C · 1 D. $\frac{\sqrt{2}}{2}$

解析：選 D 根據題圖中的幾何關係及帶電粒子在勻強磁場中的運動性質可知：帶電粒子在鋁板上方做勻速圓周運動的軌道半徑 r_1 是其在鋁板下方做勻速圓周運動的軌道半徑 r_2 的 2 倍。設粒子在 P 點的速度為 v_1 ，根據牛頓第二定

律可得 $qv_1B_1 = \frac{mv_1^2}{r_1}$ ，則 $B_1 = \frac{mv_1}{qr_1} = \frac{\sqrt{2mE_k}}{qr_1}$ ；同理， $B_2 = \frac{mv_2}{qr_2} = \frac{\sqrt{2m \cdot \frac{1}{2}E_k}}{qr_2}$ ，則 $\frac{B_1}{B_2} =$

$\frac{\sqrt{2}}{2}$ ，D 正確，A、B、C 錯誤。

7. 如圖 7 所示，空間有一垂直紙面的磁感應強度為 0.5 T 的勻強磁場，一質量為 0.2 kg 且足夠長的絕緣木板靜止在光滑水平面上，在木板左端無初速地放置一質量為 0.1 kg、電荷量 $q = +0.2$ C 的滑塊，滑塊與絕緣木板之間的動摩擦因數為 0.5，滑塊受到的最大靜摩擦力可認為等於滑動摩擦力。 $t = 0$ 時對木板施加方向水準向左、大小為 0.6 N 的恒力， g 取 10 m/s^2 。則()

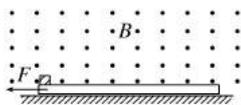
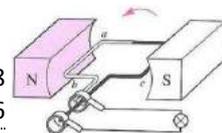
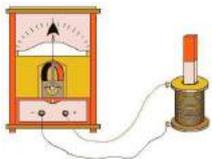


圖 7

- A · 木板和滑塊一直做加速度為 2 m/s^2 的勻加速運動
 B · 滑塊開始做加速度減小的變加速運動，最後做速度為 10 m/s 的勻速運動
 C · 木板先做加速度為 2 m/s^2 的勻加速運動，再做加速度增大的運動，最後做加速度為 3 m/s^2 的勻加速運動
 D · $t = 5 \text{ s}$ 後滑塊和木塊有相對運動

解析：選 C 開始一段時間內，滑塊和木板以相同的加速度 $a_1 = 2 \text{ m/s}^2$ 做勻加速直線運動，選項 B 錯誤；隨著滑塊速度增大，所受向上的洛倫茲力增大，滑塊與木板間的壓力減小，最大靜摩擦力減小，直到 t_1 時刻兩者加速度開始不再相等則發生相對運動，此時對滑塊有 $\mu(mg - qv_1B) = ma_1$ ， $v_1 = a_1t_1$ ，解得 $v_1 = 6 \text{ m/s}$ ， $t_1 = 3 \text{ s}$ ，即經過 3 s 兩者速度達到 6 m/s 時發生相對運動，選項 D 錯誤；之後滑塊做加速度減小的加速運動，木板做加速度增大的加速運動，最後滑塊所受洛倫茲力與重力平衡，以速度 v_2 做勻速運動，由 $qv_2B = mg$ 解得 $v_2 =$



10 m/s，而木板加速度增加到 $a_2=3 \text{ m/s}^2$ ，做勻加速直線運動，選項 A 錯誤、C 正確。

8. 長為 L 的直導線 ab 斜放(夾角為 θ)在水準軌道上，軌道平行且間距為 d ，通過 ab 的電流為 I ，勻強磁場的磁感應強度為 B ，如圖 8 所示，則導線 ab 所受安培力的大小為()

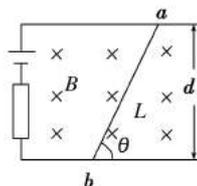


圖 8

A. $\frac{IdB}{\cos \theta}$

B. $\frac{IdB}{\sin \theta}$

C. $ILB\sin \theta$

D. $ILB\cos \theta$

解析：選 B 導線 ab 所受安培力的大小為 $F=BIL=\frac{IdB}{\sin \theta}$ ，選項 B 正確。

9. 如圖 9，兩電荷量分別為 $Q(Q>0)$ 和 $-Q$ 的點電荷對稱地放置在 x 軸上原點 O 的兩側， a 點位於 x 軸上 O 點與點電荷 Q 之間， b 點位於 y 軸

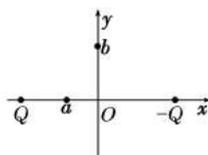


圖 9

O 點上方，取無窮遠處的電勢為零。下列說法正確的是()

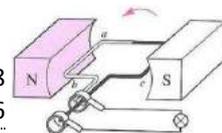
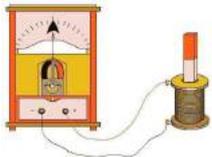
A. b 點電勢為零，電場強度也為零

B. 正的試探電荷在 a 點的電勢能大於零，所受電場力方向向左

C. 將正的試探電荷從 O 點移到 a 點，必須克服電場力做功

D. 將同一正的試探電荷先後從 O 、 b 兩點移到 a 點，後者電勢能的變化較大

解析：選 C 因為等量異種電荷在其連線的中垂線上的電場方向為水準指向負電荷，所以電場方向與中垂線方向垂直，故中垂線為等勢線，因為中垂線延伸到無窮遠處，所以中垂線的電勢為零，故 b 點的電勢為零，但是電場強度不為零，A 錯誤；等量異種電荷連線上，電場方向由正電荷指向負電荷，方向



水準向右，在中點 O 處電勢為零， O 點左側電勢為正，右側電勢為負，又知道正電荷在正電勢處電勢能為正，故 B 錯誤； O 點的電勢低於 a 點的電勢，電場力做負功，所以必須克服電場力做功，C 正確； O 點和 b 點的電勢相等，所以先後從 O 、 b 點移到 a 點，電場力做功相等，電勢能變化相同，D 錯誤。

10. 如圖 10 所示電路中，三只燈泡原來都正常發光，當滑動變阻器的滑動觸頭 P 向右移動時，下面判斷正確的是()

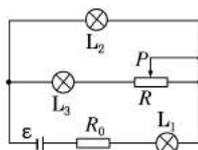


圖 10

- A · L_1 變暗， L_2 和 L_3 變亮
- B · L_1 變暗， L_2 變亮， L_3 亮度不變
- C · L_1 中電流變化值大於 L_3 中電流變化值
- D · L_1 上電壓變化值小於 L_2 上的電壓變化值

解析：選 D 當滑片右移時，滑動變阻器接入電阻增大，則電路中總電阻增大，由閉合電路歐姆定律可知電路中總電流減小，故 L_1 變暗；電路中電流減小，故內阻及 R_0 、 L_1 兩端的電壓減小，而電動勢不變，故並聯部分的電壓增大，故 L_2 變亮；因 L_2 中電流增大，乾路電流減小，故流過 L_3 的電流減小，故 L_3 變暗；故 A、B 錯誤；因 L_1 中電流減小， L_3 中電流減小，而 L_2 中電流增大；開始時有： $I_1 = I_2 + I_3$ ，故 I_1 電流的變化值一定小於 L_3 中電流的變化值，故 C 錯誤；因並聯部分的電壓與 L_1 、 R_0 及內電阻上的總電壓等於電源的電動勢； L_2 兩端的電壓增大， L_1 、 R_0 及內阻 r 兩端的電壓減小，而電動勢不變，故 L_2 兩端電壓增大值應等於其他三個電阻的減小值，故 L_1 上電壓變化值小於 L_2 上的電壓變化值，故 D 正確。

11. 如圖 11 所示，在勻強電場和勻強磁場共存的區域內，電場的場強為 E ，方向豎直向下，磁場的磁感應強度為 B ，方向垂直於紙面向裡，一質量為 m 的帶電粒子，在場區內的一豎直平面內做勻速圓周運動，則可判斷該帶電質點()

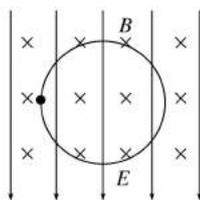
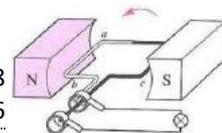
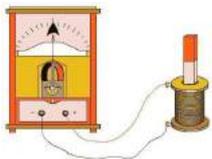


圖 11

- A · 帶有電荷量為 $\frac{mg}{E}$ 的正電荷
- B · 沿圓周逆時針運動
- C · 運動的角速度為 $\frac{gB}{E}$
- D · 運動的速率

解析：選 C。帶電粒子在豎直平面內做勻速圓周運動，有 $mg = qE$ ，求得電荷量 $q = \frac{mg}{E}$ ，根據電場強度方向和電場力方向判斷出粒子帶負電，故 A 錯誤；B. 由左手則可判斷粒子沿順時針方向運動，故 B 錯誤；C. 由 $qvB = mv\omega$ 得 $\omega = \frac{qB}{m} = \frac{mgB}{Em} = \frac{gB}{E}$ ，故 C 正確；D. 在速度選擇器裝置中才能判斷帶電粒子的速度，故 D 錯誤。

12. 如圖 12 所示，在豎直向下的勻強磁場中有兩根豎直放置的平行粗糙導軌 CD、EF，導軌上放有一金屬棒 MN。現從 $t=0$ 時刻起，給金屬棒通以圖示方向的電流且電流大小與時間成正比，即 $I=kt$ ，其中 k 為常量，金屬棒與導軌始終垂直且接觸良好。下列關於導體棒的速度 v 、加速度 a 隨時間 t 變化的關係圖像，可能正確的是()

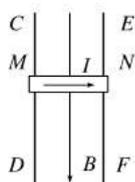
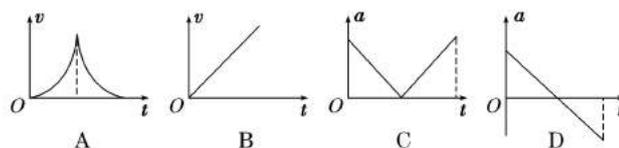
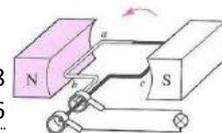
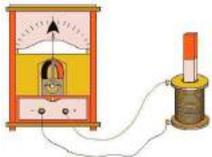


圖 12



解析：選 D 導體棒受到導軌的支持力大小等於安培力大小，即 $F_N = BIL$



$=BkLt \propto t$ ，在豎直方向上有 $mg - \mu F_N = ma$ ，則 $a = g - \frac{BkL}{m}t$ ，選項 D 正確，C 錯誤；根據導體棒向下先做加速度逐漸減小的變加速運動，後做加速度逐漸增大的變減速運動的過程可知，選項 A、B 錯誤。

13. 如圖 13 所示，豎直平面內的光滑絕緣軌道 ABC，其中 AB 為傾斜直軌道，BC 為與 AB 相切的圓形軌道，並且圓形軌道處在勻強磁場中，磁場方向垂直紙面向裡。質量相同的甲、乙、丙三個小球中，甲球帶正電，乙球帶負電，甲、乙兩球的電荷量相等，丙球不帶電，現將三個小球在軌道 AB 上分別從不同高度處由靜止釋放，都恰好通過圓形軌道的最高點，則下列說法中正確的是 ()

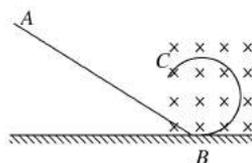


圖 13

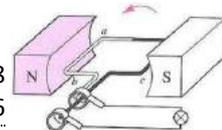
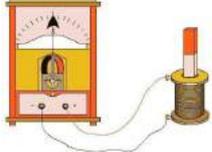
- A · 經過最高點時三個小球的速度相等
- B · 經過最高點時甲的速度最小
- C · 甲釋放時的位置與乙相同
- D · 運動過程中三個小球的機械能保持不變

解析：選 D 在圓形軌道最高點，甲球所受的洛倫茲力向下，則有 $mg + Bqv_{甲} = \frac{mv_{甲}^2}{R}$ ，乙球所受的洛倫茲力向上，則 $mg - Bqv_{乙} = \frac{mv_{乙}^2}{R}$ ，丙球不帶電，則有 $mg = \frac{mv_{丙}^2}{R}$ ，故經過最高點時甲的速度最大，選項 A、B 錯誤。小球在運動過程中，只有重力做功，故機械能守恆，甲釋放時的位置比乙高，選項 C 錯誤，D 正確。

二、實驗題

14. 一課外小組同學想要測量一個電源的電動勢及內阻。準備的器材有：電流錶(0~200 mA，內阻是 12 Ω)，電阻箱 R(最大阻值 9.9 Ω)，一個開關和若干導線。

(1) 由於電流錶 A 的量程較小，考慮到安全因素，同學們將一個定值電阻和電流錶並聯，若要使並聯後流過定值電阻的電流是流過電流錶的電流的 2 倍，



則定值電阻的阻值 $R_0 = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$ 。

(2)設計的電路圖如圖 14 甲所示。若實驗中記錄電阻箱的阻值 R 和電流錶的示數 I ，並計算出 $\frac{1}{I}$ ，得到多組數據後描點作出 $R - \frac{1}{I}$ 圖線如圖乙所示，則該電源的電動勢 $E = \underline{\hspace{2cm}} \text{V}$ ，內阻 $r = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$ 。

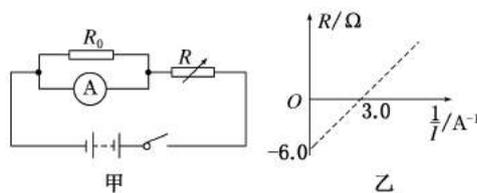


圖 14

解析：(1)由題意可知，設通過電流錶的電流為 I ，則通過電阻 R_0 的電流為 $2I$ ；則 $R_0 = \frac{1}{2}R_A = 6 \Omega$ ；

(2) R_0 與 R_A 並聯後的電阻為 $R_1 = \frac{6 \times 12}{6 + 12} \Omega = 4 \Omega$ ，根據全電路歐姆定律： $E = 3I(R + R_1 + r)$ ，變形可得： $R = \frac{E}{3} \cdot \frac{1}{I} - (4 + r)$ ；由圖線可知： $4 + r = 6$ ， $\frac{E}{3} = \frac{6}{3}$ ，則 $r = 2 \Omega$ ， $E = 6 \text{V}$ 。

答案：(1)6 (2)6 2

15. 某實驗小組研究兩個未知元件 X 和 Y 的伏安特性，使用的器材包括電壓表(內阻約為 $3 \text{k}\Omega$)、電流錶(內阻約為 1Ω)、定值電阻等。

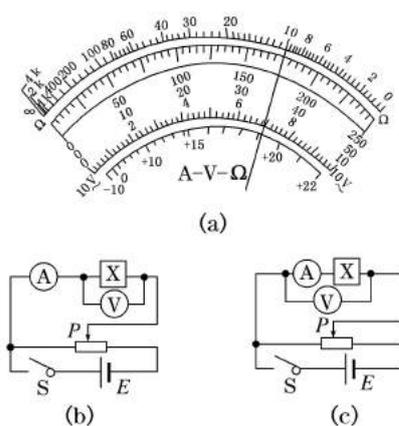
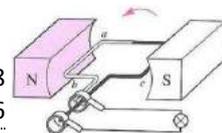
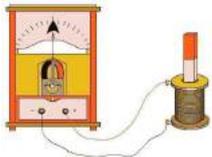


圖 15

(1)使用多用電表粗測元件 X 的電阻，選擇“ $\times 1$ ”歐姆擋測量，示數如圖 15(a) 所示，讀數為 $\underline{\hspace{2cm}} \Omega$ ，據此應選擇圖 15 中的 $\underline{\hspace{2cm}}$ (填“b”或“c”)電路進行實驗。



(2) 連接所選電路，閉合 S，滑動變阻器的滑片 P 從左向右滑動，電流錶的示數逐漸_____ (填“增大”或“減小”)；依次記錄電流及相應的電壓；將元件 X 換成元件 Y，重複實驗。

(3) 圖 16(a) 是根據實驗數據作出的 $U-I$ 圖線，由圖可判斷元件_____ (填“X”或“Y”) 是非線性元件。

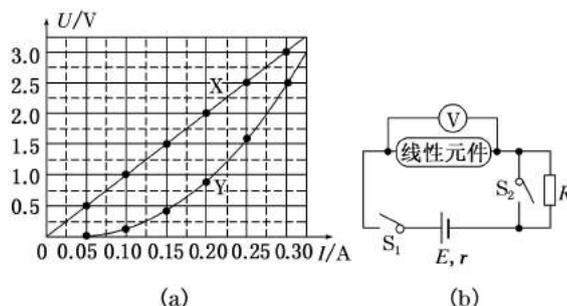


圖 16

(4) 該小組還借助 X 和 Y 中的線性元件和阻值 $R=21\ \Omega$ 的定值電阻，測量待測電池的電動勢 E 和內阻 r ，電路如圖 16(b) 所示，閉合 S_1 和 S_2 ，電壓表讀數為 3.00 V；斷開 S_2 ，讀數為 1.00 V。利用圖 16(a) 可算得 $E=$ _____ V， $r=$ _____ Ω (結果均保留兩位有效數字，視電壓表為理想電壓表)。

解析：(1) 用多用電表的歐姆擋測電阻時，電阻值 = 示數 \times 倍率，故 X 的讀數為 $10\ \Omega \times 1 = 10\ \Omega$ ，由於 $\frac{R_X}{R_A} < \frac{R_V}{R_X}$ ，或 $R_X \ll R_V$ ，故用伏安法測元件 X 的電阻時，電流錶應外接，故選 b 電路進行實驗。

(2) 滑片 P 從左向右滑動過程中，元件 X 兩端的電壓越來越大，電流越來越大，故電流錶示數逐漸增大。

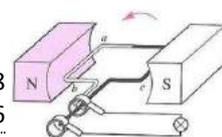
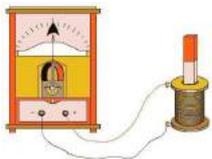
(3) 由 $U-I$ 圖線可知 Y 是非線性元件。

(4) 由(3)中的 $U-I$ 圖線，可知線性元件的電阻 $R_X=10\ \Omega$ ，當 S_1 、 S_2 都閉合時，回路中的電流 $I_1 = \frac{U_1}{R_X} = 0.3\ \text{A}$ ，當 S_1 閉合， S_2 斷開時，回路中的電流 $I_2 = \frac{U_2}{R_X} = 0.1\ \text{A}$ ，根據閉合電路歐姆定律，得 $E = I_1(R_X + r)$ ， $E = I_2(R_X + R + r)$ ，聯立兩式並代入數據解得 $E \approx 3.2\ \text{V}$ ， $r = 0.50\ \Omega$ 。

答案：(1) 10 b (2) 增大 (3) Y (4) 3.2 0.50

三、計算題

16. 如圖 17 所示，兩個電量均為 Q 的等量異種點電荷，分別被固定在一



邊長為 d 的等邊三角形 ABC 的兩個頂點上， AB 連線保持水準。一個質量為 m 、電量 $+q$ (可視為點電荷) 的帶電小球，被長為 L 的絕緣輕質細線懸掛於 O 點， O 點在 C 點的正上方。現將細線拉至水準，由 M 點靜止釋放小球，小球向下運動到最低點 C 時，速度為 v 。經過 C 點後，小球繼續上升到 N 點， N 點與 M 點關於 OC 對稱。已知靜電力常量為 k ，重力加速度為 g ，若取 D 點的電勢為零，試求：

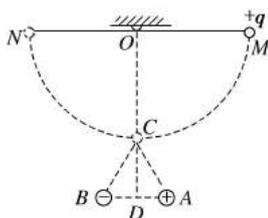
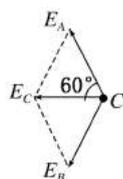


圖 17

- (1) 在 A 、 B 所形成的電場中， C 點的場強 E_C ；
- (2) 在 A 、 B 所形成的電場中， M 、 C 兩點的電勢差；
- (3) 小球上升到 N 點時的速度 v_N 。

解析：



- (1) A 、 B 在 C 點形成的場強大小為 $E_A = E_B = \frac{kQ}{d^2}$ ，方向如圖。

根據平行四邊形定則，

$$\text{求得 } C \text{ 點的場強 } E_C = 2E_A \cos 60^\circ = \frac{kQ}{d^2},$$

方向水準向左。

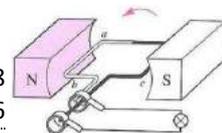
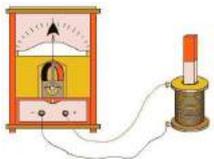
- (2) 小球從 M 點運動到 C 點的過程中，電場力做正功。

$$\text{根據動能定理：} qU + mgL = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\text{得 } M、C \text{ 兩點的電勢差為 } U = \frac{mv^2 - 2mgL}{2q}$$

$$C \text{ 點與 } D \text{ 點為等勢點，所以 } M \text{ 點的電勢為 } \varphi_M = U + \varphi_C = \frac{mv^2 - 2mgL}{2q}。$$

- (3) 小球從 C 點運動到 N 點的過程中，電場力做正功。



由於 M 、 N 對稱，所以 $|\varphi_M| = |\varphi_N|$ ，兩次電場力做功相同。

$$\text{根據動能定理：} 2qU = \frac{1}{2}mv_N^2 - \frac{1}{2}mv_M^2$$

$$\frac{1}{2}mv_N^2 = mv^2 - 2mgL$$

$$\text{得 } v_N = \sqrt{2v^2 - 4gL}。$$

$$\text{答案：(1) } \frac{kQ}{d^2} \text{ 水準向左 (2) } \frac{mv^2 - 2mgL}{2q} \text{ (3) } \sqrt{2v^2 - 4gL}$$

17. 水準放置的兩塊平行金屬板板長 $l = 5.0 \text{ cm}$ ，兩板間距 $d = 1.0 \text{ cm}$ ，

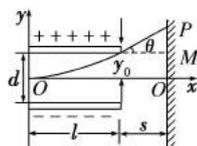


圖 18

兩板間電壓為 90 V ，且上板為正極板，一個電子沿水準方向以速度 $v_0 = 2.0 \times 10^7 \text{ m/s}$ ，從兩板中間射入，如圖 18 所示，不計電子的重力，電子的質量為 $m = 9.0 \times 10^{-31} \text{ kg}$ 、電荷量為 $e = -1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ，求：

- (1) 電子偏離金屬板的側位移是多少？
- (2) 電子飛出電場時的速度大小是多少？(保留兩位有效數字)
- (3) 電子離開電場後，打在屏上的 P 點，若 $s = 10 \text{ cm}$ ，求 OP 之長。

$$\text{解析：(1) 電子在電場中的加速度：} a = \frac{Uq}{md}$$

$$\text{側位移即豎直方向位移：} y_0 = \frac{1}{2}at^2 = \frac{qUt_2}{2dm}$$

$$\text{運動時間：} t = \frac{l}{v_0}$$

$$\text{代入數據解得：} y_0 = 5 \times 10^{-3} \text{ m}。$$

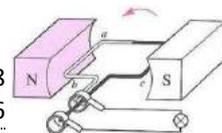
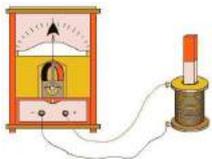
(2) 電子飛出電場時，水準分速度 $v_x = v_0$ ，豎直分速度：

$$v_y = at = \frac{qUl}{mdv_0} = 4 \times 10^6 \text{ m/s}。$$

飛出電場時的速度為：

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}，\text{代入數據可得：} v = 2.0 \times 10^7 \text{ m/s}。$$

$$\text{設 } v \text{ 與 } v_0 \text{ 的夾角為 } \theta，\text{則 } \tan \theta = \frac{v_y}{v_x} = 0.2，\text{則：} \theta = \arctan 0.2。$$



(3) 電子飛出電場後做勻速直線運動：

$$OP = y_0 + \overline{MP} = y_0 + s \cdot \tan \theta$$

代入數據解得： $OP = 2.5 \times 10^{-2} \text{ m}$ 。

答案：(1) $5 \times 10^{-3} \text{ m}$ (2) $2.0 \times 10^7 \text{ m/s}$

(3) $2.5 \times 10^{-2} \text{ m}$

18. 如圖 19 所示，有一對平行金屬板，板間加有恆定電壓；兩板間有勻強磁場，磁感應強度大小為 B_0 ，方向垂直於紙面向裡。金屬板右下方以 MN 、 PQ 為上下邊界， MP 為左邊界的區域內，存在垂直紙面向外的勻強磁場，磁場寬度為 d ， MN 與下極板等高， MP 與金屬板右端在同一豎直線。一電荷量為 q 、質量為 m 的正離子，以初速度 v_0 沿平行於金屬板面、垂直於板間磁場的方向從 A 點射入金屬板間，不計離子的重力。

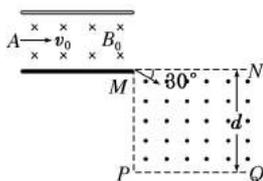


圖 19

(1) 已知離子恰好做勻速直線運動，求金屬板間電場強度的大小和方向；

(2) 若撤去板間磁場 B_0 ，已知離子恰好從下極板的右側邊緣射出電場，方向與水準方向成 30° 角，求 A 點離下極板的高度；

(3) 在(2)的情形中，為了使離子進入磁場運動後從邊界 MP 的 P 點射出，磁場的磁感應強度 B 應為多大？

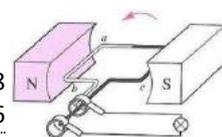
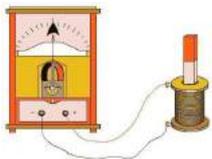
解析：(1) 設板間的電場強度為 E ，離子做勻速直線運動，受到的電場力和洛倫茲力平衡有： $qE = qv_0B_0$

$$\text{解得：} E = v_0B_0 \text{ ①}$$

由左手定則可判斷出洛倫茲力方向豎直向上，所以電場力的方向豎直向下，故場強的方向豎直向下。

(2) 設 A 點離下極板的高度為 h ，離子射出電場時的速度為 v ，根據動能定理得：

$$qEh = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 \text{ ②}$$

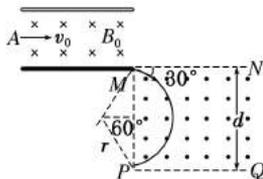


離子在電場中做類平拋運動，水準分方向做勻速直線運動，則有 $v =$

$$\frac{v_0}{\cos 30^\circ} \text{ ③}$$

聯立①②③解得： $h = \frac{mv_0^2}{6qv_0B_0} = \frac{mv_0}{6qB_0}$ 。④

(3)



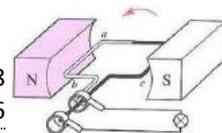
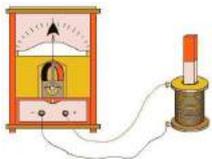
設離子進入磁場後做勻速圓周運動的半徑為 r ，由幾何關係得 $r = \frac{\frac{1}{2}d}{\sin 60^\circ} =$

$$\frac{\sqrt{3}}{3}d \text{ ⑤}$$

根據牛頓第二定律得： $qvB = m\frac{v^2}{r}$ ⑥

聯立③⑤⑥解得： $B = \frac{2mv_0}{qd}$ 。

答案：(1) v_0B_0 ，方向豎直向下 (2) $\frac{mv_0}{6qB_0}$ (3) $\frac{2mv_0}{qd}$



第二章：電磁感應（21 課時）

2.1 整章概述

1、教材內容分析

電磁感應這一章作為聯繫電場和磁場的紐帶，不僅是電場和磁場知識的綜合和擴展，也是以後學習交流電、電磁振盪和電磁波的基礎。電磁感應的發現，在科學技術上具有劃時代的意義，由於它提示了電和磁之間的深刻聯繫及規律，使得人類進入了一個充分利用電能的新時代，使人類文明邁進了一大步，因此，本章無論是在知識內容上、還是在社會實踐中都具有極其重要的意義。

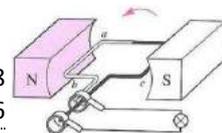
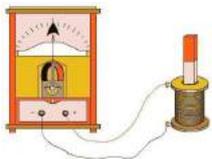
2、學生情況分析

學生在初中已經學過《電磁感應現象》，知道產生感應電流的條件是閉合電路的一部分切割磁感線。

學生學習本章節課的前提條件從知識角度看是：（1）知道電流的磁效應（奧斯特實驗）；（2）了解條形磁鐵、馬蹄形磁鐵、通電直導線、通電螺線管的磁感線的分佈；（3）知道產生感應電流的條件是閉合電路的一部分切割磁感線；從能力角度看是：（1）具有一定的空間想像能力；（2）具有一定的觀察、分析、比較、概括能力（3）具有一定的識圖、連接實物電路的技能……

2.2 課題中與基本學力要求對應的教學內容

課題中與基本學力要求對應的教學內容	基本學力要求指標
<p style="text-align: center;">A 知識目標</p> <p>16. 知道與電流磁效應和電磁感應現象的發現相關的物理學史。知道電磁感應、感應電流的定義。（基本學力要求 B-1）</p> <p>17. 知道產生感應電流的條件。</p> <p>18. 會使用線圈以及常見磁鐵完成簡單的實驗。（基本學力要求 A-9）</p> <p>19. 探究感應電流方向的規律。</p> <p>20. 楞次定律。（基本學力要求 A-9）</p> <p>21. 知道什麼叫感應電動勢。</p> <p>22. 知道磁通量的變化率是表示磁通量變化快慢的</p>	<ul style="list-style-type: none">● A-9 初步學會使用圖表顯示研究結果和運用科學術語撰寫研究報告。● B-1 初步了解科學與技術的區別和聯繫。



物理量，並能區別 Φ 、 $\Delta\Phi$ 、 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 。（基本學力要求 A-9）

23. 理解法拉第電磁感應定律內容、數學運算式。
（基本學力要求 A-9）

24. 知道 $E=BLv\sin\theta$ 如何推得。（基本學力要求 A-9）

25. 會用 $E=n\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 和 $E=BLv\sin\theta$ 解決問題。（基本學力要求 A-9）

26. 知道感生電場。

27. 知道感生電動勢和動生電動勢及其區別與聯繫。（基本學力要求 B-1）

28. 了解互感和自感現象。

29. 了解自感現象產生的原因。

30. 知道自感現象中的一個重要概念——自感係數，了解它的單位及影響其大小的因素。（基本學力要求 A-9）

B 情意目標

10. 領會科學家對自然現象、自然規律的某些猜想在科學發現中的重要性。（基本學力要求 B-1）

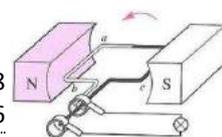
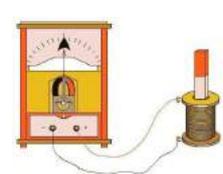
11. 以科學家不怕失敗、勇敢面對挫折的堅強意志激勵自己。（基本學力要求 B-1）

12. 滲透物理學方法的教育，通過實驗觀察和實驗探究，理解感應電流的產生條件。舉例說明電磁感應在生活和生產中的應用。（基本學力要求 B-1）

13. 讓學生經歷從實驗觀察到抽象歸納得出理論的過程，體驗物理學的規律是怎樣得出來的。

14. 從不同物理現象中抽象出個性與共性問題，培養學生對不同事物進行分

析，找出共性與個性的辯證唯物主義思想。（基本學



力要求 B-1)

15. 了解法拉第探索科學的方法，學習他的執著的科學探究精神。(基本學力要求 B-1)

16. 通過對相應物理學史的了解，培養熱愛科學、尊重知識的良好品德。

17. 培養學生的自主學習的能力，通過對已學知識的理解實現知識的自我更新，以適應社會對人才的要求。(基本學力要求 A-9)

18. 培養學生用辯證唯物主義的觀點認識問題。

C 技能目標

11. 領悟科學探究中提出問題、觀察實驗、分析論證、歸納總結等要素在研究物理問題時的重要性。(基本學力要求 A-9)

12. 學會通過實驗觀察、記錄結果、分析論證得出結論的科學探究方法。(基本學力要求 A-9)

13. 通過實驗和對實驗現象的分析，歸納出感應電流方向與磁場變化方向的關係。

14. 通過典型題目的練習，讓學生自己在練習過程中學會如何應用楞次定律，進而轉化為技能技巧，達到熟練掌握的目的。(基本學力要求 A-9)

15. 由感性到理性，由具體到抽象的認識方法分析出產生感應電流的條件。

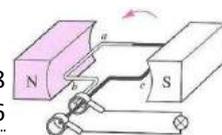
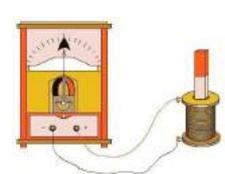
16. 通過推導到線切割磁感線時的感應電動勢公式 $E=BLv$ ，掌握運用理論知識探

究問題的方法。

17. 通過同學們之間的討論、研究增強對兩種電動勢的認知深度，同時提高學習物理的興趣。

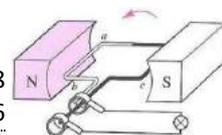
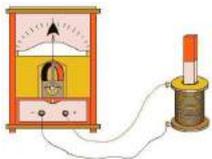
18. 引導學生從事物的共性中發掘新的個性，從發生電磁感應現象的條件和有關電磁感應得規律，提出自感現象，並推出關於自感的規律。(基本學力要求 A-9)

19. 會用自感知識分析，解決一些簡單的問題，並



了解自感現象的利弊以及對它們的防止和利用。(基本學力要求 B-1)

20. 培養學生客觀、全面地認識事物的科學態度。
(基本學力要求 A-9)



第一課題 §2.1 劃時代的發現 (2 課時)

一、課前自主預習學案

【學習目標】

1. 知道奧斯特實驗、電磁感應現象，了解電生磁和磁生電的發現過程。
2. 知道電磁感應和感應電流的定義。
3. 能根據實驗事實歸納產生感應電流的條件。
4. 會運用產生感應電流的條件判斷具體實例中有無感應電流。

【新知預習】

1. 法拉第把引起電流的原因概括為五類，它們都與_____相聯繫，即：變化的_____、變化的_____、運動的_____、運動的_____、在磁場中運動的_____。
2. 磁通量的定義：在_____中有一個與磁場方向_____的平面，磁感應強度為 B ，平面的面積為 S ，_____與_____的乘積，叫做穿過這個面的磁通量。
公式：
3. 感應電流的產生條件：

【導析探究】

導析一：實驗觀察

1. 回顧初中“閉合電路的部分導體切割磁感線”實驗。

(1) 初中這個實驗中導體棒是如何切割磁感線的？

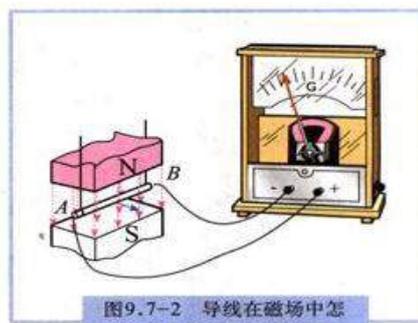
(2) 這個實驗，閉合電路中產生感應電流的條件是？

2. 預習課本 P₅ 實驗觀察部分，思考些列問題

(1) 電路中用了哪些器材？

(2) 它們是怎麼連接在一起的？

(3) 圖 4.2-2 中的大線圈和圖 4.2-3 中 B 線圈的接線柱可以調換順序嗎？



觀察老師演示實驗的現象，完成下列表格：

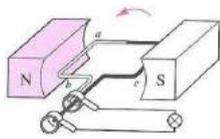
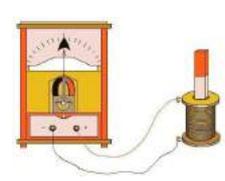


表1：

磁鐵的運動	錶針的擺動方向	磁鐵的運動	表針的擺動方向
N 極插入線圈		S 極插入線圈	
N 極停在線圈中		S 極停在線圈中	
N 極從線圈中抽出		S 極從線圈中抽出	
結論：只有磁鐵相對線圈運動時，有電流產生。磁鐵相對線圈靜止時，沒有電流產生。			

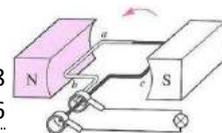
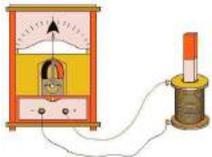


表2：

操作	現象
開關閉合瞬間	
開關斷開瞬間	
開關閉合時，滑動變阻器不動	
開關閉合時，迅速移動變阻器的滑片	
結論：	

探究二：感應電流產生的條件

根據上面的表格思考下列問題

(1) 根據表 1 的記錄，分析產生感應電流時螺線管中的磁通量有沒有變化？如果有的話，是如何變化？

(2) 是什麼原因引起了螺線管中的磁通量的變化？

(3) 根據表 2 的記錄，分析大螺線管 B 產生感應電流時大螺線管 B 中的磁通量的變化情況。

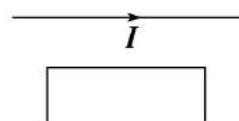
(4) 是什麼原因引起了大螺線管 B 中的磁通量的變化？

通過分析，請你總結出在閉合電路中要產生感應電流的條件是：

【當堂檢測】

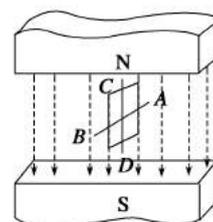
1. 通電直導線下邊有一個矩形線框，線框平面與直導線共面。若使線框逐漸遠離(平動)通電導線，則穿過線框的磁通量將 ()

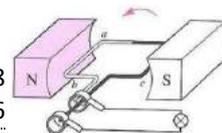
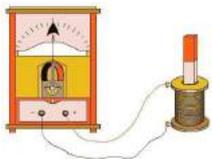
- A. 逐漸增大
- B. 逐漸減小
- C. 保持不變
- D. 不能確定



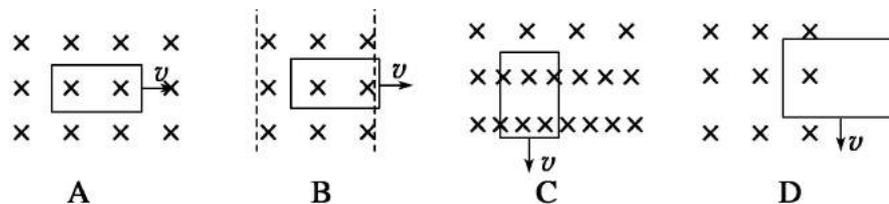
2. 所示的勻強磁場中有一個矩形閉合導線框，在下列四種情況下，線框中會產生感應電流的是 ()

- A. 線框平面始終與磁感線平行，線框在磁場中左右運動
- B. 線框平面始終與磁感線平行，線框在磁場中上下運動
- C. 線框繞位於線框平面內且與磁感線垂直的軸線 AB 轉動
- D. 線框繞位於線框平面內且與磁感線平行的軸線 CD 轉動





3. 情況中都是線框在磁場中切割磁感線運動，其中線框中有感應電流的是 ()



二、新課教學：§2.1 劃時代的發現（第一課時）

課題	§2.1 劃時代的發現		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2018.01.18	課型	新授課		課時	1 課時

2.1 教學目標

【知識與技能】

1. 知道與電流磁效應和電磁感應現象的發現相關的物理學史。
2. 知道電磁感應、感應電流的定義。

【過程與方法】

領悟科學探究中提出問題、觀察實驗、分析論證、歸納總結等要素在研究物理問題時的重要性。

【情感態度與價值觀】

1. 領會科學家對自然現象、自然規律的某些猜想在科學發現中的重要性。
2. 以科學家不怕失敗、勇敢面對挫折的堅強意志激勵自己。

2.2 教學重點難點

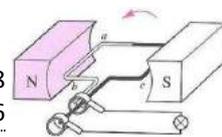
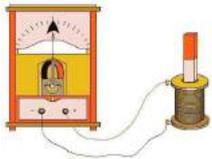
1. 知道與電流磁效應和電磁感應現象的發現相關的物理學史。領悟科學探究的方法和艱難歷程。培養不怕失敗、勇敢面對挫折的堅強意志。
2. 領悟科學探究的方法和艱難歷程。培養不怕失敗、勇敢面對挫折的堅強意志。

2.3 教學方法

講授法、類比法。

2.4 教學用具

磁鐵、電源、投影儀、投影片



2.5 教學過程

★重難點一、奧斯特夢圓“電生磁”★

【思考與討論】

- (1) 是什麼信念激勵奧斯特尋找電與磁的聯繫的？在這之前，科學研究領域存在怎樣的歷史背景？
- (2) 奧斯特的研究是一帆風順的嗎？奧斯特面對失敗是怎樣做的？
- (3) 奧斯特發現電流磁效應的過程是怎樣的？用學過的知識如何解釋？
- (4) 電流磁效應的發現有何意義？談談自己的感受。

★奧斯特在作報告時，無意中發現小磁鐵偏轉，奧斯特斷言：電與磁是有聯繫的！

(1) 許多哲學家提出了各種自然現象之間是相互聯繫和相互轉化的思想。奧斯特堅信電與磁之間可能存在著某種聯繫。而在這之前許多物理學家都堅持認為電與磁是互不相關的。

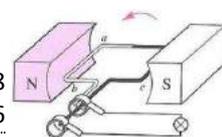
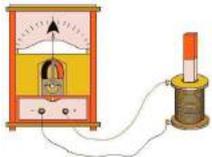
(2) 奧斯特的研究並不是一帆風順的。經歷了好多次失敗，但奧斯特始終沒有放棄。直到 1820 年 4 月的一次演講中他才發現了電流竟使下麵的小磁鐵發生了轉動。也就是電流的磁效應。

(3) 奧斯特在 1820 年 4 月的一次演講中，碰巧在南北方向的導線下麵放置了一枚小磁鐵。當電源接通時，小磁鐵發生了轉動。說明電流對小磁鐵產生了作用，證明電流在其周圍產生了磁場。這就是發現電流磁效應的過程。通過前面的學習，我們知道，地磁場是南北方向的，小磁鐵靜止時指示南北方向。通電直導線的磁場方向遵守安培定則。當導線南北放置時，導線下方的磁場方向沿東西方向，當導線通電後，小磁鐵受到電流的磁場作用由原來的南北方向轉向東西方向。奧斯特從磁鐵的偏轉，確定電和磁的聯繫，也就是電流的磁效應。

(4) 電流磁效應的發現揭示了電現象和磁現象之間存在的某種聯繫。

奧斯特的思維和實踐突破了人類對電與磁認識的局限性。電流磁效應的發現引發了科學認識領域的思考，推動了電磁學的發展。

【典型例題】把一根長直導線平行地放在磁鐵的正上方附近,當導線中有電流通過時,磁鐵會發生偏轉.首先觀察到這個實驗現象的物理學家是()



A. 奧斯特 B. 愛因斯坦 C. 牛頓 D. 伽利略 [來源:學科網]

【答案】A

★重難點二、法拉第心系“磁生電”★

【思考與討論】

- (1) 奧斯特發現電流磁效應引發了怎樣的哲學思考？法拉第持怎樣的觀點？
- (2) 法拉第的研究是一帆風順的嗎？法拉第面對失敗是怎樣做的？
- (3) 法拉第做了大量實驗都是以失敗告終，失敗的原因是什麼？
- (4) 法拉第經歷了多次失敗後，終於發現了電磁感應現象，他發現電磁感應現象的具體的過程是怎樣的？之後他又做了大量的實驗都取得了成功，他認為成功的“秘訣”是什麼？
- (5) 從法拉第探索電磁感應現象的歷程中，你學到了什麼？談談自己的體會。

★對稱性的思考……

英國的法拉第認為：

電和磁是一對和諧對稱的自然現象。

依據：磁化和靜電感應現象

猜想：磁鐵應該可以感應出電流！

信念：一定要轉磁為電！

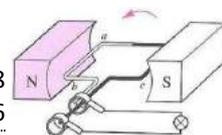
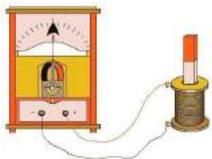
法拉第的研究並不是一帆風順的。經歷了好多次失敗，但法拉第始終沒有放棄。直到 1831 年 8 月 29 日，他苦苦尋找了 10 年之久的“磁生電”的效應終於被發現了。

法拉第在 1822 年 12 月、1825 年 11 月、1828 年 4 月作過三次集中的實驗研究，均以失敗告終。原因在於，法拉第認為，既然奧斯特的實驗表明有電流就有磁場，那麼有了磁場就應該有電流。他在實驗中用的都是恒定電流產生的磁場。

【法拉第實驗】

1825 年 11 月 28 日

實驗 1. 兩根長 4 英寸長的導線平行放置，用兩張厚紙將它們隔開，先把其中的一根導線接到電池的兩端通電，再把另一根與電流計相連。



實驗 2. 將空心螺線管接到電池的兩極，把一直導線引進螺線管，直導線兩端與電流計相連。

實驗 3. 將實驗 2 中的直導線與電池兩極相連，螺線管與電流計連接。

實驗 4. 把兩根導線互相纏繞著，先把其中的一根的兩頭接到電池上通電，把另一根的兩頭接到電流計上。

1831 年 11 月 24 日，法拉第向皇家學會提交了一個報告，把這種現象定名為電磁感應，產生的電流叫做感應電流。”磁生點“是一種在變化、運動的過程中才能出現的效應。

五種類型可以引起感應電流：變化的電流、變化的磁場、運動的恒定電流、運動的磁鐵、在磁場中運動的導體。

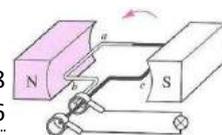
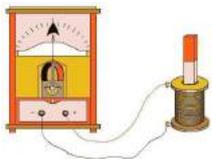
多次失敗後，1831 年 8 月 29 日，法拉第終於發現了電磁感應現象。他把兩個線圈繞到同一個鐵環上，如圖所示。一個線圈接電源，一個線圈接“電流錶”，在給線圈通電和斷電的瞬間，另一個線圈中就出現電流。之後他又做了大量的實驗都取得了成功，他認為成功的“秘訣”是：“磁生電”是一種在變化、運動的過程中才能出現的效應。

法拉第探索電磁感應現象的歷程經歷了 10 年之久，經歷了大量的失敗，但法拉第憑藉自己的堅定信念和對科學的執著追求，勇敢地面對失敗，一次又一次，最終成功屬於堅持不懈的有心人，他成功了。作為現代的中學生就要學習法拉第不怕失敗、勇敢面對挫折的堅強意志。

【典型例題】1825 年，瑞士物理學家德拉裡夫的助手科拉頓將一個螺線管與電流計相連，為了避免強磁性磁鐵的影響，他把電流計放在另外一個房間，當他把磁鐵投入螺線管中後，立即跑到另一個房間去觀察。關於科拉頓進行的實驗，下列說法正確的是 ()

- A. 在科拉頓整個操作過程中，電流計不發生偏轉
- B. 將磁鐵投入螺線管瞬間，電流計發生偏轉，但科拉頓跑到房間觀察時，電流計已不再偏轉
- C. 科拉頓無法觀察到電流計偏轉的原因是當時電流計靈敏度不夠
- D. 科拉頓無法觀察到電流計偏轉的原因是導線過長，電流過小

【答案】 B



2.6 板書設計

★重難點一、奧斯特夢圓“電生磁”★

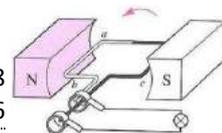
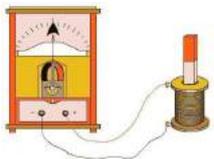
奧斯特在作報告時，無意中發現小磁鐵偏轉，奧斯特斷言：電與磁是有聯繫的。

★重難點二、法拉第心系“磁生電”★

五種類型可以引起感應電流：變化的電流、變化的磁場、運動的恒定電流、運動的磁鐵、在磁場中運動的導體。

2.7 教學反思

本課的教學，把科學史與學生現實相結合，以科學家研究時的迷失與最後的成功為主線，以物理知識及其歷史進程中所蘊含的科學思維方法為基礎，運用科學史情景進行探究教學，借鑒歷史的發現過程，採用教師講授科學家的艱辛和引導閱讀教材或者史料以及活動相結合的形式，以問題為主線，以“問題解決”為基石，使學生在解決問題的過程中掌握知識，形成自主學習能力。把教師講授知識變為學生自主探究學習，讓學生感悟科學發展的歷程，體驗他們研究的思路與方法，培養學生的科學方法和科學精神。



三、重點探究：§2.1 劃時代的發現（第二課時）

課題	§2.1 劃時代的發現		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2018.01.22	課型	復習課		課時	1 課時

一、電磁感應的探索歷程

1. “電生磁”的發現

1820 年，丹麥物理學家奧斯特發現了電流的磁效應。

2. “磁生電”的發現

1831 年，英國物理學家法拉第發現了電磁感應現象。產生的電流叫做感應電流。

二、磁通量的計算和物理意義

1. 磁通量的計算

(1)公式： $\Phi=BS$ 。

(2)適用條件：①勻強磁場；② S 是垂直磁場的有效面積。

(3)單位：韋伯， $1\text{ Wb}=1\text{ T}\cdot\text{m}^2$ 。

2. 磁通量的物理意義

(1)可以形象地理解為磁通量就是穿過某一面積的磁感線的條數。

(2)同一個平面，當它跟磁場方向垂直時，磁通量最大，當它跟磁場方向平行時，磁通量為 0 。

三、探究感應電流的產生條件

1. 探究導體棒在磁場中運動是否產生電流(如圖 4-1-1 所示)

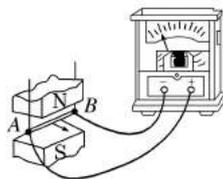
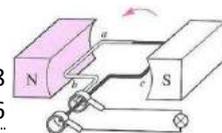
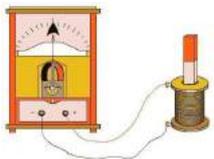


圖 4-1-1



實驗操作	實驗現象(有無電流)	分析論證
導體棒靜止	無	閉合電路包圍的面積 <u>變化</u> 時，電路中有電流產生；包圍的面積 <u>不變</u> 時，電路中無電流產生
導體棒平行磁感線運動	無	
導體棒切割磁感線運動	有	

2. 探究磁鐵在通電螺線管中運動是否產生電流(如圖 4-1-2 所示)

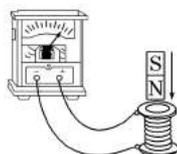


圖 4-1-2

實驗操作	實驗現象(有無電流)	分析論證
N 極插入線圈	有	線圈中的磁場 <u>變化</u> 時，線圈中有感應電流；線圈中的磁場 <u>不變</u> 時，線圈中無感應電流
N 極停線上圈中	無	
N 極從線圈中抽出	有	
S 極插入線圈	有	
S 極停線上圈中	無	
S 極從線圈中抽出	有	

3. 模仿法拉第的實驗(如圖 4-1-3 所示)

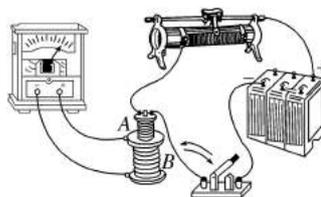
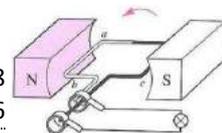
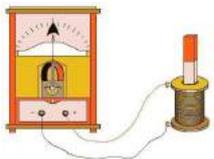


圖 4-1-3



實驗操作	實驗現象(線圈 B 中有無電流)	分析論證
開關閉合瞬間	有	線圈 B 中磁場變化時，線圈 B 中有感應電流；線圈 B 中磁場不變時，線圈 B 中無感應電流
開關斷開瞬間	有	
開關保持閉合，滑動變阻器滑片不動	無	
開關保持閉合，迅速移動滑動變阻器的滑片	有	

4. 歸納結論

只要穿過閉合導體回路的磁通量發生變化，閉合導體回路中就有感應電流。

3.1 知識點一：磁通量 Φ 及其變化量 $\Delta\Phi$ 的理解與計算

	磁通量 Φ 及其變化量 $\Delta\Phi$ 的理解與計算
---	--------------------------------------

【核心突破】

1. 對磁通量的正、負的理解

磁通量有正、負之分，其正、負是這樣規定的：任何一個面都有正、反兩面，若磁感線從正面穿入時磁通量為正值，則磁感線從反面穿入時磁通量為負值。

2. 磁通量的變化量 $\Delta\Phi$

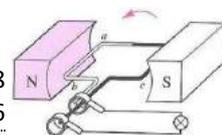
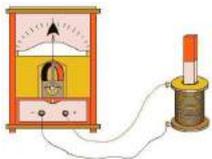
(1) 當 B 不變，有效面積 S 變化 ΔS 時， $\Delta\Phi = B \cdot \Delta S$ 。

(2) 當 B 變化，有效面積 S 不變時， $\Delta\Phi = \Delta B \cdot S$ 。

(3) 當 B 和 S 同時變化時， $\Delta\Phi = \Phi_{末} - \Phi_{初} \neq \Delta B \cdot \Delta S$ 。

【題組衝關】

【典例】如圖 4-1-4 所示，有一垂直紙面向裡的勻強磁場， $B = 0.8 \text{ T}$ ，磁場有明顯的圓形邊界，圓心為 O ，半徑為 1 cm 。現於紙面內先後放上圓線圈 A、B、C，圓心均處於 O 處，線圈 A 的半徑為 1 cm ，10 匝；線圈 B 的半徑為 2



cm,1 匝；線圈 C 的半徑為 0.5 cm,1 匝。問：

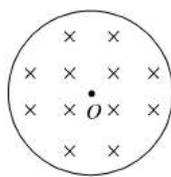


圖 4-1-4

- (1) 在 B 減為 0.4 T 的過程中，線圈 A 和線圈 B 中的磁通量變化多少？
- (2) 在磁場轉過 30° 角的過程中，線圈 C 中的磁通量變化了多少？
- (3) 在磁場轉過 180° 角的過程中，線圈 C 中的磁通量變化了多少？

[思路點撥] 解答本題應把握以下三點：

- (1) 磁通量與線圈匝數無關。
- (2) 當線圈平面與磁場不垂直時，應分解 B 或取 S 在與 B 垂直的平面上的投影面積。
- (3) 磁感線反向穿過線圈平面時， Φ 為負值。

[解析] (1) 由題意知線圈 B 與線圈 A 中的磁通量始終一樣，故它們的變化量也一樣。

$$\Delta\Phi = (B_2 - B_1) \cdot \pi r^2 \approx 1.26 \times 10^{-4} \text{ Wb}。$$

所以，線圈 A 和線圈 B 中的磁通量都減少 $1.26 \times 10^{-4} \text{ Wb}$ 。

(2) 對線圈 C， $\Phi_1 = B \cdot \pi r^2$ ，當磁場轉過 30° 時， $\Phi_2 = B \cdot \pi r^2 \cos 30^\circ$ ，故 $\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = B \cdot \pi r^2 (\cos 30^\circ - 1) = -8.41 \times 10^{-6} \text{ Wb}$ 。

所以，線圈 C 中的磁通量減少 $8.41 \times 10^{-6} \text{ Wb}$ 。

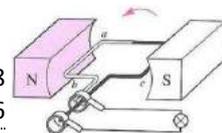
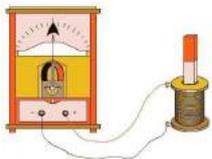
(3) 磁場轉過 180° 後，磁感線從另一側穿過線圈，若取 Φ_1 為正，則 Φ_2 為負，有： $\Phi_1 = B\pi r^2$ ， $\Phi_2 = -B\pi r^2$ ，故 $\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = -2B\pi r^2 = -1.26 \times 10^{-4} \text{ Wb}$ 。

[答案] (1) 都減少 $1.26 \times 10^{-4} \text{ Wb}$ (2) 減少了 $8.41 \times 10^{-6} \text{ Wb}$ (3) $1.26 \times 10^{-4} \text{ Wb}$

【歸納總結】

勻強磁場中磁通量的計算

- (1) B 與 S 垂直時， $\Phi = BS$ 。 B 指勻強磁場的磁感應強度， S 為線圈的面積。
- (2) B 與 S 不垂直時， $\Phi = B_{\perp} \cdot S$ 。 B_{\perp} 為 B 垂直於線圈平面的分量，如圖所



示， $\Phi = B_{\perp} \cdot S = B \sin \theta \cdot S$ 。

1. 如圖 4-1-5 所示， a 、 b 、 c 三個閉合線圈放在同一平面內，當線圈 a 中有電流 I 通過時，穿過的磁通量分別為 Φ_a 、 Φ_b 、 Φ_c ，則()

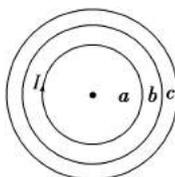


圖 4-1-5

- A · $\Phi_a < \Phi_b < \Phi_c$
- B · $\Phi_a > \Phi_b > \Phi_c$
- C · $\Phi_a < \Phi_c < \Phi_b$
- D · $\Phi_a > \Phi_c > \Phi_b$

解析：選 B 當 a 中有電流通過時，穿過 a 、 b 、 c 三個閉合線圈垂直紙面向裡的磁感線條數一樣多，向外的磁感線的條數 c 最多，其次是 b ， a 中沒有向外的磁感線，因此穿過閉合線圈的淨磁感線條數 a 最多， b 次之， c 最少，即 $\Phi_a > \Phi_b > \Phi_c$ ，選項 B 正確。

2. 如圖 4-1-6 所示，通過恒定電流的導線 MN 與閉合線框共面，第一次將線框由 1 平移到 2，第二次將線框繞 cd 邊翻轉到 2，設先後兩次通過線框的磁通量變化分別為 $\Delta\Phi_1$ 和 $\Delta\Phi_2$ ，則()

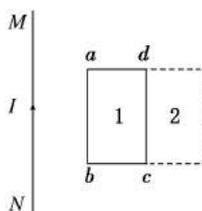
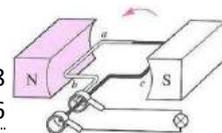
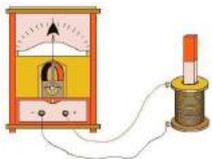


圖 4-1-6

- A · $\Delta\Phi_1 > \Delta\Phi_2$
- B · $\Delta\Phi_1 < \Delta\Phi_2$
- C · $\Delta\Phi_1 = \Delta\Phi_2$
- D · 無法確定

解析：選 B 設線框在位置 1 時的磁通量為 Φ_1 ，在位置 2 時的磁通量為 Φ_2 ，直線電流產生的磁場在 1 處比在 2 處要強，若平移線框，則 $\Delta\Phi_1 = \Phi_1 - \Phi_2$ ，若轉動線框，磁感線是從線框的正反兩面穿過的，一正一負，因此 $\Delta\Phi_2 = \Phi_1 + \Phi_2$ 。根據分析知： $\Delta\Phi_1 < \Delta\Phi_2$ ，選項 B 正確。



3.2 知識點二：感應電流是否產生的判斷

知識點 ②	感應電流是否產生的判斷
-------	-------------

【核心突破】

1. 導體回路閉合、磁通量變化是產生感應電流的兩個必要條件，缺一不可。

2. 穿過閉合導體回路的磁通量發生變化，大致有以下幾種情況：

(1) 磁感應強度 B 不變，線圈面積 S 發生變化。

(2) 線圈面積 S 不變，磁感應強度 B 發生變化。

(3) 磁感應強度 B 和回路面積 S 同時發生變化，此時可由 $\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$ 計算並判斷磁通量是否變化。

(4) 線圈面積 S 不變，磁感應強度 B 也不變，但二者之間夾角發生變化。

【題組衝關】

[典例] 如圖 4-1-7 所示，矩形線框 $abcd$ 由靜止開始運動，若要使線框中產生感應電流且磁通量逐漸變大，則線框的運動情況應該是()

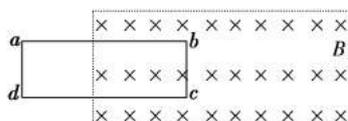


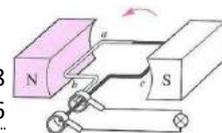
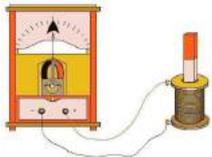
圖 4-1-7

- A. 向右平動(ad 邊還沒有進入磁場)
- B. 向上平動(ab 邊還沒有離開磁場)
- C. 以 bc 邊為軸轉動(ad 邊還沒有轉入磁場)
- D. 以 ab 邊為軸轉動(轉角不超過 90°)

[思路點撥] 解答本題時應把握以下兩點：

- (1) 產生感應電流的條件是穿過閉合回路的磁通量發生變化。
- (2) 判斷線框做各種運動時穿過線框的磁通量是否發生變化。

[解析] 選項 A 和 D 所描述的情況，線框在磁場中的有效面積 S 均發生變化(A 情況下 S 增大，D 情況下 S 變小)，穿過線框的磁通量均改變，由產生感應電流的條件知線框中會產生感應電流。而選項 B、C 所描述的情況中，線框中的磁通量均不改變，不會產生感應電流。D 中磁通量大小變小。

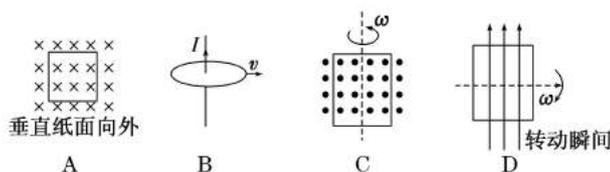


[答案] A

【歸納總結】

- (1) 如果電路不閉合，即使磁通量發生變化也不會產生感應電流。
 (2) 磁通量發生變化，其內涵主要體現在“變化”上。比如穿過電路的磁通量很大，若不變化，也不會產生感應電流。

1. (多選) 下圖均為閉合線框在勻強磁場中運動，請判斷哪種情況能產生感應電流()



解析：選 CD 產生感應電流的條件是穿過閉合回路的磁通量發生變化，A、B 沒有磁通量的變化，所以沒有感應電流，C、D 是閉合回路，同時磁通量發生變化，所以產生感應電流。

2. 如圖 4-1-8 所示，條形磁鐵以速度 v 向螺線管靠近，下麵幾種說法中正確的是()

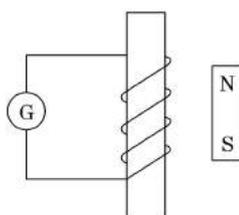
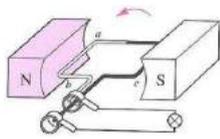
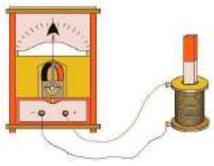


圖 4-1-8

- A. 螺線管中不會產生感應電流
- B. 螺線管中會產生感應電流
- C. 只有磁鐵速度足夠大時，螺線管中才能產生感應電流
- D. 只有在磁鐵的磁性足夠強時，螺線管中才會產生感應電流

解析：選 B 螺線管所在的回路是閉合的，當條形磁鐵向螺線管靠近時，穿過閉合回路的磁通量發生變化，產生感應電流。

3. 如圖 4-1-9 所示，磁場中有一個閉合的彈簧線圈。先把線圈撐開[如圖(a)]，然後放手，讓線圈收縮[如圖(b)]。線圈收縮時，其中是否有感應電流產



生？為什麼？

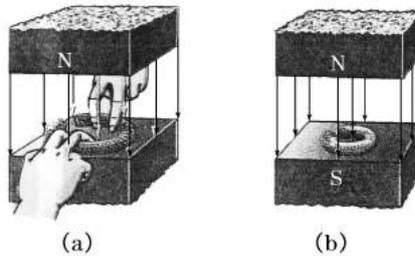
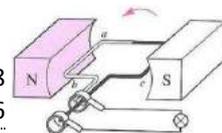
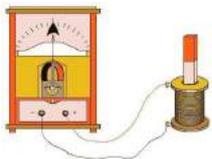


圖 4-1-9

解析：產生感應電流。因為彈簧線圈構成的回路為閉合導體回路，收縮時，穿過回路的磁通量變小，符合產生感應電流的兩個條件。

答案：見解析



第二課題 §2.2 探究感應電流的產生條件 (3 課時)

一、課前自主預習學案

【學習目標】

1. 知道奧斯特實驗、電磁感應現象，了解電生磁和磁生電的發現過程。
2. 知道電磁感應和感應電流的定義。
3. 能根據實驗事實歸納產生感應電流的條件。
4. 會運用產生感應電流的條件判斷具體實例中有無感應電流。

【新知預習】

1. 法拉第把引起電流的原因概括為五類，它們都與_____相聯繫，即：變化的_____、變化的_____、運動的_____、運動的_____、在磁場中運動的_____。
2. 磁通量的定義：在_____中有一個與磁場方向_____的平面，磁感應強度為 B ，平面的面積為 S ，_____與_____的乘積，叫做穿過這個面的磁通量。

公式：

3. 感應電流的產生條件：

【導析探究】

導析一：實驗觀察

2. 回顧初中“閉合電路的部分導體切割磁感線”實驗。

(3) 初中這個實驗中導體棒是如何切割磁感線的？

(4) 這個實驗，閉合電路中產生感應電流的條件是？

3. 預習課本 P5 實驗觀察部分，思考些列問題

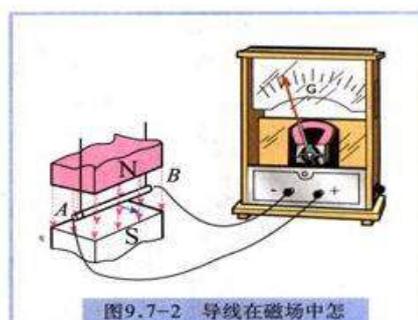
(4) 電路中用了哪些器材？

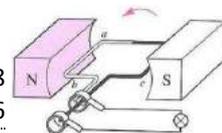
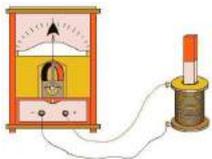
(5) 它們是怎麼連接在一起的？

(6) 圖 4.2-2 中的大線圈和圖 4.2-3 中 B 線圈的接線柱可以調換順序嗎？

觀察老師演示實驗的現象，完成下列表格：

表1：





磁鐵的運動	錶針的擺動方向	磁鐵的運動	表針的擺動方向
N 極插入線圈		S 極插入線圈	
N 極停在線圈中		S 極停在線圈中	
N 極從線圈中抽出		S 極從線圈中抽出	
結論：只有磁鐵相對線圈運動時，有電流產生。磁鐵相對線圈靜止時，沒有電流產生。			

表2：

操作	現象
開關閉合瞬間	
開關斷開瞬間	
開關閉合時，滑動變阻器不動	
開關閉合時，迅速移動變阻器的滑片	
結論：	

探究二：感應電流產生的條件

根據上面的表格思考下列問題

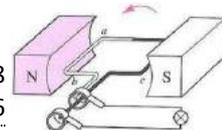
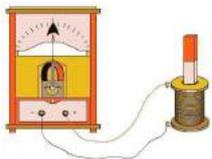
(1) 根據表1的記錄，分析產生感應電流時螺線管中的磁通量有沒有變化？如果有的話，是如何變化？

(2) 是什麼原因引起了螺線管中的磁通量的變化？

(3) 根據表2的記錄，分析大螺線管B產生感應電流時大螺線管B中的磁通量的變化情況。

(4) 是什麼原因引起了大螺線管B中的磁通量的變化？

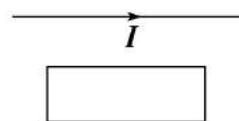
通過分析，請你總結出在閉合電路中要產生感應電流的條件是：



【當堂檢測】

1. 通電直導線下邊有一個矩形線框，線框平面與直導線共面。若使線框逐漸遠離(平動)通電導線，則穿過線框的磁通量將 ()

- A. 逐漸增大
- B. 逐漸減小
- C. 保持不變
- D. 不能確定



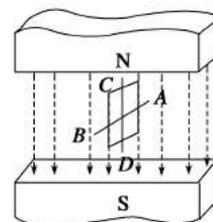
2. 所示的勻強磁場中有一個矩形閉合導線框，在下列四種情況下，線框中會產生感應電流的是 ()

A. 線框平面始終與磁感線平行，線框在磁場中左右運動

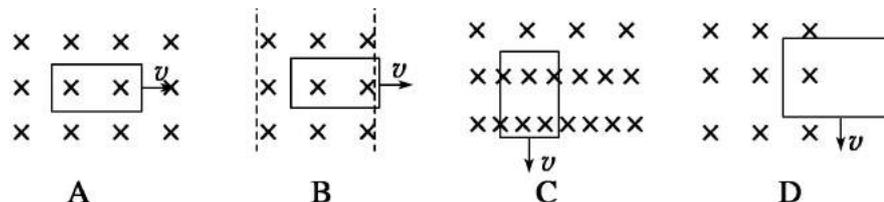
B. 線框平面始終與磁感線平行，線框在磁場中上下運動

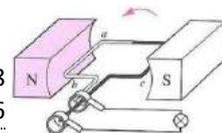
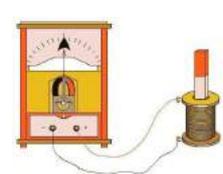
C. 線框繞位於線框平面內且與磁感線垂直的軸線 AB 轉動

D. 線框繞位於線框平面內且與磁感線平行的軸線 CD 轉動



3. 情況中都是線框在磁場中切割磁感線運動，其中線框中有感應電流的是 ()





二、新課教學：§2.2 探究感應電流的產生條件（第一課時）

課題	§2.2 探究感應電流的產生條件		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2018.01.23	課型	新授課		課時	1 課時

2.1 教學目標

【知識與技能】

1. 知道產生感應電流的條件。
2. 會使用線圈以及常見磁鐵完成簡單的實驗。

【過程與方法】

學會通過實驗觀察、記錄結果、分析論證得出結論的科學探究方法

【情感態度與價值觀】

滲透物理學方法的教育，通過實驗觀察和實驗探究，理解感應電流的產生條件。舉例說明電磁感應在生活和生產中的應用。

2.2 教學重點難點

1. 通過實驗觀察和實驗探究，理解感應電流的產生條件。
2. 感應電流的產生條件。

2.3 教學方法

類比法、實驗法、比較法。

2.4 教學用具

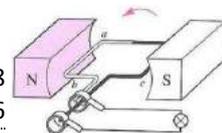
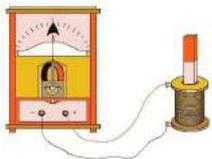
磁鐵、電壓表、電流錶、導線、鐵架臺、投影儀、投影片。

2.5 教學過程

★重難點一、磁通量及磁通量變化量的計算★

1. 對磁通量的三點理解

(1)磁通量是標量，但是有正負。磁通量的正負不代表大小，只表示磁感線是怎樣穿過平面的。即若以向裡穿過某面的磁通量為正，則向外穿過這個面的磁通量為負。



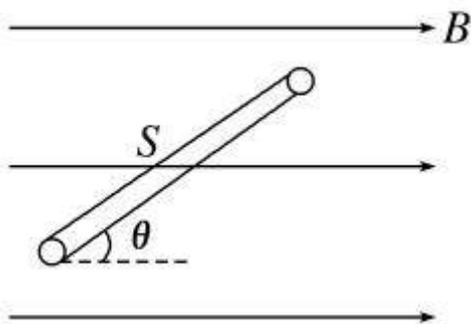
(2)若穿過某一面的磁感線既有穿出，又有穿入，則穿過該面的合磁通量為淨磁感線的條數。

(3)由 $\Phi=BS$ 可知，磁通量的大小與線圈的匝數無關。

2. 勻強磁場中磁通量的計算

(1) B 與 S 垂直時： $\Phi=BS$ 。 B 指勻強磁場的磁感應強度， S 為線圈的面積。

(2) B 與 S 不垂直時： $\Phi=BS_{\perp}$ 。 S_{\perp} 為線圈在垂直磁場方向上的有效面積，在應用時可將 S 分解到與 B 垂直的方向上，如圖所示， $\Phi=BS\sin\theta$ 。



3. 磁通量變化量的計算

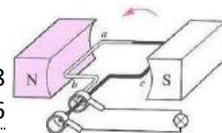
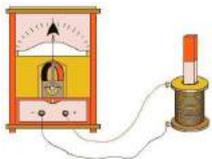
當 B 與 S 垂直時，通常有以下兩種情況：

(1) S 面積不變， B 改變，則 $\Delta\Phi=\Delta BS$ 。

(2) S 面積改變， B 不變，則 $\Delta\Phi=B\cdot\Delta S$ 。

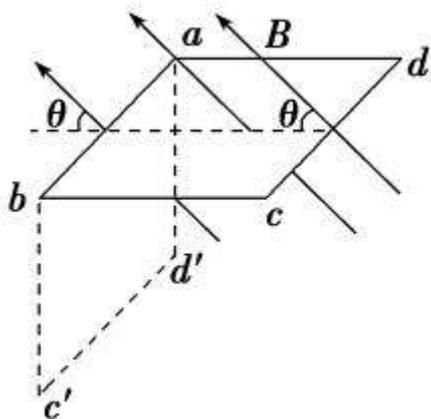
★磁通量的變化：穿過閉合電路的磁通量發生變化的四種情況：

B 不變、 S 變	例：閉合電路的一部分導體切割磁感線時
B 變、 S 不變	例：線圈與磁體之間發生相對運動時
B 和 S 都變	注意：此時可由 $\Delta\Phi=\Phi_t-\Phi_0$ 計算並判斷磁通量是否變化
B 和 S 大小都不變，但二者之間的夾角發生變化	例：線圈在磁場中轉動時



【典型例題】如圖所示的線框 $abcd$ 面積為 S ，處於磁感應強度為 B 的勻強磁場中，磁場方向與線框平面成 θ 角，當線框以 ab 為軸順時針轉 90° 到虛線位置時，試求：

- (1) 初末位置穿過線框的磁通量大小 Φ_1 和 Φ_2 ；
- (2) 磁通量的變化量 $\Delta\Phi$ 。



【解析】(1) 方法一 在初始位置，把面積向垂直於磁場方向進行投影，可得垂直於磁場方向的面積為 $S_{\perp} = S \sin \theta$ ，所以 $\Phi_1 = BS \sin \theta$ 。在末位置，把面積向垂直於磁場的方向進行投影，可得垂直於磁場方向的面積為 $S'_{\perp} = S \cos \theta$ 。由於磁感線從反面穿入，所以 $\Phi_2 = -BS \cos \theta$ 。

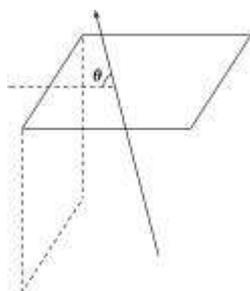
方法二 如圖所示，把磁感應強度 B 沿垂直於面積 S 和平行於面積 S 的方向進行分解，得：

$$B_{\perp} = B \sin \theta,$$

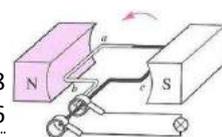
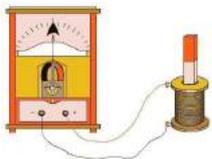
$$B_{\parallel} = B \cos \theta.$$

$$\text{所以 } \Phi_1 = B_{\perp} S = BS \sin \theta;$$

$$\Phi_2 = -B_{\parallel} S = -BS \cos \theta.$$



(2) 開始時 B 與線框平面成 θ 角，穿過線框的磁通量 $\Phi_1 = BS \sin \theta$ ；當線框平面按順時針方向轉動時，穿過線框的磁通量減少，當轉動 θ 時，穿過線框的磁通量減少為零，繼續轉動至 90° 時，磁感線從另一面穿過，磁通量變為“負”值， Φ_2



$= -BS\cos\theta$. 所以:

$$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = -BS\cos\theta - BS\sin\theta$$

$$= -BS(\cos\theta + \sin\theta) \cdot$$

★重難點二、感應電流產生的條件及其應用★

提出問題：

“有電就有磁”，那麼是不是“有磁就有電”呢？

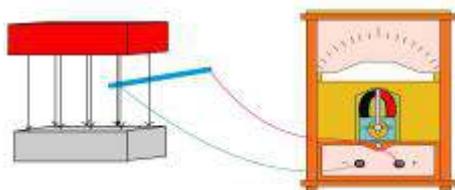
猜想一：有磁就有電

猜想二：有磁不一定有電

探究課題：

由磁場產生電流的條件是什麼呢？

實驗一：閉合電路的一部分導體做切割磁感線的運動



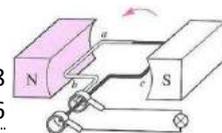
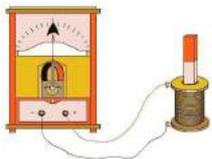
导体棒的运动情况	表针的摆动情况
左右运动	摆动
上下平动	不摆动

實驗結論：當導體棒左右運動時，切割磁感線，有電流產生；導體棒上下平動時，不切割磁感線，沒有電流產生。

問題：是不是一定要導體去切割磁感線即導體運動磁場不動才能產生感應電流呢？

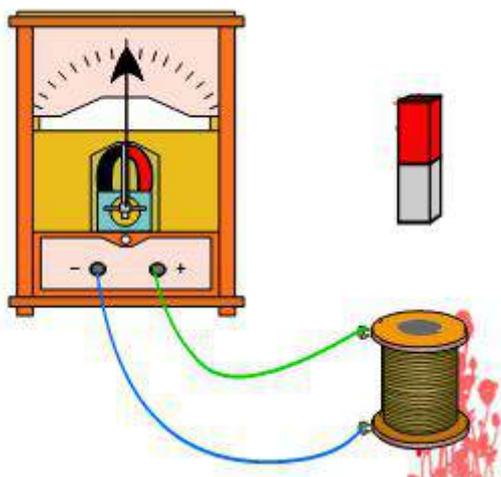
思考：

1、科拉頓的這次嘗試中，在他插入和拔出磁鐵的過程中，線圈有沒切割磁



感線？

2、線圈中會不會產生感應電流？



磁铁的运动情况	表针的摆动情况
插入瞬间	摆动
拔出瞬间	摆动
停在线圈中	不摆动

實驗結論：磁鐵插入和拔出的瞬間，螺線管中的每一線圈都切割磁感線，有電流產生；磁鐵停在螺線管中時，沒切割磁感線，無電流產生。

結論：無論是導體運動，還是磁場運動，只要閉合電路的一部分導體切割了磁感線，電路中就有電流產生

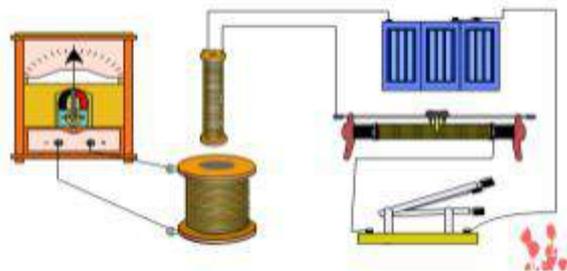
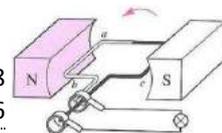
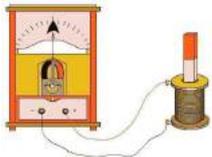
問題：

“閉合電路的一部分導體切割磁感線”是不是產生感應電流的必要條件呢？

實驗三：雙螺線管實驗

實驗設計：

- 1、實驗目的：使用不切割磁感線的方法產生感應電流
- 2、實驗器材：電源、電鍵、電流錶、滑動變阻器、大線圈、小線圈、導線
- 3、實驗電路圖：



操作	表针的摆动情况
开关闭合瞬间	摆动
开关闭合，滑动变阻器不动	不摆动
开关闭合，滑动变阻器触片滑动	摆动
开关断开瞬间	摆动

實驗結論：即使大線圈與小線圈無相對運動，導體不切割磁感線，但當小線圈中電流變化時，大線圈所在處的磁場變化，大線圈中就有電流產生。

【結論】 只要穿過閉合電路的磁通量發生變化，閉合電路中就有電流產生。

感應電流產生的條件是：

- (1) 回路要閉合
- (2) 穿過回路的磁通量發生變化

【歸納總結】

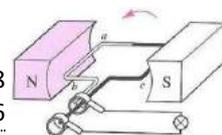
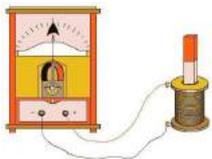
感應電流產生的必要條件是穿過閉合導體回路的磁通量發生變化，所以判斷感應電流有無時：

1. 明確導體回路是否閉合。
2. 判斷穿過回路的磁通量是否發生變化。穿過閉合導體回路的磁通量發生變化，大致有以下幾種情況。

(1) 磁感應強度 B 不變，線圈面積 S 發生變化，例如閉合導體回路的一部分導體切割磁感線時。

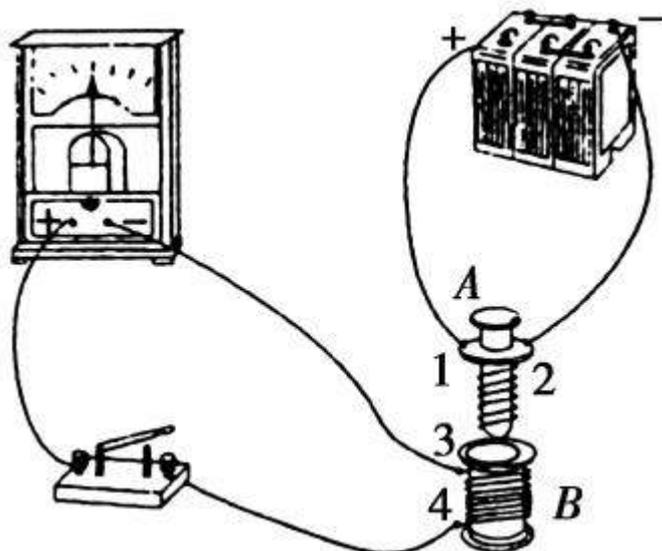
(2) 線圈面積 S 不變，磁感應強度 B 發生變化，例如線圈與磁體之間發生相對運動時或者磁場是由通電螺線管產生，而螺線管中的電流變化時。

(3) 磁感應強度 B 和回路面積 S 同時發生變化，此時可由 $\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$ 計算並判斷磁通量是否變化。



(4)線圈面積 S 不變，磁感應強度 B 也不變，但二者之間夾角發生變化，例如線圈在磁場中轉動時。

【典型例題】為觀察電磁感應現象，某學生將電流錶、螺線管 A 和 B 、蓄電池、開關用導線連接成如圖所示的實驗電路。



(1)當接通和斷開開關時，電流錶的指針都沒有偏轉，其原因是()

- A · 開關位置接錯
- B · 電流錶的正、負極接反
- C · 線圈 B 的 3、4 接頭接反
- D · 蓄電池的正、負極接反

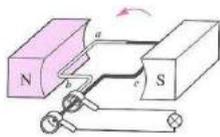
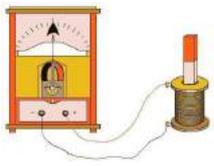
(2)在開始實驗之前，需要先確定電流錶指針偏轉方向與電流方向之間的關係，為此還需要的器材是_____。具體方法是_____。

【答案】(1)A (2)一節乾電池、保護電阻 用一節乾電池與電流錶、保護電阻連接

【解析】本題考查了感應電流產生的條件。

(1)因感應電流產生的條件是閉合電路中的磁通量發生變化，由電路圖可知，若把開關接線上圈的 3、4 接頭，因與 1、2 接頭相連的電路電流不改變，所以不可能有感應電流，電流錶也不可能偏轉，開關應接在 1、2 接頭與電源之間。

(2)利用乾電池已確定的正負極，把電流錶和保護電阻接入電路，可以確定電流的流向與電流錶指針偏轉方向的關係。



2.6 板書設計

★重難點一、磁通量及磁通量變化量的計算★

1. 對磁通量的三點理解

- (1)磁通量是標量，但是有正負。
- (2)若穿過某一面的磁感線既有穿出，又有穿入，則穿過該面的合磁通量為淨磁感線的條數。
- (3)由 $\Phi=BS$ 可知，磁通量的大小與線圈的匝數無關。

2. 勻強磁場中磁通量的計算

- (1) B 與 S 垂直時： $\Phi=BS$ 。
- (2) B 與 S 不垂直時： $\Phi=BS_{\perp}$ 。

3. 磁通量變化量的計算

當 B 與 S 垂直時，通常有以下兩種情況：

- (1) S 面積不變， B 改變，則 $\Delta\Phi=\Delta BS$ 。
- (2) S 面積改變， B 不變，則 $\Delta\Phi=B\cdot\Delta S$ 。

★重難點二、感應電流產生的條件及其應用★

【結論】只要穿過閉合電路的磁通量發生變化，閉合電路中就有電流產生。

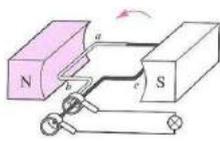
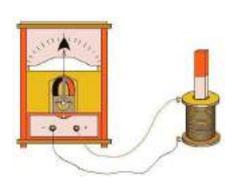
感應電流產生的條件是：

- (1) 回路要閉合
- (2) 穿過回路的磁通量發生變化

2.7 教學反思

1、法拉第電磁感應定律和楞次定律是電磁學中的重要定律，一個判定感應電動勢的大小，一個判定感應電流的方向，二者前後關聯，映襯了電磁感應現象規律的多樣性和複雜性。

2、無論是前一節的電磁感應還是本節的探究感應電流的方向，首先它們都是電磁感應這一事物本身屬性的一個體現，客觀存在且發展變化。從新課程標準來看，是體現“過程與方法”這一具體課程目標的最佳切入點。



3、教材指明了教學的方向，主要是以探究為主，讓學生經歷科學探究過程，在探究的過程中體驗科學家的艱辛，在探究的過程中認識科學探究的意義，嘗試應用科學探究的方法研究物理問題，驗證物理規律。但在探究的細節和過程中，留給了教師和學生廣闊的思考設計空間，有助與激發新思維，發現新方法，提出新問題，得出新結論，體現新課程教學理念。為楞次定律的學習提供知識準備。

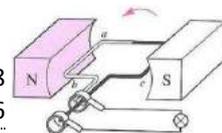
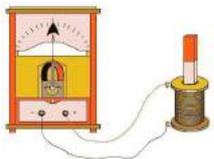
4、分析論證是本節的重點和難點，通過分析論證不僅自然得出楞次定律，還可訓練學生的分析能力，在教學過程中一定要落實分析的過程和方法。

5、楞次定律是電磁學的一個重要規律，對學生而言認知有難度，所以對教材進行了有效的處理，把第二節和第三節的前一部分融合了一下，為楞次定律的正確理解理清思路。

6、課堂秩序比傳統的教學方式難以控制，時間安排上存在不確定性。

7、學生獲取知識比較分散、參差不齊，須通過教師的導向、點評、規範來幫助學生構建知識、形成科學觀念、領悟科學研究方法。

8、學生獲取知識比較分散、參差不齊，須通過教師的導向、點評、規範來幫助學生構建知識、形成科學觀念、領悟科學研究方法。



三、重點探究：§2.2 探究感應電流的產生條件（第二、三課時）

課題	§2.2 探究感應電流的產生條件		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2018.01.24 2018.01.25	課型	復習課		課時	2 課時

一、電磁感應的探索歷程

1. “電生磁”的發現

1820 年，丹麥物理學家奧斯特發現了電流的磁效應。

2. “磁生電”的發現

1831 年，英國物理學家法拉第發現了電磁感應現象。產生的電流叫做感應電流。

二、磁通量的計算和物理意義

1. 磁通量的計算

(1)公式： $\Phi = BS$ 。

(2)適用條件：①勻強磁場；②S 是垂直磁場的有效面積。

(3)單位：韋伯， $1 \text{ Wb} = 1 \text{ T} \cdot \text{m}^2$ 。

2. 磁通量的物理意義

(1)可以形象地理解為磁通量就是穿過某一面積的磁感線的條數。

(2)同一個平面，當它跟磁場方向垂直時，磁通量最大，當它跟磁場方向平行時，磁通量為 0。

三、探究感應電流的產生條件

1. 探究導體棒在磁場中運動是否產生電流(如圖 4-1-1 所示)

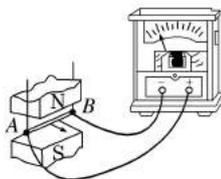
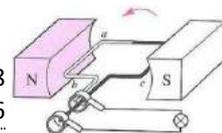
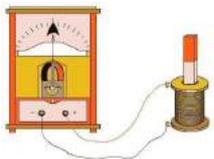


圖 4-1-1

實驗操作	實驗現象(有無電流)	分析論證
------	------------	------



導體棒靜止	無	閉合電路包圍的面積變化時，電路中有電流產生；包圍的面積 <u>不變</u> 時，電路中無電流產生
導體棒平行磁感線運動	無	
導體棒切割磁感線運動	有	

2. 探究磁鐵在通電螺線管中運動是否產生電流(如圖 4-1-2 所示)

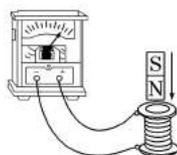


圖 4-1-2

實驗操作	實驗現象 (有無電流)	分析論證
N 極插入線圈	有	線圈中的磁場變化時，線圈中有感應電流；線圈中的磁場 <u>不變</u> 時，線圈中無感應電流
N 極停線上圈中	無	
N 極從線圈中抽出	有	
S 極插入線圈	有	
S 極停線上圈中	無	
S 極從線圈中抽出	有	

3. 模仿法拉第的實驗(如圖 4-1-3 所示)

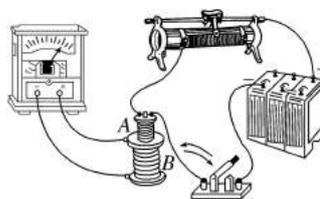
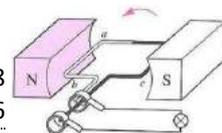
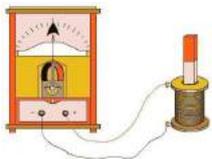


圖 4-1-3

實驗操作	實驗現象(線圈 B 中有無電流)	分析論證
開關閉合瞬間	有	線圈 B 中磁場變化時，



開關斷開瞬間	有	線圈 B 中有感應電流； 線圈 B 中磁場 <u>不變</u> 時， 線圈 B 中無感應電流
開關保持閉合，滑動變阻器滑片不動	無	
開關保持閉合，迅速移動滑動變阻器的滑片	有	

4. 歸納結論

只要穿過閉合導體回路的磁通量發生變化，閉合導體回路中就有感應電流。

3.1 知識點一：磁通量 Φ 及其變化量 $\Delta\Phi$ 的理解與計算

	磁通量Φ及其變化量$\Delta\Phi$的理解與計算
---	---

【核心突破】

1. 對磁通量的正、負的理解

磁通量有正、負之分，其正、負是這樣規定的：任何一個面都有正、反兩面，若磁感線從正面穿入時磁通量為正值，則磁感線從反面穿入時磁通量為負值。

2. 磁通量的變化量 $\Delta\Phi$

- (1) 當 B 不變，有效面積 S 變化 ΔS 時， $\Delta\Phi = B \cdot \Delta S$ 。
- (2) 當 B 變化，有效面積 S 不變時， $\Delta\Phi = \Delta B \cdot S$ 。
- (3) 當 B 和 S 同時變化時， $\Delta\Phi = \Phi_{末} - \Phi_{初} \neq \Delta B \cdot \Delta S$ 。

【題組衝關】

[典例] 如圖 4-1-4 所示，有一垂直紙面向裡的勻強磁場， $B=0.8\text{ T}$ ，磁場有明顯的圓形邊界，圓心為 O ，半徑為 1 cm 。現於紙面內先後放上圓線圈 A、B、C，圓心均處於 O 處，線圈 A 的半徑為 1 cm , 10 匝；線圈 B 的半徑為 2 cm , 1 匝；線圈 C 的半徑為 0.5 cm , 1 匝。問：

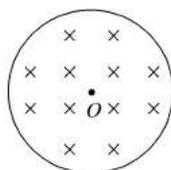
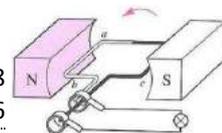
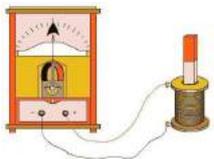


圖 4-1-4

(1)在 B 減為 0.4 T 的過程中，線圈 A 和線圈 B 中的磁通量變化多少？

(2)在磁場轉過 30° 角的過程中，線圈 C 中的磁通量變化了多少？

(3)在磁場轉過 180° 角的過程中，線圈 C 中的磁通量變化了多少？

[思路點撥] 解答本題應把握以下三點：

(1)磁通量與線圈匝數無關。

(2)當線圈平面與磁場不垂直時，應分解 B 或取 S 在與 B 垂直的平面上的投影面積。

(3)磁感線反向穿過線圈平面時， Φ 為負值。

[解析] (1)由題意知線圈 B 與線圈 A 中的磁通量始終一樣，故它們的變化量也一樣。

$$\Delta\Phi = (B_2 - B_1) \cdot \pi r^2 \approx 1.26 \times 10^{-4} \text{ Wb}。$$

所以，線圈 A 和線圈 B 中的磁通量都減少 $1.26 \times 10^{-4} \text{ Wb}$ 。

(2)對線圈 C， $\Phi_1 = B \cdot \pi r'^2$ ，當磁場轉過 30° 時， $\Phi_2 = B \cdot \pi r'^2 \cos 30^\circ$ ，故 $\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = B \cdot \pi r'^2 (\cos 30^\circ - 1) = -8.41 \times 10^{-6} \text{ Wb}$ 。

所以，線圈 C 中的磁通量減少 $8.41 \times 10^{-6} \text{ Wb}$ 。

(3)磁場轉過 180° 後，磁感線從另一側穿過線圈，若取 Φ_1 為正，則 Φ_2 為負，有： $\Phi_1 = B\pi r'^2$ ， $\Phi_2 = -B\pi r'^2$ ，故 $\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = -2B\pi r'^2 = -1.26 \times 10^{-4} \text{ Wb}$ 。

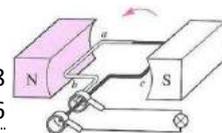
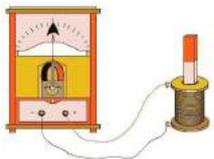
[答案] (1)都減少 $1.26 \times 10^{-4} \text{ Wb}$ (2)減少了 $8.41 \times 10^{-6} \text{ Wb}$ (3) $1.26 \times 10^{-4} \text{ Wb}$

【歸納總結】

勻強磁場中磁通量的計算

(1) B 與 S 垂直時， $\Phi = BS$ 。 B 指勻強磁場的磁感應強度， S 為線圈的面積。

(2) B 與 S 不垂直時， $\Phi = B_{\perp} \cdot S$ 。 B_{\perp} 為 B 垂直於線圈平面的分量，如圖所示， $\Phi = B_{\perp} \cdot S = B \sin \theta \cdot S$ 。



1.如圖 4-1-5 所示， a 、 b 、 c 三個閉合線圈放在同一平面內，當線圈 a 中有電流 I 通過時，穿過的磁通量分別為 Φ_a 、 Φ_b 、 Φ_c ，則()

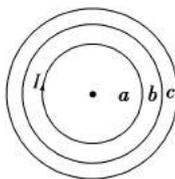


圖 4-1-5

- A · $\Phi_a < \Phi_b < \Phi_c$
- B · $\Phi_a > \Phi_b > \Phi_c$
- C · $\Phi_a < \Phi_c < \Phi_b$
- D · $\Phi_a > \Phi_c > \Phi_b$

解析：選 B 當 a 中有電流通過時，穿過 a 、 b 、 c 三個閉合線圈垂直紙面向裡的磁感線條數一樣多，向外的磁感線的條數 c 最多，其次是 b ， a 中沒有向外的磁感線，因此穿過閉合線圈的淨磁感線條數 a 最多， b 次之， c 最少，即 $\Phi_a > \Phi_b > \Phi_c$ ，選項 B 正確。

2.如圖 4-1-6 所示，通過恒定電流的導線 MN 與閉合線框共面，第一次將線框由 1 平移到 2，第二次將線框繞 cd 邊翻轉到 2，設先後兩次通過線框的磁通量變化分別為 $\Delta\Phi_1$ 和 $\Delta\Phi_2$ ，則()

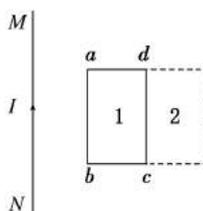
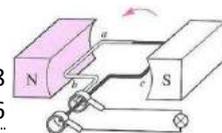
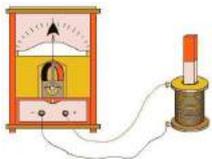


圖 4-1-6

- A · $\Delta\Phi_1 > \Delta\Phi_2$
- B · $\Delta\Phi_1 < \Delta\Phi_2$
- C · $\Delta\Phi_1 = \Delta\Phi_2$
- D · 無法確定

解析：選 B 設線框在位置 1 時的磁通量為 Φ_1 ，在位置 2 時的磁通量為 Φ_2 ，直線電流產生的磁場在 1 處比在 2 處要強，若平移線框，則 $\Delta\Phi_1 = \Phi_1 - \Phi_2$ ，若轉動線框，磁感線是從線框的正反兩面穿過的，一正一負，因此 $\Delta\Phi_2 = \Phi_1 + \Phi_2$ 。根據分析知： $\Delta\Phi_1 < \Delta\Phi_2$ ，選項 B 正確。



3.2 知識點二：感應電流是否產生的判斷

知識點 ②	感應電流是否產生的判斷
-------	-------------

【核心突破】

1. 導體回路閉合、磁通量變化是產生感應電流的兩個必要條件，缺一不可。
2. 穿過閉合導體回路的磁通量發生變化，大致有以下幾種情況：
 - (1) 磁感應強度 B 不變，線圈面積 S 發生變化。
 - (2) 線圈面積 S 不變，磁感應強度 B 發生變化。
 - (3) 磁感應強度 B 和回路面積 S 同時發生變化，此時可由 $\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$ 計算並判斷磁通量是否變化。
 - (4) 線圈面積 S 不變，磁感應強度 B 也不變，但二者之間夾角發生變化。

【題組衝關】

[典例] 如圖 4-1-7 所示，矩形線框 $abcd$ 由靜止開始運動，若要使線框中產生感應電流且磁通量逐漸變大，則線框的運動情況應該是()

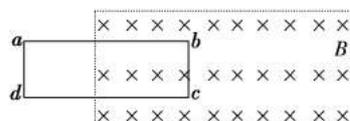


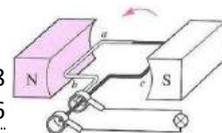
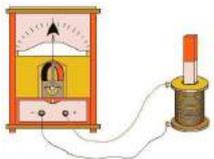
圖 4-1-7

- A. 向右平動(ad 邊還沒有進入磁場)
- B. 向上平動(ab 邊還沒有離開磁場)
- C. 以 bc 邊為軸轉動(ad 邊還沒有轉入磁場)
- D. 以 ab 邊為軸轉動(轉角不超過 90°)

[思路點撥] 解答本題時應把握以下兩點：

- (1) 產生感應電流的條件是穿過閉合回路的磁通量發生變化。
- (2) 判斷線框做各種運動時穿過線框的磁通量是否發生變化。

[解析] 選項 A 和 D 所描述的情況，線框在磁場中的有效面積 S 均發生變化(A 情況下 S 增大，D 情況下 S 變小)，穿過線框的磁通量均改變，由產生感應電流的條件知線框中會產生感應電流。而選項 B、C 所描述的情況中，線框中的磁通量均不改變，不會產生感應電流。D 中磁通量大小變小。

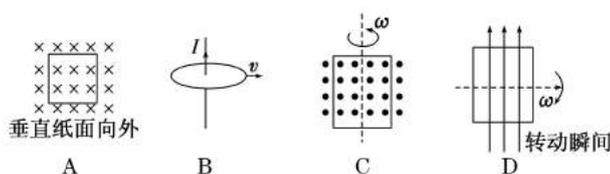


[答案] A

【歸納總結】

- (1) 如果電路不閉合，即使磁通量發生變化也不會產生感應電流。
- (2) 磁通量發生變化，其內涵主要體現在“變化”上。比如穿過電路的磁通量很大，若不變化，也不會產生感應電流。

1. (多選) 下圖均為閉合線框在勻強磁場中運動，請判斷哪種情況能產生感應電流()



解析：選 CD 產生感應電流的條件是穿過閉合回路的磁通量發生變化，A、B 沒有磁通量的變化，所以沒有感應電流，C、D 是閉合回路，同時磁通量發生變化，所以產生感應電流。

2. 如圖 4-1-8 所示，條形磁鐵以速度 v 向螺線管靠近，下麵幾種說法中正確的是()

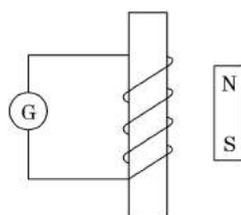
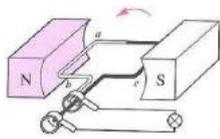
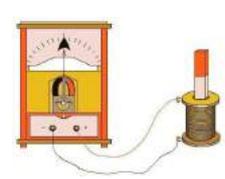


圖 4-1-8

- A. 螺線管中不會產生感應電流
- B. 螺線管中會產生感應電流
- C. 只有磁鐵速度足夠大時，螺線管中才能產生感應電流
- D. 只有在磁鐵的磁性足夠強時，螺線管中才會產生感應電流

解析：選 B 螺線管所在的回路是閉合的，當條形磁鐵向螺線管靠近時，穿過閉合回路的磁通量發生變化，產生感應電流。

3. 如圖 4-1-9 所示，磁場中有一個閉合的彈簧線圈。先把線圈撐開[如圖(a)]，然後放手，讓線圈收縮[如圖(b)]。線圈收縮時，其中是否有感應電流產



生？為什麼？

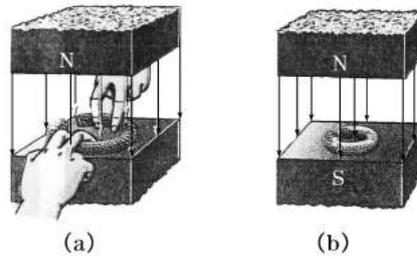
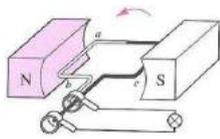
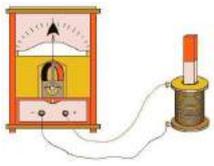


圖 4-1-9

解析：產生感應電流。因為彈簧線圈構成的回路為閉合導體回路，收縮時，穿過回路的磁通量變小，符合產生感應電流的兩個條件。

答案：見解析



第三課題 §2.3 楞次定律 (3 課時)

一、課前自主預習學案

【學習目標】：

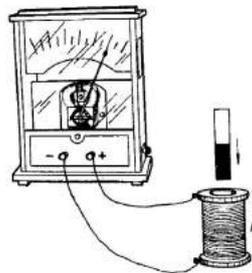
- 1、通過實驗探究感應電流的方向與什麼因素有關？
- 2、理解楞次定律的內容，能運用楞次定律判斷感應電流的方向，解答有關問題。

自主學習

- 1、通電螺線管周圍的磁場如何判斷？
- 2、感應電流產生的條件是什麼？

新課探究

- 1、演示實驗：

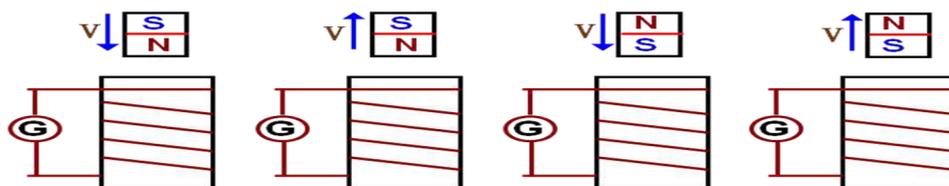
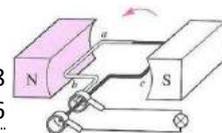
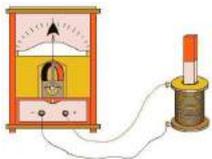


- 2、弄清電流方向、電流錶指針偏轉方向與電流錶紅、黑接線柱的關係：{ 將電流錶的左右接線柱分別與乾電池的正負極相連（試觸法），觀察電流流向與指針偏向的關係}

結論：當電流由 流入時，錶針向 偏轉。

- 3、弄清線圈導線電流的流向：

- 4、探究感應電流的方向（填寫表格前 4 列）



專案 磁體 運動方向	原磁 場方 向	電流錶 指針偏 轉方向	螺線 管中 電流 方向	感應 電流 磁場 方向	穿過線 圈的磁 通量變 化	感應磁場與 原磁場的關 係
N 極插入						
S 極插入						
N 極拔出						
S 極拔出						

5、分析論證，歸納總結（填寫表格第 5、6 列）思考下列問題

問題 1：請你根據上表中所填寫的內容分析一下，感應電流的磁場方向是否總是與原磁場的方向相反？

問題 2：當線圈內磁通量增加時，感應電流的磁場是有助於磁通量的增加還是阻礙了磁通量的增加？

問題 3：當線圈內磁通量減少時，感應電流的磁場是有助於磁通量的減少還是阻礙了磁通量的減少？

得出結論：_

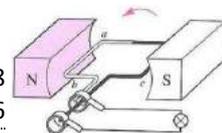
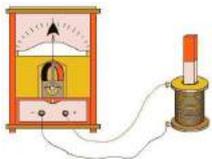
6、對楞次定律的理解

(1)、楞次定律的內容：_____。

(2)、對楞次定律中“阻礙”的理解

誰阻礙誰	
阻礙什麼	
如何阻礙	
結果如何	

例題：在長直載流導線附近有一個矩形線圈 ABCD，線圈與導線始終在同一個平面內。線圈在導線的右側向左平移時，請判斷：線圈中產生的感應電流的方向。已知距離載流直導線較近的位置，磁場較強。(書本 P12 例題 2)



研究對象	線圈原磁場的方向	磁通量變化	感應電流的磁場方向	感應電流的方向
ABCD 線圈				

總結：應用楞次定律判定感應電流方向的思路方法：

課堂練習

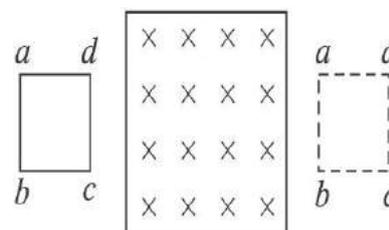
回饋練習

1. 根據楞次定律知：感應電流的磁場一定是 ()

- A. 阻礙引起感應電流的磁通量
- B. 與引起感應電流的磁場方向相反
- C. 阻礙引起感應電流的磁場的磁通量的變化
- D. 與引起感應電流的磁場方向相同

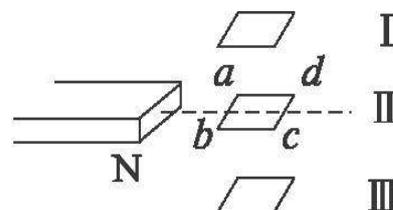
2. 如圖所示，一個有界勻強磁場區域，磁場方向垂直於紙面方向向內。一個矩形閉合導線框 abcd，沿紙面方向由左側位置運動到右側位置，則 ()

- A. 導線框進入磁場時，感應電流的方向為 abcda
- B. 導線框離開磁場時，感應電流的方向為 abcda
- C. 導線框離開磁場時，受到的安培力方向水準向右
- D. 導線框離開磁場時，受到的安培力方向水準向左



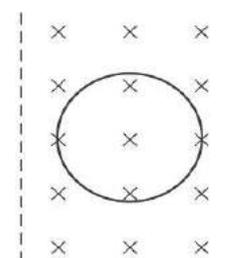
3. 如圖所示，一水準放置的矩形閉合線框 abcd 在細長磁鐵的 N 極附近豎直下落，保持 bc 邊在紙外，ad 邊在紙內，由圖中位置 I 經過位置 II 到位置 III，位置 I 和位置 III 都很接近位置 II。這個過程中線圈感應電流 ()

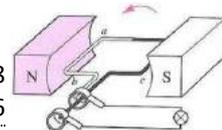
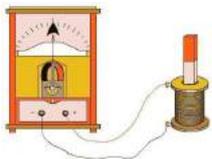
- A. 沿 abcd 流動
- B. 沿 dcba 流動
- C. 先沿 abcd 流動，後沿 dcba 流動
- D. 先沿 dcba 流動，後沿 abcd 流動



4. 如圖所示，閉合金屬圓環沿垂直於磁場方向放置在勻強磁場中，將它從勻強磁場中勻速拉出，以下各種說法中正確的是 ()

- A. 向左拉出和向右拉出時，環中的感應電流方向相反
- B. 向左或向右拉出時，環中感應電流方向都是沿順時針方向的
- C. 向左或向右拉出時，環中感應電流方向都是沿逆時針方向的
- D. 環在離開磁場之前，就已經有了感應電流





二、新課教學：§2.3 楞次定律（第一課時）

課題	§2.3 楞次定律		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2018.01.29	課型	新授課		課時	1 課時

2.1 教學目標

【知識與技能】

- (1) 探究感應電流方向的規律；
- (2) 楞次定律。

【過程與方法】

- (1) 通過實驗和對實驗現象的分析，歸納出感應電流方向與磁場變化方向的關係。
- (2) 通過典型題目的練習，讓學生自己在練習過程中學會如何應用楞次定律，進而轉化為技能技巧，達到熟練掌握的目的。) 由感性到理性，由具體到抽象的認識方法分析出產生感應電流的條件。

【情感態度與價值觀】

讓學生經歷從實驗觀察到抽象歸納得出理論的過程，體驗物理學的規律是怎樣得出來的。

2.2 教學重點難點

- (1) 理解楞次定律內容；
- (2) 會用楞次定律解決有關問題。
- (3) 探究影響感應電流的實驗；
- (4) 應用楞次定律判斷感應電流的方向。

2.3 教學方法

類比法、實驗法、比較法

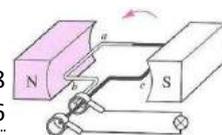
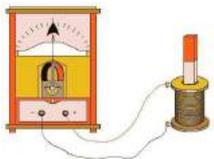
2.4 教學用具

磁鐵、電壓表、電流錶、導線、鐵架臺、投影儀、投影片

2.5 教學過程

★重難點一、楞次定律的理解和應用★

1. 因果關係



閉合導體回路中原磁通量的變化是產生感應電流的原因，而感應電流的磁場的出現是感應電流存在的結果。

2. 對“阻礙”的理解



3. “阻礙”的表現形式

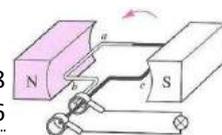
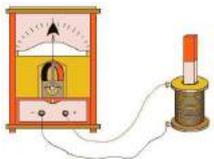
- (1)就磁通量而言，感應電流的磁場總是阻礙原磁場磁通量的變化(增反減同)。
- (2)由於相對運動導致的電磁感應現象，感應電流的效果阻是礙相對運動(來拒去留)。
- (3)電磁感應致使回路面積有變化趨勢時，則面積收縮或擴張是為了阻礙回路磁通量的變化(增縮減擴)。

4. 運用楞次定律判定感應電流方向的基本思路

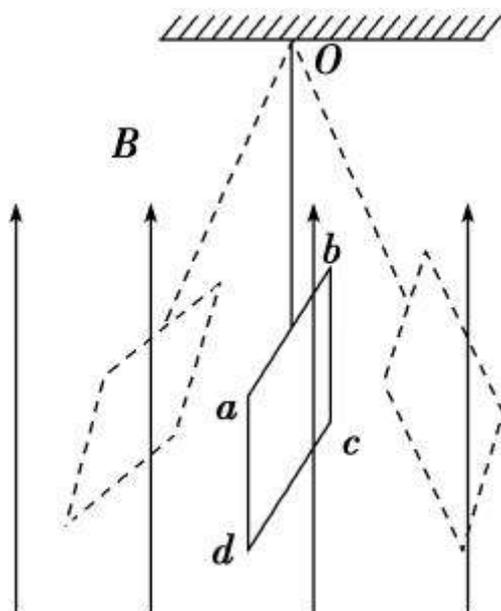


5. 用楞次定律判定感應電流的方向的方法：

- (1) 先確定原磁場方向。
- (2) 確定磁通量的變化趨勢。(增大或減小)
- (3) 確定感應電流產生的磁場方向(增反減同)
- (4) 用安培定則判定感應電流的方向。



【典型例題】如圖所示，在磁感應強度大小為 B 、方向豎直向上的勻強磁場中，有一質量為 m 、阻值為 R 的閉合矩形金屬線框 $abcd$ 用絕緣輕質細杆懸掛在 O 點，並可繞 O 點擺動。金屬線框從右側某一位置由靜止開始釋放，在擺動到左側最高點的過程中，細杆和金屬線框平面始終處於同一平面，且垂直紙面。則線框中感應電流的方向是()



- A · $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow a$
- B · $d \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow a \rightarrow d$
- C · 先是 $d \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow a \rightarrow d$ ，後是 $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow a$
- D · 先是 $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow a$ ，後是 $d \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow a \rightarrow d$

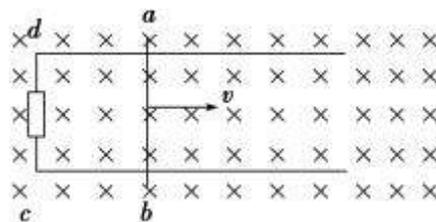
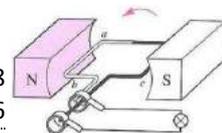
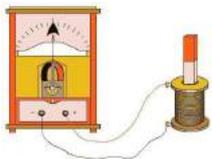
【答案】B

【解析】線框從右側開始由靜止釋放，穿過線框平面的磁通量逐漸減少，由楞次定律可得感應電流的磁場方向與原磁場方向相同，根據安培定則，感應電流的方向為 $d \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow a \rightarrow d$ ；

過 O 點後線框繼續向左擺動過程中，磁感線從反面穿過線框，穿過線框平面的磁通量逐漸增大，由楞次定律可得感應電流的磁場方向與原磁場方向相反，由安培定則可知感應電流的方向仍為 $d \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow a \rightarrow d$ ，故 B 選項正確。

★重難點二、右手定則★

如圖所示，當閉合回路的部分導體切割磁感線時，會引起磁通量的變化，從而使回路中產生感應電流。



(1)請用楞次定律判斷感應電流的方向。

提示：感應電流的方向 $a \rightarrow d \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow a$ 。

(2)用楞次定律判斷感應電流的過程很複雜，能否找到一種很簡單的方法來判斷閉合回路中部分導體切割磁感線產生的電流的方向呢？

提示：可以用右手定則來判斷。

【總結提升】

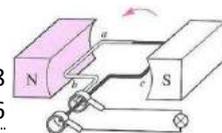
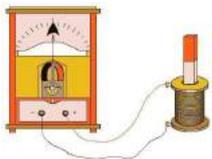
1. 右手定則是楞次定律的特例，適用於導體切割磁感線運動產生的感應電流方向。用右手定則求解的問題也可用楞次定律求解。
2. 右手定則較楞次定律方便，但適用範圍較窄，而楞次定律適用於所有情況。如閉合圓形導線中的磁場逐漸增強，用右手定則就難以判定感應電流的方向，而用楞次定律就很容易判定出來。
3. 當切割磁感線時四指的指向就是感應電流的方向，即感應電動勢的方向(注意等效電源的正負極)。

【特別提醒】

楞次定律與右手定則的區別和聯繫

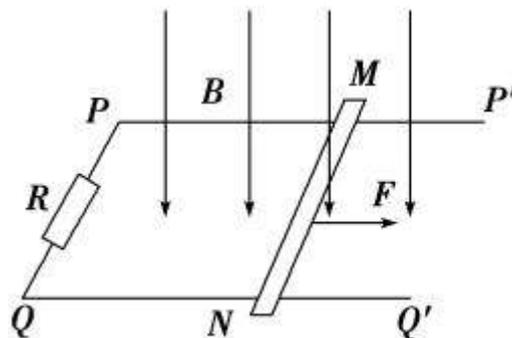
定則 專案		楞次定律	右手定則
區別	研究對象	整個閉合導體回路	閉合導體回路的一部分
	適用範圍	磁通量變化引起感應電流的各種變化情況	一段導線在磁場中做切割磁感線運動
聯繫		右手定則是楞次定律的特殊情況	

2.右手定則和左手定則的對分析



定則專案	右手定則	左手定則
作用	判斷磁場 B 、速度 v 、感應電流 I 三者的方向關係	判斷磁場 B 、電流 I 、磁場力 F 三者的方向關係
已知條件	運動方向、磁場方向、感應電流方向任知其中二個	電流方向、磁場方向、磁場力方向任知二個
圖例		
因果關係	因動而電	因電而動
應用實例	發電機	電動機

【典型例題】(多選)如圖所示，光滑平行金屬導軌 PP' 和 QQ' ，都處於同一水平面內， P 和 Q 之間連接一電阻 R ，整個裝置處於豎直向下的勻強磁場中。現在垂直於導軌放置一根導體棒 MN ，用一水準向右的力 F 拉動導體棒 MN ，以下關於導體棒 MN 中感應電流方向和它所受安培力的方向的說法正確的是()

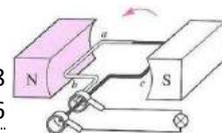
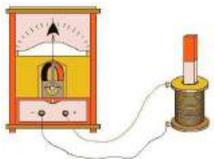


- A · 感應電流方向是 $N \rightarrow M$
- B · 感應電流方向是 $M \rightarrow N$
- C · 安培力水準向左
- D · 安培力水準向右

【答案】AC

【解析】本題考查左、右手定則和楞次定律。

方法一 由右手定則易知， MN 中感應電流方向是 $N \rightarrow M$ ，再由左手定則可判

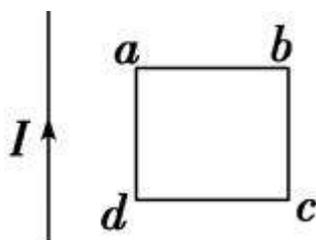


知， MN 所受安培力方向垂直棒水準向左。

方法二 由楞次定律知，感應電流的產生，必然阻礙引起感應電流的原因。本題中，感應電流是由於 MN 相對於磁場向右運動引起的，則安培力必然阻礙這種相對運動，由安培力既垂直於電流又垂直於磁場方向可判知， MN 所受安培力方向必然垂直於 MN 水準向左，再由右手定則，容易判斷出感應電流的方向是 $N \rightarrow M$ 。故正確選項為 A、C。

★重難點三、楞次定律的綜合應用★

在長直通電導線附近有一閉合線圈 $abcd$ ，如圖所示，當直導線中的電流強度 I 逐漸減小時，試判斷線圈中感應電流的方向。



提示：線圈 $abcd$ 中感應電流方向為順時針方向，此題必須確定線圈中磁通量是減小，根據“阻礙變化”確定感應電流的磁場方向線上圈中與原磁場方向相同，從而確定。



提升归纳 ▶

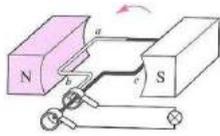
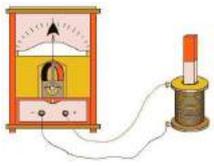
1. 判断回路运动情况、回路面积变化趋势的一般步骤.

驟.



2. 應用楞次定律推廣含義判斷。

(1)楞次定律的推廣含義：



感應電流的效果總是要反抗(或阻礙)引起感應電流的原因。

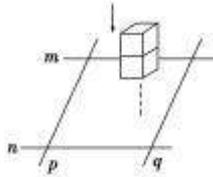
(2)回路運動情況的判斷：

由於相對運動導致電磁感應現象，感應電流又阻礙相對運動，簡稱口訣“來拒去留”。

(3)回路面積變化趨勢的判斷：

電磁感應致使回路面積有變化趨勢時，則收縮或擴張是為了阻礙回路磁通量的變化，即磁通量增大時，面積有收縮趨勢，磁通量減少時，面積有增大趨勢，簡稱口訣“增縮減擴”。

【典型例題】(多選) 如圖所示，光滑固定的導軌 m 、 n 水準放置，兩根導體棒 p 、 q 平行放於導軌上，形成一個閉合回路，當一條形磁鐵從高處下落接近回路時()



- A · p 、 q 將互相靠近
- B · p 、 q 將互相遠離
- C · 磁鐵的加速度仍為重力加速度 g
- D · 磁鐵的加速度小於重力加速度

【答案】 AD

【解析】 條形磁鐵從高處下落接近回路時，穿過閉合回路中的磁通量將增加，根據楞次定律，感應電流產生的磁場將阻礙這一磁通量的增加，具體表現應為：使回路面積減小，延緩磁通量的增加；對磁鐵產生向上的磁場力，延緩磁鐵的下落。故選項 A、D 正確。

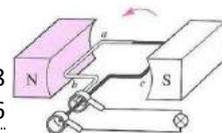
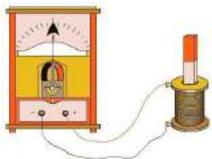
2.6 板書設計

★重難點一、楞次定律的理解和應用★

閉合導體回路中原磁通量的變化是產生感應電流的原因，而感應電流的磁場的出現是感應電流存在的結果。

用楞次定律判定感應電流的方向的方法：

- (1) 先確定原磁場方向。



- (2) 確定磁通量的變化趨勢。(增大或減小)
- (3) 確定感應電流產生的磁場方向(增反減同)
- (4) 用安培定則判定感應電流的方向。

★重難點二、右手定則★

右手定則較楞次定律方便，但適用範圍較窄，而楞次定律適用於所有情況。如閉合圓形導線中的磁場逐漸增強，用右手定則就難以判定感應電流的方向，而用楞次定律就很容易判定出來。

定則 專案		楞次定律	右手定則
區別	研究對象	整個閉合導體回路	閉合導體回路的一部分
	適用範圍	磁通量變化引起感應電流的各種變化情況	一段導線在磁場中做切割磁感線運動
聯繫		右手定則是楞次定律的特殊情況	

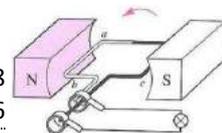
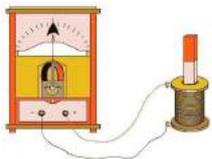
2.7 教學反思

1.在以媒體環境為支撐的互動教學活動中，如何諧調好師、生與媒體三者之間的關係尤為關鍵。

由於媒體的影響，學生的注意力極有可能從教學活動中游離出來，從而影響教學，因此在這類形式的教學中，必須加強的學生活動的引導與控制，做到收放自如，使教學活而不亂。為此這節課我再以下幾方面做了一些變革：(1) 強調課前預習，並在課前每人發放一份活動任務單，明確活動的內容與要求，同時將這份任務單帶入課堂作為課堂活動的內容來完成；(2) 對課件的使用做必要的說明——由於有些課件學生課前並沒有接觸過，對其作用和使用方法並不熟悉；(3) 加強對學生活動的監督與指導，使行為偏差的同學及時得到糾正；(4) 利用演示文稿吸引學生的注意力，強化教師的影響力；等等。通過實踐表明，以上的變化還是起到了良好作用。

2.合理選用互動課件，最大限度地發揮課件的功能，是媒體支持下互動開展成敗的關鍵。

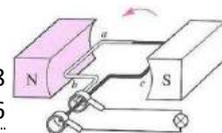
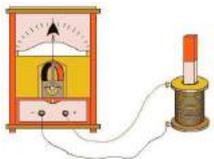
當前，每一個相關內容的教學課件在網上都能找到很多，但是，是否適合就是一個值得研究的問題。因為教學有法，但無定法，不同的老師有不同的設計。所以，找到一個合適的課件真的不容易。另外，有的課件並不適合互動活動的開展，而有的課件還存在科學性問題也不能使用。一個合適的互動課件至少具有以下特徵：(1) 科學性；(2) 可視性，特別是實際實驗中的微小變化



與暫態變化；(3)變數的可調性；(4)使用的便捷性；等等。本節課中，我在探究“感應電流磁場與原磁場方向關係”時，所選用的課件是合理且有效的。

3.本節課難點中還有對於“楞次定律”中“阻礙”一詞的理解。這時，不妨將課堂上的探究實驗示意圖，作為第一個例題以多媒體展示出來，將楞次定律中幾個重要因素逐個對照，得出感應電流方向，再與實驗現象對比；第二個例題可將法拉第感應圈作為例題，潛移默化地將楞次定律的應用過程整理為四步，讓學生規範記憶、應用；其餘練習引入感應電流效果阻礙導體與磁鐵間相對運動，及結合能量守恆理解“阻礙”的含義。

4.本節課探究的目的在於掌握探究的步驟，領悟探究的方法，讓學生自主的構建知識體系，切不可盲目追求探究的形式而致“學習”不顧，探究過程中，教師必須及時進行必要的指導，充分估計學情，精心設計課堂教學，對於基礎性問題，可在前節探究基礎上提前解決，否則本節課的探究實驗很有可能流於形式，變成教師與個別學生的“獨角戲”而失去意義。



三、重點探究：§2.3 楞次定律（第二、三課時）

課題	§2.3 楞次定律		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2018.01.30 2018.01.31	課型	復習課		課時	2 課時

一、楞次定律

1. 探究感應電流的方向

(1) 實驗器材：條形磁鐵、電流錶、線圈、導線、一節乾電池(用來查明線圈中電流的流向與電流錶中指針偏轉方向的關係)。

(2) 實驗現象：如圖 4-3-1 所示，在四種情況下，將實驗結果填入下表。

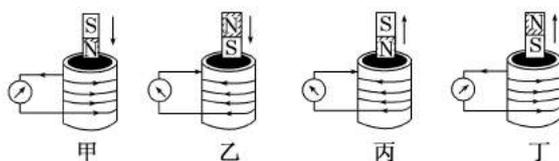


圖 4-3-1

① 線圈內磁通量增加時的情況

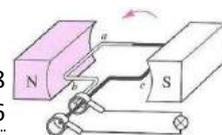
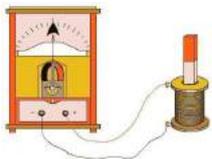
圖號	磁場方向	感應電流的方向	感應電流的磁場方向
甲	<u>向下</u>	逆時針(俯視)	<u>向上</u>
乙	<u>向上</u>	順時針(俯視)	<u>向下</u>

② 線圈內磁通量減少時的情況

圖號	磁場方向	感應電流的方向	感應電流的磁場方向
丙	<u>向下</u>	順時針(俯視)	<u>向下</u>
丁	<u>向上</u>	逆時針(俯視)	<u>向上</u>

(3) 實驗結論

表述一：當穿過線圈的磁通量增加時，感應電流的磁場與原磁場的方向相



反；當穿過線圈的磁通量減少時，感應電流的磁場與原磁場的方向相同。

表述二：當磁鐵靠近線圈時，兩者相斥；當磁鐵遠離線圈時，兩者相吸。

2. 楞次定律

感應電流具有這樣的方向，即感應電流的磁場總要阻礙引起感應電流的磁通量的變化。

二、右手定則

1. 內容

伸開右手，使拇指與其餘四個手指垂直，並且都與手掌在同一個平面內；讓磁感線從掌心進入，並使拇指指向導線運動的方向，這時四指所指的方向就是感應電流的方向。如圖 4-3-2 所示。

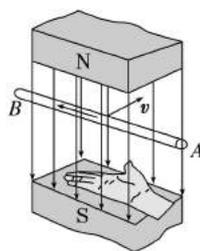


圖 4-3-2

2. 適用範圍

適用於閉合電路部分導體切割磁感線產生感應電流的情況。

3.1 知識點一：用楞次定律判斷感應電流的方向

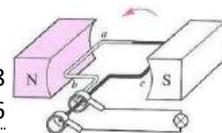
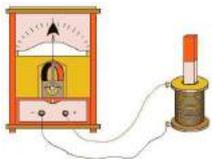
知 識 點 (1)	磁現象和電流的磁效應
------------------	-------------------

【核心突破】

1. 因果關係

閉合導體回路中原磁通量的變化是產生感應電流的原因，而感應電流的磁場的產生是感應電流存在的結果，即只有當閉合導體回路中的磁通量發生變化時，才會有感應電流的磁場出現。

2. 楞次定律中“阻礙”的含義



【題組衝關】

[典例] 電阻 R 、電容 C 與一線圈連成閉合電路，條形磁鐵靜止於線圈的正上方， N 極朝下，如圖 4-3-3 所示。現使磁鐵開始自由下落，在 N 極接近線圈上端的過程中，流過 R 的電流方向和電容器極板的帶電情況是()

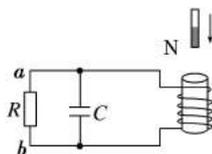
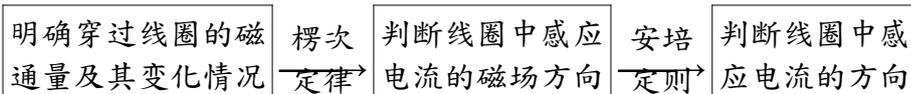


圖 4-3-3

- A · 從 a 到 b ，上極板帶正電
- B · 從 a 到 b ，下極板帶正電
- C · 從 b 到 a ，上極板帶正電
- D · 從 b 到 a ，下極板帶正電

[思路點撥]

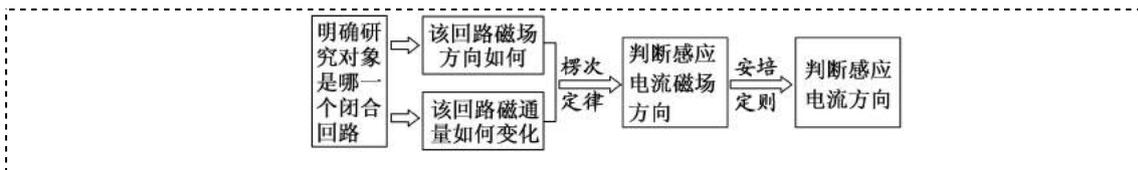
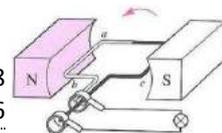
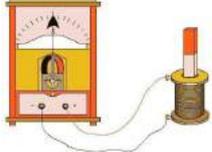


[解析] 在磁體自由下落， N 極接近線圈上端的過程中，通過線圈的磁通量方向向下且在增大，根據楞次定律可判斷出線圈中感應電流的磁場方向向上，利用安培定則可判知線圈中感應電流方向為逆時針繞向(由上向下看)，流過 R 的電流方向從 b 到 a ，電容器下極板帶正電。選項 D 正確。

[答案] D

【歸納總結】

楞次定律的使用步驟



1. 如圖 4-3-4 所示，閉合金屬圓環沿垂直於磁場方向放置在勻強磁場中，將它從勻強磁場中勻速拉出，以下各種說法中正確的是()

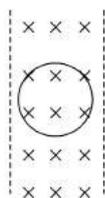


圖 4-3-4

- A · 向左和向右拉出時，環中感應電流方向相反
- B · 向左和向右拉出時，環中感應電流方向都是沿順時針方向
- C · 向左和向右拉出時，環中感應電流方向都是沿逆時針方向
- D · 將圓環拉出磁場的過程中，當環全部處在磁場中運動時，也有感應電流產生

解析：選 B 向左和向右拉出時，磁通量都減少，根據楞次定律，感應電流的磁場與原磁場同向，由安培定則知感應電流為順時針，B 正確，A、C 錯誤；當環全部處在磁場中運動時，磁通量不變，環中無感應電流產生，D 錯誤。

2. (多選) 如圖 4-3-5 所示，足夠長的通電導線旁邊同一平面有矩形線圈 $abcd$ ，則()

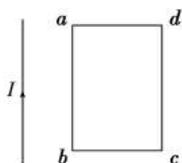
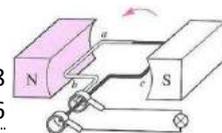
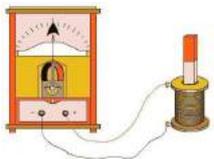


圖 4-3-5

- A · 若線圈向右平動，其中感應電流方向是 $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d$
- B · 若線圈豎直向下平動，無感應電流產生
- C · 當線圈以 ad 邊為軸轉動時(轉動角度小於 90°)，其中感應電流方向是 $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d$
- D · 當線圈嚮導線靠近時，其中感應電流方向是 $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d$



解析：選 BD 根據安培定則知，線圈所在處的磁場垂直紙面向裡，當線圈向右平動、以 ad 邊為軸轉動時，磁通量減少，感應電流產生的磁場與原磁場同向，感應電流方向為 $a \rightarrow d \rightarrow c \rightarrow b$ ，A、C 錯誤；若線圈豎直向下平動，無感應電流產生，B 正確；若線圈嚮導線靠近時，磁通量增加，感應電流產生的磁場與原磁場反向，垂直紙面向外，感應電流方向為 $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d$ ，D 正確。

3. 如圖 4-3-6 所示，當磁場的磁感應強度 B 增強時，內、外金屬環上的感應電流的方向應為()

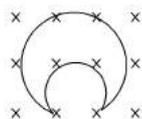
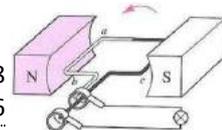
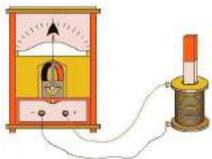


圖 4-3-6

- A · 內環順時針，外環逆時針
- B · 外環順時針，內環逆時針
- C · 內、外環均為順時針
- D · 內、外環均為逆時針

解析：選 A 當磁場增強時，根據楞次定律，感應電流的磁場要阻礙原磁場的增強，其方向必然與正在增強的磁場方向相反，即垂直紙面向外，再應用安培定則可得，回路中的感應電流方向為：外環逆時針，內環順時針，正確選項為 A。



3.2 知識點二：右手定則的應用

知識點 (2)	右手定則的應用
----------------	----------------

【題組衝關】

【典例】 (多選)如圖 4-3-7 所示，光滑平行金屬導軌 PP' 和 QQ' 處於同一水平面內，

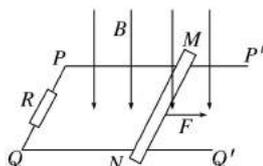
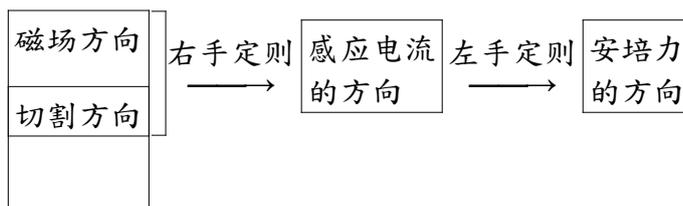


圖 4-3-7

P 和 Q 之間連接一電阻 R ，整個裝置處於豎直向下的勻強磁場中。現垂直於導軌放置一根導體棒 MN ，用一水準向右的力 F 拉動導體棒 MN ，下列關於導體棒 MN 中感應電流的方向和它所受安培力的方向的說法正確的是()

- A · 感應電流的方向是 $N \rightarrow M$
- B · 感應電流的方向是 $M \rightarrow N$
- C · 安培力水準向左
- D · 安培力水準向右

【思路點撥】 本題可按以下思路進行分析：

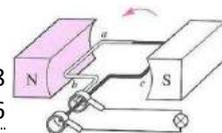
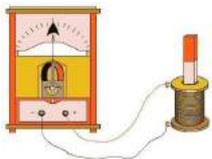


【解析】 以導體棒為研究對象，導體棒所處位置磁場的方向向下，運動方向向右，根據右手定則可知，導體棒中感應電流的方向是 $N \rightarrow M$ ，再根據左手定則可知，導體棒所受安培力的方向水準向左，選項 A、C 正確。

【答案】 AC

【歸納總結】

“三定則一定律”的比較



適用的基本物理現象	應用的定則或定律
判斷電流(運動電荷)產生的磁場的方向	安培定則
判斷安培力、洛倫茲力的方向	左手定則
判斷閉合電路的一部分導體做切割磁感線運動時產生的感應電流的方向	右手定則
判斷穿過閉合電路的磁通量發生變化時產生的感應電流的方向	楞次定律

1. (多選)如圖 4-3-8 所示，導體 ab 、 cd 可在水準軌道上自由滑動，且兩水準軌道在中央交叉處互不相通。當導體棒 ab 向左移動時()

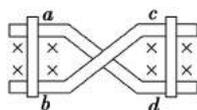


圖 4-3-8

- A · ab 中感應電流的方向為 a 到 b
- B · ab 中感應電流的方向為 b 到 a
- C · cd 向左移動
- D · cd 向右移動

解析：選 AD 由右手定則可判斷 ab 中感應電流方向為從 a 到 b ，從而 cd 中電流方向為從 c 到 d ，根據左手定則可判定導體 cd 中安培力方向水準向右，即向右移動，A、D 正確。

2. 一個閉合金屬線框的兩邊接有電阻 R_1 、 R_2 ，線框上垂直放置一根金屬棒 ab ，棒與線框接觸良好，整個裝置放在勻強磁場中，如圖 4-3-9 所示。當用外力使 ab 棒右移時，下列判斷中正確的是()

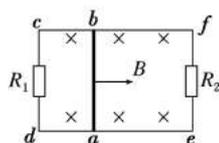
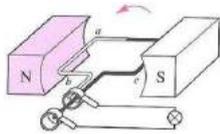
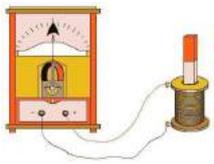


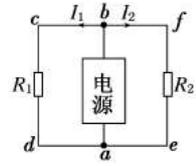
圖 4-3-9

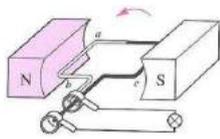
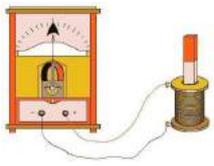
- A · 穿過線框的磁通量不變，框內沒有感應電流
- B · 框內有感應電流，電流方向沿順時針方向繞行
- C · 框內有感應電流，電流方向沿逆時針方向繞行



D·框內有感應電流，左半邊逆時針方向繞行，右半邊順時針方向繞行

解析：選 D ab 棒右移時，切割磁感線。根據右手定則， ab 棒中的感應電流方向從 a 流向 b 。此時 ab 棒起著電源的作用，分別對兩邊電阻供電，如圖所示，所以流過 R_1 、 R_2 的電流都由上而下地繞行。





第四課題 §2.4 法拉第電磁感應定律 (3 課時)

一、課前自主預習學案

【學習目標】

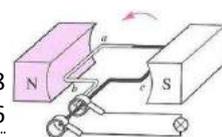
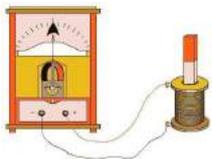
- (1)、知道感應電動勢，及決定感應電動勢大小的因素。
- (2)、知道磁通量的變化率是表示磁通量變化快慢的物理量，並能區別 Φ 、 $\Delta\Phi$ 、 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 。
- (3)、理解法拉第電磁感應定律內容、數學運算式。
- (4)、知道 $E=BLv\sin\theta$ 如何推得。
- (5)、會用 $E=n\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 解決問題。
- (6)、經歷探究實驗，培養動手能力和探究能力。
- (7)、通過推導導線切割磁感線時的感應電動勢公式 $E=BLv$ ，掌握運用理論知識探究問題的方法。
- (8)、通過比較感應電流、感應電動勢的特點，把握主要矛盾。

一、溫故知新

- 1、在電磁感應現象中，產生感應電流的條件是什麼？
- 2、恒定電流中學過，電路中存在持續電流的條件是什麼？
- 3、在發生電磁感應的情況下，用什麼方法可以判定感應電流的方向？

二、引入預習

- 1、問題 1：既然會判定感應電流的方向，那麼，怎樣確定感應電流的強弱呢？

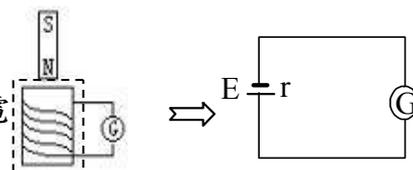


2、問題 2：如圖所示，在螺線管中插入一個條形磁鐵，問

①、在條形磁鐵向下插入螺線管的過程中，兩電路中是否都有電流？為什麼？

②、有感應電流，是誰充當電源？

③、上圖中若電路是斷開的，有無感應電流？有無感應電



3、產生感應電動勢的條件是什麼？

4、比較產生感應電動勢的條件和產生感應電流的條件你有什麼發現？

三、新課導學

(一)、探究影響感應電動勢大小的因素

(1) 探究目的：感應電動勢大小跟什麼因素有關？（猜測）

(2) 探究要求：

①、將條形磁鐵迅速和緩慢的插入拔出螺線管，記錄錶針的最大擺幅。

②、迅速和緩慢移動導體棒，記錄錶針的最大擺幅。

③、迅速和緩慢移動滑動變阻器滑片，迅速和緩慢的插入拔出螺線管，分別記錄錶針的最大擺幅；

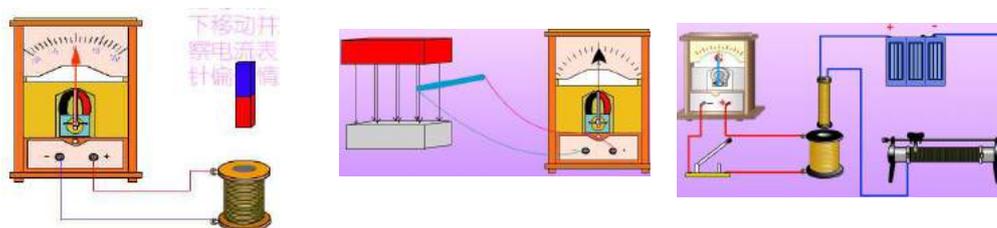
(3)、探究問題：

問題 1、在實驗中，電流錶指針偏轉原因是什麼？

問題 2：電流錶指針偏轉程度跟感應電動勢的大小有什麼關係？

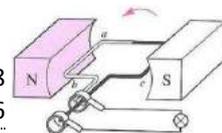
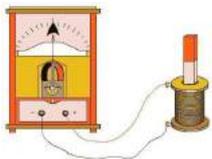
問題 3：在實驗中，快速和慢速效果有什麼相同和不同？

(4)、探究過程：學生實驗。實驗觀察-----分析論證-----歸納總結



實驗現象：將條形磁鐵快插入（或拔出）比慢插入或（拔出）時， $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 大， I

感_____， E 感_____。



實驗結論：電動勢的大小與磁通量的變化_____有關，磁通量的變化越
電動勢越大，磁通量的變化越_____電動勢越小。

(二)、法拉第電磁感應定律

1. 法拉第電磁感應定律:閉合電路中電動勢的大小跟穿過這一電路的磁通量的變化率成正比

2. 公式:
$$\varepsilon = N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

3. 定律的理解:

(1) 磁通量、磁通量的變化量、磁通量的變化量率的區別 Φ 、 $\Delta\Phi$ 、 $\Delta\Phi/\Delta t$

(2) 感應電動勢的大小與磁通量的變化率成

(3) 感應電動勢的方向由_____來判斷

(4) 感應電動勢的不同運算式由磁通量的因素決定:

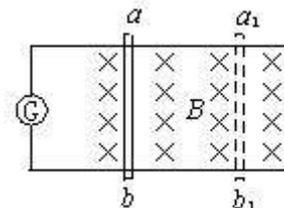
當 $\Delta\Phi = \Delta B S \cos\theta$ 則 $\varepsilon = \Delta B / \Delta t S \cos\theta$

當 $\Delta\Phi = B \Delta S \cos\theta$ 則 $\varepsilon = B \Delta S / \Delta t \cos\theta$

當 $\Delta\Phi = B S \Delta(\cos\theta)$ 則 $\varepsilon = B S \Delta(\cos\theta) / \Delta t$

(三)、導線切割磁感線時的感應電動勢

如圖所示電路，閉合電路一部分導體 ab 處於勻強磁場中，磁感應強度為 B ， ab 的長度為 L ，以速度 v 勻速切割磁感線，求產生的感應電動勢？



這是導線切割磁感線時的感應電動勢，計算時更簡捷，需要理解

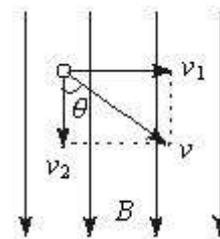
(1) B ， L ， V 兩兩_____ (2) 導線的長度 L 應為_____長度

(3) 導線運動方向和磁感線平行時， $E =$

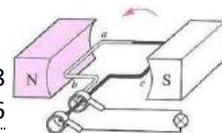
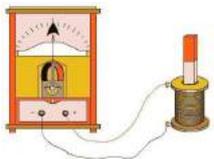
(4) 速度 V 為平均值 (暫態值)， E 就為_____ (_____)

問題：當導體的運動方向跟磁感線方向有一個夾角 θ ，感應電動勢可用上面的公式計算嗎？

如圖所示電路，閉合電路的一部分導體處於勻強磁場中，導體棒以 v 斜向切割磁感線，求產生的感應電動勢。[來源:學*科*網]



強調：在國際單位制中，上式中 B 、 L 、 v 的單位分別是特斯拉 (T)、米 (m)、米每秒 (m/s)， θ 指 v 與 B 的夾角。



4、公式比較

與功率的兩個公式比較得出 $E = \Delta\Phi / \Delta t$ ：求平均電動勢

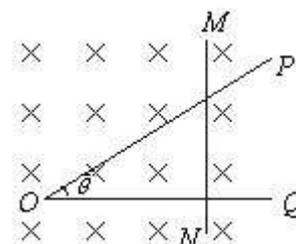
$E = BLv$ ： v 為暫態值時求暫態電動勢， v 為平均值時求平均電動勢

(四)、典型例題：例題 1：下列說法正確的是 ()

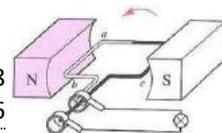
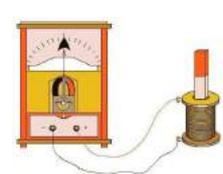
- A、線圈中磁通量變化越大，線圈中產生的感應電動勢一定越大
- B、線圈中的磁通量越大，線圈中產生的感應電動勢一定越大
- C、線圈處在磁場越強的位置，線圈中產生的感應電動勢一定越大
- D、線圈中磁通量變化得越快，線圈中產生的感應電動勢越大

例題 2：一個匝數為 100、面積為 10cm^2 的線圈垂直磁場放置，在 0.5s 內穿過它的磁場從 1T 增加到 9T。求線圈中的感應電動勢。

例題 3、【例 1】如圖所示，有一彎成 θ 角的光滑金屬導軌 POQ ，水準放置在磁感應強度為 B 的勻強磁場中，磁場方向與導軌平面垂直，有一金屬棒 MN 與導軌的 OQ 邊垂直放置，當金屬棒從 O 點開始以加速度 a 向右勻加速運動 t 秒時，棒與導軌所構成的回路中的感應電動勢是多少？



解：



二、新課教學：§2.4 法拉第電磁感應定律（第一課時）

課題	§2.4 法拉第電磁感應定律		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2018.02.01	課型	新授課		課時	1 課時

2.1 教學目標

【知識與技能】

1. 知道什麼叫感應電動勢。
2. 知道磁通量的變化率是表示磁通量變化快慢的物理量，並能區別 Φ 、 $\Delta\Phi$ 、 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 。
3. 理解法拉第電磁感應定律內容、數學運算式。
4. 知道 $E=BLv\sin\theta$ 如何推得。

5. 會用 $E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 和 $E=BLv\sin\theta$ 解決問題。

【過程與方法】

通過推導到線切割磁感線時的感應電動勢公式 $E=BLv$ ，掌握運用理論知識探究問題的方法。

【情感態度與價值觀】

1. 從不同物理現象中抽象出個性與共性問題，培養學生對不同事物進行分析，找出共性與個性的辯證唯物主義思想。
2. 了解法拉第探索科學的方法，學習他的執著的科學探究精神。

2.2 教學重點難點

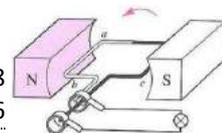
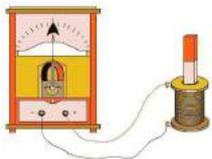
1. 法拉第電磁感應定律。
2. 平均電動勢與瞬態電動勢區別。

2.3 教學方法

類比法、實驗法、比較法。

2.4 教學用具

磁鐵、電壓表、電流錶、導線、鐵架臺、投影儀、投影片。



2.5 教學過程

★重難點一、對法拉第電磁感應定律的理解★

結合“探究感應電流產生條件”的幾個演示實驗，回答下列問題：

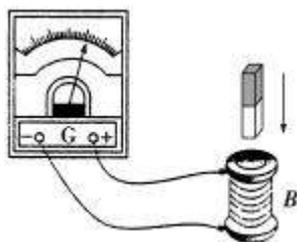
(1)在實驗中，電流錶指針偏轉原因是什麼？

提示：穿過閉合電路的 Φ 變化 \Rightarrow 產生 $E_{感}\Rightarrow$ 產生 $I_{感}$ 。

(2)電流錶指針偏轉程度跟感應電動勢的大小有什麼關係？

提示：由閉合電路歐姆定律知 $I=\frac{E}{R+r}$ ，當電路的總電阻一定時， $E_{感}$ 越大， $I_{感}$ 越大，指針偏轉程度越大。

(3)在下圖中，將條形磁鐵從同一高度插入線圈中，快插入和慢插入有什麼相同和不同？



提示：磁通量變化相同，但磁通量變化的快慢不同。

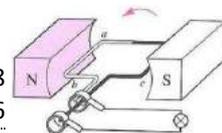
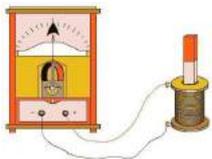
【總結提高】

1. 由 $E=n\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 可知，感應電動勢 E 大小正比於磁通量的變化率 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ，而與磁通量 Φ 、磁通量變化量 $\Delta\Phi$ 及電路的電阻大小無關。

2. 在 $\Phi-t$ 圖象中， $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 表示某時刻的斜率時，由 $E=n\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 可求得暫態感應電動勢， $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 表示某段時間 $\Phi-t$ 圖象的斜率時，由 $E=n\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 可求得平均感應電動勢。

3. 要嚴格區分磁通量 Φ 、磁通量的變化量 $\Delta\Phi$ 、磁通量的變化率 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 。

磁通量 Φ	Wb	表示某時刻或某位置時穿過某一面積的磁感線條數的多少	$\Phi=B\cdot S_{\perp}$
磁通量的變化量 $\Delta\Phi$	Wb	表示在某一過程中穿過某一面積的磁通量變化的多少	$\Delta\Phi=\Phi_2-\Phi_1$



磁通量的變化率 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$	Wb/s	表示穿過某一面積的磁通量變化的快慢	$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot S$
--	------	-------------------	---

【特別提醒】

1. 由 $E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 可知，感應電動勢 E 的大小正比於磁通量的變化率 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ，而與磁通量 Φ 、磁通量變化量 $\Delta\Phi$ 及電路的電阻大小無關。

2. 由 $E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 可求得平均感應電動勢，通過閉合電路歐姆定律可求得電路中的平均電流 $I = \frac{E}{R} = \frac{n\Delta\Phi}{\Delta t \cdot R}$ 。通過電路中導體橫截面的電量 $Q = I\Delta t = n \frac{\Delta\Phi}{R}$ 。

3. $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 的三種表達形式

(1) B 不變， S 變化，則 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = B \cdot \frac{\Delta S}{\Delta t}$ ；

(2) B 改變， S 不變，則 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot S$ ；

(3) B 、 S 變化，則 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{|\Phi_1 - \Phi_2|}{\Delta t}$ 。

4. Φ 、 $\Delta\Phi$ 、 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 均與線圈匝數無關，它們的大小沒有直接關係， Φ 很大時， $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 可能很小，也可能很大； $\Phi = 0$ 時， $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 可能不為零。

【典型例題】 一個 200 匝、面積為 20 cm^2 的線圈，放在磁場中，磁場的方向與線圈平面成 30° 角，若磁感應強度在 0.05 s 內由 0.1 T 增加到 0.5 T ，在此過程中磁通量變化了多少？磁通量的平均變化率是多少？線圈中感應電動勢的大小是多少伏？

【答案】 $4 \times 10^{-4} \text{ Wb}$ $8 \times 10^{-3} \text{ Wb/s}$ 1.6 V

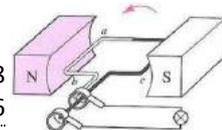
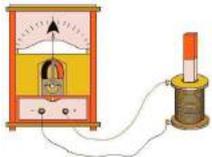
【解析】 磁通量的變化量是由磁場的變化引起的，應該用公式 $\Delta\Phi = \Delta B S \sin \theta$ 來計算，所以

$$\begin{aligned}\Delta\Phi &= \Delta B S \sin \theta = (0.5 - 0.1) \times 20 \times 10^{-4} \times 0.5 \text{ Wb} \\ &= 4 \times 10^{-4} \text{ Wb}\end{aligned}$$

$$\text{磁通量的變化率 } \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{4 \times 10^{-4}}{0.05} \text{ Wb/s} = 8 \times 10^{-3} \text{ Wb/s}$$

根據法拉第電磁感應定律，感應電動勢的大小為

$$E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = 200 \times 8 \times 10^{-3} \text{ V} = 1.6 \text{ V}$$



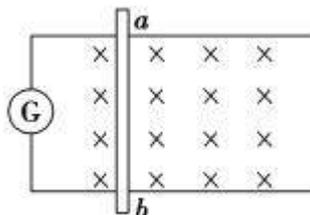
★重難點二、對公式 $E=Blv\sin\theta$ 的理解★

如圖所示，閉合電路一部分導體 ab

處於勻強磁場中，磁感應強度為 B ， ab

的長度為 l ， ab 以速度 v 勻速切割磁感線，

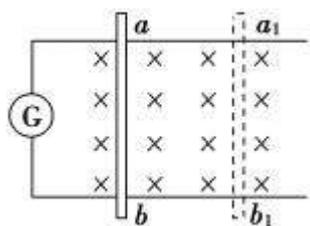
求回路中產生的感應電動勢。



提示：設在 Δt 時間內導體棒由原來的位置運動到 a_1b_1 ，如圖所示，這時線框面積的變化量為： $\Delta S=lv\Delta t$ ，

穿過閉合電路磁通量的變化量為： $\Delta\Phi=B\Delta S=Blv\Delta t$ ，據法拉第電磁感應定律，

$$\text{得 } E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = Blv.$$

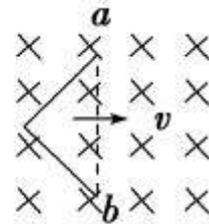
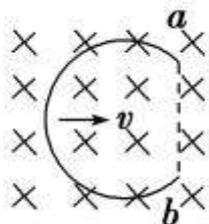
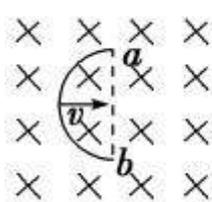


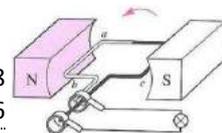
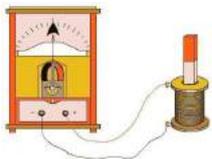
【總結提高】

1. 該公式可看成法拉第電磁感應定律的一個推論，通常用來求導線運動速度為 v 時的暫態電動勢，隨著 v 的變化， E 也相應變化；若 v 為平均速度，則 E 為平均感應電動勢。

2. 當 B 、 l 、 v 三個量方向互相垂直時， $\theta=90^\circ$ ，感應電動勢最大，當有任意兩個量的方向互相平行時， $\theta=0^\circ$ ，感應電動勢為零。

3. 式中的 l 應理解為導線切割磁感線時的有效長度，如果導線不和磁場垂直， l 應是導線在磁場垂直方向投影的長度，如果切割磁感線的導線是彎曲的，如圖所示，則應取與 B 和 v 垂直的等效直線長度，即 ab 的弦長。



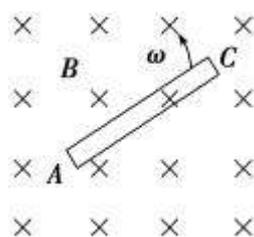


4. 公式中的 v 應理解為導線和磁場間的相對速度，當導線不動而磁場運動時，也有電磁感應現象產生。

5. 公式 $E = Blv$ 一般用於導線各部分切割磁感線速度相同的情況，若導線各部分切割磁感線的

速度不同，可取其平均速度求電動勢。如圖所示，導體棒在磁場中繞 A 點在紙面內以角速度 ω 勻速轉動，磁感應強度為 B ，要求 AC 在切割磁感線時產生的感

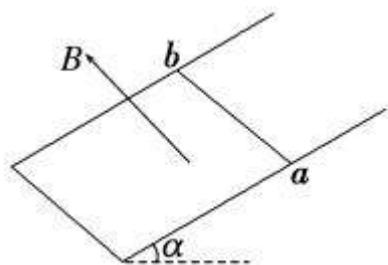
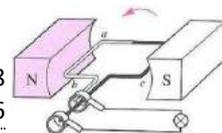
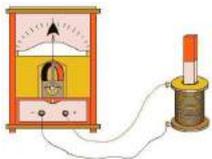
應電動勢，應取平均切割速度，即 $v = \frac{v_0 + \omega l}{2} = \frac{\omega l}{2}$ ，故 $E = 2B\omega l^2$ 。



公式 $E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 與 $E = Blv \sin \theta$ 的區別與聯繫

	$E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$	$E = Blv \sin \theta$
區別	求的是 Δt 時間內的平均感應電動勢， E 與某段時間或某個過程相對應	求的是暫態感應電動勢， E 與某個時刻或某個位置相對應
	求的是整個電路的感應電動勢。整個電路的感應電動勢為零時，其電路中某段導體的感應電動勢不一定為零	求的是電路中一部分導體切割磁感線時產生的感應電動勢
	由於是整個電路的感應電動勢，因此電源部分不容易確定	是由一部分導體切割磁感線的運動產生的，該部分導體就相當於電源
聯繫	公式 $E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 和 $E = Blv \sin \theta$ 是統一的，當 $\Delta t \rightarrow 0$ 時， E 為暫態感應電動勢，只是由於高中數學知識所限，現在還不能這樣求暫態感應電動勢，而公式 $E = Blv \sin \theta$ 中的 v 若代入，則求出的 E 為平均感應電動勢	

【典型例題】 如圖所示，導體棒 ab 長 L ，沿傾角為 α 的斜導軌以速度 v 下滑，勻強磁場的磁感應強度為 B 。求：



(1)若磁感應強度 B 的方向垂直於斜導軌向上，導體棒 ab 中產生的感應電動勢為多大？

(2)若磁感應強度 B 的方向豎直向上，導體棒 ab 中產生的感應電動勢為多大？

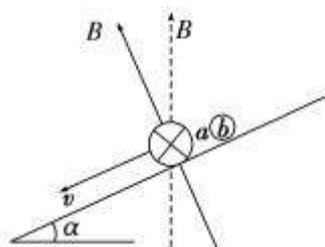
【思路探究】

(1)第一種情況下 B 、 l 、 v 三者兩兩垂直，直接應用 $E=Blv$ 求解。

(2)第二種情況下注意題目所給 α 是導軌的傾角，而非 v 與 B 之間的夾角，要注意進行轉換。

【答案】 (1) Blv (2) $Blv\cos\alpha$

【解析】 將題給的立體圖改畫成平面圖如圖所示。



(1)當磁感應強度 B 的方向垂直於斜軌時，導體棒 ab 的速度方向與 B 是垂直的，即 v 與 B 的夾角 $\theta=90^\circ$ 。則可將感應電動勢直接寫為 $E_1=Blv$

(2)當磁感應強度 B 豎直向上時，此時 v 與 B 的夾角 $\theta=90^\circ+\alpha$ ，我們可直接套用公式寫出此時的感應電動勢

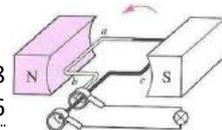
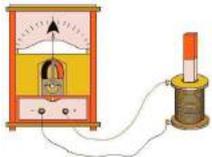
$$E_2=Blv\sin(90^\circ+\alpha)=Blv\cos\alpha$$

也可從基本原理出發，將棒的速度 v 分解為垂直於 B 和平行於 B 的兩個分量，只有垂直於 B 的速度分量 $v_\perp=v\cos\alpha$ 才對產生感應電動勢有貢獻，所以感應電動勢

$$E_2=Blv_\perp=Blv\cos\alpha$$

★重難點三、電磁感應與電路問題的綜合★

1. 電磁感應中的電路問題，實際上是電磁感應和恒定電流問題的綜合題。感應電動勢大小的計算、方向的判定以及電路的等效轉化，是解決此類問題的關



鍵·

在題目中常涉及電流、電壓、電功等的計算，還可能涉及電磁感應與力學、能量等知識的綜合分析·

2·解決問題的關鍵：產生感應電動勢的那部分導體或線圈作為電路的電源和內電路·

3·根據電磁感應的平均電動勢求解電路中通過的電量： $q = I \cdot \Delta t = \frac{E}{R_{\text{总}}} \cdot \Delta t = \frac{\Delta \Phi}{n R_{\text{总}}}$

【總結提高】

1·題型特點

在電磁感應現象中，閉合電路中磁通量發生變化(或部分導體切割磁感線)，在回路中將產生感應電動勢。在題目中常涉及電流、電壓、電功等的計算，還可能涉及電磁感應與力學、能量等知識的綜合分析。

2·解題思路

(1)明確哪部分導體或電路產生感應電動勢，該導體或電路就是電源，其他部分是外電路。

(2)用法拉第電磁感應定律或切割公式確定感應電動勢的大小，用楞次定律或右手定則確定感應電動勢的方向。

(3)分清內外電路，畫出等效電路圖。

(4)運用閉合電路歐姆定律、串並聯電路特點、電功率、電熱等公式聯立求解。

3·一個常用的結論

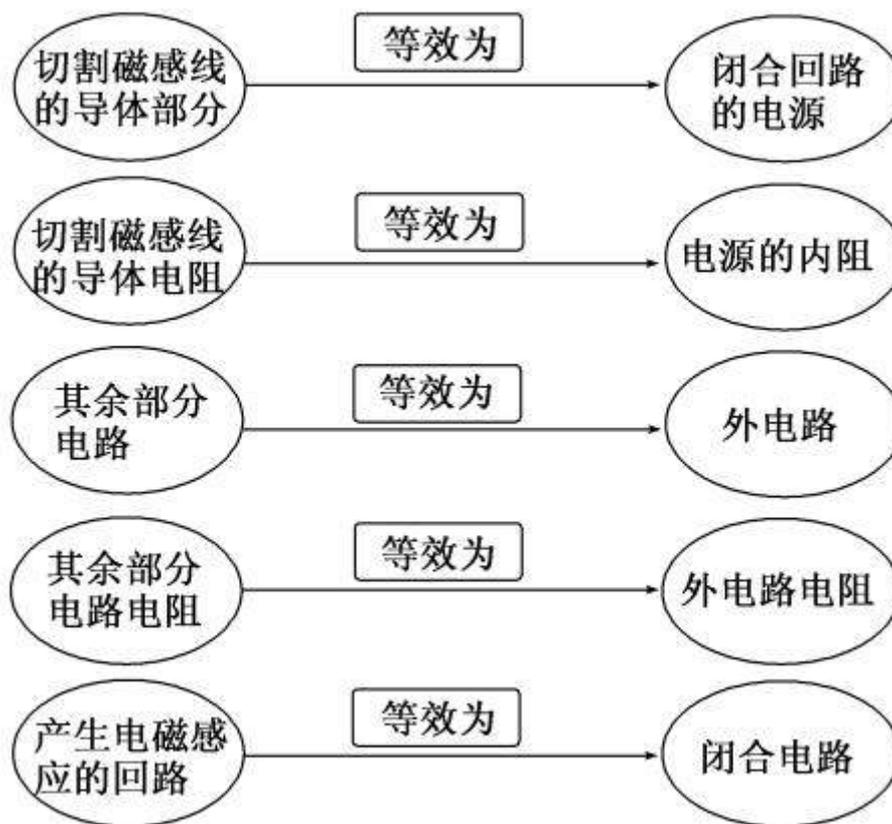
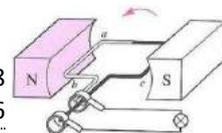
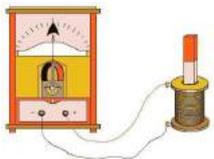
電磁感應現象中通過閉合電路某截面的電荷量

$$q = \Delta t \cdot I, \text{ 而 } I = \frac{E}{R} = \frac{n \Delta \Phi}{R \Delta t}, \text{ 則 } q = n \frac{\Delta \Phi}{R},$$

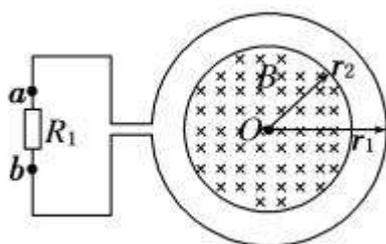
所以 q 只和線圈匝數、磁通量的變化量及總電阻有關，與完成該過程需要的時間無關。

等效法在電磁感應問題中的應用

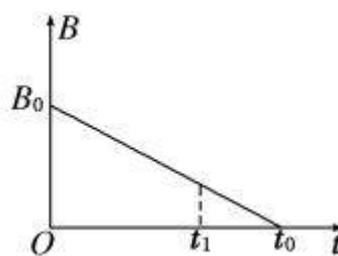
電磁感應電路的幾個等效問題



【典型例題】如圖甲所示，一個電阻值為 R ，匝數為 n 的圓形金屬線圈與阻值為 $2R$ 的電阻 R_1 連接成閉合回路。線圈的半徑為 r_1 。線上圈中半徑為 r_2 的圓形區域記憶體在垂直於線圈平面向裡的勻強磁場，磁感應強度 B 隨時間 t 變化的關係圖線如圖乙所示，圖線與橫、縱軸的截距分別為 t_0 和 B_0 。導線的電阻不計，求 0 至 t_1 時間內：



甲

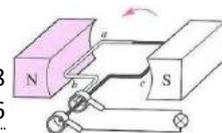
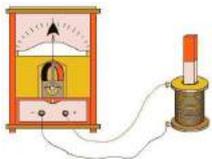


乙

- (1) 通過電阻 R_1 上的電流大小及方向；
- (2) 通過電阻 R_1 上的電量 q 。

【思路探究】

- (1) 產生感應電動勢的有效面積為 πr_2^2 。
- (2) 該回路中各部分的電阻大小及等效電路圖。



【答案】 (1)2 電流由 b 向 a 通過 R_1 (2) $\frac{t_1}{3R}$

【解析】 (1)由法拉第電磁感應定律得感應電動勢為

$$E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = n \pi r^2 \frac{\Delta B}{\Delta t} = 2$$

由閉合電路的歐姆定律，得通過 R_1 的電流大小為 $I = \frac{E}{3R} = 2$

由楞次定律知該電流由 b 向 a 通過 R_1 。

(2)由 $I = \frac{q}{t}$ 得在 0 至 t_1 時間內通過 R_1 的電量為 $q = It_1 = \frac{t_1}{3R}$

2.6 板書設計

★重難點一、對法拉第電磁感應定律的理解★

1. 由 $E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ 可知，感應電動勢 E 大小正比於磁通量的變化率 $\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ ，而與磁通量 Φ 、磁通量變化量 $\Delta \Phi$ 及電路的電阻大小無關。

2. 在 $\Phi-t$ 圖象中， $\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ 表示某時刻的斜率時，由 $E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ 可求得暫態感應電動勢， $\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ 表示某段時間 $\Phi-t$ 圖象的斜率時，由 $E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ 可求得平均感應電動勢。

3. 要嚴格區分磁通量 Φ 、磁通量的變化量 $\Delta \Phi$ 、磁通量的變化率 $\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ 。

★重難點二、對公式 $E = Blv \sin \theta$ 的理解★

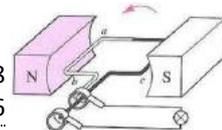
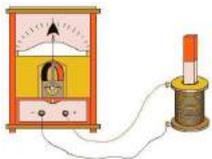
$$E = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = Blv.$$

★重難點三、電磁感應與電路問題的綜合★

1. 電磁感應中的電路問題，實際上是電磁感應和恒定電流問題的綜合題。感應電動勢大小的計算、方向的判定以及電路的等效轉化，是解決此類問題的關鍵。

2. 解決問題的關鍵：產生感應電動勢的那部分導體或線圈作為電路的電源和內電路。

3. 根據電磁感應的平均電動勢求解電路中通過的電量： $q = I \cdot \Delta t = \frac{E}{R_{\text{总}}} \cdot \Delta t = \frac{\Delta \Phi}{R_{\text{总}}}$



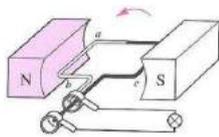
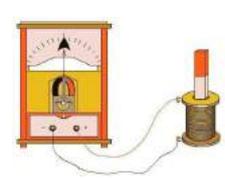
2.7 教學反思

1. 鑒於學生對法拉第電磁感應定律的深刻理解和熟練掌握都有一定難度，在教學中必須循序漸進地讓學生得到鞏固、加深和提高。本節課側重在新課教學中如何在新情景中應用舊知識引導學生形成新概念和獲得新知識，並儘量利用該課的特點，培養相應的能力。

2. 根據教學大綱的要求和中學生的接受能力，授課中不區別感應電動勢和動生電動勢。教案中著重揭示法拉第電磁感應定律及其公式 $\varepsilon = \Delta\phi / \Delta t$ 的建立過程、物理意義及應用。而公式 $\varepsilon = Blv$ 只作為法拉第電磁感應定律在特定條件下推出的運算式。這樣做，可以讓學生分清主次，減輕學生在認知上的負擔，又不降低應用上的要求。

3. 本課題的內容和教學過程是培養學生類比思維，理論聯繫實際，以及空間想像和邏輯推理能力的極好機會。在設計教案時，結合教學進程對能力培養儘量作了滲透。但鑒於是新課教學，且只有兩課時，故對法拉第電磁感應定律和電磁感應過程的深層次矛盾和規律（如電磁轉換中的正負回饋並存、能量轉化與守恆原理的體現，以及電磁學過程與力學、熱學知識的結合等）均未在本授課中揭示，這些問題宜放在綜合復習和練習課中去解決。

4. 為了在新課教學中突出重點，突破難點，本教案在配置公式 $E = Blv_{\perp}$ 方面的練習，是有意削弱了的。課堂練習只安排了畫暫態感應電動勢的示意圖，而把講課的重心放在公式 $\varepsilon = n\Delta\phi / \Delta t$ 上。考慮到 $E = Blv_{\perp} = Blv\sin\theta$ 中，要識別 θ 角，需要較強的空間想像能力，常常要作透視分析與轉換，打算安排專門的習題課，對學生加以訓練。在教學初期，只安排 $\theta = 90$ （即 $E = BLv_{\perp}$ ）的練習。



三、重點探究：§2.4 法拉第電磁感應定律（第二、三課時）

課題	§2.4 法拉第電磁感應定律		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2018.02.05 2018.02.06	課型	復習課		課時	2 課時

一、電磁感應現象中的感生電場

1·感生電場

麥克斯韋認為，磁場變化時會在空間激發一種電場，它與靜電場不同，不是由電荷產生的，我們把它叫做感生電場。

2·感生電動勢

由感生電場產生的感應電動勢。

3·感生電動勢中的非靜電力

就是感生電場對自由電荷的作用。

4·感生電場的方向判斷

由磁場的方向和強弱變化，根據楞次定律用安培定則判斷。

二、電磁感應現象中的洛倫茲力

1·動生電動勢

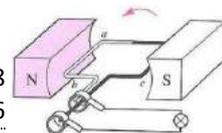
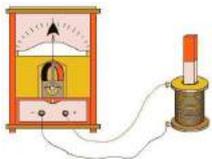
由於導體切割磁感線運動而產生的感應電動勢。

2·動生電動勢中的“非靜電力”

自由電荷因隨導體棒運動而受到洛倫茲力，非靜電力與洛倫茲力有關。

3·動生電動勢中的功能關係

閉合回路中，導體棒做切割磁感線運動時，克服安培力做功，其他形式的能轉化為電能。



3.1 知識點一：對感生電場的理解

知識點 ①	對感生電場的理解
-------	----------

【核心突破】

1. 感生電場是一種渦旋電場，電場線是閉合的。
2. 感生電場的方向可由楞次定律判斷。如圖 4-5-1 所示，當磁場增強時，產生的感生電場是與磁場方向垂直且阻礙磁場增強的電場。

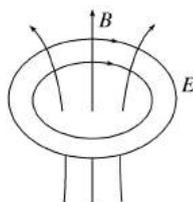


圖 4-5-1

3. 感生電場的存在與是否存在閉合電路無關。

【題組衝關】

1. 某空間出現了如圖 4-5-2 所示的一組閉合電場線，方向從上向下看是順時針的，這可能是()

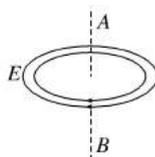
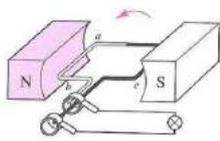
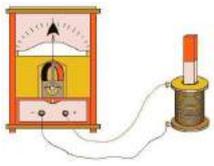


圖 4-5-2

- A. 沿 AB 方向磁場在迅速減弱
- B. 沿 AB 方向磁場在迅速增強
- C. 沿 BA 方向磁場恒定不變
- D. 沿 BA 方向磁場在迅速減弱

解析：選 A 感生電場的方向從上向下看是順時針的，假設在平行感生電場的方向上有閉合回路，則回路中的感應電流方向從上向下看也應該是順時針的，由右手螺旋定則可知，感應電流的磁場方向向下，根據楞次定律可知，原磁場有兩種可能：原磁場方向向下且沿 AB 方向減弱，或原磁場方向向上，且沿 BA 方向增強，所以 A 有可能。



2. (多選)下列說法中正確的是()

- A. 感生電場由變化的磁場產生
- B. 恒定的磁場也能在周圍空間產生感生電場
- C. 感生電場的方向也同樣可以用楞次定律和安培定則來判定
- D. 感生電場的電場線是閉合曲線，其方向一定是沿逆時針方向

解析：選 AC 磁場變化時在空間激發感生電場，其方向與所產生的感應電流方向相同，可由楞次定律和安培定則判斷，故 A、C 項正確，B、D 項錯誤。

3. 如圖 4-5-3 所示，一個帶正電的粒子在垂直於勻強磁場的平面內做圓周運動，當磁感應強度均勻增大時，此粒子的動能將()

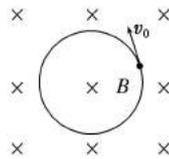
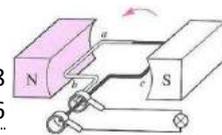
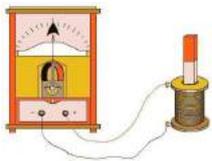


圖 4-5-3

- A. 不變
- B. 增加
- C. 減少
- D. 以上情況都可能

解析：選 B 當磁場增強時，將產生逆時針方向的電場，帶正電的粒子將受到這個電場對它的電場力作用，動能增大。故 B 正確。



3.2 知識點二：感生電動勢和動生電動勢的相關計算

知識點 (2)	感生電動勢和動生電動勢的相關計算
----------------	-------------------------

【核心突破】

感生電動勢與動生電動勢的對比

	感生電動勢	動生電動勢
產生原因	磁場的變化	導體做切割磁感線運動
移動電荷的非靜電力	感生電場對自由電荷的電場力	導體中自由電荷所受洛倫茲力沿導體方向的分力
回路中相當於電源的部分	處於變化磁場中的線圈部分	做切割磁感線運動的導體
$\Delta\Phi$ 產生的原因	磁場變化產生電動勢， $\Delta\Phi$ 是由於磁場變化而產生的，所以 $\Delta\Phi = \Delta B \cdot S$	導體運動產生電動勢， $\Delta\Phi$ 是由於導體線框本身的面積發生變化而產生的，所以 $\Delta\Phi = B \cdot \Delta S$
方向判斷方法	由楞次定律判斷	通常由右手定則判斷，也可由楞次定律判斷
大小計算方法	由 $E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 計算	通常由 $E = Blv \sin \theta$ 計算，也可由 $E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 計算

【題組衝關】

[典例] 如圖 4-5-4 甲所示，有一面積為 $S = 100 \text{ cm}^2$ 金屬環，電阻為 $R = 0.1 \Omega$ ，環中磁場變化規律如圖乙所示，且磁場方向垂直環面向裡，在 t_1 至 t_2 時間內，環中感應電流的方向如何？通過金屬環的電荷量為多少？

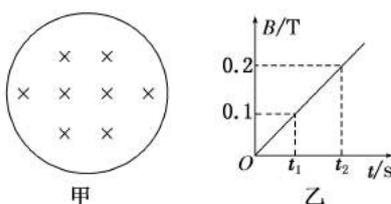
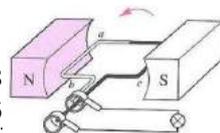
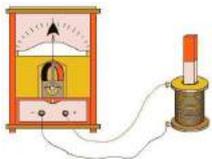


圖 4-5-4



[思路點撥]



[解析] (1)由楞次定律可以判斷金屬環中感應電流的方向為逆時針方向。

(2)由圖可知：磁感應強度的變化率為 $\frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{B_2 - B_1}{t_2 - t_1}$ ，

線圈中的磁通量的變化率： $\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} S = \frac{B_2 - B_1}{t_2 - t_1} S$ ，

金屬環中形成的感應電流 $\bar{I} = \frac{\bar{E}}{R} = \frac{\Delta \Phi / \Delta t}{R} = \frac{\Delta \Phi}{R \Delta t}$ ，

通過金屬環的電荷量： $q = \bar{I} \Delta t = \frac{\Delta \Phi}{R}$ ，

由以上各式解得：

$$q = \frac{B_2 - B_1}{R} S = \frac{0.2 - 0.1 \times 10^{-2}}{0.1} \text{ C} = 0.01 \text{ C}。$$

[答案] 逆時針方向 0.01 C

【歸納總結】

感應電荷量的計算式為 $q = \bar{I} \cdot \Delta t = \frac{\bar{E}}{R} \cdot \Delta t = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t R} \cdot \Delta t = \frac{\Delta \Phi}{R}$ ，可見 q 僅由電路中電阻和磁通量的變化量決定，與發生磁通量變化的時間無關。

若線圈匝數為 n ，則感應電荷量 $q = \bar{I} \cdot \Delta t = \frac{\bar{E}}{R} \cdot \Delta t = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t R} \cdot \Delta t = \frac{n \Delta \Phi}{R}$ 。

1.如圖 4-5-5 所示，金屬棒 ab 置於水準放置的光滑框架 $cdef$ 上，棒與框架接觸良好，勻強磁場垂直於 ab 棒斜向下。從某時刻開始磁感應強度均勻減小，同時施加一個水準方向上的外力 F 使金屬棒 ab 保持靜止，則 F ()

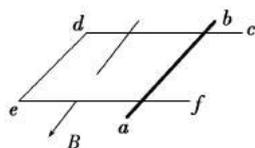
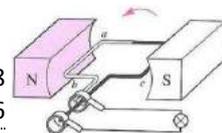
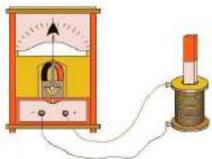


圖 4-5-5

- A · 方向向右，且為恒力
- B · 方向向右，且為變力
- C · 方向向左，且為變力
- D · 方向向左，且為恒力



解析：選 C 由 $E = n \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot S$ 可知，因磁感應強度均勻減小，感應電動勢 E 恒定，由 $F_{安} = BIL$ ， $I = \frac{E}{R}$ 可知， ab 棒受的安培力隨 B 的減小，均勻變小，由外力 $F = F_{安}$ 可知，外力 F 也均勻減少，為變力，由左手定則可判斷 $F_{安}$ 水準方向上的分量向右，所以外力 F 水準向左，C 正確。

2. 如圖 4-5-6 所示，兩根相距 $l = 0.4 \text{ m}$ 、電阻不計的平行光滑金屬導軌水準放置，一端與阻值 $R = 0.15 \Omega$ 的電阻相連。導軌間 $x > 0$ 一側存在沿 x 方向均勻增大的穩恒磁場，其方向與導軌平面垂直，變化率 $k = 0.5 \text{ T/m}$ ， $x = 0$ 處磁場的磁感應強度 $B_0 = 0.5 \text{ T}$ 。一根質量 $m = 0.1 \text{ kg}$ 、電阻 $r = 0.05 \Omega$ 的金屬棒置於導軌上，並與導軌垂直。棒在外力作用下從 $x = 0$ 處以初速度 $v_0 = 2 \text{ m/s}$ 沿導軌向右運動，運動過程中電阻上消耗的功率不變。求：

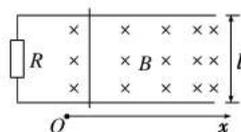


圖 4-5-6

- (1) 回路中的電流；
- (2) 金屬棒在 $x = 2 \text{ m}$ 處的速度；
- (3) 金屬棒從 $x = 0$ 運動到 $x = 2 \text{ m}$ 過程中安培力做功的大小。

解析：(1) 電阻上消耗的功率不變，即回路電流不變，在 $x = 0$ 處有 $E = B_0 l v_0 = 0.4 \text{ V}$ ， $I = \frac{E}{R + r} = 2 \text{ A}$ 。

(2) 由題意，磁感應強度 $B = B_0 + kx$

考慮到電流恒定，在 $x = 2 \text{ m}$ 處有 $\frac{B_0 l v_0}{R + r} = \frac{B_0 + kx}{R + r} l v$

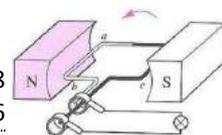
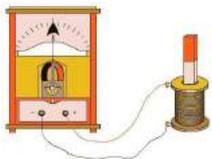
得 $v = \frac{2}{3} \text{ m/s}$ 。

(3) 導體棒受到的安培力

$$F = BIl = (B_0 + kx)Il = 0.4(1 + x)$$

安培力隨位置線性變化，則安培力做功

$$W_F = \frac{1}{2} [B_0 + (B_0 + kx)] Il x, \text{ 代入數據得 } W_F = 1.6 \text{ J}。$$



3.3 知識點三：電磁感應現象中的能量轉化與守恆

知識點 3	電磁感應現象中的能量轉化與守恆
--	------------------------

【核心突破】

電磁感應現象中的能量轉化

(1)與感生電動勢有關的電磁感應現象中，磁場能轉化為電能，若電路是純電阻電路，轉化過來的電能將全部轉化為電阻的內能。

(2)與動生電動勢有關的電磁感應現象中，通過克服安培力做功，把機械能或其他形式的能轉化為電能。克服安培力做多少功，就產生多少電能。若電路是純電阻電路，轉化過來的電能也將全部轉化為電阻的內能。

【題組衝關】

【典例】 在圖 4-5-7 中，設運動導線 ab 長為 L ，速度為 v ，勻強磁場的磁感應強度為 B ，閉合電路總電阻為 R 。探究為了保持導線做勻速運動，外力所做的功 $W_{外}$ 和感應電流的電功 $W_{電}$ 的關係。

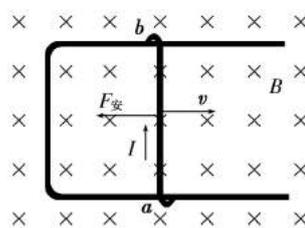
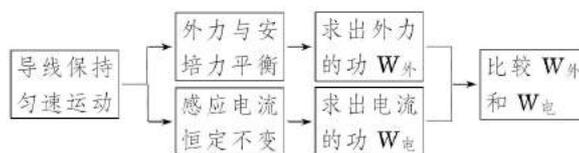


圖 4-5-7

【思路點撥】



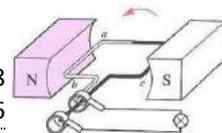
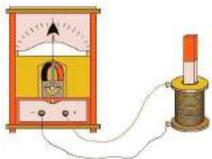
【解析】 運動導體產生的電動勢

$$E = BLv$$

電路中感應電流

$$I = \frac{E}{R} = \frac{BLv}{R}$$

磁場對這個電流的作用力



$$F_{\text{安}} = ILB = \frac{B^2 L^2 v}{R}$$

保持勻速運動所需外力

$$F_{\text{外}} = F_{\text{安}} = \frac{B^2 L^2 v}{R}$$

在 Δt 時間內，外力所做的功

$$W_{\text{外}} = F_{\text{外}} v \Delta t = \frac{B^2 L^2 v^2}{R} \Delta t$$

而此時間內，感應電流的電功是

$$W_{\text{電}} = I^2 R \Delta t = \frac{B^2 L^2 v^2}{R} \Delta t$$

可見 $W_{\text{外}} = W_{\text{電}}$

[答案] 見解析

【歸納總結】

求解電磁感應現象中能量守恆問題的一般步驟

(1)分析回路，分清電源和外電路。

在電磁感應現象中，切割磁感線的導體或磁通量發生變化的回路將產生感應電動勢，該導體或回路就相當於電源，其餘部分相當於外電路。

(2)分析清楚有哪些力做功，明確有哪些形式的能量發生了轉化。如：

做功情況	能量變化特點
滑動摩擦力做功	有內能產生
重力做功	重力勢能必然發生變化
克服安培力做功	必然有其他形式的能轉化為電能，並且克服安培力做多少功，就產生多少電能
安培力做正功	電能轉化為其他形式的能

(3)根據能量守恆列方程求解。

1. (多選)如圖 4-5-8 所示，勻強磁場方向垂直於線圈平面，先後兩次將線圈從同一位置勻速地拉出有界磁場，第一次拉出時速度為 $v_1 = v_0$ ，第二次拉出時速度為 $v_2 = 2v_0$ ，前後兩次拉出線圈的過程中，下列說法錯誤的是()

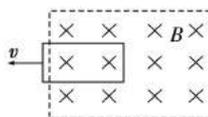
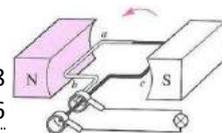
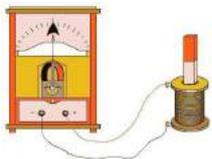


圖 4-5-8

- A · 線圈中感應電流之比是 1 : 2
- B · 線圈中產生的熱量之比是 2 : 1
- C · 沿運動方向作用線上框上的外力的功率之比為 1 : 2
- D · 流過任一橫截面感應電荷量之比為 1 : 1

解析：選 BC 線框在拉出磁場的過程中，導體做切割磁感線運動，產生感

應電動勢 $E = Blv$ ，線框中的感應電流 $I = \frac{E}{R} = \frac{Blv}{R}$ ，所以 $I_1 : I_2 = v_1 : v_2 = 1 : 2$ ；

線框中產生的電熱 $Q = I^2 R t = \left(\frac{Blv}{R}\right)^2 R \frac{l'}{v} = \frac{B^2 l^2 l' v}{R}$ ，所以 $Q_1 : Q_2 = v_1 : v_2 = 1 : 2$ ；由

於勻速運動，施加的外力與安培力相等，故外力的功率 $P = Fv = BIlv = \frac{B^2 l^2 v^2}{R}$ ，

所以 $P_1 : P_2 = v_1^2 : v_2^2 = 1 : 4$ ；流過線圈任一橫截面的電荷量為 $q = It = \frac{Blv}{R} \cdot \frac{l'}{v}$

$\frac{Bl l'}{R}$ ，所以 $q_1 : q_2 = 1 : 1$ 。

2. MN 為中間接有電阻 $R = 5 \Omega$ 的足夠長的 U 形金屬框架，框架寬 $L = 0.2 \text{ m}$ ，豎直放置在如圖 4-5-9 所示的水準勻強磁場中，磁感應強度 $B = 5 \text{ T}$ 。一長度也為 L 、電阻為 $r = 1 \Omega$ 的導體棒 PQ 可沿 MN 無摩擦滑動且接觸良好。現無初速釋放導體棒 PQ ，發現 PQ 下滑 $h = 6 \text{ m}$ 時恰好達到穩定下滑狀態。已知導體棒 PQ 的質量 $m = 0.1 \text{ kg}$ ，其餘電阻不計。求：

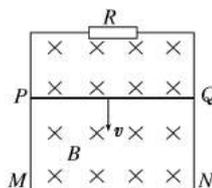
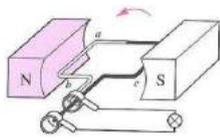
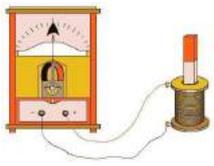


圖 4-5-9

- (1) 導體棒 PQ 穩定下滑時的速度；
- (2) 此過程中電阻 R 上產生的熱量。(g 取 10 m/s^2)

解析：(1) 導體棒 PQ 穩定下滑時，做勻速運動。



$$\text{則 } F_{\text{安}} = BIL = mg$$

$$\text{而 } I = \frac{BLv}{R+r}$$

$$\text{故 } v = \frac{mg}{B^2L^2} \frac{R+r}{1} = \frac{0.1 \times 10 \times 5+1}{5^2 \times 0.2^2} \text{ m/s} = 6 \text{ m/s} \circ$$

(2)根據能的轉化與守恆定律得：

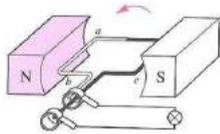
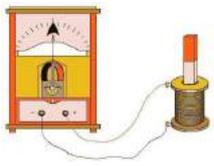
$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 + Q_{\text{總}}$$

而電阻 R 上產生的熱量為

$$Q_R = \frac{R}{R+r} Q_{\text{總}}$$

代入數據解得 $Q_R = 3.5 \text{ J}$ 。

答案：(1)6 m/s (2)3.5 J



第五課題 §2.5 電磁感應現象的兩類情況 (3 課時)

一、課前自主預習學案

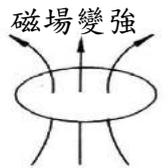
教學目標

1. 知道感生電場。
2. 知道感生電動勢和動生電動勢及其區別與聯繫

自主學習：

一、電磁感應現象中的感生電場與感生電動勢

1、穿過閉合回路的磁場增強，根據_____判斷，在回路中產生感應電流方向並在圖中標出方向是什麼力充當非靜電力使得自由電荷發生定向運動呢？



2、什麼是感生電動勢？

3、感生電場的方向應如何判斷？

提示：回想一下，感應電流的方向如何判斷？電流的方向與電荷移動的方向有何關係？

4、若導體中的自由電荷是負電荷，能否用楞次定律判定？

5、應用電子感應加速器的：閱讀教材 19 頁並完成下列問題：

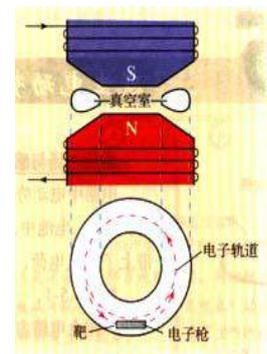
a 被加速的電子帶什麼電？

b 電子逆時針運動，等效電流方向如何？

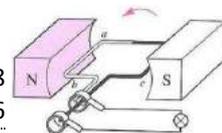
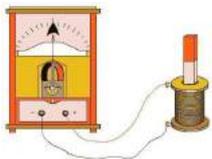
c 加速電場的方向如何？

d 使電子加速的電場是什麼電場？

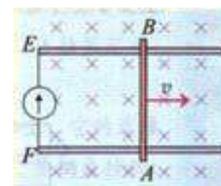
e 電磁鐵的磁場怎樣變化才能產生順時針方向的感生電場？為什麼？



二、電磁感應現象中的洛倫茲力與動生電動勢



- 1、閱讀教材第 20 頁的思考與討論完成書後問題 (1、2、3、4)
- 2、導體棒運動過程中是什麼力充當非靜電力,使得自由電荷發生定向運動呢?



- 3、什麼是動生電動勢? _____
- 4、導體棒運動過程中產生感應電流,試分析電路中的能量轉化情況。

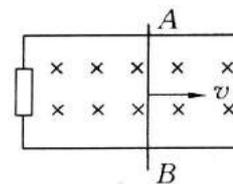


自主練習

- 1、如圖所示,一個閉合電路靜止於磁場中,由於磁場強弱的變化,而使電路中產生了感應電動勢,下列說法中正確的是 ()
 - A·磁場變化時,會在在空間中激發一種電場
 - B·使電荷定向移動形成電流的力是磁場力
 - C·使電荷定向移動形成電流的力是電場力
 - D·以上說法都不對

- 2、如圖所示,導體 AB 在做切割磁感線運動時,將產生一個電動勢,因而在電路中有電流通過,下列說法中正確的是 ()

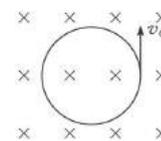
- A·因導體運動而產生的感應電動勢稱為動生電動勢
- B·動生電動勢的產生與洛倫茲力有關
- C·動生電動勢的產生與電場力有關
- D·動生電動勢和感生電動勢產生的原因是一樣的



課堂練習

- 1、如圖所示,一個帶正電的粒子在垂直於勻強磁場的平面內做圓周運動,當磁感應強度均勻增大時,此粒子的動能將 ()

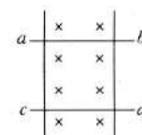
- A·不變
- B·增加
- C·減少
- D·以上情況都可能

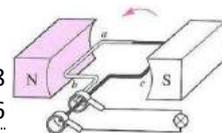
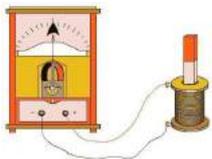


- 2、穿過一個電阻為 1Ω 的單匝閉合線圈的磁通量始終是每秒鐘均勻地減少 2Wb ,則 ()

- A·線圈中的感應電動勢一定是每秒減少 2V
- B·線圈中的感應電動勢一定是 2V
- C·線圈中的感應電流一定是每秒減少 2A
- D·線圈中的感應電流一定是 2A

- 3、如圖所示,兩根相距為 L 的豎直平行金屬導軌位於磁感應強度為 B 、方向垂直紙面向裡的勻強磁場中,導軌電阻不計,另外兩根與上述光滑導軌保持良好接觸的金屬杆 ab 、 cd 質量均為 m ,電阻均為 R ,若要使 cd 靜止不動,則





ab 杆應向_____運動，速度大小為_____，作用於 ab 杆上的外力大小為_____

4、在垂直於勻強磁場的平面內，固定著同種導線製成的同心金屬圓環 A、B，環半徑為 $R_B=2R_A$ 。

當磁場隨時間均勻變化時，兩環中感應電流 $I_A : I_B$ 為 ()

- A.1 : 2 B.2 : 1 C.1 : 4 D.4 : 1

5、如圖 4-5-10 所示，相距為 L ，在足夠長度的兩條光滑平行導軌上，平行放置著質量和電阻均相同的兩根滑杆 ab 和 cd ，導軌的電阻不計，磁感強度為 B 的勻強磁場的方向垂直於導軌平面豎直向下，開始時， ab 和 cd 都處於靜止狀態，現 ab 杆上作用一個水準方向的恒力 F ，下列說法中正確的是 ()

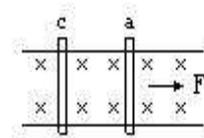
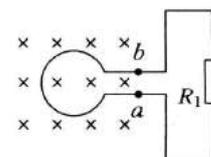


圖 4-5-10

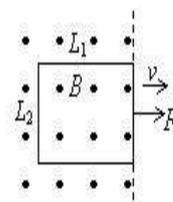
- A · cd 向左運動
B · cd 向右運動
C · ab 和 cd 均先做變加速運動，後作勻速運動
D · ab 和 cd 均先做變加速運動，後作勻加速運動

6、如圖所示，面積為 0.2 m^2 的 100 匝線圈處在勻強磁場中，磁場方向垂直於線圈平面，已知磁感應強度隨時間變化的規律為 $B = (2 + 0.2t) \text{ T}$ ，定值電阻 $R_1 = 6 \Omega$ ，線圈電阻 $R_2 = 4 \Omega$ ，求：

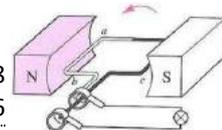
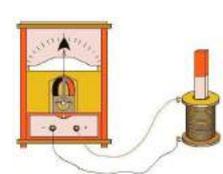


- (1) 磁通量變化率，回路的感應電動勢；
(2) a 、 b 兩點間電壓 U_{ab}

7、如圖 4-5-14 所示，長 L_1 寬 L_2 的矩形線圈電阻為 R ，處於磁感應強度為 B 的勻強磁場邊緣，線圈與磁感線垂直。求：將線圈以向右的速度 v 勻速拉出磁場的過程中，



- (1) 拉力 F 的大小
(2) 拉力的功率 P
(3) 拉力做的功 W
(4) 線圈中產生的電熱 Q
(5) 通過線圈某一截面的電荷量 q



二、新課教學：§2.5 電磁感應現象的兩類情況（第一課時）

課題	§2.5 電磁感應現象的兩類情況		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2018.02.07	課型	新授課		課時	1 課時

2.1 教學目標

【知識與技能】

1. 知道感生電場。
2. 知道感生電動勢和動生電動勢及其區別與聯繫。

【過程與方法】

通過同學們之間的討論、研究增強對兩種電動勢的認知深度，同時提高學習物理的興趣。

【情感態度與價值觀】

通過對相應物理學史的了解，培養熱愛科學、尊重知識的良好品德。

2.2 教學重點難點

1. 感生電動勢與動生電動勢的概念。
2. 對感生電動勢與動生電動勢實質的理解。

2.3 教學方法

對比分析法、講授法

2.4 教學用具

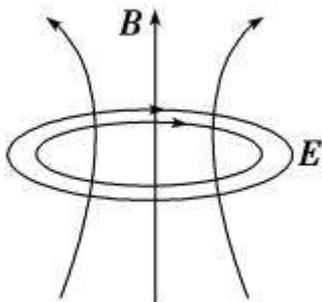
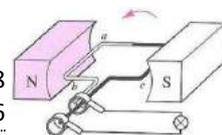
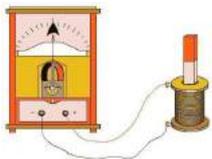
投影儀、投影片

2.5 教學過程

★重難點一、電磁感應現象中的感生電場★

19 世紀 60 年代，英國物理學家麥克斯韋在他的電磁場理論中指出，變化的磁場會在周圍空間激發一種電場，我們把這種電場叫作感生電場。

如圖所示空間變化的 B 增強，那麼就會在 B 的周圍產生一個感生電場 E 。如果 E 處空間存在閉合導體，導體中的自由電荷就會在電場力的作用下定向移動，而產生感應電流，或者說導體中產生感應電動勢。



(1)感生電場的方向與感應電流的方向有什麼關係？如何判斷感生電場的方向？

提示：電流的方向與正電荷移動的方向相同。感生電場的方向與正電荷受力的方向相同，因此，感生電場的方向與感應電流的方向相同，感生電場的方向也可以用楞次定律判定。

(2)上述情況下，哪種作用扮演了非靜電力的角色？

提示：感生電場對自由電荷的作用。

【總結提高】

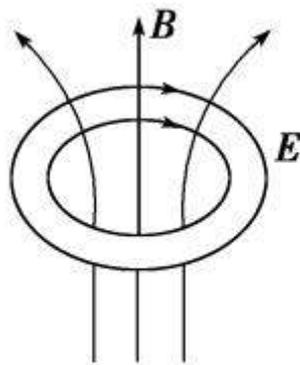
1.感生電場是一種渦旋電場，電場線是閉合的。

2.感生電場的方向可由楞次定律判斷。

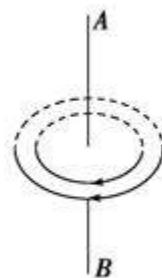
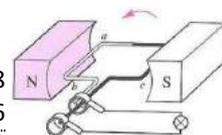
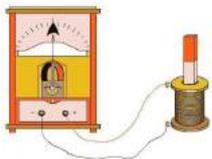
如圖所示，當磁場增強時，產生的感生電場是與磁場方向垂直且阻礙磁場增強的電場。

3.感生電場的存在與是否存在閉合電路無關。

4.感生電動勢大小： $E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ 。



【典型例題】 (多選)某空間出現了如圖所示的閉合的電場，電場線為一簇閉合曲線，這可能是()

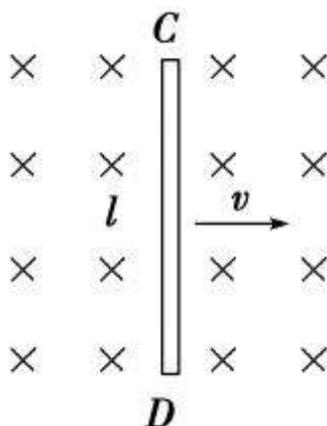


- A · 沿 AB 方向磁場在迅速減弱
- B · 沿 AB 方向磁場在迅速增加
- C · 沿 BA 方向磁場在迅速增加
- D · 沿 BA 方向磁場在迅速減弱

【答案】AC

★重難點二、電磁感應現象中的洛倫茲力★

如圖所示，導體棒 CD 在均勻磁場中運動。

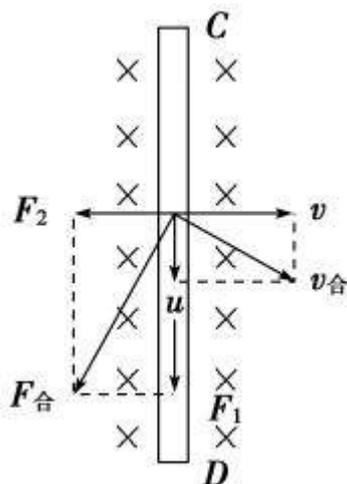
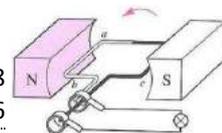
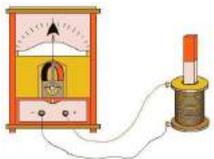


自由電荷會隨著導體棒運動，並因此受到洛倫茲力。導體中自由電荷相對紙面的運動在空間大致沿什麼方向？為了方便，可以認為導體中的自由電荷是正電荷。

提示：導體中自由電荷(正電荷)，具有水準方向的速度，由左手定則可判斷受到沿棒向上的洛倫茲力作用，其相對紙面的運動是斜向上的。

【總結提高】

1·產生：導體切割磁感線產生的電動勢是由於自由電荷受到洛倫茲力的作用而定向移動，沿導體的分力使電子沿導體向下運動，使導體下端出現過剩負電荷，導體上端出現過剩的正電荷，導體棒相當於電源，如圖所示。

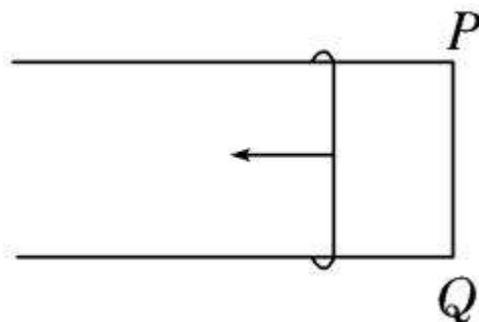
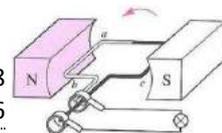
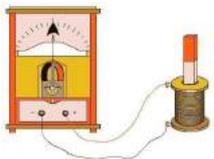


2. 洛倫茲力不做功，洛倫茲力的分力 F_1 做正功，另一個分力 F_2 做負功，可以證明做功的代數和為 0，洛倫茲力只是起轉化能量的作用。

3. 感生電動勢與動生電動勢的對比

	感生電動勢	動生電動勢
產生原因	磁場的變化	導體做切割磁感線運動
移動電荷的非靜電力	感生電場對自由電荷的電場力	導體中自由電荷所受洛倫茲力沿導體方向的分力
回路中相當於電源的部分	處於變化磁場中的線圈部分	做切割磁感線運動的導體
方向判斷方法	由楞次定律判斷	通常由右手定則判斷，也可由楞次定律判斷
大小計算方法	由 $E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 計算	由 $E = Blv \sin \theta$ 計算，也可由 $E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 計算

【典型例題】如圖所示，兩根平行金屬導軌固定在水準桌面上，每根導軌每米的電阻為 $r_0 = 0.10 \Omega$ ，導軌的端點 P 、 Q 用電阻可忽略的導線相連，兩導軌間的距離 $l = 0.20 \text{ m}$ 。有隨時間變化的磁場垂直於桌面向下，已知磁感應強度 B 與時間 t 的關係為 $B = kt$ ，比例係數 $k = 0.020 \text{ T/s}$ 。一電阻不計的金屬杆可在導軌上無摩擦地滑動，在滑動過程中保持與導軌垂直，在 $t = 0$ 時刻，金屬杆緊靠 P 、 Q 端，在外力作用下，杆以恒定的加速度 $a = 1 \text{ m/s}^2$ 從靜止開始嚮導軌的另一端滑動，求在 $t = 0.6 \text{ s}$ 時金屬杆所受的安培力。



【思路探究】

- (1)由金屬杆切割磁感線產生動生電動勢。
- (2)由磁場隨時間變化產生感生電動勢。
- (3)回路中的電動勢應等於兩個電動勢的合電動勢。

【答案】 $1.44 \times 10^{-4} \text{ N}$ ，方向向右

【解析】 $t=0.6 \text{ s}$ 時，回路中動生電動勢 $E_1 = Blv$

$$\text{又 } B = kt$$

$$v = at$$

$$\text{代入數據解得 } E_1 = 1.44 \times 10^{-3} \text{ V}$$

$$\text{感生電動勢 } E_2 = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} lx$$

$$\text{又 } x = \frac{1}{2} at^2$$

$$\text{代入數據解得 } E_2 = 0.72 \times 10^{-3} \text{ V}$$

又由右手定則及楞次定律知 E_1 、 E_2 同向，故回路中此時總電動勢為

$$E = E_1 + E_2 = 2.16 \times 10^{-3} \text{ V}$$

$$\text{回路中電阻 } R = 2xr_0 = 3.6 \times 10^{-2} \Omega$$

$$\text{回路中電流 } I = \frac{E}{R} = 6 \times 10^{-2} \text{ A}$$

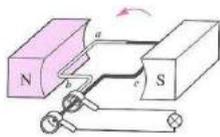
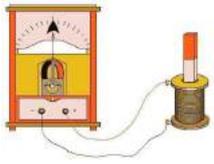
則金屬杆受的安培力 $F = BIl = ktIl = 1.44 \times 10^{-4} \text{ N}$ ，由左手定則知方向向右。

★重難點三、電磁感應中的力學問題★

1. 電磁感應問題往往跟力學問題聯繫在一起，這類問題需要綜合運用電磁感應規律和力學的相關規律解決。因此，處理此類問題的一般思路是“先電後力”。

具體如下：

- (1)先做“源”的分析——分離出電路中由電磁感應所產生的電源，求出電源參數 E 和 r 。



(2)再進行“路”的分析——畫出必要的電路圖，分析電路結構，弄清串、並聯關係，求出相關部分的電流大小，以便安培力的求解。

(3)然後是“力”的分析——畫出必要的受力分析圖，分析力學所研究對象(常是金屬杆、導體線圈等)的受力情況，尤其注意其所受的安培力。

(4)接著進行“運動”狀態分析——根據力和運動的關係，判斷出正確的運動模型。

2·兩種狀態處理方法

達到穩定運動狀態後，導體勻速運動，受力平衡，應根據平衡條件列式分析平衡態；導體達到穩定運動狀態之前，往往做變加速運動，處於非平衡態，應根據牛頓第二定律或結合功能關係分析非平衡態。

【總結提高】

1·導體中的感應電流在磁場中將受到安培力作用，所以電磁感應問題常常與力學問題聯繫在一起，處理此類問題的基本方法是：

- (1)用法拉第電磁感應定律和楞次定律求感應電動勢的大小和方向。
- (2)求回路中的電流強度的大小和方向。
- (3)分析研究導體受力情況(包括安培力)。
- (4)列動力學方程或平衡方程求解。

2·電磁感應現象中涉及的具有收尾速度的力學問題。

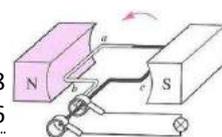
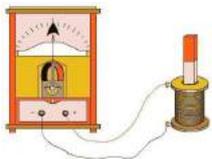
(1)關鍵要抓好受力情況和運動情況的動態分析：

加速度等於零時，導體達到穩定運動狀態。

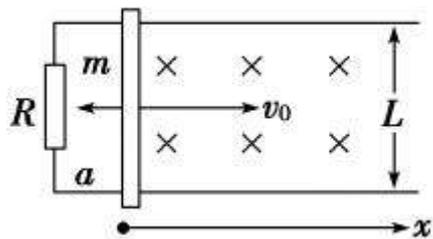
(2)兩種狀態處理。

達到穩定運動狀態後，導體勻速運動，受力平衡，應根據平衡條件合外力為零列式分析平衡態；導體達到穩定運動狀態之前，往往做變加速運動，處於非平衡態，應根據牛頓第二定律或結合功能關係分析非平衡態。

【典型例題】如圖所示，兩條互相平行的光滑金屬導軌位於水平面內，距離為 $L=0.2\text{ m}$ 。在導軌的一端接有阻值為 $R=0.5\ \Omega$ 的電阻，在 $x\geq 0$ 處有一與水平面垂直的均勻磁場，磁感應強度為 $B=0.5\text{ T}$ 。一品質為 $m=0.1\text{ kg}$ 的金屬直杆垂直放置在導軌上，並以 $v_0=2\text{ m/s}$ 的初速度進入磁場，在安培力和一垂直於杆的水準外力 F 的作用下做勻變速直線運動，加速度大小為 $a=2\text{ m/s}^2$ ，方向與初速度方向相反，設導軌和金屬直杆的電阻都可以忽略，且接觸良好，求：



- (1) 電流為零時金屬直杆所處的位置；
- (2) 電流為最大值的一半時，施加在金屬直杆上的外力 F 的大小和方向。



【解析】(1) 感應電動勢 $E = BLv$ ，而 $I = \frac{E}{R}$ ，即 $I = 0$ 時， $v = 0$ ，所以 $x = 1 \text{ m}$ 。

(2) 最大電流 $I_{\text{max}} = \frac{BLv_0}{R}$ ， $I' = \frac{I_{\text{max}}}{2} = \frac{BLv_0}{2R}$ 。

安培力 $F_{\text{安}} = I'BL = \frac{B^2L^2v_0}{2R} = 0.02 \text{ N}$ 。

向右運動時： $F + F_{\text{安}} = ma$ ，所以 $F = ma - F_{\text{安}} = 0.18 \text{ N}$ ，方向與 x 軸正方向相反，向左運動時： $F - F_{\text{安}} = ma$ ，所以 $F = ma + F_{\text{安}} = 0.22 \text{ N}$ ，方向與 x 軸正方向相反。

★重難點四、電磁感應現象中的能量轉化和守恆★

1. 電磁感應現象中的能量轉化方式。

- (1) 與感生電動勢有關的電磁感應現象中，磁場能轉化為電能。
- (2) 與動生電動勢有關的電磁感應現象中，通過克服安培力做功，把機械能或其他形式的能轉化為電能。克服安培力做多少功，就產生多少電能。

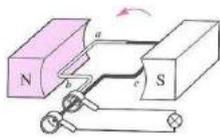
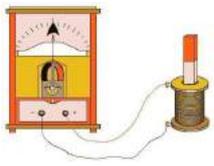
2. 求解電磁感應現象中能量守恆問題的一般思路。

- (1) 分析回路，分清電源和外電路。
- (2) 分析清楚有哪些力做功，明確有哪些形式的能量發生了轉化，如：
 - ① 有摩擦力做功，必有內能產生；
 - ② 有重力做功，重力勢能必然發生變化；
 - ③ 克服安培力做功，必然有其他形式的能轉化為電能，並且克服安培力做多少功，就產生多少電能；
 - ④ 如果是安培力做正功，就是電能轉化為其他形式的能。

(3) 列有關能量的關係式。

3. 焦耳熱的計算技巧。

- (1) 感應電路中電流恒定，則電阻產生的焦耳熱等於電流通過電阻做的功，即 Q



$$=I^2Rt.$$

(2)感應電路中電流變化，可用以下方法分析：

- ①利用動能定理，根據產生的焦耳熱等於克服安培力做的功，即 $Q=W_{安}$ 。
- ②利用能量守恆，即感應電流產生的焦耳熱等於電磁感應現象中其他形式能量的減少，即 $Q=\Delta E_{其他}$ 。

【特別提醒】

電能的三種求解思路

- (1)利用克服安培力做功求解：電磁感應中產生的電能等於克服安培力所做的功。
- (2)利用能量守恆求解：相應的其他能量的減少量等於產生的電能。
- (3)利用電路特徵求解：通過電路中所消耗的電能來計算。

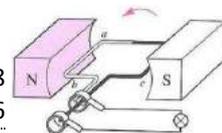
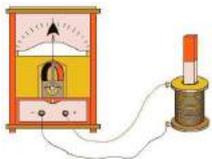
2. 電磁感應現象中能量變化的特點

做功情況	能量變化特點
滑動摩擦力做功	有內能產生
重力做功	重力勢能必然發生變化
克服安培力做功	必然有其他形式的能轉化為電能，並且克服安培力做多少功，就產生多少電能
安培力做正功	電能轉化為其他形式的能

3. 求解電磁感應現象中能量守恆問題的一般思路

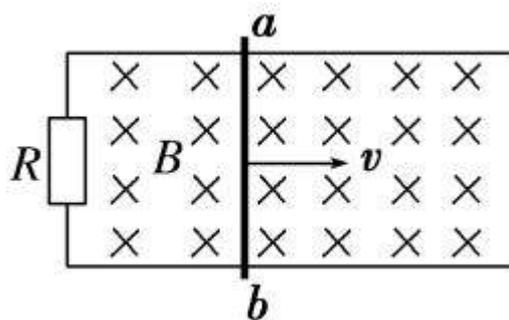
- (1)確定感應電動勢的大小和方向。
- (2)畫出等效電路，求出回路中消耗的電功率運算式。
- (3)分析導體機械能的變化，用能量守恆關係得到機械功率的改變與回路中的電功率的改變所滿足的方程。

【典型例題】如圖所示，固定的水準光滑金屬導軌，間距為 L ，左端接有阻值為 R 的電阻，處在方向豎直向下、磁感應強度為 B 的勻強磁場中，品質為 m 的導體棒與固定彈簧相連，放在導軌上，導軌與導體棒的電阻可忽略。初始時刻，彈簧恰處於自然長度，導體棒具有水準向右的初速度 v_0 。在沿導軌往復運



動的過程中，導體棒始終與導軌垂直並保持良好接觸。

- (1)求初始時刻導體棒受到的安培力；
- (2)若導體棒從初始時刻到速度第一次為零時，彈簧的彈性勢能為 E_p ，則這一過程中安培力所做的功 W_1 和電阻 R 上產生的焦耳熱 Q_1 分別為多少？
- (3)導體棒往復運動，最終將靜止於何處？從導體棒開始運動直到最終靜止的過程中，電阻 R 上產生的焦耳熱 Q 為多少？



【思路探究】

- (1)導體棒運動切割磁感線產生感應電流。
- (2)安培力做功與電阻 R 上產生的焦耳熱的關係。

【答案】 (1) $\frac{B^2L^2v_0}{R}$ ，方向水準向左 (2) $E_p - \frac{1}{2}mv_0^2$ $\frac{1}{2}mv_0^2 - E_p$

(3)初始位置 $\frac{1}{2}mv_0^2$

【解析】 (1)初始時刻導體棒中感應電動勢 $E = BLv_0$ ①

導體棒中感應電流 $I = \frac{E}{R}$ ②

作用於導體棒上的安培力 $F = BLI$ ③

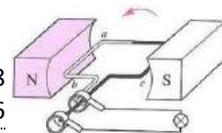
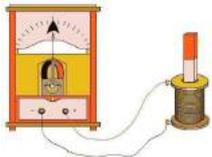
聯立①②③得 $F = \frac{B^2L^2v_0}{R}$ ，方向水準向左。

(2)由於安培力方向與位移方向相反，安培力做負功，由功能關係得

$$W_1 = E_p - \frac{1}{2}mv_0^2$$

電阻 R 上產生的焦耳熱 $Q_1 = \frac{1}{2}mv_0^2 - E_p$

(3)由能量轉化及平衡條件等，可判斷棒最終靜止於初始位置， $Q = \frac{1}{2}mv_0^2$



2.6 板書設計

★重難點一、電磁感應現象中的感生電場★

1. 感生電場是一種渦旋電場，電場線是閉合的。

2. 感生電場的方向可由楞次定律判斷。

如圖所示，當磁場增強時，產生的感生電場是與磁場方向垂直且阻礙磁場增強的電場。

3. 感生電場的存在與是否存在閉合電路無關。

4. 感生電動勢大小： $E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ 。

★重難點二、電磁感應現象中的洛倫磁力★

	感生電動勢	動生電動勢
產生原因	磁場的變化	導體做切割磁感線運動
移動電荷的非靜電力	感生電場對自由電荷的電場力	導體中自由電荷所受洛倫茲力沿導體方向的分力
回路中相當於電源的部分	處於變化磁場中的線圈部分	做切割磁感線運動的導體
方向判斷方法	由楞次定律判斷	通常由右手定則判斷，也可由楞次定律判斷
大小計算方法	由 $E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ 計算	由 $E = Blv \sin \theta$ 計算，也可由 $E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ 計算

★重難點三、電磁感應中的力學問題★

1. 導體中的感應電流在磁場中將受到安培力作用，所以電磁感應問題常常與力學問題聯繫在一起，處理此類問題的基本方法是：

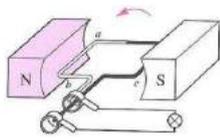
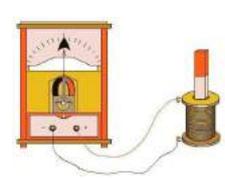
(1) 用法拉第電磁感應定律和楞次定律求感應電動勢的大小和方向。

(2) 求回路中的電流強度的大小和方向。

(3) 分析研究導體受力情況(包括安培力)。

(4) 列動力學方程或平衡方程求解。

2. 電磁感應現象中涉及的具有收尾速度的力學問題。



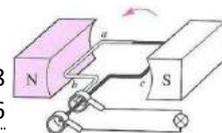
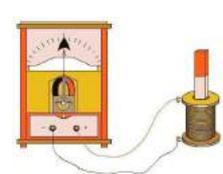
(1)關鍵要抓好受力情況和運動情況的動態分析：

加速度等於零時，導體達到穩定運動狀態。

(2)兩種狀態處理。

2.7 教學反思

本節課計算、理論部分較多，需要學生有較強的學習、理解能力。課題採用講授法輔之學生課堂回答，講解的時候配合多媒體材料，能夠加深學生的理解，要重點講解電磁感應現象中的感生電場，當磁場增強時，產生的感生電場是與磁場方向垂直且阻礙磁場增強的電場。



三、重點探究：§2.5 電磁感應現象的兩類情況（第二、三課時）

課題	§2.5 電磁感應現象的 兩類情況		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2018.02.08 2018.02.12	課型	復習課		課時	2 課時

一、互感現象

1. 定義

兩個相互靠近的線圈，當一個線圈中的電流變化時，它所產生的變化的磁場會在另一個線圈中產生感應電動勢的現象。產生的電動勢叫做互感電動勢。

2. 應用

互感現象可以把能量由一個線圈傳遞到另一個線圈，變壓器、收音機的“磁性天線”就是利用互感現象製成的。

3. 危害

互感現象能發生在任何兩個相互靠近的電路之間。在電力工程和電子電路中，互感現象有時會影響電路正常工作。

二、自感現象和自感係數

1. 自感現象

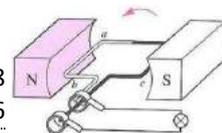
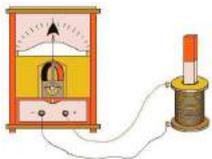
當一個線圈中的電流變化時，它產生的變化的磁場在它本身激發出感應電動勢的現象。

2. 自感電動勢

由於自感而產生的感應電動勢。

3. 通電自感和斷電自感

	電 路	現 象	自感電動勢的 作用
通電自感		接通開關瞬間，燈泡 A ₁ 逐漸地亮起來	阻礙電流的增 <u>加</u>



斷電自感		斷開開關瞬間，燈泡 A 逐漸變暗，直至熄滅	阻礙電流的減小
------	--	-----------------------	---------

4·自感電動勢的大小

$E = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$ ，其中 L 是自感係數，簡稱自感或電感，單位：亨利，符號為 H 。

5·自感係數大小的決定因素

自感係數與線圈的大小、形狀、圈數，以及是否有鐵芯等因素有關。

三、磁場的能量

1·自感現象中的磁場能量

(1)線圈中電流從無到有時：磁場從無到有，電源的能量輸送給磁場，儲存在磁場中。

(2)線圈中電流減小時：磁場中的能量釋放出來轉化為電能。

2·電的“慣性”

自感電動勢有阻礙線圈中電流變化的“慣性”。

3.1 知識點一：對感生電場的理解

<p>知識點 (1)</p>	<p>對感生電場的理解</p>
----------------	-----------------

【核心突破】

- 1·感生電場是一種渦旋電場，電場線是閉合的。
- 2·感生電場的方向可由楞次定律判斷。如圖 451 所示，當磁場增強時，產生的感生電場是與磁場方向垂直且阻礙磁場增強的電場。

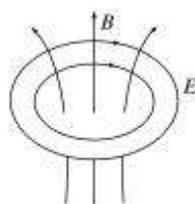
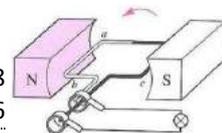
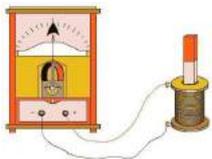


圖 451

- 3·感生電場的存在與是否存在閉合電路無關。

【題組衝關】



1. 某空間出現了如圖 452 所示的一組閉合電場線，方向從上向下看是順時針的，這可能是()

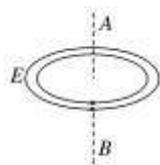


圖 452

- A · 沿 AB 方向磁場在迅速減弱
- B · 沿 AB 方向磁場在迅速增強
- C · 沿 BA 方向磁場恒定不變
- D · 沿 BA 方向磁場在迅速減弱

解析：選 A 感生電場的方向從上向下看是順時針的，假設在平行感生電場的方向上有閉合回路，則回路中的感應電流方向從上向下看也應該是順時針的，由右手螺旋定則可知，感應電流的磁場方向向下，根據楞次定律可知，原磁場有兩種可能：原磁場方向向下且沿 AB 方向減弱，或原磁場方向向上，且沿 BA 方向增強，所以 A 有可能。

2. (多選)下列說法中正確的是()

- A · 感生電場由變化的磁場產生
- B · 恒定的磁場也能在周圍空間產生感生電場
- C · 感生電場的方向也同樣可以用楞次定律和安培定則來判定
- D · 感生電場的電場線是閉合曲線，其方向一定是沿逆時針方向

解析：選 AC 磁場變化時在空間激發感生電場，其方向與所產生的感應電流方向相同，可由楞次定律和安培定則判斷，故 A、C 項正確，B、D 項錯誤。

3. 如圖 453 所示，一個帶正電的粒子在垂直於勻強磁場的平面內做圓周運動，當磁感應強度均勻增大時，此粒子的動能將()

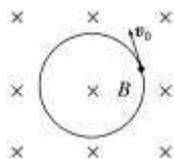
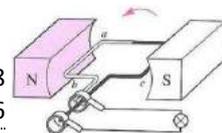
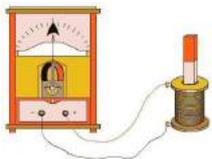


圖 453

- A · 不變
- B · 增加
- C · 減少
- D · 以上情況都可能



解析：選 B 當磁場增強時，將產生逆時針方向的電場，帶正電的粒子將受到這個電場對它的電場力作用，動能增大。故 B 正確。

3.2 知識點二：感生電動勢和動生電動勢的相關計算

	感生電動勢和動生電動勢的相關計算
--	-------------------------

【核心突破】

感生電動勢與動生電動勢的對比

	感生電動勢	動生電動勢
產生原因	磁場的變化	導體做切割磁感線運動
移動電荷的非靜電力	感生電場對自由電荷的電場力	導體中自由電荷所受洛倫茲力沿導體方向的分力
回路中相當於電源的部分	處於變化磁場中的線圈部分	做切割磁感線運動的導體
$\Delta\Phi$ 產生的原因	磁場變化產生電動勢， $\Delta\Phi$ 是由於磁場變化而產生的，所以 $\Delta\Phi = \Delta B \cdot S$	導體運動產生電動勢， $\Delta\Phi$ 是由於導體線框本身的面積發生變化而產生的，所以 $\Delta\Phi = B \cdot \Delta S$
方向判斷方法	由楞次定律判斷	通常由右手定則判斷，也可由楞次定律判斷
大小計算方法	由 $E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 計算	通常由 $E = Blv \sin \theta$ 計算，也可由 $E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 計算

【題組衝關】

【典例】如圖 4-5-4 甲所示，有一面積為 $S = 100 \text{ cm}^2$ 金屬環，電阻為 $R = 0.1 \Omega$ ，環中磁場變化規律如圖乙所示，且磁場方向垂直環面向裡，在 t_1 至 t_2 時間內，環中感應電流的方向如何？通過金屬環的電荷量為多少？

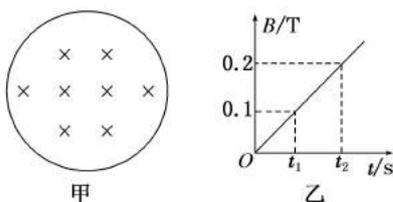
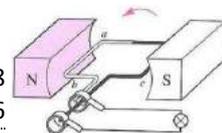
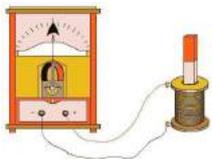


圖 4-5-4

[思路點撥]



[解析] (1)由楞次定律可以判斷金屬環中感應電流的方向為逆時針方向。

(2)由圖可知：磁感應強度的變化率為 $\frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{B_2 - B_1}{t_2 - t_1}$ ，

線圈中的磁通量的變化率： $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} S = \frac{B_2 - B_1}{t_2 - t_1} S$ ，

金屬環中形成的感應電流 $\bar{I} = \frac{\bar{E}}{R} = \frac{\Delta\Phi/\Delta t}{R} = \frac{\Delta\Phi}{R\Delta t}$ ，

通過金屬環的電荷量： $q = \bar{I} \Delta t = \frac{\Delta\Phi}{R}$ ，

由以上各式解得：

$$q = \frac{B_2 - B_1}{R} S = \frac{0.2 - 0.1 \times 10^{-2}}{0.1} \text{ C} = 0.01 \text{ C}。$$

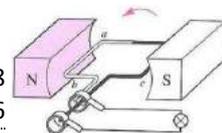
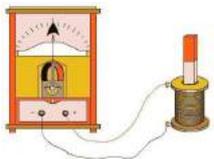
[答案] 逆時針方向 0.01 C

【歸納總結】

感應電荷量的計算式為 $q = \bar{I} \cdot \Delta t = \frac{\bar{E}}{R} \cdot \Delta t = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t R} \cdot \Delta t = \frac{\Delta\Phi}{R}$ ，可見 q 僅由電路中電阻和磁通量的變化量決定，與發生磁通量變化的時間無關。

若線圈匝數為 n ，則感應電荷量 $q = \bar{I} \cdot \Delta t = \frac{\bar{E}}{R} \cdot \Delta t = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t R} \cdot \Delta t = \frac{n\Delta\Phi}{R}$ 。

1.如圖 4-5-5 所示，金屬棒 ab 置於水準放置的光滑框架 $cdef$ 上，棒與框架接觸良好，勻強磁場垂直於 ab 棒斜向下。從某時刻開始磁感應強度均勻減小，



同時施加一個水準方向上的外力 F 使金屬棒 ab 保持靜止，則 F ()

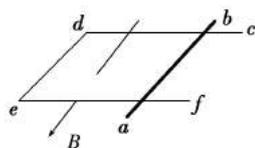


圖 4-5-5

- A · 方向向右，且為恒力 B · 方向向右，且為變力
C · 方向向左，且為變力 D · 方向向左，且為恒力

解析：選 C 由 $E = n \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot S$ 可知，因磁感應強度均勻減小，感應電動勢 E

恒定，由 $F_{安} = BIL$ ， $I = \frac{E}{R}$ 可知， ab 棒受的安培力隨 B 的減小，均勻變小，由外力 $F = F_{安}$ 可知，外力 F 也均勻減少，為變力，由左手定則可判斷 $F_{安}$ 水準方向上的分量向右，所以外力 F 水準向左，C 正確。

2. 如圖 4-5-6 所示，兩根相距 $l = 0.4 \text{ m}$ 、電阻不計的平行光滑金屬導軌水準放置，一端與阻值 $R = 0.15 \Omega$ 的電阻相連。導軌間 $x > 0$ 一側存在沿 x 方向均勻增大的穩恒磁場，其方向與導軌平面垂直，變化率 $k = 0.5 \text{ T/m}$ ， $x = 0$ 處磁場的磁感應強度 $B_0 = 0.5 \text{ T}$ 。一根質量 $m = 0.1 \text{ kg}$ 、電阻 $r = 0.05 \Omega$ 的金屬棒置於導軌上，並與導軌垂直。棒在外力作用下從 $x = 0$ 處以初速度 $v_0 = 2 \text{ m/s}$ 沿導軌向右運動，運動過程中電阻上消耗的功率不變。求：

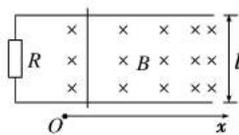


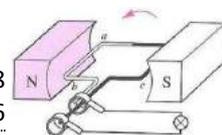
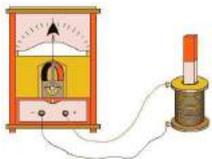
圖 4-5-6

- (1) 回路中的電流；
- (2) 金屬棒在 $x = 2 \text{ m}$ 處的速度；
- (3) 金屬棒從 $x = 0$ 運動到 $x = 2 \text{ m}$ 過程中安培力做功的大小。

解析：(1) 電阻上消耗的功率不變，即回路電流不變，在 $x = 0$ 處有 $E = B_0 l v_0 = 0.4 \text{ V}$ ， $I = \frac{E}{R + r} = 2 \text{ A}$ 。

(2) 由題意，磁感應強度 $B = B_0 + kx$

考慮到電流恒定，在 $x = 2 \text{ m}$ 處有 $\frac{B_0 l v_0}{R + r} = \frac{B_0 + kx}{R + r} l v$



得 $v = \frac{2}{3} \text{ m/s}$ 。

(3) 導體棒受到的安培力

$$F = BIl = (B_0 + kx)Il = 0.4(1 + x)$$

安培力隨位置線性變化，則安培力做功

$$W_F = \frac{1}{2} [B_0 + (B_0 + kx)] Ilx$$

代入數據得 $W_F = 1.6 \text{ J}$ 。

答案：(1) 2 A (2) $\frac{2}{3} \text{ m/s}$ (3) 1.6 J

3.3 知識點三：電磁感應現象中的能量轉化與守恆

<div style="background-color: #cccccc; padding: 5px; display: inline-block;"> 知識點 3 </div>	電磁感應現象中的能量轉化與守恆
---	------------------------

【核心突破】

電磁感應現象中的能量轉化

(1) 與感生電動勢有關的電磁感應現象中，磁場能轉化為電能，若電路是純電阻電路，轉化過來的電能將全部轉化為電阻的內能。

(2) 與動生電動勢有關的電磁感應現象中，通過克服安培力做功，把機械能或其他形式的能轉化為電能。克服安培力做多少功，就產生多少電能。若電路是純電阻電路，轉化過來的電能也將全部轉化為電阻的內能。

【題組衝關】

[典例] 在圖 4-5-7 中，設運動導線 ab 長為 L ，速度為 v ，勻強磁場的磁感應強度為 B ，閉合電路總電阻為 R 。探究為了保持導線做勻速運動，外力所做的功 $W_{外}$ 和感應電流的電功 $W_{電}$ 的關係。

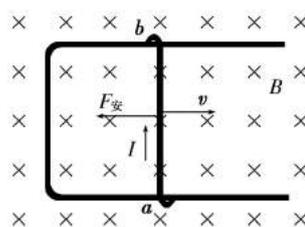
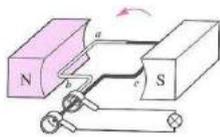
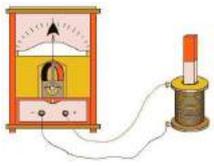


圖 4-5-7

【思路點撥】



[解析] 運動導體產生的電動勢

$$E = BLv$$

電路中感應電流

$$I = \frac{E}{R} = \frac{BLv}{R}$$

磁場對這個電流的作用力

$$F_{安} = ILB = \frac{B^2L^2v}{R}$$

保持勻速運動所需外力

$$F_{外} = F_{安} = \frac{B^2L^2v}{R}$$

在 Δt 時間內，外力所做的功

$$W_{外} = F_{外}v\Delta t = \frac{B^2L^2v^2}{R} \Delta t$$

而此時間內，感應電流的電功是

$$W_{電} = I^2R \Delta t = \frac{B^2L^2v^2}{R} \Delta t$$

可見 $W_{外} = W_{電}$

[答案] 見解析

【歸納總結】

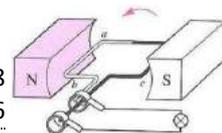
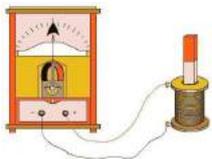
求解電磁感應現象中能量守恆問題的一般步驟

(1)分析回路，分清電源和外電路。

在電磁感應現象中，切割磁感線的導體或磁通量發生變化的回路將產生感應電動勢，該導體或回路就相當於電源，其餘部分相當於外電路。

(2)分析清楚有哪些力做功，明確有哪些形式的能量發生了轉化。如：

做功情況	能量變化特點
滑動摩擦力做功	有內能產生
重力做功	重力勢能必然發生變化
克服安培力做功	必然有其他形式的能轉化為電能，並且克服安培力做多少



	功，就產生多少電能
安培力做正功	電能轉化為其他形式的能

(3)根據能量守恆列方程求解。

通題組

1. (多選)如圖 4-5-8 所示，勻強磁場方向垂直於線圈平面，先後兩次將線圈從同一位置勻速地拉出有界磁場，第一次拉出時速度為 $v_1=v_0$ ，第二次拉出時速度為 $v_2=2v_0$ ，前後兩次拉出線圈的過程中，下列說法錯誤的是()

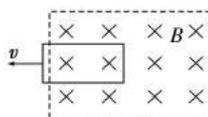


圖 4-5-8

- A · 線圈中感應電流之比是 1 : 2
- B · 線圈中產生的熱量之比是 2 : 1
- C · 沿運動方向作用線上框上的外力的功率之比為 1 : 2
- D · 流過任一橫截面感應電荷量之比為 1 : 1

解析：選 BC 線框在拉出磁場的過程中，導體做切割磁感線運動，產生感應電動勢 $E=Blv$ ，線框中的感應電流 $I=\frac{E}{R}=\frac{Blv}{R}$ ，所以 $I_1:I_2=v_1:v_2=1:2$ ；

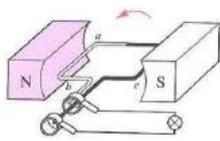
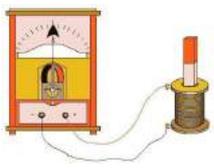
線框中產生的電熱 $Q=I^2Rt=\left(\frac{Blv}{R}\right)^2R\frac{l}{v}=\frac{B^2l^2l'v}{R}$ ，所以 $Q_1:Q_2=v_1:v_2=1:2$ ；由

於勻速運動，施加的外力與安培力相等，故外力的功率 $P=Fv=BIl'v=\frac{B^2l^2v^2}{R}$ ，

所以 $P_1:P_2=v_1^2:v_2^2=1:4$ ；流過線圈任一橫截面的電荷量為 $q=It=\frac{Blv}{R}\cdot\frac{l'}{v}=\frac{Bl'l'}{R}$ ，

所以 $q_1:q_2=1:1$ 。

2. MN 為中間接有電阻 $R=5\ \Omega$ 的足夠長的 U 形金屬框架，框架寬 $L=0.2\ \text{m}$ ，豎直放置在如圖 4-5-9 所示的水準勻強磁場中，磁感應強度 $B=5\ \text{T}$ 。一長度也為 L 、電阻為 $r=1\ \Omega$ 的導體棒 PQ 可沿 MN 無摩擦滑動且接觸良好。現無初速釋放導體棒 PQ ，發現 PQ 下滑 $h=6\ \text{m}$ 時恰好達到穩定下滑狀態。已知導



體棒 PQ 的質量 $m=0.1\text{ kg}$ ，其餘電阻不計。求：

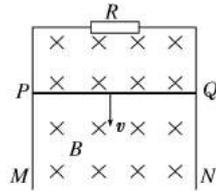


圖 4-5-9

- (1) 導體棒 PQ 穩定下滑時的速度；
 (2) 此過程中電阻 R 上產生的熱量。(g 取 10 m/s^2)

解析：(1) 導體棒 PQ 穩定下滑時，做勻速運動。

$$\text{則 } F_{\text{安}} = BIL = mg$$

$$\text{而 } I = \frac{BLv}{R+r}$$

$$\text{故 } v = \frac{mg}{B^2 L^2} (R+r) = \frac{0.1 \times 10}{5^2 \times 0.2^2} (5+1) \text{ m/s} = 6 \text{ m/s}。$$

(2) 根據能的轉化與守恆定律得：

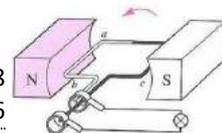
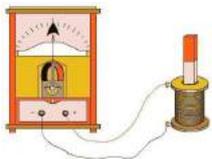
$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 + Q_{\text{總}}$$

而電阻 R 上產生的熱量為

$$Q_R = \frac{R}{R+r} Q_{\text{總}}$$

代入數據解得 $Q_R = 3.5\text{ J}$ 。

答案：(1) 6 m/s (2) 3.5 J



第六課題 §2.6 互感和自感 (2 課時)

一、課前自主預習學案

學習目標

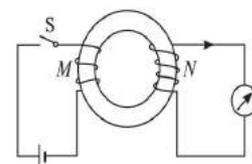
- 1、了解互感現象及互感現象的應用。
- 2、掌握自感現象，能解釋通電自感和斷電自感。
- 3、了解自感電動勢，自感係數由哪些因素決定。

學習過程

一、互感現象

右圖中，當閉合或斷開電鍵時，線圈 N 所在的閉合電路中能否產生電磁感應現象？

閉合瞬間，線圈 N 電流方向_____。斷開瞬間，線圈 N 電流方向_____。



- 1、互感現象：
- 2、互感電動勢：
- 3、從能量轉化角度看：
- 4、互感的應用：_____。

二、自感現象

1、自感現象：

自感電動勢：

2、通電自感：

閉合電鍵的瞬間時，與線圈串聯的燈泡 A_1 出現_____現象

分析原因：

總結通電自感：_____。

3、斷電自感：

①斷開電鍵時，線圈中感應電動勢的作用是使線圈 L 中的電流減小得更快還是更慢些？_____。

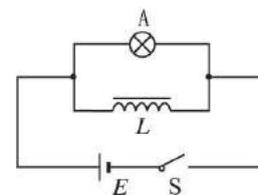
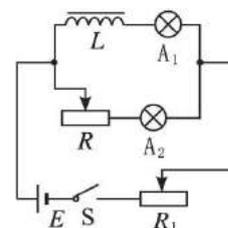
②電鍵斷開時，通過燈泡的感應電流與原來通過它的電流方向是否一致？

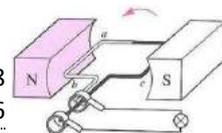
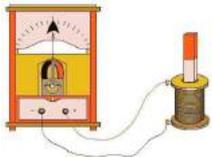
③通過燈泡的感應電流是否有可能比原來的電流更大？

_____。

分析原因：

總結斷電自感：





三、自感係數

1、自感電動勢運算式為：_____。

2、自感係數 L ：國際單位是：_____，符號為_____。 L 與_____有關。

課堂練習：

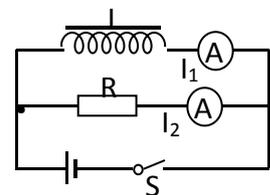
1、關於自感現象，正確的說法是：（ ）

A、感應電流一定和原電流方向相反；

B、線圈中產生的自感電動勢較大的其自感係數一定較大；

C、對於同一線圈，當電流變化越大時，線圈中產生的自感電動勢也越大；

D、自感電動勢總是阻礙原來電流變化的。



2、如圖所示的電路中， L 是一帶鐵芯的線圈， R 為電阻。兩條支路的直流電阻相等。那麼在接通和斷開電鍵的瞬間，兩電流錶的讀數 I_1 、 I_2 的大小關係是：

（ ）

A、接通時 $I_1 < I_2$ ，斷開時 $I_1 > I_2$ ； B、接通時 $I_1 < I_2$ ，斷開時 $I_1 = I_2$ ；

C、接通時 $I_1 > I_2$ ，斷開時 $I_1 < I_2$ ； D、接通時 $I_1 = I_2$ ，斷開時 $I_1 < I_2$ 。

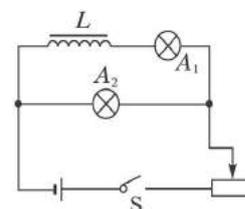
3、右圖所示的電路中， A_1 和 A_2 是完全相同的燈泡，線圈 L 的電阻可以忽略。下列說法中正確的是（ ）

A、合上開關 S 接通電路時， A_2 先亮， A_1 後亮，最後一樣亮

B、合上開關 S 接通電路時， A_1 和 A_2 始終一樣亮

C、斷開開關 S 切斷電路時， A_2 立刻熄滅， A_1 過一會兒才熄滅

D、斷開開關 S 切斷電路時， A_1 和 A_2 都要過一會兒才熄滅



4、下圖所示，兩個電阻均為 R ， L 的電阻及電池內阻均可忽略， S 原來斷開，

電路中電流 $I_0 = \frac{E}{2R}$ 。現將 S 閉合，於是電路中產生自感電動勢，此自

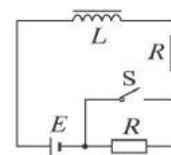
感電動勢的作用是（ ）

A、使電路的電流減小，最後由 I_0 減到零

B、有阻礙電流增大的作用，最後電流小於 I_0

C、有阻礙電流增大的作用，因而電流總保持不變

D、有阻礙電流增大的作用，但電流還是增大，最後變為 $2I_0$

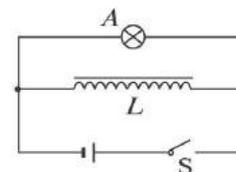


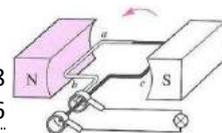
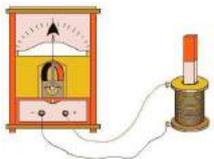
5、右圖所示的實驗中，帶鐵芯的、電阻較小的線圈 L 與燈 A 並聯，當合上開關 S 後燈 A 正常發光。下列說法中正確的是（ ）

A、當斷開 S 時，燈 A 立即熄滅

B、當斷開 S 時，燈 A 突然閃亮後熄滅

C、啟用阻值與燈 A 相同的線圈取代 L 接入電路，當斷開 S 時，燈 A 逐漸





熄滅

D、啟用阻值與線圈 L 相同的電阻取代 L 接入電路，當斷開 S 時，燈 A 突然閃亮後熄滅

二、新課教學：§2.6 互感和自感（第一課時）

課題	§2.6 互感和自感		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2018.02.13	課型	新授課		課時	1 課時

2.1 教學目標

【知識與技能】

- (1) 了解互感和自感現象。
- (2) 了解自感現象產生的原因。
- (3) 知道自感現象中的一個重要概念——自感係數，了解它的單位及影響其大小的因素。

【過程與方法】

引導學生從事物的共性中發掘新的個性，從發生電磁感應現象的條件和有關電磁感應得規律，提出自感現象，並推出關於自感的規律。會用自感知識分析，解決一些簡單的問題，並了解自感現象的利弊以及對它們的防止和利用。

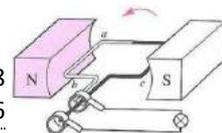
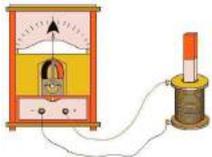
【情感態度與價值觀】

培養學生的自主學習的能力，通過對已學知識的理解實現知識的自我更新，以適應社會對人才的要求。

2.2 教學重點難點

- (1) 自感現象及自感係數。
- (2) 自感現象的產生原因分析。
- (3) 通、斷電自感的演示實驗中現象解釋。

2.3 教學方法



2.4 教學用具

2.5 教學過程

★重難點一、對自感現象的理解★

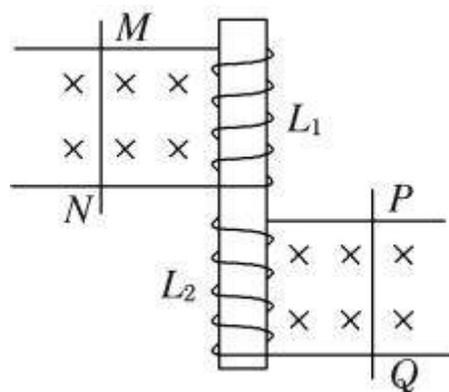
★對互感現象的理解

1. 互感現象是一種常見的電磁感應現象，它不僅發生於繞在同一鐵芯上的兩個線圈之間，而且可以發生於任何相互靠近的電路之間。
2. 互感現象可以把能量由一個電路傳到另一個電路。變壓器就是利用互感現象製成的。

★對自感現象的理解

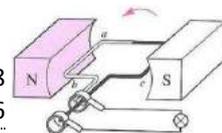
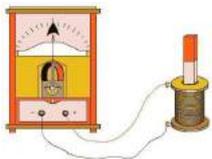
1. 自感電動勢的作用：總是阻礙導體中原電流的變化，即總是起著推遲電流變化的作用。
2. 自感電動勢的方向：自感電動勢總是阻礙導體中原來電流的變化，當原來電流增大時，自感電動勢的方向與原來電流方向相反；當原來電流減小時，自感電動勢的方向與原來電流方向相同。也遵循“增反減同”的規律。
3. 自感係數是由線圈本身性質決定的，是表徵線圈產生自感電動勢本領大小的物理量，數值上等於通過線圈的電流在 1 s 內改變 1 A 時產生的自感電動勢的大小。
4. 線圈的長度越長，截面積越大，單位長度上匝數越多，線圈的自感係數越大，線圈有鐵芯比無鐵芯時自感係數大得多。

【典型例題】（多選）如圖所示，水準放置的兩條光滑軌道上有可自由移動的金屬棒 PQ 、 MN ，當 PQ 在外力作用下運動時， MN 在磁場力作用下向右運動，則 PQ 所做的運動可能是（ ）



A. 向右勻加速運動

B. 向左勻加速運動



C · 向右勻減速運動

D · 向左勻減速運動

【思路探究】

(1) MN 向右運動的原因是什麼？

提示： MN 與線圈構成閉合回路，回路中有感應電流。

(2) PQ 勻速運動時， MN 有電流通過嗎？

提示：無，因為穿過 L_1 的磁能量無變化。

【答案】 BC

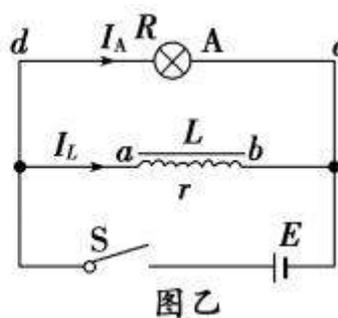
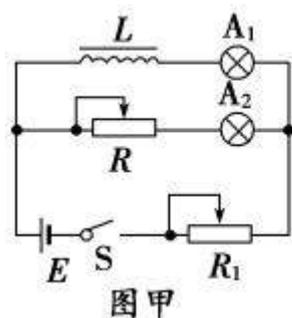
【解析】 MN 棒中有感應電流，受安培力作用而向右運動，由左手定則可判斷出 MN 中電流的方向是由 M 流至 N ，此電流在 L_1 中產生的磁場的方向是向上的。

若 PQ 棒向右運動，由右手定則及安培定則可知 L_2 產生的磁場的方向也是向上的。由於 L_1 產生的磁場方向與 L_2 產生的磁場的方向相同，可知 L_2 產生的磁場的磁通量是減少的，故 PQ 棒做的是向右的勻減速運動。C 選項是可能的。

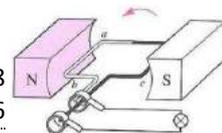
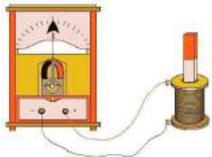
若 PQ 棒向左運動，則它產生的感應電流在 L_2 中產生的磁場是向下的，與 L_1 產生的磁場方向是相反的，由楞次定律可知 L_2 中的磁場是增強的，故 PQ 棒做的是向左的勻加速運動。B 選項是可能的。

★重難點二、通斷電時燈泡亮度的變化情況★

1. 通電自感如圖甲所示，線圈產生的自感電動勢阻礙電流的增加，使線圈的電流從通電瞬間的 0 逐漸增大到正常值，所以與線圈串聯的燈泡的亮度是逐漸增大。



2. 斷電自感如圖乙所示，正常工作時線圈和電燈的電流分別為 I_L 和 I_A 。斷電後，線圈產生自感電動勢，線圈與燈泡組成回路，線圈起到電源作用。線圈產生的自感電動勢阻礙電流的減小，使線圈中的電流由 I_L 逐漸減小到 0，因此燈泡中的電流也由斷電前的 I_A 突變為 I_L ，然後逐漸減小到 0，亮度也是逐漸變小。



到熄滅，當然燈泡中的電流方向由斷電前的 $d \rightarrow c$ 突變為 $c \rightarrow d$ 。

若 $I_L > I_A$ ，燈泡閃亮一下再逐漸熄滅

若 $I_L \leq I_A$ ，燈泡逐漸熄滅，不閃亮。

【特別提醒】

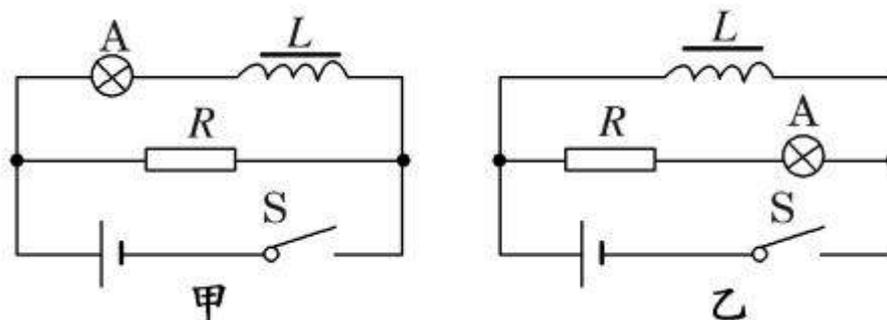
分析通斷電燈泡亮度變化問題，關鍵要搞清楚電路的連接情況，根據電路特點進行具體分析。

	與線圈串聯的燈泡	與線圈並聯的燈泡
電路圖		
通電時	電流逐漸增大，燈泡逐漸變亮	電流 I_1 突然變大，然後逐漸減小達到穩定
斷電時	電流逐漸減小，燈泡逐漸變暗 電流方向不變	電路中穩態電流為 I_1 、 I_2 ， ① 若 $I_2 \leq I_1$ ，燈泡逐漸變暗； ② 若 $I_2 > I_1$ ，燈泡閃亮一下後逐漸變暗， 兩種情況燈泡電流方向均改變

(1)分析通、斷電自感燈泡的亮度變化的關鍵是弄清電路的連接情況，根據自感線圈的自感電動勢的方向進行具體分析。

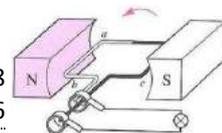
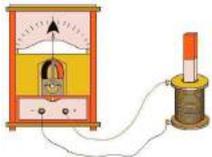
(2)斷電自感時燈泡是否閃亮一下再熄滅的判斷方法是通過比較斷電前的線圈的電流和燈泡的電流的大小來確定。

【典型例題】 (多選) 如圖所示甲、乙中，自感線圈 L 的電阻很小，接通 S ，使電路達到穩定，燈泡 A 發光，下列說法正確的是()



A · 在電路甲中，斷開 S ， A 將逐漸變暗

B · 在電路甲中，斷開 S ， A 將先變得更亮，然後逐漸變暗



- C · 在電路乙中，斷開 S，A 將逐漸變暗
D · 在電路乙中，斷開 S，A 將先變得更亮，然後漸漸變暗

【思路探究】

- (1)判斷 S 閉合時，A、L 中電流的方向及大小。
(2)明確 S 斷開時，由於自感電動勢，L 中電流變化情況。
(3)由 L 中電流變化情況，根據 A、L 的連接關係，確定燈泡中電流的變化情況。

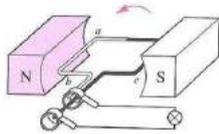
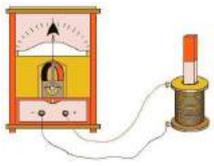
【答案】 AD

【解析】 甲圖中，燈泡 A 與電感線圈 L 在同一個支路中，流過的電流相同，斷開開關 S 時，線圈 L 中的自感電動勢的作用使得支路中的電流瞬間不變，以後漸漸變小，A 正確，B 錯誤；乙圖中，燈泡 A 所在支路的電流比電感線圈所在支路的電流要小(因為電感線圈的電阻很小)，斷開開關 S 時，電感線圈的自感電動勢要阻礙電流變小，此瞬間電感線圈中的電流不變，電感線圈相當於一個電源給燈泡 A 供電。因此反向流過 A 的電流瞬間要變大，然後逐漸變小，所以燈泡要先更亮一下，然後漸漸變暗，C 錯誤，D 正確。

2.6 板書設計

	與線圈串聯的燈泡	與線圈並聯的燈泡
電路圖		
通電時	電流逐漸增大，燈泡逐漸變亮	電流 I_1 突然變大，然後逐漸減小達到穩定
斷電時	電流逐漸減小，燈泡逐漸變暗電流方向不變	電路中穩態電流為 I_1 、 I_2 ， ③ 若 $I_2 \leq I_1$ ，燈泡逐漸變暗； ④ 若 $I_2 > I_1$ ，燈泡閃亮一下後逐漸變暗，兩種情況燈泡電流方向均改變

2.7 教學反思



本節內容是電磁感應現象在技術中的應用，也是學生在認知上對電磁感應現象的進一步鞏固和深化。教材對互感部分內容的編寫比較簡單，讓學生知道互感現象是常見的電磁感應現象，是後面變壓器學習的基礎。課堂應把重心放在對自感的教學上。但是教材對自感的編寫順序是：提出自感的概念→演示實驗（通電自感）→理論分析→理論分析→……按這樣的順序開展教學雖然條理性比較強，但不能有效地激發學生探索規律的積極性，沒有真正發揮教學對學生思維創新能力的培養功能。因此，調整後的順序為引導學生設計（通電自感）電路→演示實驗（通電自感）→理論分析→引導在通電自感上修改過渡到斷電自感電路→學生分組探究實驗（斷電自感）理論分析→實驗驗證→由學生總結出自感的含義。課堂中讓學生全程參與，有利於充分調動學生的探索問題的積極性。

一、 實驗激發思維，吸引學生注意

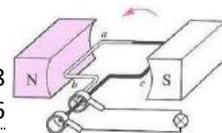
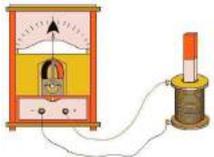
為激發學生的興趣，引入新課時，我設計了將一個手機的音樂通過兩個互不相連的線圈從音箱中播出，讓實驗引發學生的求知欲和探究願望，積極思考並自然進入主題。

二、 自主設計實驗，詮釋思維奧秘

引導學生總結互感含義並過渡到自感，直接進入閉合電鍵的自感現象的引入，會在學生的思維中出現斷裂。為了解決這個問題，我給出乾電池、滑動變阻器、線圈、燈泡、開關、導線，引導學生自己設計自感的電路。展示點評討論修改，進而探究通電自感，學生操作實驗，引導學生觀察並解釋現象。對比斷電自感，學生分組探究，得出結論。為了驗證斷電自感電流的方向，再以二極體的單向導電性，讓實驗消除心中的疑雲。對於自感的防止，我設計了“學生親自體驗自感”實驗。在這些實驗中，學生全程參與實驗設計、實驗操作和現象觀察，理解起來更加自然而深刻，使學生對知識的理解能力得到提高，鍛煉了學生科學探究的思維和能力。這也是我整個這節課的亮點，始終以學生為主，學生自己設計電路，自己操作探究，自己分析總結……充分調動了學生的積極性。

三、 努力發現問題，為教學提升打下基礎

從課堂的實施過程來看，我發現以下幾個問題值得注意：1.在本次的上課中，學生探究、參與比多，時間難以控制；2.語言總不夠精煉，有時候過於囉嗦了；3.在磁場能量這個環節的處理上功夫下的仍然不夠。從當堂效果看，學生不易想到磁場是具有能量的。當然，問題肯定還有很多，需要我不斷的學習、摸索和請教，從而更快的提升自己。



三、重點探究：§2.6 互感和自感（第二課時）

課題	§2.6 互感和自感		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2018.02.26	課型	復習課		課時	1 課時

一、互感現象

1. 定義

兩個相互靠近的線圈，當一個線圈中的電流變化時，它所產生的變化的磁場會在另一個線圈中產生感應電動勢的現象。產生的電動勢叫做互感電動勢。

2. 應用

互感現象可以把能量由一個線圈傳遞到另一個線圈，變壓器、收音機的“磁性天線”就是利用互感現象製成的。

3. 危害

互感現象能發生在任何兩個相互靠近的電路之間。在電力工程和電子電路中，互感現象有時會影響電路正常工作。

二、自感現象和自感係數

1. 自感現象

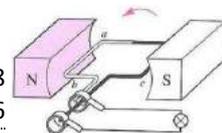
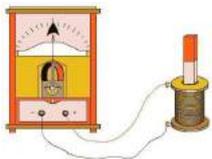
當一個線圈中的電流變化時，它產生的變化的磁場在它本身激發出感應電動勢的現象。

2. 自感電動勢

由於自感而產生的感應電動勢。

3. 通電自感和斷電自感

	電路	現象	自感電動勢的作用
通電自感		接通開關瞬間，燈泡 A ₁ 逐漸地亮起來	阻礙電流的 <u>增</u> <u>加</u>
斷電自感		斷開開關瞬間，燈泡 A 逐漸變暗，直	阻礙電流的 <u>減</u> <u>小</u>



	至熄滅	
--	-----	--

4·自感電動勢的大小

$E=L\frac{\Delta I}{\Delta t}$ ，其中 L 是自感係數，簡稱自感或電感，單位：亨利，符號為 H 。

5·自感係數大小的決定因素

自感係數與線圈的大小、形狀、圈數，以及是否有鐵芯等因素有關。

三、磁場的能量

1·自感現象中的磁場能量

(1)線圈中電流從無到有時：磁場從無到有，電源的能量輸送給磁場，儲存在磁場中。

(2)線圈中電流減小時：磁場中的能量釋放出來轉化為電能。

2·電的“慣性”

自感電動勢有阻礙線圈中電流變化的“慣性”。

3.1 知識點一：對通電自感的理解

	對通電自感的理解
--	----------

【核心突破】

如圖 4-6-1 所示的電路，兩燈泡規格相同，接通開關後調節電阻 R ，使兩個燈泡亮度相同，然後斷開電路，再次接通的瞬間：

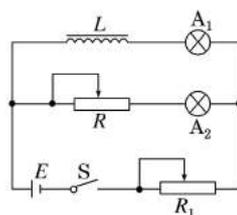
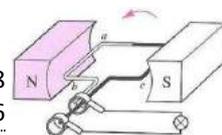
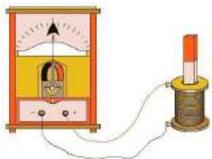


圖 4-6-1

條件	現象	原因
S 閉合的瞬間	A_2 先亮	由於 A_2 支路為純電阻，不產生自感現象
	A_1 逐漸亮起	由於 L 的自感作用阻礙 A_1 支路電



		流增大
--	--	-----

【題組衝關】

【典例】 如圖 4-6-2 所示，燈 L_1 、 L_2 完全相同，帶鐵芯的線圈 L 的電阻可忽略，則()

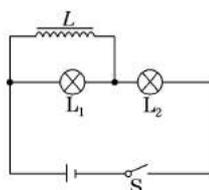


圖 4-6-2

- A · S 閉合的瞬間， L_1 、 L_2 同時發光，接著 L_1 變暗， L_2 更亮，最後 L_1 熄滅
- B · S 閉合瞬間， L_1 不亮， L_2 立即亮
- C · S 閉合瞬間， L_1 、 L_2 都不立即亮
- D · 穩定後再斷開 S 的瞬間， L_2 熄滅， L_1 比 L_2 (原先亮度)更亮

【思路點撥】 解答本題應把握以下兩點：

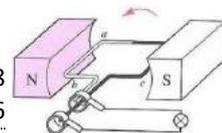
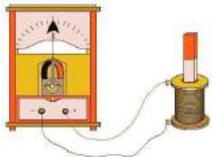
(1)閉合 S 瞬間，線圈 L 由於自感，對電流有阻礙作用，等穩定後，由於線圈 L 的電阻可忽略，所以相當於短路。

(2)斷開 S 的瞬間，線圈 L 由於自感，且線圈 L 與燈泡 L_1 組成了回路，所以電流不會立即消失。

【解析】 S 接通的瞬間，線圈 L 支路中電流從無到有發生變化，因此，線圈 L 中產生的自感電動勢阻礙電流增加。由於有鐵芯，自感係數較大，對電流的阻礙作用也就較強，所以 S 接通的瞬間線圈 L 中的電流非常小，即乾路中的電流幾乎全部流過 L_1 、 L_2 ，所以 L_1 、 L_2 會同時亮。

又由於線圈 L 中電流很快穩定，感應電動勢很快消失， L 的阻值可忽略，對 L_1 起到“短路”作用，因此， L_1 熄滅。這時電路的總電阻比剛接通時小，由恒定電流知識可知， L_2 會比以前更亮。

【答案】 A



【歸納總結】

(1)當流過線圈的電流從零開始增大，也可理解為線圈的電阻由無窮大逐漸減小到零。

(2)當流過線圈中的電流穩定後，線圈相當於導線；如果線圈對電流有阻礙作用，則相當於純電阻。

1.如圖 4-6-3 所示，線圈 L 的電阻和電源內阻都很小，可忽略不計，電路中兩個電阻的阻值均為 R ，開始時開關 S 斷開，此時電路中電流為 I_0 。現將開關 S 閉合，線圈 L 中有自感電動勢產生，下列說法中正確的是()

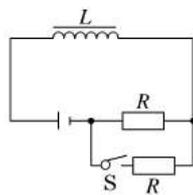


圖 4-6-3

- A · 由於自感電動勢有阻礙電流的作用，電路中電流最終由 I_0 減小到零
- B · 由於自感電動勢有阻礙電流的作用，電路中電流最終小於 I_0
- C · 由於自感電動勢有阻礙電流的作用，電路中電流將保持 I_0 不變
- D · 自感電動勢有阻礙電流增大的作用，但電路中電流最終還要增大到 $2I_0$

解析：選 D 當開關 S 閉合時，通過線圈的電流增大，線上圈中產生自感電動勢，自感電動勢阻礙電流的增大，但“阻礙”不是“阻止”，“阻礙”實質上是“延緩”，電路中的電流不會立刻變為 $2I_0$ ，但最終仍會增大到 $2I_0$ 。選項 D 正確。

2.(多選)如圖 4-6-4 所示的電路中，電源電動勢為 E ，內阻 r 不能忽略。 R_1 和 R_2 是兩個定值電阻， L 是一個自感係數較大，電阻可忽略的線圈。開關 S 原來是斷開的，從閉合開關 S 到電路中電流達到穩定為止的時間內，通過 R_1 的電流 I_1 和通過 R_2 的電流 I_2 的變化情況是()

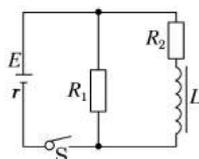
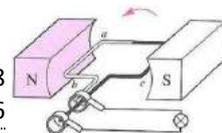
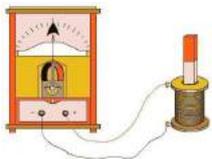


圖 4-6-4



- A · I_1 開始較大而後逐漸變小
- B · I_1 開始很小而後逐漸變大
- C · I_2 開始很小而後逐漸變大
- D · I_2 開始較大而後逐漸變小

解析：選 AC 閉合開關 S 時，由於 L 是一個自感係數較大的線圈，產生反向的自感電動勢阻礙電流的變化，所以開始 I_2 很小，隨著電流達到穩定，自感作用減小， I_2 開始逐漸變大。閉合開關 S 時，由於線圈阻礙作用很大，路端電壓較大，隨著自感作用減小，路端電壓減小，所以 R_1 上的電壓逐漸減小，電流逐漸減小，故 A、C 正確。

3. 如圖 4-6-5 所示，電路中電源內阻不能忽略， R 阻值和 L 的自感係數都很大，A、B 為兩個完全相同的燈泡，當 S 閉合時，下列說法正確的是()

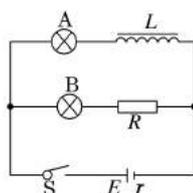


圖 4-6-5

- A · A 比 B 先亮，然後 A 熄滅
- B · B 比 A 先亮，然後 A 逐漸變亮
- C · A、B 一起亮，然後 A 熄滅
- D · A、B 一起亮，然後 B 熄滅

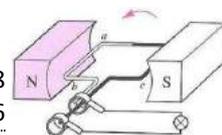
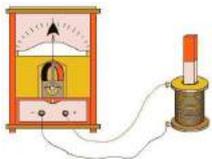
解析：選 B 閉合開關的一瞬間，由於線圈中自感電動勢的阻礙，B 燈先亮，A 燈後亮，然後 A 中電流逐漸增大，A 燈逐漸變亮。B 正確。

3.2 知識點二：對斷電自感的理解

<div style="background-color: #333; color: white; padding: 5px; display: inline-block;"> 知識點 ② </div>	對斷電自感的理解
---	----------

【核心突破】

如圖 4-6-6 所示，當電流處於穩定狀態時，流過 L 的電流為 $I_1 = \frac{E}{r}$ (電源內阻不計)，方向由 $a \rightarrow b$ ；流過燈泡 A 的電流 $I_2 = \frac{E}{R}$ ，斷開 S 的瞬間， I_2 立即消失，



而由於線圈的自感， I_1 不會馬上消失，線圈總力圖維持 I_1 的存在，所以線圈上產生一個 b 端為正、 a 端為負的自感電動勢，與燈泡組成 $abcd$ 回路，此時流過 A 的電流則由 I_2 變成 I_1 ，方向由 $d \rightarrow c$ 變成 $c \rightarrow d$ 。可見通過 A 的電流大小與方向都發生了變化。

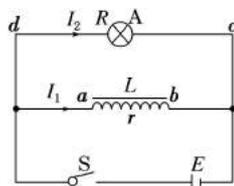


圖 4-6-6

至於燈泡中的電流是否增大一下再減小(也就是燈泡是否閃亮一下再熄滅)，取決於 I_2 與 I_1 誰大誰小，也就是取決於 R 和 r 誰大誰小。

- (1) 如果 $R > r$ ，就有 $I_1 > I_2$ ，燈泡會先更亮一下再漸漸熄滅。
- (2) 如果 $R = r$ ，燈泡會由原來亮度漸漸熄滅。
- (3) 如果 $R < r$ ，燈泡會先立即暗一些，然後漸漸熄滅。

【題組衝關】

【典例】 如圖 4-6-7 所示甲、乙中，自感線圈 L 的電阻很小，接通 S ，使電路達到穩定，燈泡 A 發光，下列說法正確的是()

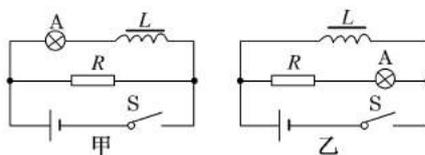
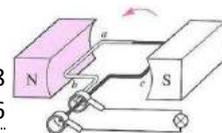
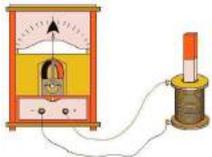


圖 4-6-7

- A. 在電路甲中，斷開 S ， A 將立即熄滅
- B. 在電路甲中，斷開 S ， A 將先變得更亮，然後逐漸變暗
- C. 在電路乙中，斷開 S ， A 將逐漸變暗
- D. 在電路乙中，斷開 S ， A 將先變得更亮，然後漸漸變暗

[思路點撥]

甲圖中， S 處於閉合狀態時， $I_L = I_A$	⇒
乙圖中， S 處於閉合狀態時， $I_L > I_A$	



S 断开后，均发生断电自感现象
两灯泡的电流均从 I_L 开始减小

[解析] 甲圖中，燈泡 A 與電感線圈 L 在同一個支路中，流過的電流相同，斷開開關 S 時，線圈 L 中的自感電動勢的作用使得支路中的電流瞬間不變，以後漸漸變小，A、B 錯誤。

乙圖中，燈泡 A 所在支路的電流比電感線圈所在支路的電流要小(因為電感線圈的電阻很小)，斷開開關 S 時，電感線圈的自感電動勢要阻礙電流變小，此瞬間電感線圈中的電流不變，電感線圈相當於一個電源給燈泡 A 供電。因此反向流過 A 的電流瞬間要變大，然後逐漸變小，所以燈泡要先更亮一下，然後漸漸變暗，C 錯誤，D 正確。

[答案] D

【歸納總結】

自感現象的分析思路

- (1) 明確通過自感線圈的電流的變化情況(是增大還是減小)。
- (2) 根據“增反減同”，判斷自感電動勢的方向。
- (3) 分析阻礙的結果：當電流增強時，由於自感電動勢的作用，線圈中的電流逐漸增大，與線圈串聯的元件中的電流也逐漸增大；當電流減小時，由於自感電動勢的作用，線圈中的電流逐漸減小，與線圈串聯的元件中的電流也逐漸減小。

1. 如圖 4-6-8 所示， L_1 和 L_2 是兩個相同的小燈泡， L 是一個自感係數相當大的線圈，其電阻與 R 相同，由於存在自感現象，在開關 S 接通和斷開時， L_1 、 L_2 先後亮暗的順序是()

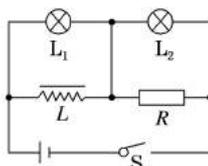
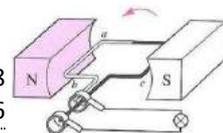
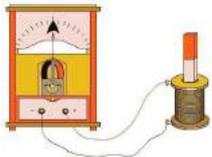


圖 4-6-8



- A · 接通時， L_1 先達最亮；斷開時， L_1 後暗
- B · 接通時， L_2 先達最亮；斷開時， L_2 後暗
- C · 接通時， L_1 先達最亮；斷開時， L_1 先暗
- D · 接通時， L_2 先達最亮；斷開時， L_2 先暗

解析：選 A 開關閉合時，由於線圈 L 的自感作用阻礙電流的增大，所以大部分電流從 L_1 中流過， L_1 先達最亮；開關斷開時，線圈中產生的自感電動勢阻礙電流減小，自感電流方向與原電流的方向相同，且只能在 L 與 L_1 的閉合回路中流過， L_1 中有自感電流，所以 L_1 後暗。故選項 A 正確。

2. 如圖 4-6-9 所示的電路，可用來測定自感係數較大的線圈的直流電阻，線圈兩端並聯一個電壓表，用來測量自感線圈兩端的直流電壓，在實驗完畢後，將電路拆開時應()

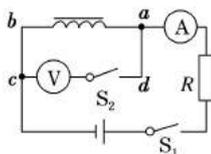


圖 4-6-9

- A · 先斷開開關 S_1
- B · 先斷開開關 S_2
- C · 先拆去電流錶
- D · 先拆去電阻 R

解析：選 B 該電路實際上就是伏安法測電感線圈的直流電阻的電路，在實驗完畢後，由於線圈的自感問題，若電路拆去的先後順序不對，可能會燒壞電錶。當 S_1 、 S_2 閉合，電路穩定時，線圈中的電流方向是 $a \rightarrow b$ ，電壓表右端為“+”，左端為“-”，指針正向偏轉，若先斷開 S_1 或先拆電流錶或先拆去電阻 R 瞬間，線圈中產生的自感電動勢相當於瞬間電源，其 a 端相當於電源的負極， b 端相當於電源的正極，此時電壓表兩端被加了一個反向電壓，指針反偏。由“自感係數較大的線圈”知其反偏電壓很大，會燒壞電壓表。先斷開 S_2 ，由於電壓表內阻很大，電路中總電阻變化很小，電流幾乎不變，不會損壞其他器件，故應先斷開 S_2 。

3. 如圖 4-6-10 所示的電路中，電源的電動勢為 E ，內阻為 r ，電感 L 的電阻不計，電阻 R 的阻值大於燈泡 D 的阻值，在 $t=0$ 時刻閉合開關 S ，經過一段時間後，在 $t=t_1$ 時刻斷開 S ，下列表示 A 、 B 兩點間電壓 U_{AB} 隨時間 t 變化的圖像中，正確的是()

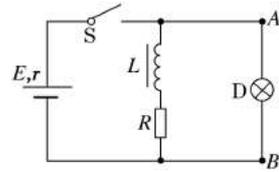
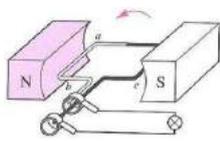
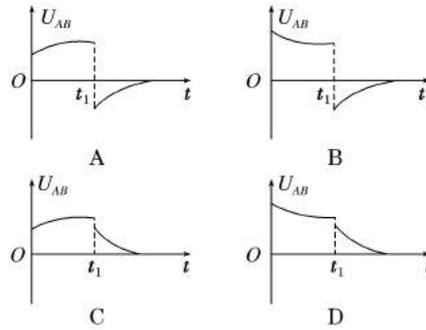
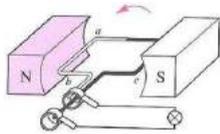
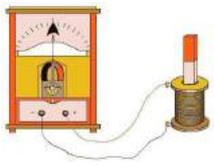


圖 4-6-10



解析：選 B 開關閉合時，線圈由於自感對電流的阻礙作用，可看做電阻，線圈電阻逐漸減小，並聯電路電阻逐漸減小，電壓 U_{AB} 逐漸減小；開關閉合後再斷開時，線圈的感應電流與原電流方向相同，形成回路，燈泡的電流與原電流方向相反，並逐漸減小到 0。



第七課題 §2.7 渦流、電磁阻尼和電磁驅動 (2 課時)

一、課前自主預習學案

學習目標

1. 渦流的概念及其應用。
2. 電磁阻尼和電磁驅動的實例分析。
3. 會從能量的角度來分析渦流問題。

自主學習

1. 渦流概念:

2. 渦流的防止和利用

(1) · 用來冶煉合金鋼的真空_____，爐外有_____，線圈中通入_____電流，爐內的金屬中產生_____。渦流產生的_____使金屬熔化並達到很高的溫度。

(2) · 利用渦流冶煉金屬的優點是整個過程能在_____中進行，這樣就能防止_____進入金屬，可以冶煉高質量的_____。

(3) · 探測地雷的探雷器是利用渦流工作的，士兵手持一個長柄線圈從地面掃過，線圈中有_____的電流。如果地下埋著_____，金屬中會感應出_____，渦流的_____又會反過來影響線圈中的_____，使儀器報警。

(4) · 防止：電動機、變壓器的鐵芯材料是_____，作用：

3. 電磁阻尼：_____。

4. 電磁驅動：

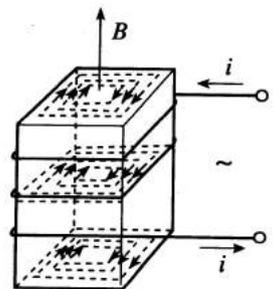
合作探究

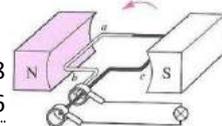
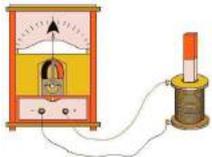
問題一：1、渦流

渦流生熱

為什麼鐵芯和鐵板會發熱呢？原來在鐵芯和鐵板中有渦流產生。

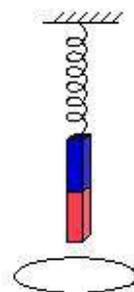
閱讀教材，了解什麼叫渦流？（說明：渦流是整塊導體發生的電磁感應現象，同樣遵守電磁感應定律。）





問題二：2、電磁阻尼

1、閱讀教材 27 頁上的“思考與討論”<<分析電錶線圈骨架的作用>>，分組討論，然後發表自己的見解。

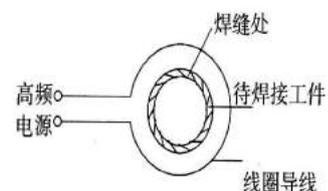


2、如圖所示，彈簧下端懸掛一根磁鐵，將磁鐵托起到某高度後釋放，磁鐵能振動較長時間才停下來。如果在磁鐵下端放一固定線圈，磁鐵會很快停下來。上述現象說明了什麼？

問題三：電磁驅動

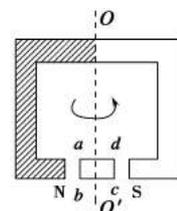
電磁驅動：教材 27 頁的演示實驗。觀察並解釋實驗現象。

例題 1：如圖所示是高频焊接原理示意圖。線圈中通以高频變化的電流時，待焊接的金屬工件中就產生感應電流，感應電流通過焊縫處產生大量熱量，將金屬熔化，把工件焊接在一起，而工件其他部分發熱很少，以下說法正確的是()



- A· 交流電的頻率越高，焊縫處的溫度升高得越快
- B· 交流電的頻率越低，焊縫處的溫度升高得越快
- C· 工件上只有焊縫處溫度升得很高是因為焊縫處的電阻小
- D· 工件上只有焊縫處溫度升得很高是因為焊縫處的電阻大

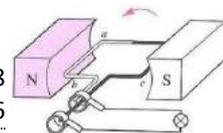
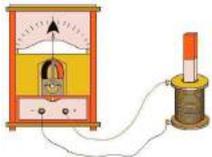
例題 2：如圖所示，蹄形磁鐵的兩極之間放置一個線圈 $abcd$ ，磁鐵和線圈都可以繞 OO' 軸轉動，當磁鐵按圖示方向繞 OO' 軸轉動，線圈的運動情況是()



- A· 俯視，線圈順時針轉動，轉速與磁鐵相同
- B· 俯視，線圈逆時針轉動，轉速與磁鐵相同
- C· 線圈與磁鐵轉動方向相同，但轉速小於磁鐵的轉速
- D· 線圈靜止不動

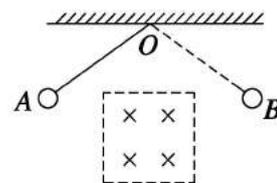
課堂練習

1. 下列關於渦流的說法中正確的是()
 - A· 渦流跟平時常見的感應電流一樣，都是因為穿過導體的磁通量變化而產生的
 - B· 渦流不是感應電流，而是一種有別於感應電流的特殊電流



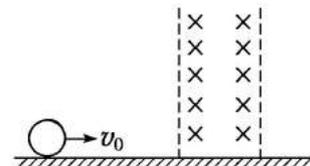
- C. 渦流有熱效應，但沒有磁效應
D. 在矽鋼中不能產生渦流

2. 如圖所示，在 O 點正下方有一個具有理想邊界的方形磁場，銅球在 A 點由靜止釋放，向右擺到最高點 B ，不考慮空氣及摩擦阻力，則下列說法正確的是()



- A. A 、 B 兩點在同一水平面上
B. A 點高於 B 點
C. A 點低於 B 點
D. 銅球將做等幅擺動

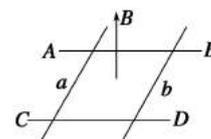
3. 如圖所示，在光滑絕緣水平面上，有一鋁質圓形金屬球以一定的初速度通過有界勻強磁場，則從球開始進入磁場到完全穿出磁場過程中(磁場寬度大於金屬球的直徑)，則小球()



- A. 整個過程勻速運動
B. 進入磁場過程中球做減速運動，穿出過程做加速運動
C. 整個過程都做勻減速運動
D. 穿出時的速度一定小於初速度

4. 下列現象屬電磁阻尼的是_____，屬電磁驅動的是_____。

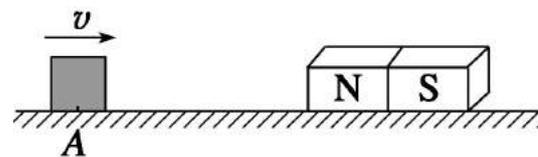
- A. 磁電式儀錶線圈的骨架用鋁框來做
B. 微安表的表頭在運輸時要把兩接線框短接
C. 自製金屬地雷探測器
D. 交流感應電動機
E. 當圖中 B 變大時， a 、 b 在固定光滑導軌上滑動



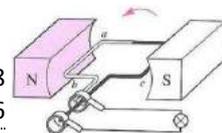
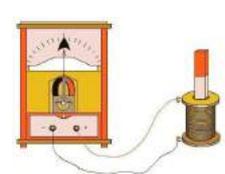
5. 變壓器的鐵芯是利用薄矽鋼片疊壓而成的，而不是採用一整塊矽鋼，這是因為()

- A. 增大渦流，提高變壓器的效率
B. 減小渦流，提高變壓器的效率
C. 增大鐵芯中的電阻，以產生更多的熱量
D. 增大鐵芯中的電阻，以減小發熱量

6. 在水準放置的光滑導軌上，沿導軌固定一個條形磁鐵，如圖 3 所示。現有銅、鋁和有機玻璃製成的滑塊甲、乙、丙，使它們從導軌上的 A 點以某一初速度向磁鐵滑去。各滑塊在未接觸磁鐵前的運動情況將是()



- A. 都做勻速運動
B. 甲、乙做加速運動
C. 甲、乙做減速運動
D. 乙、丙做勻速運動



二、新課教學：§2.7 渦流、電磁阻尼和電磁驅動（第一課時）

課題	§2.7 渦流、電磁阻尼和電磁驅動		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2018.03.19	課型	新授課		課時	1 課時

2.1 教學目標

【知識與技能】

1. 知道渦流是如何產生的。
2. 知道渦流對我們有不利和有利的兩方面，以及如何利用和防止。
3. 知道電磁阻尼和電磁驅動。

【過程與方法】

培養學生客觀、全面地認識事物的科學態度。

【情感態度與價值觀】

培養學生用辯證唯物主義的觀點認識問題。

2.2 教學重點難點

1. 渦流的概念及其應用。
2. 電磁阻尼和電磁驅動的實例分析。

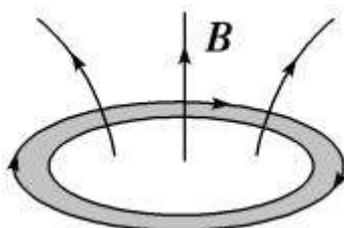
2.3 教學方法

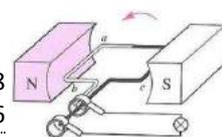
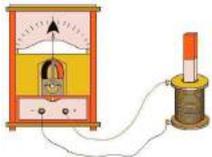
2.4 教學用具

2.5 教學過程

★重難點一、渦流的理解及應用★

1. 如圖所示，當磁場變化時，導體中就會產生感應電流，那麼導體中的電荷為什麼會定向移動而形成電流？



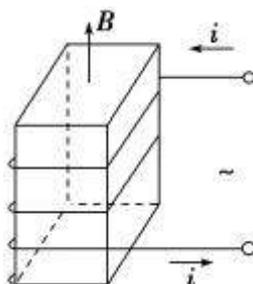


提示：根據麥克斯韋電磁場理論：變化的磁場會在其周圍空間產生感生電場，感生電場對導體中的自由電荷產生的電場力會使電荷定向移動，從而形成電流。

2. 如果把導體拿走，周圍空間還會有電場嗎？

提示：如果把導體拿走，周圍空間仍存在感生電場。

3. 如果磁場是用變化的電流來獲取的，導體用整塊鐵代替，如圖所示。請問鐵塊中有感應電流嗎？如果有，它的形狀像什麼？



提示：有。變化的電流產生變化的磁場，變化的磁場產生感生電場，感生電場在鐵塊中產生感應電流。它的形狀像水中的漩渦，所以把它叫作渦電流，簡稱渦流。

總結提高

1. 渦流的實質。

(1) 渦流仍然是由電磁感應而產生的，它仍然遵循感應電流的產生條件，特殊之處在於渦流產生於塊狀金屬中。

(2) 嚴格地說，在變化的磁場中的一切導體內都有渦流產生，只是渦流的大小有區別，以致一些微弱的渦流被我們忽視了。

2. 可以產生渦流的兩種情況。

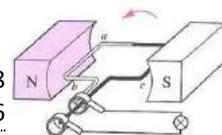
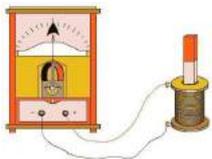
(1) 把塊狀金屬放在變化的磁場中。

(2) 讓塊狀金屬進出磁場或在非勻強磁場中運動。

3. 渦流中的能量轉化。

伴隨著渦流現象，其他形式的能轉化成電能，最終在金屬塊中轉化為內能。如果金屬塊放在了變化的磁場中，則磁場能轉化為電能，最終轉化為內能；如果是金屬塊進出磁場或在非勻強磁場中運動，

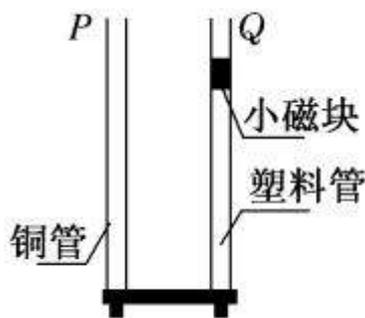
則由於克服安培力做功，金屬塊的機械能轉化為電能，最終轉化為內能。



【特別提醒】

- (1) 渦流是整塊導體中發生的電磁感應現象，分析渦流一般運用楞次定律和法拉第電磁感應定律。
- (2) 導體內部可以等效為許多閉合電路。
- (3) 導體內部發熱的原理是電流的熱效應。

【典型例題】如圖所示，上下開口、內壁光滑的銅管 P 和塑膠管 Q 豎直放置。小磁塊先後在兩管中從相同高度處由靜止釋放，並落至底部。則小磁塊()



- A · 在 P 和 Q 中都做自由落體運動
- B · 在兩個下落過程中的機械能都守恆
- C · 在 P 中的下落時間比在 Q 中的長
- D · 落至底部時在 P 中的速度比在 Q 中的大

【思路探究】

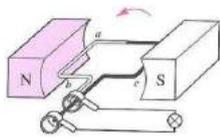
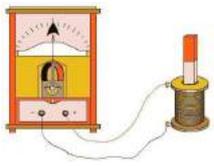
- (1) 小磁塊在銅管和塑膠管中受力情況不同。
- (2) 根據受力情況和運動學公式分析落地速度和下落時間。

【答案】C

【解析】小磁塊從銅管 P 中下落時， P 中的磁通量發生變化，產生感應電流，給小磁塊一個向上的磁場力，阻礙小磁塊向下運動，因此小磁塊在 P 中不是做自由落體運動，而塑膠管 Q 中不會產生電磁感應現象，因此 Q 中小磁塊做自由落體運動，A 錯誤； P 中磁場力對小磁塊做負功，機械能不守恆，B 錯誤；由於在 P 中小磁塊下落的加速度小於 g ，而 Q 中小磁塊做自由落體運動，因此從靜止開始下落相同高度，在 P 中下落的時間比在 Q 中長，C 正確；根據動能定理可知，落到底部時在 P 中的速度比在 Q 中的小，D 錯誤。

★重難點二、電磁阻尼與電磁驅動★

- 1 · 撥動靈敏電流計指針，撥動停止後觀察現象 · 在兩個接線柱上接上一根導線



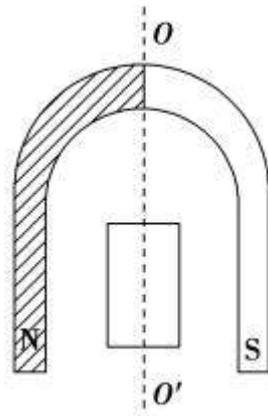
(短路線)，再次撥動指針，撥動停止後再次觀察現象，比較兩次觀察的現象有何不同？

提示：第一次停止撥動後，可觀察到指針要擺動多次，經一定時間才能停止下來；第二次可發現指針擺幅迅速減小，比不連短路線時擺動的時間短得多。

2. 兩次觀察到不同的現象，是什麼原因造成的？

提示：這是由於與指針相連的線圈在磁場中擺動時產生了感應電流，線圈受到的安培力總是阻礙線圈的轉動，使指針擺幅迅速衰減，這樣能起到阻尼保護的作用。

3. 一個閉合線圈放在蹄形磁鐵的兩磁極之間，如圖所示，蹄形磁鐵和閉合線圈都可以繞 OO' 軸轉動，當蹄形磁鐵順時針轉動時線圈也順時針轉動，當磁鐵逆時針轉動時線圈也逆時針轉動，根據以上現象，回答下列問題：



(1) 蹄形磁鐵轉動時，穿過線圈的磁通量是否變化？

(2) 線圈轉動起來的動力是什麼力？線圈的轉動速度與磁鐵的轉動速度相同嗎？

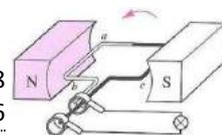
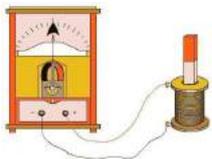
提示：(1) 變化。蹄形磁鐵轉動時，線圈內的磁通量發生變化，線圈中產生了感應電流以

阻礙磁通量的增加，

(2) 線圈內因產生感應電流受到安培力的作用，安培力作為動力使線圈轉動起來。線圈的轉速小於磁鐵的轉速。

總結提高

比較專案	電磁阻尼	電磁驅動
------	------	------



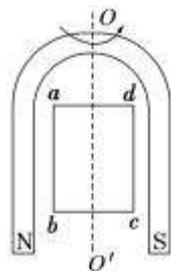
不同點	成因	由於導體在磁場中運動而產生感應電流，從而使導體受到安培力	由於磁場運動引起磁通量的變化而產生感應電流，從而使導體受到安培力
	效果	安培力的方向與導體運動方向相反，阻礙物體運動	導體受安培力的方向與導體運動方向相同，推動導體運動
不同點	能量轉化	導體克服安培力做功，其他形式能轉化為電能，最終轉化為內能	由於電磁感應，磁場能轉化為電能，通過安培力做功，電能轉化為導體的機械能，而對外做功
相同點		兩者都是電磁感應現象，都遵循楞次定律，都是安培力阻礙引起感應電流的導體與磁場間的相對運動	

(1) 電磁阻尼是感應電流受到的安培力對導體做負功，阻礙導體運動，而電磁驅動是感應電流受到的安培力對導體做正功，推動導體運動。

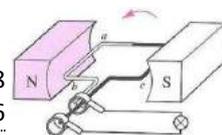
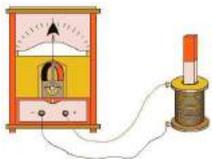
(2) 在電磁驅動中，主動部分與被動部分的運動(或轉動)方向一致，被動部分的速度(或角速度)較小。

(3) 電磁阻尼、電磁驅動都是電磁感應現象，在這兩種現象中可以運用楞次定律分析導體的受力情況，運用力學知識和能量守恆定律分析導體的運動情況和能量轉化情況。

【典型例題】(多選) 如圖所示，蹄形磁鐵和矩形線圈均可繞豎直軸 OO' 轉動。從上向下看，當磁鐵逆時針轉動時，則()



- A · 線圈將逆時針轉動，轉速與磁鐵相同
- B · 線圈將逆時針轉動，轉速比磁鐵小
- C · 線圈轉動時將產生交流電
- D · 線圈轉動時感應電流的方向始終是 $abcda$



【思路探究】

- (1)線圈轉動方向及感應電流方向的判定需用楞次定律。
- (2)線圈的轉速與磁鐵的轉速的關係。

【答案】 BC

【解析】 當磁鐵逆時針轉動時，相當於磁鐵不動而線圈順時針旋轉切割磁感線，線圈中產生交流電，故 C 正確，D 錯誤；由楞次定律的推廣含義可知，線圈將與磁極同向轉動，但轉動的角速度一定小於磁鐵轉動的角速度，如果兩者的角速度相同，磁感線與線圈會處於相對靜止，線圈不切割磁感線，無感應電流產生，A 錯誤，B 正確。

2.6 板書設計

★重難點一、渦流的理解及應用★

1· 渦流的實質·

- (1)渦流仍然是由電磁感應而產生的，它仍然遵循感應電流的產生條件，特殊之處在於渦流產生於塊狀金屬中·
- (2)嚴格地說，在變化的磁場中的一切導體內都有渦流產生，只是渦流的大小有區別，以致一些微弱的渦流被我們忽視了·

2· 可以產生渦流的兩種情況·

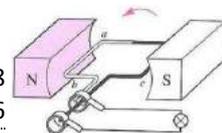
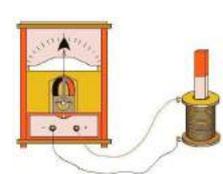
- (1)把塊狀金屬放在變化的磁場中·
- (2)讓塊狀金屬進出磁場或在非勻強磁場中運動·

3· 渦流中的能量轉化·

伴隨著渦流現象，其他形式的能轉化成電能，最終在金屬塊中轉化為內能· 如果金屬塊放在了變化的磁場中，則磁場能轉化為電能，最終轉化為內能；如果是金屬塊進出磁場或在非勻強磁場中運動，則由於克服安培力做功，金屬塊的機械能轉化為電能，最終轉化為內能·

★重難點二、電磁阻尼與電磁驅動★

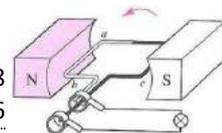
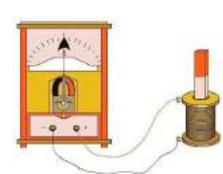
比較專案		電磁阻尼	電磁驅動
不同點	成因	由於導體在磁場中運動而產生感應電流，從而使導體受到安培力	由於磁場運動引起磁通量的變化而產生感應電流，從而使導體受



			到安培力
	效果	安培力的方向與導體運動方向相反，阻礙物體運動	導體受安培力的方向與導體運動方向相同，推動導體運動
不同點	能量轉化	導體克服安培力做功，其他形式能轉化為電能，最終轉化為內能	由於電磁感應，磁場能轉化為電能，通過安培力做功，電能轉化為導體的機械能，而對外做功
相同點		兩者都是電磁感應現象，都遵循楞次定律，都是安培力阻礙引起感應電流的導體與磁場間的相對運動	

2.7 教學反思

本課例從內容上是法拉第電磁感應定律的拓展與應用，渦流及電磁阻尼和電磁驅動都是電磁感應現象，當然符合法拉第電磁感應定律，因此適合採用奧蘇泊爾的下位學習同化模式的教學模式，如果認知結構中原有的有關觀念在包容和概括水準上高於新學習的知識，因而新知識與舊知識之間構成的這種類屬關係，又稱下位關係，使學生認識到新學的知識只是原來已掌握知識的一個新情景下的具體的應用，是原有知識的一個豐富，而不是增加了複雜度，增加了學習困難。一個個不同的實驗，原理落腳點最終還是在感應定律上，落在感應電動勢、感應電流、磁通量的變化率等核心概念上。磁通量的變化率由什麼因素引起的，渦流只是由於在導體塊中感應電流像漩渦而命名，可以是感生，如真空冶煉爐，可以是動生，如擺過磁場的金屬片。電磁阻尼和電磁驅動關鍵是安培力“阻礙”導體與磁場間相對運動，來不讓來走不讓走。



三、重點探究：§2.7 渦流、電磁阻尼和電磁驅動（第二課時）

課題	§2.7 渦流、電磁阻尼和電磁驅動		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2018.03.20	課型	復習課		課時	1 課時

一、渦流

1. 定義

由於電磁感應，在導體中產生的像水中旋渦樣的感應電流。

2. 特點

若金屬的電阻率小，渦流往往很強，產生的熱量很多。

3. 應用

(1)渦流熱效應：如真空冶煉爐、電磁爐(圖 4-7-1)。

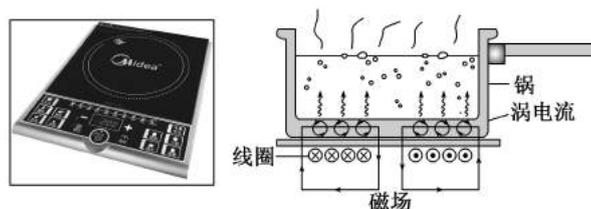


圖 4-7-1

(2)渦流磁效應：如探雷器、安檢門。

4. 防止

電動機、變壓器等設備中應防止鐵芯中渦流過大而導致浪費能量，損壞電器。

(1)途徑一：增大鐵芯材料的電阻率。

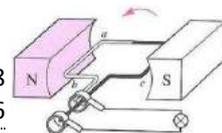
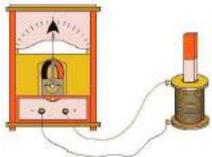
(2)途徑二：用相互絕緣的矽鋼片疊成的鐵芯代替整個矽鋼鐵芯。

二、電磁阻尼和電磁驅動

1. 電磁阻尼

(1)概念：當導體在磁場中運動時，感應電流會使導體受到安培力，安培力的方向總是阻礙導體運動的現象。

(2)應用：磁電式儀錶中利用電磁阻尼使指針迅速停止到某位置，便於讀數。



2 · 電磁驅動

(1)概念：磁場相對導體轉動時，導體中產生感應電流，感應電流使導體受到安培力的作用，安培力使導體運動起來的現象。

(2)應用：交流感應電動機。

3.1 知識點一：對渦流的理解及應用

	對渦流的理解及應用
--	-----------

【核心突破】

本質	電磁感應現象
條件	穿過金屬塊的磁通量發生變化，並且金屬塊本身可自行構成閉合回路
特點	整個導體回路的電阻一般很小，感應電流很大
產生	(1)塊狀金屬放在變化的磁場中 (2)塊狀金屬進出磁場或在非勻強磁場中運動

【題組衝關】

1.光滑曲面與豎直平面的交線是拋物線，如圖 4-7-2 所示，拋物線的方程為 $y=x^2$ ，其下半部處在一個水準方向的勻強磁場中，磁場的上邊界是 $y=a$ 的直線(如圖中的虛線所示)。一個小金屬塊從拋物線上 $y=b(b>a)$ 處以速度 v 沿拋物線下滑，假設曲面足夠長，則金屬塊在曲面上滑動的過程中產生的焦耳熱總量是()

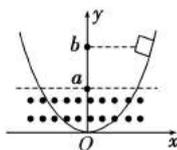


圖 4-7-2

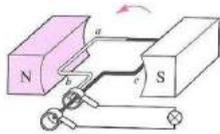
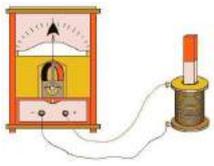
A · mgb

B. $\frac{1}{2}mv^2$

C · $mg(b-a)$

D · $mg(b-a) + \frac{1}{2}mv^2$

解析：選 D 由初狀態到末狀態(金屬塊在磁場區域內往復運動)能量守



恆。

$$\text{初狀態機械能 } E_1 = mgb + \frac{1}{2}mv^2$$

$$\text{末狀態機械能 } E_2 = mga$$

$$\text{焦耳熱 } Q = E_1 - E_2 = mg(b-a) + \frac{1}{2}mv^2。$$

2. (多選)高頻焊接原理示意圖，如圖 4-7-3 所示，線圈通以高頻交流電，金屬工件的焊縫中就產生大量焦耳熱，將焊縫熔化焊接，要使焊接處產生的熱量較大可採用()

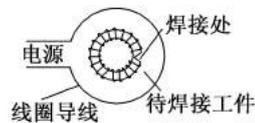


圖 4-7-3

- A · 增大交變電流的電壓
- B · 增大交變電流的頻率
- C · 增大焊接縫的接觸電阻
- D · 減小焊接縫的接觸電阻

解析：選 ABC 增大交變電流的電壓和交變電流的頻率均可使電流的變化率增大，由 $E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 知，感應電動勢和渦流均增大，焊接處的發熱功率增大，若增大焊接縫的接觸電阻，則焊接處的電壓、功率分配就越大，產生的熱量就會越大，故 A、B、C 均正確，D 錯誤。

3. (多選)如圖 4-7-4 所示是冶煉金屬的感應爐的示意圖。高頻感應爐中裝有待冶煉的金屬，當線圈中通有電流時，通過產生渦流來熔化金屬。以下關於高頻感應爐的說法中正確的是()

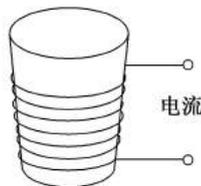
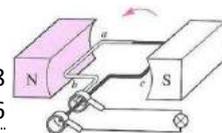
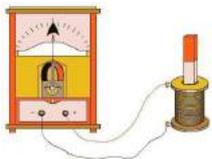


圖 4-7-4

- A · 高頻感應爐的線圈中必須通有變化的電流，才會產生渦流
- B · 高頻感應爐的線圈中通有恆定的電流，也可以產生渦流



C·高頻感應爐是利用線圈中的電流產生的焦耳熱使金屬熔化的

D·高頻感應爐是利用爐內金屬中的渦流的熱效應使金屬熔化的

解析：選 AD 高頻感應爐是線上圈中通入交流電，在爐內的金屬中產生渦流，渦流產生的熱量使金屬熔化，交流電的頻率越高，產生的熱量越多，故 A、D 正確，B、C 錯誤。

3.2 知識點二：電磁阻尼與電磁驅動的理解

知識點 ②	電磁阻尼與電磁驅動的理解
-------	--------------

【核心突破】

		電磁阻尼	電磁驅動
不同 點	成因	由導體在磁場中運動形成	由磁場運動形成
	效果	安培力的方向與導體運動方向相反，為阻力	安培力的方向與導體運動方向相同，為動力
	能量 轉化	導體克服安培力做功，其他形式的能轉化為電能，最終轉化為內能	磁場能轉化為電能，通過安培力做功，電能轉化為導體的機械能
相同點		兩者都是電磁感應現象，導體受到的安培力都是阻礙導體與磁場的相對運動	

【題組衝關】

【典例】（多選）位於光滑水平面的小車上水平固定一螺線管，一個比螺線管長的條形磁鐵沿著螺線管的軸線以初速度 v_0 穿入螺線管，並最終穿出，如圖 4-7-5 所示，在此過程中（ ）

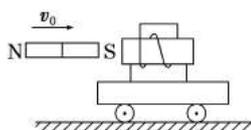
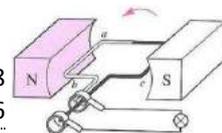
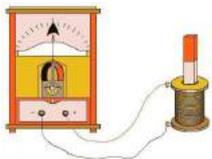


圖 4-7-5

A·磁鐵做勻速直線運動

B·磁鐵做減速運動



C·小車向右做加速運動

D·小車先加速後減速

[審題指導]

(1)“光滑水平面”說明小車運動中不受摩擦力作用。

(2)磁鐵穿過螺線管說明磁鐵相對螺線管運動，屬於電磁驅動現象。

[解析] 磁鐵水準穿入螺線管時，螺線管中將產生感應電流，由楞次定律可知產生的感應電流將阻礙磁鐵的運動；同理，磁鐵穿出時，由楞次定律可知產生的感應電流將阻礙磁鐵的運動，故整個過程中，磁鐵做減速運動，選項 A 錯誤，B 正確。對於小車上的螺線管來說，螺線管受到的安培力方向始終為水準向右，這個安培力使螺線管和小車向右運動，且一直做加速運動，選項 C 正確，D 錯誤。

[答案] BC

【歸納總結】

應用楞次定律及其推廣含義可以快速求解電磁阻尼和電磁驅動類問題。

1.如圖 4-7-6 所示，蹄形磁鐵和矩形線圈均可繞豎直軸 OO' 轉動。從上向下看，當磁鐵逆時針轉動時，則()

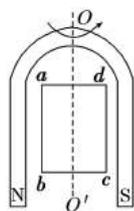


圖 4-7-6

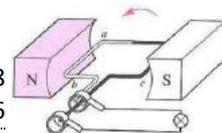
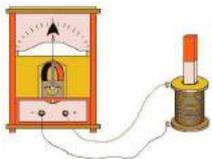
A·線圈將逆時針轉動，轉速與磁鐵相同

B·線圈將逆時針轉動，轉速比磁鐵大

C·線圈轉動時將產生感應電流

D·線圈轉動時感應電流的方向始終是 $abcda$

解析：選 C 本題考查電磁驅動和楞次定律。當磁鐵逆時針轉動時，相當



於磁鐵不動而線圈順時針旋轉切割磁感線，線圈中產生感應電流，故 C 對；當線圈相對磁鐵轉過 90° 時電流方向不再是 $abcd$ ，D 錯；由楞次定律的推廣含義可知，線圈將與磁極同向轉動，但轉動的角速度一定小於磁鐵轉動的角速度。如兩者的角速度相同，磁感線與線圈處於相對靜止，線圈不切割磁感線，無感應電流產生，故 A、B 錯。

2. 如圖 4-7-7 所示，條形磁鐵用細線懸掛在 O 點。 O 點正下方固定一個水準放置的鋁線圈。讓磁鐵在豎直面內擺動，下列說法中正確的是()

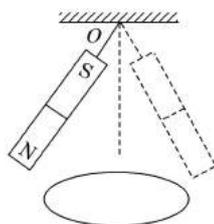


圖 4-7-7

- A · 磁鐵左右擺動一次，線圈內感應電流的方向改變 2 次
- B · 磁鐵始終受到感應電流磁場的斥力作用
- C · 磁鐵所受到的感應電流對它的作用力始終是阻力
- D · 磁鐵所受到的感應電流對它的作用力有時是阻力有時是動力

解析：選 C 磁鐵向下擺動時，根據楞次定律，線圈中產生逆時針方向感應電流(從上面看)，並且磁鐵受到感應電流對它的作用力為阻力，阻礙它靠近；磁鐵向上擺動時，根據楞次定律，線圈中產生順時針方向感應電流(從上面看)，磁場受感應電流對它的作用力仍為阻力，阻礙它遠離，所以磁鐵在左右擺動一次過程中，電流方向改變 3 次，感應電流對它的作用力始終是阻力，只有 C 項正確。

3. 如圖 4-7-8 所示，彈簧上端固定，下端掛一只條形磁鐵，使磁鐵上下振動，磁鐵的振動幅度不變。若在振動過程中把線圈靠近磁鐵，如圖所示，觀察磁鐵的振幅將會發現()

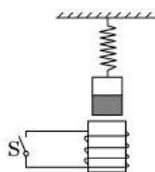
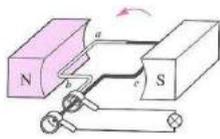
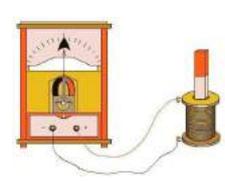


圖 4-7-8

- A · S 閉合時振幅逐漸減小，S 斷開時振幅不變

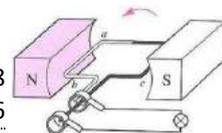
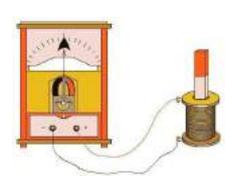


B · S 閉合時振幅逐漸增大，S 斷開時振幅不變

C · S 閉合或斷開，振幅變化相同

D · S 閉合或斷開，振幅都不發生變化

解析：選 A S 斷開時，磁鐵振動穿過線圈的磁通量發生變化，線圈中無感應電流，振幅不變；S 閉合時線圈中有感應電流，磁鐵的機械能越來越少，振幅逐漸減小，選項 A 正確。



第八課：綜合複習（3 課時）

課題	綜合複習		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2018.03.21 2018.03.22	課型	復習課		課時	3 課時

綜合複習一：電磁感應中的電路和圖像問題（第一、二課時）

8.1 要點一：電磁感應中的電路問題

1. 題型特點

在電磁感應現象中，閉合電路中磁通量發生變化(或部分導體切割磁感線)，在回路中將產生感應電動勢和感應電流。在題目中常涉及電流、電壓、電功等的計算，還可能涉及電磁感應與力學、能量等知識的綜合分析。

2. 解題思路

(1) 明確哪部分導體或電路產生感應電動勢，該導體或電路就是電源，其他部分是外電路。

(2) 用法拉第電磁感應定律或切割公式確定感應電動勢的大小，用楞次定律或右手定則確定感應電動勢的方向。

(3) 畫出等效電路圖。注意分清內外電路。

(4) 運用閉合電路歐姆定律、串並聯電路特點、電功率、電熱等公式聯立求解。

[例 1] 如圖 1 所示，用相同的均勻導線製成的兩個圓環 a 和 b ，已知 b 的半徑是 a 的兩倍。若在 a 記憶體在著隨時間均勻變化的磁場， b 在磁場外， M 、 N 兩點間的電勢差為 U ；若該磁場存在於 b 內， a 在磁場外， M 、 N 兩點間的電勢差為多大？(M 、 N 在連接兩環的導線的中點，該連接導線的長度不計)

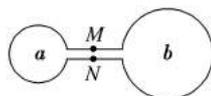
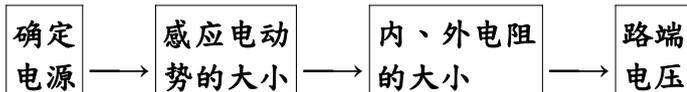
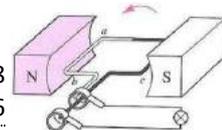
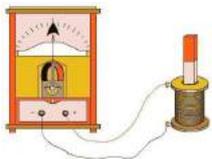


圖 1

[思路點撥] 解答本題時可按以下思路分析：



[解析] 磁場的變化引起磁通量的變化，從而使閉合電路產生感應電流。

由題意，磁場隨時間均勻變化，設磁場的變化率為 $\frac{\Delta B}{\Delta t}$ ， a 的半徑為 r ，則 b 的半徑為 $2r$ ，線圈導線單位長度電阻為 R_0 。

線圈 a 的電阻為 $R_a = 2\pi r R_0$ 。線圈 b 的電阻為 $R_b = 4\pi r R_0$ 。因此有 $R_b = 2R_a$ 。

磁場線上圈 a 中時， a 相當於電源，根據法拉第電磁感應定律，電動勢為 $E_a = \frac{\Delta B}{\Delta t} \pi r^2$ ，

當磁場線上圈 b 中時， b 相當於電源，所以

$$E_b = \frac{\Delta B}{\Delta t} \pi (2r)^2 = 4E_a,$$

U 是 a 為電源時的路端電壓，由閉合電路歐姆定律，

$$U = \frac{E_a}{R_a + R_b} R_b,$$

設 U_b 是 b 為電源時的路端電壓，同理有： $U_b = \frac{E_b}{R_b + R_a} R_a$ ，

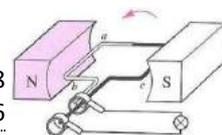
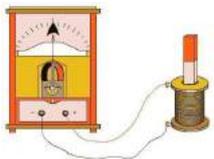
將上面各式聯立解得： $U_b = 2U$ 。

[答案] $2U$

8.2 要點二：電磁感應中的圖像問題

1. 圖像問題

圖像類型	<p>(1) 磁感應強度 B、磁通量 Φ、感應電動勢 E 和感應電流 I 隨時間 t 變化的圖像，即 $B-t$ 圖像、$\Phi-t$ 圖像、$E-t$ 圖像和 $I-t$ 圖像。</p> <p>(2) 對於導體切割磁感線產生感應電動勢和感應電流的情況，還常涉及感應電動勢 E 和感應電流 I 隨導體位移 x 變化的圖像，即 $E-x$ 圖像和 $I-x$ 圖像。</p>
問題類型	<p>(1) 由給定的電磁感應過程選出或畫出正確的圖像。</p> <p>(2) 由給定的圖像分析電磁感應過程，求解相應的物理量。</p>



應用知識	安培定則、左手定則、楞次定律、右手定則、法拉第電磁感應定律、歐姆定律、牛頓運動定律及數學知識。
注意事項	<p>(1) 電磁感應中的圖像能夠定性或定量地表示出所研究問題的函數關係。</p> <p>(2) 在圖像中 E、I、B 等物理量的方向通過物理量的正負來反映。</p> <p>(3) 畫圖像時要注意橫、縱坐標的單位長度定義或表達。</p>

2. 解決此類問題的一般步驟

解決電磁感應的圖像問題常採用定性分析與定量計算相結合的方法分段處理。需特別注意物理量的大小、正負，圖像為直線還是曲線，有什麼樣的變化趨勢等。具體步驟如下：



[例 2] 如圖 2 甲所示，在豎直向上的勻強磁場中，水準放置一個不變形的單匝金屬圓線圈，規定線圈中感應電流的正方向如圖所示。當磁場的磁感應強度 B 隨時間 t 做如圖乙所示的變化時，下列選項中能正確表示線圈中感應電動勢 E 變化的是()

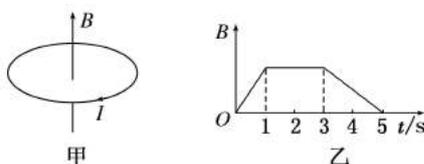
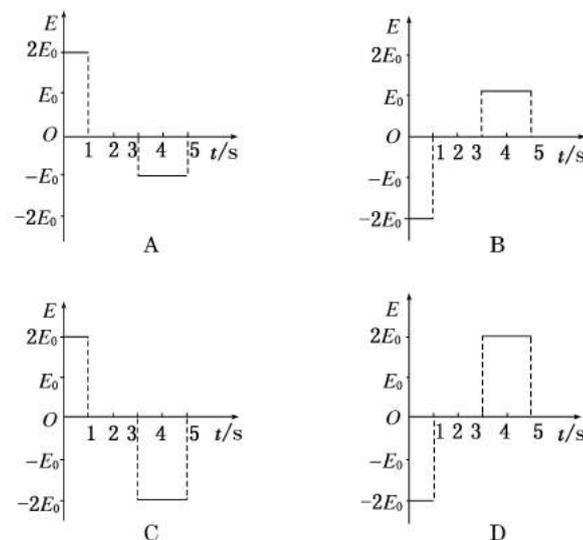
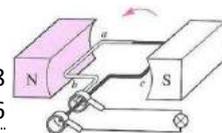
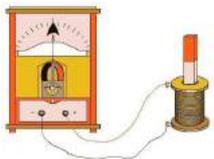


圖 2



[解析] 由法拉第電磁感應定律， $E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = n \frac{\Delta BS}{\Delta t}$ ，在 $0 \sim 1$ s 內， B 均勻增大，則 $\frac{\Delta B}{\Delta t}$ 為一恒量，則 E 為一恒量，再由楞次定律，可判斷感應電動勢為順時針方向，則電動勢為正值；在 $1 \sim 3$ s 內， B 不變化，則感應電動勢為零；在 $3 \sim 5$ s 內， B 均勻減小，則 $\frac{\Delta B}{\Delta t}$ 為一恒量，但 B 變化得較慢，則 E 為一恒量，但比前者小，再由楞次定律，可判斷感應電動勢為逆時針方向，則電動勢為負值，所以 A 選項正確。

[答案] A

[例 3] 如圖 3 所示，在空間中存在兩個相鄰的、磁感應強度大小相等、方向相反的有界勻強磁場，其寬度均為 L 。現將寬度也為 L 的矩形閉合線圈，從圖中所示位置垂直於磁場方向勻速拉過磁場區域，則在該過程中，下列選項中能正確反映線圈中所產生的感應電流或其所受的安培力隨時間變化的圖像是 ()

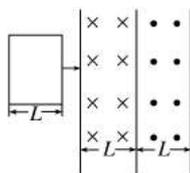
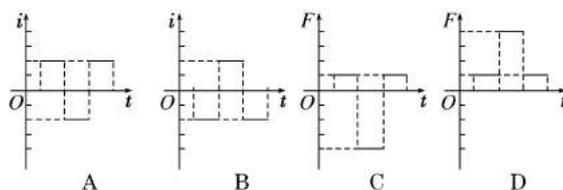
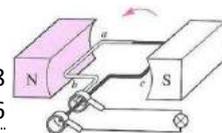
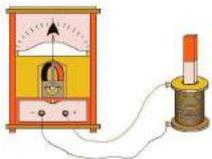


圖 3





[思路點撥]

解決線框進出磁場的問題可以借鑒以下思路

(1) 觀察線框是什麼形狀的，判斷切割磁感線的有效長度是否變化、如何變化；

(2) 若只有一個磁場且足夠寬，關注兩個過程即可：進入磁場的過程，離開磁場的過程；

(3) 若有兩個不同的磁場，還需注意兩條邊分別在不同磁場時產生感應電流方向的關係。

[解析] 由楞次定律可知，當矩形閉合線圈進入磁場和出磁場時，磁場力總是阻礙線圈的運動，方向始終向左，所以外力始終水準向右，因安培力的大小不同且在中間時最大，故選項 D 是正確的，選項 C 是錯誤的。當矩形閉合線圈進入磁場時，由法拉第電磁感應定律判斷，感應電流的大小在中間時是最大的，所以選項 A、B 是錯誤的。

[答案] D

8.3 典例精析

1. (多選) 一勻強磁場，磁場方向垂直於紙面，規定向裡為正方向，在磁場中有一金屬圓環，圓環平面位於紙面內，如圖 1 所示。現令磁感應強度 B 隨時間 t 變化，先按如圖所示的 Oa 圖線變化，後來又按照圖線 bc 、 cd 變化，令 E_1 、 E_2 、 E_3 分別表示這三段變化過程中的感應電動勢的大小， I_1 、 I_2 、 I_3 分別表示對應的感應電流，則()

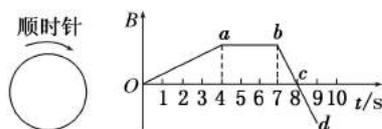
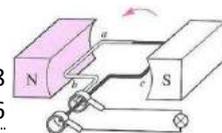
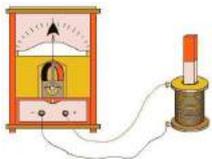


圖 1

- A · $E_1 > E_2$ ， I_1 沿逆時針方向， I_2 沿順時針方向
- B · $E_1 < E_2$ ， I_1 沿逆時針方向， I_2 沿順時針方向
- C · $E_1 < E_2$ ， I_2 沿順時針方向， I_3 沿順時針方向
- D · $E_3 = E_2$ ， I_2 沿順時針方向， I_3 沿逆時針方向

解析：選 BC bc 段與 cd 段磁感應強度的變化率相等，大於 Oa 的磁感應強度變化率。 $E_1 < E_2$ ，由楞次定律及安培定則可以判斷 B、C 正確。



2. (多選)如圖 2 所示，矩形金屬框架三個豎直邊 ab 、 cd 、 ef 的長都是 L ，電阻都是 R ，其餘電阻不計，框架以速度 v 勻速平動地穿過磁感應強度為 B 的勻強磁場，設 ab 、 cd 、 ef 三條邊先後進入磁場時 ab 邊兩端電壓分別為 U_1 、 U_2 、 U_3 ，則下列判斷結果正確的是()

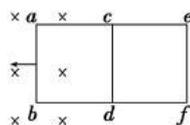


圖 2

A · $U_1 = \frac{1}{3}BLv$

B · $U_2 = 2U_1$

C · $U_3 = 0$

D · $U_1 = U_2 = U_3$

解析：選 AB 當 ab 進入磁場時， $I = \frac{E}{R + \frac{R}{2}} = \frac{2BLv}{3R}$ ，則 $U_1 = E - IR = \frac{1}{3}BLv$ 。當 cd 也進入磁場時， $I = \frac{2BLv}{3R}$ ， $U_2 = E - I\frac{R}{2} = \frac{2}{3}BLv$ 。三邊都進入磁場時， $U_3 = BLv$ ，故選項 A、B 正確。

3. 如圖 3 所示，水準導軌的電阻忽略不計，金屬棒 ab 和 cd 的電阻分別為 R_{ab} 和 R_{cd} ，且 $R_{ab} > R_{cd}$ ，它們處於勻強磁場中。金屬棒 cd 在力 F 的作用下向右勻速運動， ab 在外力作用下處於靜止狀態。下列說法正確的是()

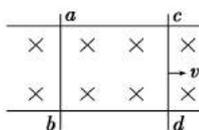


圖 3

A · $U_{ab} > U_{cd}$

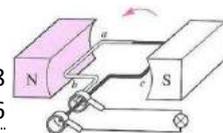
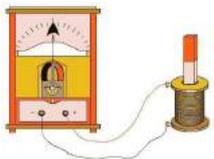
B · $U_{ab} = U_{cd}$

C · $U_{ab} < U_{cd}$

D · 無法判斷

解析：選 B 金屬棒 cd 在力 F 的作用下向右做切割磁感線運動，應將其視為電源，而 c 、 d 分別等效為這個電源的正、負極， U_{cd} 是電源兩極間的電壓，是路端電壓，不是內電壓，又導軌的電阻忽略不計，則金屬棒 ab 兩端的電壓 U_{ab} 也等於路端電壓，即 $U_{ab} = U_{cd}$ ，所以選項 B 正確。

4. 一矩形線圈位於一隨時間 t 變化的勻強磁場內，設磁場方向垂直線圈所在的平面(紙面)向裡為正，如圖 4 甲所示，磁感應強度 B 隨 t 的變化規律如圖乙所示。以 i 表示線圈中的感應電流，以圖甲中線圈上箭頭所示方向的電流為



正，則以下的 $i-t$ 圖中正確的是()

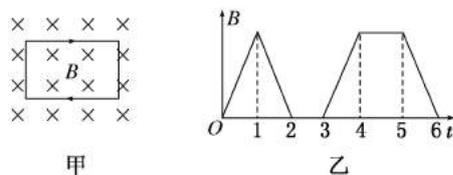
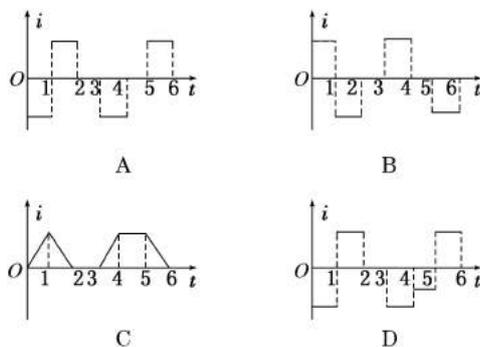


圖 4



解析：選 A 在 $0\sim 1\text{ s}$ 內，磁感應強度 B 均勻增大，根據楞次定律和法拉第電磁感應定律可判斷，產生的感應電流大小恒定，方向為逆時針，B、C 錯誤；在 $4\sim 5\text{ s}$ 內，磁感應強度 B 不變，閉合電路磁通量不變化，無感應電流，D 錯誤，A 正確。

5. 矩形導線框 $abcd$ 放在勻強磁場中，在外力控制下靜止不動，磁感線方向與線圈平面垂直，磁感應強度 B 隨時間變化的圖像如圖 5 所示。 $t=0$ 時刻，磁感應強度的方向垂直紙面向裡。在 $0\sim 4\text{ s}$ 時間內，線框 ab 邊所受安培力隨時間變化的圖像(力的方向規定以向左為正方向)可能是()

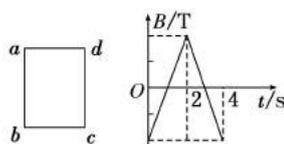
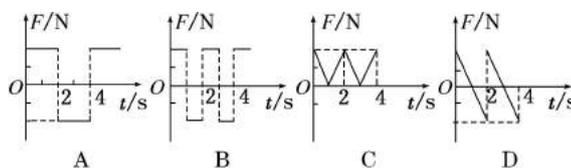
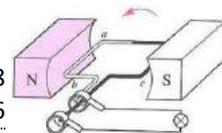
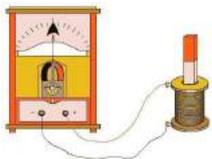


圖 5



解析：選 D 在 $B-t$ 圖像中， $0\sim 2\text{ s}$ 內，圖線斜率不變，線框上產生的感應電動勢不變，產生的感應電流不變，此時安培力 F 正比於磁感應強度 B ，故 $0\sim 2\text{ s}$ 內 $F-t$ 圖中圖線是一條傾斜直線，D 項正確。

6. 如圖 6 所示，在水平面(紙面)內有三根相同的均勻金屬棒 ab 、 ac 和 MN ，



其中 ab 、 ac 在 a 點接觸，構成“V”字形導軌。空間存在垂直於紙面的均勻磁場。用力使 MN 向右勻速運動，從圖示位置開始計時，運動中 MN 始終與 $\angle bac$ 的平分線垂直且和導軌保持良好接觸。下列關於回路中的電流 i 與時間 t 的關係圖線，可能正確的是()

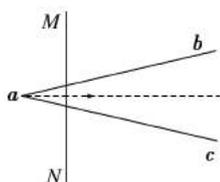
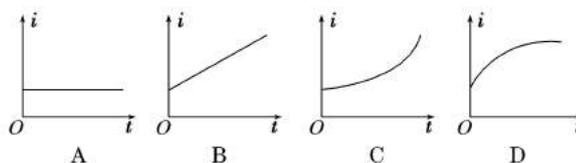


圖 6



解析：選 A 設金屬棒 MN 向右勻速運動的速度為 v ，金屬棒的電阻率為 ρ ，橫截面積為 S ， $\angle bac = 2\theta$ ，則在 t 時刻回路中產生的感應電動勢為 $E =$

$$2Bv^2t \tan \theta$$

回路的總電阻為 $R = \rho \frac{2vt}{\cos \theta} + 2vt \tan \theta$ ，由歐姆定律得 $i = \frac{E}{R} =$

$$\frac{BvS \sin \theta}{\rho (1 + \sin \theta)}$$

，故選項 A 正確。

7.如圖 7 所示，豎直放置的螺線管與導線 $abcd$ 構成回路，導線所圍區域內有一垂直紙面向裡的變化的磁場，螺線管下方水準桌面上有一導體環，導線 $abcd$ 所圍區域內磁場的磁感應強度按下列選項中的哪一圖線所示的方式隨時間變化時，導體環將受到向上的磁場作用力()

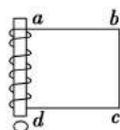
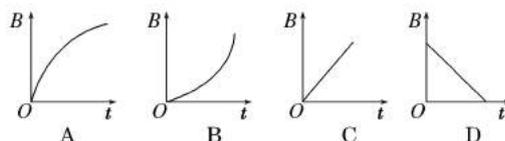
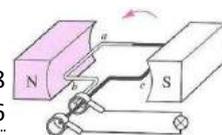
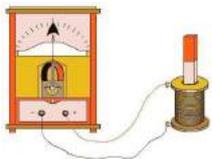


圖 7



解析：選 A 根據法拉第電磁感應定律得 $E = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} S$ ，又根據楞次定律

可得，當導體環受到向上的磁場力時，說明穿過線圈的磁通量正在減小，所以



導線 $abcd$ 中的電流正在減小，由 $I = \frac{E}{R} = \frac{\Delta BS}{\Delta t R}$ 可知， $\frac{\Delta B}{\Delta t}$ 正在減小，即 $B-t$ 圖像上各點切線的斜率隨時間減小，應選 A。

8. 如圖 8 所示，邊長為 $2l$ 的正方形虛線框內有垂直於紙面向裡的勻強磁場，一個邊長為 l 的正方形導線框所在平面與磁場方向垂直，導線框和虛線框的對角線共線，從 $t=0$ 開始，使導線框從圖示位置開始以恒定速度沿對角線方向進入磁場，直到整個導線框離開磁場區域，用 I 表示導線框中的感應電流，取逆時針方向為正，則下列表示 $I-t$ 關係的圖線中，大致正確的是()

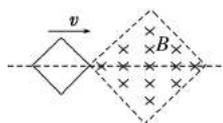
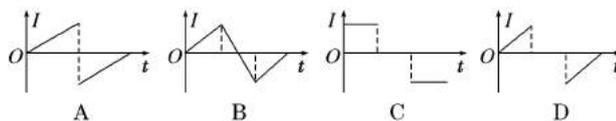


圖 8



解析：選 D 從 $t=0$ 開始，線框的位移從 0 到 $\sqrt{2}l$ ，導線框切割磁感線的有效長度線性增加，感應電流也線性增加；線框的位移從 $\sqrt{2}l$ 到 $2\sqrt{2}l$ ，線框完全進入磁場，無感應電流；線框的位移從 $2\sqrt{2}l$ 到 $3\sqrt{2}l$ ，導線框切割磁感線的有效長度線性減少，感應電流也線性減小。D 正確。

9. 圖 9 中 A 是一底邊寬為 L 的閉合線框，其電阻為 R 。現使線框以恒定的速度 v 沿 x 軸向右運動，並穿過圖中所示的寬度為 d 的勻強磁場區域，已知 $L < d$ ，且在運動過程中線框平面始終與磁場方向垂直。若以 x 軸正方向作為力的正方向，線框從如圖所示位置開始運動的時刻作為時間的零點，則下列選項的圖像中，可能正確反映上述過程中磁場對線框的作用力 F 隨時間 t 變化情況的是()

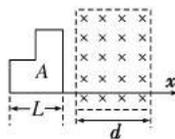
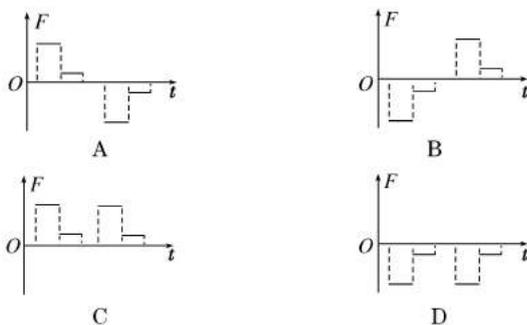
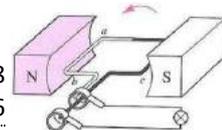
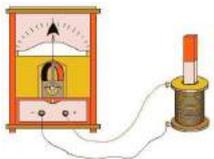


圖 9



解析：選 D 本題考查了電磁感應、安培力、左手定則等有關知識。當線框進入磁場後，根據楞次定律可以判斷感應電流的方向為逆時針，根據左手定則，安培力的方向沿負 x 軸方向；出磁場時，同理可判斷安培力的方向沿 x 軸負方向，所以 D 選項正確。

10. (多選) 半徑為 a 右端開小口的導體圓環和長為 $2a$ 的導體直杆，單位長度電阻均為 R_0 。圓環水準固定放置，整個內部區域分佈著豎直向下的勻強磁場，磁感應強度為 B 。杆在圓環上以速度 v 平行於直徑 CD 向右做勻速直線運動，杆始終有兩點與圓環良好接觸，從圓環中心 O 開始，杆的位置由 θ 確定，如圖 10 所示。則()

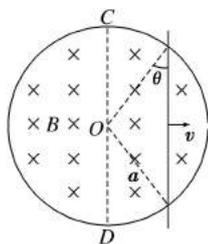
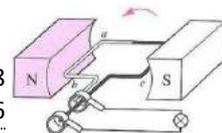
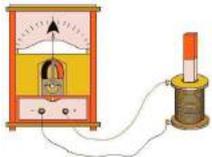


圖 10

- A · $\theta=0$ 時，杆產生的電動勢為 $2Bav$
- B · $\theta=\frac{\pi}{3}$ 時，杆產生的電動勢為 $\sqrt{3}Bav$
- C · $\theta=0$ 時，杆受到的安培力大小為 $\frac{2B^2av}{\pi+2 R_0}$
- D · $\theta=\frac{\pi}{3}$ 時，杆受到的安培力大小為 $\frac{3B^2av}{5\pi+3 R_0}$

解析：選 AD 根據法拉第電磁感應定律可得 $E=Blv$ ，其中 l 為有效長度，當 $\theta=0$ 時， $l=2a$ ，則 $E=2Bav$ ；當 $\theta=\frac{\pi}{3}$ 時， $l=a$ ，則 $E=Bav$ ，故選項 A 正確，B 錯誤；根據通電直導線在磁場中所受安培力大小的計算公式可得 $F=$



Bll ，根據閉合電路歐姆定律可得 $I = \frac{E}{r+R}$ ，當 $\theta=0$ 時， $l=2a$ ， $E=2Bav$ ， $r+R$

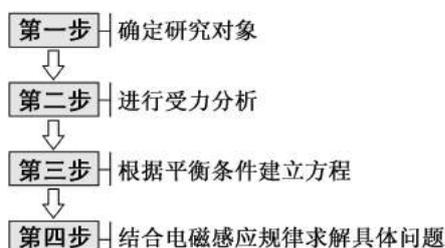
$= (\pi+2)aR_0$ ，解得 $F = \frac{4B^2av}{\pi+2} R_0$ ；當 $\theta = \frac{\pi}{3}$ 時， $l=a$ ， $E=Bav$ ， $r+R =$

$\left(\frac{5\pi}{3}+1\right)aR_0$ ，解得 $F = \frac{3B^2av}{5\pi+3} R_0$ ，故選項 C 錯誤，D 正確。

綜合複習二：模塊綜合檢測（第三課時）

8.4 要點一：電磁感應中的動力學問題

1. 平衡類問題的求解思路



2. 加速類問題的求解思路

(1) 確定研究對象(一般為在磁場中做切割磁感線運動的導體)；

↓

(2) 根據牛頓運動定律和運動學公式分析導體在磁場中的受力與運動情況；

↓

(3) 如果導體在磁場中受的磁場力變化了，從而引起合外力的變化，導致加速度、速度等發生變化，進而又引起感應電流、磁場力、合外力的變化，最終可能使導體達到穩定狀態。

[例 1] 如圖 1 所示， $abcd$ 為水準放置的平行“ \square ”形光滑金屬導軌，間距為 l ，導軌間有垂直於導軌平面的勻強磁場，磁感應強度大小為 B ，導軌電阻不計，已知金屬杆 MN 傾斜放置，與導軌成 θ 角，單位長度的電阻為 r ，保持金屬杆以速度 v 沿平行於 cd 的方向滑動(金屬杆滑動過程中與導軌接觸良好)。則 ()

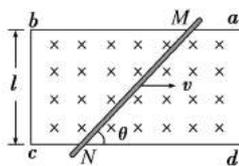
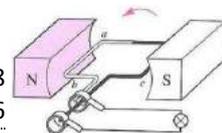
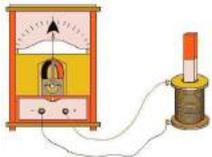


圖 1

- A. 電路中感應電動勢的大小為 $\frac{Blv}{\sin \theta}$
- B. 電路中感應電流的大小為 $\frac{Bv \sin \theta}{r}$
- C. 金屬杆所受安培力的大小為 $\frac{B^2lv \sin \theta}{r}$



D · 金屬杆的熱功率為 $\frac{B^2lv^2}{r\sin\theta}$

[思路點撥]

(1) 金屬杆切割磁感線的有效長度為 l 。

(2) 計算安培力的公式 $F=BIL$ 中 L 應為 $\frac{l}{\sin\theta}$ 。

[解析] 金屬杆的運動方向與金屬杆不垂直，電路中感應電動勢的大小為 $E=Blv$ (l 為切割磁感線的有效長度)，選項 A 錯誤；電路中感應電流的大小為 $I=\frac{E}{R}=\frac{Blv}{r}=\frac{Bv\sin\theta}{r}$ ，選項 B 正確；金屬杆所受安培力的大小為 $F=BIL'=\frac{B^2lv\sin\theta}{r}$ ，選項 C 錯誤；金屬杆的熱功率為 $P=I^2R=\frac{B^2v^2\sin^2\theta}{r^2}\cdot lr=\frac{B^2lv^2\sin\theta}{r}$ ，選項 D 錯誤。

[答案] B

8.5 要點二：電磁感應中的能量問題

1. 能量轉化的過程分析

電磁感應的實質是不同形式的能量轉化的過程，而能量的轉化是通過安培力做功實現的。安培力做功使得電能轉化為其他形式的能(通常為內能)，外力克服安培力做功，則是其他形式的能(通常為機械能)轉化為電能的過程。



2. 求解焦耳熱 Q 的幾種方法

公式法	$Q=I^2Rt$
功能關係法	焦耳熱等於克服安培力做的功
能量轉化法	焦耳熱等於其他能的減少量

[例 2] 如圖 2 所示， MN 、 PQ 兩條平行的光滑金屬軌道與水平面成 θ 角固定，軌距為 d 。空間存在勻強磁場，磁場方向垂直於軌道平面向上，磁感應強度為 B 。 P 、 M 間所接電阻阻值為 R 。質量為 m 的金屬杆 ab 水準放置在軌道上，其有效電阻為 r 。現從靜止釋放 ab ，當它沿軌道下滑距離 s 時，達到最大速度。若軌道足夠長且電阻不計，重力加速度為 g 。求：

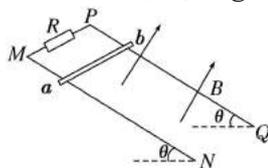


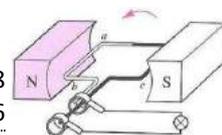
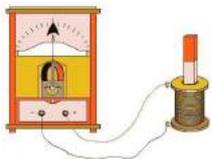
圖 2

(1) 金屬杆 ab 運動的最大速度；

(2) 金屬杆 ab 運動的加速度為 $\frac{1}{2}g\sin\theta$ 時，電阻 R 上的電功率；

(3) 金屬杆 ab 從靜止到具有最大速度的過程中，克服安培力所做的功。

[審題指導]



第一步：抓關鍵點

關鍵點	獲取資訊
光滑金屬軌道與水平面成 θ 角固定	金屬杆不受摩擦力，而下滑力為 $mg\sin\theta$
$P、M$ 間所接電阻阻值為 R ；金屬杆 ab 水準放置在軌道上，其有效電阻為 r ；軌道足夠長且電阻不計	金屬杆與軌道、電阻 R 所組成的閉合回路的內電阻為 r ，外電阻為 R
金屬杆 ab 沿軌道下滑距離 s 時，達到最大速度	金屬杆高度降低了 $s\sin\theta$ ，此後受力平衡以最大速度繼續下滑

第二步：找突破口

- 根據受力平衡列方程，安培力 $F=mg\sin\theta$ ；
- 根據牛頓第二定律，求解加速度為 $\frac{1}{2}g\sin\theta$ 時的安培力；
- 根據能量轉化與守恆定律，求解此過程中克服安培力所做的功。

[解析] (1)當杆達到最大速度時安培力 $F=mg\sin\theta$

安培力 $F=BId$

$$\text{感應電流 } I = \frac{E}{R+r}$$

$$\text{感應電動勢 } E = Bdv_m$$

$$\text{解得最大速度 } v_m = \frac{mg}{B^2 d^2} \frac{R+r}{\sin\theta}。$$

(2)當金屬杆 ab 運動的加速度為 $\frac{1}{2}g\sin\theta$ 時

$$\text{根據牛頓第二定律 } mg\sin\theta - BId = m \cdot \frac{1}{2}g\sin\theta$$

$$\text{電阻 } R \text{ 上的電功率 } P = I^2 R$$

$$\text{解得 } P = \left[\frac{mg\sin\theta}{2Bd} \right]^2 R。$$

(3)根據動能定理 $mg\sin\theta \cdot s - W_F = \frac{1}{2}mv_m^2 - 0$

$$\text{解得 } W_F = mg\sin\theta \cdot s - \frac{1}{2} \frac{m^3 g^2}{B^4 d^4} (R+r)^2 \sin^2\theta。$$

[答案] (1) $\frac{mg}{B^2 d^2} \frac{R+r}{\sin\theta}$ (2) $\left[\frac{mg\sin\theta}{2Bd} \right]^2 R$

(3) $mg\sin\theta \cdot s - \frac{1}{2} \frac{m^3 g^2}{B^4 d^4} (R+r)^2 \sin^2\theta$

8.6 典例精析

1.如圖 1 所示，一閉合金屬圓環用絕緣細線掛於 O 點，將圓環拉離平衡位置並釋放，圓環擺動過程中經過有界的水準勻強磁場區域， $A、B$ 為該磁場的豎直邊界。若不計空氣阻力，則()

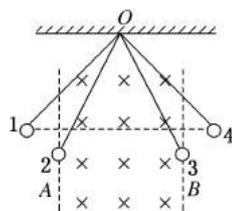
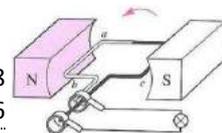
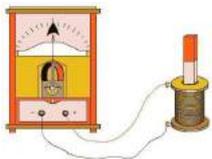


圖 1

- A · 圓環向右穿過磁場後，還能擺至原來的高度
- B · 在進入和離開磁場時，圓環中均有感應電流
- C · 圓環進入磁場後離平衡位置越近速度越大，感應電流也越大
- D · 圓環最終將靜止在平衡位置

解析：選 B 如題圖所示，當圓環從 1 位置開始下落，進入和擺出磁場時（即 2 和 3 位置），由於圓環內磁通量發生變化，所以有感應電流產生。同時，金屬圓環本身有內阻，必然有能量的轉化，即有能量的損失。因此圓環不會擺到 4 位置。隨著圓環進出磁場，其能量逐漸減少，圓環擺動的振幅越來越小。當圓環只在勻強磁場中擺動時，圓環內無磁通量的變化，無感應電流產生，無機械能向電能的轉化。題意中不存在空氣阻力，擺線的拉力垂直於圓環的速度方向，拉力對圓環不做功，所以系統的能量守恆，所以圓環最終將在 A、B 間來回擺動。B 正確。

2. (多選) 如圖 2 所示，有兩根和水準方向成 α 角的光滑平行的金屬軌道，上端接有可變電阻 R ，下端足夠長，空間有垂直於軌道平面的勻強磁場，磁感應強度為 B 。一根質量為 m 的金屬杆從軌道上由靜止滑下，經過足夠長的時間後，金屬杆的速度會趨近於一個最大速度 v_m ，則()

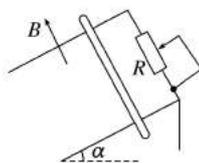
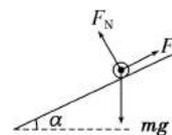


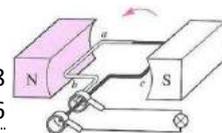
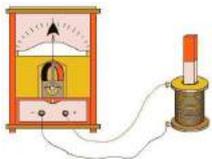
圖 2

- A · 如果 B 變大， v_m 將變大
- B · 如果 α 變大， v_m 將變大
- C · 如果 R 變大， v_m 將變大
- D · 如果 m 變小， v_m 將變大

解析：選 BC 金屬杆從軌道上滑下切割磁感線產生感應電動勢 $E = Blv$ ，在閉合電路中形成電流 $I = \frac{Blv}{R}$ ，因此金屬杆從軌道上滑下的過程中除受重力、軌道的彈力外還受安培力 F 作用， $F = BIl = \frac{B^2 l^2 v}{R}$ ，先用右手定則判定感應電流方向，再用左手定則判定出安培力方向，如圖所示，根據牛頓第二定律，得 $mg \sin \alpha - \frac{B^2 l^2 v}{R} = ma$ ，當 $a \rightarrow 0$ 時， $v \rightarrow v_m$ ，解得 $v_m = \frac{mgR \sin \alpha}{B^2 l^2}$ ，故選項 B、C 正確。



3. 如圖 3 所示，質量為 m 的金屬環用線懸掛起來，金屬環有一半處於水準且與環面垂直的勻強磁場中，從某時刻開始，磁感應強度均勻減小，則在磁感



應強度均勻減小的過程中，關於線拉力大小的下列說法中正確的是()

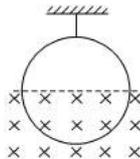


圖 3

- A · 大於環重力 mg ，並逐漸減小
- B · 始終等於環重力 mg
- C · 小於環重力 mg ，並保持恒定
- D · 大於環重力 mg ，並保持恒定

解析：選 A 根據楞次定律知圓環中感應電流方向為順時針，再由左手定則判斷可知圓環所受安培力豎直向下，對圓環受力分析，根據受力平衡有 $F_T = mg + F$ ，得 $F_T > mg$ ， $F = BIL$ ，根據法拉第電磁感應定律 $I = \frac{E}{R} = \frac{\Delta\Phi}{R\Delta t} = \frac{\Delta B}{R\Delta t} S$ 可知 I 為恒定電流，聯立上式可知 B 減小，推知 F 減小，則由 $F_T = mg + F$ 知 F_T 減小。選項 A 正確。

4. (多選)如圖 4 所示，水準放置的光滑平行金屬導軌上有一質量 m 的金屬棒 ab 。導軌的一端連接電阻 R ，其他電阻均不計，磁感應強度為 B 的勻強磁場垂直於導軌平面向下，金屬棒 ab 在一水準恒力 F 作用下由靜止開始向右運動。則()

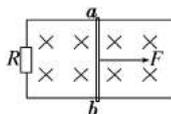


圖 4

- A · 隨著 ab 運動速度的增大，其加速度也增大
- B · 外力 F 對 ab 做的功等於電路中產生的電能
- C · 當 ab 做勻速運動時，外力 F 做功的功率等於電路中的電功率
- D · 無論 ab 做何種運動，它克服安培力做的功一定等於電路中產生的電能

解析：選 CD 金屬棒 ab 在一水準恒力 F 作用下由靜止開始向右運動，對金屬棒 ab 受力分析有 $F - \frac{B^2 L^2 v}{R} = ma$ ，可知隨著 ab 運動速度的增大，其加速度逐漸減小，選項 A 錯誤；外力 F 對 ab 做的功等於電路中產生的電能加上金屬棒 ab 增加的動能，選項 B 錯誤；當 ab 做勻速運動時， $F = F_{安} = \frac{B^2 L^2 v}{R}$ ，外力 F 做功的功率等於電路中的電功率，選項 C 正確；無論 ab 做何種運動，它克服安培力做的功一定等於電路中產生的電能，選項 D 正確。

5. 如圖 5 所示， PN 與 QM 兩平行金屬導軌相距 1 m ，電阻不計，兩端分別接有電阻 R_1 和 R_2 ，且 $R_1 = 6\ \Omega$ ， ab 導體的電阻為 $2\ \Omega$ ，在導軌上可無摩擦地滑動，垂直穿過導軌平面的勻強磁場的磁感應強度為 1 T 。現 ab 以恒定速度 $v = 3\text{ m/s}$ 勻速向右移動，這時 ab 杆上消耗的電功率與 R_1 、 R_2 消耗的電功率之和相等，求：

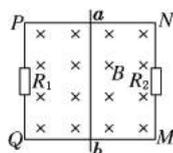
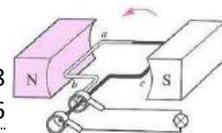
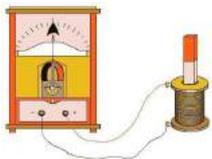


圖 5

- (1) R_2 的阻值；
 (2) R_1 與 R_2 消耗的電功率；
 (3) 拉 ab 杆的水準向右的外力 F 。

解析：(1) 內外功率相等，則內外電阻相等

$$\frac{6 \Omega \times R_2}{6 \Omega + R_2} = 2 \Omega$$

解得 $R_2 = 3 \Omega$ 。

(2) 導體棒切割磁感線，相當於電源，

$$E = BLv = 1 \times 1 \times 3 \text{ V} = 3 \text{ V}$$

$$\text{總電流 } I = \frac{E}{R_{\text{總}}} = \frac{3}{4} \text{ A} = 0.75 \text{ A}$$

$$\text{路端電壓 } U = IR_{\text{外}} = 0.75 \times 2 \text{ V} = 1.5 \text{ V}$$

$$P_1 = \frac{U^2}{R_1} = \frac{1.5^2}{6} \text{ W} = 0.375 \text{ W}$$

$$P_2 = \frac{U^2}{R_2} = \frac{1.5^2}{3} \text{ W} = 0.75 \text{ W}。$$

$$(3) F = BIL = 1 \times 0.75 \times 1 \text{ N} = 0.75 \text{ N}。$$

答案：(1) 3Ω (2) 0.375 W 0.75 W (3) 0.75 N

6. 如圖 6 所示，固定在勻強磁場中的水準導軌的間距 $L_1 = 0.5 \text{ m}$ ，金屬棒 ad 與導軌左端 bc 的距離 $L_2 = 0.8 \text{ m}$ ，整個閉合回路的電阻為 $R = 0.2 \Omega$ ，勻強磁場的方向豎直向下穿過整個回路。 ad 棒通過細繩跨過定滑輪連接一個質量為 $m = 0.04 \text{ kg}$ 的物體，不計一切摩擦，現使磁感應強度從零開始以 $\frac{\Delta B}{\Delta t} = 0.2 \text{ T/s}$ 的變化率均勻增大，求經過多長時間物體剛好能離開地面 (g 取 10 m/s^2)。

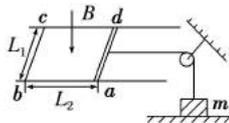


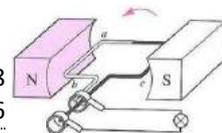
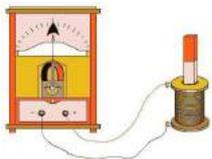
圖 6

解析：物體剛要離開地面時，其受到的拉力 F 等於它的重力 mg ，而拉力 F 等於棒 ad 所受的安培力，即 $mg = BIL_1$ 。其中 $B = \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot t$ ，

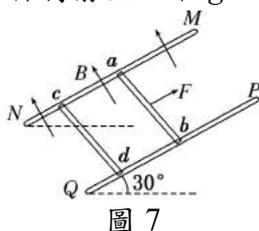
感應電流由變化的磁場產生， $I = \frac{E}{R} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \cdot \frac{1}{R} = \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot \frac{L_1 L_2}{R}$ ，所以 $t =$

$$\left[\frac{mgR}{L_1^2 L_2} \cdot \frac{\Delta t}{\Delta B} \right] \cdot \frac{\Delta t}{\Delta B} = 10 \text{ s}。$$

答案：10 s



7. 如圖 7 所示，兩根足夠長的光滑金屬導軌 MN 、 PQ 間距為 $l=0.5\text{ m}$ ，其電阻不計，兩導軌及其構成的平面均與水平面成 30° 角。完全相同的兩金屬棒 ab 、 cd 分別垂直導軌放置，每棒兩端都與導軌始終有良好接觸，已知兩棒的質量均為 0.02 kg ，電阻均為 $R=0.1\ \Omega$ ，整個裝置處在垂直於導軌平面向上的勻強磁場中，磁感應強度為 $B=0.2\text{ T}$ ，棒 ab 在平行於導軌向上的拉力 F 作用下，沿導軌向上勻速運動，而棒 cd 恰好保持靜止，取 $g=10\text{ m/s}^2$ 。求：



(1) 通過 cd 棒的電流 I 是多少，方向如何？

(2) 棒 ab 受到的拉力 F 多大？

(3) 拉力 F 做功的功率 P 是多少？

解析：(1) 對 cd 棒受力分析可得：

$$Bil = mg \sin 30^\circ$$

代入數據，得： $I=1\text{ A}$

根據右手定則判斷，通過 cd 棒的電流 I 方向由 d 到 c 。

(2) 對 ab 棒受力分析可得：

$$F = Bil + mg \sin 30^\circ$$

代入數據，得： $F=0.2\text{ N}$ 。

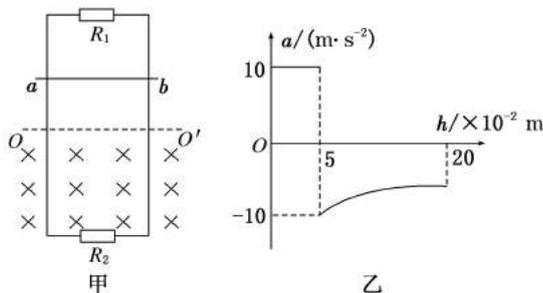
(3) 根據 $I = \frac{Blv}{2R}$ ，

$$P = Fv$$

代入數據，得： $P=0.4\text{ W}$ 。

答案：(1) 1 A 方向由 d 到 c (2) 0.2 N (3) 0.4 W

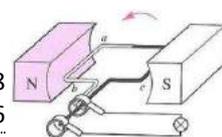
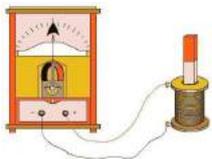
8. 如圖 8 甲所示，平行金屬導軌豎直放置，導軌間距為 $L=1\text{ m}$ ，上端接有電阻 $R_1=3\ \Omega$ ，下端接有電阻 $R_2=6\ \Omega$ ，虛線 OO' 下方是垂直於導軌平面的勻強磁場。現將質量 $m=0.1\text{ kg}$ 、電阻不計的金屬杆 ab ，從 OO' 上方某處垂直導軌由靜止釋放，杆下落 0.2 m 過程中始終與導軌保持良好接觸，加速度 a 與下落距離 h 的關係圖像如圖乙所示。求：



(1) 磁感應強度 B ；

(2) 杆下落 0.2 m 過程中通過電阻 R_2 的電荷量 q 。

解析：(1) 由圖像知，杆自由下落距離是 0.05 m ，當地重力加速度 $g=10$



m/s^2 ，則杆進入磁場時的速度

$$v = \sqrt{2gh} = 1 \text{ m/s}$$

由圖像知，杆進入磁場時加速度

$$a = -g = -10 \text{ m/s}^2$$

由牛頓第二定律得 $mg - F_{\text{安}} = ma$

回路中的電動勢 $E = BLv$

$$\text{杆中的電流 } I = \frac{E}{R_{\text{并}}}$$

$$R_{\text{并}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$F_{\text{安}} = BIL = \frac{B^2 L^2 v}{R_{\text{并}}}$$

$$\text{得 } B = \sqrt{\frac{2mgR_{\text{并}}}{L^2 v}} = 2 \text{ T}。$$

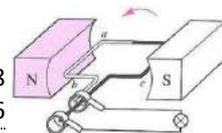
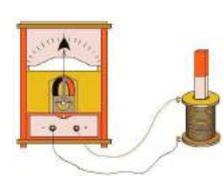
(2) 杆在磁場中運動產生的平均感應電動勢 $\bar{E} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

$$\text{杆中的平均電流 } \bar{I} = \frac{\bar{E}}{R_{\text{并}}}$$

通過杆的電荷量 $Q = \bar{I} \cdot \Delta t$

通過 R_2 的電量 $q = \frac{1}{3}Q = 0.05 \text{ C}。$

答案：見解析



第三章：交變電流（12 課時）

1.1 整章概述

1、交流與直流有許多相似之處，也有許多不同之處。學習中我們特別要注意的是交流與直流的不同之處，即交流電的特殊之處。這既是學習、了解交流電的關鍵，也是學習、研究新知識的重要方法。在與已知的知識做對比中學習和掌握新知識特點的方法，是物理課學習中很有效和很常用的方法。

在學習交變電流之前，應幫助學生理解直流電和交流電的區別。其區別的關鍵是電流方向是否隨時間變化。同時給出了恒定電流的定義——大小和方向均不隨時間變化。

2、對於交變電流的產生，課本採取由感性到理性，由定性到定量，逐步深入的講述方法。為了有利於學生理解和掌握，教學中要盡可能用示波器或模型配合講解。教學中應注意讓學生觀察教材中的線圈通過4個特殊位置時電錶指針的變化情況，分析電動勢和電流方向的變化，使學生對線圈轉動一周中電動勢和電流的變化有比較清楚的了解。有條件的，還可以要求學生運用已學過的知識，自己進行分析和判斷。

3、用圖像表示交變電流的變化規律，是一種重要方法，它形象、直觀、學生易於接受。要注意在學生已有的圖像知識的基礎上，較好地掌握這種表述方法。更要讓學生知道，交變電流有許多種，正弦電流只是其中簡單的一種。課本中用圖示的方法介紹了常見的幾種，以開闊學生思路，但不要求引伸。

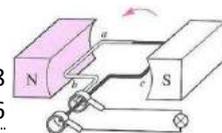
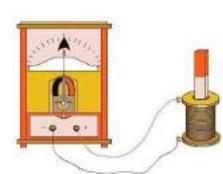
4、在這一章中學生要第一次接受許多新名詞，如交變電流、正弦電流、中性面、暫態回值、最大值（以及下一節的有效值）等等。要讓學生明白這些名詞的準確含義。特別是對中性面的理解，要讓學生明確，中性面是指與磁場方向垂直的平面。當線圈位於中性面時，線圈中感應電動勢為零，線圈轉動過程中通過中性面時，其中感應電動勢方向要改變。

5、課本上介紹的交變電流的產生，實際上是正弦交流電的產生。以矩形線框在勻強磁場中勻速轉動為模型，以線框通過中性面為計時起點，得到電動勢隨時間滿足正弦變化的交變電流。這裡可以明確指出，電動勢的最大值由線框的匝數、線框面積、轉動角速度和磁感應強度共同決定。

6、課本將線框的位置與產生的電動勢的對應起來，意圖是幫助學生建立起鮮明的形象，把物理過程和描述它的物理規律對應起來。教師可以通過一些問題的提問，幫助學生理解有關內容，例如，如果線上框轉到線框平面與磁感線平行時開始計時，它產生的電動勢隨時間變化的圖像應是什麼樣的？

7、交流電的有效值、週期等概念的學習重在理解。

交流電的有效值概念是本章的重點，也是難點。課本中的交流電有效值定義特別強調是從使電阻產生熱量等效這一方面來定義交流電的有效值的。教材



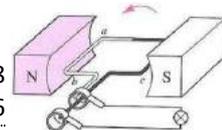
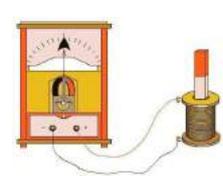
中直接給出了正弦交流電流的有效值與最大值的關係式，但不要求證明，為了讓學生更好地理解 and 熟悉有效值，課本上已經指出，交流電壓表和電流錶的示數都是有效值，家用電器上的標稱也是有效值。

交流電的週期描述交流電的變化快慢。在一個週期時間內，交流電完成一次完全變化。在實際生活中，經常能見到的是交流電的頻率。我國民用交流電的頻率是 50HZ。在一些歐美國家，交流電的頻率是 60HZ。

8、交流電的最大值、有效值、週期和頻率都是描述交流電某一方面的特性，而交流電的圖像卻可以全面反映某一交流電的情況。所以，要求學生能夠從交流電的圖像中得到描述交流電的各個物理量。

1.2 課題中與基本學力要求對應的教學內容

課題中與基本學力要求對應的教學內容	基本學力要求指標
<p style="text-align: center;">A 知識目標</p> <p>15. 使學生理解交變電流的產生原理，知道什麼是中性面。（基本學力要求 A-9）</p> <p>16. 掌握交變電流的變化規律及表示方法。（基本學力要求 A-9）</p> <p>17. 理解交變電流的暫態值和最大值及中性面的準確含義。（基本學力要求 A-9）</p> <p>18. 理解什麼是交變電流的峰值和有效值，知道它們之間的關係。（基本學力要求 A-9）</p> <p>19. 理解交變電流的週期、頻率（基本學力要求 A-9）以及它們之間的關係。知道我國生產和生活用電的週期（頻率）的大小。</p> <p>20. 理解為什麼電感對交變電流有阻礙作用。（基本學力要求 A-9）</p> <p>21. 知道用感抗來表示電感對交變電流阻礙作用的大小，知道感抗與哪些因素有關。（基本學力要求 A-9）</p> <p>22. 知道交變電流能通過電容器，知道為什麼電容器對交變電流有阻礙作用。（基本學力要求 A-9）</p> <p>23. 知道用容抗來表示電容對交變電流阻礙作用的大小，知道容抗與哪些因素有關。（基本學力要求 A-9）（基本學力要求 B-1）</p> <p>24. 知道變壓器的構造，了解變壓器的工作原理。（基本學力要求 A-9）</p> <p>25. 理解理想變壓器原、副線圈中電壓與匝數的關係，能應用它分析解決有關問題。（基本學力要求 A-9）</p> <p>26. 知道“便於遠距離輸送”是電能的優點，知道輸</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● A-9 初步學會使用圖表顯示研究結果和運用科學術語撰寫研究報告。 ● B-1 初步了解科學與技術的區別和聯繫。



電過程。(基本學力要求 A-9)

27. 知道降低輸電損耗的兩個途徑。(基本學力要求 A-9)

28. 了解電網供電的優點和意義。(基本學力要求 B-1)

B 情意目標

65. 通過實驗觀察，激發學習興趣，培養良好的學習習慣，體會運用數學知識解決物理問題的重要性。

66. 讓學生了解多種電器銘牌，介紹現代科技的突飛猛進，激發學生的學習熱情。(基本學力要求 A-9)

67. 通過電感和電容對交流電的阻礙作用體會事物的相對性與可變性。

68. 學生充分體會通路與斷路之間的辯證統一性。

69. 培養學生尊重事實，實事求是的科學精神和科學態度。

70. 使學生體會到能量守恆定律是普遍適用的。

71. 培養學生實事求是的科學態度。

72. 培養學生遇到問題要認真、全面分析的科學態度。

73. 介紹我國遠距離輸電概況，激發學生投身祖國建設的熱情。(基本學力要求 B-1)

C 技能目標

9. 掌握描述物理量的三種基本方法(文字法、公式法、圖象法)。(基本學力要求 A-9)

10. 培養學生觀察能力，空間想像能力以及將立體圖轉化為平面圖形的能力。(基本學力要求 A-9)

11. 培養學生運用數學知識解決物理問題的能力。(基本學力要求 A-9)

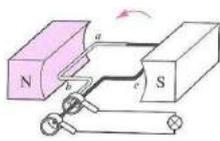
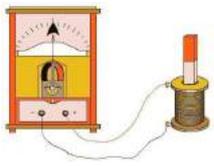
12. 能應用數學工具描述和分析處理物理問題。(基本學力要求 A-9)

13. 通過探究實驗，嘗試應用科學的方法研究物理問題，認識物理實驗在物理學發展過程中的作用。(基本學力要求 A-9)

14. 通過探究感抗和容抗的大小由哪些因素有關，獲得實驗探究過程的體驗，培養學生分析、解決問題的能力。(基本學力要求 A-9)

15. 在探究變壓比和匝數比的關係中培養學生運用物理理想化模型分析問題、解決問題的能力。(基本學力要求 A-9)

16. 通過思考、討論、閱讀，培養學生閱讀、分析、綜合和應用能力。



第一課題 §3.1 交變電流 (2 課時)

一、課前自主預習學案

【學習目標】

利用旋轉電樞式發電機設計實驗探究交變電流的性質；理論探究線圈轉動一周中電動勢和電流的變化，對交流電的產生有比較清楚的了解，培養運用基本原理解決新情境下問題的能力；推導出交變電流的暫態值表達方式，知道峰值和暫態值的意義。

【合作研究】

探究一：發電機產生的電流有何特點？

猜想：旋轉電樞式發電機產生的電流具有什麼特點？

設計實驗：把兩個發光顏色不同的二極體並聯，注意使兩者正負極方向不同，然後連接到發電機兩端，轉動手柄，觀察二極體發光情況。

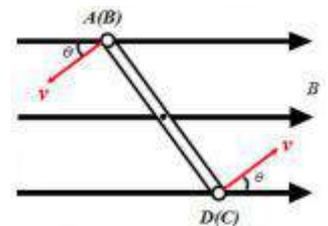
現象：

總結：直流：

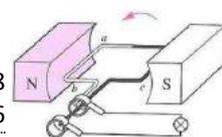
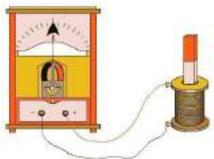
交變電流：_____。

溫故知新，探究準備

1、矩形線圈轉動過程中，哪些邊切割磁感線？怎樣求感應電動勢？



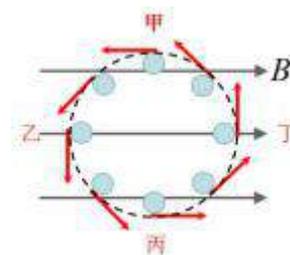
2、回憶右手定則，怎麼分析感應電流的方向？



3、如右圖，若 B 與 v 不垂直，怎麼求 AB 導線感應電動勢？設 v 與磁感線夾角為

探究二：線圈中電流方向怎樣變化？為何變化？

1、右圖為 AB 導線轉動一周各位置截圖，請分析各位置電流方向。

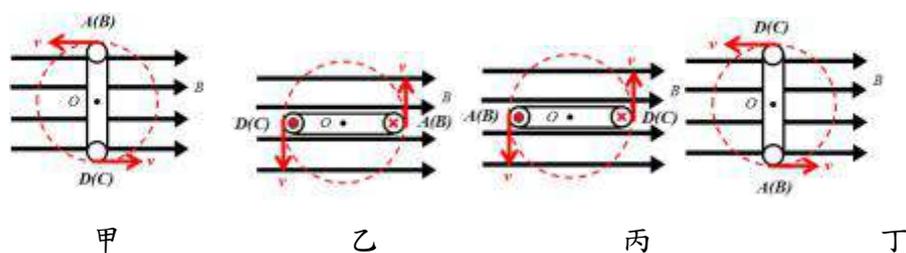


2、電流方向在何處發生變化？發生變化的原因是什麼？

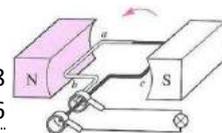
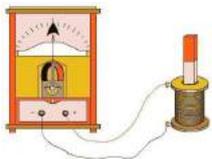
3、請分析線圈轉動一周過程，整個線圈電流方向及變化情況。

甲： 乙： 丙： 丁： _____

探究三：線圈中電流大小是否變化？怎樣變化？為何變化？



1、在哪些位置感應電流為最大？哪些位置感應電流最小？



2、小組討論，根據表格的提示分析四個過程中電流大小的變化情況， v 與磁感線夾角為 θ

過程	θ 的變化	$\sin\theta$ (增大或減小)	$v_{\perp}=v\sin\theta$ (增大或減小)	E (增大或減小)	I (增大或減小)
甲→ 乙					
乙→ 丙					
丙→ 丁					
丁→ 甲					

3、電流大小發生變化的原因是什麼？

探究四：電流隨時間變化的圖象遵循什麼規律？

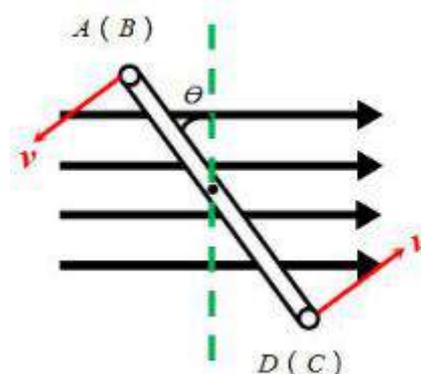
推導：從甲位置計時，求 t 時刻線圈中的感應電動勢 e 。已知磁感應強度為 B ，

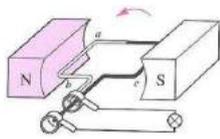
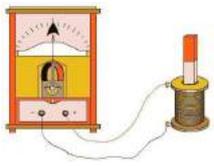
線圈轉動角速度為 ω ， AB 邊長為 L_1 ， AD 邊長為 L_2 。則此時刻： $v_{\perp} = v \sin \theta$

$$E = BLv_{\perp}$$

- 1、線圈轉過的角度為 $\theta =$ _____
- 2、 AB 邊的線速度大小 _____
- 3、速度沿垂直於磁場方向的分量 _____
- 4、 AB 邊（ CD 邊）產生的感應電動勢

$$e_{AB} = e_{CD} =$$





5、單匝線圈產生的電動勢 $e_0 =$ _____

6、 N 匝線圈產生的電動勢 $e =$ _____

● 結論：

線圈在勻強磁場內從甲位置開始轉動，交流電的電動勢隨時間按_____
規律變化。其中，把_____叫做暫態值，把_____叫做最大值或
者峰值。

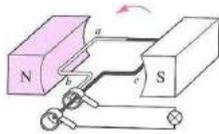
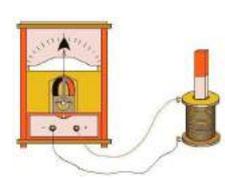
五、旋轉磁極式發電機

課後動手做一做，了解葛洲壩水力發電的原理

六、課後思考：

三峽大壩發電機產生的電壓為幾萬伏的交流電是怎樣跨過千山萬水，最終變成
220V 到達你身邊的呢？

七、小結反思



二、新課教學：§3.1 交變電流（第一課時）

課題	§3.1 交變電流		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2018.03.26	課型	新授課		課時	1 課時

2.1 教學目標

【知識與技能】

1. 使學生理解交變電流的產生原理，知道什麼是中性面。
2. 掌握交變電流的變化規律及表示方法。
3. 理解交變電流的暫態值和最大值及中性面的準確含義。

【過程與方法】

1. 掌握描述物理量的三種基本方法（文字法、公式法、圖象法）。
2. 培養學生觀察能力，空間想像能力以及將立體圖轉化為平面圖形的能力。
3. 培養學生運用數學知識解決物理問題的能力。

【情感態度與價值觀】

通過實驗觀察，激發學習興趣，培養良好的學習習慣，體會運用數學知識解決物理問題的重要性。

2.2 教學重點難點

1. 交變電流產生的物理過程的分析。
2. 交變電流的變化規律及應用。

2.3 教學方法

實驗探究法、講述討論法。

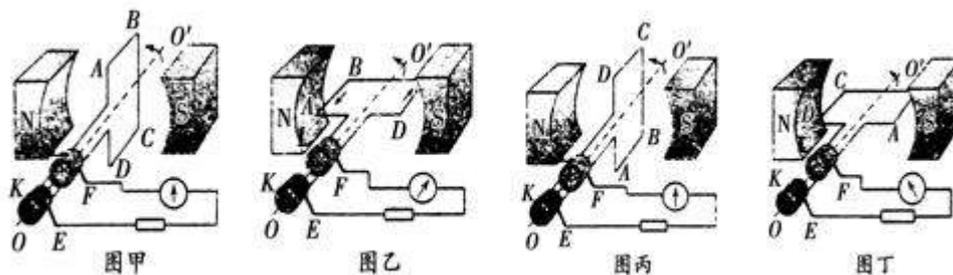
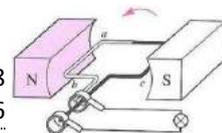
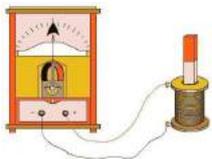
2.4 教學用具

交流發電機模型、投影儀、投影片、多媒體輔助教學設備。

2.5 教學過程

★重難點一、對交變電流的理解★

如圖所示，當線圈在磁場中繞 OO' 軸轉動時，哪些邊切割磁感線？產生電流的大小和方向為什麼會變化？線圈轉到哪些位置時沒有感應電流？



提示：當線圈在磁場中繞 OO' 軸轉動時， AB 、 CD 邊切割磁感線產生感應電流，由於兩邊切割磁感線的有效速度大小及方向不斷改變，所以產生的感應電流大小和方向不斷變化。線圈轉到甲和丙位置時沒有感應電流。我們稱之為中性面。

總結提升

1. 正弦式交變電流的產生：將閉合矩形線圈置於勻強磁場中，並繞垂直磁場方向的軸做勻速轉動。

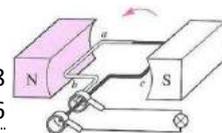
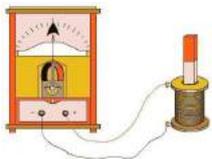
2. 中性面——線圈平面與磁感線垂直時的位置。

線圈處於中性面位置時，穿過線圈的 Φ 最大，但線圈中的電流為零。

線圈每次經過中性面時，線圈中感應電流方向都要改變，線圈轉動一周，感應電流方向改變兩次。

3. 兩個特殊位置的特點。

圖示		
概念	中性面位置	與中性面垂直的位置
特點	$B \perp S$	$B \parallel S$
	$\Phi = BS$ ，最大	$\Phi = 0$ ，最小
	$e = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = 0$ ，最小	$e = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = nBS\omega$ ，最大
	感應電流為零，方向改變	感應電流最大，方向不變

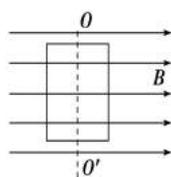


【特別提醒】

- (1) 線上圈轉動過程中，磁通量最大時，磁通量變化率恰好為零；磁通量為零時，磁通量變化率恰好最大。
- (2) 感應電動勢的大小由磁通量變化率決定，與磁通量的大小沒有直接關係。

【典型例題】如圖所示，一矩形閉合線圈在勻強磁場中繞垂直於磁場方向的轉軸 OO' 以恒定的角速度 ω 轉動，從線圈平面與磁場方向平行時開始計時，則在

$\frac{\pi}{2\omega} \sim \frac{3\pi}{2\omega}$ 這段時間內()

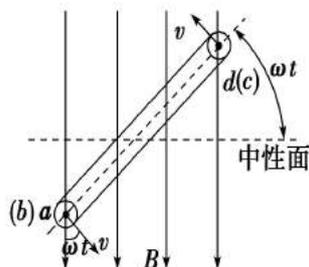


- 線圈中的感應電流一直在減小
- 線圈中的感應電流先增大後減小
- 穿過線圈的磁通量一直在減小
- 穿過線圈的磁通量的變化率先減小後增大

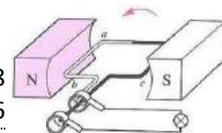
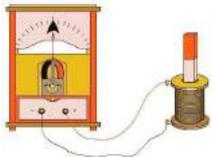
【答案】B

★重難點二、交變電流的變化規律★

如圖所示，線圈平面從中性面開始轉動，角速度為 ω 。經過時間 t 線圈轉過的角是 ωt ， ab 邊的線速度 v 的方向跟磁感線方向間的夾角也等於 ωt 。設 ab 邊長為 L_1 ， bc 邊長為 L_2 ，線圈面積 $S=L_1L_2$ ，磁感應強度為 B ，則：



- (1) ab 邊產生的感應電動勢多大？
- (2) 整個線圈中的感應電動勢多大？
- (3) 若線圈有 N 匝，則整個線圈的感應電動勢多大？



提示：(1) $e_{ab} = BL_1 v \sin \omega t = BL_1 \frac{L_2 \omega}{2} \sin \omega t = \frac{1}{2} BL_1 L_2 \omega \sin \omega t = \frac{1}{2} BS \omega \sin \omega t$.

(2) 整個線圈中的感應電動勢由 ab 和 cd 兩部分組成，且 $e_{ab} = e_{cd}$ ，所以 $e = e_{ab} + e_{cd} = BS \omega \sin \omega t$.

(3) 若線圈有 N 匝，則相當於 N 個完全相同的電源串聯，所以 $e = NBS \omega \sin \omega t$.

總結提升

1. 峰值運算式.

$$E_m = NBS\omega = N\Phi_m\omega,$$

$$I_m = \frac{E_m}{R+r}.$$

2. 從兩個特殊位置開始計時暫態值的運算式.

專案	從中性面位置開始計時	從與中性面垂直的位置開始計時
磁通量	$\Phi = \Phi_m \cos \omega t$ $= BS \cos \omega t$	$\Phi = \Phi_m \sin \omega t$ $= BS \sin \omega t$
感應電動勢	$e = E_m \sin \omega t$ $= NBS \omega \sin \omega t$	$e = E_m \cos \omega t$ $= NBS \omega \cos \omega t$

【特別提醒】

交變電流暫態運算式問題的破解程式

(1) 觀察線圈的轉動軸是否與磁感線垂直。

(2) 從中性面開始計時，電動勢按正弦規律變化；從線圈轉到與磁感線平行時開始計時，電動勢按余弦規律變化。

(3) 計算電動勢最大值和角速度 ω ，寫出電動勢的暫態運算式。

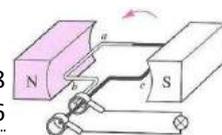
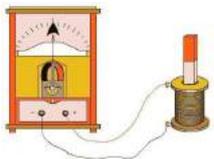
確定交變電流電動勢的暫態運算式時應注意以下三個方面：

1. 用 $E_m = nBS\omega$ 確定峰值。

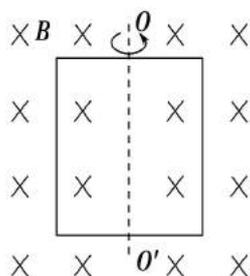
2. 確定角速度 ω ，若題中已知轉速為 n r/s，則 $\omega = 2\pi n$ 。

3. 確定計時起點位置，從而確定是選 $e = E_m \sin \omega t$ ，還是選 $e = E_m \cos \omega t$ 。

【典型例題】有一匝數為 10 匝的正方形線圈，邊長為 20 cm，線圈總電阻為 1Ω ，線圈繞 OO' 軸以 10π rad/s 的角速度勻速轉動，如圖所示，垂直於線圈平面(紙面)向裡的勻強磁場的磁感應強度為 0.5 T。從如圖示位置開始計時，問：



- (1) 該線圈產生的交變電流的電動勢和電流的峰值分別為多少？
- (2) 線圈從圖示位置轉過 60° 時，感應電動勢的暫態值是多大？
- (3) 寫出感應電動勢隨時間變化的暫態值運算式。



【解析】(1) 該交變電流的峰值為：

$$E_m = nBS\omega = 10 \times 0.5 \times 0.2^2 \times 10\pi \text{ V} = 6.28 \text{ V},$$

$$\text{電流的峰值為 } I_m = \frac{E_m}{R} = \frac{6.28}{1} \text{ A} = 6.28 \text{ A}.$$

(2) 線圈轉過 60° 時，感應電動勢的暫態值為：

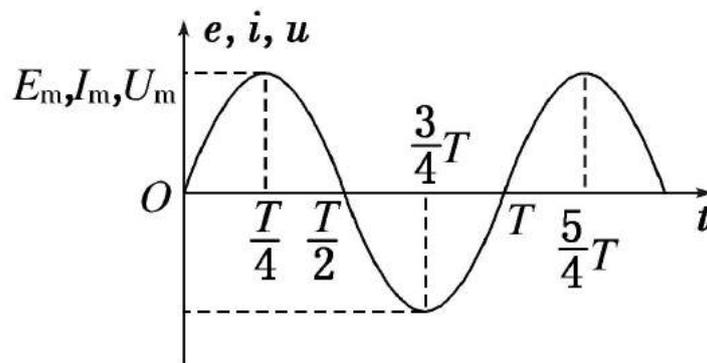
$$e = E_m \sin 60^\circ = 6.28 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ V} = 5.44 \text{ V}.$$

(3) 由於線圈轉動是從中性面開始計時的，所以感應電動勢的暫態值運算式為 $e = E_m \sin \omega t = 6.28 \sin 10\pi t (\text{V})$ 。

★重難點三、交變電流的圖象的理解及應用★

1. 圖象意義

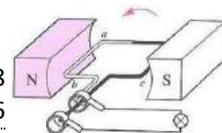
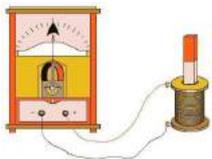
反映了交變電流的電流(電壓)隨時間變化的規律，如圖所示。



2. 通過圖象可了解到的資訊

最大值、週期、頻率。

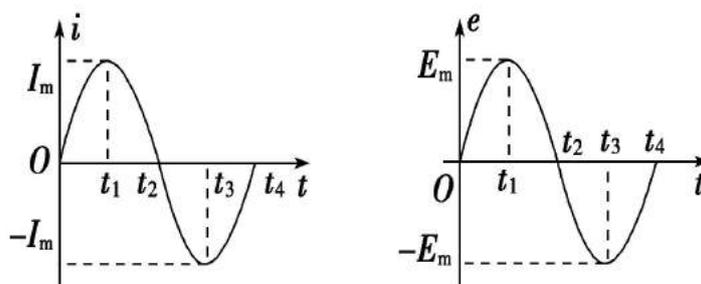
3. 特殊位置(時刻)物理量的特點



兩個位置 比較內容	中性面	中性面的垂直面
圖示		
時刻	$k \cdot T/2 (k=0,1,2, \dots)$	$k \cdot T/4 (k=1,3,5, \dots)$
位置	線圈平面與磁場垂直	線圈平面與磁場平行
磁通量	最大	零
磁通量變化率	零	最大
感應電動勢	零	最大
電流方向	改變	不變

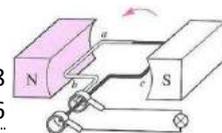
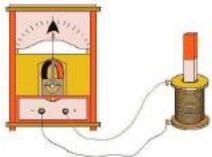
【特別提醒】

正弦式交變電流隨時間變化情況可以從圖象上表示出來，圖象描述的是交變電流、電動勢隨時間變化的規律，它們是正弦曲線，如圖所示。

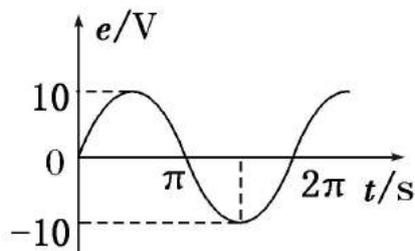


從圖象中可以解讀到以下資訊：

- (1) 交變電流的最大值 I_m 、 E_m 、週期 T 。
- (2) 因線圈在中性面時感應電動勢、感應電流均為零，磁通量最大，所以可確定線圈位於中性面的時刻。
- (3) 判斷線圈中磁通量的變化情況。
- (4) 分析判斷 i 、 e 隨時間的變化規律。



【典型例題】 一矩形線圈在勻強磁場中勻速轉動時，產生的交變電動勢的圖象如圖所示，則()



- A · 交流電的頻率是 4π Hz
- B · 當 $t=0$ 時，線圈平面與磁感線垂直，磁通量最大
- C · 當 $t=\pi$ s 時， e 有最大值
- D · $t=\frac{3}{2}\pi$ s 時， $e=-10$ V 最小，磁通量變化率最小

【思路探究】

(1)根據圖象分析週期 T ，各時刻的電動勢 e 隨時間的變化規律。

(2)當線圈在中性面時 $\rightarrow \Phi$ 最大 $\rightarrow \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = 0 \rightarrow e = 0$ 。

【答案】 B

【解析】 從圖象可知交流電的週期為 2π s，頻率為 $\frac{1}{2\pi}$ Hz， $t=\pi$ s 時， $e=0$

最小，A、C 錯誤； $t=0$ 時， e 最小， Φ 最大，B 正確； $t=\frac{3}{2}\pi$ s 時， $e=-10$ V，

e 最大， $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 最大，“-”號表示方向，D 錯誤。

2.6 板書設計

★重難點一、對交變電流的理解★

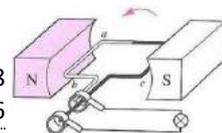
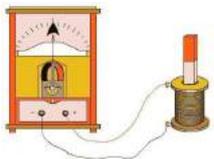
1. 正弦式交變電流的產生：將閉合矩形線圈置於勻強磁場中，並繞垂直磁場方向的軸做勻速轉動。

2. 中性面——線圈平面與磁感線垂直時的位置。

【特別提醒】

(1)線上圈轉動過程中，磁通量最大時，磁通量變化率恰好為零；磁通量為零時，磁通量變化率恰好最大。

(2)感應電動勢的大小由磁通量變化率決定，與磁通量的大小沒有直接關係。



★重難點二、交變電流的變化規律★

1. 峰值運算式.

$$E_m = NBS\omega = N\Phi_m\omega,$$

$$I_m = \frac{E_m}{R+r}.$$

2. 從兩個特殊位置開始計時暫態值的運算式.

專案	從中性面位置開始計時	從與中性面垂直的位置開始計時
磁通量	$\Phi = \Phi_m \cos \omega t$ $= BS \cos \omega t$	$\Phi = \Phi_m \sin \omega t$ $= BS \sin \omega t$
感應電動勢	$e = E_m \sin \omega t$ $= NBS\omega \sin \omega t$	$e = E_m \cos \omega t$ $= NBS\omega \cos \omega t$

★重難點三、交變電流的圖象的理解及應用★

1. 圖象意義

反映了交變電流的電流(電壓)隨時間變化的規律。

(1) 交變電流的最大值 I_m 、 E_m 、週期 T 。

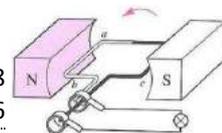
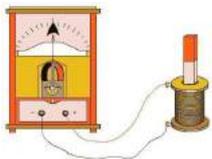
(2) 因線圈在中性面時感應電動勢、感應電流均為零，磁通量最大，所以可確定線圈位於中性面的時刻。

(3) 判斷線圈中磁通量的變化情況。

(4) 分析判斷 i 、 e 隨時間的變化規律。

2. 通過圖象可瞭解到的資訊

最大值、週期、頻率。



2.7 教學反思

交變電流知識對生產和生活關係密切，有廣泛的應用，考慮到高中階段只對交流電的產生、描述方法、基本規律作簡要的介紹，這些知識是已學過的電磁感應的引伸，所以在教學過程中對開闊學生思路、提高能力是很好好處的。

為了適應學生的接受能力，教材採取從感性到理性、從定性到定量逐漸深入的方法講述這個問題。教材先用教具演示矩形線圈在勻強磁場中勻速轉動時產生交流電，以展示交流電是怎樣產生的。並強調讓學生觀察教材圖 5.1-3 所示線圈通過甲、乙、丙、丁四個特殊位置時，電流錶指針變化的情況，分析電動勢和電流方向的變化，這樣學生就會對電動勢和電流的變化情況有個大致的瞭解。然後讓學生用右手定則獨立分析線圈中電動勢和電流的方向。這樣能充分調動學生的積極性，培養學生的觀察和分析能力。

關於交變電流的變化規律，教材利用上章學過的法拉第電磁感應定律引導學生進行推導，得出感應電動勢的暫態值和最大值的運算式，進而根據閉合電路歐姆定律和部分電路歐姆定律推出電流與電壓暫態值與最大值的運算式。

交變電流知識對生產和生活關係密切，有廣泛的應用，考慮到高中階段只對交流電的產生、描述方法、基本規律作簡要的介紹，這些知識是已學過的電磁感應的引伸，所以在教學過程中對開闊學生思路、提高能力是很好好處的。

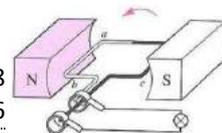
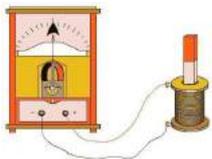
(一) 成功之處

1、交流與直流有許多相似之處，也有許多不同之處。這既是學習、瞭解交流電的關鍵，也是學習、研究新知識的重要方法。**在與已知的知識做對比中學習和掌握新知識特點的方法，是物理課學習中很有效和很常用的方法。**在學習交變電流之前，應幫助學生理解直流電和交流電的區別。其區別的關鍵是電流方向是否隨時間變化。同時給出了恒定電流的定義——大小和方向均不隨時間變化。

2、採用“實驗探究”模式，有效調動學生多種感官，發展學生多元智能，面向全體學生，讓具有不同特點的學生都能得到發展，注重因材施教。對於交變電流的產生，課本採取由感性到理性，由定性到定量，逐步深入的講述方法。**為了有利於學生理解和掌握，教學中要盡可能用示波器或模型或多媒體課件配合講解。**教學中讓學生觀察教材中的線圈通過 4 個特殊位置時電錶指針的變化情況，分析電動勢和電流方向的變化，使學生對線圈轉動一周中電動勢和電流的變化有比較清楚的瞭解。

3、用圖像表示交變電流的變化規律，是一種重要方法，它形象、直觀、學生易於接受。在學生已有的圖像知識的基礎上，較好地掌握這種表述方法。更要讓學生知道，交變電流有許多種，正弦電流只是其中簡單的一種。課本中用圖示的方法介紹了常見的幾種，以開闊學生思路，但不要求引伸。

4、在這一節中學生要第一次接受許多新名詞，如交變電流、正弦電流、中性面、暫態值、最大值（以及下一節的有效值）等等。要讓學生明白這些名詞的準確含義。特別是對中性面的理解，要讓學生明確，中性面是指與磁場方向



垂直的平面。當線圈位於中性面時，線圈中感應電動勢為零，線圈轉動過程中通過中性面時，其中感應電動勢方向要改變。

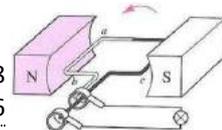
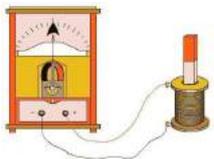
5、課本上介紹的交變電流的產生，實際上是正弦交流電的產生。以矩形線框在勻強磁場中勻速轉動為模型，以線框通過中性面為計時起點，得到電動勢隨時間滿足正弦變化的交變電流。這裡可以明確指出，電動勢的最大值由線框的匝數、線框面積、轉動角速度和磁感應強度共同決定。

6、採用多媒體技術，免去板書時間，大大提高課堂教學效率。

(二) 問題反思

1、學生能力因人而異，在推導規律過程中，少數學生不能按時完成，影響對後續知識的理解。但探究模式為大勢所趨，老師最好不要代替學生進行推導。要讓學生逐漸適應探究學習，提高獨立研究問題的能力，有困難的學生可課後單獨指導。

2、課堂容量較大，既有理論推導，又有猜想討論，還有實驗驗證。老師要宏觀調控，合理分配時間。重點在弄清基本原理，不能增加其他例題，留待後續解決。



三、重點探究：§3.1 交變電流（第二課時）

課題	§3.1 交變電流		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2018.03.27	課型	復習課		課時	1 課時

一、交變電流

1. 交變電流

大小和方向都隨時間做週期性變化的電流，簡稱交流。

2. 直流

方向不隨時間變化的電流。

二、交變電流的產生

1. 過程分析

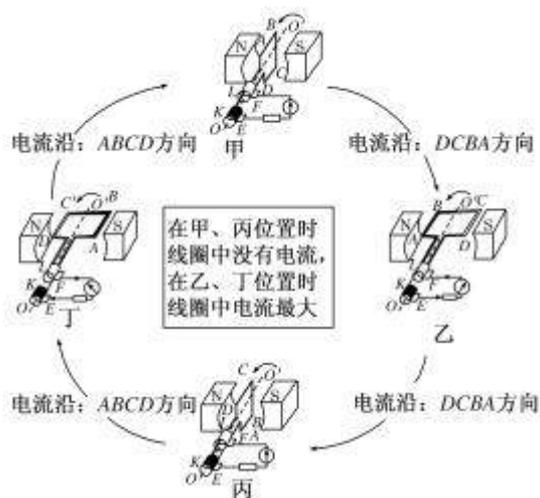


圖 511

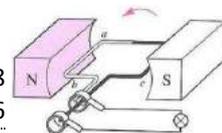
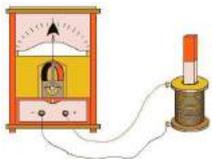
2. 中性面

線圈在磁場中轉動的過程中，線圈平面與磁場垂直時所在的平面。

三、交變電流的變化規律

1. 從兩個特殊位置開始計時的暫態值運算式

	從中性面位置開始計時	從與中性面垂直的位置開始計時
磁通量	$\Phi = \Phi_m \cos \omega t = BS \cos \omega t$	$\Phi = \Phi_m \sin \omega t = BS \sin \omega t$



感應 電動勢	$e = E_m \sin \omega t = NBS\omega \sin \omega t$	$e = E_m \cos \omega t = NBS\omega \cos \omega t$
電壓	$u = U_m \sin \omega t = \frac{RNBS\omega}{R+r} \sin \omega t$	$u = U_m \cos \omega t = \frac{RNBS\omega}{R+r} \cos \omega t$
電流	$i = I_m \sin \omega t = \frac{NBS\omega}{R+r} \sin \omega t$	$i = I_m \cos \omega t = \frac{NBS\omega}{R+r} \cos \omega t$

2. 交變電流的圖像

(1) 正弦式交變電流的圖像

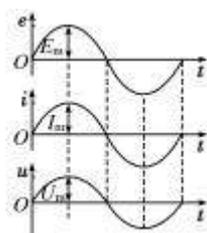


圖 512

(2) 其他幾種不同類型的交變電流



圖 513

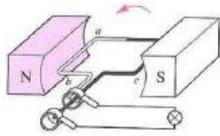
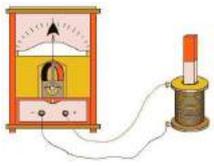
3.1 知識點一：正弦交變電流的產生

知識點 ①	正弦交變電流的產生
---	-----------

【核心突破】

1. 兩個特殊位置的特點

	中性面	中性面的垂面
位置	線圈平面與磁場	線圈平面與磁



	垂直	場平行
磁通量	最大	零
磁通量變化率	零	最大
感應電動勢	零	最大
感應電流	零	最大
電流方向	改變	不變

2. 正弦交變電流的產生條件

- (1) 勻強磁場。
- (2) 線圈勻速轉動。
- (3) 線圈的轉軸垂直於磁場方向。

【題組衝關】

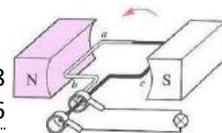
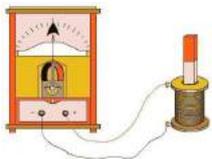
1. 一矩形線圈在勻強磁場中繞垂直於磁場方向的軸勻速轉動，當線圈通過中性面時()

- A. 線圈平面與磁感線方向平行
- B. 通過線圈的磁通量達到最大值
- C. 通過線圈的磁通量的變化率達到最大值
- D. 線圈中的感應電動勢達到最大值

解析：選 B 通過中性面時，線圈平面與磁感線方向垂直，磁通量最大，選項 A 錯誤，B 正確；此時通過線圈的磁通量的變化率為零，則感應電動勢為零，選項 C、D 錯誤。

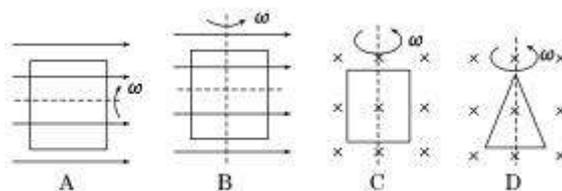
2. 關於線圈在勻強磁場中轉動時產生的交變電流，以下說法中正確的是()

- A. 線圈平面每經過中性面一次，感應電流方向就改變一次，感應電動勢方向不變
- B. 線圈每轉動一周，感應電流方向就改變一次
- C. 線圈平面每經過中性面一次，感應電動勢和感應電流的方向都要改變一次
- D. 線圈轉動一周，感應電動勢和感應電流方向都要改變一次



解析：選 C 線圈轉至中性面時，線圈平面垂直於磁感線，磁通量最大，但磁通量的變化率、感應電動勢、感應電流均為零，電流方向恰好發生變化。因此，線圈在勻強磁場中轉動產生交變電流時，每經過中性面一次，感應電動勢和感應電流的方向都要改變一次，線圈每轉動一周，兩次經過中性面，感應電動勢和感應電流的方向都改變兩次，所以 C 正確。

3. (多選) 下圖中哪些情況，線圈中產生了正弦交變電流(均勻速轉動)()



解析：選 BCD 根據正弦交變電流產生的條件可知，B、C、D 正確。

3.2 知識點二：交變電流暫態值運算式的書寫

<div style="background-color: #333; color: white; padding: 5px; display: inline-block;"> 知識點 ② </div>	交變電流暫態值運算式的書寫
---	---------------

【題組衝關】

[典例] 如圖 514 所示為演示用的手搖發電機模型，勻強磁場磁感應強度 $B = 0.5 \text{ T}$ ，線圈匝數 $N = 50$ ，每匝線圈面積為 0.48 m^2 ，轉速為 150 r/min ，線圈在勻速轉動過程中，從圖示位置開始計時。寫出交變感應電動勢暫態值的運算式。

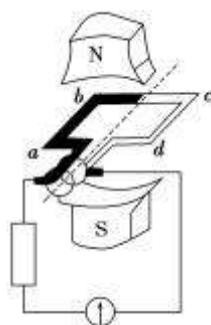
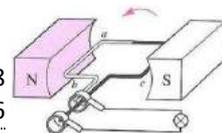
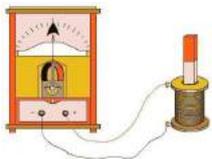


圖 514

[思路點撥]



[解析] 當線圈平面經過中性面時開始計時，則線圈在時間 t 內轉過的角度



為 ωt ，於是暫態感應電動勢 $e = E_m \sin \omega t$ 。

其中 $E_m = NBS\omega$ 。

由題意知 $N = 50$ ， $B = 0.5 \text{ T}$ ， $S = 0.48 \text{ m}^2$ ，

$$\omega = \frac{2\pi \times 150}{60} \text{ rad/s} = 5\pi \text{ rad/s}，$$

$$E_m = NBS\omega = 50 \times 0.5 \times 0.48 \times 5\pi \text{ V} \approx 188 \text{ V}，$$

所以 $e = 188 \sin 5\pi t \text{ V}$ 。

[答案] $e = 188 \sin 5\pi t \text{ V}$

【歸納總結】

求解交變電流的暫態值問題的答題模型



若線圈給外電阻 R 供電，設線圈本身電阻為 r ，由閉合電路歐姆定律得：

$$i = \frac{e}{R+r} = \frac{E_m}{R+r} \sin \omega t = I_m \sin \omega t。$$

R 兩端的電壓可記為 $u = U_m \sin \omega t$ 。

1. 有一個正方形線框的線圈匝數為 10 匝，邊長為 20 cm，線框總電阻為 1Ω ，線框繞 OO' 軸以 $10\pi \text{ rad/s}$ 的角速度勻速轉動，如圖 515 所示，垂直於線框平面向裡的勻強磁場的磁感應強度為 0.5 T，求：

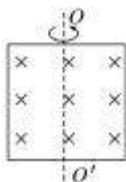
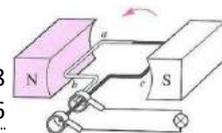
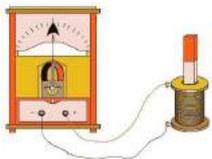


圖 515

(1) 該線框產生的交變電流電動勢最大值、電流最大值分別是多少？

(2) 線框從圖示位置轉過 60° 時，感應電動勢的暫態值是多大？



(3)寫出感應電動勢隨時間變化的運算式。

解析：(1)交變電流電動勢最大值為

$$E_m = nBS\omega = 10 \times 0.5 \times 0.2^2 \times 10\pi \text{ V} = 6.28 \text{ V}$$

電流的最大值為 $I_m = \frac{E_m}{R} = \frac{6.28}{1} \text{ A} = 6.28 \text{ A}$ 。

(2)線框轉過 60° 時，感應電動勢 $E = E_m \sin 60^\circ \approx 5.44 \text{ V}$ 。

(3)由於線框轉動是從中性面開始計時的，所以暫態值運算式為 $e = E_m \sin \omega t$
 $= 6.28 \sin 10\pi t \text{ V}$ 。

答案：(1)6.28 V 6.28 A (2)5.44 V

(3) $e = 6.28 \sin 10\pi t \text{ V}$

2.如圖 516 所示，一半徑為 $r = 10 \text{ cm}$ 的圓形線圈共 100 匝，在磁感應強度 $B = \frac{5}{\pi} \text{ T}$ 的勻強磁場中，繞垂直於磁場方向的中心軸線 OO' 以 $n = 600 \text{ r/min}$ 的轉速勻速轉動，當線圈轉至中性面位置(圖中位置)時開始計時。

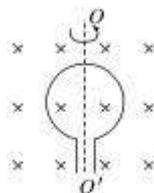


圖 516

(1)寫出線圈內所產生的交變電動勢的暫態值運算式；

(2)求線圈從圖示位置開始在 $\frac{1}{60} \text{ s}$ 時的電動勢的暫態值；

(3)求線圈從圖示位置開始在 $\frac{1}{60} \text{ s}$ 時間內的電動勢的平均值。

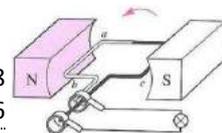
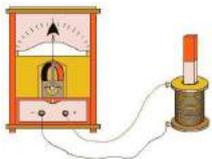
解析：線圈在勻強磁場中繞垂直於磁場方向的軸線勻速轉動時，線圈內產生正弦式交變電動勢，當線圈平面在中性面時開始計時，其運算式為 $e = E_m \sin \omega t$ ，而在某段時間內的平均電動勢可根據 $\bar{e} = N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ 求得。

(1) $e = E_m \sin \omega t$ ， $E_m = NBS\omega$ (與線圈形狀無關)， $\omega = 20\pi \text{ rad/s}$ ，

故 $e = 100 \sin 20\pi t \text{ V}$ 。

(2)當 $t = \frac{1}{60} \text{ s}$ 時， $e = 100 \sin 60^\circ \text{ V} = 50 \text{ V} \approx 86.6 \text{ V}$ 。

(3)在 $\frac{1}{60} \text{ s}$ 內線圈轉過的角度 $\theta = \omega t = 20\pi \times \frac{1}{60} \text{ rad} = \frac{\pi}{3} \text{ rad}$ ，由 $\Phi = BS \cos \omega t$ 知



$$\Delta\Phi = 2BS, \text{ 所以 } = N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{150}{\pi} \text{ V}。$$

答案：(1) $e = 100\sin 20\pi t$ V (2) 86.6 V (3) $\frac{150}{\pi}$ V

3.3 知識點三：交變電流的圖像

知識點 (3)	交變電流的圖像
----------------	----------------

【核心突破】

正弦式交變電流隨時間變化情況可以從圖像上表示出來，圖像描述的是交變電流隨時間變化的規律，它是一條正弦曲線，如圖 517 所示。

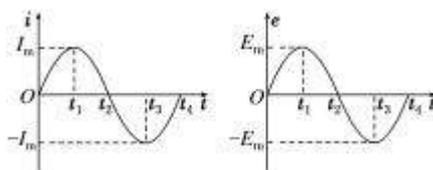


圖 517

從圖像中可以解讀到以下資訊：

1. 交變電流的最大值 I_m 、 E_m ，週期 T 。
2. 因線圈在中性面時感應電動勢、感應電流均為零，磁通量最大，所以可確定線圈位於中性面的時刻。
3. 找出線圈平行於磁感線的時刻。
4. 判斷線圈中磁通量的變化情況。
5. 分析判斷 i 、 e 隨時間變化的規律。

【題組衝關】

[典例] 處在勻強磁場中的矩形線圈 $abcd$ ，以恒定的角速度繞 ab 邊轉動，磁場方向平行於紙面並與 ab 邊垂直，在 $t=0$ 時刻，線圈平面與紙面重合(如圖 518)，線圈的 cd 邊離開紙面向外運動，若規定由 $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow a$ 方向的感應電流為正，則能反映線圈中感應電流 I 隨時間 t 變化的圖像是()

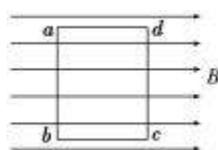
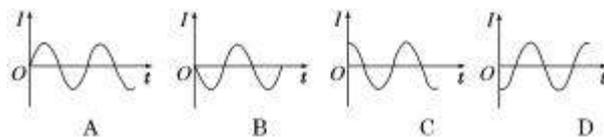
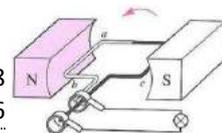
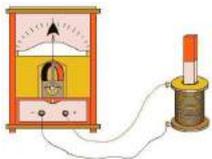
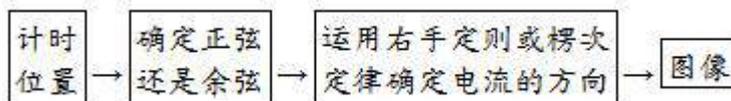


圖 518



[思路點撥]



[解析] 線圈在磁場中繞和磁場方向垂直的軸勻速轉動時可以產生按正弦規律變化的交變電流，對於圖示起始時刻，線圈的 cd 邊離開紙面向紙外運動，速度方向和磁場方向垂直，產生的電動勢的暫態值最大；用右手定則判斷出電流方向為逆時針方向，與規定的正方向相同，所以 C 對。

[答案] C

【歸納總結】

分析正弦交變電流圖像問題的兩個注意

- (1) 注意橫、縱坐標表示的物理量，以及圖像上的特殊位置。
- (2) 注意把圖像和線圈的轉動過程對應起來。

1. 一矩形線圈繞垂直於勻強磁場並位於線圈平面內的固定軸勻速轉動，線圈中的感應電動勢 e 隨時間 t 變化的規律如圖 519 所示，則下列說法正確的是 ()

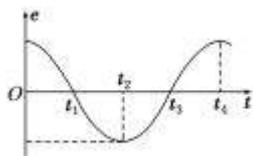
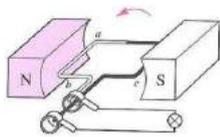
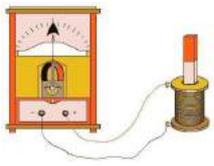


圖 519

- A. 圖像是從線圈平面位於中性面開始計時的
- B. t_2 時刻穿過線圈的磁通量為零
- C. t_2 時刻穿過線圈的磁通量的變化率為零
- D. 感應電動勢 e 的方向變化時，穿過線圈的磁通量的方向也變化

解析：選 B 由題圖可知，當 $t=0$ 時，感應電動勢最大，說明穿過線圈的磁通量的變化率最大，磁通量為零，即是從線圈平面與磁場方向平行時開始計



時的，選項 A 錯誤； t_2 時刻感應電動勢最大，穿過線圈的磁通量的變化率最大，磁通量為零，選項 B 正確，C 錯誤；感應電動勢 e 的方向變化時，線圈通過中性面，穿過線圈的磁通量最大，但方向並不變化，選項 D 錯誤。

2. (多選) 矩形線圈在勻強磁場中勻速轉動，所產生的交變電流的波形如圖 5110 所示，可知()

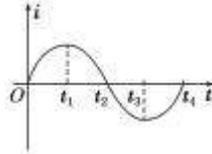


圖 5110

- A. 在 t_1 時刻穿過線圈的磁通量達到峰值
- B. 在 t_2 時刻穿過線圈的磁通量達到峰值
- C. 在 t_3 時刻穿過線圈的磁通量的變化率達到峰值
- D. 在 t_4 時刻穿過線圈的磁通量的變化率達到峰值

解析：選 BC 由題圖可知， t_1 和 t_3 時刻 i 最大，所以這兩個時刻磁通量的變化率最大，線圈處於垂直中性面的位置，穿過線圈的磁通量為 0。 t_2 和 t_4 兩時刻 $i=0$ ，即 $\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}=0$ ，線圈處於中性面位置，此時穿過線圈的磁通量最大。故 B、C 正確。

3. (多選) 在勻強磁場中，一矩形金屬線框繞與磁感線垂直的轉軸勻速轉動，如圖 5111 甲所示，產生的交變電動勢的圖像如圖乙所示，則()

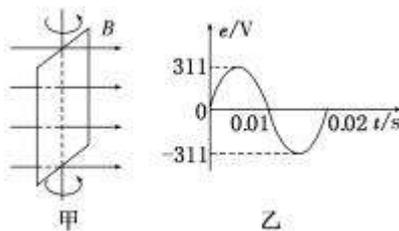
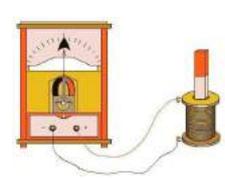


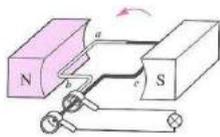
圖 5111

- A. $t=0.005$ s 時穿過線框的磁通量的變化率為零
- B. $t=0.01$ s 時線框平面與中性面重合
- C. 感應電動勢的最大值為 311 V
- D. 線框轉動是從中性面開始計時的

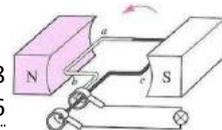
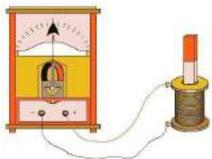
解析：選 BCD 由題中圖像可知，該交變電動勢的暫態值運算式為 $e=311\sin 100\pi t(\text{V})$ 。 $t=0.005$ s 時感應電動勢最大，穿過線框的磁通量的變化率最



2017/2018
參選編號:C056



大，選項 A 錯誤； $t=0.01\text{ s}$ 時感應電動勢為零，穿過線框的磁通量最大，線框平面與中性面重合，選項 B 正確；感應電動勢的最大值為 311 V ，選項 C 正確；由題圖知該交變電動勢符合正弦變化規律，線框轉動是從中性面開始計時的，選項 D 正確。



第二課題 §3.2 描述交變電流的物理量 (2 課時)

一、課前自主預習學案

【學習目標】

1. 能解釋交變電流的週期、頻率的含義。並能說出 T 、 f 、 ω 三者的關係，知道我國交流電的週期、頻率。
2. 能熟練表述交變電流有效值的含義，準確表述正弦交變電流有效值與峰值的關係。
3. 知道電容器的耐壓值低於交流的峰值電容器會被擊穿，用電器銘牌上標注的電壓和電流值、電錶測出的交流電壓和電流值、保險絲的熔斷電流等均為有效值。能在具體情境應用中準確選擇有效值、峰值、平均值進行計算。
4. 會準確、熟練計算一些特殊情境下的有效值。

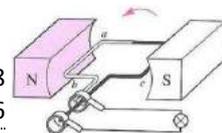
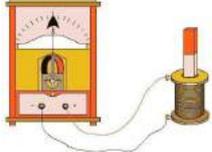
【新知預習】

一、週期和頻率

1. 週期 T : _____, 單位_____。
2. 頻率 f : _____, 單位_____, 符號_____。
3. 週期和頻率的關係: _____, 線圈角速度 ω 與頻率 f 的關係: _____。
4. 我國交流電的週期和頻率分別為_____。

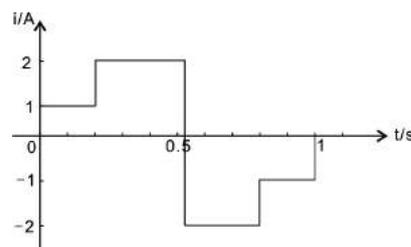
二、峰值和有效值

1. **峰值**: 當線圈平面與磁場方向平行時, 產生的感應電動勢、感應電流及路端電壓的最大值, 用 E_m 、 I_m 和 U_m 表示, 其中 $E_m =$ _____。
最大值的適用實例: 把電容器接在交流電路中, 就需要知道電壓的峰值。電容器所能承受的電壓要_____交流電電壓的峰值, 否則電容器就可能被擊穿。
2. **有效值**: 讓_____與_____分別通過大小相同的電阻, 如果在交流的它們產生的_____相等, 而這個恒定電流是 I 、電壓是 U , 我們就把 I 、 U 叫做這個交流的有效值。



情景問題：如圖所示，是一個通過一個 $R=1\Omega$ 的電阻的電流 i 隨時間變化的曲線，這個電流不是恒定電流。

- (1) 怎樣計算通電 1s 內電阻 R 中產生的熱量？
- (2) 如果有一個大小、方向都不變的恒定電流通過這個電阻 R ，也能在 1s 內產生同樣的熱，這個電流是多大？



3. 對交變電流有效值的理解

(1) 正(餘)弦式交變電流的有效值與峰值的關係： $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$ ， $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$ 。

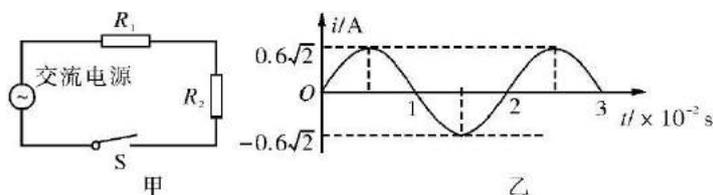
(2) 有效值的使用範圍

- ① 各種使用交變電流的用電器上所標的額定電壓、額定電流值都是指交變電流的有效值。
- ② 各種交流電流錶和交流電壓表的測量值也都是有效值。
- ③ 凡涉及能量問題，如電能與其他形式的能的轉化過程中，涉及交變電流的電功、電功率等物理量均用有效值，計算保險絲的熔斷電流也用有效值。
- ④ 家庭電路電壓 220V 和動力電壓 380V 是指有效值。
- ⑤ 以後提到的交變電流的數值，凡沒有特別說明的都是指有效值

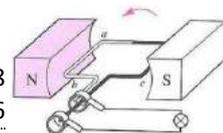
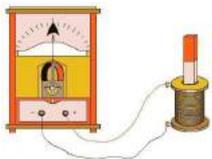
【導析探究】

導析一：正弦交變電流相關物理量的計算

例 1. 電阻 R_1 、 R_2 和交流電源按照圖甲所示方式連接， $R_1=10\Omega$ ， $R_2=20\Omega$ 。合上開關 S 後，通過電阻 R_2 的正弦交變電流 i 隨時間 t 變化的情況如圖乙所示。則 ()

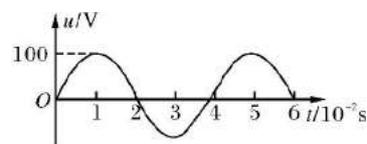


- | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| A · 通過 R_1 的電流的有效值是 1.2A | B · R_1 兩端的電壓有效值是 6V |
| C · 通過 R_2 的電流的有效值是 $1.2\sqrt{2}A$ | D · R_2 兩端的電壓有效值是 $6\sqrt{2}V$ |



例 2. 一正弦交流電的電壓隨時間變化的規律如圖所示。由圖可知 ()

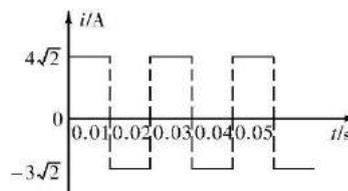
- A. 該交流電的電壓瞬時值的運算式為 $u=100\sin(25t)$ V
- B. 該交流電的頻率為 25 Hz
- C. 該交流電的電壓的有效值為 141.4 V
- D. 若將該交流電壓加在阻值 $R=100\ \Omega$ 的電阻兩端，則電阻消耗的功率是 50 W



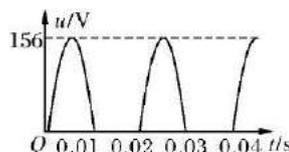
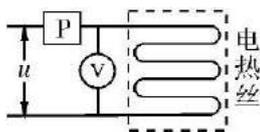
導析二：特殊交變電流有效值的計算

例 3. 如圖表示一交流電的電流隨時間而變化的圖像。此交流電的有效值是 ()

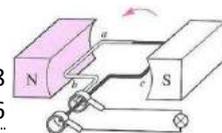
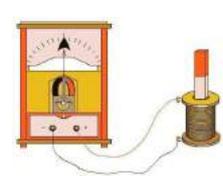
- A. $5\sqrt{2}A$
- B. 5A
- C. $3.5\sqrt{2}A$
- D. 3.5A



例 4. 如圖為某型號電熱毯的電路圖，將電熱絲接在 $u=156\sin 120\pi t$ V 的電源上，電熱毯被加熱到一定溫度後，由於 P 的作用使輸入的正弦交流電僅有半個週期能夠通過，即電壓變為圖所示波形，從而進入保溫狀態。則此時交流電壓表 ()



- A. 測量的是電壓的最大值，讀數是 156 V
- B. 測量的是電壓的有效值，讀數是 110 V
- C. 測量的是電壓的有效值，讀數是 78 V
- D. 測量的是電壓的有效值，讀數是 55 V



二、新課教學：§3.2 描述交變電流的物理量（第一課時）

課題	§3.2 描述交變電流的物理量		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2018.03.28	課型	新授課		課時	1 課時

2.1 教學目標

【知識與技能】

1. 理解什麼是交變電流的峰值和有效值，知道它們之間的關係。
2. 理解交變電流的週期、頻率以及它們之間的關係。知道我國生產和生活用電的週期（頻率）的大小。

【過程與方法】

能應用數學工具描述和分析處理物理問題。

【情感態度與價值觀】

讓學生了解多種電器銘牌，介紹現代科技的突飛猛進，激發學生的學習熱情。

2.2 教學重點難點

1. 交變電流有效值概念。
2. 交變電流有效值概念及計算。

2.3 教學方法

實驗演示法、互動探究法、講授討論、小組合作學習。

2.4 教學用具

課件多媒體教學課件、小燈泡、手搖交流發電機模型、多媒體投影儀。

2.5 教學過程

（一）引入新課

首先復習提問：

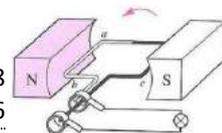
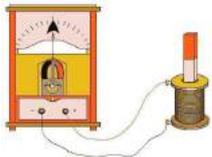
什麼是交變電流？什麼叫正弦式交變電流？

正弦式交變電流的電動勢暫態值運算式是什麼？最大值是什麼？

（二）進行新課

用什麼物理量來描述交變電流變化的快慢呢？

1、交變電流的週期和頻率。



交變電流跟別的週期性過程一樣，是用週期或頻率來表示變化快慢的。

(1) **週期**：我們把交變電流完成一次週期性變化所需的時間，叫做交變電流的週期。週期用 T 表示，單位是 s 。

(2) **頻率**：交變電流在 $1s$ 內完成週期性變化的次數，叫做交變電流的頻率。頻率用 f 表示，單位是 Hz 。

(3) **週期和頻率的關係是**： $T = \frac{1}{f}$ 或 $f = \frac{1}{T}$

[說明]① 我國工農業生產和日常生活中用的交變電流週期是 $0.02s$ ，頻率是 $50Hz$ ，電流方向每秒鐘改變 100 次。② 交變電流的週期和頻率跟發電機轉子的角速度有關。 ω 越大，週期越短、頻率越高。

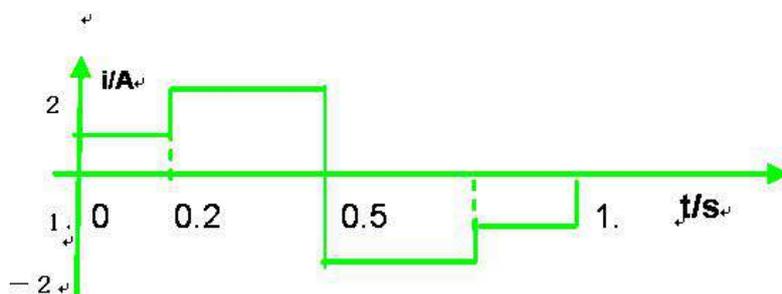
2、交變電流的峰值和有效值

(1) **交變電流峰值** (I_m 、 E_m 、 U_m)：指交變電流各個參量一個週期內所能達到的最大值。表示交變電流的強弱或電壓的高低。實際中需要考慮。

例如：電容器接在交流電路中，應需要知道交變電壓的最大值，電容器的額定電壓應高於交變電壓的最大值，否則電容器有可能被擊穿。

(2) **交變電流有效值** (I 、 E 、 U)：

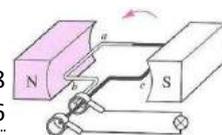
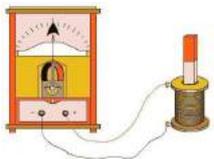
[思考與討論] 如圖所示的電流通過一個 $R=1\Omega$ 的電阻，它不是恒定電流。



(a)、怎樣計算通電 $1s$ 內電阻 R 中產生的熱量?

解析：圖象反映的交變電流可以分為 4 段。前半個週期中， $0—0.2s$ 內，可看成電流大小為 $1A$ 的恒定電流， $0.2s—0.5s$ 內，可看成電流大小為 $2A$ 的恒定電流。後半個週期的電流與前半個週期方向相反，但產生熱量相同。

$$Q_1 = (I_1^2 R t_1 + I_2^2 R t_2) \times 2$$
$$= (1^2 \times 1 \times 0.2 + 2^2 \times 1 \times 0.3) \times 2 J = 2.8 J$$



則交流電的熱量：

(b) 如果有一個大小、方向都不變的恒定電流通過電阻R，也能在1s內產生同樣的熱，這個電流是多大？

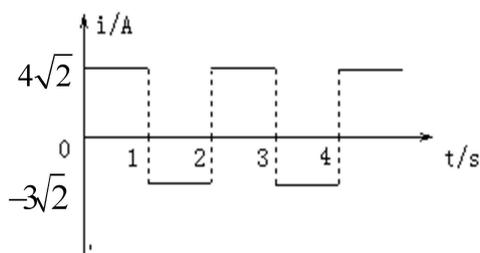
恒定電流的熱量：

$$\begin{aligned}Q_2 &= Q_1 \\I^2 R t &= 2.8 J \\I &= \sqrt{\frac{2.8}{1 \times 1}} A = 1.7 A\end{aligned}$$

[教師指出]

- 1) 有效值：(抓三個相同)讓交流與恒定電流通過相同的電阻，如果它們在一個週期內內產生的熱量相等，把恒定電流的值叫做這個交變電流的有效值。

例 1、如圖表示一交流的電流隨時間變化的圖像,求該電流的有效值?



[學生板演做題步驟，教師點評]

解析：交變電流一個週期內產生的熱量

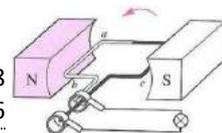
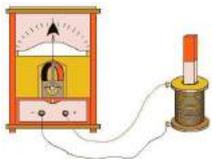
$$I^2 R T = \frac{1}{2} I_1^2 R T + \frac{1}{2} I_2^2 R T$$

恒定電流的熱量： $Q_2 = I^2 \cdot R \cdot T$

由有效值定義知： $Q_1 = Q_2$

解得： $I = 5 A$

- 2) 正弦交流電有效值與最大值之間的關係



$$E = E_m / \sqrt{2} = 0.707E_m;$$

$$U = U_m / \sqrt{2} = 0.707U_m;$$

$$I = I_m / \sqrt{2} = 0.707I_m.$$

例2、試寫出我國生活用電的規律運算式？

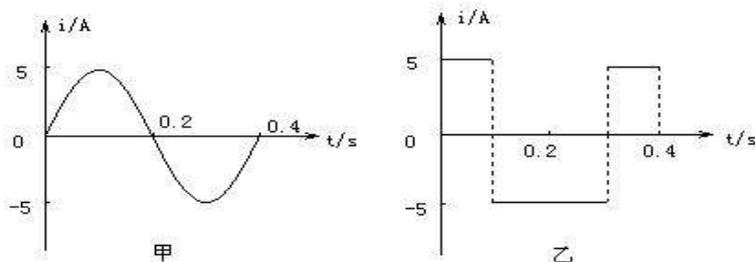
[學生] $u = 220\sqrt{2}\sin(100\pi t) \text{ V}$

[解析] 生活用電的有效值 $U=220\text{V}$ ，頻率 $f=50\text{Hz}$ ，所以

$$U_m = 220\sqrt{2} \text{ V},$$

$$\omega = 2\pi f = 100\pi \text{ Hz}。又運算式 $u = U_m \cdot \sin\omega t$ 可得。$$

例3、圖中兩交變電流通過相同的電阻R。求：(1) 分別寫出它們的有效值、週期和頻率。(2) 計算它們在R上產生的功率之比。



$$\begin{aligned} (1) I_1 &= \frac{5}{2} \sqrt{2} \text{ A} & T_1 &= 0.4 \text{ s} & f_1 &= 2.5 \text{ Hz} \\ I_2 &= 5 \text{ A} & T_2 &= 0.4 \text{ s} & f_2 &= 2.5 \text{ Hz} \end{aligned}$$

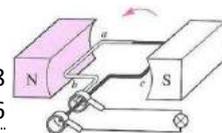
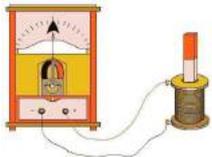
$$(2) P_\varphi : P_z = I_1^2 R : I_2^2 R = (I_1 / I_2)^2 = 1:2$$

[說明]

①交流用電設備上所標的額定電壓和額定電流是有效值；交流電壓表和交流電流表的示數是有效值；交變電流的數值在無特別說明時都是指有效值。②交變電流的有效值是根據電流的热效應來規定的。引入有效值的概念便於把處理恒定電流的一些方法拓展到交流電中。

(三) 課堂總結

1. 週期或頻率：表示交變電流變化的快慢。
2. 有效值：表示交變電流的热效應。



3. 正弦交變電流有效值與最大值存在著一定的關係。

(四) 佈置作業 課前導學案練習題

2.6 板書設計

1、交變電流的週期和頻率

(1) 週期：

(2) 頻率：

(3) 週期和頻率的關係：

2、交變電流的峰值和有效值

(1) 交變電流峰值 (I_m 、 E_m 、 U_m)：

(2) 交變電流有效值 (I 、 E 、 U)：

①有效值：②正弦交流電有效值與最大值的關係

2.7 教學反思

交變電流知識對生產和生活關係密切，有廣泛的應用，考慮到高中階段只對交流電的產生、描述方法、基本規律作簡要的介紹，這些知識是已學過的電磁感應的引伸，所以在教學過程中對開闊學生思路、提高能力是很有好處的。

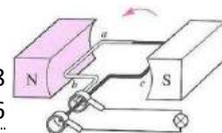
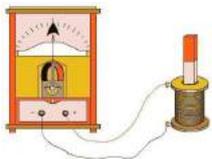
為了適應學生的接受能力，教材採取從感性到理性、從定性到定量逐漸深入的方法講述這個問題。教材先用教具演示矩形線圈在勻強磁場中勻速轉動時產生交流電，以展示交流電是怎樣產生的。並強調讓學生觀察教材圖 5.1-3 所示線圈通過甲、乙、丙、丁四個特殊位置時，電流錶指針變化的情況，分析電動勢和電流方向的變化，這樣學生就會對電動勢和電流的變化情況有個大致的瞭解。然後讓學生用右手定則獨立分析線圈中電動勢和電流的方向。這樣能充分調動學生的積極性，培養學生的觀察和分析能力。

關於交變電流的變化規律，教材利用上章學過的法拉第電磁感應定律引導學生進行推導，得出感應電動勢的暫態值和最大值的運算式，進而根據閉合電路歐姆定律和部分電路歐姆定律推出電流與電壓暫態值與最大值的運算式。

交變電流知識對生產和生活關係密切，有廣泛的應用，考慮到高中階段只對交流電的產生、描述方法、基本規律作簡要的介紹，這些知識是已學過的電磁感應的引伸，所以在教學過程中對開闊學生思路、提高能力是很有好處的。

(一) 成功之處

1、交流與直流有許多相似之處，也有許多不同之處。這既是學習、瞭解交流電的關鍵，也是學習、研究新知識的重要方法。在與已知的知識做對比中學習和掌握新知識特點的方法，是物理課學習中很有效和很常用的方法。在學習交變電流之前，應幫助學生理解直流電和交流電的區別。其區別的關鍵是電流



方向是否隨時間變化。同時給出了恒定電流的定義——大小和方向均不隨時間變化。

2、採用“實驗探究”模式，有效調動學生多種感官，發展學生多元智能，面向全體學生，讓具有不同特點的學生都能得到發展，注重因材施教。對於交變電流的產生，課本採取由感性到理性，由定性到定量，逐步深入的講述方法。為了有利於學生理解和掌握，教學中要盡可能用示波器或模型或多媒體課件配合講解。教學中讓學生觀察教材中的線圈通過4個特殊位置時電錶指針的變化情況，分析電動勢和電流方向的變化，使學生對線圈轉動一周中電動勢和電流的變化有比較清楚的瞭解。

3、用圖像表示交變電流的變化規律，是一種重要方法，它形象、直觀、學生易於接受。在學生已有的圖像知識的基礎上，較好地掌握這種表述方法。更要讓學生知道，交變電流有許多種，正弦電流只是其中簡單的一種。課本中用圖示的方法介紹了常見的幾種，以開闊學生思路，但不要求引伸。

4、在這一節中學生要第一次接受許多新名詞，如交變電流、正弦電流、中性面、暫態值、最大值（以及下一節的有效值）等等，要讓學生明白這些名詞的準確含義。特別是對中性面的理解，要讓學生明確，中性面是指與磁場方向垂直的平面。當線圈位於中性面時，線圈中感應電動勢為零，線圈轉動過程中通過中性面時，其中感應電動勢方向要改變。

5、課本上介紹的交變電流的產生，實際上是正弦交流電的產生。以矩形線框在勻強磁場中勻速轉動為模型，以線框通過中性面為計時起點，得到電動勢隨時間滿足正弦變化的交變電流。這裡可以明確指出，電動勢的最大值由線框的匝數、線框面積、轉動角速度和磁感應強度共同決定。

6、採用多媒體技術，免去板書時間，大大提高課堂教學效率。

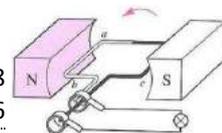
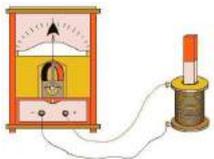
（二）問題反思

1、學生能力因人而異，在推導規律過程中，少數學生不能按時完成，影響對後續知識的理解。但探究模式為大勢所趨，老師最好不要代替學生進行推導。要讓學生逐漸適應探究學習，提高獨立研究問題的能力，有困難的學生可課後單獨指導。

2、課堂容量較大，既有理論推導，又有猜想討論，還有實驗驗證。老師要宏觀調控，合理分配時間。重點在弄清基本原理，不能增加其他例題，留待後續解決。

三、重點探究：§3.2 描述交變電流的物理量（第二課時）

課題	§3.2 描述交變電流的物理量		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2018.04.03	課型	復習課		課時	1 課時



一、週期和頻率

1·物理意義

描述交變電流變化快慢的物理量。

2·週期

交變電流完成一次週期性變化所需的時間；用 T 表示，單位是秒(s)。

3·頻率

交變電流在 1 s 內完成週期性變化的次數；用 f 表示，單位是赫茲(Hz)。

4· ω 、 T 、 f 的關係

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f,$$

$$T = \frac{1}{f} \text{ 或 } f = \frac{1}{T}.$$

5·我國民用交變電流的週期和頻率

(1)週期： $T = \underline{0.02}$ s。

(2)頻率： $f = \underline{50}$ Hz。

$\omega = 100\pi$ rad/s，電流方向每秒鐘改變 100 次。

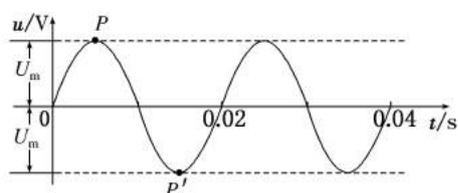


圖 5-2-1

二、峰值、有效值和相位

1·峰值

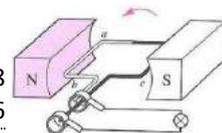
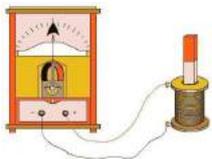
(1)定義：交變電流的電壓、電流所能達到的最大數值。

(2)應用：電容器所能承受的電壓要高於交流電壓的峰值。

2·有效值

(1)定義：讓交變電流與恒定電流分別通過大小相同的電阻，如果在交流的一個週期內它們產生的熱量相等，則這個恒定電流的電流 I 、電壓 U ，叫做這個交流的有效值。

(2)應用



①交流用電設備上所標的額定電壓和額定電流。

②交流電壓表測量的數值。

③無特別說明時提到的交變電流的數值。

3·峰值和有效值的關係

對於正弦式交變電流，有效值 I 、 U 與峰值 I_m 、 U_m 之間的關係： $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$ ， $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$ 。

4·相位

(1)正弦式交變電流暫態值運算式中正弦符號“sin”後面的量“ $\omega t + \varphi$ ”叫做交變電流的相位，“ φ ”叫初相位。

(2)兩支交流的相位之差叫做它們的相位差；當它們的頻率相同時，相位差是個常數。

3.1 知識點一：描述交變電流的物理量

知識點 ①	描述交變電流的物理量
-------	------------

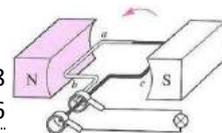
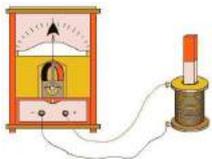
【核心突破】

- 1·線圈轉動一周，交變電流恰好完成一次週期性變化。
- 2·從線圈轉動的角度來說，週期就是線圈在磁場中轉動一周所用的時間；頻率就是線圈在磁場中一秒鐘內轉動的圈數。
- 3·線圈在勻強磁場中轉動一周，電動勢、電流都按正(餘)弦規律變化一次。

【題組衝關】

- 1·關於交變電流的週期和頻率，下列說法中正確的是()
- A·正弦式交變電流最大值連續出現兩次的時間間隔等於週期
- B·1 s 內交變電流出現最大值的次數等於頻率
- C·交變電流方向變化的頻率為交變電流頻率的 2 倍
- D·50 Hz 的交變電流，其週期等於 0.05 s

解析：選 C 根據週期的定義知選項 A、B 錯誤。因為在一個週期的時間



內，交變電流會出現正向和負向最大值各一次，但相鄰兩個峰值的時間間隔為半個週期。交變電流在一個週期內方向改變兩次，即方向變化的頻率為交變電流頻率的 2 倍，所以選項 C 正確。由 $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50} \text{ s} = 0.02 \text{ s}$ ，知選項 D 錯誤。

2. (多選)某小型發電機產生的交變電動勢為 $e = 50\sin 100\pi t(\text{V})$ ，對此電動勢，下列表述正確的是()

- A · 最大值是 $50\sqrt{2} \text{ V}$ B · 頻率是 100 Hz
C · 有效值是 $25\sqrt{2} \text{ V}$ D · 週期是 0.02 s

解析：選 CD 由交變電動勢的運算式可知，電動勢的最大值 $E_m = 50 \text{ V}$ ，有效值為 $E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = 25\sqrt{2} \text{ V}$ ，週期 $T = \frac{2\pi}{\omega} = 0.02 \text{ s}$ ，頻率 $f = \frac{1}{T} = 50 \text{ Hz}$ ，故 C、D 正確。

3. 小型交流發電機中，矩形金屬線圈在勻強磁場中勻速運動，產生的感應電動勢與時間呈正弦函數關係，如圖 5-2-2 所示。此線圈與一個 $R = 10 \Omega$ 的電阻構成閉合電路。不計電路的其他電阻，下列說法正確的是()

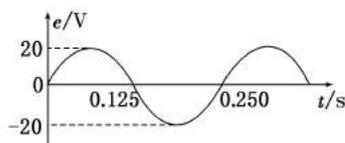
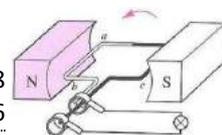
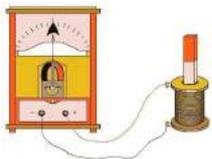


圖 5-2-2

- A · 交變電流的週期為 0.125 s
B · 交變電流的頻率為 8 Hz
C · 交變電流的有效值為 $\sqrt{2} \text{ A}$
D · 交變電流的最大值為 4 A

解析：選 C 由圖像可以看出，此交變電流的週期為 0.250 s，電壓的最大值 $U_m = 20 \text{ V}$ ，所以交變電流的頻率為 4 Hz，A、B 項均錯誤；交變電流的最大值 $I_m = \frac{U_m}{R} = 2 \text{ A}$ ，有效值 $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \sqrt{2} \text{ A}$ ，C 項正確，D 項錯誤。



3.2 知識點二：交變電流有效值的計算

知識點 (2)	交變電流有效值的計算
----------------	-------------------

【題組衝關】

【典例】 如圖 5-2-3 所示是一交變電流隨時間而變化的圖像，此交變電流的有效值是()

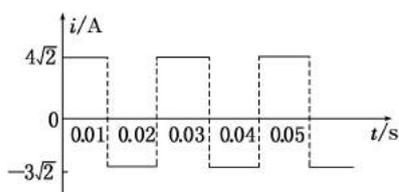
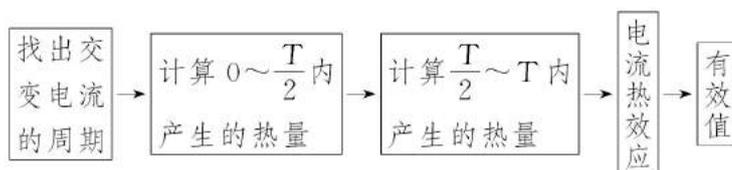


圖 5-2-3

- A · $5\sqrt{2}$ A B · 5 A
C · $3.5\sqrt{2}$ A D · 3.5 A

【思路點撥】



【解析】 根據交變電流有效值的定義可得

$$I_1^2 R t_1 + I_2^2 R t_2 = I^2 R T$$

$$(4\sqrt{2})^2 R \times 0.01 + (3\sqrt{2})^2 R \times 0.01 = I^2 R \times 0.02$$

解得 $I = 5$ A。

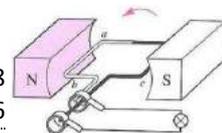
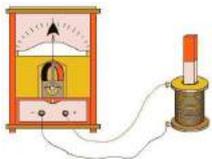
【答案】 B

【歸納總結】

探規尋律

交流電有效值的求解方法

交變電流類型	有效值求解方法
--------	---------



解析：選 B 計算電阻發熱 $Q = I^2 R t$ 需用交流電的有效值，圖甲的有效值為 $I_1 = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$ ，圖乙的有效值為 $I_2 = I_m$ ，所以代入可得 $\frac{Q_{甲}}{Q_{乙}} = \frac{1}{2}$ 。B 正確。

3.3 知識點三：交變電流的四值比較

	交變電流的四值比較
--	------------------

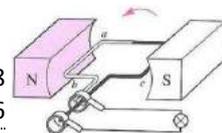
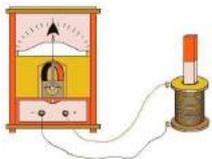
【核心突破】

正弦式交變電流的四值對比

	物理含義	重要關係	適用情況
暫態值	交變電流某一時刻的值	$e = E_m \sin \omega t$ $i = I_m \sin \omega t$	計算線圈某一時刻的受力情況
最大值	最大的暫態值	$E_m = nBS\omega$ $I_m = \frac{E_m}{R+r}$	確定電容器的耐壓值
有效值	跟交變電流的熱效應等效的恒定電流值、電壓值	$E = \frac{E_m}{\sqrt{2}}$ $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$ $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$	(1) 計算與電流熱效應相關的量(如功率、熱量) (2) 交流電表的測量值 (3) 電氣設備標注的額定電壓、額定電流 (4) 保險絲的熔斷電流
平均值	交變電流圖像中圖線與時間軸所圍面積與時間的比值	$\bar{E} = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ $\bar{I} = \frac{\bar{E}}{R+r}$	計算通過電路橫截面的電荷量

【題組衝關】

[典例] 在水準方向的勻強磁場中，有一個正方形閉合線圈繞垂直於磁感線的軸勻速轉動，已知線圈的匝數為 $N=100$ 匝，邊長為 20 cm ，電阻為 $10\ \Omega$ ，



轉動頻率 $f=50\text{ Hz}$ ，磁場的磁感應強度為 0.5 T ，求：

- (1) 外力驅動線圈轉動的功率；
- (2) 當線圈轉至線圈平面與中性面的夾角為 30° 時，線圈產生的感應電動勢及感應電流的大小；
- (3) 線圈由中性面轉至與中性面成 60° 角的過程中，通過導線橫截面的電荷量。

[思路點撥] 解答本題的思路如下：

交變電流的有效值 → 計算電功率

交變電流的
瞬時值 → 計算某時刻的感應
電動勢和感應電流

交變電流
的平均值 → 計算一段時間內通過
導體橫截面的電荷量

[解析] (1) 線圈中產生的感應電動勢的最大值為

$$E_m = NBS\omega = 100 \times 0.5 \times (0.2)^2 \times 2\pi \times 50\text{ V} = 628\text{ V}$$

$$\text{感應電動勢的有效值為 } E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = 314\sqrt{2}\text{ V}$$

$$\text{外力驅動線圈轉動的功率與線圈中交變電流的功率相等，即 } P_{\text{外}} = \frac{E^2}{R} = \frac{314\sqrt{2}}{10}^2\text{ W} = 1.97 \times 10^4\text{ W}。$$

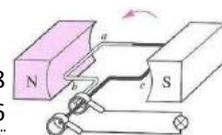
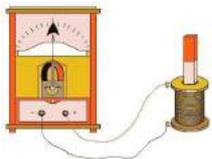
(2) 當線圈轉至線圈平面與中性面的夾角為 30° 時，線圈產生的感應電動勢的暫態值為 $e = E_m \sin 30^\circ = 314\text{ V}$

$$\text{感應電流的暫態值為 } i = \frac{e}{R} = \frac{314}{10}\text{ A} = 31.4\text{ A}。$$

(3) 線圈由中性面轉過 60° 的過程中，線圈中的平均感應電動勢為 $\overline{E} = N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

$$\text{平均感應電流為 } \overline{I} = N \frac{\Delta\Phi}{R\Delta t}$$

故通過導線橫截面的電荷量為



$$q = \bar{I} \Delta t = N \frac{\Delta \Phi}{R} = \frac{N B l^2}{R} \frac{1 - \cos 60^\circ}{R} = 0.1 \text{ C}。$$

[答案] (1) $1.97 \times 10^4 \text{ W}$ (2)314 V 31.4 A (3)0.1 C

【歸納總結】

應用交變電流四值時的注意事項

- (1)研究電容器是否被擊穿時，應用交變電流的峰值(最大值)，因為電容器上標明的電壓是電容器長時間工作時所能承受的最大電壓。
- (2)研究電功、電功率和電熱時，只能用有效值。
- (3)研究通過導體某橫截面的電荷量時，要用平均值。

1.交流發電機線圈電阻 $r=1 \Omega$ ，用電器電阻 $R=9 \Omega$ ，電壓表示數為 9 V ，如圖 5-2-6 所示，那麼該交流發電機()

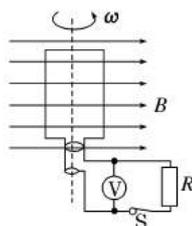
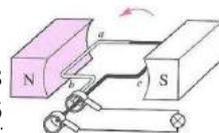
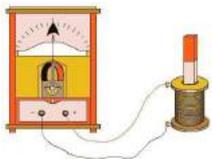


圖 5-2-6

- A · 電動勢的峰值為 10 V
- B · 電動勢的有效值為 9 V
- C · 交流發電機的線圈通過中性面時電動勢的暫態值為 $10\sqrt{2} \text{ V}$
- D · 交流發電機的線圈自中性面轉過 90° 的過程中的平均感應電動勢為 $\frac{20\sqrt{2}}{\pi} \text{ V}$

解析：選 D 因電壓表示數為 9 V ，所以電路中的電流 $I = \frac{9}{9} \text{ A} = 1 \text{ A}$ 。故電動勢的有效值 $E = I(r+R) = 10 \text{ V}$ ，其最大值 $E_m = \sqrt{2}E = 10\sqrt{2} \text{ V}$ ，故 A、B 錯；線圈通過中性面時電動勢的暫態值為 0 ，C 錯誤；轉過 90° 的過程中的平均感應

電動勢，應用公式 $\bar{E} = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ 求解， $\bar{E} = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = n \frac{|\Phi_2 - \Phi_1|}{\Delta t} = n \frac{|0 - BS|}{\frac{\pi}{2\omega}} = \frac{2nBS\omega}{\pi}$ ，



又 $nBS\omega = 10\sqrt{2} \text{ V}$ ，故 $\overline{E} = \frac{20\sqrt{2}}{\pi} \text{ V}$ ，D 正確。

2. 如圖 5-2-7 所示，線圈 $abcd$ 的面積是 0.05 m^2 ，共 100 匝，線圈電阻為 1Ω ，外接電阻 R 為 9Ω ，勻強磁場的磁感應強度為 $B = \frac{1}{\pi} \text{ T}$ ，當線圈以 300 r/min 的轉速勻速旋轉時，求：

(1) 若從線圈處於中性面開始計時，寫出線圈中感應電動勢的暫態值運算式；

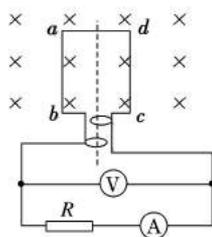


圖 5-2-7

(2) 線圈轉過 $\frac{1}{30} \text{ s}$ 時電動勢的暫態值多大？

(3) 電路中，電壓表和電流錶的示數各是多少？

(4) 從中性面開始計時，經 $\frac{1}{30} \text{ s}$ 通過電阻 R 的電荷量為多少？

解析：(1) $e = E_m \sin \omega t = NBS2\pi f \sin(2\pi ft) = 100 \times \frac{1}{\pi} \times 0.05 \times 2\pi \times \frac{300}{60} \sin\left[2\pi \times \frac{300}{60} t\right] \text{ V}$
 $= 50 \sin(10\pi t) \text{ V}$ 。

(2) 當 $t = \frac{1}{30} \text{ s}$ 時 $e = 50 \sin\left[10\pi \times \frac{1}{30}\right] \text{ V} \approx 43.3 \text{ V}$ 。

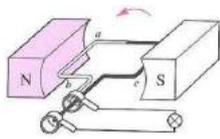
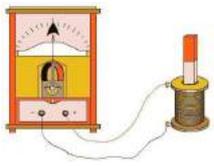
(3) 電動勢的有效值為 $E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = \frac{50}{\sqrt{2}} \text{ V} \approx 35.4 \text{ V}$ ，

電流錶示數 $I = \frac{E}{R+r} = \frac{35.4}{9+1} \text{ A} = 3.54 \text{ A}$ 。

電壓表示數 $U = IR = 3.54 \times 9 \text{ V} = 31.86 \text{ V}$ 。

(4) $\frac{1}{30} \text{ s}$ 內線圈轉過的角度

$\theta = \omega t = \frac{300}{60} \times 2\pi \times \frac{1}{30} = \frac{\pi}{3}$ ，



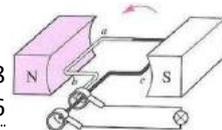
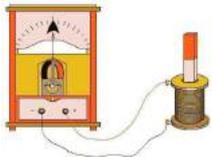
該過程， $\Delta\Phi = BS - BS\cos\theta = \frac{1}{2}BS$ ，

所以由 $\bar{I} = \frac{q}{\Delta t}$ ， $\bar{I} = \frac{\bar{E}}{R+r}$ ， $\bar{E} = \frac{N\Delta\Phi}{\Delta t}$ 。

$$q = \frac{N\Delta\Phi}{R+r} = \frac{NBS}{2(R+r)} = \frac{100 \times \frac{1}{2} \times 0.05}{2 \times 9 + 1} \text{ C} = \frac{1}{4\pi} \text{ C}。$$

答案：(1) $e = 50\sin(10\pi t)\text{V}$ (2)43.3 V

(3)31.86 V 3.54 A (4) $\frac{1}{4\pi} \text{ C}$



第三課題 §3.3 電感和電容對交變電流的影響 (2 課時)

一、課前自主預習學案

【學習目標】

- 1.能解釋為什麼電感和電容對交變電流有阻礙作用。
- 2.理解用感抗來表示電感對交變電流阻礙作用的大小，熟記感抗與哪些因素有關。
- 3.能解釋為什麼交變電流能“通過”電容器。
- 4.理解用容抗來表示電容對交變電流阻礙作用的大小，熟記容抗與哪些因素有關。

【新知預習】

一·感抗

1. 定義：_____對電流阻礙作用的大小，用感抗表示。因為交變電流的隨時間週期性變化，這個變化的電流通過線圈時產生一個自感電動勢，自感電動勢總是阻礙_____的變化，故線圈對交變電流有阻礙作用，這就是感抗。
2. 決定因素：線圈的感抗 X_L 與自感係數 L 及交變電流的頻率 f 間有如下的關係：

$$X_L = 2\pi f L$$

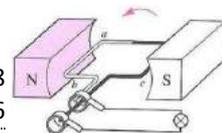
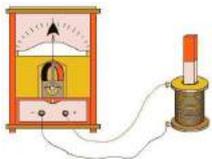
3. 應用：(1)低頻扼流圈“通_____，阻_____”。
- (2)高頻扼流圈“通_____、_____，阻_____”。

二·容抗

1. 定義：_____對交流的阻礙作用的大小，用容抗來表示。電容器接入交流電路中後，極板上的電荷形成了兩極板間的電壓，這電壓和電源電壓相反，從而產生了對交變電流的阻礙作用，即形成了容抗。
2. 決定因素：交流電路中的容抗和交變電流的頻率、電容器的電容成反比。容抗與交變電流的頻率和電容的關係為 $X_C = 1/(2\pi f C)$ ，即交流電的頻率越大，電容越_____，電容器對交變電流的阻礙作用越小，容抗越_____。
3. 應用：“通交流、隔直流”“通高頻、阻低頻”

三、電感和電容在電路中的作用

1. 電感的作用是：“通_____、阻_____；通_____、阻_____”。
2. 電容的作用是：“通_____、_____直流、通_____、阻_____”。



【導析探究】

導析一：電感對交變電流的阻礙作用

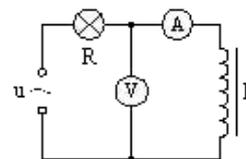
閱讀課本 P37-38“電感器對交變電流的阻礙作用”部分內容，完成下列問題。

觀察並分析課本 P37 頁的演示實驗。

1. 你會觀察到什麼現象？這說明了什麼？電感器對交變電流的阻礙作用的實質是什麼？

2. 電感器對交變電流的阻礙作用用什麼來表示？它與哪些因素有關？有什麼樣的關係？

3. 請說明低頻扼流圈和高頻扼流圈構造和作用。



例 1. 如圖所示電路中， L 為電感線圈， R 為燈泡，電流錶內阻為零。電壓表內阻無限大，交流電源的電壓 $u=220\sqrt{2}\sin 10\pi t$ V。若保持電壓的有效值不變，只將電源頻率改為 25Hz，下列說法中正確的是（ ）

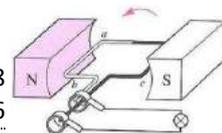
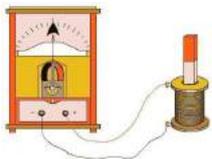
- A. 電流錶示數增大
- B. 電壓表示數減小
- C. 燈泡變暗
- D. 燈泡變亮

導析二：交變電流能夠通過電容器

閱讀課本 P38-39“交變電流能夠通過電容器”部分內容，完成下列問題。

觀察並分析課本 P38 頁的演示實驗。

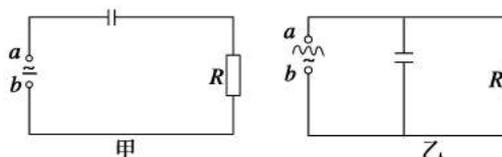
1. 你會觀察到什麼現象？這說明了什麼？



2. 交變電流是如何“通過”電容器的？交變電流“通過”電容器的實質是什麼？

例 2. 如圖 1 甲、乙兩圖是電子技術中的常用電路， a 、 b 是各部分電路的輸入端，其中輸入的交流高頻成分用“ \sim ”表示，交流低頻成分用“ \sim ”表示，直流成分用“—”表示。關於兩圖中負載電阻 R 上得到的電流特徵是（ ）

- A. 圖甲中 R 得到的是交流成分
- B. 圖甲中 R 得到的是直流成分
- C. 圖乙中 R 得到的是低頻成分
- D. 圖乙中 R 得到的是高頻成分

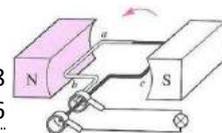
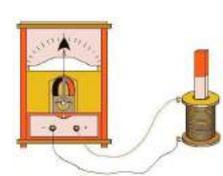


導析三：電容器對交變電流的阻礙作用

1. 電容器對交變電流的阻礙作用用什麼來表示？它與哪些因素有關？有什麼樣的關係？

2. 思考並回答課本 P39 的“說一說”中的問題，把電路圖畫在下面。

3. 使用 220V 交流電源的電氣設備和電子儀器，金屬外殼和電源之間都有良好的絕緣，但是有時候用手觸摸外殼仍會感到“麻手”，用試電筆測試時，氖管發光，這是為什麼？



二、新課教學：§3.3 電感和電容對交變電流的影響（第一課時）

課題	§3.3 電感和電容對交變電流的影響		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2018.04.04	課型	新授課		課時	1 課時

2.1 教學目標

【知識與技能】

- 1、理解為什麼電感對交變電流有阻礙作用。
- 2、知道用感抗來表示電感對交變電流阻礙作用的大小，知道感抗與哪些因素有關。
- 3、知道交變電流能通過電容器，知道為什麼電容器對交變電流有阻礙作用。
- 4、知道用容抗來表示電容對交變電流阻礙作用的大小，知道容抗與哪些因素有關。

【過程與方法】

- (1) 通過探究實驗，嘗試應用科學的方法研究物理問題，認識物理實驗在物理學發展過程中的作用。
- (2) 通過探究感抗和容抗的大小由哪些因素有關，獲得實驗探究過程的體驗，培養學生分析、解決問題的能力。

【情感態度與價值觀】

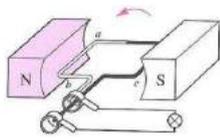
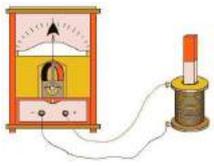
- 1、通過電感和電容對交流電的阻礙作用體會事物的相對性與可變性。
- 2、讓學生充分體會通路與斷路之間的辯證統一性。
- 3、培養學生尊重事實，實事求是的科學精神和科學態度。

2.2 教學重點難點

- 1、交流與直流的區別。
- 2、感抗的概念及影響感抗大小的因素。
- 3、容抗的概念及影響容抗大小的因素。

2.3 教學方法

實驗演示法、互動探究法、講授討論、小組合作學習。



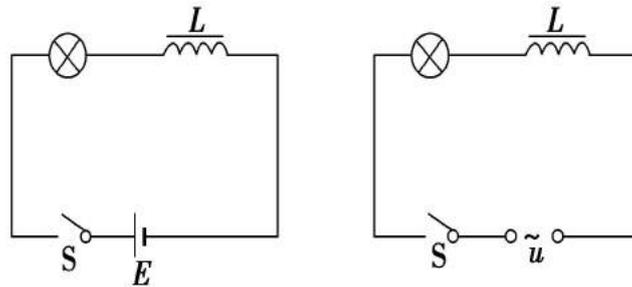
2.4 教學用具

自感、互感演示儀、課件多媒體教學課件、多媒體投影儀。

2.5 教學過程

★重難點一、電感線圈對交變電流的作用★

如圖所示，把帶鐵芯的線圈 L 與小燈泡串聯起來，先把它們接到直流電源上，再把它們接到交流電源上(實驗中取直流電源的電壓與交流電壓的有效值相等)。實驗現象：接通直流電源時，燈泡亮些；接通交流電源時，燈泡暗些。



(1)產生上述現象說明了什麼？該現象是什麼原因造成的？

(2)實驗表明：調換線圈的自感係數越大、交變電流的頻率越高，電感對交變電流的阻礙作用越大，即燈泡越暗。為什麼線圈的感抗跟線圈的自感係數和交流電的頻率有關呢？

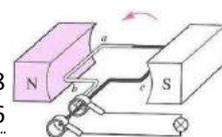
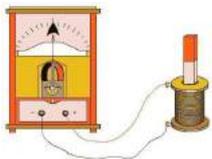
提示：(1)實驗表明電感對交變電流有阻礙作用。交流電通過電感線圈時，電流時刻在改變，電感線圈中必然產生自感電動勢，阻礙電流的變化，使燈泡變暗。

(2)感抗是由自感現象引起的，線圈的自感係數 L 越大，自感作用就越大。因而感抗越大；交流電的頻率 f 越高，電流的變化率越大，自感作用也越大，因而感抗也越大。

★電感線圈對交變電流的作用

1. 電感線圈對交變電流的阻礙作用的本質

交變電流通過線圈時，由於電流時刻都在變化，所以自感現象就不斷地發生，而自感電動勢總是要阻礙電流的變化，這就是線圈的電感對交變電流的阻礙作用。因此，感抗的產生是由線圈的自感現象引起的。直流電通過線圈時，電流的大小、方向都不變，線圈中不產生自感電動勢，也就沒有感抗。



2·感抗

電感線圈對電流的阻礙作用。感抗用“ X_L ”表示， $X_L=2\pi fL$ 。其中 f 是交流電的頻率， L 是線圈的自感係數。

3·感抗與電感的關係

電感線圈對交變電流阻礙作用的大小用感抗來表示，線圈的自感係數越大，交變電流的頻率越高，產生的自感電動勢就越大，感抗就越大，對交變電流的阻礙作用也就越大，反之就越小。

4·兩類扼流圈

(1)低頻扼流圈

- ①構造：閉合鐵芯、繞在鐵芯上的線圈；
- ②特點：匝數多、自感係數 L 大、電阻很小。它對低頻交流電流會產生很大的阻礙作用，而對直流電流的阻礙作用則較小，故低頻扼流圈的作用為“阻交流、通直流”。

(2)高頻扼流圈

- ①構造：它的線圈有的是繞在圓柱形的鐵氧體芯上；
- ②特點：匝數少，自感係數 L 小。它只對頻率很高的交流電流產生很大的阻礙作用，而對低頻交流電流的阻礙作用較小，故高頻扼流圈的作用為“阻高頻、通低頻”。

【總結提升】

電感器在電路中的作用

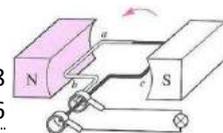
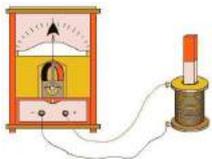
(1)通直流、阻交流

直流電(恒定)的電流不變化，不能引起自感現象，所以電感線圈能通直流電；交變電流隨時間變化，電感線圈中必產生自感電動勢以阻礙電流變化，所以電感線圈對交變電流有阻礙作用，這種線圈的自感係數應很大。

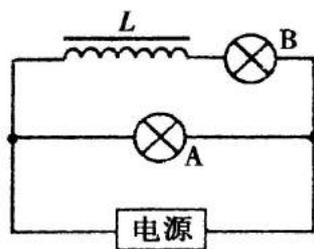
(2)通低頻、阻高頻

對於不同頻率的交變電流來說，同一線圈自感係數一定，頻率較低的交變電流通過它時，電流變化慢，產生的自感電動勢小，感抗小；高頻交變電流通過它時，電流變化快，產生的自感電動勢大，感抗大，這種線圈的自感係數較小。

【典型例題】(多選)如下圖所示電路中，A、B 為兩相同的小燈泡， L 為直流電



阻為零的電感線圈，下列說法正確的是()



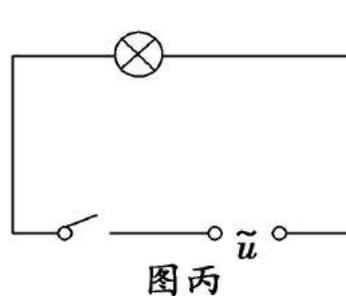
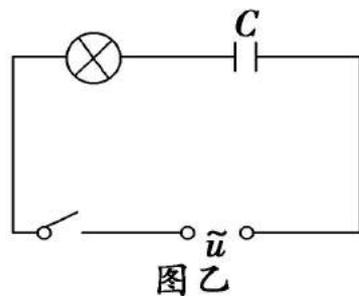
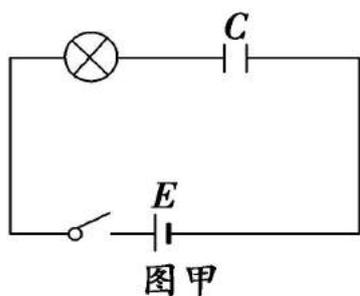
- A · 電源為穩恒直流電源時，燈泡 A、B 亮度相同
- B · 電源為穩恒直流電源時，燈泡 A 比 B 亮度大
- C · 電源為交流電源時，燈泡 A、B 亮度相同
- D · 電源為交流電源時，燈泡 A 比 B 亮度大

【答案】AD

【解析】當電源為穩恒直流電源時，電感線圈相當於導線，則兩燈泡電壓相同，所以亮度相同。當電源為交流電源時，電感線圈對電流有阻礙作用，故燈泡 A 比燈泡 B 亮，並且交流電的頻率越高，燈泡的亮度相差越明顯。

★重難點二、電容器對交變電流的作用★

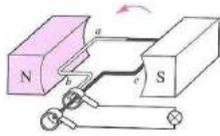
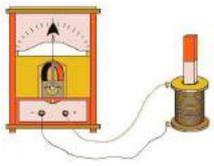
如圖甲、乙所示，把燈泡和電容器串聯起來，先把它們接到直流電源上，再把它們接到交流電源上，觀察燈泡的發光情況。



(1)分析電容器能通交流的原因。

提示：把交流電源接到電容器兩個極板上後，當電源電壓升高時，電源給電容器充電，電荷向電容器極板上聚集，在電路中，形成充電電流；當電源電壓降低時，電容器放電，電荷從極板上流出，在電路中形成放電電流，電容器交替進行充電和放電，電路中就有了電流，好像是交流“通過”了電容器，但實際上自由電荷並沒有通過電容器兩極板間的絕緣介質。

(2)若把圖乙中電容器去掉，變成圖丙所示電路，會發生什麼現象？說明了什麼？



提示：燈泡變得比乙中亮，說明電容器對交流有阻礙作用。

(3)在圖乙中，改變電容器的電容和電源頻率，燈泡亮度會有什麼變化？

提示：電容變大時，燈泡變亮；頻率增大時，燈泡變亮。

★電容器對交變電流的作用

1. 交變電流“通過”電容器的本質

把交流電源接到電容器兩個極板上後，當電源電壓升高時，電源給電容器充電，電荷向電容器極板上聚集，在電路中，形成充電電流；當電源電壓降低時，電容器放電，原來聚集在極板上的電荷又放出，在電路中形成放電電流。電容器交替進行充電和放電，電路中就有了電流，好像是交流電“通過”了電容器，但實際上自由電荷並沒有通過電容器兩極板間的絕緣介質。

2. 容抗

電容器對交流的阻礙作用。容抗用“ X_C ”表示， $X_C = \frac{1}{2\pi fC}$ 。其中 f 是交流電頻率， C 是電容器的電容。

3. 容抗與電容的關係

電容器的電容量越大，交變電流的頻率越高，則容抗就越小；反之，電容量越小，交變電流頻率越低，容抗就越大。

4. 電容器對交變電流阻礙作用的實質

當交變電流“通過”電容器時，給電容器充電或放電，使電容器兩極板間形成和原電壓相反的電壓，阻礙電流變化。

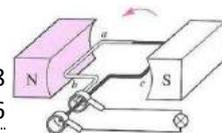
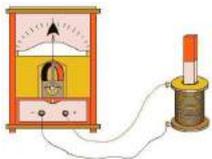
【總結提升】

電容器在電路中的作用

(1)“隔直流、通交流”的作用：因為電容器兩極板間是絕緣的，所以有“隔直流”作用，而對交變電流，電容器交替進行充電、放電，電路中就有了電流，所以有“通交流”作用，如隔直電容器。

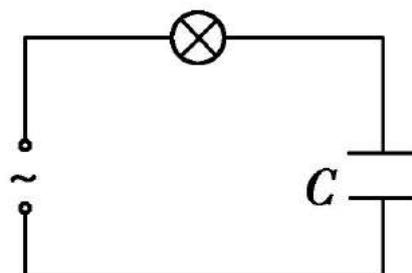
(2)“阻低頻、通高頻”的作用：電容較小的電容器，對高頻交流電的容抗小，阻礙小；對低頻交流電的容抗大、阻礙大，因此這種電容器用來“阻低頻、通高頻”，如高頻旁路電容器。

★電阻、感抗、容抗的比較



	電阻	感抗	容抗
產生的原因	定向移動的自由電荷與不動的離子間的碰撞	電感線圈的自感現象阻礙電流的變化	電容器兩極板上積累的電荷對向這個方向定向移動的電荷的反抗作用
在電路中的特點	對直流、交流均有阻礙作用	只對變化的電流有阻礙作用，如交變電流	不能通直流，只能通變化的電流。對直流的阻礙作用無限大，對交流的阻礙作用隨頻率的降低而增大
決定因素	由導體本身(長短、粗細、材料)決定，與溫度有關	由線圈本身的自感係數和交流電流的頻率 f 決定	由電容的大小和交流電流的頻率決定
電能的轉化與做功	電流通過電阻做功，電能轉化為內能	電能和磁場能往復轉化	電能與電場能往復轉化

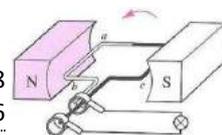
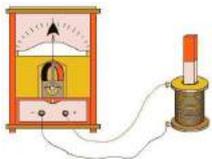
【典型例題】 如下圖所示，白熾燈和電容器串聯後接在交流電源的两端，當交流電源的頻率



- A · 電容器電容增加
- B · 電容器電容減少
- C · 電燈變暗
- D · 電燈變亮

【答案】 D

【解析】 電容器的電容是由電容器本身的特性所決定的，與外加的交流電源的頻率無關，故選項 A 和 B 是錯誤的。當交流電源的頻率增加時，電容器充、放電的步伐加快，電容器的容抗減小，電流增大，電燈變亮，故選項 C 錯誤，D



正確。

2.6 板書設計

★重難點一、電感線圈對交變電流的作用★

感抗是由自感現象引起的，線圈的自感係數 L 越大，自感作用就越大。因而感抗越大；交流電的頻率 f 越高，電流的變化率越大，自感作用也越大，因而感抗也越大。

★電感線圈對交變電流的作用

電感器在電路中的作用

(1)通直流、阻交流

直流電(恒定)的電流不變化，不能引起自感現象，所以電感線圈能通直流電；交變電流隨時間變化，電感線圈中必產生自感電動勢以阻礙電流變化，所以電感線圈對交變電流有阻礙作用，這種線圈的自感係數應很大。

(2)通低頻、阻高頻

對於不同頻率的交變電流來說，同一線圈自感係數一定，頻率較低的交變電流通過它時，電流變化慢，產生的自感電動勢小，感抗小；高頻交變電流通過它時，電流變化快，產生的自感電動勢大，感抗大，這種線圈的自感係數較小。

★電容器對交變電流的作用

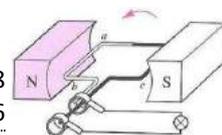
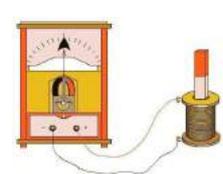
電容器對交流的阻礙作用。容抗用“ X_C ”表示， $X_C = \frac{1}{2\pi fC}$ 。其中 f 是交流電頻率， C 是電容器的電容。

2.7 教學反思

1、課題選自高中物理選修 3-2 第四章第七節，該教學模組是磁生電現象的成因以及應用。

2、本課在教學中只是對容抗和感抗的理解，強化知識的應用性。通過學生的互動實驗，不僅幫助學生們理解感抗和容抗的概念，提高了實驗動手能力，更重要的是使學生在互動和探索的過程中，培養學生的合作精神、獲得探究的成功體驗，尤其提高了學生們發現問題和解決問題的能力。特別是用信號發生器來產生頻率可調的交變電流，使學生感悟科學探究方法和強化創新意識。

3、在教材的編排上本節從電容和電感的知識點結合閉合電路的相關知識，設計學生探究實驗，對現象進行分析歸納，最後總結出產生電感和電容對交變電流的影響，這樣的編排符合學生的認知規律。

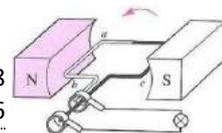
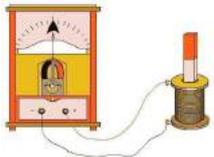


4、本教學設計中通過學生的互動實驗，不僅幫助學生們理解感抗和容抗的概念，提高了實驗動手能力，更重要的是使學生在互動和探索的過程中，培養學生的合作精神、獲得探究的成功體驗，尤其提高了學生們發現問題和解決問題的能力。特別是用信號發生器來產生頻率可調的交變電流，使學生感悟科學探究方法和強化創新意識。

電容和電感的知識，學生有一定感性和模糊的體會，但理解電感和電容對交變電流的影響，對學生而言有一定的困難。因此在本節課教學中利用了演示實驗和理論探究的方法，讓學生自己體驗、分析、歸納、討論、評價等得出結論。

(1) 本節課自身在課本中的地位：與現實生活不緊密，雖然用電器在生活中隨處可見，但學生對其研究沒有，所以會導致課堂氣氛沉悶，學生缺少主動性。

(2) 學生的知識基礎：學生已經學過電磁感應等有關知識。



三、重點探究：§3.3 電感和電容對交變電流的影響（第二課時）

課題	§3.3 電感和電容對交變電流的影響		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2018.04.09	課型	復習課		課時	1 課時

一、電感器對交變電流的阻礙作用

1. 實驗探究

如圖 5-3-1 所示，取直流電源電壓與交流電源電壓有效值相等。

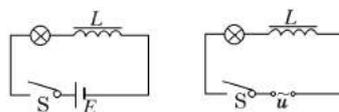


圖 5-3-1

- (1)實驗目的：了解並驗證電感線圈對交變電流的阻礙作用。
- (2)實驗現象：接通直流電源時，燈泡亮些；接通交流電源時，燈泡暗些。
- (3)實驗結論：電感線圈對交變電流有阻礙作用。

2. 感抗

- (1)物理意義：表示電感器對電流的阻礙作用的大小。
- (2)影響感抗大小的因素：線圈的自感係數，交流的頻率。線圈的自感係數越大，交流的頻率越高，感抗越大。

3. 感抗的應用

	低頻扼流圈	高頻扼流圈
自感係數	較大	較小
感抗大小	較大	較小
作用	通 <u>直</u> 流、阻 <u>交</u> 流	通 <u>直</u> 流、通 <u>低</u> 頻，阻 <u>高</u> 頻

二、電容器對交變電流的阻礙作用

1. 交變電流能夠通過電容器

- (1)實驗電路(如圖 5-3-2 所示)

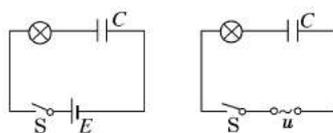
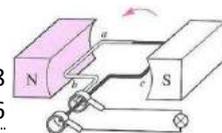
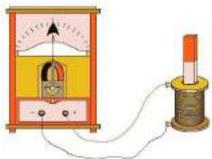


圖 5-3-2

(2)實驗現象：

電路中串有電容器時，接通直流電源，燈泡不亮，接通交流電源，燈泡亮。

(3)實驗結論：

交變電流能夠通過電容器，直流不能通過電容器。

2·電容器對交變電流的阻礙作用

(1)容抗：表示電容器對交變電流阻礙作用的大小。

(2)影響容抗大小的因素：電容器的電容越大，交變電流的頻率越高，容抗越小。

(3)應用：電容器具有“隔直流，通交流”的作用。

3.1 知識點一：磁現象和電流的磁效應

知識點 (1)	對電感器和電容器的理解
---------	-------------

【核心突破】

電感和電容對交變電流的阻礙作用的大小不但跟電感、電容有關，還跟交流電的頻率有關。它們之間的關係可以簡單概括為：

電感：“通直流、阻交流，通低頻、阻高頻”，感抗公式： $X_L = 2\pi fL$ (公式僅作了解)。

電容：“通交流、隔直流，通高頻、阻低頻”，容抗公式： $X_C = \frac{1}{2\pi fC}$ (公式僅作了解)。

【題組衝關】

1.如圖 5-3-3 所示，交流電源的電壓有效值跟直流電源的電壓相等，當將雙刀雙擲開關接到直流電源上時，燈泡的實際功率為 P_1 ，而將雙刀雙擲開關接到交流電源上時，燈泡的實際功率為 P_2 ，則()

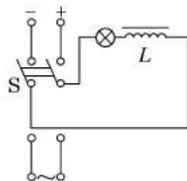
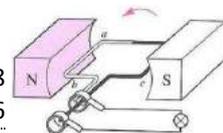
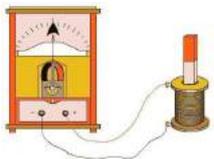


圖 5-3-3

A · $P_1 = P_2$

B · $P_1 > P_2$

C · $P_1 < P_2$

D · 不能比較

解析：選 B 接在直流電源上，線圈對直流沒有阻礙作用，這時通過燈泡的電流大，功率大；而當雙刀雙擲開關接在交流電源上時，線圈對交流有阻礙作用，這時通過燈泡的電流小，功率小。因此， $P_1 > P_2$ 。B 正確。

2. 如圖 5-3-4 所示，白熾燈和電容器串聯後接在交流電源的兩端，當交流電源的頻率增加時()

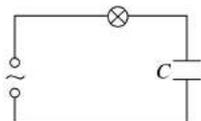


圖 5-3-4

A · 電容器電容增大

B · 電容器電容減小

C · 電燈變暗

D · 電燈變亮

解析：選 D 電容器的電容是由電容器本身的特性所決定的，與外加的交流電源的頻率無關，故選項 A 和 B 是錯誤的。當交流電源的頻率增大時，電容器充、放電的過程加快，電容器的容抗減小，電流增大，電燈變亮，故選項 C 錯誤，D 正確。

3. (多選) 在如圖 5-3-5 所示的電路中， L 為電感線圈， R 為燈泡的電阻，電流錶內阻為零，電壓表內阻無限大，交流電源的電壓 $u = 220\sqrt{2}\sin 100\pi t$ V。若保持電源電壓有效值不變，只將電源頻率改為 100 Hz，下列說法正確的有()

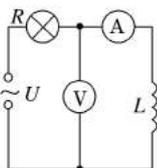
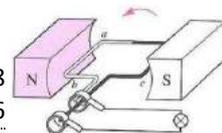
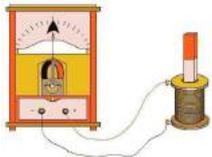


圖 5-3-5



- A · 電流錶示數增大
- B · 電壓表示數增大
- C · 燈泡變暗
- D · 燈泡變亮

解析：選 BC 由 $u = 220\sqrt{2}\sin 100\pi t$ V，可得電源原來的頻率為 $f = \frac{\omega}{2\pi} =$

$\frac{100\pi}{2\pi}$ Hz = 50 Hz。當電源頻率由原來的 50 Hz 增為 100 Hz 時，線圈的感抗增

大；在電壓不變的情況下，電路中的電流減小，選項 A 錯誤。燈泡的電阻 R 是一定的，電流減小時，實際消耗的電功率 ($P = I^2R$) 減小，燈泡變暗，選項 C 正確，D 錯誤。電壓表與電感線圈並聯，其示數為線圈兩端的電壓 U_L ；設燈泡兩端電壓為 U_R ，則電源電壓的有效值為 $U = U_L + U_R$ ，因 $U_R = IR$ ，電流 I 減小時， U_R 減小，因電源電壓有效值保持不變，故 $U_L = (U - U_R)$ 增大，選項 B 正確。

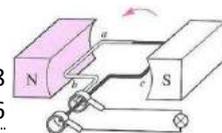
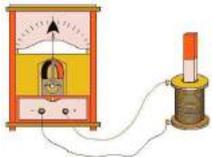
3.2 知識點二：電阻、感抗、容抗的比較

<div style="background-color: #cccccc; padding: 5px; display: inline-block;"> 知識點 ② </div>	電阻、感抗、容抗的比較
--	--------------------

【核心突破】

通知

	電阻	感抗	容抗
產生原因	定向移動的自由電荷與不動的離子間的碰撞	由於電感線圈的自感現象阻礙電流的變化	電容器兩極板上積累的電荷對向這個方向定向移動的電荷的反抗作用
在電路中特點	對直流、交流均有阻礙作用	阻交流 通直流 阻高頻 通低頻	隔直流 通交流 阻低頻 通高頻



決定因素	由導體本身(長短、粗細、材料)決定，與溫度有關	由線圈本身的自感係數和交流電的頻率 f 決定	由電容的大小和交流電的頻率 f 決定
電能的轉化	電能轉化為內能	電能和磁場能往復轉化	電能與電場能往復轉化

【題組衝關】

[典例] 如圖 5-3-6 所示的電路中，交流電的有效值不變，如果交流電的頻率增大，三盞電燈的亮度將如何改變？為什麼？

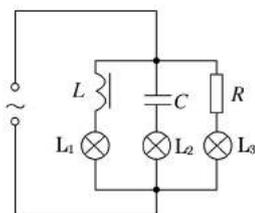


圖 5-3-6

[解析] 當交變電流的頻率增大時，線圈對交變電流的阻礙作用增大，通過燈泡 L_1 的電流將減小，所以燈泡 L_1 的亮度將變暗；而電容器對交變電流的阻礙作用隨交變電流頻率的增大而減小，即流過燈泡 L_2 的電流增大，所以燈泡 L_2 的亮度將變亮；由於電阻的大小與交變電流的頻率無關，流過燈泡 L_3 的電流不變，因此其亮度不變。

[答案] 見解析

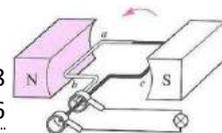
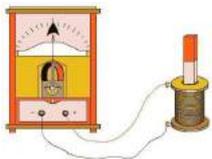
【歸納總結】

探規尋律

- (1) 電阻的大小與交變電流的頻率無關。
- (2) 感抗的大小隨交變電流頻率的增大而增大。
- (3) 容抗的大小隨交變電流頻率的增大而減小。

通題組

1. (多選) 在頻率為 f 的交變電流電路中，如圖 5-3-7 所示，當開關 S 依次分別接通 R 、 C 、 L 支路，這時通過各支路的電流有效值相等。若將交變電流的頻



率提高到 $2f$ ，維持其他條件不變，則下列幾種情況可能的是()

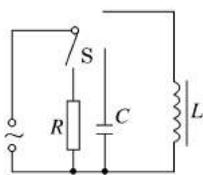


圖 5-3-7

- A · 通過 R 的電流有效值不變
- B · 通過 C 的電流有效值變大
- C · 通過 L 的電流有效值減小
- D · 通過 R 、 C 、 L 的電流有效值都不變

解析：選 ABC 電阻對交變電流的阻礙作用即電阻大小，與電流的頻率無關，因此通過電阻的電流有效值不變，A 對；電感對交變電流的阻礙作用感抗隨交變電流頻率變大而變大，通過 L 的電流有效值減小，C 對；電容的容抗隨交變電流頻率變大而變小，通過 C 的有效值變大，B 對，D 錯。

2. 如圖 5-3-8 所示，三個燈泡相同，而且足夠耐壓，電源內阻忽略。單刀雙擲開關 S 接 A 時，三個燈亮度相同，那麼 S 接 B 時()

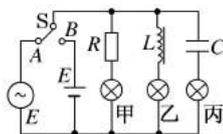
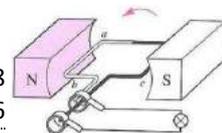
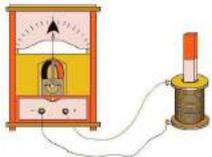


圖 5-3-8

- A · 三個燈亮度相同
- B · 甲燈最亮，丙燈不亮
- C · 甲燈和乙燈亮度相同，丙燈不亮
- D · 只有丙燈不亮，乙燈最亮

解析：選 D 開關 S 接 A 時，甲、乙、丙三個支路均有交流電通過。開關 S 接 B 時，電路處於直流工作狀態，電容器 C “隔直流、通交流”；電感線圈 L “阻交流、通直流”； R 對交流和直流有相同的阻抗。可判斷此時電路中 $I_{丙} = 0$ ， $I_{甲}$ 不變， $I_{乙}$ 增大；又因為燈泡亮度與電功率 ($P = I^2 R$) 成正比，所以只有丙燈不亮，乙燈最亮。



3.3 知識點三：電感和電容的綜合應用

知識點 3	電感和電容的綜合應用
--	-------------------

【題組衝關】

【典例】 如圖 5-3-9 所示，線圈的自感係數 L 和電容器的電容 C 都很小(如 $L=1\text{ mH}$ ， $C=200\text{ pF}$)，此電路的重要作用是()

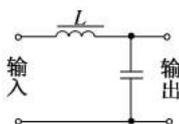


圖 5-3-9

- A · 阻直流通交流，輸出交流
- B · 阻交流通直流，輸出直流
- C · 阻低頻通高頻，輸出高頻交流
- D · 阻高頻通低頻，輸出低頻交流和直流

【思路點撥】 解答本題時，應把握以下兩點：

- (1) 弄清楚電路中包含哪些元件及電路的連接方式；
- (2) 明確電感器、電容器對交變電流的阻礙作用的特點。

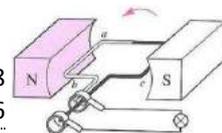
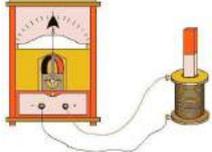
【解析】 因線圈自感係數 L 很小，所以對低頻成分的阻礙作用很小，這樣直流和低頻成分能順利通過線圈，電容器並聯在電路中，起旁路作用，因電容 C 很小，對低頻成分的阻礙作用很大，而對部分通過線圈的高頻成分阻礙作用很小，被它旁路，最終輸出的是低頻交流和直流。

【答案】 D

【歸納總結】

電感和電容的組合應用

連接方式	作用
	能夠更好地濾掉電流中的交流成分或高頻成分



	<p>能夠更好地濾掉電流中的直流成分和低頻成分</p>
--	-----------------------------

1.在收音機線路中，天線接收下來的電信號既有高頻成分又有低頻成分，經放大後送給下一級，需要把低頻成分和高頻成分分開，只讓低頻成分輸入給下一級，我們採用了如圖 5-3-10 裝置電路，其中代號 a 、 b 應選擇的元件是 ()

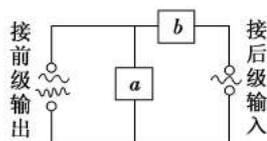


圖 5-3-10

- A · a 是電容較大的電容器， b 是低頻扼流線圈
- B · a 是電容較大的電容器， b 是高頻扼流線圈
- C · a 是電容較小的電容器， b 是高頻扼流線圈
- D · a 是電容較小的電容器， b 是低頻扼流線圈

解析：選 C 電容器具有“通高頻、阻低頻”作用，這樣的電容器電容應較小，故 a 處接電容較小的電容器。電感線圈在該電路中要求做“通低頻、阻高頻”，所以 b 處應接一個高頻扼流線圈。

2.如圖 5-3-11 所示是常用電器中電源部分的濾波裝置，當輸入端輸入含有直流成分、交流高頻成分和交流低頻成分的電流時，能在輸出端得到穩定的直流電。試分析其工作原理及各電容器和電感器的作用。

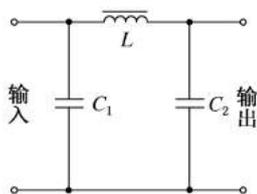
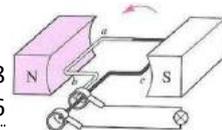
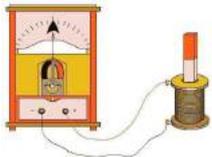


圖 5-3-11

解析：當含有多種成分的電流輸入到 C_1 兩端時，由於 C_1 的“通交流、隔直流”的作用，電流中的交流成分被衰減，而線圈 L 有“通直流、阻交流”的作用，直流成分順利通過 L ，一小部分交流通過 L ，到達 C_2 兩端時， C_2 進一步濾掉交流成分，這樣在輸出端就得到較穩定的直流電。



第四課題 §3.4 變壓器 (2 課時)

一、課前自主預習學案

【學習目標】

1. 知道變壓器的構造，理解變壓器的工作原理。
2. 探究理想變壓器的原、副線圈中電壓與匝數關係，電流與匝數關係。
3. 了解變壓器在生活中的應用。

【新知預習】

一.變壓器

1. 定義：用來改變_____的設備，稱為變壓器。
2. 構造：變壓器由一個_____鐵芯和兩個線圈組成的。

二.理想變壓器

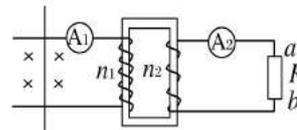
1. 理想變壓器是一種_____模型。理想變壓器有三個特點：
 - (1) 鐵芯封閉性好，無漏磁現象，即穿過原、副線圈兩繞組每匝的磁通量 Φ 都_____。
 - (2) 線圈繞組的電阻_____，無能損現象。
 - (3) 鐵芯中的電流不計，鐵芯不發熱，無能損現象。
2. 理想變壓器的變壓原理：是_____現象，_____即是變壓器變壓的成因。
3. 能量轉換：變壓器是把電能轉化為_____又把磁場能轉化為_____的裝置。

三.理想變壓器電壓跟匝數的關係：

【導析探究】

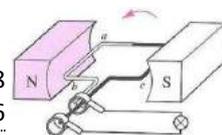
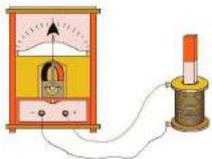
導析一:變壓器變壓原理

例 1.如圖所示變壓器，當導線在平行導軌上勻速切割磁感線時，電流錶 A_1 有示數，則副線圈中電流錶 A_2 有無示數？



導析二:探究變壓器的變壓規律

問題 1 原、副線圈電壓與什麼因素有關係？（探究變壓器線圈兩端電壓與匝數的關係）



問題 2 實驗方法是什麼？（閱讀教材 P₄₁ 實驗）

將不同的原副線圈接入線路測出線圈當中的電壓填入下表：

原線圈匝數 n_1	副線圈匝數 n_2	原線圈電壓 U_1	副線圈電壓 U_2	n_1/n_2	U_1/U_2

學生歸納，得出結論：

例 2. 一台理想變壓器原線圈的匝數為 4400 匝，與 220V 的電源相連，當副線圈接入額定電壓為 36V 的燈泡時，能夠正常發光。則變壓器副線圈的匝數為

()

A · 36 匝

B · 72 匝

C · 720 匝

D · 1440

匝

例 3. 將輸入電壓為 220 V、輸出電壓為 6 V 的變壓器，改裝成輸出電壓為 30 V 的變壓器，副線圈原來的匝數為 30 匝，原線圈的匝數不變，則副線圈應增加的匝數為()

A · 150 匝

B · 144 匝

C · 130 匝

D · 120 匝

導析三:探究理想變壓器模型

例 4. 關於只有一隻副線圈的理想變壓器，下列說法中正確的是 ()

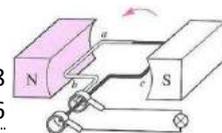
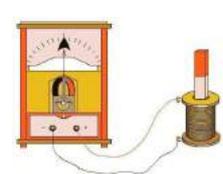
A · 輸出功率由輸入功率的大小而決定

B · 輸入功率的大小由輸出功率的大小而決定

C · 輸出端負載越大原線圈中的電流越小

D · 輸出端負載電阻的阻值越大輸入功率越大

例 5. 一理想變壓器，原線圈匝數 $n_1=1100$ ，接在電壓 220V 的交流電源上，當它對 11 只並聯的“36V，60W”的燈泡供電時，燈泡正常發光。由此可知副線圈的匝數 $n_2=$ _____，通過原線圈的電流 $I_1=$ _____。



二、新課教學：§3.4 變壓器（第一課時）

課題	§3.4 變壓器		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2018.04.12	課型	新授課		課時	1 課時

2.1 教學目標

【知識與技能】

1. 知道變壓器的構造，了解變壓器的工作原理。
2. 理解理想變壓器原、副線圈中電壓與匝數的關係，能應用它分析解決有關問題。

【過程與方法】

在探究變壓比和匝數比的關係中培養學生運用物理理想化模型分析問題、解決問題的能力。

【情感態度與價值觀】

1. 使學生體會到能量守恆定律是普遍適用的。
2. 培養學生實事求是的科學態度。

2.2 教學重點難點

1. 探究變壓比和匝數比的關係。
2. 變壓器工作原理和工作規律。

2.3 教學方法

情景教學法 實驗教學法 類比教學法 互動探究教學法

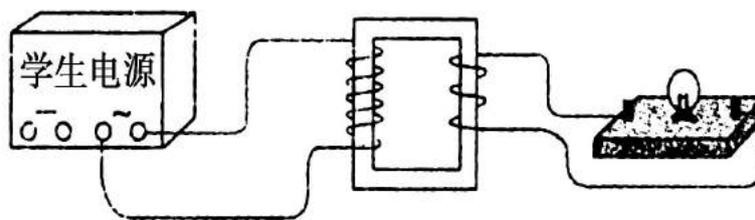
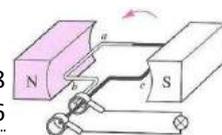
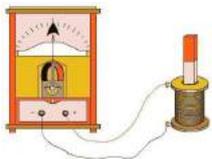
2.4 教學用具

變壓器演示儀、課件多媒體教學課件、多媒體投影儀。

2.5 教學過程

★重難點一、理想變壓器及其工作原理★

把兩個沒有導線相連的線圈套在同一個閉合鐵芯上，一個線圈連接到交流電源的兩端，另一個線圈連接到小燈泡上(如圖所示)，連接電路，接通電源，小燈泡能發光。



請根據以上現象回答下列問題：

(1) 兩個線圈並沒有連接，小燈泡為什麼會發光？

(2) 小燈泡兩端的電壓與學生電源的輸出電壓相等嗎？

提示：(1) 當左邊線圈加上交流電壓時，左邊線圈中就有交變電流，它在鐵芯中產生週期性變化的磁通量，根據法拉第電磁感應定律知，在左、右線圈中都要產生感應電動勢，右線圈作為電源給小燈泡供電，小燈泡就會發光。

(2) 左右線圈中每一圈上磁通量的變化率 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 都相同，若左邊匝數為 n_1 ，則 $E_1 = n_1 \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ；若右邊匝數為 n_2 ，則 $E_2 = n_2 \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ，故有 $\frac{E_1}{E_2} = \frac{n_1}{n_2}$ ；若忽略左邊線圈的電阻，則有 $E_1 = E_{\text{電源}}$ ，這樣看來只要 $n_1 \neq n_2$ ，小燈泡兩端的電壓與學生電源的輸出電壓就不相等。

【總結提升】

1. 電壓關係.

原線圈中 $U_1 = E_1 = n_1 \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ，副線圈中 $U_2 = E_2 = n_2 \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ，因而電壓關係滿足： $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ 。

(1) 若 $n_1 < n_2$ ，則 $U_1 < U_2$ ，就是升壓變壓器；

(2) 當 $n_1 > n_2$ ，則 $U_1 > U_2$ ，就是降壓變壓器。

當有幾組副線圈時，則有： $\frac{U_1}{n_1} = \frac{U_2}{n_2} = \frac{U_3}{n_3} \dots$

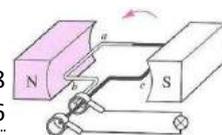
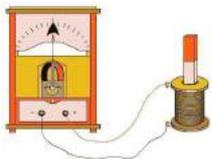
2. 功率關係.

由於理想變壓器沒有各種能量損失，所以變壓器輸出功率等於輸入功率，即：

$$P_2 = P_1.$$

3. 電流關係.

根據 $P = UI$ ，由功率關係得：



$U_2 I_2 = U_1 I_1$ ，所以 $\frac{I_1}{I_2} = \frac{U_2}{U_1}$ ，再由 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ 得，電流關係為：

【特別提醒】

(1) $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ ，無論副線圈一端是空載或有負載，都是適用的。

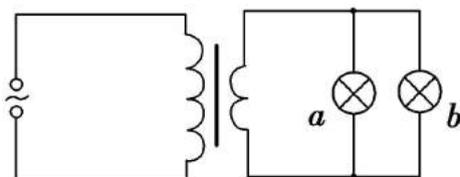
(2) 輸出電壓 U_2 由輸入電壓 U_1 和原、副線圈的匝數比共同決定，由 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ 得 $\frac{U_1}{n_1} = \frac{U_2}{n_2}$

$$= \frac{U_2}{n_2} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

(3) 若變壓器有兩個副線圈，則有 $\frac{U_1}{n_1} = \frac{U_2}{n_2} = \frac{U_3}{n_3} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 。所以有 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ ， $\frac{U_1}{U_3} = \frac{n_1}{n_3}$ 或 $\frac{U_2}{U_3} = \frac{n_2}{n_3}$ 。

(4) 據 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ 知，當 $n_2 > n_1$ 時， $U_2 > U_1$ 這種變壓器稱為升壓變壓器；當 $n_2 < n_1$ 時， $U_2 < U_1$ ，這種變壓器稱為降壓變壓器。

【典型例題】 如圖所示，理想變壓器原線圈與一 10 V 的交流電源相連，副線圈並聯兩個小燈泡 a 和 b 。小燈泡 a 的額定功率為 0.3 W，正常發光時電阻為 30 Ω 。已知兩燈泡均正常發光，流過原線圈的電流為 0.09 A，可計算出原、副線圈的匝數比為_____。流過燈泡 b 的電流為_____ A。



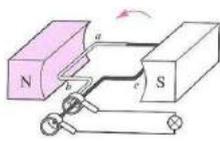
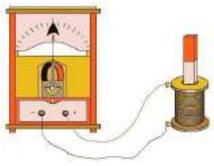
【答案】 10 : 3 0.2

【解析】 根據 $P = \frac{U^2}{R}$ 和 $P = I^2 R$ 得燈泡 a 兩端的電壓 $U_2 = \sqrt{PR} = \sqrt{0.3 \times 30}$ V = 3

V，通過燈泡 a 的電流 $I_a = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{0.3}{30}}$ A = 0.1 A，根據 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ 得原、副線圈

匝數之比 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{10}{3}$ ，根據 $\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$ ，得副線圈上的電流 $I_2 = \frac{n_1}{n_2} I_1 = \frac{10}{3} \times 0.09$ A = 0.3

A，根據 $I_2 = I_a + I_b$ ，得流過燈泡 b 的電流為 $I_b = I_2 - I_a = 0.2$ A。



★重難點二、理想變壓器各量的制約關係和動態分析★

1· 電壓制約·

當變壓器原、副線圈的匝數比 $\left(\frac{n_1}{n_2}\right)$ 一定時，輸出電壓 U_2 由輸入電壓決定，即 $U_2 = \frac{n_2 U_1}{n_1}$ 。

2· 電流制約·

當變壓器原、副線圈的匝數比 $\left(\frac{n_1}{n_2}\right)$ 一定，且輸入電壓 U_1 確定時，原線圈中的電流 I_1 由副線圈中的輸出電流 I_2 決定，即 $I_1 = \frac{n_2 I_2}{n_1}$ 。

3· 負載制約·

(1)變壓器副線圈中的功率 P_2 由用戶負載決定， $P_2 = P_{負1} + P_{負2} + \dots$ ；

(2)變壓器副線圈中的電流 I_2 由用戶負載及電壓 U_2 確定， $I_2 = \frac{P_2}{U_2}$ ；

(3)總功率 $P_{入} = P_{線} + P_2$ ，即變壓器的輸入功率是由輸出功率決定的。

4· 對理想變壓器進行動態分析的兩種常見情況·

(1)原、副線圈匝數比不變，分析各物理量隨負載電阻變化而變化的情況，進行動態分析的順序是： $R \rightarrow I_2 \rightarrow P_2 \rightarrow P_1 \rightarrow I_1$ 。

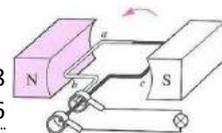
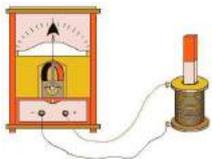
(2)負載電阻不變，分析各物理量隨匝數比的變化而變化的情況，進行動態分析的順序是： $n_1、n_2 \rightarrow U_2 \rightarrow I_2 \rightarrow P_2 \rightarrow P_1 \rightarrow I_1$ 。

【總結提升】

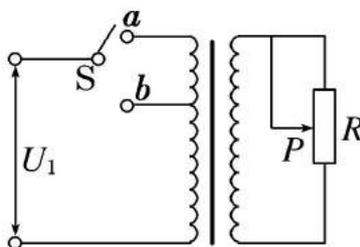
(1)對於輸出電壓的大小，條件充分時只需根據原線圈電壓及原、副線圈的匝數確定。

(2) $P_1、P_2、I_1、I_2$ 的判斷往往都與 R 的大小有關，對 $P_1、I_1$ 的確定，需從 $P_2、I_2$ 入手。

(3)各物理量的制約關係：在電壓比一定時，若輸入電壓一定，則輸出電壓一定，若負載變化，則輸出電流變化，輸出功率變化，輸入電流、輸入功率也相應變化。

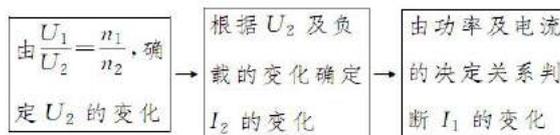


【典型例題】如圖所示，為一理想變壓器， S 為單刀雙擲開關， P 為滑動變阻器觸頭， U_1 為加在原線圈兩端的電壓， I_1 為原線圈中的電流強度，則以下說法錯誤的是()



- A · 保持 U_1 及 P 的位置不變， S 由 a 合到 b 時， I_1 將增大
- B · 保持 P 的位置及 U_1 不變， S 由 b 合到 a 時， R 消耗的功率將減小
- C · 保持 U_1 不變， S 合在 a 處，使 P 上滑， I_1 將增大
- D · 保持 P 的位置不變， S 合在 a 處，若 U_1 增大， I_1 將增大

【思路探究】



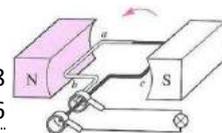
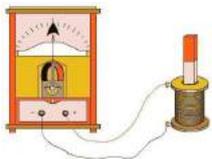
【答案】 C

【解析】 S 由 a 合到 b 時， n_1 減小，由 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ 可知 U_2 增大， $P_2 = \frac{U_2^2}{R}$ ， P_2 隨之增大，而 $P_2 = P_1$ ，又 $P_1 = U_1 I_1$ ，從而 I_1 增大，A 正確； S 由 b 合到 a 時，與上述情況相反， P_2 應減小，B 正確； P 上滑時， R 增大，因 $P_2 = \frac{U_2^2}{R}$ ，所以 P_2 減小，又 $P_1 = P_2$ ， $P_1 = U_1 I_1$ ，從而 I_1 減小，C 錯誤； U_1 增大，由 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ 可知 U_2 增大，所以 P_2 增大，因而 I_2 增大，由 $\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$ ，所以 I_1 也增大，D 正確。

2.6 板書設計

★重難點一、理想變壓器及其工作原理★

(1) $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ ，無論副線圈一端是空載或有負載，都是適用的。



(2)輸出電壓 U_2 由輸入電壓 U_1 和原、副線圈的匝數比共同決定。由 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ 得 $\frac{U_1}{n_1}$

$$= \frac{U_2}{n_2} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

(3)若變壓器有兩個副線圈，則有 $\frac{U_1}{n_1} = \frac{U_2}{n_2} = \frac{U_3}{n_3} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ，所以有 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ ， $\frac{U_1}{U_3} = \frac{n_1}{n_3}$ 或 $\frac{U_2}{U_3}$

$$= \frac{n_2}{n_3}$$

(4)據 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ 知，當 $n_2 > n_1$ 時， $U_2 > U_1$ 這種變壓器稱為升壓變壓器；當 $n_2 < n_1$ 時，

$U_2 < U_1$ ，這種變壓器稱為降壓變壓器。

★重難點二、理想變壓器各量的制約關係和動態分析★

(1)對於輸出電壓的大小，條件充分時只需根據原線圈電壓及原、副線圈的匝數確定。

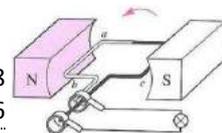
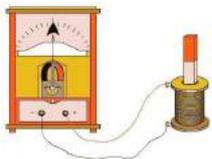
(2) P_1 、 P_2 、 I_1 、 I_2 的判斷往往都與 R 的大小有關，對 P_1 、 I_1 的確定，需從 P_2 、 I_2 入手。

(3)各物理量的制約關係：在電壓比一定時，若輸入電壓一定，則輸出電壓一定，若負載變化，則輸出電流變化，輸出功率變化，輸入電流、輸入功率也相應變化。

2.7 教學反思

通過此次做課的準備，更加深入的瞭解了新課改新教材的新，教學目標，方法，都有很大的變化，在準備的過程中逐步的提高了對新教材本質的把握，用新的方法來組織教學，取得了意想不到的良好效果。比在研究變壓器的工作原理我採用了給動畫配說解詞的方式，在我的引導下，學生自己給動畫配說解詞，通過學升對動畫的理解，解說的過程，加深了對變壓器工作原理的理解，達到了探究的目的，提高了學生的學習興趣，豐富了課堂的教學方法和手段。

此外，通過這次做課準備，讓我在課堂的安排上更加條理清楚，符合學生的認知水準和規律，讓學生在接受知識時水到渠成，由以前的給於式教學轉變為啟發式教學，讓學生主動地去研究，提高學生的學習動機，各環節的過渡自然，層層深入，逐步遞進，學習有層次感。這次做課使我更加注重基本功的培

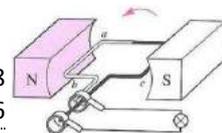
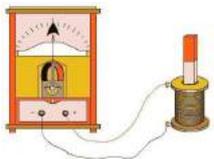


養，讓我的基本功又有了一次更高的提升，也讓我懂得了基本功在教學中的重要性，受益匪淺。

不足：下面說說本節課上存在的不滿意的地方。用新課改的教學模式和素質教育的要求來衡量這節課，本節課存在著一個師生互動較少的問題，還是教師占主導的地位，啟發學生不夠，學生的討論

還應該在增加一些，教師要學會放手，要有能放能收，收放自如的能力。比如在研究變壓器的電學量之間關係的時候，應該多給學生一些時間，讓學生在充分的談論下自己得出結論，讓學生自己得出的結論印象最深刻。而此環節處理的過於簡單，教師說的太多，給學生的時間過少，需要改進。

還有本節課的課程安排有些緊張，給人一種時間短，知識範圍過大的感覺，有些地方用時過多，介紹性的知識可以佈置為作業或是課後研究，使課堂教學的效率更高，重點更加突出。還有在課堂教學中的語言運用要更加科學規範嚴謹，語速要稍微慢些，教學節奏要急緩適當，讓學生在學習知識時更加輕鬆自如。



三、重點探究：§3.4 變壓器（第二課時）

課題	§3.4 變壓器		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2018.04.16	課型	復習課		課時	1 課時

一、變壓器的原理

1. 變壓器的構造

由閉合鐵芯和繞在鐵芯上的兩個線圈組成，如圖 5-4-1 所示。

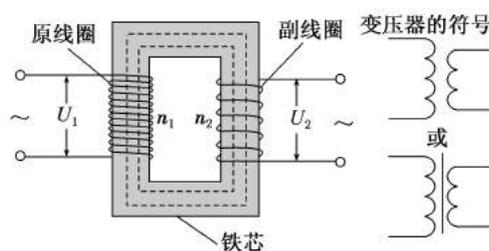


圖 5-4-1

(1)原線圈：與交流電源連接的線圈，也叫初級線圈。

(2)副線圈：與負載連接的線圈，也叫次級線圈。

2. 變壓器的工作原理

變壓器工作的基礎是互感現象，電流通過原線圈時在鐵芯中激發的磁場不僅穿過原線圈，也同時穿過副線圈，由於電流的大小、方向在不斷變化，鐵芯中的磁場也在不斷變化，變化的磁場在副線圈中產生感應電動勢。

3. 作用

改變交變電流的電壓。

二、電壓與匝數的關係

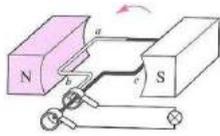
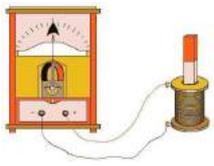
1. 理想變壓器

沒有能量損失的變壓器，也是一個理想化模型。

2. 電壓與匝數的關係

理想變壓器原、副線圈的電壓之比，等於兩個線圈的匝數之比，即： $\frac{U_1}{U_2} =$

$$\frac{n_1}{n_2}。$$



3·兩類變壓器

副線圈的電壓比原線圈電壓低的變壓器叫降壓變壓器；副線圈的電壓比原線圈電壓高的變壓器叫升壓變壓器。

三、兩種互感器

1·電壓互感器

把高電壓變成低電壓。它的原線圈並聯在高壓電路上，副線圈接入交流電壓表，如圖 5-4-2 甲所示。

2·電流互感器

把大電流變成小電流。原線圈串聯在被測電路中，副線圈接入交流電流表，如圖乙所示。

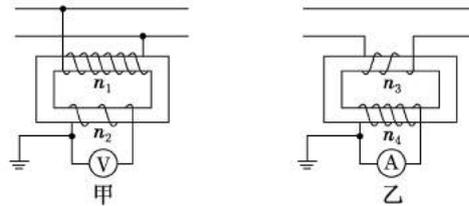
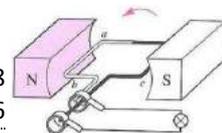
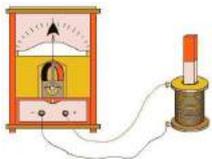


圖 5-4-2

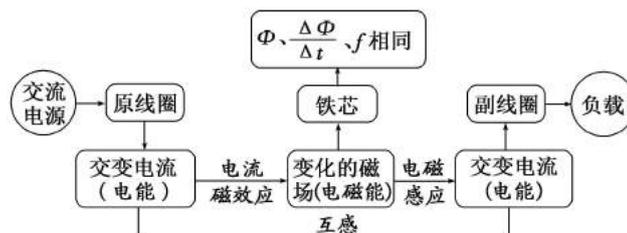


3.1 知識點一：磁現象和電流的磁效應

知識點 ①	變壓器的工作原理及規律
--------------	--------------------

【核心突破】

1· 工作原理



2· 基本規律

(1) 一原一副, $P_{\text{入}} = P_{\text{出}}$, $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$, $\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$

(2) 一原多副, $P_{\text{入}} = P_{\text{出}}$, $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$, $\frac{U_1}{U_3} = \frac{n_1}{n_3}$, $\frac{U_2}{U_3} = \frac{n_2}{n_3}$

$$U_1 I_1 = U_2 I_2 + U_3 I_3 + \dots$$

$$n_1 I_1 = n_2 I_2 + n_3 I_3 + \dots$$

【題組衝關】

【典例】 如圖 5-4-3 所示，理想變壓器原、副線圈匝數比為 20：1，兩個標有“12 V,6 W”的小燈泡並聯在副線圈的兩端。當兩燈泡都正常工作時，原線圈電路中電壓表和電流錶(可視為理想的)的示數分別是()

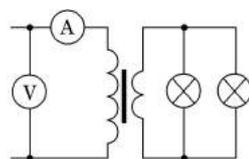


圖 5-4-3

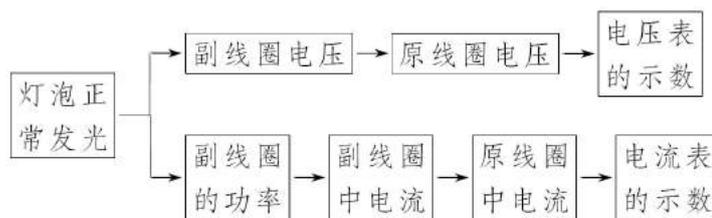
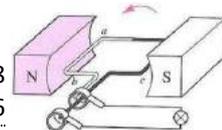
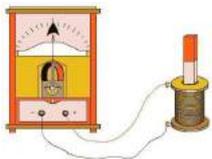
A · 120 V,0.10 A

B · 240 V,0.025 A

C · 120 V,0.05 A

D · 240 V,0.05 A

【思路點撥】 解答本題時可按以下思路分析：



[解析] 由於燈泡正常發光，所以 $U_2 = 12 \text{ V}$ ，

根據 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ 解得 $U_1 = 240 \text{ V}$ ；

兩個燈泡均正常發光， $I_2 = 2 \frac{P}{U_2} = 1 \text{ A}$ ，

根據 $\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$ 解得 $I_1 = 0.05 \text{ A}$ ，故 D 正確。

[答案] D

【歸納總結】

1. 理想變壓器不改變交變電流的週期和頻率。

2. (1) $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ ，無論副線圈一端是空載還是有負載，都是適用的。

(2) 輸出電壓 U_2 由輸入電壓 U_1 和原、副線圈的匝數比共同決定。

由 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ 得， $\frac{U_1}{n_1} = \frac{U_2}{n_2} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 。

(3) 若變壓器有多個副線圈，有 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ ， $\frac{U_1}{U_3} = \frac{n_1}{n_3}$ ，...，即電壓關係仍成立。

兩個副線圈之間 U 滿足 $\frac{U_2}{U_3} = \frac{n_2}{n_3}$ 。

1. 一理想變壓器原、副線圈匝數之比 $n_1 : n_2 = 11 : 5$ ，原線圈與正弦交變電源連接，輸入電壓 U 如圖 5-4-4 所示。副線圈僅接入一個 10Ω 的電阻，則 ()

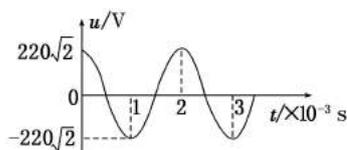
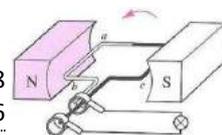
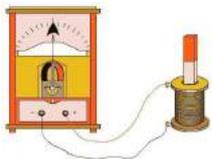


圖 5-4-4



- A · 流過電阻的電流是 20 A
- B · 與電阻並聯的電壓表的示數是 $100\sqrt{2}$ V
- C · 經過 1 分鐘電阻發出的熱量是 6×10^3 J
- D · 變壓器的輸入功率是 1×10^3 W

解析：選 D 由電壓的有效值和最大值的關係得

$$U_1 = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = 220 \text{ V}。$$

根據理想變壓器電壓與匝數的關係 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ ，

$$\text{得 } U_2 = \frac{n_2}{n_1} U_1 = \frac{5}{11} \times 220 \text{ V} = 100 \text{ V}，$$

故電壓表的示數是 100 V，B 錯誤；

$$I_2 = \frac{U_2}{R} = \frac{100}{10} \text{ A} = 10 \text{ A}，\text{ A 錯誤；}$$

1 分鐘內電阻發出的熱量

$$Q = I^2 R t = 10^2 \times 10 \times 60 \text{ J} = 6 \times 10^4 \text{ J}，\text{ C 錯誤；}$$

變壓器的輸入功率等於輸出功率，

$$\text{即 } P_{\text{入}} = P_{\text{出}} = U_2 I_2 = 100 \times 10 \text{ W} = 1 \times 10^3 \text{ W}，\text{ 故 D 正確。}$$

2 · (多選)(2016·全國丙卷)如圖 5-4-5，理想變壓器原、副線圈分別接有額定電壓相同的燈泡 a 和 b。當輸入電壓 U 為燈泡額定電壓的 10 倍時，兩燈泡均能正常發光。下列說法正確的是()

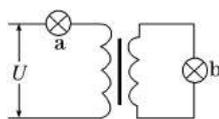
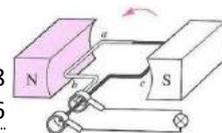
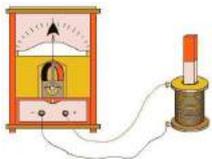


圖 5-4-5

- A · 原、副線圈匝數比為 9 : 1
- B · 原、副線圈匝數比為 1 : 9
- C · 此時 a 和 b 的電功率之比為 9 : 1
- D · 此時 a 和 b 的電功率之比為 1 : 9

解析：選 AD 設燈泡的額定電壓為 U_0 ，輸入電壓為燈泡額定電壓的 10 倍時燈泡正常發光，則變壓器原線圈的電壓為 $9U_0$ ，變壓器原、副線圈的匝數比為 9 : 1，選項 A 正確，選項 B 錯誤；由 $9U_0 I_a = U_0 I_b$ 得，流過 b 燈泡的電流是



流過 a 燈泡電流的 9 倍，根據 $P=UI$ ， a 、 b 燈泡的電功率之比為 1:9，選項 C 錯誤，選項 D 正確。

3. 如圖 5-4-6 所示，理想變壓器原線圈匝數為 $n_1=1\ 000$ 匝，兩個副線圈匝數分別為 $n_2=50$ 匝和 $n_3=100$ 匝， L_1 是“6 V 2 W”的燈泡， L_2 是“12 V 4 W”的燈泡，當原線圈接正弦交變電流時，兩燈泡均正常發光，那麼原線圈中的電流為()

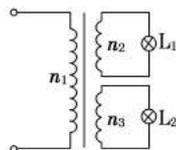


圖 5-4-6

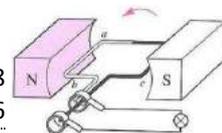
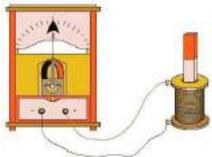
- A. $\frac{1}{50}$ A B. $\frac{1}{30}$ A
 C. $\frac{1}{20}$ A D. $\frac{1}{10}$ A

解析：選 C 由電壓關係 $\frac{U_1}{n_1} = \frac{U_2}{n_2} = \frac{U_3}{n_3}$

解得 $U_1=120$ V，

原線圈的輸入功率為 $P_{\text{入}}=U_1I_1=P_{L1}+P_{L2}$

解得 $I_1=\frac{1}{20}$ A，C 正確。



3.2 知識點二：理想變壓器的動態變化

知識點 (2)	理想變壓器的動態變化
----------------	-------------------

【題組衝關】

【典例】如圖 5-4-7 所示，理想變壓器的副線圈上通過輸電線接有兩個相同的燈泡 L_1 和 L_2 ，輸電線的等效電阻為 R 。開始時，開關 S 斷開。當開關 S 接通時，以下說法中不正確的是()

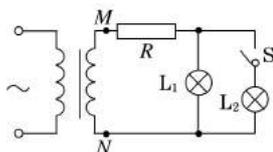


圖 5-4-7

- A · 副線圈兩端 M 、 N 的輸出電壓減小
- B · 副線圈輸電線等效電阻 R 上的電壓增大
- C · 通過燈泡 L_1 的電流減小
- D · 原線圈中的電流增大

【思路點撥】

$$U_1 \xrightarrow{\text{決定}} \frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2} \rightarrow U_2 \xrightarrow{\text{決定}} I_2 = \frac{U_2}{R_{\text{負載}}} \rightarrow I_2$$

$$\xrightarrow{\text{決定}} I_1 U_1 = I_2 U_2 \rightarrow I_1 \xrightarrow{\text{決定}} P_1 = U_1 I_1 \rightarrow P_1$$

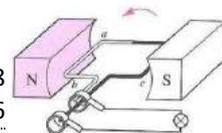
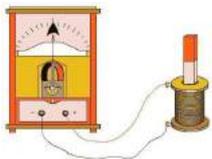
【解析】由於輸入電壓不變，所以當 S 接通時，理想變壓器副線圈 M 、 N 兩端輸出電壓不變。並聯燈泡 L_2 ，總電阻變小，由歐姆定律 $I_2 = \frac{U_2}{R_2}$ 知，流過 R 的電流增大，電阻上的電壓 $U_R = IR$ 增大。副線圈輸出電流增大，根據輸入功率等於輸出功率 $I_1 U_1 = I_2 U_2$ 得， I_2 增大，原線圈輸入電流 I_1 也增大。 U_{MN} 不變， U_R 變大，所以 U_{L1} 變小，流過燈泡 L_1 的電流減小。

【答案】 A

【歸納總結】

理想變壓器動態變化的兩種情況

(1)原、副線圈的匝數比不變，分析各物理量隨負載電阻的變化而變化的情



況，進行動態分析的順序是 $R \rightarrow I_2 \rightarrow P_2 \rightarrow P_1 \rightarrow I_1$ 。

(2) 負載電阻不變，分析各物理量隨原、副線圈的匝數比的變化而變化的情況，進行動態分析的順序是 $n_1、n_2 \rightarrow U_2 \rightarrow I_2 \rightarrow P_2 \rightarrow P_1 \rightarrow I_1$ 。

1. 理想變壓器的原線圈連接電流錶，副線圈接入電路的匝數可以通過觸頭 Q 調節，在副線圈輸出端連接了定值電阻 R_0 和滑動變阻器 R ，在原線圈上加一電壓為 U 的交流電，如圖 5-4-8 所示。下列情況可能出現的是()

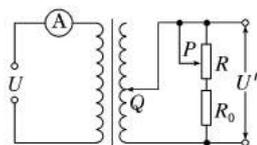


圖 5-4-8

- A · 若 Q 位置不變，將 P 向上滑動， U' 變大
- B · 若 Q 位置不變，將 P 向上滑動，電流錶的讀數變大
- C · 若 P 位置不變，將 Q 向上滑動，電流錶的讀數變大
- D · 若 P 位置不變，將 Q 向上滑動，變壓器的輸入功率不變

解析：選 C 當理想變壓器的輸入電壓 U ，以及原、副線圈的匝數比不變時，副線圈兩端的電壓也不變，A 項錯；

由 $P_{出} = \frac{U'^2}{R+R_0}$ 知 R 增大時，輸出功率減小，又由 $P_{入} = P_{出}$ 得原線圈中的電流錶讀數要減小，B 項錯； Q 向上滑動時， U' 增大，而負載電阻不變，則輸出功率要增大，即輸入功率也要增大，原線圈中的電流就要增大，C 項對，D 項錯。

2. 如圖 5-4-9 所示，某理想變壓器的原、副線圈的匝數均可調節，原線圈兩端電壓為一最大值不變的正弦交流電，在其他條件不變的情況下，為了使變壓器輸入功率增大，可使()

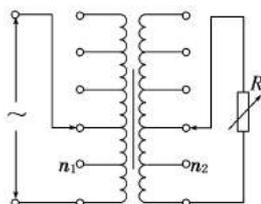
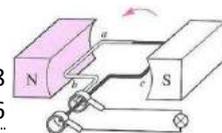
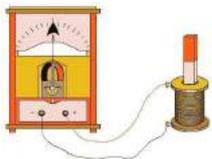


圖 5-4-9

- A · 原線圈匝數 n_1 增加



- B · 副線圈匝數 n_2 減少
- C · 負載電阻 R 的阻值增大
- D · 負載電阻 R 的阻值減小

解析：選 D 由 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$, $P_{\text{出}} = \frac{U_2^2}{R}$

$$\text{可得 } P_{\text{出}} = \frac{U_1^2 n_2^2}{n_1^2 R}$$

又因為 $P_{\text{入}} = P_{\text{出}}$, 所以 $P_{\text{入}} = \frac{U_1^2 n_2^2}{n_1^2 R}$

分析可得選項 D 正確。

3 · 如圖 5-4-10 所示電路中，變壓器為理想變壓器， a 、 b 接在電壓有效值不變的交流電源兩端， R_0 為定值電阻， R 為滑動變阻器。現將變阻器的滑片從一個位置滑動到另一位置，觀察到電流錶 A_1 的示數增大了 0.2 A ，電流錶 A_2 的示數增大了 0.8 A ，則下列說法正確的是()

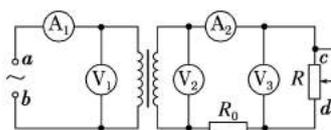
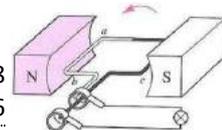
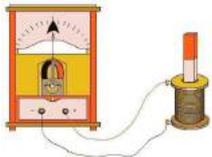


圖 5-4-10

- A · 電壓表 V_1 示數增大
- B · 電壓表 V_2 、 V_3 示數均增大
- C · 該變壓器起升壓作用
- D · 變阻器滑片是沿 $c \rightarrow d$ 的方向滑動

解析：選 D 由於變壓器原線圈的電壓不變，因此電壓表 V_1 、 V_2 的讀數均不變，選項 A、B 均錯誤；由題意可知，該變壓器起降壓作用，選項 C 錯誤；由於副線圈的電壓不變，電流錶 A_2 的示數增大，根據歐姆定律可知負載的電阻變小，所以滑動變阻器連入電路的阻值變小，選項 D 正確。



3.3 知識點三：電感和電容的綜合應用

知識點 3

自耦變壓器與互感器

【核心突破】

1·自耦變壓器

圖 5-4-11 甲所示是自耦變壓器的示意圖。這種變壓器的特點是鐵芯上只繞有一個線圈。如果把整個線圈作原線圈，副線圈只取線圈的一部分，就可以降低電壓；如果把線圈的一部分作原線圈，整個線圈作副線圈，就可以升高電壓。

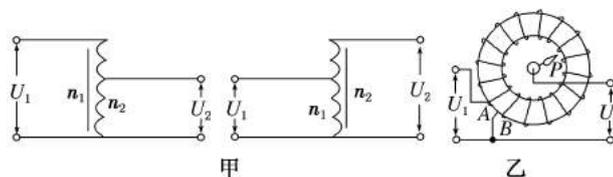


圖 5-4-11

調壓變壓器就是一種自耦變壓器，它的構造如圖乙所示。線圈 AB 繞在一個圓環形的鐵芯上， AB 之間加上輸入電壓 U_1 ，移動滑動觸頭 P 的位置就可以調節輸出電壓 U_2 。

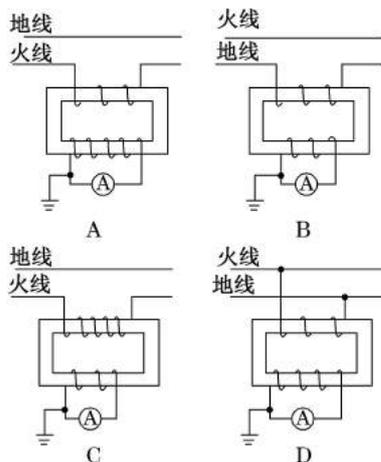
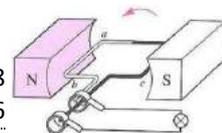
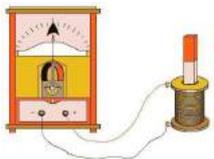
2·互感器

(1) **電壓互感器**：如圖 5-4-2 甲所示，原線圈並聯在高壓電路中，副線圈接電壓表。互感器將高電壓變為低電壓，通過電壓表測低電壓，結合匝數比可計算出高壓電路的電壓。

(2) **電流互感器**：如圖 5-4-2 乙所示，原線圈串聯在待測大電流電路中，副線圈接電流錶。互感器將大電流變成小電流，通過電流錶測出小電流，結合匝數比可計算出大電流電路的電流。

【題組衝關】

[典例] 在變電所，經常要用交流電表去監測電網上的強電流，使用的儀器是電流互感器。如圖所示的四個圖中，能正確反映其工作原理的是()



【解析】 電流互感器是測電流的，應串聯在火線上，故 B、D 錯誤。由變壓器電流關係 $n_1 I_1 = n_2 I_2$ ，要使 $I_2 < I_1$ ，須 $n_2 > n_1$ ，故 A 選項正確。

【答案】 A

【歸納總結】

互感器的區分技巧

(1) 電壓互感器是降壓變壓器，據 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ ，知 $n_1 > n_2$ 。

電流互感器是升壓變壓器，據 $\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$ ，知 $n_1 < n_2$ 。

(2) 區分電壓互感器與電流互感器的三個標誌

① 測量儀器不同，前者 V 後者 A 。

② 原副線圈匝數關係不同。

③ 原線圈接線方式不同，前者接在火線和零線間，後者接在火線上。

1. 普通的交流電流表不能直接接在高壓輸電線路上測量電流，通常要通過電流互感器來連接，圖 5-4-12 中電流互感器 ab 一側線圈的匝數較少，工作時電流為 I_{ab} ， cd 一側線圈的匝數較多，工作時電流為 I_{cd} ，為了使電流錶能正常工作，則()

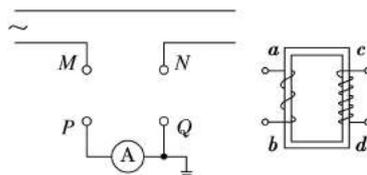
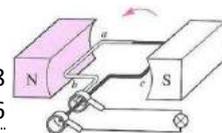
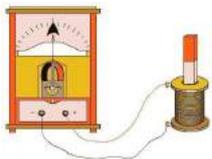


圖 5-4-12

- A · ab 接 MN 、 cd 接 PQ ， $I_{ab} < I_{cd}$
- B · ab 接 MN 、 cd 接 PQ ， $I_{ab} > I_{cd}$
- C · ab 接 PQ 、 cd 接 MN ， $I_{ab} < I_{cd}$
- D · ab 接 PQ 、 cd 接 MN ， $I_{ab} > I_{cd}$

解析：選 B 電流互感器 ab 一側線圈匝數比 cd 一側線圈匝數少，根據電流關係得 $I_1 n_1 = I_2 n_2$ ，所以 $I_{ab} > I_{cd}$ ，電流錶應接在電流較小的一側，故選項 B 正確。

2. 自耦變壓器鐵芯上只繞有一個線圈，原、副線圈都只取該線圈的某部分。一升壓式自耦調壓變壓器的電路如圖 5-4-13 所示，其副線圈匝數可調。已知變壓器線圈總匝數為 1 900 匝；原線圈為 1 100 匝，接在有效值為 220 V 的交流電源上。當變壓器輸出電壓調至最大時，負載 R 上的功率為 2.0 kW。設此時原線圈中電流有效值為 I_1 ，負載兩端電壓的有效值為 U_2 ，且變壓器是理想的，則 U_2 和 I_1 分別約為()

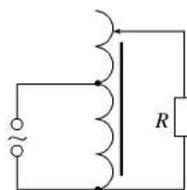


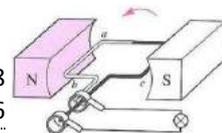
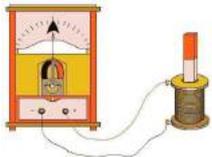
圖 5-4-13

- A · 380 V 和 5.3 A
- B · 380 V 和 9.1 A
- C · 240 V 和 5.3 A
- D · 240 V 和 9.1 A

解析：選 B 對理想變壓器，原、副線圈功率相同，故通過原線圈的電流

$$I_1 = \frac{P}{U_1} = \frac{2\,000}{220} \text{ A} \approx 9.1 \text{ A}$$

負載兩端電壓即為副線圈電壓，由 $\frac{U_1}{n_1} = \frac{U_2}{n_2}$ ，即 $\frac{220}{1\,100} = \frac{U_2}{1\,900}$ ，可得 $U_2 = 380 \text{ V}$ ，故 B 對。



第五課題 §3.5 電能的輸送 (2 課時)

一、課前自主預習學案

第五節 電能的輸送

【學習目標】

1. 掌握遠距離輸電的原理，能熟練計算電壓損失和功率損失
2. 會分析計算輸電過程的電壓損失和功率損失
3. 能理解遠距離輸電原理圖，並能敘述遠距離輸電的過程

【新知預習】

1. 輸送電能的基本要求

- (1) 可靠：保證供電線路可靠地工作，少有故障。
- (2) 保質：保證電能的質量——_____和_____穩定。
- (3) 經濟：輸電線路建造和運行的費用低，電能_____少。

2. 降低輸電損耗的兩個途徑

(1) 要減少輸電線路上的電壓損失，由公式 $U_{損} = IR_{線}$ 知，必須減小電阻或減小電流。

① 要減小電阻，從 $R = \rho l/s$ 看，在輸電距離一定的情况下，可以增大導線的_____，這與節約相悖，當然也給鋪設線路帶來困難；還可以選用較小的導體。

② 從公式 $P = IU$ 來看，在保證功率不改變的情况下，要減小輸送電流就必須提高_____。

(2) 減少輸電導線上的功率損耗，由 $P_{損} = I^2 R_{線}$ 可知，具體的方法有：

① 減小輸電導線的_____，如果採用電阻率相同的材料，可加大導線的_____。

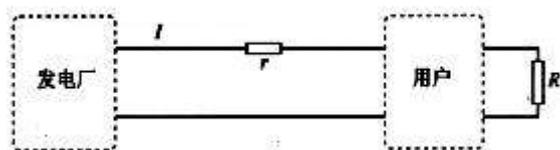
② 提高_____，減小_____。

前一種方法的作用十分有限，一般採用後一種方法。

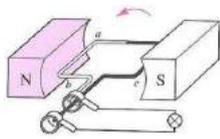
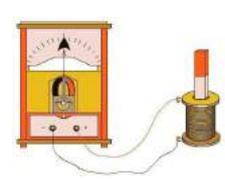
【導析探究】

導析一：功率損失和電壓損失

情景：如圖，輸送 10KW 的電功率，採用 400V 的電壓輸電，輸電線的總電阻為 10Ω 。



問題 1：輸電導線中的電流？輸電線中損失的電壓是多少？用戶得到的電壓是多少？輸電線損失的功率是多少？用戶得到的功率是多少？



問題 2：在輸送電流一定的情况下，輸電線的總電阻變為原來的一半，損失的電壓和功率分別是原來的幾分之幾？

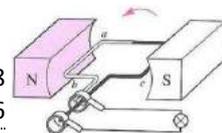
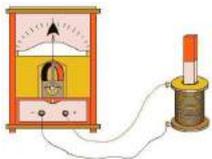
問題 3：在輸電線的總電阻一定的情况下，輸電線的電流變為原來的一半，損失的電壓和功率分別是原來的幾分之幾？

例 1.遠距離輸送一定功率的交變電流，若輸電電壓提高到原來的 n 倍，則正確的是（ ）

- A · 輸電線上的電流變為原來的 n 倍 B · 輸電線上的電流變為原來的 $1/n$
C · 輸電線上的電壓損失變為原來的 $1/n$ D · 輸電線上的電功率損失變為原來的 $1/n^2$

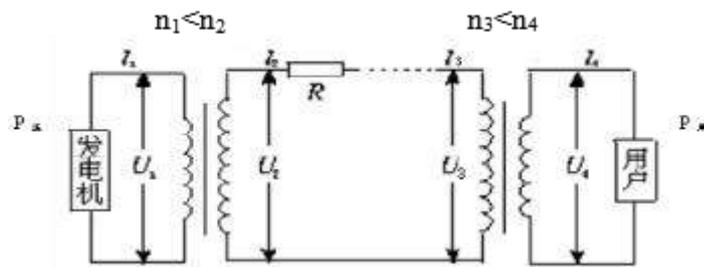
例 2.下列關於減小遠距離輸電導線上熱損耗的說法中，正確的是（ ）

- A · 因為熱功率 $P=U^2/R$ ，所以應降低輸送電壓，增大輸電導線電阻，才能減小輸電導線上的熱損耗。
B · 因為熱功率 $P=IU$ ，所以應採用低電壓、小電流輸電，才能減小輸電導線上的熱損耗。
C · 因為熱功率 $P=I^2R$ ，所以可採用減小輸電線電阻或減小電流的方法來減小輸電導線上的熱損耗。
D · 以上說法均不正確。



導析二：遠距離高壓輸電原理

情景：遠距離輸電示意圖



問題 4：請分別寫出輸電線上的功率損失和電壓損失運算式

問題 5：請說明電路中 I_2 、 I_3 的關係； U_2 、 U_3 的關係

例 3. 請你指出下面敘述錯在哪里，並說明原因。

將電能從發電站送到用戶，在輸電線上會損失一部分功率，設輸電電壓為 U ，則功率損失為：
$$P_{損} = UI \quad (1)$$

另外：
$$U = IR \quad (2)$$

將 (2) 式代入 (1) 式，得到：
$$P_{損} = U^2/R \quad (3)$$

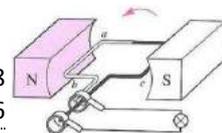
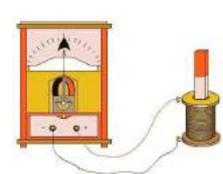
由 (3) 式可知，要減小功率損失 $P_{損}$ ，就應當用低壓送電和增大輸電線的電阻 R 。

例 4. 發電機輸出功率 40KW，輸出電壓 400V，用變壓比（原、副線圈匝數比）為 1：5 的變壓器升壓後向遠處供電，輸電線的總電阻為 5Ω ，到達用戶後再用變壓器降為 220V。

求：(1) 畫出電路圖；

(2) 輸電線上損失的電功率是多少？

(3) 降壓變壓器的變壓比是多少？



二、新課教學：§3.5 電能的輸送（第一課時）

課題	§3.5 電能的輸送		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2018.04.17	課型	新授課		課時	1 課時

2.1 教學目標

1. 知道“便於遠距離輸送”是電能的優點，知道輸電過程。
2. 知道降低輸電損耗的兩個途徑。
3. 了解電網供電的優點和意義。

【過程與方法】

通過思考、討論、閱讀，培養學生閱讀、分析、綜合和應用能力

【情感態度與價值觀】

1. 培養學生遇到問題要認真、全面分析的科學態度。
2. 介紹我國遠距離輸電概況，激發學生投身祖國建設的熱情。

2.2 教學重點難點

1. 找出影響遠距離輸電損失的因素，使學生理解高壓輸電可減少功率與電壓損失。
2. 理解高壓輸電原理，區別導線上的輸電電壓 U 和損失電壓 ΔU 。

2.3 教學方法

情景教學法 實驗教學法 類比教學法 互動探究式教學法

2.4 教學用具

課件多媒體教學課件、多媒體投影儀。

2.5 教學過程

★重難點一、降低輸電損耗的兩個途徑★

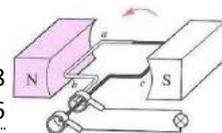
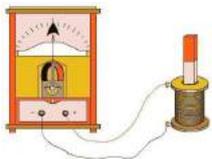
電能只要通過高壓輸電就能從發電站輸向遠處。例如，三峽水電站地處我國腹地，與華北、華中、華南、華東的電力負荷中心相距都在 500~1 000 km，發出的電能需要用數百千伏的高壓輸電線送往各地。那麼

(1)遠距離大功率輸電面臨的困難是什麼？

提示：在輸電線上有功率損失。

(2)輸電線上功率損失的原因是什麼？功率損失的運算式是什麼？降低輸電損耗的兩個途徑是什麼？

提示：由於輸電線有電阻，當有電流流過輸電線時，有一部分電能轉化為電熱



而損失掉了，這是輸電線上功率損失的主要原因。

設輸電電流為 I ，輸電線的電阻為 R ，則功率損失為 $\Delta P = I^2 R$ 。根據功率損失的運算式 $\Delta P = I^2 R$ 可知，要減少輸電線上的功率損失，有兩個途徑：一是減小輸電線的電阻；二是減小輸電電流。

(3) 為什麼遠距離輸電必須用高壓呢？

提示：這是由於電流的熱效應，遠距離輸電時在導線上的電能損耗非常大。由焦耳定律 $Q = I^2 R t$ 可知，導線的發熱損耗跟電阻和電流的平方成正比。減小輸電導線的電阻局限性較大，故可以通過減小電流來減少發熱損耗。因為發電站的輸出功率是一定的，即 $P = UI$ ，所以要減小輸出電流，必須提高輸出電壓。

【總結提升】

1. 電壓損失。

輸電線始端電壓 U 與輸電線末端電壓 U' 的差值， $\Delta U = U - U' = Ir$ 。

2. 功率損失。

遠距離輸電時，輸電線有電阻，電流的熱效應引起功率損失，損失的電功率

$$(1) \Delta P = I^2 r;$$

$$(2) \Delta P = I \Delta U;$$

$$(3) \Delta P = \frac{\Delta U^2}{r}.$$

【典型例題】 某變電站用 220 V 的電壓輸電，導線上損失的功率為輸送功率的 20%。若要使導線上損失的功率降為輸送功率的 5%，則輸電電壓應為多少？

【思路探究】

(1) 明確兩次輸送功率相同。

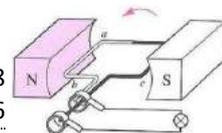
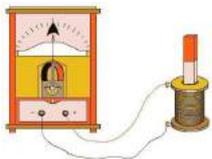
(2) 理解輸送電壓 220 V，不是導線兩端的電壓。

【答案】 440 V

【解析】 設輸送功率為 P ，輸電電壓 $U_1 = 220$ V 時，損失功率 $\Delta P_1 = 20\%P$

又因為 $\Delta P_1 = I_1^2 R_{線}$ ， $I_1 = \frac{P}{U_1}$

解得 $\Delta P_1 = \frac{P^2}{U_1^2} R_{線}$



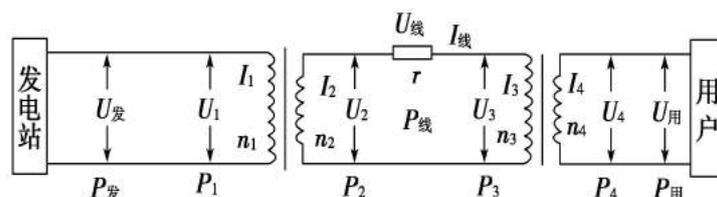
現要求 $\Delta P_2 = 5\%P$ ，同理 $\Delta P_2 = \frac{P^2}{U_2^2} R_{\text{線}}$

因此可得 $\frac{20\%}{5\%} = \frac{U_2^2}{U_1^2}$

所以 $U_2 = 2U_1 = 440 \text{ V}$

★重難點二、遠距離輸電電路的分析與計算★

某發電站向遠處送電的示意圖如圖所示。其中各部分的物理量已在圖上標注，在這個電路中包括三個回路。



發電站和 n_1 構成回路， n_1 相當於外電路； n_2 、 r 和 n_3 構成回路， n_2 相當於電源， r 和 n_3 構成外電路； n_4 和用戶構成回路， n_4 相當於電源，用戶相當於外電路。

(1) 結合閉合電路的知識，分析三個回路中各物理量之間的關係(發電機內阻， n_1 、 n_2 、 n_3 、 n_4 線圈的電阻忽略不計)。

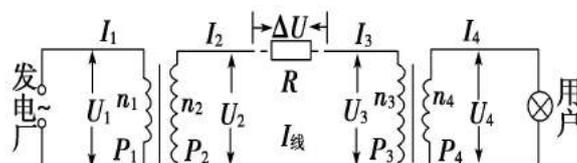
提示：第一個回路中 $U_{\text{發}} = U_1$ ， $P_{\text{發}} = P_1$ ，

第二個回路中 $U_2 = U_3 + U_{\text{線}}$ ， $P_2 = P_{\text{線}} + P_3$ ，

第三個回路中 $U_4 = U_{\text{用}}$ ， $P_4 = P_{\text{用}}$ 。

【總結提升】

1. 解決遠距離輸電問題時，應首先畫出輸電的電路圖。如圖所示。



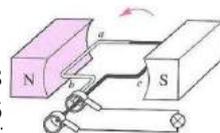
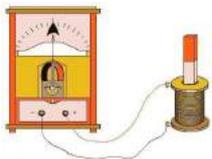
2. 分析三個回路，在每個回路中，變壓器的原線圈是回路的用電器，而相應的副線圈是下一個回路的電源。

(1) 第一個回路： $P_1 = U_1 I_1$ 。

(2) 第二個回路：

① 電流關係： $I_2 = I_{\text{線}} = I_3$ ；

② 電壓關係： $U_2 = \Delta U + U_3$ 。



③功率關係： $P_2 = \Delta P + P_3$ ；

$$P_3 = U_3 I_3；$$

$$P_2 = U_2 I_2。$$

【特別提醒】

1·輸電線上的電功率損失

(1)原因：輸電導線有電阻 $R_{\text{線}}$ ，電流流過輸電線時，電流的熱效應引起電功率的損失。

(2)計算式：① $P_{\text{線}} = I^2 R_{\text{線}}$ ，② $P_{\text{線}} = I U_{\text{線}}$ ，③ $P_{\text{線}} = \frac{U_{\text{線}}^2}{R_{\text{線}}}$ 。

2·輸電線上的電壓損失

若用 U 表示輸電線始端電壓， U' 表示輸電線末端電壓，則 $U_{\text{線}} = U - U'$ 或 $U_{\text{線}} = I R_{\text{線}}$ 。

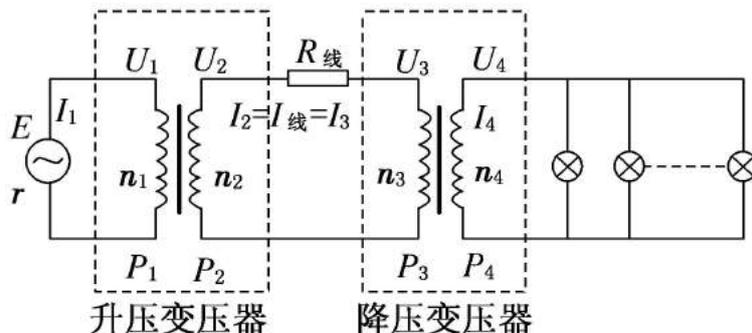
計算輸電線上功率損失的兩種方法

計算輸電線上損失的功率時，要注意區分兩個電壓：輸電電壓(輸電線始端的電壓) U 和輸電線上的損失電壓 ΔU 。

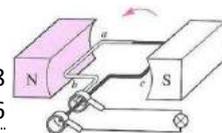
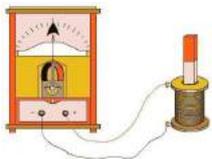
(1) $P_{\text{損}} = \Delta U I = \frac{\Delta U^2}{R}$ ， ΔU 是輸電線兩端的電壓，即 ΔU 是輸電線上損失的電壓。

(2) $P_{\text{損}} = \left(\frac{P}{U}\right)^2 R$ ， U 是指輸送電壓，即從發電站發出後，經過變壓器升高後的電壓。

【典型例題】如圖所示，學校有一臺應急備用發電機，內阻為 $r = 1 \Omega$ ，升壓變壓器匝數比為 $n_1 : n_2 = 1 : 4$ ，降壓變壓器的匝數比為 $n_3 : n_4 = 4 : 1$ ，輸電線總電阻為 $R_{\text{線}} = 4 \Omega$ ，全校有 22 間教室，每間教室安裝“220 V 40 W”的電燈 6 盞，要求所有的電燈都正常發光，求：

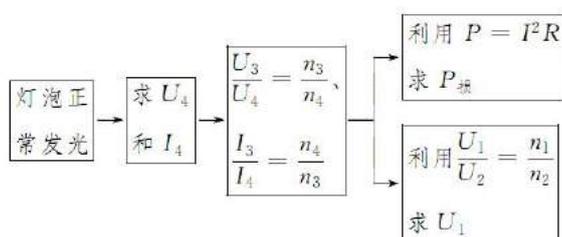


(1)輸電線上損耗的電功率 $P_{\text{損}}$ 多大？



(2)發電機的電動勢 E 多大?

【思路探究】



【答案】(1)144 W (2)250 V

【解析】(1)所有電燈正常發光時消耗的功率為

$$P_{\text{燈}} = 40 \times 22 \times 6 \text{ W} = 5280 \text{ W} = P_4$$

由於燈正常發光時，降壓變壓器副線圈兩端電壓 $U_4 = 220 \text{ V}$ ，所以降壓變壓器

$$\text{原線圈兩端電壓 } U_3 = \frac{n_3}{n_4} U_4 = \frac{4}{1} \times 220 \text{ V} = 880 \text{ V}$$

$$\text{兩變壓器之間輸電線上的電流為 } I_{\text{線}} = \frac{P_3}{U_3} = \frac{P_4}{U_3} = \frac{5280}{880} \text{ A} = 6 \text{ A}$$

$$\text{輸電線上損失的功率 } P_{\text{損}} = I_{\text{線}}^2 R_{\text{線}} = 6^2 \times 4 \text{ W} = 144 \text{ W}$$

$$(2)\text{輸電線上損失的電壓 } U_{\text{損}} = I_{\text{線}} R_{\text{線}} = 6 \times 4 \text{ V} = 24 \text{ V}$$

$$\text{升壓變壓器副線圈兩端電壓 } U_2 = U_3 + U_{\text{損}} = (880 + 24) \text{ V} = 904 \text{ V}$$

$$\text{升壓變壓器原線圈兩端電壓 } U_1 = \frac{n_1}{n_2} U_2 = \frac{1}{4} \times 904 \text{ V} = 226 \text{ V}$$

$$\text{升壓變壓器原線圈中的電流 } I_1 = \frac{n_2}{n_1} I_{\text{線}} = \frac{4}{1} \times 6 \text{ A} = 24 \text{ A}$$

$$\text{發電機內阻上的電壓 } U_r = I_1 r = 24 \text{ V}$$

$$\text{發電機的電動勢 } E = U_1 + U_r = 226 \text{ V} + 24 \text{ V} = 250 \text{ V}$$

2.6 板書設計

★重難點一、降低輸電損耗的兩個途徑★

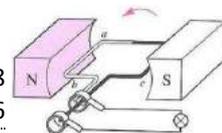
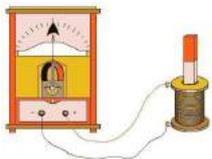
1· 電壓損失·

輸電線始端電壓 U 與輸電線末端電壓 U' 的差值， $\Delta U = U - U' = Ir$ 。

2· 功率損失·

遠距離輸電時，輸電線有電阻，電流的熱效應引起功率損失，損失的電功率

$$(1)\Delta P = I^2 r;$$

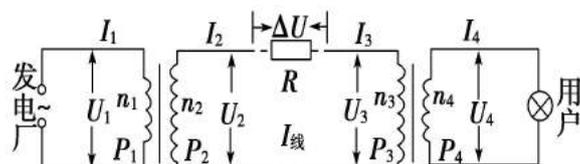


$$(2) \Delta P = I \Delta U ;$$

$$(3) \Delta P = \frac{\Delta U^2}{r} .$$

★重難點二、遠距離輸電電路的分析與計算★

1. 解決遠距離輸電問題時，應首先畫出輸電的電路圖，如圖所示。



2. 分析三個回路，在每個回路中，變壓器的原線圈是回路的用電器，而相應的副線圈是下一個回路的電源。

(1) 第一個回路： $P_1 = U_1 I_1$.

(2) 第二個回路：

① 電流關係： $I_2 = I_{\text{線}} = I_3$ ；

② 電壓關係： $U_2 = \Delta U + U_3$.

③ 功率關係： $P_2 = \Delta P + P_3$ ；

$$P_3 = U_3 I_3 ;$$

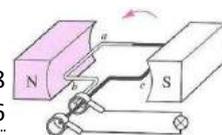
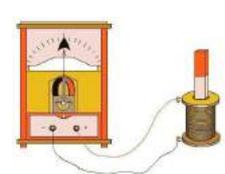
$$P_2 = U_2 I_2 .$$

2.7 教學反思

《交變電流》是學生綜合運用前面所學知識解決實際問題的一個典型例子。課程設計力求將理論分析與實驗驗證相結合，使學生理解高壓輸電原理，培養和提高學生運用物理知識綜合分析、解決實際問題的能力，動手能力和合作探究的能力。教材寫得比較詳細、通俗，可讓學生閱讀課本，然後提出一些問題引導學生思考、討論。在內容的處理上，應注意以下幾個方面：

1. 對於電路上的功率損失，可引導學生自己從已有的直流電路知識出發，進行分析，得出結論。

2. 學生常常容易將導線上的電壓損失 $U_{\text{損}} = U_{\text{輸}} - U_{\text{用}}$ 與輸電電壓混淆起來，甚至進而得出錯誤結論。要通過具體的例子，可引導學生進行討論，澄清認識。這樣可達到事半功倍的效果。要注意，切不可單純由教師講解，而代替了



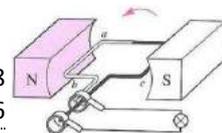
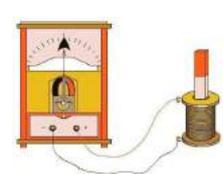
學生的思考。

3.講解電路上的電壓損失，是本節教材新增加的。目的是希望學生對輸電問題有更全面、更深入和更接近實際的認識，知道影響輸電損失的因素不止一個，分析問題應綜合考慮，抓住主要方面。但真正的實際問題比較複雜，教學中並不要求深入討論輸電中的這些實際問題，也不要求對輸電過程中感抗和容抗的影響進行深入分析。

4.課本中講了從減少損失考慮，要求提高輸電電壓；又講了並不是輸電電壓越高越好。希望幫助學生科學地、全面地認識問題，逐步樹立正確地分析問題、認識問題的觀點和方法。節後設的閱讀材料《直流輸電》既可以開闊學生眼界，也可以增加知識。

5.在本節課的教學設計上能體現出課改精神，重在過程，重在發現，而不是象以前只重結論。

6.採用探究式教學法。體現了學生的主體地位。讓學生主動參與其中而不是被動接受教師的結論。



三、重點探究：§3.5 電能的輸送（第二課時）

課題	§3.5 電能的輸送		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2018.04.18	課型	復習課		課時	1 課時

一、降低輸電損耗的兩個途徑

1. 輸送電能的基本要求

- (1)可靠：指保證供電線路可靠的工作，少有故障。
- (2)保質：保證電能的質量——電壓和頻率穩定。
- (3)經濟：指輸電線路建造和運行的費用低，電能損耗少。

2. 降低輸電損耗的兩個途徑

要減少輸電線路上的功率損失，由公式 $P_{損} = I^2 R_{線}$ 知，必須減小輸電線電阻或減小輸電電流。

(1)要減小電阻，從 $R = \rho \frac{l}{S}$ 看，在輸電距離一定的情况下，可以增大導線的橫截面積，但過粗的導線會耗費太多的金屬材料，同時也給鋪設線路帶來困難；還可以選用電阻率較小的導體。

(2)從公式 $P = IU$ 來看，在保證功率不改變的情况下，要減小輸送電流就必須提高輸電電壓。

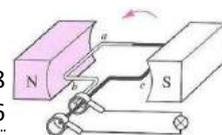
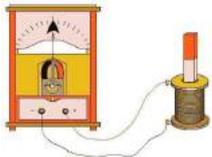
前一種方法的作用十分有限，一般採用後一種方法。

3. 高壓輸電

(1)現代遠距離輸電都採用高壓輸電。目前我國遠距離送電採用的電壓有 110 kV, 220 kV, 330 kV，輸電幹線已採用 500 kV，西北電網甚至達到 750 kV。

(2)高壓輸電並不是越高越好。電壓越高，對輸電線路絕緣性能和變壓器的要求就越高，線路修建費用會增多。

(3)實際輸送電能時要綜合考慮輸送功率、距離、技術和經濟等要求選擇合適的電壓。



二、電網供電

1. 遠距離輸電基本原理

在發電站內用升壓變壓器升壓，然後進行遠距離輸電，在用電區域通過降壓變壓器降到所需的電壓。

2. 電網

通過網狀的輸電線、變電站，將許多電廠和廣大用戶連接起來，形成全國性或地區性的輸電網絡。

3. 電網輸電的優點

- (1)降低一次能源的運輸成本，獲得最大經濟效益。
- (2)減少斷電的風險，調劑不同地區電力供需的平衡，保障供電的質量。
- (3)合理調度電力，使電力的供應更加可靠，質量更高。

3.1 知識點一：輸電線上電壓和功率損失的計算

知識點 ①	輸電線上電壓和功率損失的計算
--------------	-----------------------

【題組衝關】

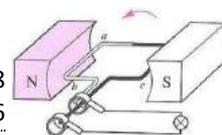
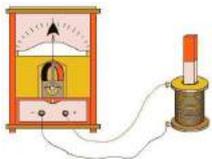
[典例] (多選)在電能輸送過程中，若輸送的電功率、輸電線電阻一定，則在輸電線上損耗的電功率()

- A. 和輸送電壓的二次方成反比
- B. 和輸送電流的二次方成反比
- C. 和輸送電線上的電壓降的二次方成正比
- D. 和輸送電流的二次方成正比

[解析] 此題考查了輸電線上的功率損失和導線電阻、輸送電壓、導線上的電壓損失、輸電電流的關係。輸電線上的功率損失 $\Delta P = I^2 R$ ，電壓損失 $\Delta U = U - U'$

$= IR$ ，輸電電流 $I = \frac{P}{U}$ ，所以 $\Delta P = I^2 R = \frac{\Delta U^2}{R} = \left(\frac{P}{U}\right)^2 R$ 。可見，在輸送功率 P 、輸電線電阻 R 一定時， ΔP 與 I^2 成正比，與 ΔU^2 成正比，與 U^2 成反比。

[答案] ACD



【歸納總結】

輸電線上電壓和功率損失的計算方法

$$(1) U_{\text{損}} = IR_{\text{線}} = \frac{P}{U} R_{\text{線}} = U - U_{\text{用戶}}。$$

$$(2) P_{\text{損}} = I^2 R_{\text{線}} = \left[\frac{P}{U} \right]^2 R_{\text{線}} = P - P_{\text{用戶}}。$$

1. 遠距離輸電，輸電功率一定，當輸電電壓為 U_0 時，輸電線上的電流為 I_0 ，損失的電功率為 P_0 。則當輸電電壓提高為 $2U_0$ 時()

A. 由 $I = \frac{U}{R}$ 得，輸電線上的電流變為 $2I_0$

B. 由 $I = \frac{P}{U}$ 得，輸電線上的電流變為 $\frac{I_0}{2}$

C. 由 $P = \frac{U^2}{R}$ 得，輸電線上損失的電功率為 $4P_0$

D. 由 $P = IU$ 得，輸電線上損失的電功率為 $2P_0$

解析：選 B 設輸電線的電阻為 R ，當輸電線上的電流為 I_0 時，損失的電功率為 $P_0 = I_0^2 R$ 。當輸電電壓提高為 $2U_0$ 時，由 $I = \frac{P}{U}$ 可知輸電線上的電流變為

$\frac{I_0}{2}$ ，輸電線上損失的電功率為 $P_{\text{損}} = \left[\frac{I_0}{2} \right]^2 R = \frac{P_0}{4}$ 。故選項 B 正確。

2. 關於電能輸送的以下分析，正確的是()

A. 由公式 $P = \frac{U^2}{R}$ 知，輸電電壓越高，輸電線上功率損失越少

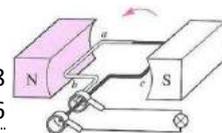
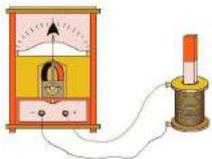
B. 由公式 $P = \frac{U^2}{R}$ 知，輸電導線電阻越大，輸電線上功率損失越少

C. 由公式 $P = I^2 R$ 知，輸電電流越大，輸電線上功率損失越大

D. 由公式 $P = UI$ 知，輸電導線上的功率損失與電流成正比

解析：選 C 輸電導線上損失的功率 $P_{\text{損}} = I^2 R = \frac{\Delta U^2}{R}$ ， ΔU 指輸電線上損失的電壓，而不是輸電電壓。故 C 正確。

3. 輸電導線的電阻為 R ，輸送電功率為 P 。現分別用 U_1 和 U_2 兩種電壓來輸電，則兩次輸電線上損失的功率之比為()



A · $U_1 : U_2$

B · $U_1^2 : U_2^2$

C · $U_2^2 : U_1^2$

D · $U_2 : U_1$

解析：選 C 由 $P=UI$ 得輸電線中的電流 $I=\frac{P}{U}$ 。輸電線上損失的功率 $P_{損}$

$=I^2R=\left(\frac{P}{U}\right)^2R=\frac{P^2R}{U^2}$ 。即在輸送功率和輸電線電阻不變的情況下，損失的功率與

輸電電壓的平方成反比。所以兩次輸電線上損失的功率之比為 $U_2^2 : U_1^2$ 。C 正確。

3.2 知識點二：遠距離輸電

<div style="background-color: #333; color: white; padding: 5px; display: inline-block;">知識點 ②</div>	<h2 style="margin: 0;">遠距離輸電</h2>
---	-----------------------------------

【核心突破】

1 · 遠距離輸電示意圖

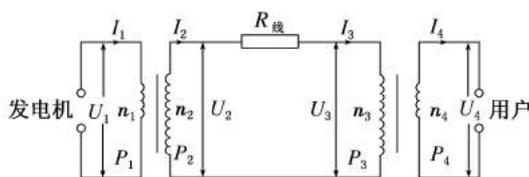


圖 5-5-1

2 · 正確理解幾個基本關係

(1) 功率關係： $P_1=P_2$ ， $P_2=P_{損}+P_3$ ， $P_3=P_4$ 。

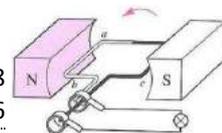
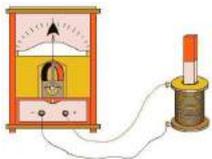
(2) 電壓關係： $\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$ ， $U_2=U_{線}+U_3$ ， $\frac{U_3}{U_4}=\frac{n_3}{n_4}$ 。

(3) 電流關係： $\frac{I_1}{I_2}=\frac{n_2}{n_1}$ ， $I_2=I_{線}=I_3$ ， $\frac{I_3}{I_4}=\frac{n_4}{n_3}$ 。

(4) 輸電電流： $I_{線}=\frac{U_{線}}{R_{線}}=\frac{P_2}{U_2}=\frac{P_3}{U_3}$ 。

(5) 功率損耗： $P_{損}=P_2-P_3=I_{線}^2R_{線}=\frac{U_{線}^2}{R_{線}}=U_{線}I_{線}$ 。

(6) 電壓損失： $U_{線}=U_2-U_3=I_{線}R_{線}$ 。



【題組衝關】

【典例】發電機的輸出電壓為 220 V，輸出功率為 44 kW，每條輸電線的電阻為 0.2 Ω，求：

(1)此時用戶得到的電壓和電功率各為多少？

(2)如果發電站先用變壓比為 1：10 的升壓變壓器將電壓升高，經同樣的輸電線路後經 10：1 的降壓變壓器將電壓降低後供給用戶，則用戶得到的電壓和電功率各是多少？

[思路點撥]

画出輸電
線路簡圖

⇒ 标注两个变压器的匝数、输入及输出电压、电流、功率等 ⇒

寻找突
破口

[解析] (1)輸電線上的電流

$$I_R = \frac{P}{U} = \frac{44\,000}{220} \text{ A} = 200 \text{ A}$$

損失的電壓 $U_R = I_R R = 2 \times 0.2 \times 200 \text{ V} = 80 \text{ V}$

損失的功率 $P_R = U_R I_R = 80 \times 200 \text{ W} = 16 \text{ kW}$

故用戶得到的電壓 $U_{\text{用戶}} = U - U_R = 140 \text{ V}$

用戶得到的功率為 $P_{\text{用戶}} = P - P_R = 28 \text{ kW}$ 。

(2)已知升壓變壓器的匝數比 $n_1 : n_2 = 1 : 10$

輸入電壓 $U_1 = 220 \text{ V}$

因此，升壓變壓器的輸出電壓 $U_2 = \frac{n_2}{n_1} U_1 = 2\,200 \text{ V}$

輸電線上的電流 $I_R' = \frac{P}{U_2} = \frac{44\,000}{2\,200} \text{ A} = 20 \text{ A}$

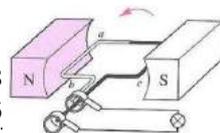
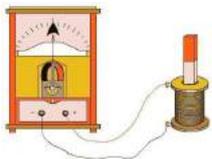
損失的電壓 $U_R' = I_R' R = 2 \times 0.2 \times 20 \text{ V} = 8 \text{ V}$

損失的功率 $P_R' = U_R' I_R' = 8 \times 20 \text{ W} = 160 \text{ W}$

因此，降壓變壓器的輸入電壓 $U_3 = U_2 - U_R' = 2\,192 \text{ V}$

已知降壓變壓器的匝數比 $n_3 : n_4 = 10 : 1$

所以用戶得到的電壓 $U_4 = \frac{n_4}{n_3} U_3 = 219.2 \text{ V}$



用戶得到的功率 $P_{\text{用戶}}' = P - P_{R'} = 43.84 \text{ kW}$ 。

[答案] (1)140 V 28 kW (2)219.2 V 43.84 kW

【歸納總結】

處理遠距離輸電的方法技巧

- (1)畫好一張圖——遠距離輸電示意圖；
- (2)抓住電兩端——發電站和用戶；
- (3)分析一條線——輸電線；
- (4)研究兩次變——升壓變壓器升壓和降壓變壓器降壓；
- (5)區分三個量——輸送電壓(功率)、損失電壓(功率)、用戶電壓(功率)。

1·(多選)一項名為“1 100 千伏特高壓隔離開關”的“破冰實驗”在我國大興安嶺漠河縣取得成功，標誌著我國特高壓輸電技術已突破低溫環境制約。為消除高壓輸電線上的冰，假設利用電流的熱效應除冰。若在正常供電時，高壓線上輸電電壓為 U ，電流為 I ，熱消耗功率為 $P_{\text{損}}$ ；除冰時，輸電線上的熱功率需要變為 $9P_{\text{損}}$ ，則除冰時(認為輸電功率和輸電線電阻不變)()

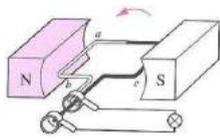
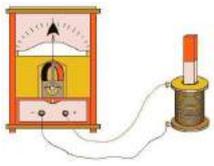
- A·輸電電流為 $3I$ B·輸電電流為 $9I$
C·輸電電壓為 $3U$ D·輸電電壓為 $\frac{1}{3}U$

解析：選 AD 輸電線上的功率損失為 $P_{\text{損}} = I^2 R_{\text{線}} = \left(\frac{P}{U}\right)^2 R_{\text{線}}$ ，由該式可知要使 $P_{\text{損}}$ 增大到原來的 9 倍，輸電電流應變為原來的 3 倍或輸電電壓應變為原來的 $\frac{1}{3}$ ，故 A、D 正確。

2·輸送 $4.0 \times 10^6 \text{ W}$ 的電能，若發電機輸出電壓為 2 000 V，選用變壓器升壓後應用橫截面積為 4.25 cm^2 的銅導線，把電能送到 400 km 遠處，線路損耗的功率為 $5.0 \times 10^5 \text{ W}$ 。若已知銅的電阻率 $\rho = 1.7 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ ，求：

- (1)應選用匝數比為多少的升壓變壓器；
- (2)在用戶方使用降壓變壓器，其原線圈兩端的電壓為多大。

解析：(1)由 $P = I^2 R$ 得 $I = \sqrt{\frac{P}{R}}$ ，式中 P 為線路損耗功率， R 為線路總電



阻，兩條導線總電阻 $R = \rho \frac{L'}{S} = \rho \frac{2L}{S}$ ，則 $R = 1.7 \times 10^{-8} \times \frac{4 \times 10^5 \times 2}{4.25 \times 10^{-4}} \Omega = 32 \Omega$

$$\text{所以 } I = \sqrt{\frac{P}{R}} = 125 \text{ A}$$

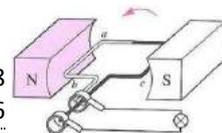
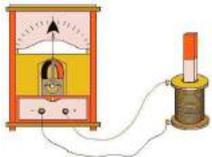
因為 $P_{\text{輸入}} = P_{\text{輸出}}$ ，所以在升壓變壓器副線圈兩端的電壓為

$$U_2 = \frac{P_2}{I} = 3.2 \times 10^4 \text{ V}$$

$$\text{故 } \frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{1}{16}。$$

(2) 設 U_2' 為降壓變壓器原線圈兩端的電壓，則 $U_2' = U_2 - IR = 2.8 \times 10^4 \text{ V}$ 。

答案：(1) 1 : 16 (2) $2.8 \times 10^4 \text{ V}$



第六課：綜合複習（2 課時）

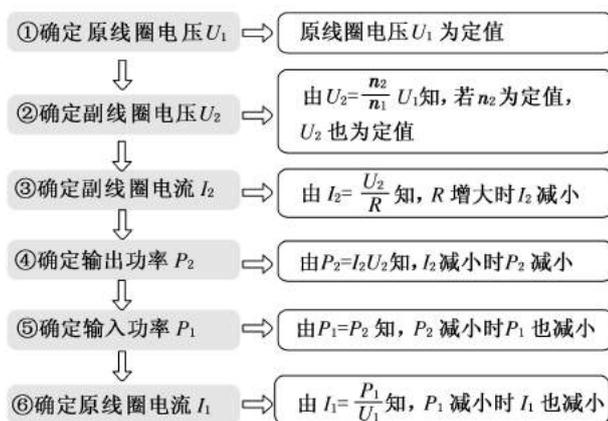
課題	綜合複習		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2018.04.18 2018.04.23	課型	復習課		課時	2 課時

綜合複習一：章末分層突破（第一課時）

6.1 要點一：負載變化引起的動態變化

1. 含有變壓器的動態電路問題的答題模型

(1) 構建模型



(2) 模型突破：解答這類問題的關鍵是分清變數和不變量。首先確定哪些量是不變的，然後結合變壓器的基本規律和歐姆定律分析相關量的變化情況。

① 理想變壓器將電能由原線圈傳給副線圈時總是“量出而入”，即用戶消耗多少，原線圈就提供多少，因而輸出功率決定輸入功率。

② 可以把理想變壓器的副線圈看做給用戶供電的無阻電源，對負載電路進行動態分析時，可以參照直流電路動態分析的方法。

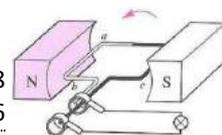
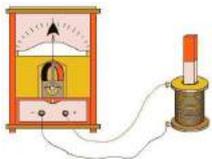
2. 負載變化的情況有

(1) 負載的數目發生變化，如某些用電器的開關斷開或閉合。

(2) 滑動變阻器的觸片移動，電路中的電阻發生變化。

3. 解題思路

變與不變結合，根據答題模型從副線圈向原線圈推進。如果原副線圈的匝數不變，則副線圈電壓不變，根據負載電阻的變化，判斷出副線圈電流或功率



的變化情況，然後根據輸出功率決定輸入功率的特點，分析原線圈電流或功率的變化。

[例 1]一含有理想變壓器的電路如圖 1 所示，圖中電阻 R_1 、 R_2 和 R_3 的阻值分別為 $3\ \Omega$ 、 $1\ \Omega$ 和 $4\ \Omega$ ， A 為理想交流電流表， U 為正弦交流電壓源，輸出電壓的有效值恒定。當開關 S 斷開時，電流錶的示數為 I ；當 S 閉合時，電流錶的示數為 $4I$ 。該變壓器原、副線圈匝數比為()

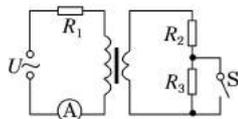


圖 1

- A · 2 B · 3
C · 4 D · 5

[審題指導]

- (1)開關斷開時，負載為 R_2 和 R_3 ，開關閉合時，負載為 R_2 。
- (2)電流錶的示數前後不同， R_1 上消耗的電壓不同，則變壓器的輸入電壓不同，輸出電壓也就不同，這一點需要特別注意。
- (3)理想變壓器的輸出功率決定輸入功率，輸入功率等於輸出功率，或者根據前後兩次電壓源的總功率都等於 R_1 、 R_2 、 R_3 相應的功率之和，也可以解題。

[解析] 設原、副線圈的匝數比為 k ，根據變壓器匝數比與電流成反比的關係，則原線圈電流為 I 時，副線圈電流為 kI ；原線圈電流為 $4I$ 時，副線圈電流為 $4kI$ 。

根據變壓器的輸入功率等於輸出功率得

$$UI - I^2 R_1 = (kI)^2 (R_2 + R_3)$$

$$4UI - (4I)^2 R_1 = (4kI)^2 R_2$$

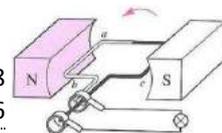
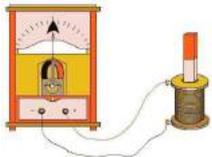
聯立兩式代入數據解得 $k=3$ ，選項 B 正確。

[答案] B

6.2 要點二：線圈匝數變化引起的動態變化

1.線圈匝數變化的情況有

- (1)原線圈匝數不變，副線圈匝數變化。
- (2)副線圈匝數不變，原線圈匝數變化。



(3)原副線圈的匝數同時變化，且變化後匝數比與之前不同。

2. 解題思路

根據電壓與匝數成正比的特點，判斷輸出電壓如何變化，然後根據答題模型從副線圈向原線圈推進。

[例 2] (多選)如圖 2 所示，為一理想變壓器，K 為單刀雙擲開關，P 為滑動變阻器的滑動觸頭， U_1 為加在原線圈兩端的電壓， I_1 為原線圈中的電流強度，則()

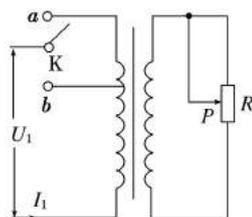


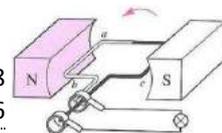
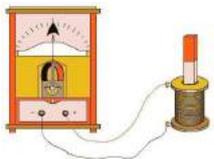
圖 2

- A. 保持 U_1 及 P 的位置不變，K 由 a 合到 b 時， I_1 將增大
- B. 保持 U_1 及 P 的位置不變，K 由 b 合到 a 時，R 消耗的功率減小
- C. 保持 U_1 不變，K 合在 a 處，使 P 上滑， I_1 將增大
- D. 保持 P 的位置不變，K 合在 a 處，若 U_1 增大， I_1 將增大

[思路點撥] 本類型題目首先應該明確變壓器的動態變化的原因是什麼，要求辨清原副線圈中的變數與不變量，明確各量間“誰制約誰”的制約關係，處理這類題型，先找出不變的量，並以此量為突破口向其他量滲透。

[解析] K 由 a 合到 b 時， n_1 減小，由 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ ，可知 U_2 增大， $P_2 = \frac{U_2^2}{R}$ 隨之增大，而 $P_1 = P_2$ ，又 $P_1 = I_1 U_1$ ，從而 I_1 增大，A 正確；K 由 b 合到 a 時，與上述情況相反， P_2 將減小，B 正確；P 上滑時，R 增大， $P_2 = \frac{U_2^2}{R}$ 減小，又 $P_1 = P_2$ ， $P_1 = I_1 U_1$ ，從而 I_1 減小，C 錯誤； U_1 增大，由 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ 可知， U_2 增大， $I_2 = \frac{U_2}{R}$ 隨之增大，由 $\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$ 可知 I_1 也增大，D 正確，故選項 A、B、D 正確。

[答案] ABD



綜合複習二：模塊綜合檢測（第二課時）

1. (多選)對理想變壓器，下列說法中正確的是()

- A. 原線圈的輸入功率，隨著副線圈的輸出功率增大而增大
- B. 原線圈的輸入電流，隨副線圈的輸出電流增大而增大
- C. 原線圈的電流，不隨副線圈的輸出電流變化而變化
- D. 當副線圈的電流為零時，原線圈的電壓也為零

解析：選 AB 理想變壓器的原線圈的輸入功率等於副線圈的輸出功率，且隨副線圈的輸出功率的變化而變化，原線圈的輸入電流取決於副線圈的輸出電流，當副線圈的電流為零時，原線圈的電流也為零，但原線圈電壓並不一定為零，故 A、B 正確，C、D 錯誤。

2. 一理想變壓器的原線圈上接有正弦交變電壓，其最大值保持不變，副線圈接有可調電阻 R 。設原線圈的電流為 I_1 ，輸入功率為 P_1 ，副線圈的電流為 I_2 ，輸出功率為 P_2 ，當 R 增大時()

- A. I_1 減小， P_1 增大
- B. I_1 減小， P_1 減小
- C. I_2 增大， P_2 減小
- D. I_2 增大， P_2 增大

解析：選 B 當 R 增大時，副線圈中的電流 $I_2 = \frac{U_2}{R}$ ，則 I_2 減小；功率 $P_2 = \frac{U_2^2}{R}$ ，則 P_2 減小，又因為 $P_1 = P_2$ ，則 P_1 減小， I_1 減小，所以選項 B 正確。

3. 如圖 1 所示， M 是一個小型理想變壓器，原、副線圈匝數之比 $n_1 : n_2 = 10 : 1$ ，接線柱 a 、 b 接一正弦交變電源，電壓 $u = 311\sin 100\pi t(\text{V})$ 。變壓器右側部分為一火警系統原理圖，其中 R_2 為用半導體熱敏材料製成的感測器(電阻隨溫度升高而減小)， R_1 為一定值電阻。下列說法正確的是()

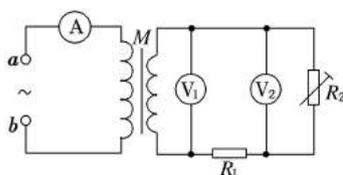
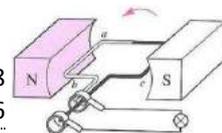
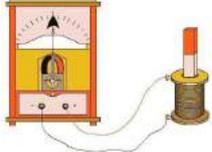


圖 1

- A. 當 R_2 所在處出現火警時，電阻 R_1 的功率變小
- B. 當 R_2 所在處出現火警時，電壓表 V_2 的示數變大
- C. 當 R_2 所在處出現火警時，電流錶 A 的示數變小



D · 電壓表 V_1 示數為 22 V

解析：選 D 當 R_2 所在處出現火警時， R_2 阻值減小，變壓器輸出電流增大，輸出功率增大，電阻 R_1 兩端電壓增大，電阻 R_1 的功率變大，電壓表 V_2 的示數變小，選項 A、B 錯誤；由輸入功率等於輸出功率可知，當 R_2 所在處出現火警時，電流表 A 的示數變大，選項 C 錯誤；由變壓器變壓公式，變壓器輸出電壓為 22 V，電壓表 V_1 示數為 22 V，選項 D 正確。

4 · 一理想變壓器給負載供電，變壓器輸入電壓不變，如圖 2 所示，如果負載電阻的滑片向上移動，則圖中所有交流電表的示數及輸入功率變化情況正確的是(均為理想電錶)()

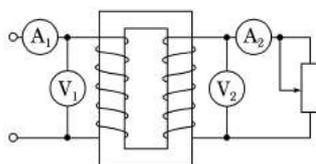


圖 2

A · V_1 、 V_2 不變， A_1 增大， A_2 減小， P 增大

B · V_1 、 V_2 不變， A_1 、 A_2 增大， P 增大

C · V_1 、 V_2 不變， A_1 、 A_2 減小， P 減小

D · V_1 不變， V_2 增大， A_1 、 A_2 減小， P 減小

解析：選 C 因輸入電壓和線圈匝數不變，由 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ 知輸出電壓不變，所

以 V_1 、 V_2 的示數不變。滑片上移，則負載電阻增大，由 $I_2 = \frac{U_2}{R}$ 知 I_2 減小，所以

A_2 的示數減小。由 $\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$ 知 I_1 減小，所以 A_1 的示數也減小。由 $P_{出} = U_2 I_2$ 得，

當 I_2 減小時， $P_{出}$ 減小，又 $P_{出} = P_{入}$ ，所以輸入功率 P 減小。故 C 正確。

5. 理想降壓變壓器的原線圈接電流錶 A_1 和電阻 R_1 後，接 6 V 恒定直流電源，如圖 3 所示，當副線圈的負載電阻 R_2 變小時，以下說法正確的是()

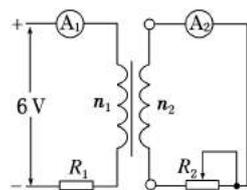
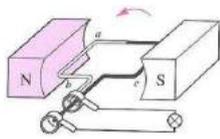
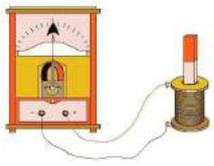


圖 3

A · 輸出功率增大



- B · A_2 讀數增大
- C · A_1 讀數增大
- D · A_1 讀數不為零，且保持不變

解析：選 D 根據變壓器的工作原理，變壓器不能用來改變恒定直流電壓，因此本題變壓器原線圈接在 6 V 恒定電流電源上，副線圈上無電壓，無輸出功率，由於原線圈構成直流通路，故電流錶 A_1 有恆定讀數，本題選項 D 正確。

6 · (多選) 一理想變壓器原、副線圈的匝數比為 10 : 1，原線圈輸入電壓的變化規律如圖 4 甲所示，副線圈所接電路如圖乙所示， P 為滑動變阻器的觸頭。下列說法正確的是()

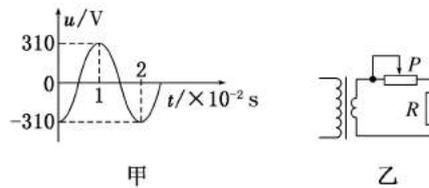


圖 4

- A · 副線圈輸出電壓的頻率為 50 Hz
- B · 副線圈輸出電壓的有效值為 31 V
- C · P 向右移動時，原、副線圈的電流比減小
- D · P 向右移動時，變壓器的輸出功率增加

解析：選 AD 由圖像可知原線圈輸入電壓的最大值： $U_m = 311 \text{ V}$ ， $T = 2 \times 10^{-2} \text{ s}$ ，則原線圈輸入電壓的有效值： $U_1 = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = 220 \text{ V}$ ， $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2 \times 10^{-2} \text{ s}} = 50$

Hz，選項 A 正確。由 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ 可得： $U_2 = \frac{n_2}{n_1} U_1 = 22 \text{ V}$ ，B 錯誤。 P 向右移動時，副線圈的電阻減小，副線圈輸出電壓不變，所以副線圈的電流增大，原線圈的電流也增大，而匝數比不變，所以原、副線圈的電流比不變，C 錯誤。 P 向右移動時，副線圈的電阻減小，副線圈輸出電壓不變，所以變壓器的輸出功率增加，D 正確。

7 · 如圖 5 甲所示，為一種可調壓自耦變壓器的結構示意圖，線圈均勻繞在圓環型鐵芯上，若 AB 間輸入如圖乙所示的交變電壓，轉動滑動觸頭 P 到如圖甲中所示位置，在 BC 間接一個 55Ω 的電阻(圖中未畫出)，則()

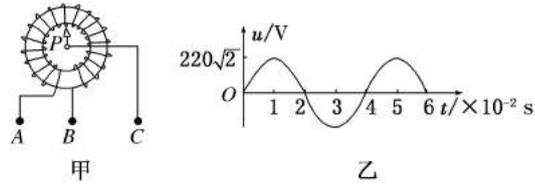
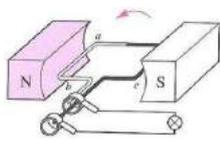


圖 5

- A · 該交流電的電壓暫態值運算式為 $u = 220\sqrt{2}\sin(25\pi t)$ V
- B · 該交流電的頻率為 50 Hz
- C · 流過電阻的電流接近於 4 A
- D · 電阻消耗的功率接近於 220 W

解析：選 D 由題中圖乙可知正弦交流電的週期 $T = 0.04$ s，則 $f = \frac{1}{T} = 25$ Hz， $\omega = 2\pi f = 50\pi$ rad/s，所以該交流電的電壓暫態值的運算式為 $u = 220\sqrt{2}\sin(50\pi t)$ V，A、B 錯誤；從題圖甲中可以看出，自耦變壓器的副線圈的匝數約是原線圈匝數的 $\frac{1}{2}$ ，故副線圈兩端的電壓約為 110 V，流過電阻的電流約為 2 A，C 項錯誤；電阻消耗的功率 $P = U_2 I_2 = 220$ W，D 項正確。

8 · 如圖 6 所示，理想變壓器原線圈輸入電壓 $u = U_m \sin \omega t$ ，副線圈電路中 R_0 為定值電阻， R 是滑動變阻器。 $\odot V_1$ 和 $\odot V_2$ 是理想交流電壓表，示數分別用 U_1 和 U_2 表示； $\odot A_1$ 和 $\odot A_2$ 是理想交流電流表，示數分別用 I_1 和 I_2 表示。下列說法正確的是()

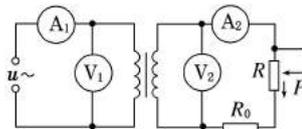
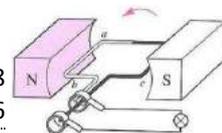
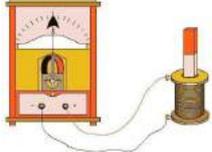


圖 6

- A · I_1 和 I_2 表示電流的瞬間值
- B · U_1 和 U_2 表示電壓的最大值
- C · 滑片 P 向下滑動過程中， U_2 不變、 I_1 變大
- D · 滑片 P 向下滑動過程中， U_2 變小、 I_1 變小

解析：選 C 電流錶和電壓錶的示數表示有效值，故選項 A、B 錯；滑片 P 向下滑動時， R 減小，因 $U_1 = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$ ，所以 U_1 不變，又由 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ 知， U_2 不變，



由 $I_2 = \frac{U_2}{R+R_0}$ 知， I_2 增大，又由 $I_1 U_1 = I_2 U_2$ 知， I_1 變大，所以選項 C 對。

9. (多選) 為探究理想變壓器原、副線圈電壓、電流的關係，將原線圈接到電壓有效值不變的正弦交流電源上，副線圈連接相同的燈泡 L_1 、 L_2 ，電路中分別接了理想交流電壓表 V_1 、 V_2 和理想交流電流表 A_1 、 A_2 ，導線電阻不計，如圖 7 所示。當開關 S 閉合後()

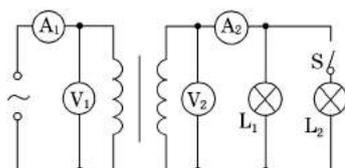


圖 7

- A. A_1 示數變大， A_1 與 A_2 示數的比值不變
- B. A_1 示數變大， A_1 與 A_2 示數的比值變大
- C. V_2 示數變小， V_1 與 V_2 示數的比值變大
- D. V_2 示數不變， V_1 與 V_2 示數的比值不變

解析：選 AD 電源電壓有效值不變，所以 V_1 示數不變，原、副線圈的電壓之比等於匝數之比，匝數之比不變，故 V_2 示數不變， V_1 與 V_2 示數的比值也不變，所以 C 錯誤，D 正確；當開關 S 閉合後，副線圈電路中的電阻減小，因為電壓不變，所以副線圈電路中的電流增大， A_2 的示數增大，原、副線圈的電流之比等於匝數反比，匝數之比不變， A_1 與 A_2 示數的比值不變，所以 A 正確，B 錯誤。

10. 如圖 8 為理想變壓器，其原、副線圈的匝數比為 2:1，原線圈接有交流電壓 $u = 220\sin 100\pi t$ V，圖中電壓表和電流錶均為理想交流電表， R_2 為負溫度係數的熱敏電阻(即當溫度升高時，阻值減小)， R_1 為定值電阻， C 為電容器。下列說法正確的是()

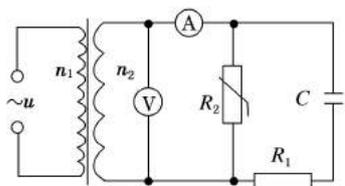
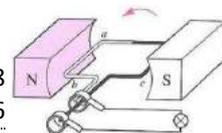
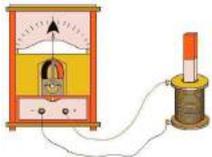


圖 8

- A. 電壓表示數是 110 V
- B. 交流電的頻率為 100 Hz



C·通過 R_1 的電流始終為零

D·當 R_2 處溫度升高時，電壓表示數不變，電流錶示數變大

解析：選 D 原線圈所加交變電壓的有效值為 $U_1 = \frac{220}{\sqrt{2}}$ V，由理想變壓器的變壓比公式 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ ，可得 $U_2 = \frac{n_2}{n_1} U_1 = \frac{1}{2} \times \frac{220}{\sqrt{2}}$ V = $55\sqrt{2}$ V，選項 A 錯誤；由交變電壓的暫態值運算式 $u = 220\sin 100\pi t$ V 可知，該交變電流的頻率 $f = \frac{100\pi}{2\pi}$ Hz = 50 Hz，選項 B 錯誤；由於交變電流能對電容器進行充、放電，所以會有充、放電電流通過電阻 R_1 ，選項 C 錯誤；因變壓器為理想變壓器，線圈電阻不計，因此，電壓表的示數不變，當 R_2 處的溫度升高時，其電阻阻值變小，所以電流錶的示數變大，選項 D 正確。

11·(多選)如圖 9 所示，理想變壓器原線圈接有交流電源，當副線圈上的滑片 P 處於圖示位置時，燈泡 L 能發光。要使燈泡變亮，可以採取的方法有()

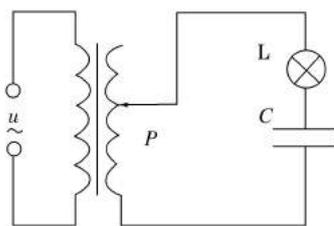


圖 9

A·向下滑動 P

B·增大交流電源的電壓

C·增大交流電源的頻率

D·減小電容器 C 的電容

解析：選 BC 向下滑動 P 時，副線圈的匝數變少，由理想變壓器的電壓關係可知，副線圈兩端的電壓變小，燈泡變暗，選項 A 錯誤；增大交流電源的電壓，由理想變壓器的電壓關係可知，副線圈兩端的電壓增大，燈泡變亮，選項 B 正確；電壓不變，增加交變電流的頻率，電容器的容抗減小，電路中電流增大，燈泡變亮，C 正確；減小電容，增加了容抗，電流減小，燈泡變暗，D 錯誤。

12·圖 10 甲中理想變壓器原、副線圈的匝數之比 $n_1:n_2=5:1$ ，電阻 $R=20\ \Omega$ ， L_1 、 L_2 為規格相同的兩只小燈泡， S_1 為單刀雙擲開關。原線圈接正弦交變電源，輸入電壓 u 隨時間 t 的變化關係如圖乙所示。現將 S_1 接 1、 S_2 閉合，此時 L_2 正常發光。下列說法正確的是()

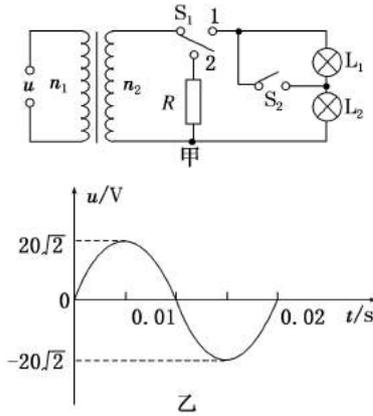
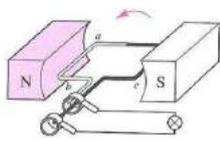


圖 10

- A · 輸入電壓 u 的運算式 $u=20\sqrt{2}\sin(50\pi t)\text{V}$
- B · 只斷開 S_2 後， L_1 、 L_2 均正常發光
- C · 只斷開 S_2 後，原線圈的輸入功率增大
- D · 若 S_1 換接到 2 後， R 消耗的電功率為 0.8 W

解析：選 D 由題圖知， $U_m=20\sqrt{2}\text{V}$ ， $T=0.02\text{s}$ ，則 $\omega=\frac{2\pi}{T}=100\pi\text{rad/s}$ ，

輸入電壓 $U=20\sqrt{2}\sin(100\pi t)\text{V}$ ，故 A 錯；由變壓器的變壓規律知： $\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$ ，故

$U_2=\frac{U_1 n_2}{n_1}=\frac{20 \times 1}{5}\text{V}=4\text{V}$ ，由題中將 S_1 接 1、 S_2 閉合時，燈泡 L_2 正常發光可

得，燈泡 L_2 的額定電壓為 4 V，當只斷開 S_2 後，副線圈兩端電壓不變，此時副

線圈的負載為 L_1 、 L_2 串聯，故 L_1 、 L_2 均不能正常發光，B 錯；此時 $P_{\text{出}}=\frac{U_2^2}{R_{\text{總}}}$ ，

副線圈負載 $R_{\text{總}}$ 增大，故 $P_{\text{出}}$ 減小，又 $P_{\text{入}}=P_{\text{出}}$ ，故原線圈的輸入功率減小，C

錯誤；當 S_1 換接到 2 後，副線圈的負載僅是電阻 R ，故 $P=\frac{U_2^2}{R}=\frac{4^2}{20}\text{W}=0.8$

W，D 正確。

13 · (多選)一理想變壓器的原線圈連接一只電流錶，副線圈接入電路的匝數可以通過滑動觸頭 Q 調節，如圖 11 所示。在副線圈上連接了定值電阻 R_0 和滑動變阻器 R ， P 為滑動變阻器的滑動觸頭。原線圈兩端接在電壓為 U 的交流電源上。則()

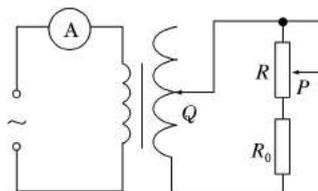
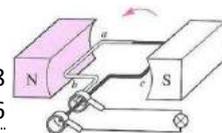
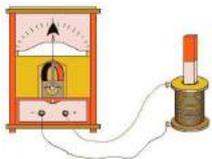


圖 11

- A · 保持 Q 的位置不動，將 P 向上滑動時，電流錶的讀數變大
- B · 保持 Q 的位置不動，將 P 向上滑動時，電流錶的讀數變小
- C · 保持 P 的位置不動，將 Q 向上滑動時，電流錶的讀數變大
- D · 保持 P 的位置不動，將 Q 向上滑動時，電流錶的讀數變小

解析：選 BC 根據理想變壓器原副線圈上電壓、電流決定關係知：在輸入電壓 U_1 及線圈匝數不變的情況下， U_2 不變。當保持 Q 的位置不動，滑動頭 P 向上滑動時，副線圈上的電阻增大，電流減小，故輸入電流 I_1 亦隨著減小，即電流錶的示數變小，A 錯誤、B 正確；當保持 P 的位置不動，將 Q 向上滑動時，由 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ 知，副線圈上匝數增大，引起副線圈上電壓增大，即副線圈上電流增大，故原線圈上的電流亦隨著增大，故電流錶的示數增大，C 正確、D 錯誤。

14 · (多選) 為保證用戶電壓穩定在 220 V，變電所需適時進行調壓，如圖 12 甲所示為調壓變壓器示意圖。保持輸入電壓 u_1 不變，當滑動觸頭 P 上下移動時可改變輸出電壓。某次檢測得到用戶電壓 u_2 隨時間 t 變化的曲線如圖乙所示。下列選項正確的是()

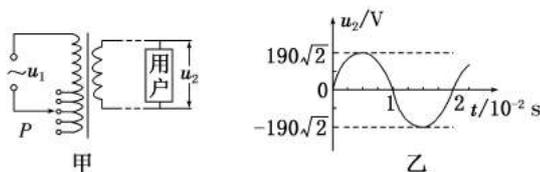
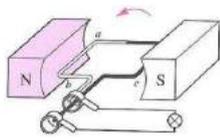
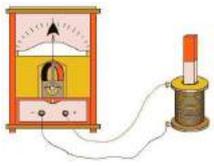


圖 12

- A · $u_2 = 190\sqrt{2}\sin 50\pi t$ V
- B · $u_2 = 190\sqrt{2}\sin 100\pi t$ V
- C · 為使用戶電壓穩定在 220 V，應將 P 適當下移
- D · 為使用戶電壓穩定在 220 V，應將 P 適當上移

解析：選 BD 根據題圖乙可知用戶電壓的最大值 $U_{2m} = 190\sqrt{2}$ V，週期 T

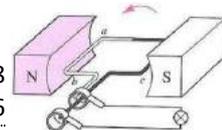
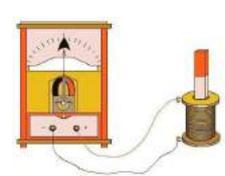


$=0.02\text{ s}$ ，則角速度 $\omega = \frac{2\pi}{T} = 100\pi\text{ rad/s}$ ，用戶電壓的暫態值運算式 $u_2 = U_{2m}\sin \omega t$

$=190\sqrt{2}\sin 100\pi t\text{ V}$ ，選項 A 錯誤，B 正確；根據變壓器的電壓關係 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ ，可

知 $U_2 = \frac{n_2}{n_1}U_1$ ，且 U_1 、 n_2 不變，要提高 U_2 ，只能減小 n_1 ，所以 P 應上移，選項

C 錯誤，D 正確。



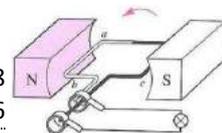
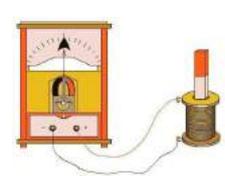
第四章：感測器（8 課時）

1.1 整章概述

《普通高中物理課程標準（實驗稿）》對本章內容的內容標準是知道非電學量轉換成電學量的技術意義，通過實驗知道常見感測器的工作原理，列舉感測器在生活和生產中的應用。活動建議是調查日常生活中的感測器的應用，利用感測器製作簡單的自動控制裝置。《課標》將“感測器”列為選修 3-2 模組的二級主題，集中體現了《課標》對科學、技術與社會相互關係的關注，這部分內容也是《課標》中“在課程內容上體現時代性”的一個標誌。本節有關技術的內容十分豐富，但是在教學要求上不同於技術課程，它側重於物理原理在傳感技術中的應用。

1.2 課題中與基本學力要求對應的教學內容

課題中與基本學力要求對應的教學內容	基本學力要求指標
<p style="text-align: center;">A 知識目標</p> <ol style="list-style-type: none">知道非電學量轉換成電學量的技術意義。（基本學力要求 B-9/D-7）通過實驗，知道常見感測器的工作原理。（基本學力要求 B-9/D-7）瞭解力感測器在電子秤上的應用。（基本學力要求 B-9/D-7）瞭解聲感測器在話筒上的應用。（基本學力要求 B-9/D-7）瞭解溫度感測器在電熨斗上的應用。（基本學力要求 B-9/D-7）瞭解兩個實驗的基本原理。（基本學力要求 B-	<p>B-9 初步瞭解人類對電磁交互作用的認識過程及其對人類社會產生的影響。</p> <p>D-7 瞭解通訊設備和網路技術對人類經濟、社會發展的影響。</p>



9/D-7)

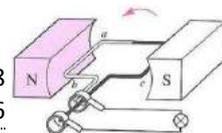
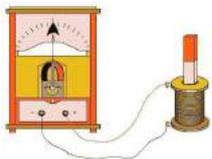
7. 通過實驗，加深對感測器作用的體會，培養自己的動手能力。

B 情意目標

1. 學生通過實驗探究，培養熱愛科學、探索未知的積極情感。
2. 在瞭解感測器原理及應用時，知道已學知識在生活、生產、科技社會中的價值，增強學習興趣，培養良好的科學態度。（基本學力要求 B-9/D-7）
3. 在實驗中通過動手組裝和調試，增強理論聯繫實際的意識，激發學習興趣，培養良好的科學態度。（基本學力要求 B-9/D-7）

C 技能目標

1. 設計實驗並熟練使用電源、靈敏電流計、幹簧管、光敏元件、熱敏元件等電學實驗元件，培養實驗設計和實驗操作能力及實驗觀察能力。（基本學力要求 B-9/D-7）
2. 通過實驗觀察培養獲取知識的能力、分析問題的能力。
3. 通過實驗或演示實驗，瞭解感測器在生產、生活中的應用。（基本學力要求 B-9/D-7）
4. 通過實驗培養動手能力，體會感測器在實際中的應用。



第一課題 §4.1 感測器及其工作原理 (2 課時)

一、課前自主預習學案

【學習目標】

- 1、了解什麼是感測器，知道非電學量轉化為電學量的技術意義；
- 2、知道感測器中常見的三種敏感元件光敏電阻、熱敏電阻和霍爾元件及其它們的工作原理。
- 3、了解感測器的應用。

【自主學習】

1、感測器是能夠把易感受的力、溫度、光、聲、化學成分等_____按照一定的規律轉換為容易進行測量，傳輸處理和控制的電壓、電流等_____、或轉換為電路的_____的一類元件。

2、三種常見的敏感元件：光敏電阻、熱敏電阻和金屬熱電阻、霍爾元件。

3、光敏電阻的特性：_____，光敏電阻能夠把_____這個光學量轉換為_____這個電學量。

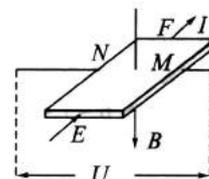
4、熱敏電阻和金屬熱電阻能夠把_____這個熱學量轉換為_____這個電學量。金屬熱電阻的電阻率隨溫度的升高而_____，熱敏電阻的電阻率隨溫度的升高而_____。與熱敏電阻相比，金屬熱電阻的_____，測溫範圍_____，但_____較差。

5、霍爾元件能夠把_____這個磁學量轉換為_____這個電學量。

如圖所示，E、F間通入恒定電流I，同時外加與薄片垂直的磁場B，則

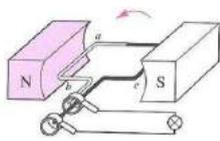
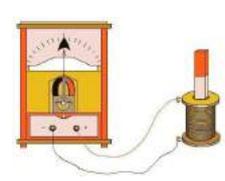
M、N間出現霍爾電壓 U_H ， $U_H = \frac{IBd}{ne}$ 。式中_____為薄片

的厚度，_____為霍爾係數，它的大小與薄片的材料有關。



6、關於幹簧管，下列說法正確的是()

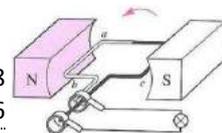
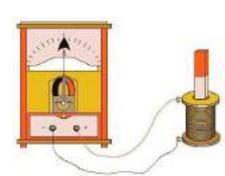
- A· 幹簧管接入電路中相當於電阻的作用 B· 幹簧管是根據熱脹冷縮的原理製成的



C · 幹簧管接入電路中相當於開關的作用 D · 幹簧管是作為電控元件以實現自動控制的

8 · 霍爾元件能轉換哪個物理量()

- A · 把溫度這個熱學量轉換成電阻這個電學量
- B · 把磁感應強度這個磁學量轉換成電壓這個電學量
- C · 把力這個力學量轉換成電壓這個電學量
- D · 把光照強弱這個光學量轉換成電阻這個電學量



二、新課教學：§4.1 感測器及其工作原理（第一課時）

課題	§4.1 感測器及其工作原理		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2018.05.09	課型	新授課		課時	1 課時

2.1 教學目標

【知識與技能】

- 1、知道非電學量轉換成電學量的技術意義。
- 2、通過實驗，知道常見感測器的工作原理。

【過程與方法】

- 1、設計實驗並熟練使用電源、靈敏電流計、幹簧管、光敏元件、熱敏元件等電學實驗元件，培養實驗設計和實驗操作能力及實驗觀察能力。
- 2、通過實驗觀察培養獲取知識的能力、分析問題的能力。

【情感態度與價值觀】

學生通過實驗探究，培養熱愛科學、探索未知的積極情感。

2.2 教學重點難點

★教學重點

- (1) 幹簧管、光敏元件、熱敏元件等電學實驗元件在電路中的作用。
- (2) 設計電路。

★教學難點

電路的設計，理解感測器工作原理及敏感元件在電路中的作用

2.3 教學方法

實驗演示、講解、學生閱讀、討論和分組實驗探究

2.4 教學用具

感測器、課件多媒體教學課件、多媒體投影儀。

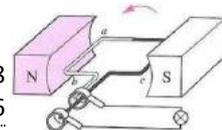
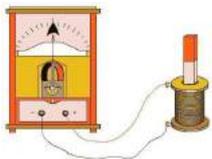
2.5 教學過程

【教學過程】

★重難點一、感測器的核心元件、組成及分類★

1·核心元件

- (1)敏感元件是利用材料的某種敏感效應(如熱敏、光敏、壓敏、力敏、濕敏)製

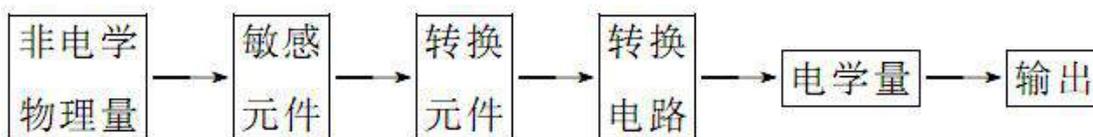


成的。

(2)轉換元件是感測器中能將敏感元件輸出的、與被測物理量成一定關係的非電信號轉換成電信號的電子元件。

2·組成

感測器的一般工作過程是：通過對某一物理量敏感的元件，將感受到的物理量按一定規律轉換成便於測量的量。一般由敏感元件、轉換元件、轉換電路三個部分組成。

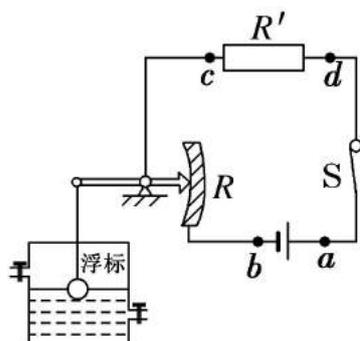
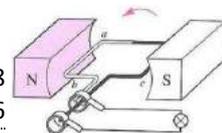
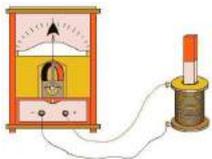


3·分類

感測器按照工作原理的不同可以分為以下三類：

分類	工作原理	舉例
物理傳感器	利用物質的物理性質和物理效應感知並檢測出待測對象資訊	壓電傳感器、溫度感測器、光電感測器、電感感測器、電容感測器等
化學傳感器	利用化學反應識別和檢測資訊	氣敏感測器、濕敏感測器等
生物傳感器	利用生物化學反應識別和檢測信號	酶感測器、組織感測器、細胞感測器等

【典型例題】 全面了解汽車的運行狀態(速度、水箱溫度、油量)是確保汽車安全行駛和駕駛員安全的舉措之一，為模仿汽車油表原理，某同學自製一種測定油箱油量多少或變化多少的裝置。如圖所示，其中電源電壓保持不變， R 是滑動變阻器，它的金屬滑片是金屬杆的一端。該同學在裝置中使用了一只電壓表(圖中沒有畫出)，通過觀察電壓表示數，可以了解油量情況，你認為電壓表應該接在圖中的_____兩點之間，按照你的接法請回答：當油箱中油量減少時，電壓表的示數將_____ (填“增大”或“減小”)。



【審題指導】

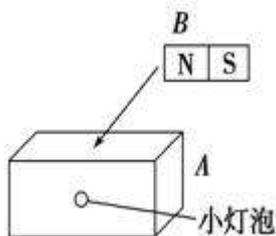
變阻器的 連接方式 → 電阻 變化 → 電流 變化 → 電壓 變化

【答案】 $b、c$ 增大

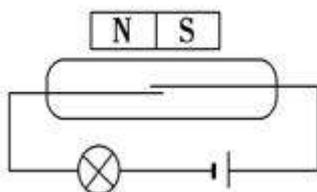
【解析】 由題圖可知當油箱內液面高度變化時， R 的金屬滑片將會移動，從而引起 R 兩端電壓的變化，且當 $R' \gg R$ 時， $U_R = IR$ 可視為 U_R 與 R 成正比，所以電壓表應接在 $b、c$ 之間，當油量減少時，電壓表示數將增大。

★重難點二、光敏電阻和熱敏電阻的應用★

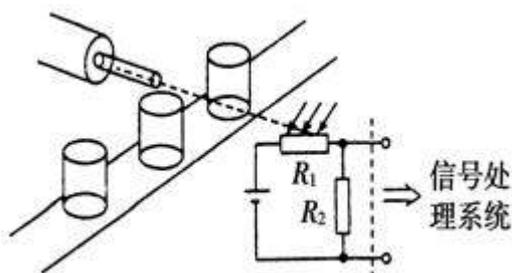
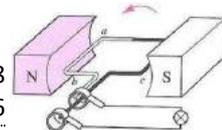
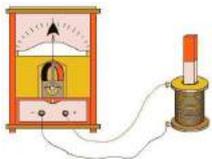
1. 如圖所示，小盒子 A 的側面露出一個小燈泡，盒外沒有開關，但是把磁鐵 B 放到盒子上面，燈泡就會發光，把磁鐵移走，燈泡便熄滅。盒子裡有什麼樣的裝置，才能出現這樣的現象？



【提示】 盒子裡用到了幹簧管。如圖，把幹簧管串入電路，當磁鐵靠近幹簧管時兩個簧片被磁化而接通，所以幹簧管能起到開關的作用。



2. 在工廠生產車間的生產線上安裝計數器後，就可以準確得知生產產品的數量。如圖所示為光敏電阻自動計數器的示意圖，其中 R_1 為光敏電阻， R_2 為定值電阻。此光電計數器的基本工作原理是什麼？



【提示】當光被物件擋住時， R_1 電阻增大，電路中電流減小， R_2 兩端電壓減小。信號處理系統得到低電壓，每通過一個物件就獲得一次低電壓，並計數一次。

【總結提升】

1. 光敏電阻

(1)特點：光敏電阻一般由硫化鎘等半導體材料做成，無光照時載流子極少，導電性能不好，隨著光照增強，載流子增多，導電性變好。

(2)特性：光敏電阻的電阻隨光照的增強而減小。光敏電阻在被光照射時電阻發生變化，這樣光敏電阻可以把光照強弱轉換為電阻大小這個電學量。

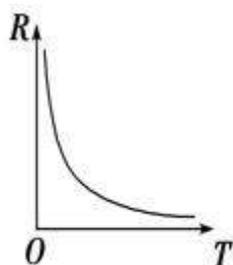
(2)光敏電阻的工作原理。

光敏電阻在被光照射時電阻發生變化，原因是構成物質為半導體材料，無光照時，載流子極少，導電性能不好，電阻增大，隨光照的增強，載流子增多，導電性能變好，電阻減小。

2. 熱敏電阻。

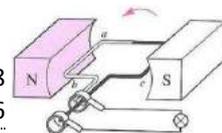
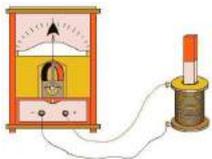
(1)熱敏電阻。

熱敏電阻由半導體材料製成，其電阻值隨溫度的變化比較明顯，溫度升高電阻減小，如圖所示為某一熱敏電阻的電阻值隨溫度變化的特性曲線。

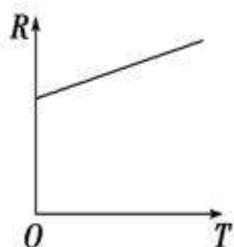


(2)金屬熱電阻。

有些金屬的電阻率隨溫度的升高而增大，這樣的電阻也可以製作溫度感測器，



稱為熱電阻。下圖為某金屬導線的電阻—溫度特性曲線。

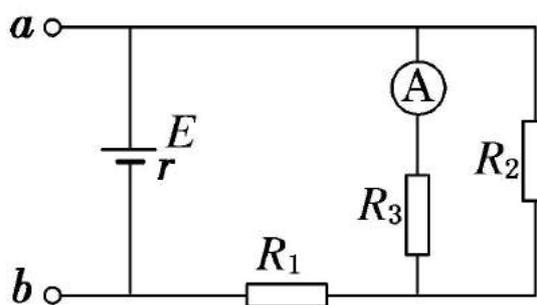


(2)金屬熱電阻：有些金屬的電阻率隨溫度的升高而增大，這樣的電阻也可以製作溫度感測器，稱為金屬熱電阻。如鉑電阻溫度計。

(3)二者的區別與聯繫：熱敏電阻或金屬熱電阻都能夠把溫度這個熱學量轉換為電阻這個電學量。相比而言，金屬熱電阻的化學穩定性好，測溫範圍大，但靈敏度較差，而熱敏電阻的靈敏度較好。

(4)用途：熱敏電阻是一種靈敏度極高的溫度感測器，在測溫過程中反應非常快。電子體溫計及家用電器(電腦、空調、冰箱等)的溫度感測器，主要使用熱敏電阻。

【典型例題】 如圖所示是一火警報警器的一部分電路示意圖，其中 R_2 為用 NTC 半導體熱敏材料製成的感測器，電流錶為值班室的顯示器， a 、 b 之間接報警器，當感測器 R_2 所在處出現火情時，顯示器的電流 I 、報警器兩端的電壓 U 的變化情況是()



A · I 變大， U 變大

B · I 變小， U 變小

C · I 變小， U 變大

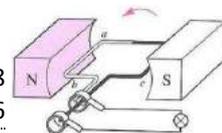
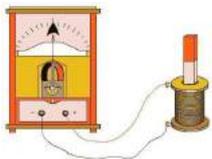
D · I 變大， U 變小

【思路探究】

(1)明確 NTC 半導體熱敏材料製成的 R_2 其電阻隨溫度如何變化。

(2)知道 R_2 在電路中的位置及電路結構。

【答案】 B



【解析】 當 R_2 處出現火情時，NTC 熱敏材料製成的感測器的電阻將減小，則此時電路中的總電阻減小，由閉合電路歐姆定律可知：外電路電壓將減小， U 減小；電路中的總電流增大，所以 R_1 上的電壓增大，顯示器兩端的電壓將減小，電流 I 減小，B 正確。

★重難點三、霍爾效應的原理★

外部磁場使運動的載流子受到洛倫茲力，在導體板的一側聚集，在導體板的另一側會出現多餘的另一種電荷，從而形成橫向電場；橫向電場對電子施加與洛倫茲力方向相反的靜電力，當靜電力與洛倫茲力達到平衡時，導體板左右兩側會形成穩定的電壓，設知識點三霍爾元件原理圖中 MN 方向長度為 l_2 ，則

$$q \frac{U_H}{l_2} = qvB.$$

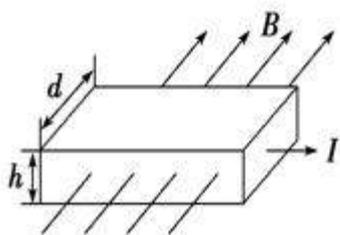
根據電流的微觀解釋 $I = nqSv$ ，整理後，得 $U_H = \frac{IB}{nqd}$

令 $k = \frac{1}{nq}$ ，因 n 為材料單位體積的帶電粒子個數， q 為單個帶電粒子的電荷量，

它們均為常數，所以 $U_H = k \frac{IB}{d}$ 。

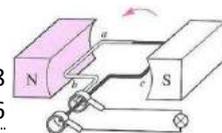
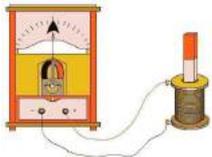
U_H 與 B 成正比，這就是為什麼霍爾元件能把磁學量轉換成電學量的原因。

【典型例題】如圖所示，電流 I 流過長方體金屬塊，金屬塊寬度為 d ，高為 h ，有一磁感應強度為 B 的勻強磁場，垂直於紙面向裡，金屬塊單位體積內的自由電子數為 n ，試問金屬塊上、下表面哪面電勢高？電勢差是多少？



【答案】下表面電勢高；電勢差 $U = \frac{IB}{ned}$

【解析】因為載流子是自由電子，根據左手定則，讓磁感線垂直穿過手心，四指指向電子運動的反方向(即電流方向)，拇指指向即電子受洛倫茲力的方向，則上表面積累負電荷，下表面就多餘等量的正電荷，即下表面的電勢高。當電場力與洛倫茲力平衡時，上、下表面的電壓穩定，即：



$$eE_{\text{場}} = \frac{eU}{h} = evB,$$

又知導體中電流 $I = nevS = nev \cdot hd$,

聯立方程得 $U = \frac{IB}{ned}$

2.6 板書設計

★重難點一、感測器的核心元件、組成及分類★

分類	工作原理	舉例
物理傳感器	利用物質的物理性質和物理效應感知並檢測出待測對象資訊	壓電傳感器、溫度感測器、光電感測器、電感感測器、電容感測器等
化學傳感器	利用化學反應識別和檢測資訊	氣敏感測器、濕敏感測器等
生物傳感器	利用生物化學反應識別和檢測信號	酶感測器、組織感測器、細胞感測器等

★重難點二、光敏電阻和熱敏電阻的應用★

1. 光敏電阻

光敏電阻在被光照射時電阻發生變化，原因是構成物質為半導體材料，無光照時，載流子極少，導電性能不好，電阻增大，隨光照的增強，載流子增多，導電性能變好，電阻減小。

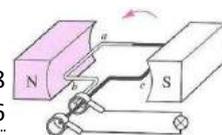
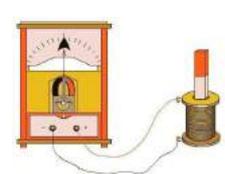
2. 熱敏電阻

熱敏電阻是一種靈敏度極高的溫度感測器，在測溫過程中反應非常快。電子體溫計及家用電器(電腦、空調、冰箱等)的溫度感測器，主要使用熱敏電阻。

2.7 教學反思

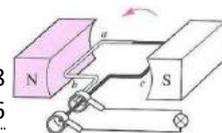
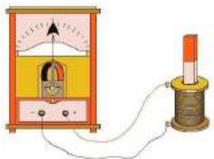
一、創設物理情境，導入新課。更有利於激發學生學習興趣。學生會立即對自己所觀察的現象產生疑惑，激發探索欲望。

二、進行新課教學。我將通過 PPT 展示和提供學習參考材料，引導學生自行學習並組織討論，並結合相應的練習來評價自學結果。



三、課堂小結。與學生一起回顧教學過程。回顧課堂，建構比較完整的知識體系。

四、佈置課後研究性課題。打破習題練習的常規，佈置研究性課題，這是新課程的一個重要體現。有助於培養學生理論聯繫實際、動手實踐、科學研究的能力。還可以激發學生學習興趣，加強物理與 STS 的聯繫。



三、重點探究：§4.1 感測器及其工作原理（第二課時）

課題	§4.1 感測器及其工作原理		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2018.05.10	課型	復習課		課時	1 課時

3.1 知識點一：感測器的工作原理

知識點 ①	感測器的工作原理
-------	----------

【核心突破】

感測器的工作流程如下所示：



敏感元件：相當於人的感覺器官，直接感受被測量，並將其變換成與被測量成一定關係的易於測量的物理量，如溫度、位移等。

轉換元件：也稱為傳感元件，通常不直接感受被測量，而是將敏感元件輸出的物理量轉換成電學量輸出。

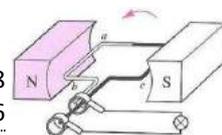
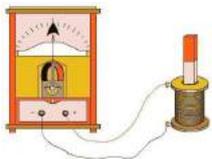
轉換電路：是將轉換元件輸出的電學量轉換成易於測量的電學量(如電壓、電流等)或電路的通斷。

【題組衝關】

1. 關於感測器，下列說法正確的是()

- A. 所有感測器都是由半導體材料做成的
- B. 金屬材料也可以製成感測器
- C. 感測器主要是通過感知電壓的變化來傳遞信號的
- D. 以上說法都不正確

解析：選 B 大多數感測器是由半導體材料做成的，某些金屬也可以做感測器，如金屬熱電阻。感測器將非電學信號轉換為電學信號，因此感測器感知的應該是“非電學信號”。故只有 B 正確。



2. (多選)如圖 6-1-4 所示，幹簧管放在磁場中時兩個舌簧能被磁化。關於幹簧管，下列說法正確的是()

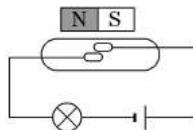


圖 6-1-4

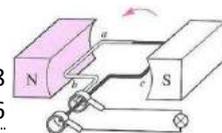
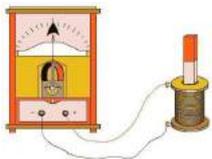
- A · 幹簧管接入電路中相當於電阻的作用
- B · 幹簧管是根據熱脹冷縮的原理製成的
- C · 幹簧管接入電路中相當於開關的作用
- D · 幹簧管是作為電控元件以實現自動控制的

解析：選 CD 幹簧管能感知磁場，因為兩個舌簧由軟磁性材料製成，當周圍存在磁場時，兩個舌簧被磁化，就會相互吸引，所以是作開關來使用、作為控制元件以實現自動控制的。故 C、D 正確。

3. 當你走近某些賓館、酒樓的大門時，門就會自動為你打開；當你走進門之後，門又在你身後自動關上。你覺得這可能是將下列哪種外界資訊轉換為有用的資訊()

- A · 溫度
- B · 運動
- C · 人
- D · 光線

解析：選 D 自動門的自動控制要求靈敏、可靠，若以溫度控制，人的體溫與夏季氣溫接近，則在夏季自動門將無法使用。自動門實際使用的是紅外線感測器，紅外線屬於不可見光，人在白天或黑夜均發出紅外線，感測器接收到人體發出的紅外線後傳給自動控制裝置的電動機，實現自動開、關門。故 D 正確。



3.2 知識點二：光敏電阻、熱敏電阻和霍爾元件

	光敏電阻、熱敏電阻和霍爾元件
--	-----------------------

【核心突破】

光敏電阻、熱敏電阻、霍爾元件特點對比

元件	特點
光敏電阻	半導體材料受到的光照增強時，會有更多的電子獲得能量成為自由電子，即載流子數增多，於是導電性明顯地增強，電阻減小
熱敏電阻	對於負溫度係數的熱敏電阻，溫度升高時，有更多的電子獲得能量成為自由電子，即載流子數增多，於是導電性明顯地增強，電阻減小
霍爾元件	霍爾元件兩極間通入恒定的電流，同時外加與薄片垂直的磁場 B 時，薄片中的載流子就在洛倫茲力的作用下，向著與電流和磁場都垂直的方向漂移，在另兩極上形成電壓

【題組衝關】

【典例】 如圖 6-1-5 所示， R_1 為定值電阻， R_2 為負溫度係數的熱敏電阻， L 為小燈泡，當溫度降低時()

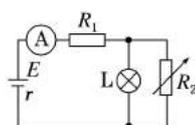
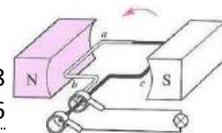
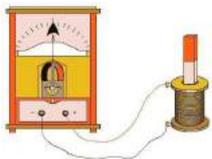


圖 6-1-5

- A · R_1 兩端的電壓增大
- B · 電流錶的示數增大
- C · 小燈泡的亮度變強
- D · 小燈泡的亮度變弱

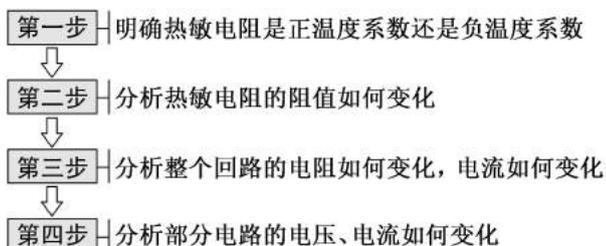
【解析】 R_2 與燈 L 並聯後與 R_1 串聯，與電源構成閉合電路，當熱敏電阻溫度降低時，電阻 R_2 增大，外電路電阻增大，電流錶讀數減小，燈 L 兩端電壓增大，燈泡亮度變強， R_1 兩端電壓減小，故選項 C 正確。



[答案] C

【歸納總結】

含有熱敏電阻的電路的動態分析順序



1. (多選)有定值電壓、熱敏電阻、光敏電阻三只元件，將這三只元件分別接入如圖 6-1-6 所示電路中的 A 、 B 兩點後，用黑紙包住元件或者把元件置入熱水中，觀察歐姆表的示數，下列說法中正確的是()

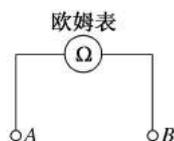


圖 6-1-6

- A · 置入熱水中與不置入熱水中相比，歐姆表示數變化較大的一定是熱敏電阻
- B · 置入熱水中與不置入熱水中相比，歐姆表示數不變化的一定是定值電阻
- C · 用黑紙包住與不用黑紙包住相比，歐姆表示數變化較大的一定是光敏電阻
- D · 用黑紙包住與不用黑紙包住相比，歐姆表示數相同的一定是定值電阻

解析：選 AC 熱敏電阻的阻值隨溫度的變化而變化，定值電阻和光敏電阻的阻值不隨溫度發生變化，故 A 正確，B 錯誤；光敏電阻的阻值隨光照的變化而變化，而定值電阻和熱敏電阻的阻值不隨光照的變化而變化，故 C 正確，D 錯誤。

2. (多選)如圖 6-1-7 所示為某霍爾元件的工作原理示意圖，該元件中電流 I 由正電荷的定向運動形成。下列說法正確的是()

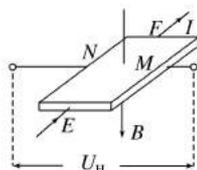
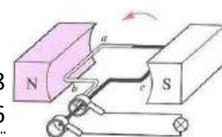
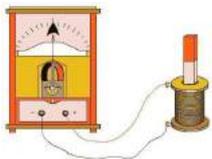


圖 6-1-7

- A · M 點電勢比 N 點電勢高
- B · 用霍爾元件可以測量地磁場的磁感應強度
- C · 用霍爾元件能夠把磁學量轉換為電學量
- D · 若保持電流 I 恒定，則霍爾電壓 U_H 與 B 成正比

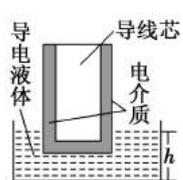
解析：選 BCD 當正電荷定向運動形成電流時，正電荷在洛倫茲力作用下向 N 極聚集， M 極感應出等量的負電荷，所以 M 點電勢比 N 點電勢低，選項 A 錯誤；根據霍爾元件的特點可知，選項 B、C 正確；因霍爾電壓 $U_H = k \frac{IB}{d}$ ，保持電流 I 恒定時，霍爾電壓 U_H 與 B 成正比，選項 D 正確。

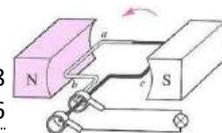
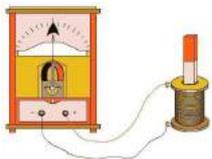
3.3 知識點三：電容式感測器

	<h2 style="margin: 0;">電容式感測器</h2>
---	------------------------------------

【核心突破】

常見電容式感測器

名稱	感測器	原理
測定角度 θ 的電容式感測器		當動片與定片之間的角度 θ 發生變化時，引起極板正對面積 S 的變化，使電容 C 發生變化，知道 C 的變化，就可以知道 θ 的變化情況
測定液面高度 h 的電容式感測器		在導線芯的外面塗上一層絕緣物質，放入導電液體中，導線芯和導電液體構成電容器的兩個極，導線芯外面的絕緣物質就是電介質，液面高度 h 發生變化時，引



		起正對面積發生變化，使電容 C 發生變化。知道 C 的變化，就可以知道 h 的變化情況
測定壓力 F 的電容式感測器		待測壓力 F 作用於可動膜片電極上的時候，膜片發生形變，使極板間距離 d 發生變化，引起電容 C 的變化，知道 C 的變化，就可以知道 F 的變化情況
測定位移 x 的電容式感測器		隨著電介質進入極板間的長度發生變化，電容 C 發生變化，知道 C 的變化，就可以知道 x 的變化情況

【題組衝關】

[典例] 如圖 6-1-8 所示為測定壓力的電容式感測器，將平行板電容器、靈敏電流錶(零刻度在中間)和電源串聯成閉合回路，當壓力 F 作用於可動膜片電極上時，膜片發生形變，引起電容的變化，導致靈敏電流錶指針偏轉，在對膜片開始施加壓力使膜片電極從圖中的虛線推到圖中實線位置並保持固定的過程中，靈敏電流錶指針偏轉情況為(電流從電流錶正接線柱流入時指針向右偏)()

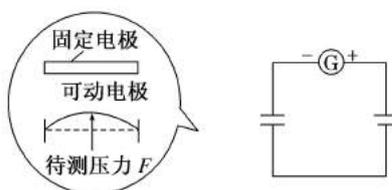
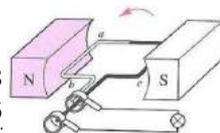
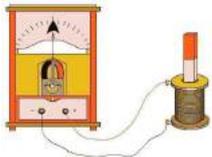


圖 6-1-8

- A · 向右偏到某一刻度後回到零刻度
- B · 向左偏到某一刻度後回到零刻度
- C · 向右偏到某一刻度後不動
- D · 向左偏到某一刻度後不動



[思路點撥] 根據電容的公式 $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$ 和 $C = \frac{Q}{U}$ ，按以下思路進行分析。



[解析] 壓力 F 作用時，極板間距 d 變小，由 $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$ ，電容器電容 C 變大，又根據 $Q = CU$ ，極板帶電荷量變大，所以電容器應充電，靈敏電流計中產生由正接線柱流入的電流，所以指針將右偏。 F 不變時，極板保持固定後，充電結束，指針回到零刻度。故選 A。

[答案] A

【歸納總結】

電容式感測器是應用了電容器的電容跟板間距離、正對面積、電介質及引起它們改變的因素(如力、位移、壓強、聲音等)的關係，將這些非電學量轉化為電容器的電容這個電學量。

1. (多選)電容式話筒的保真度比動圈式話筒好，其工作原理如圖 6-1-9 所示。 Q 是絕緣支架，薄金屬膜 M 和固定電極 N 形成一個電容器，被直流電源充電。當聲波使膜片振動時，電容發生變化，電路中形成變化的電流。在膜片向右運動的過程中()

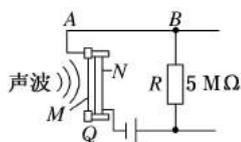
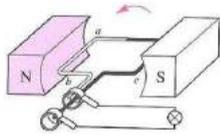
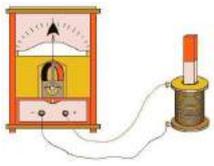


圖 6-1-9

- A · 電容變大
- B · 電容變小
- C · 導線 AB 中有向左的電流
- D · 導線 AB 中有向右的電流

解析：選 AC 聲波使膜片向右振動， MN 間距減小，電容變大，A 正確，B 錯誤； MN 間的電壓不變，由 $Q = CU$ 知 Q 變大，繼續充電，則導線 AB 中有



向左的電流，C 正確，D 錯誤。

2. 觀察如圖 6-1-10 所示的電容式感測器，並回答問題。

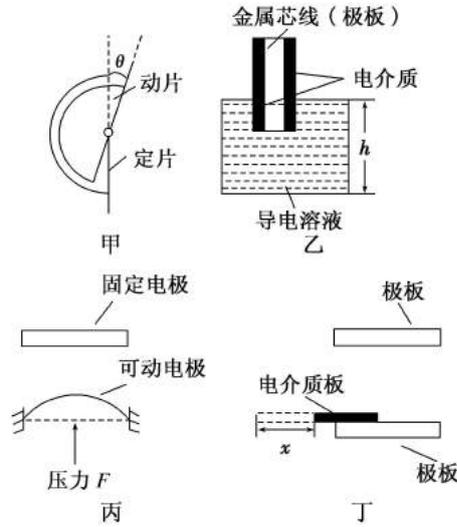


圖 6-1-10

(1)圖甲是_____的電容式感測器，原理是_____。

(2)圖乙是_____的電容式感測器，原理是_____。

(3)圖丙是_____的電容式感測器，原理是_____。

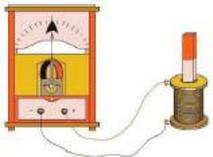
(4)圖丁是_____的電容式感測器，原理是_____。

解析：(1)圖甲是角度的電容式感測器，其原理是當動片旋進的角度不同時，電容器的正對面積不同，電容不同。

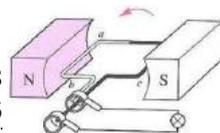
(2)圖乙是液體的電容式感測器，其原理是導電液體相當於電容器的一個極板，當液體深度發生改變時，相當於兩極板的正對面積發生改變，電容也隨之改變。

(3)圖丙是壓力的電容式感測器，其原理是當作用在一個電極的壓力改變時，金屬片的形變也發生改變，兩極板的距離發生改變，電容也發生改變。

(4)圖丁是位移的電容式感測器，其原理是電介質板和物體固定在一起，當物體發生一小段位移時，插入兩極板間的電介質發生變化，導致電容發生變

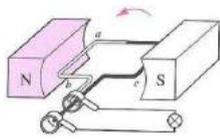
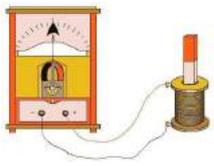


2017/2018
參選編號:C056



化。

答案：見解析



第二課題 §4.2 感測器的應用 (2 課時)

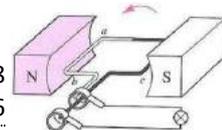
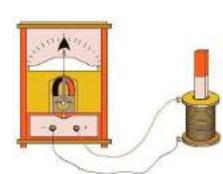
一、課前自主預習學案

【學習目標】

1. 知道各種感測器的應用
2. 進一步深入認識感測器的應用

【自主學習】

- 1、電子秤所使用的測力裝置是_____感測器，它是由_____和_____組成的。
- 2、應變片能夠把物體_____這個力學量轉換為_____這個電學量。
- 3、電熨斗的_____為溫度感測器，是電熨斗的核心元件，它的作用是控制電路的_____。
- 4、雙金屬片的工作原理：雙金屬片巧妙地利用了不同金屬_____的差異，在溫度發生變化時，雙金屬片會發生_____，從而控制電路的_____。
- 5、電飯鍋的_____為主要元件，它的特點主要有：常溫下具有鐵磁性，能夠被磁體吸引，但是上升到_____時，就失去磁性。
- 6、煙霧散射式火災報警器的工作原理：平時，_____收不到 LED 發出的光，呈現_____狀態。煙霧進入罩內後對光有_____作用，使部分光線照射到_____，其電阻變_____，與感測器連接的電路檢測發出這種變化，就會發出警報。



二、新課教學：§4.2 感測器的應用（第一課時）

課題	§4.2 感測器的應用		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2018.05.14	課型	新授課		課時	1 課時

2.1 教學目標

【知識與技能】

1. 了解力感測器在電子秤上的應用。
2. 了解聲感測器在話筒上的應用。
3. 了解溫度感測器在電熨斗上的應用。

【過程與方法】

通過實驗或演示實驗，了解感測器在生產、生活中的應用。

【情感態度與價值觀】

在了解感測器原理及應用時，知道已學知識在生活、生產、科技社會中的價值，增強學習興趣，培養良好的科學態度。

2.2 教學重點難點

★教學重點：各種感測器的應用原理。

★教學難點：各種感測器的結構。

2.3 教學方法

實驗演示、講解、學生閱讀、討論和分組實驗探究

2.4 教學用具

感測器、課件多媒體教學課件、多媒體投影儀。

2.5 教學過程

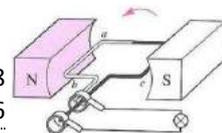
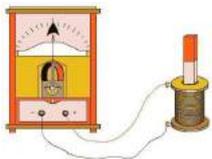
★重難點一、感測器問題分析★

1. 分析思路.

物理感測器是將所感受的物理量(如力、熱、光等)轉換為便於測量的電學量的器件。我們可以把感測器的應用過程分為三個步驟：

- (1) 資訊採集；
- (2) 資訊加工、放大、傳輸；
- (3) 利用所獲得的資訊執行某種操作。

2. 分析感測器問題要注意四點.



(1)感受量分析·

要明確感測器所感受的物理量，如力、熱、光、磁、聲等·

(2)輸出信號分析·

明確感測器的敏感元件，分析它的輸入信號及輸出信號，以及輸入信號與輸出信號間的變化規律·

(3)電路結構分析·

認真分析感測器所在的電路結構，在熟悉常用電子元件工作特點基礎上，分析電路輸出信號與輸入信號間的規律·

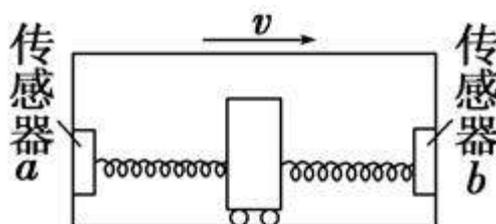
(4)執行機構工作分析·

感測器的應用，不僅包含非電學量如何向電學量轉化的過程，還包含根據所獲得的資訊控制執行機構進行工作的過程·

【典型例題】用如圖所示的裝置可以測量汽車在水準路面上做勻加速直線運動的加速度。該裝置是在矩形箱子的前、後壁上各安裝一個由力敏電阻組成的壓力感測器。用兩根相同的輕彈簧夾著一個質量為 2.0 kg 的滑塊，滑塊可無摩擦滑動，兩彈簧的另一端分別壓在感測器 a 、 b 上，其壓力大小可直接從感測器的液晶顯示幕上讀出。現將裝置沿運動方向固定在汽車上，感測器 b 在前，感測器 a 在後。汽車靜止時，感測器 a 、 b 的示數均為 10 N (取 $g=10\text{ m/s}^2$)。

(1)若感測器 a 的示數為 14 N ， b 的示數為 6.0 N ，求此時汽車的加速度大小和方向。

(2)當汽車以怎樣的加速度運動時，感測器 a 的示數為零？

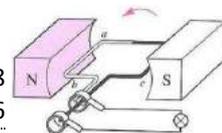
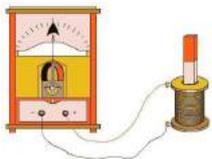


【審題指導】

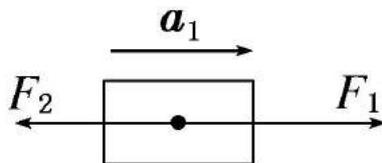
感測器上所顯示出的力的大小，即彈簧對感測器的壓力，據牛頓第三定律知，此即為彈簧的彈力大小，亦即該彈簧對滑塊的彈力大小。

【答案】 (1) 4.0 m/s^2 方向向右

(2)以方向向左、大小為 10 m/s^2 的加速度運動



【解析】 (1) 如圖所示，依題意得左側彈簧對滑塊向右的推力 $F_1 = 14 \text{ N}$ ，右側彈簧對滑塊的向左的推力 $F_2 = 6.0 \text{ N}$ ，滑塊所受合力產生加速度 a_1 ，



根據牛頓第二定律有 $F_1 - F_2 = ma_1$

$$\text{可得 } a_1 = \frac{F_1 - F_2}{m} = \frac{14 - 6.0}{2.0} \text{ m/s}^2 = 4 \text{ m/s}^2$$

a_1 與 F_1 同方向，即向前(向右)。

(2) a 感測器的讀數恰為零，即左側彈簧的彈力 $F'_1 = 0$ ，因兩彈簧相同，左彈簧伸長多少，右彈簧就縮短多少，所以右彈簧的彈力變為 $F'_2 = 20 \text{ N}$ 。

滑塊所受合力產生加速度 a_2 ，由牛頓第二定律得

$$F_{\text{合}} = F'_2 = ma_2 \text{ 得 } a_2 = \frac{F'_2}{m} = 10 \text{ m/s}^2, \text{ 方向向左。}$$

★重難點二、常見感測器的應用★

1· 生活中的感測器

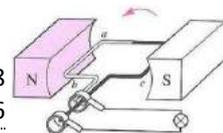
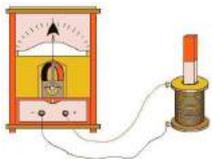
- (1) 與溫度控制相關的家用電器：電飯煲、電冰箱、微波爐、空調、消毒碗櫃等，都用到溫度感測器。
- (2) 紅外感測器：自動門、家電遙控器、生命探測器、非接觸紅外測溫儀以及防盜、防火報警器等。
- (3) 照相機中的光感測器和家用可攜式電子秤的壓力感測器等。

2· 農業生產中的感測器

- (1) 濕度感測器：判斷農田的水分蒸發情況，自動供水或停水。
- (2) 溫度感測器和濕度感測器：可對上百個點進行溫度和濕度監測。由於有了十分先進可靠的測試技術，有效地減少了黴變現象。

3· 工業生產中的感測器

- (1) 生產的自動化和半自動化。用機器人、自動化小車、自動機床、各種自動生產線或者系統，代替人完成加工、裝配、包裝、運輸、存儲等工作。各種感測器使生產的自動運行保持在最佳狀態，以確保產品質量，提高效率 and 產量，節約原材料等。

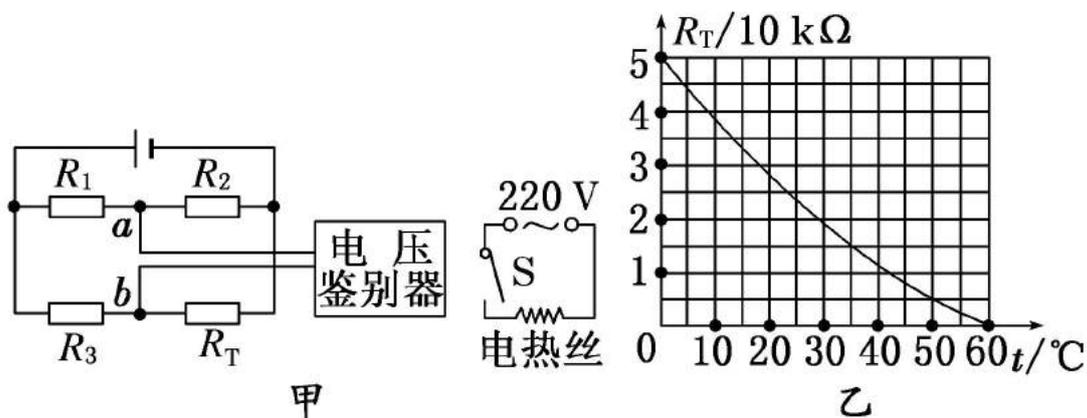


(2)在數控機床中的位移測量裝置，就是利用高精度位移感測器進行位移測量，從而實現對零部件的精密加工。

4·飛向太空的感測器

在航空、航太技術領域，感測器應用得較早，也應用得較多，在運載火箭、載人飛船中，都應用了大量的感測器供遙測和遙控系統使用。這些感測器對控制航天器的姿態、接收和發送資訊、收集太空數據等都有重要作用。在載人飛船中還使用一類測量太空人各種生理狀況的生理感測器，如測量血壓、心電圖、體溫等。

【典型例題】如圖甲所示為在溫度為 10°C 左右的環境中工作的某自動恆溫箱原理簡圖，箱內的電阻 $R_1=20\text{ k}\Omega$ 、 $R_2=10\text{ k}\Omega$ 、 $R_3=40\text{ k}\Omega$ ， R_T 為熱敏電阻，它的電阻隨溫度變化的圖線如圖乙所示， a 、 b 端電壓 $U_{ab}\leq 0$ 時，電壓鑒別器會令開關 S 接觸，恆溫箱內的電熱絲發熱，使箱內溫度升高；當 a 、 b 端電壓 $U_{ab}> 0$ 時，電壓鑒別器會令開關 S 斷開，停止加熱，則恆溫箱內的溫度可保持在 ()



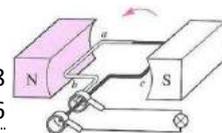
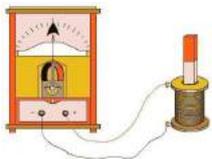
- A · 10°C B · 20°C C · 30°C D · 45°C

【思路探究】

由題可知， $U_{ab}=0$ 是電熱絲加熱和停止加熱的臨界狀態，根據串聯分壓知識可求得 $U_{ab}=0$ 時 R_T 的阻值，然後由乙圖讀出對應的溫度。

【答案】 C

【解析】由題可知 $U_{ab}=0$ 是一個電壓的臨界點，對應著開關 S 的動作，而開關的動作對應著溫度的上升或下降。由電路圖可知，在 R_1 、 R_2 、 R_3 給定的條件下，熱敏電阻 R_T 的阻值決定了 U_{ab} 的正負。設電源負極的電勢為零，則 $\varphi_a =$



$\frac{R_2}{R_1+R_2}U$, $\varphi_b = \frac{R_T}{R_3+R_T}U$, 其中 U 為電源的路端電壓, 令 $\varphi_a = \varphi_b$, 即 $U_{ab} = 0$, 則

可得 $\frac{R_2}{R_1} = \frac{R_T}{R_3}$, 代入數據得 $R_T = 20 \text{ k}\Omega$, 查表得對應的溫度為 30°C , C 正確。

2.6 板書設計

★重難點一、感測器問題分析★

(1) 感受量分析·

要明確感測器所感受的物理量, 如力、熱、光、磁、聲等·

(2) 輸出信號分析·

明確感測器的敏感元件, 分析它的輸入信號及輸出信號, 以及輸入信號與輸出信號間的變化規律·

(3) 電路結構分析·

認真分析感測器所在的電路結構, 在熟悉常用電子元件工作特點基礎上, 分析電路輸出信號與輸入信號間的規律·

(4) 執行機構工作分析·

感測器的應用, 不僅包含非電學量如何向電學量轉化的過程, 還包含根據所獲得的資訊控制執行機構進行工作的過程·

★重難點二、常見感測器的應用★

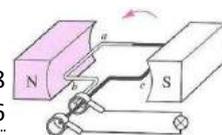
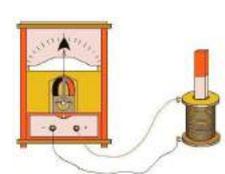
- 1· 生活中的感測器
- 2· 農業生產中的感測器
- 3· 工業生產中的感測器
- 4· 飛向太空的感測器

2.7 教學反思

本節有關技術的內容十分豐富, 但在教學要求上不同於技術課程。側重於物理原理在傳感技術中的應用, 讓學生通過觀察, 瞭解和學習一些比較簡單的技術知識, 而不要一味的追求高層次的技術問題, 沒有任何價值。

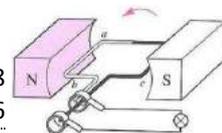
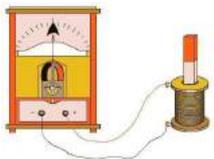
思維方法是解決問題的靈魂, 是物理教學的根本; 親自實踐參與知識的發現過程是培養學生能力的關鍵, 應該鼓勵學生自己動手製作一些相關的簡單儀器, 以增強學生對知識的進一步掌握。增強親自動手能力。

成功的演示實驗能使學生獲得豐富正確的感性認識, 嚴密的理論推導能使學生獲得必要的理性認識, 正確深入理解感測器的概念能使學生定性地認識感測器的應用。本節重點在於理解溫度、光感測器的應用原理及結構。



長期以來，物理教學中非常重視基礎的理論知識，研究許多理想的物理模型，以及科學在技術中的應用，這是完全必要的，但是，學生的技術知識甚至於技術常識十分貧乏。所以在教學中不能追求高技術的知識，對本節而言，教學中，讓學生通過觀察，瞭解運用感測器姐姐生活和生產中的某些需求的過程，體會到應用技術的重要性，瞭解和學習一些比較簡單的技術知識，讓學生列舉感測器的各種應用事例的同時，認識感測器的應用對社會發展所起到的重要作用。討論中要鼓勵學生發表不同的意見和設想，既要肯定正面的作用，又要關注如何防止負面的影響。要最大限度地調動學生積極參與教學活動。充分體現“教師主導，學生主體”的教學原則。

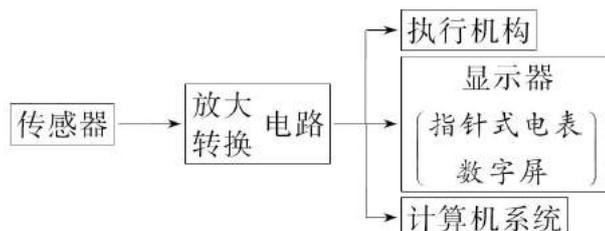
本節課採用了演示法和講授法相結合的啟發式綜合教學方法。教師邊演示邊讓學生分析感測器如何在現實生活中的應用，充分調動學生的積極性和主動性。



三、重點探究：§4.2 感測器的應用（第二課時）

課題	§4.2 感測器的應用		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2018.05.15	課型	復習課		課時	1 課時

一、感測器應用的一般模式



二、感測器的應用實例

1. 力感測器的應用——電子秤

(1)組成及敏感元件：由金屬梁和應變片組成，敏感元件是應變片。

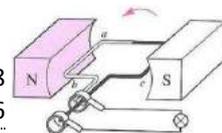
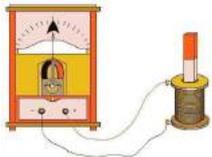
(2)工作原理：



(3)作用：應變片將物體形變這個力學量轉換為電壓這個電學量。

2. 溫度感測器的應用實例

	電熨斗	電飯鍋
敏感元件	雙金屬片	感溫鐵氧體
工作原理	溫度變化時，由於雙金屬片上層金屬與下層金屬的 <u>膨脹係數</u> 不同，雙金屬片發生彎曲從而控制電路的通斷	(1)居裡溫度：感溫鐵氧體常溫下具有鐵磁性，溫度上升到約 103℃ 時，失去 <u>鐵磁性</u> ，這一溫度稱為“居裡溫度” (2)自動斷電原理：用手按下開關通電加熱，開始煮飯，當鍋內加熱溫度達到 103℃ 時，鐵氧體失去磁性，與永久磁鐵失去吸引力，被彈簧片彈開，從而推動杠杆使觸點開關斷開



3.光感測器的應用——火災報警器

(1)組成：如圖 6-2-1 所示，發光二極體 LED、光電三極管和不透明的擋板。

(2)工作原理：平時光電三極管收不到 LED 發出的光，呈現高電阻狀態，煙霧進入罩內後對光有散射作用，使部分光線照射到光電三極管上，其電阻變小。與感測器連接的電路檢測出這種變化，就會發出警報。



圖 6-2-1

3.1 知識點一：力感測器的應用

知識點 ①	力感測器的應用
--------------	----------------

【題組衝關】

〔典例〕 用如圖 6-2-2 所示的裝置可以測量汽車在水準路面上做勻加速直線運動的加速度。該裝置是在矩形箱子的前、後壁上各安裝一個由力敏電阻組成的壓力感測器。用兩根相同的輕彈簧夾著一個質量為 2.0 kg 的滑塊，滑塊可無摩擦滑動，兩彈簧的另一端分別壓在感測器 a、b 上，其壓力大小可直接從感測器的液晶顯示幕上讀出。現將裝置沿運動方向固定在汽車上，感測器 b 在前，感測器 a 在後。汽車靜止時，感測器 a、b 的示數均為 10 N(取 $g=10 \text{ m/s}^2$)。

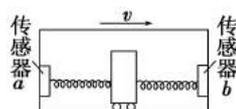
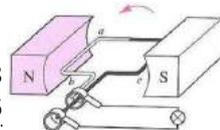
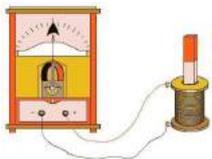


圖 6-2-2

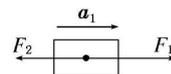
(1)若感測器 a 的示數為 14 N，b 的示數為 6.0 N，求此時汽車的加速度大小和方向。

(2)當汽車以怎樣的加速度運動時，感測器 a 的示數為零？

〔思路點撥〕 感測器上所顯示出的力的大小，即彈簧對感測器的壓力，據牛頓第三定律知，此即為彈簧的彈力大小，亦即該彈簧對滑塊的彈力大小。



【解析】 (1)如圖所示，依題意：左側彈簧對滑塊向右的推力 $F_1=14\text{ N}$ ，右側彈簧對滑塊向左的推力 $F_2=6.0\text{ N}$ ，滑塊所受合力產生加速度 a_1 ，



根據牛頓第二定律有 $F_1-F_2=ma_1$ ，

$$\text{得 } a_1 = \frac{F_1 - F_2}{m} = \frac{14 - 6.0}{2.0} \text{ m/s}^2 = 4.0 \text{ m/s}^2。$$

a_1 與 F_1 同方向，即向前(向右)。

(2)感測器 a 的讀數恰為零，即左側彈簧的彈力 $F_1'=0$ ，因兩彈簧相同，左側彈簧伸長多少，右側彈簧就縮短多少，所以右側彈簧的彈力變為 $F_2'=20\text{ N}$ 。滑塊所受合力產生加速度，由牛頓第二定律得 $F_{\text{合}}=F_2'=ma_2$ ，

$$\text{得 } a_2 = \frac{F_2'}{m} = -10 \text{ m/s}^2，\text{ 負號表示方向向後(向左)。}$$

【答案】 (1) 4.0 m/s^2 向右 (2)以方向向左大小為 10 m/s^2 的加速度運動

【歸納總結】

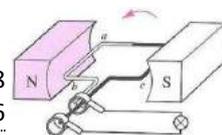
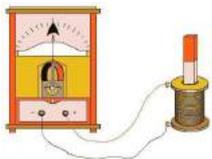
力感測器是一種測量力的大小的工具。此類題常與牛頓第二定律、運動學的內容綜合。當只知道加速度的大小和方向，不知道物體的運動方向時，物體的運動情況有兩種可能，即沿某一方向的勻加速或相反方向的勻減速，不要漏掉其中一種。

1. (多選)下列關於電子秤中應變式力感測器的說法正確的是()

- A. 應變片是由導體材料製成
- B. 當應變片的表面拉伸時，其電阻變大；反之，變小
- C. 感測器輸出的是應變片上的電壓
- D. 外力越大，輸出的電壓值也越大

解析：選 BD 應變片多用半導體材料製成，故選項 A 錯誤。當應變片拉伸時，其電阻變大，選項 B 正確。感測器輸出的是上、下兩應變片上的電壓差值，並且隨著外力的增大，輸出的電壓差值越大，故選項 C 錯誤，選項 D 正確。

2. 如圖 6-2-3 所示為大型電子地磅電路圖，電源電動勢為 E ，內阻不計，不



稱物體時，滑動頭 P 在 A 端，滑動變阻器接入電路中有效電阻最大，電流較小；稱重物時，在壓力作用下使滑動頭下移，滑動變阻器有效電阻變小，電流變大。這樣把電流對應的質量值刻在刻度盤上，就可以讀出被稱物體的質量。若滑動變阻器上 A 、 B 間長度為 l ，最大阻值為 R_0 ，已知兩彈簧的總彈力與形變量成正比，比例係數為 k ，試導出所稱重物重力 G 與電路中電流 I 的函數關係。

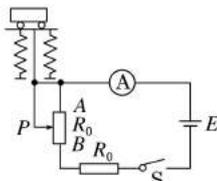


圖 6-2-3

解析：設稱重物 G 時彈簧的壓縮量為 x ，由題意得

$$G = kx \quad ①$$

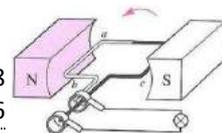
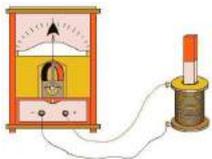
此時，滑動頭 P 距 B 端距離為 $l - x$ ，滑動變阻器有效電阻為 $R_0 - \frac{x}{l}R_0$ ，由

歐姆定律有

$$I = \frac{E}{R_0 + \left(R_0 - \frac{x}{l}R_0\right)} \quad ②$$

由①②式解得 $G = 2kl - \frac{Ekl}{IR_0}$ 。

答案： $G = 2kl - \frac{Ekl}{IR_0}$



3.2 知識點二：溫度感測器和光感測器的應用

知識點 2

溫度感測器和光感測器的應用

【題組衝關】

【典例】 溫度感測器廣泛應用於室內空調、電冰箱和微波爐等家用電器中，它是利用熱敏電阻的阻值隨溫度變化而變化的特性工作的。在圖 6-2-4 甲中，電源的電動勢 $E=9.0\text{ V}$ ，內阻可忽略不計； G 為靈敏電流錶，內阻 r 保持不變； R_0 為保護電阻， R 為熱敏電阻，其電阻值與溫度變化的關係如圖乙所示。試寫出熱敏電阻的阻值隨溫度變化的關係式。閉合開關 S ，當 R 的溫度等於 40°C 時，電流錶示數 $I_1=2.25\text{ mA}$ 。則當電流錶的示數 $I_2=3.6\text{ mA}$ 時，熱敏電阻 R 的溫度是多少攝氏度？

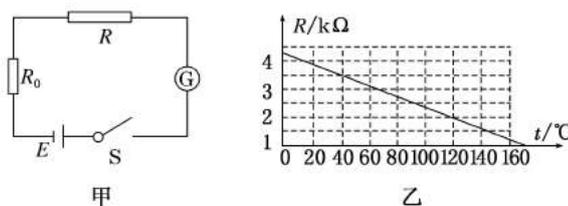


圖 6-2-4

【思路點撥】 本題的解答思路為：

由圖知熱敏電阻
為負溫度系數熱
敏電阻

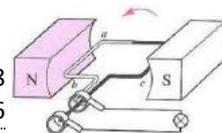
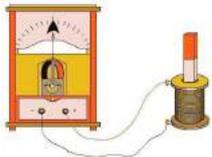
由溫度與電阻成
線性關係求出對
應的電阻

由歐姆定律
得電流對應
的溫度值

【解析】 題中的 $R-t$ 圖像是直線，根據數學知識可寫出熱敏電阻 R 與溫度 t 的關係式為 $R=kt+b$ 。由圖像知 $t_1=0^\circ\text{C}$ 時， $R_1=4.25\text{ k}\Omega$ ，得 $b=4.25$ ，再根據 $t_2=120^\circ\text{C}$ 時， $R_2=2\text{ k}\Omega$ ，得 $k=-0.01875$ ，所以 R 與 t 的關係式為 $R=-0.01875t+4.25(\text{k}\Omega)$ 。

根據題中的 $R-t$ 圖像， $t_3=40^\circ\text{C}$ 時，熱敏電阻的阻值 $R_3=3.5\text{ k}\Omega$ ，有 $E=I_1(r+R_0+R_3)$ ；電流 $I_2=3.6\text{ mA}$ 時，設熱敏電阻的阻值為 R_4 ，有 $E=I_2(r+R_0+R_4)$ ，代入數據可解得 $R_4=2\text{ k}\Omega$ ，由題中的 $R-t$ 圖像或將 $R_4=2\text{ k}\Omega$ 代入 R 與 t 的關係式可得 $t_4=120^\circ\text{C}$ 。

【答案】 $R=-0.01875t+4.25(\text{k}\Omega)$ 120°C



【歸納總結】

溫度感測器一般使用的是熱敏電阻，負溫度係數的熱敏電阻的阻值隨溫度升高而減小，正溫度係數的熱敏電阻的阻值隨溫度升高而增大，在解答有關溫度感測器的應用問題時應注意區分這一性質。

1. (多選)下列關於光傳感火災報警器的說法中正確的是()

- A. 發光二極體、光電三極管都是由半導體材料製成的
- B. 光電三極管與光敏電阻一樣都是光敏感元件，都是將光信號轉換為電信號
- C. 發光二極體發出的是脈衝微光
- D. 如果把擋板撤去，火災報警器照樣工作

解析：選 AB 發光二極體工作時是持續發光的，擋板撤去，光始終照到光電三極管上，始終發出警報，和有無火災無關。

2. 圖 6-2-5 是一個報警器的裝置的邏輯電路圖。 R_T 是一個熱敏電阻，低溫時電阻值很大，高溫時電阻值很小， R 是一個阻值較小的分壓電阻，A 為斯密特觸發器輸入端。

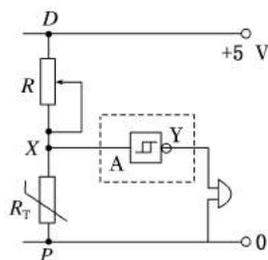


圖 6-2-5

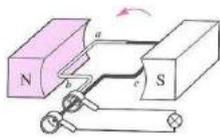
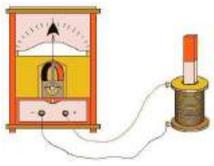
(1) 為什麼在高溫時電鈴會響起？

(2) 為了提高電路的靈敏度，即將報警溫度調得低些，那麼 R 的值應該大一些還是小一些。

解析：(1) 熱敏電阻的溫度上升， R_T 變小，A 端的電壓低到某一值時，Y 端會由低電平跳到高電平，加在電鈴兩端的電壓變大，電鈴響起。

(2) 若 R 的值大，由於它的分壓作用。使 R_T 兩端的電壓不太高，則外界溫度不太高時，就能使 PX 之間電壓降到低電壓輸入，而當 A 端的電壓降低到某一值時，Y 端會由低電平跳到高電平，加在電鈴兩端的電壓變大，電鈴響起。

答案：見解析



第三課題 §4.3 實驗：感測器的應用（2 課時）

一、課前自主預習學案

[先填空]

1· 實驗目的

了解與感測器技術相關的物理知識，練習用感測器製作自動控制裝置。

2· 實驗器材

二極體 V_D 、晶閘管 V_s 、光敏電阻 R_G 、定值電阻 $R(7.5\text{ M}\Omega)$ 、燈泡 L 、多用電表、導線。

3· 實驗原理

由晶閘管 V_s 與電燈 L 構成主回路，控制回路由 R 與 R_G 組成的分壓器及二極體 V_D 構成，如圖 3-4-1 所示。

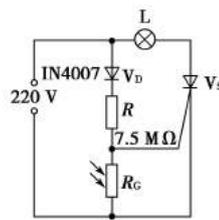


圖 3-4-1

(1)當白天自然光線較強時，光敏電阻呈低電阻，與 R 分壓後使晶閘管 V_s 的門電極處於低電平， V_s 關斷。

(2)當夜幕降臨時，照在 R_G 上的自然光線減弱， R_G 呈高阻，使 V_s 的門電極處於高電平， V_s 獲得正向觸發電壓而導通，燈 L 亮。

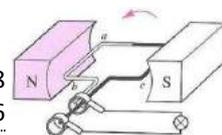
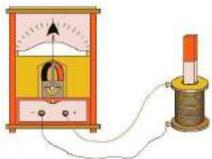
(3)改變 R 的阻值，即改變其與 R_G 的分壓比，可調整電路的起控點。

4· 二極體 V_D 、晶閘管 V_s 的特性

(1)二極體：具有單向導電性。當給二極體加正向電壓時，它的阻值很小；當給二極體加反向電壓時，它的電阻很大。

(2)晶閘管 V_s ：當晶閘管承受反向電壓時，不論門極承受何種電壓，晶閘管都處於關斷狀態。當晶閘管承受正向電壓時，僅在門極承受正向電壓情況下晶閘管才導通。

5· 實驗步驟



(1)將多用電表旋鈕撥至 $R \times 1 \text{ k}$ 擋，調零後，測量電阻 R 的阻值，檢查 R 是否符合要求。

(2)將多用電表旋鈕撥至 $R \times 1 \text{ k}$ 擋，調零後，用兩表筆分別接二極體兩極，然後將兩表筆位置對調。若兩次測量結果一次較小，一次很大，則二極體性能良好。

(3)將多用電表旋鈕撥至 $R \times 1 \text{ k}$ 擋，紅表筆接晶閘管 K 極，黑表筆同時接通 G 、 A 極，在保持黑表筆不脫離 A 極狀態下斷開 G 極，指針指示幾十歐至一百歐，然後暫態斷開 A 極再接通，若指針指示 ∞ 位置，則表明晶閘管良好。

(4)按照電路圖，將各元件焊接，安裝好。

(5)檢查各元件的連接，確保無誤。

(6)接通電源，觀察強光照射光敏電阻時和用黑紙包裹光敏電阻時燈泡 L 的狀態。

6·注意事項

(1)安裝前，對所有器材進行測試，確保各元件性能良好後，再進行安裝。

(2)焊接時，管腳必須在離管殼 5 mm 以上處焊接，焊接時間不易過長。

(3)注意二極體、晶閘管各極正確裝入電路，不可錯接、反接。

[再判斷]

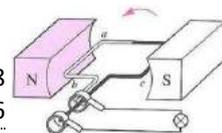
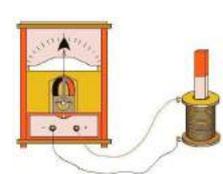
1·光敏電阻隨光照強度增加電阻變大·(×)

2·二極體加正向電壓時阻值很小·(√)

[后思考]

如何檢測二極體性能是否良好？

【提示】 多用電表歐姆擋 $\times 1 \text{ K}$ 擋，用兩表筆分別按二極體兩極，然後兩表筆對調，測量結果一次較小，一次很大，則證明二極體性能良好。



二、新課教學：§4.3 實驗：感測器的應用（第一課時）

課題	§4.3 實驗：感測器的應用		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2018.05.16	課型	新授課		課時	1 課時

2.1 教學目標

【知識與技能】

1. 了解兩個實驗的基本原理。
2. 通過實驗，加深對感測器作用的體會，培養自己的動手能力。

【過程與方法】

通過實驗培養動手能力，體會感測器在實際中的應用。

【情感態度與價值觀】

在實驗中通過動手組裝和調試，增強理論聯繫實際的意識，激發學習興趣，培養良好的科學態度。

2.2 教學重點難點

★教學重點

1. 了解斯密特觸發器的工作特點，能夠分析光控電路的工作原理。
2. 溫度報警器的電路工作原理。

★教學難點

光控電路和溫度報警器電路的工作原理。

2.3 教學方法

實驗法、互動探究法、講授討論、小組合作學習。

2.4 教學用具

感測器、課件多媒體教學課件、多媒體投影儀。

2.5 教學過程

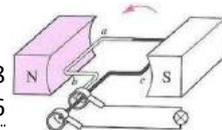
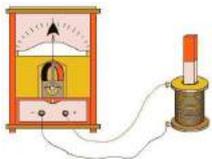
一、實驗目的

了解與感測器技術相關的物理知識，練習用感測器製作自動控制裝置。

二、實驗原理

1. 斯密特觸發器

當輸入端電壓上升到某一值(1.6 V)時，輸出端會突然從高電平跳到低電平(0.25 V)，當輸入端電壓下降到某一值(0.8 V)時，輸出端會從低電平跳到高電平(3.4



V) .

2 · 普通二極體

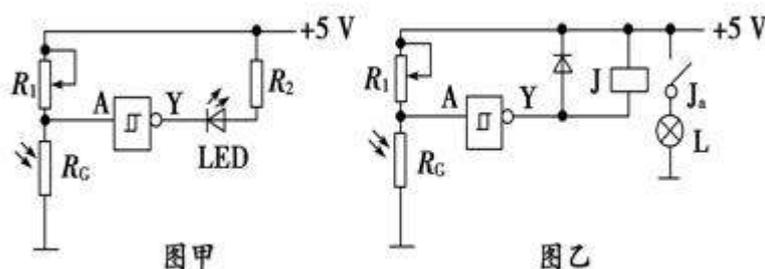
具有單向導電性 .

3 · 發光二極體

具有單向導電性，同時還能發光 .

4 · 光控開關工作原理

如圖所示 .



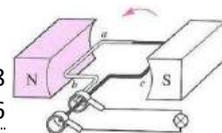
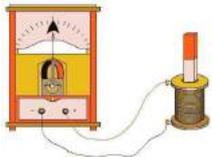
圖甲：白天，光強度較大，光敏電阻 R_G 阻值較小，加在斯密特觸發器輸入端 A 的電壓較低，則輸出端 Y 輸出高電平，發光二極體 LED 不導通；當天色暗到一定程度時， R_G 阻值增大到一定值，斯密特觸發器的輸入端 A 的電壓上升到 1.6 V，輸出端 Y 突然從高電平跳到低電平，則發光二極體 LED 導通發光(相當於路燈亮了)。天明後， R_G 阻值減小，斯密特觸發器輸入端 A 電勢逐漸降低，降到 0.8 V 時，

輸出端 Y 突然由低電平跳到高電平，發光二極體 LED 熄滅。這樣就達到了使路燈天明自動熄滅，天暗自動開啟的目的。

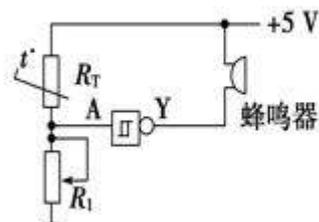
圖乙：控制電路原理：天較亮時，光敏電阻 R_G 阻值較小，斯密特觸發器輸入端 A 電壓較低，則輸出端 Y 輸出高電平，繼電器線圈中無電流，工作電路不通；天較暗時，光敏電阻 R_G 電阻增大，斯密特觸發器輸入端 A 電勢升高，當升高到一定值，輸出端 Y 由高電平突然跳到低電平，有電流通過繼電器的線圈，電磁繼電器工作，接通工作電路，使路燈自動開啟；

天明後， R_G 阻值減小，斯密特觸發器輸入端 A 電勢逐漸降低，降到一定值，輸出端 Y 突然由低電平跳到高電平，則線圈中不再有電流，則電磁繼電器自動切斷工作電路的電源，路燈熄滅，

5 · 溫度報警器工作原理



如圖所示。



常溫下，調整 R_1 的阻值使斯密特觸發器的輸入端 A 處於低電平，則輸出端 Y 處於高電平，無電流通過蜂鳴器，蜂鳴器不發聲；

當溫度升高時，熱敏電阻 R_T 阻值減小，斯密特觸發器輸入端 A 電勢升高，當達到某一值(高電平)，其輸出端 Y 由高電平跳到低電平，蜂鳴器通電，從而發出報警聲。 R_1 的阻值不同，則報警溫度不同。

三、實驗器材

1. 光控開關實驗

斯密特觸發器、發光二極體、二極體、繼電器、燈泡(6 V, 0.3 A)、可變電阻 R_1 (最大阻值 51 k Ω)、電阻 R_2 (330 Ω)、光敏電阻、積體電路實驗板、直流電源(5 V)、導線若干、黑紙。

2. 溫度報警器實驗

斯密特觸發器、蜂鳴器、熱敏電阻、可變電阻 R_1 (最大阻值 1 k Ω)、積體電路實驗板、直流電源(5 V)、導線若干、燒杯(盛有熱水)。

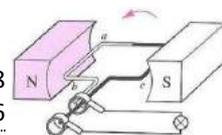
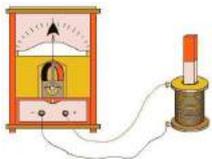
四、實驗步驟

1. 光控開關實驗步驟

- (1)按照電路圖將各元件組裝到積體電路實驗板上。
- (2)檢查各元件的連接，確保無誤。
- (3)接通電源，調節電阻 R_1 ，使發光二極體或燈泡在普通光照條件下不亮。
- (4)用黑紙逐漸遮住光敏電阻，觀察發光二極體或燈泡的狀態。
- (5)逐漸撤掉黑紙，觀察發光二極體或燈泡的狀態。

2. 溫度報警器實驗步驟

- (1)按照電路圖將各元件組裝到積體電路實驗板上。
- (2)檢查各元件的連接，確保無誤。
- (3)接通電源，調節電阻 R_1 ，使蜂鳴器常溫下不發聲。



(4)用熱水使熱敏電阻的溫度升高，注意蜂鳴器是否發聲。

(5)將熱敏電阻從熱水中取出，注意蜂鳴器是否發聲。

五、注意事項

1· 光控開關實驗

(1)安裝前對器材進行測試，確保各元件性能良好後再進行安裝。

(2)二極體連入電路時，極性不能反接，否則繼電器不能正常工作。

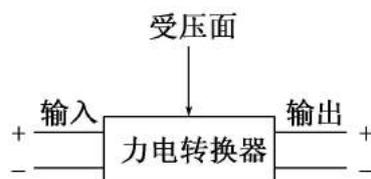
(3)要想天暗時路燈才會亮，應該把 R_1 的阻值調大些。

2· 溫度報警器實驗

(1)安裝前對器材進行測試，確保各元件性能良好後再進行安裝。

(2)要使熱敏電阻在較低的溫度時報警，應增大 R_1 的阻值。

【典型例題】某學生為測量一個物體的質量，找到一個力電轉換器，該轉換器的輸出電壓正比於受壓面的壓力(比例係數為 k)，如圖所示，測量時先調節輸入端的電壓，使轉換器空載時的輸出電壓為零；而後在其受壓面上放一物體，即可測得與物體的質量成正比的輸出電壓 U 。



現有下列器材：力電轉換器、質量為 m_0 的砝碼、電壓表、滑動變阻器、乾電池各一個，開關及導線若干，待測物體(可置於力電轉換器的受壓面上)。

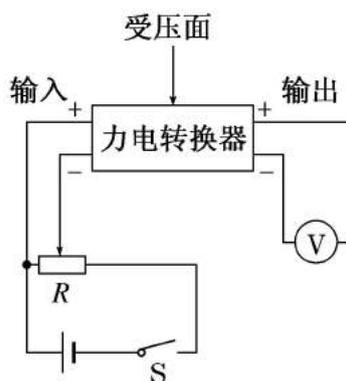
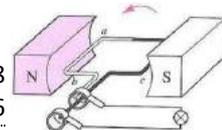
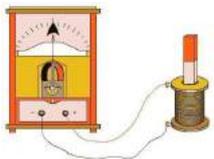
請完成對該物體質量的測量。

(1)設計一個電路圖，要求力電轉換器的輸入電壓可調，並且使電壓的調節範圍盡可能大；

(2)簡要說明測量步驟，求出比例係數 k ，並測出待測物體的質量 m ；

(3)請設想實驗中可能會出現的一個問題。

【解析】 (1)設計的電路圖如圖所示。



(2) 測量步驟與結果如下：

- ① 閉合開關 S ，調節變阻器的滑片 P ，使力電轉換器的輸出電壓為零。
- ② 將質量為 m_0 的砝碼放在力電轉換器的受壓面上，記下此時的輸出電壓 U_0 。
- ③ 取下砝碼，將待測物體放在力電轉換器的受壓面上，記下此時的輸出電壓 U 。

由以上測量可求出比例係數 k 及待測物體的質量 m ，

因為 $U_0 = km_0g$ ，所以有 $k = \frac{U_0}{m_0g}$

又由於 $U = kmg$ ，所以待測物體的質量為 $m = \frac{U}{U_0}m_0$ 。

(3) 實驗中可能會出現的問題有：

- ① 待測物體的質量超過此力電轉換器的量程。
- ② 因電源電壓不夠而導致輸出電壓調不到零。

2.6 板書設計

一、實驗目的

二、實驗原理

三、實驗器材

1· 光控開關實驗

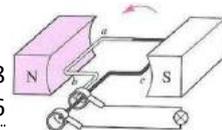
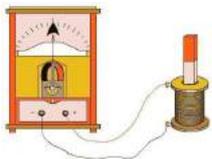
2· 溫度報警器實驗

四、實驗步驟

1· 光控開關實驗步驟

2· 溫度報警器實驗步驟

五、注意事項



2.7 教學反思

觀察和實驗是學生認識物理世界，獲取物理知識的重要途徑，是發展學生智力的前提條件，是檢驗物理知識真理性的標準。在“感測器的應用”教學中，要“以觀察和實驗為基礎”以增強學生的感性認識為突破口，有機地融合各種教法於一體。做到步步有序，環環相扣，前後呼應，不斷引導學生動手、動口、動腦，積極參與教學過程，才能圓滿完成教學任務，收到良好的教學效果。本課是運用演示實驗、融合多種教學的講授課。

1、教學生觀察、分析、歸納實驗的方法

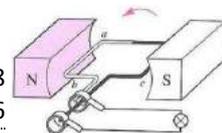
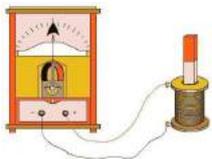
根據高二學生的認識和思維發展水準，注意根據所講授的每項知識，確定其演示觀察的重點，有序地引導學生逐項觀察，逐項分析，再綜合觀察，再綜合分析，使學生通過實踐—認識—再實踐—再認識，完成認識上的飛躍。

2、教學生用較簡單的器材做實驗，以發揮實驗效益，提高教學效果的方法

如在引入新課時，引導學生根據課本做實驗，可以增強感性認識，復習相關知識，克服錯誤定勢，激發學生的觀察熱情和學習積極性，為進行新課做好知識上和情感上的準備。

3、通過設疑，啟發學生思考

通過實驗培養學生學習興趣，通過練習強化有意注意，根據練習情況及時評價鼓勵學生，重在讓學生弄清楚建立物理概念的過程，而不是死記硬背一個結論。



三、重點探究：§4.3 實驗：感測器的應用（第二課時）

課題	§4.3 實驗：感測器的應用		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2018.05.17	課型	復習課		課時	1 課時

3.1 知識點一：實驗知能

	實驗知能
---	------

一、實驗目的

1. 利用斯密特觸發器設計光控開關電路和溫度報警器。
2. 提高電子技術方面的設計和製作能力。

二、實驗原理

1. 光控開關

(1) 電路如圖 6-3-1 所示。

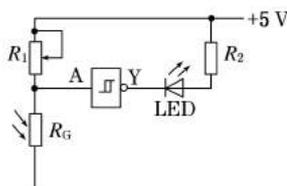
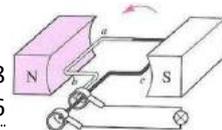
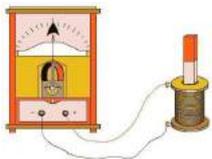


圖 6-3-1

(2) 斯密特觸發器的工作原理：斯密特觸發器是一個性能特殊的非門電路，當加在它的輸入端 A 的電壓逐漸上升到某個值(1.6 V)時，輸出端 Y 會突然從高電平跳到低電平(0.25 V)，而當輸入端 A 的電壓下降到另一個值的時候(0.8 V)，Y 會從低電平跳到高電平(3.4 V)。

(3) 光控開關的工作原理：白天，光照強度較大，光敏電阻 R_G 阻值較小，加在斯密特觸發器輸入端 A 的電壓較低，則輸出端 Y 輸出高電平，發光二極體 LED 不導通；當天暗到一定程度時， R_G 阻值增大到一定值，斯密特觸發器的輸入端 A 的電壓上升到 1.6 V，輸出端 Y 突然從高電平跳到低電平，則發光二極體 LED 導通發光(相當於路燈)，這樣就達到了使路燈天明自動熄滅，天暗自動開啟的目的。



2·溫度報警器

(1) 電路如圖 6-3-2 所示。

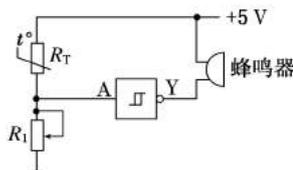


圖 6-3-2

(2) 工作原理：常溫下，調節 R_1 的阻值使斯密特觸發器輸入端 A 處於低電平，則輸出端 Y 處於高電平，無電流通過蜂鳴器，蜂鳴器不發聲；當溫度升高時，熱敏電阻 R_T 阻值減小，斯密特觸發器輸入端 A 的電壓升高，當達到某一值(高電平)時，其輸出端 Y 由高電平跳到低電平，蜂鳴器通電，從而發出報警聲。 R_1 的阻值不同，則報警溫度不同，可以通過調節 R_1 來調節蜂鳴器的靈敏度。

三·實驗器材

1·光控開關實驗

斯密特觸發器、發光二極體、二極體、繼電器、燈泡(6 V, 0.3 A)、可變電阻 R_1 (最大阻值 51 k Ω)、電阻 R_2 (330 Ω)、光敏電阻、積體電路實驗板、直流電源(5 V)、導線若干、黑紙。

2·溫度報警器實驗

斯密特觸發器、蜂鳴器、熱敏電阻、可變電阻 R_1 (最大阻值 1 k Ω)、積體電路實驗板、直流電源(5 V)、導線若干、燒杯(盛有熱水)。

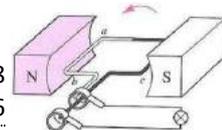
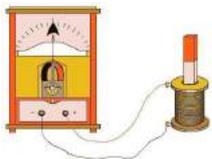
四·實驗步驟

1·光控開關

- (1) 按照電路圖將各元件組裝到積體電路實驗板上。
- (2) 檢查各元件的連接，確保無誤。
- (3) 接通電源，調節電阻 R_1 ，使發光二極體或燈泡在普通光照條件下不亮。
- (4) 用黑紙逐漸遮住光敏電阻，觀察發光二極體或燈泡的狀態。
- (5) 逐漸撤掉黑紙，觀察發光二極體或燈泡的狀態。

2·溫度報警器

- (1) 按照電路圖將各元件組裝到積體電路實驗板上。
- (2) 檢查各元件的連接，確保無誤。



- (3) 接通電源，調節電阻 R_1 ，使蜂鳴器常溫下不發聲。
- (4) 用熱水使熱敏電阻的溫度升高，注意蜂鳴器是否發聲。
- (5) 將熱敏電阻從熱水中取出，注意蜂鳴器是否發聲。

五、注意事項

1. 安裝前，對器材進行測試，確保各元件性能良好後，再進行安裝。
2. 光控開關實驗中，二極體連入電路的極性不能反接，否則繼電器不能正常工作。
3. 光控開關實驗中要想天更暗時“路燈”才會亮，應該把 R_1 的阻值調大些。
4. 溫度報警器實驗中，要使蜂鳴器在更低的溫度時報警，應該把 R_1 的阻值調大些。

3.2 知識點二：各類傳感器



【題組衝關】

[例 1] (多選)圖 6-3-3 甲表示斯密特觸發器，當加在它的輸入端 A 的電壓逐漸上升到某個值(1.6 V)時，輸出端 Y 會突然從高電平跳到低電平(0.25 V)，而當輸入端 A 的電壓下降到另一個值(0.8 V)的時候，Y 會從低電平跳到高電平(3.4 V)。圖乙為一光控電路，用發光二極體 LED 模仿路燈， R_G 為光敏電阻。下列關於斯密特觸發器和光控電路的說法中正確的是()

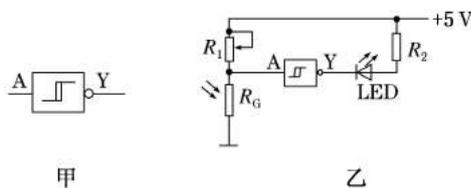
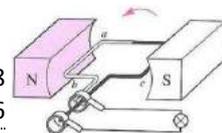
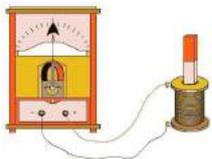


圖 6-3-3

- A. 斯密特觸發器的作用是將數字信號轉換為模擬信號
- B. 斯密特觸發器是具有特殊功能的非門
- C. 要想在天更暗時路燈才會亮，應該把 R_1 的阻值調大些
- D. 當輸出端 Y 突然從高電平跳到低電平時，發光二極體發光



[思路點撥] 解答本題的關鍵：

- (1)知道斯密特觸發器的工作原理，了解非門電路的特點及其表示符號。
- (2)明白光敏電阻 R_G 的阻值的大小隨光照強度的增強而減小。
- (3)知道二極體的單向導電性。

[解析] 斯密特觸發器是一種特殊的非門，它能把連續變化的模擬信號轉換為突變的數字信號，選項 A 錯誤，B 正確；如果把 R_1 的阻值調大些，則只有 R_G 的阻值達到更大值時，才能使斯密特觸發器的 A 端電壓達到某個值(1.6 V)，即達到天更暗時路燈才會亮的目的，選項 C 正確；當輸出端 Y 突然從高電平跳到低電平時，發光二極體導通發光，選項 D 正確。

[答案] BCD

[例 2] 現有熱敏電阻、電爐絲、電源、電磁繼電器、滑動變阻器、開關和導線若干。如圖 6-3-4 所示，試設計一個溫控電路。要求溫度低於某一值時，電爐絲自動通電供熱，超過某一溫度時，又可以自動斷電，畫出電路圖說明工作過程。

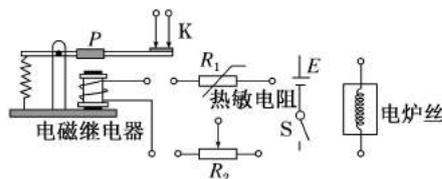
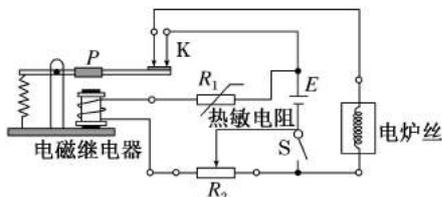


圖 6-3-4

[思路點撥] 熱敏電阻與滑動變阻器及電磁繼電器組成控制電路。

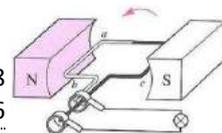
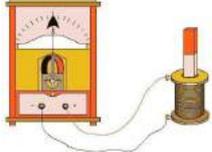
[解析] 電路圖如圖所示。



工作過程：閉合 S，當溫度低於設計值時熱敏電阻阻值大，通過電磁繼電器電流不能吸合銜鐵，K 接通電爐絲加熱。當溫度達到設計值時，熱敏電阻減小到某值，通過電磁繼電器的電流達到某值，K 斷開，電爐絲斷電，停止加熱。當溫度低於設計值，又重複前述過程。

[答案] 見解析

[例 3] 為了節能和環保，一些公共場所使用光控開關控制照明系統。光控



開關可採用光敏電阻來控制，光敏電阻是阻值隨著光的照度而發生變化的元件（照度可以反映光的強弱，光越強照度越大，照度單位為 lx）。某光敏電阻 R_p 在不同照度下的阻值如下表：

照度(lx)	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2
電阻(kΩ)	75	40	28	23	20	18

(1)根據表中數據，請在圖 6-3-5 中給定的坐標系中描繪出阻值隨照度變化的曲線，並說明阻值隨照度變化的特點。

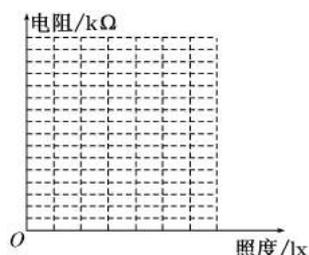


圖 6-3-5

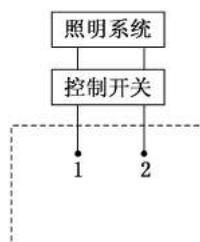


圖 6-3-6

(2)如圖 6-3-6 所示，當 1、2 兩端所加電壓上升至 2 V 時，控制開關自動啟動照明系統。請利用下列器材設計一個簡單電路，給 1、2 兩端提供電壓，要求當天色漸暗照度降低至 1.0 lx 時啟動照明系統，在虛線框內完成電路原理圖。（不考慮控制開關對所設計電路的影響）

提供的器材如下：

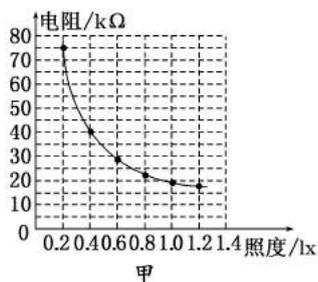
光敏電阻 R_p (符號 , 阻值見上表)；

直流電源 E (電動勢 3 V，內阻不計)；

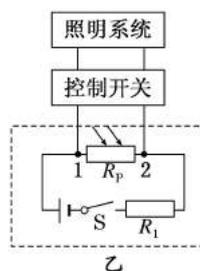
定值電阻： $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ ， $R_2 = 20 \text{ k}\Omega$ ， $R_3 = 40 \text{ k}\Omega$ (限選其中之一並在圖中標出)；

開關 S 及導線若干。

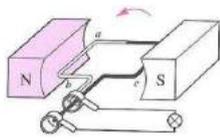
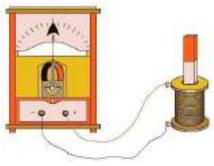
[解析] (1)如圖甲所示，光敏電阻的阻值隨光的照度的增大非線性減小。



甲

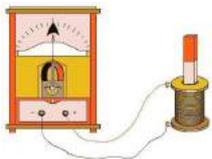


乙



(2) 電路原理圖如圖乙所示，根據串聯電阻的正比分壓關係， $E=3\text{ V}$ ，當照度降低至 1.0 lx 時，由圖線知，此時光敏電阻 $R_P=20\text{ k}\Omega$ ， $U_{RP}=2\text{ V}$ ，串聯電阻分壓 $U_R=1\text{ V}$ ，由 $\frac{U_{RP}}{U_R}=\frac{R_P}{R}=2$ 得 $R=\frac{R_P}{2}=10\text{ k}\Omega$ ，故選定值電阻 R_1 。

[答案] 見解析



第四課：綜合複習（2 課時）

課題	綜合複習		設計教師	C056	授課教師	C056
時間	2018.05.21 2018.05.23	課型	復習課		課時	2 課時

綜合複習一：感測器及其工作原理（第一課時）

一、基礎題 熟

1. 光感測器的作用是()

- A. 利用光敏電阻將光信號轉化為電信號
- B. 利用光敏電阻將電信號轉化為光信號
- C. 利用光敏電阻將光信號與電信號互相轉化
- D. 以上說法都不正確

解析：選 A 光感測器是利用光信號的強弱對應電阻不同而實現把光信號轉化為電信號的。

2. 關於感測器工作的一般流程，下列說法中正確的是()

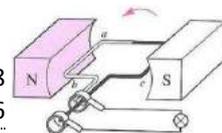
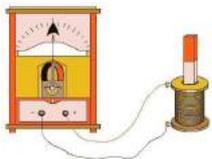
- A. 非電學量→敏感元件→轉換電路→電學量→轉換元件
- B. 電學量→敏感元件→轉換電路→轉換元件→非電學量
- C. 非電學量→敏感元件→轉換元件→轉換電路→電學量
- D. 非電學量→轉換電路→轉換元件→敏感元件→電學量

解析：選 C 感測器工作的一般流程為非電學量 被 敏感元件 感知，然後 通過 轉換元件 轉換成電信號，再 通過 轉換電路

將此信號轉換成易于傳輸或測量的 電學量，因此 A、B、D 錯，C 對。

3. 關於光敏電阻，下列說法正確的是()

- A. 受到的光照越強，電阻越小
- B. 受到的光照越弱，電阻越小
- C. 它的電阻與光照強度無關



D·以上說法都不正確

解析：選 A 光敏電阻是由半導體材料做成的，光照射到光敏電阻上使載流子增多，導電能力增強，電阻變小，因此光照強度越大，電阻越小。

4·有一電學元件，溫度升高時其電阻減小，這種元件可能是()

- A·金屬導體
- B·光敏電阻
- C·NTC 熱敏電阻
- D·PTC 熱敏電阻

解析：選 C 金屬導體電阻一般隨溫度升高而增大，光敏電阻是隨光照強度的增大而減小，PTC 熱敏電阻的阻值隨溫度的升高而增大，只有 NTC 熱敏電阻的阻值隨溫度的升高而減小，C 對，A、B、D 錯。

5·(多選)下列說法正確的是()

- A·感測器擔負著資訊採集的任務
- B·幹簧管是一種能夠感知磁場的感測器
- C·感測器不是電視遙控接收器的主要元件
- D·感測器是把力、溫度、光、聲、化學成分轉換為電信號的主要工具

解析：選 ABD 感測器的任務就是採集資訊，A 對；幹簧管的主要構造是由平行不接觸的兩個極易被磁化的軟鐵片組成的，它靠近磁場時被磁化後相互吸引而接觸，B 對；由感測器的定義知 D 對。

6·(多選)如圖 1 所示， R_t 為正溫度係數熱敏電阻， R_1 為光敏電阻， R_2 和 R_3 均為定值電阻，電源電動勢為 E ，內阻為 r ， ○V 為理想電壓表，現發現電壓表示數增大，可能的原因是()

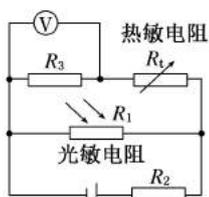
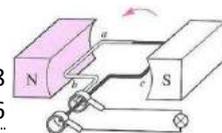
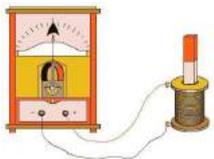


圖 1

- A·熱敏電阻溫度升高，其他條件不變
- B·熱敏電阻溫度降低，其他條件不變
- C·光照增強，其他條件不變
- D·光照減弱，其他條件不變

解析：選 BD 電壓表示數變大，而 R_3 為定值電阻，說明流經 R_3 的電流增



大，由電路結構可知，這可能是由於 R_1 減小或 R_1 增大，由熱敏電阻和光敏電阻特性知，可能是由於溫度降低或光照減弱，故 B、D 正確，A、C 錯誤。

二、易错题^①明

7. (多選) 電子打火機的點火原理是壓電效應，壓電片在受壓時會在兩側形成電壓且電壓大小與壓力近似成正比，現有一利用壓電效應製造的電梯加速度感測器，如圖 2 所示。壓電片安裝在電梯地板下，電壓表與壓電片構成閉合回路用來測量壓電片兩側形成的電壓，若發現電壓表示數增大，下列說法正確的是()

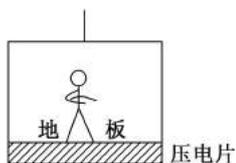


圖 2

- A · 電梯可能加速上升
- B · 電梯可能減速下降
- C · 電梯加速度一定向上
- D · 電梯加速度一定向下

解析：選 ABC 由題意知，電壓表示數增大說明電梯地板對壓電片壓力增大，故電梯處於超重狀態，加速度一定向上，C 對 D 錯。電梯可能加速上升也可能減速下降，A、B 對。

8 · 如圖 3(a) 所示的電路中，光敏電阻 R_2 加上圖(b) 所示的光照時， R_2 兩端的電壓變化規律是()

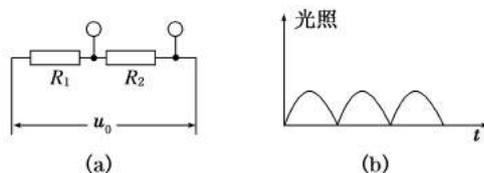
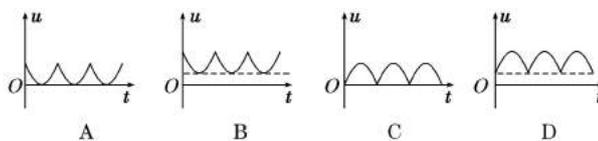
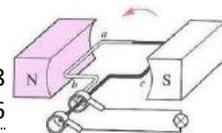
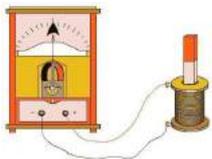


圖 3



解析：選 B 光敏電阻隨光照的增強電阻減小，電路中電流增大，電阻 R_1 兩端電壓增大， R_2 兩端電壓減小，但不能減小到零。故選項 B 正確。



三、能力題^①通

9. 壓敏電阻的阻值隨所受壓力的增大而減小，有位同學利用壓敏電阻設計了判斷小車運動狀態的裝置，其工作原理如圖 4 甲所示，將壓敏電阻和一塊擋板固定在絕緣小車上，中間放置一個絕緣重球。小車向右做直線運動過程中，電流錶示數如圖乙所示，下列判斷正確的是()

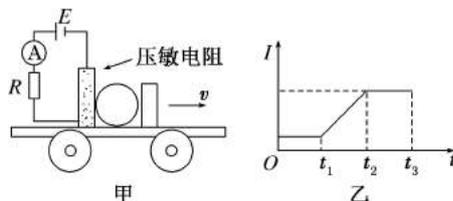


圖 4

- A. 從 t_1 到 t_2 時間內，小車做勻速直線運動
- B. 從 t_1 到 t_2 時間內，小車做勻加速直線運動
- C. 從 t_2 到 t_3 時間內，小車做勻速直線運動
- D. 從 t_2 到 t_3 時間內，小車做勻加速直線運動

解析：選 D 在 $0 \sim t_1$ 內， I 恒定，壓敏電阻阻值不變，由小球的受力不變可知，小車可能做勻速或勻加速直線運動，在 $t_1 \sim t_2$ 內， I 變大，壓敏電阻阻值變小，壓力變大，小車做變加速運動，A、B 均錯。在 $t_2 \sim t_3$ 內， I 不變，壓力恒定，小車做勻加速直線運動，C 錯，D 對。

10. 電磁流量計廣泛應用於測量可導電流體(如污水)在管中的流量(即單位時間內通過

管內橫截面的流體的體積)。為了簡化，假設流量計是如圖 5 所示的橫截面為長方形的一段管道，其中空部分的長、寬、高分別為圖中的 a 、 b 、 c 。流量計的兩端與輸送流體的管道相連(圖中虛線)。圖中流量計的上下兩面是金屬材料，前後兩面是絕緣材料。現於流量計所在處加磁感應強度為 B 的勻強磁場，磁場方向垂直於前後兩面。當導電流體穩定地流經流量計時，在管外將流量計上、下兩表面分別與一串接了電阻 R 的電流錶的兩端連接， I 表示測量的電流值。已知流體的電阻率為 ρ ，不計電流錶的內阻，則可求得流量為()

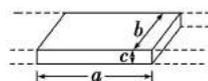
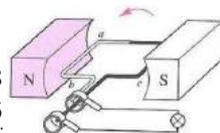
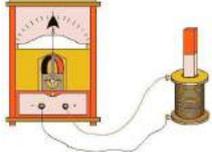


圖 5



A. $\frac{I}{B} \left[bR + \rho \frac{c}{a} \right]$

B. $\frac{I}{B} \left[aR + \rho \frac{b}{c} \right]$

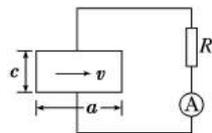
C. $\frac{I}{B} \left[cR + \rho \frac{a}{b} \right]$

D. $\frac{I}{B} \left[R + \rho \frac{bc}{a} \right]$

解析：選 A 設管中流體的流速為 v ，則在 Δt 時間內流體在管中向前移動的距離為 $v\Delta t$ ，這樣如圖畫線的流體在 Δt 時間內都將流過橫截面。設此橫截面積為 S ，則畫線的流體體積 $\Delta V = Sv\Delta t$ ，除以時間 Δt ，則得到流體在該管中的流量為 $Q = \frac{\Delta V}{\Delta t} = Sv$ 。



對於題中所給的流量計，橫截面積 $S = bc$ ，故流過流量計的流量 $Q = vbc$ ，對於給定的流量計， b 與 c 是常量，可見測流量實質是測流速。當可導電流體穩定地流經流量計，流體將切割磁感線，這樣在流量計的上、下兩面產生的感應電動勢 $E = vBc$ ，其中 B 是垂直於流量計前後兩面的勻強磁場的磁感應強度， c 是流過流量計流體的厚度， v 是可導電流體在流量計中的流速。這樣在管外將流量計上、下兩表面分別與一串接了電阻 R 的電流錶的兩端連接，如圖所示，則將有電流流過閉合電路，這個閉合電路中的電動勢就是由可導電流體沿流量計流動切割磁感線而產生的感應電動勢，如圖所示。電阻包括外接的電阻 R 和可導電流體的電阻 $r = \rho \frac{c}{ab}$ 。這樣根據歐姆定律，得到閉合



電路中的電流等於 $I = \frac{vBc}{R + \rho \frac{c}{ab}}$ ，由此得到可導電流體在流量計中的流速為 $v =$

$$\frac{I}{Bc} \left[R + \rho \frac{c}{ab} \right], \text{ 流量計的流量為: } Q = vbc = \frac{I}{B} \left[bR + \rho \frac{c}{a} \right].$$

11. 如圖 6 所示，是自動控制電路的原理圖， a 、 b 間電壓恒定， R_1 為光敏電阻， R_2 為定值電阻。當電路中的光敏電阻不受光的照射時用電器可以正常工作。

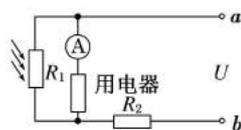
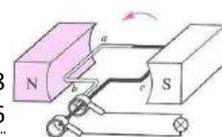
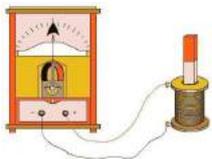


圖 6

(1) 當光敏電阻受光的照射時，其阻值和電流錶的示數如何變化？



(2)當光敏電阻受光的照射時，用電器工作狀態怎樣？

解析：分析問題時，首先要根據光敏電阻的光敏特性，明確電路中電阻如何變化，然後再運用電路的相關知識進行判斷。

受光照射時，光敏電阻的阻值會減小為原來的 $\frac{1}{1000} \sim \frac{1}{100}$ ，所以當光照射時電路總阻值變小，乾路電流增大很多， R_2 兩端電壓增大很多，並聯部分的電壓變得很小，用電器停止工作，電流錶示數變得很小。

答案：(1)減小 減小 (2)停止工作

12. 如圖 7 甲所示為半導體材料做成的熱敏電阻的阻值隨溫度變化的曲線，圖乙為用此熱敏電阻 R_T 和繼電器設計的溫控電路，設繼電器的線圈電阻為 $R_x = 50 \Omega$ ，當繼電器線圈中的電流 I_c 大於或等於 20 mA 時，繼電器的銜鐵被吸合。左側電源電動勢為 6 V ，內阻可不計，溫度滿足什麼條件時，電路右側的小燈泡會發光？

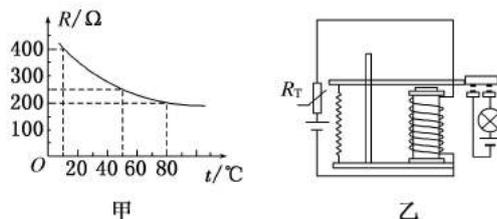


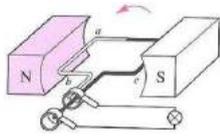
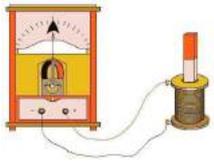
圖 7

解析：熱敏電阻與繼電器串聯，若使電流不小於 $I_c = 20 \text{ mA}$ ，則總電阻不大於 $R_{\text{總}} = \frac{E}{I_c} = 300 \Omega$ 。

由於 $R_{\text{總}} = R_T + R_x$ ，則 R_T 不大於 250Ω 。

由甲圖可看出，當 $R_T = 250 \Omega$ 時，溫度 $t = 50^\circ \text{C}$ ，即溫度不低於 50°C 。

答案：溫度不低於 50°C 時，電路右側的小燈泡會發光。



綜合複習二：感測器的應用（第二課時）

一、基礎題 **練熟**

1. 下列器件是應用力感測器的是()

- A · 滑鼠器
- B · 火災報警器
- C · 測溫儀
- D · 電子秤

解析：選 D 滑鼠器中的感測器是紅外線接收管，屬於光感測器；火災報警器中感測器是光電三極管，屬於光感測器；測溫儀用的是溫度感測器；電子秤的敏感元件是應變片，是力感測器，D 正確。

2. 如圖 1 所示，電吉他的弦是磁性物質，當弦振動時，線圈中產生感應電流，感應電流輸送到放大器、喇叭，把聲音播放出來，下列說法正確的是()

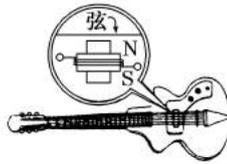


圖 1

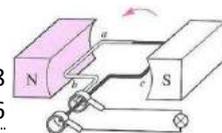
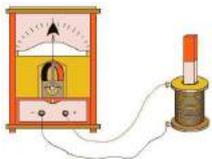
- A · 電吉他是光電感測器
- B · 電吉他是溫度感測器
- C · 電吉他是聲音感測器
- D · 弦改用尼龍材料原理不變

解析：選 C 由電吉他發聲原理可知是將聲音變化轉變為電流的變化，C 對，A、B、D 錯。

3. 用遙控器調換電視機頻道的過程，實際上就是感測器把光信號轉換為電信號的過程，下列屬於這類感測器的是()

- A · 紅外報警裝置
- B · 走廊照明燈的聲控開關
- C · 自動洗衣機中的壓力傳感裝置
- D · 電飯煲中控制加熱和保溫的溫控器

解析：選 A 紅外報警器是當有人或物通過時，將紅外線遮住從而使得光信號被遮住，光電效應裝置無電流通過，紅外報警器則通過另外的裝置聯繫一定的動作，是將光信號轉換為電信號的過程，則 A 選項正確；而 B 選項是將聲



音信號轉換為電信號的過程，C 選項是利用壓力來傳遞資訊的過程，D 選項則通過溫度來控制的過程。

4. 下列說法正確的是()

- A. 電飯鍋中的溫度感測器的主要元件是氧化鐵
- B. 氧化鐵在常溫下具有鐵磁性，溫度很高時失去鐵磁性
- C. 用電飯鍋燒水，水開時能自動斷電
- D. 用電飯鍋煮飯時，若溫控開關自動斷電後，它不能自動復位

解析：選 D 電飯鍋的主要元件為感溫鐵氧體，它在 103°C 時失去鐵磁性，選項 A、B 均錯；用電飯鍋燒水時，在標準大氣壓下，水溫最高為 100°C ，電飯鍋不會自動斷電，若無人控制，則會直到水全部蒸發後才會斷電，選項 C 錯；電飯鍋開關自動斷電後只能手動復位，選項 D 正確。

5. 有一種在光照或溫度升高時排氣扇都能啟動的自動控制裝置，下列說法正確的是()

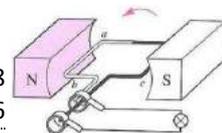
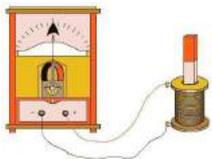
- A. 兩個感測器都是光電感測器
- B. 兩個感測器分別是光電感測器和溫度感測器
- C. 兩個感測器可能分別是溫度感測器、電容式感測器
- D. 只有光照和溫度都適合時排氣扇才能工作

解析：選 B 題中提到有光照或溫度升高時排氣扇都能自動控制，由此可見兩個感測器一個是光電感測器，一個是溫度感測器，而且排氣扇自動工作只需光照和溫度一個滿足條件即可，A、C、D 錯，B 對。

6. 隨著生活質量的提高，自動幹手機已進入了家庭。洗手後，將濕手靠近自動幹手機，機內的感測器便驅動電熱器加熱，有熱空氣從機內噴出，將濕手烘乾。手靠近幹手機能使感測器工作，是因為()

- A. 改變了濕度
- B. 改變了溫度
- C. 改變了磁場
- D. 改變了電容

解析：選 D 根據自動幹手機工作的特徵，即手靠近，電熱器開始工作，手撤離，電熱器停止工作，不難判斷出感測器的種類。人是導體，可以和其他導體構成電容器，因此物理學上有人體電容之說。手靠近幹手機相當於連接進一個電容器，故可以確認幹手機內設置有電容式感測器，手靠近改變了電容。能否利用濕度和溫度來驅使電熱器工作，理論上可行，但作為幹手機，這種感



測器的設置是有很大的缺陷的。幹手機周圍的環境(如濕度和溫度)一年四季都在變化，與手是否靠近無關，假如濕度、溫度發生變化幹手機就馬上工作，豈不成了“室內烘乾機”。故 D 正確。

二、易错题(明)

7. 慣性制導系統已廣泛應用於彈道式導彈工程中，這個系統的重要元件之一是加速度計。加速度計構造原理的示意圖如圖 2 所示，沿導彈長度方向安裝的固定光滑杆上套一質量為 m 的滑塊，滑塊兩側分別與勁度係數均為 k 的彈簧相連；兩彈簧的另一端與固定壁相連。滑塊原來靜止，彈簧處於自然長度，滑塊上有指針可通過尺規測出滑塊的位移，然後通過控制系統進行制導。設某段時間內導彈沿水準方向運動，指針向左偏離 O 點的距離為 s ，則這段時間內導彈的加速度()

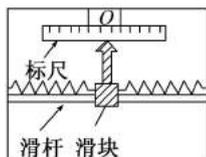


圖 2

- A. 方向向左，大小為 $\frac{ks}{m}$ B. 方向向右，大小為 $\frac{ks}{m}$
C. 方向向左，大小為 $\frac{2ks}{m}$ D. 方向向右，大小為 $\frac{2ks}{m}$

解析：選 D 當指針向左偏離 O 點的距離為 s 時，與滑塊相連的左邊彈簧被壓縮 s ，右邊彈簧被拉伸 s ，因而彈簧對滑塊的彈力的大小均為 ks ，且方向均水準向右，即滑塊受到的合力大小為 $2ks$ ，方向水準向右。由牛頓第二定律可知選項 D 正確。

8. 如圖 3 所示，實線是某同學利用力感測器懸掛一鈎碼在豎直方向運動時，數據採集器記錄下的力感測器中拉力的大小變化情況。從圖中可知道該鈎碼的重力約為 _____ N，A、B、C、D 四段圖線中鈎碼處於超重狀態的為 _____，處於失重狀態的為 _____。

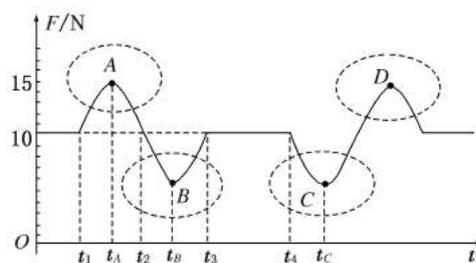
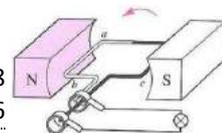
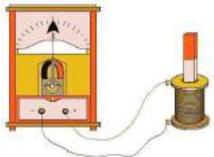


圖 3

解析：當拉力的大小不變時，力感測器懸掛的鈎碼在豎直方向是勻速運動，此時力感測器的讀數大小等於鈎碼的重力，約 10 N。當力感測器讀數大於重力時，鈎碼處於超重狀態，即 A、D 狀態。當力感測器讀數小於重力時，鈎碼處於失重狀態，即 B、C 狀態。

答案：10 A、D B、C

三、能力題^{练通}

9. (多選)下列關於電熨斗的說法正確的是()

A. 電熨斗能自動控制溫度主要利用了雙金屬片，兩片金屬的膨脹係數相同

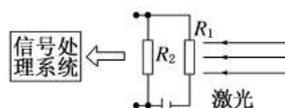
B. 常溫下，上下觸點是接觸的；溫度過高時，雙金屬片發生彎曲使上下觸點分離

C. 需要較高溫度熨燙時，要調節溫度旋鈕，使升降螺絲下移並推動彈性銅片下移

D. 電熨斗中的雙金屬片是一種半導體材料

解析：選 BC 常溫下，上下觸點是接觸的；溫度過高時，雙金屬片發生彎曲使上下觸點分離；需要較高溫度熨燙時，要調節溫度旋鈕，使升降螺絲下移並推動彈性銅片下移。

10. (多選)電腦光驅的主要部分是鐳射頭，它可以發射脈衝鐳射信號，鐳射掃描光碟時，鐳射頭利用光敏電阻自動計數器將反射回來的脈衝信號傳輸給信號處理系統，再通過電腦顯示出相應資訊，光敏電阻自動計數器的示意圖如圖 4 所示，其中 R_1 為光敏電阻， R_2 為定值電阻，此光電計數器的基本工作原理是()



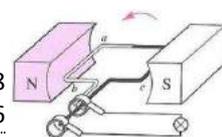
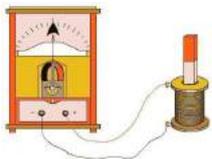


圖 4

- A · 當有光照射 R_1 時，處理系統獲得高電壓
- B · 當有光照射 R_1 時，處理系統獲得低電壓
- C · 信號處理系統每獲得一次低電壓就計數一次
- D · 信號處理系統每獲得一次高電壓就計數一次

解析：選 AD R_1 、 R_2 和電源組成一個閉合電路，只有 R_2 兩端獲得高電壓時，處理系統才能進行信號處理，當鐳射照到光敏電阻 R_1 時， R_1 的阻值變小，總電流變大，則 R_2 兩端獲得高電壓，因此選 A、D。

11. 動圈式話筒和磁帶答錄機都應用了電磁感應現象。圖 5 是動圈式話筒的原理圖，圖 6 是磁帶答錄機的錄音、放音原理圖，由圖可知下列選項敘述錯誤的是()

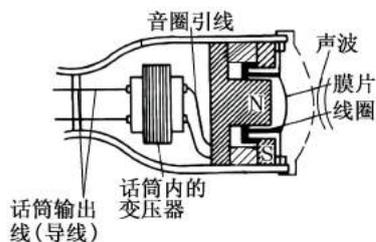


圖 5

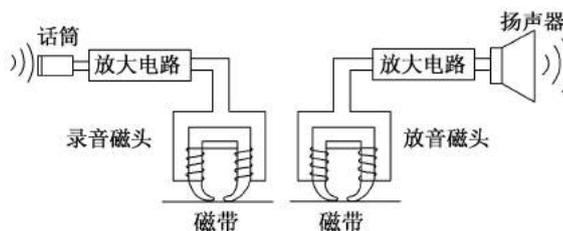
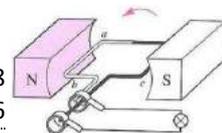
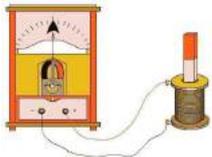


圖 6

- A · 話筒工作時磁鐵不動，線圈振動而產生感應電流
- B · 答錄機放音時變化的磁場在靜止的線圈裡產生感應電流
- C · 答錄機放音時線圈中變化的電流在磁頭縫隙處產生變化的磁場
- D · 答錄機錄音時線圈中變化的電流在磁頭縫隙處產生變化的磁場

解析：選 C 話筒的工作原理是聲波迫使金屬線圈在磁場中振動產生感應電流，A 正確。錄音時，話筒產生的感應電流經放大電路放大後在答錄機磁頭縫隙處產生變化的磁場，D 正確。磁帶在放音時通過變化的磁場使放音磁頭產生感應電流，經放大電路後再送到揚聲器中，B 正確，C 錯誤。

12. 一般的電熨斗用合金絲作發熱元件，合金絲電阻隨 t 變化的關係如圖 7



中實線①所示，由於環境溫度以及熨燙的衣物厚度、幹濕等情況不同，熨斗的散熱功率不同，因而熨斗的溫度可能會在較大範圍內波動，易損壞衣物。

有一種用主要成分為 BaTiO_3 被稱為“PTC”的特殊材料作發熱元件的電熨斗，具有升溫快、能自動控制溫度的特點。PTC 材料的電阻隨溫度變化的關係如圖中實線②所示。根據圖線分析：

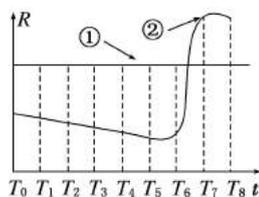


圖 7

(1) 為什麼處於冷態的 PTC 熨斗剛通電時比普通電熨斗升溫快？

(2) 通電一段時間電熨斗溫度 t 自動穩定在 _____ $< t <$ _____ 範圍之內。(填下標數字)

解析：(1) 由於冷態時 PTC 材料電阻較小，由 $P = \frac{U^2}{R}$ 知，其發熱功率較大，所以升溫快。

(2) 從圖上看出，溫度較低時，電阻較小，熱功率較大，所以發熱快於散熱，溫度升高，電阻值迅速增大，相應發熱功率減小，當發熱功率小於散熱功率時，溫度降低，電阻值減小，發熱功率會相應增大，故當發熱功率等於散熱功率時，溫度會穩定在圖中 $T_6 \sim T_7$ 之間。

答案：見解析

13. 如圖 8 所示是電飯煲的電路圖， S_1 是一個溫控開關，手動閉合後，當此開關溫度達到居裡點(103°C)時，會自動斷開。 S_2 是一個自動溫控開關，當溫度低於 70°C 時，會自動閉合；溫度高於 80°C 時，會自動斷開。紅燈是加熱時的指示燈，黃燈是保溫時的指示燈。分流電阻 $R_1 = R_2 = 500\ \Omega$ ，加熱電阻絲 $R_3 = 50\ \Omega$ ，兩燈電阻不計。

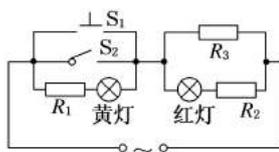
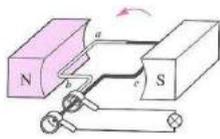
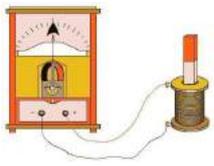


圖 8

(1) 分析電飯煲的工作原理。



(2)計算加熱和保溫兩種狀態下，電飯煲消耗的電功率之比。

(3)簡要回答，如果不閉合開關 S_1 ，能將飯煮熟嗎？

解析：(1)電飯煲接上電源， S_2 自動閉合，同時手動閉合 S_1 ，這時黃燈短路，紅燈亮，電飯煲處於加熱狀態。

加熱到 $80\text{ }^\circ\text{C}$ 時， S_2 自動斷開， S_1 仍閉合。

水燒幹後，溫度升高到“居裡點” $103\text{ }^\circ\text{C}$ 時，開關 S_1 自動斷開，這時飯已煮熟，黃燈亮，電飯煲處於保溫狀態。

由於散熱，待溫度降至 $70\text{ }^\circ\text{C}$ 時， S_2 自動閉合，電飯煲重新加熱。溫度達到 $80\text{ }^\circ\text{C}$ 時， S_2 又自動斷開，再次處於保溫狀態，如此迴圈。

$$(2)\text{ 加熱時電飯煲消耗的電功率 } P_1 = \frac{U^2}{R_{\#}},$$

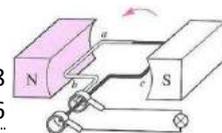
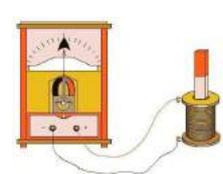
$$\text{保溫時電飯煲消耗的電功率 } P_2 = \frac{U^2}{R_1 + R_{\#}},$$

$$\text{兩式中 } R_{\#} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = \frac{500 \times 50}{500 + 50} \Omega = \frac{500}{11} \Omega。$$

$$\text{從而有 } \frac{P_1}{P_2} = \frac{R_1 + R_{\#}}{R_{\#}} = \frac{500 + \frac{500}{11}}{\frac{500}{11}} = \frac{12}{1}。$$

(3)如果不閉合開關 S_1 ，開始 S_2 是閉合的， R_1 被短路，功率為 P_1 ；當溫度上升到 $80\text{ }^\circ\text{C}$ 時， S_2 自動斷開，功率降為 P_2 ；溫度降低到 $70\text{ }^\circ\text{C}$ ， S_2 自動閉合……溫度只能在 $70\sim 80\text{ }^\circ\text{C}$ 之間變化，不能把水燒開，不能煮熟飯。

答案：(1)見解析 (2)12:1 (3)見解析



叁、試教評估與反思建議

3.1 試教評估

本教案已經完全按照教學進度表的內容實施！

今年教案內容在之前積累的經驗基礎上經過多次的科組討論、備課，認真修改，又有新的內容加入，而且嘗試用新的教學模式進行，每堂課程均有教學設計和多媒體課件等資料提供給學生，從這一次教案設計與實施到同學的參與和反饋，整體來說效果不錯，尤其是學生的知識和動手能力有所提高。而整個教學的難處是：

1. 部分課時時間安排不夠合理。前面關於“通電導線在磁場中受到的力”“運動電荷在磁場中受到的力”“楞次定律”“法拉第電磁感應定律”等部分的教學內容花的時間過多，後面講“變壓器”“電能的輸送”時顯得太匆忙，時間分配不夠合理，希望在下學年的教學中能夠繼續改進。

2. 由於本“三位一體”教學模式已經實行多年，學生有較好的學習習慣，“課前自主預習導學”部分學生的完成效果很好，但是部分課程作業，例如“綜合複習”，部分內容是較難，加之正直學生的測驗週，所以個別學生的完成度略為不足。

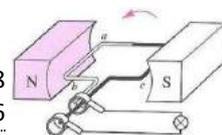
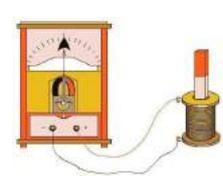
3. 在互動學習、翻轉課堂中，由於是透過學生主動發現問題、思考問題、解決問題，但學生在平日上課都較多是以老師授課的方式學習，所以在學生的主動性、積極性還需加強。

3.1.1 教學設計

1. 本節設計能夠突出新課程中重過程、重方法、重體驗的理念，始終以情景問題為依託，引導學生去思考、總結、歸納，凸現了學生分析能力、思維探究能力、實驗能力和評價能力的培養，注重了資訊技術與物理學科教學的結合。

2. 將學生動手實驗和教師演示實驗結合起來，體現以“學生為中心，師生互動，共同參與”的教學理念為指導，運用提問教學法、演示實驗教學法、探究實驗教學法等方式為學生創設輕鬆愉快的學習氛圍，在娛樂之中獲取知識，提高能力。

3. 本教學設計將基於專案的學習(Project-based Learning, 簡稱 PBL)模式與 STEM 內容結合，促進學生的有效學習。基於此，本教案設計安排了“課前自主預習學案、新課教學、重點探究”“三位一體”遞進式 STEAM 教學模式，在學生知識的建構上遵循“循序漸進、由淺入深”的教學原則，力求讓學生掌握課程目標要求的內容，而在課程的授課過程中滲透 STEAM 教學理念，透過“小組互動”“自主預習”“電動機、發電機的製作、楞次定律、法拉第電磁感應定律、變



壓器製作、各類傳感器”等活動在科學（Science），技術（Technology），工程（Engineering），藝術（Art），數學（Mathematics）等多學科體現融合綜合教育的觀念，教會學生嘗試利用 STEAM 思考及解決生活實際問題。

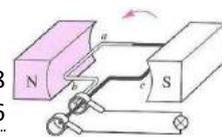
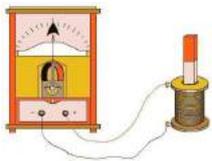
3.1.2 教學活動

整個教學設計構建了“參與式教學”學習平臺，讓學生在平等參與，自主探究，動手實驗，學會從複雜、抽象的自然現象中找到事物的客觀規律，獲取知識。

3.1.3 教學評量

針對本節課，本人主要圍繞以下三個維度來進行評量：

- 1. 教學設計：**在教學目標的設置上，能夠符合學科課程標準和教材的要求及學生實際。制定的教學設計比較明確、合理、具體、可操作性強。在教學內容的考量上：（1）知識結構合理，突出重點、興趣點，難易適度。（2）能夠關注學生學習經驗，聯繫學生生活和社會實際，適時適量拓展。（3）正確把握學科的知識、思想和方法，注重教學資源的開發與整合。
- 2. 教學實施：主要針對幾個方面進行考量：**
 - （1）教學過程維度：根據學科特點創設教學情境，營造互動、開放的學習氛圍，激發學習興趣。引導學生主動、合作學習，組織多種形式探究、討論、交流等活動，培養學生發現和解決問題的能力。能引導學生大膽質疑問難，發表不同意見。
 - （2）教學方法維度：根據教學實際科學運用教學方法，充分體現學科特點，做到因材施教善於鼓勵學生，點評適宜。現代教育技術應用適時適度，實驗科學、準確、熟練。
 - （3）學生活動維度：學生學習熱情高，主動參與，自主學習意識強。全班不同層面的學生參與學習的全過程，有充分參與的時空和有效的合作。感受體驗由淺入深，學生能提出有意義的問題和新的見解。
- 3. 教學效果。**絕大多數學生學習積極主動，獲得的知識扎實。在學會學習和解決問題過程中形成一定的能力和方法。學生的情感、態度、價值觀都得到相應的發展、提高。



3.2 反思建議

每節課的具體教學反思詳見教案設計部分，下面談談每一章的教學反思、建議：

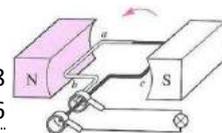
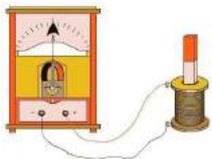
3.2.1 磁場

一、要認真研究教材、遵循認知規律

一堂新授課，如何較好地把握重點、突破難點呢？我覺得首先要認真研究教材內容，畢竟教材中的每一句話都經過了編者的推敲與磨煉，每一個實驗或活動都經過了編者的反復思考。在進行課堂設計時，通過研讀教材，反復思考體會到書本知識編排的奧妙，在此基礎上多次修改最終確定教學流程。如研究一個力要研究它的三要素；如在研究洛倫茲力的方向和大小時，先研究特殊情況（ B 與 v 垂直、 B 與 v 平行），再研究一般情況。對於書上在討論洛倫茲力大小後再研究做功問題開始有些費解：做功不是應該在討論了洛倫茲力方向後就討論嗎？後來反復研讀終於理解了：教材中先研究洛倫茲力的方向時只分析了 B 與 v 垂直時的情況，討論了洛倫茲力在一般情況下大小的運算式 $F = qvB\sin\theta$ 後就可以分析 B 與 v 不垂直的一般情況下，洛倫茲力方向與 B 、 v 方向間的關係，進而研究做功問題就全面、嚴謹，並順理成章了。另外從知識研究順序的角度考慮：先定性研究洛倫茲力的方向，再定量研究洛倫茲力的大小，最後研究做功情況也合乎由易到難的一般順序，符合學生的認知規律。再如：教材中設計了讓學生自主推導洛倫茲力的公式，我依據教材設計要求對討論的小問題作了如下微調：（1）求通電導線所受的安培力；（2）求這段導線內的自由電荷數；（3）求電流強度 I 的微觀運算式；（4）求每個電荷所受的洛倫茲力。這樣微調的目的是因為在討論了安培力與洛倫茲力的關係（安培力實際上是運動電荷所受洛倫茲力的宏觀表現，洛倫茲力是安培力的微觀本質）後，再討論洛倫茲力的大小的運算式，思路自然而然就是求每個粒子受到的力即洛倫茲力，從課堂上學生的反應也證實了這樣微調的效果是良好的。

二、要注重課堂引入、設疑培養能力

一年之計在於春，一堂課的開始即引課也同樣至關重要。要在上課之初引發學生求知的欲望與興趣，點燃學生探究與學習的動力。理科老師一般只關注知識的嚴謹、科學及實驗設計的精巧，而在引入、過渡方面不會充分的思考，本人在設計本節課時首先考慮知識的承上啟下即如何適當的引入，既要激趣誘思又要考慮知識的銜接。所以我利用多媒體技術播放極光現象，同時回顧上一節內容（通電導線在 B 不平行於 I 時受安培力的作用）及電流的產生，讓學生自然而然產生“磁場對運動電荷有無力的作用？”的猜想，帶著問題走入教學過程，從而有的放矢，在教學中輕鬆解決問題。此外，在教學過程中，通過提出



問題、學生合作中的動態生疑等方式，讓學生在實踐中解決問題、在思考中產生問題，從而獲取新知，鍛煉思維能力。

三、要重視實驗及探究教學

物理是一門實驗科學，所以實驗在物理教學中佔有重要的地位。這就要求教師要具有較強的實驗能力與創新精神，但也要考慮實驗條件，充分挖掘現有的器材。本節課中的陰極射線管是一個傳統器材，但將其搬進課堂後起到了良好的效果，讓學生深刻認識到洛倫茲力的客觀存在。在突破洛倫茲力的方向這一教學難點時再次利用陰極射線管實際畫出磁場方向，電子速度方向，洛倫茲力的方向從而加深對左手定則的理解與記憶。另外利用好實驗可以讓一些難於理解的物理問題輕易得到解決，在最後一個思考與討論中討論如何使顯像管中的電子實現由上到下移動時，再次利用陰極射線管成功演示，從而為學生更好地理解洛倫茲力的應用掃清了障礙。

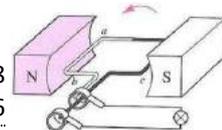
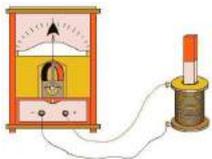
四、要關注情感態度與價值觀的培養

物理學史在物理教學中具有很重要的作用，恰當地運用物理學史不但可以激發學生學習物理的興趣，還能培養他們的物理學科素養，甚至對他們的情感態度與價值觀起到積極的引導作用。例如在得出洛倫茲力的概念之後，我適時地問學生，你們知道愛因斯坦對洛倫茲有何評價？當我告訴大家愛因斯坦對他的評價是“洛倫茲是我們這個時代最偉大、最高尚的人”，而且洛倫茲在1902年獲得“諾貝爾物理學獎”，荷蘭還把他的生日“7月18日”確定為“洛倫茲節”之後，從學生的表情中可以看出：學生對洛倫茲充滿了崇敬之情、學生對科學研究產生了濃厚的興趣，同時也使學生對物理研究問題的一般方法“假設—推理—實驗驗證”有了更深刻的印象。

五、教學是一門遺憾的藝術

教學中總是充滿著讓人遺憾的地方，在本節課中，以下幾個方面我覺得還需要優化及改進：

- (1) 關於洛倫茲力方向的判定、 B 與 v 方向之間的關係對洛倫茲力方向及大小的影響的教學回饋還不夠充分，三維目標的全面落實還需要在實例或思考題中予以鞏固和加強；
- (2) 在調動學生學習的主動性方面，對學生的合作學習、參與實驗探究、分析展示等環節的設計還有欠缺，感覺課堂上還不夠流暢；
- (3) 在提問問題的設計上覺得還不夠精巧，如“電流是如何產生的？”這一問題的提出在過渡上還不夠自然，“這說明了什麼？”這一問題跨度較大，指向性不明；
- (4) 在物理情境的設置上還要下功夫，如“洛倫茲力做功情況如何？”“洛倫茲力的作用效果是什麼？”等問題的分析可以通過設置實例或應用的情境，讓學生在具體的現象、問題分析中來解決問題。



3.2.2 電磁感應

電磁感應在技術中的應用，也是學生在認知上對電磁感應現象的進一步鞏固和深化。教材對互感部分內容的編寫比較簡單，讓學生知道互感現象是常見的電磁感應現象，是後面變壓器學習的基礎。課堂應把重心放在對自感的教學上。但是教材對自感的編寫順序是：提出自感的概念→演示實驗（通電自感）→理論分析）→理論分析→.....按這樣的順序開展教學雖然條理性比較強，但不能有效地激發學生探索規律的積極性，沒有真正發揮教學對學生思維創新能力的培養功能。因此，調整後的順序為引導學生設計（通電自感）電路→演示實驗（通電自感）→理論分析→引導在通電自感上修改過渡到斷電自感電路→學生分組探究實驗（斷電自感）理論分析→實驗驗證→由學生總結出自感的含義。課堂中讓學生全程參與，有利於充分調動學生的探索問題的積極性。

一、 實驗激發思維，吸引學生注意

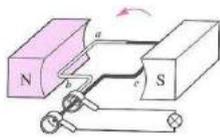
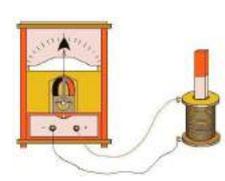
為激發學生的興趣，引入新課時，我設計了將一個手機的音樂通過兩個互不相連的線圈從音箱中播出，讓實驗引發學生的求知欲和探究願望，積極思考並自然進入主題。

二、 自主設計實驗，詮釋思維奧秘

引導學生總結互感含義並過渡到自感，直接進入閉合電鍵的自感現象的引入，會在學生的思維中出現斷裂。為了解決這個問題，我給出乾電池、滑動變阻器、線圈、燈泡、開關、導線，引導學生自己設計自感的電路。展示點評討論修改，進而探究通電自感，學生操作實驗，引導學生觀察並解釋現象。對比斷電自感，學生分組探究，得出結論。為了驗證斷電自感電流的方向，再以二極體的單向導電性，讓實驗消除心中的疑雲。對於自感的防止，我設計了“學生親自體驗自感”實驗。在這些實驗中，學生全程參與實驗設計、實驗操作和現象觀察，理解起來更加自然而深刻，使學生對知識的理解能力得到提高，鍛煉了學生科學探究的思維和能力。這也是我整個這節課的亮點，始終以學生為主，學生自己設計電路，自己操作探究，自己分析總結.....充分調動了學生的積極性。

三、 努力發現問題，為教學提升打下基礎

從課堂的實施過程來看，我發現以下幾個問題值得注意：1.在本次的上課中，學生探究、參與比多，時間難以控制；2.語言總不夠精煉，有時候過於啰嗦了；3.在磁場能量這個環節的處理上功夫下的仍然不夠。從當堂效果看，學生不易想到磁場是具有能量的。當然，問題肯定還有很多，需要我不斷的學習、摸索和請教，從而更快的提升自己。



3.2.3 交變電流

《交變電流》是學生綜合運用前面所學知識解決實際問題的一個典型例子。課程設計力求將理論分析與實驗驗證相結合，使學生理解高壓輸電原理，培養和提高學生運用物理知識綜合分析、解決實際問題的能力，動手能力和合作探究的能力。教材寫得比較詳細、通俗，可讓學生閱讀課本，然後提出一些問題引導學生思考、討論。在內容的處理上，應注意以下幾個方面：

1.對於電路上的功率損失，可引導學生自己從已有的直流電路知識出發，進行分析，得出結論。

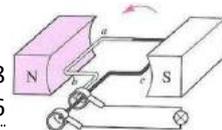
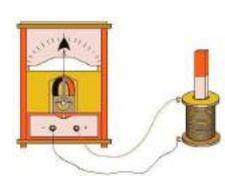
2.學生常常容易將導線上的電壓損失 $U_{損} = U_{輸} - U_{用}$ 與輸電電壓混淆起來，甚至進而得出錯誤結論。要通過具體的例子，可引導學生進行討論，澄清認識。這樣可達到事半功倍的效果。要注意，切不可單純由教師講解，而代替了學生的思考。

3.講解電路上的電壓損失，是本節教材新增加的。目的是希望學生對輸電問題有更全面、更深入和更接近實際的認識，知道影響輸電損失的因素不止一個，分析問題應綜合考慮，抓住主要方面。但真正的實際問題比較複雜，教學中並不要求深入討論輸電中的這些實際問題，也不要求對輸電過程中感抗和容抗的影響進行深入分析。

4.課本中講了從減少損失考慮，要求提高輸電電壓；又講了並不是輸電電壓越高越好。希望幫助學生科學地、全面地認識問題，逐步樹立正確地分析問題、認識問題的觀點和方法。節後設的閱讀材料《直流輸電》既可以開闊學生眼界，也可以增加知識。

5.在本節課的教學設計上能體現出課改精神，重在過程，重在發現，而不是象以前只重結論。

6.採用探究式教學法。體現了學生的主體地位。讓學生主動參與其中而不是被動接受教師的結論。



3.2.3 感測器

在“感測器的應用”教學中，要“以觀察和實驗為基礎”以增強學生的感性認識為突破口，有機地融合各種教法於一體。做到步步有序，環環相扣，前後呼應，不斷引導學生動手、動口、動腦，積極參與教學過程，才能圓滿完成教學任務，收到良好的教學效果。本課是運用演示實驗、融合多種教學的講授課。

1、教學生觀察、分析、歸納實驗的方法

根據高二學生的認識和思維發展水準，注意根據所講授的每項知識，確定其演示觀察的重點，有序地引導學生逐項觀察，逐項分析，再綜合觀察，再綜合分析，使學生通過實踐—認識—再實踐—再認識，完成認識上的飛躍。

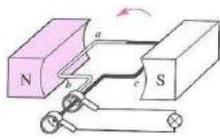
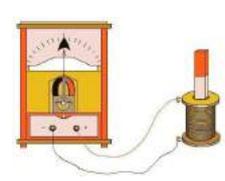
2、教學生用較簡單的器材做實驗，以發揮實驗效益，提高教學效果的方法

如在引入新課時，引導學生根據課本做實驗，可以增強感性認識，復習相關知識，克服錯誤定勢，激發學生的觀察熱情和學習積極性，為進行新課做好知識上和情感上的準備。

3、通過設疑，啟發學生思考

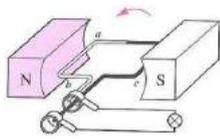
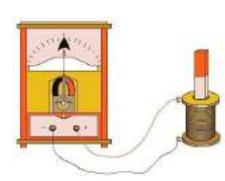
通過實驗培養學生學習興趣，通過練習強化有意注意，根據練習情況及時評價鼓勵學生，重在讓學生弄清楚建立物理概念的過程，而不是死記硬背一個結論。

期望以後可以繼續修改和改進本教案，跟更多的教育同仁學習，不斷改進自己的教學，相信學生定能有更大的收穫。

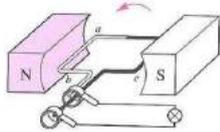
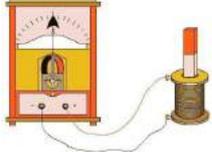


肆、參考文獻

- [1]張大昌.普通高中課程標準試驗教科書物理選修 3-1[M]. 人民教育出版社：課程教材研究所，2010.
- [2]張大昌.普通高中課程標準試驗教科書物理選修 3-2[M]. 人民教育出版社：課程教材研究所，2010.
- [3]黃小玲，彭永聰. 新高中生活與物理第 3B 冊[M]. 牛津大學出版社：香港，2016：2-48.
- [4]人民教育出版社[EB/OL]
<http://old.pep.com.cn/gzwl/jszx/tbjx/kb/dzkb/xx31/>，2018-02-18.
- [5]牛津大學出版社（中國）| Oxford University Press(China)[EB/OL]
<https://www.oupchina.com.hk/zh/home>，2018-02-16.
- [6]劉世軍. 應用簡單課題“三化”策略的課堂教學設計——以《磁現象和磁場》的教學為例[J]. 物理之友, 2015(2):11-13.
- [7]劉慶來. 《磁現象和磁場》教學設計[J]. 科普童話:新課堂, 2017(16).
- [8]張振棟.“安培力 磁感應強度”的探究式教學設計[J]. 物理教師, 2003(6):9-10.
- [9]邊秀文, 白玉亮.“安培力中磁感應強度”探究式教學設計[J]. 物理教學探討, 2005, 23(5):11-13.
- [10]趙瑩. 猜想探究 自主構建——“幾種常見的磁場”教學設計[J]. 物理教師, 2015, 36(2):27-29.
- [11]梁雷. 《通電導線在磁場中受到的力》教學設計[J]. 物理教學探討, 2014, 32(2):64-66.
- [12]劉桂枝. 分析教材,深度學習——《運動電荷在磁場中受到的力》的教材分析與設計[J]. 物理教學探討, 2015, 33(5):24-27.
- [13]劉永峰. 巧設“五步”模式 綻放生態課堂——“運動電荷在磁場中受到的力”一節教學實錄[J]. 數理化解題研究, 2017(3):67-68.



- [14]彭福元.“帶電粒子在勻強電場和勻強磁場中的運動”教學設計[J]. 數理化解題研究, 2017(27):45-46.
- [15]王京穆.《探究感應電流的產生條件》教學設計[J]. 物理教學探討, 2012, 30(7):66-68.
- [16]謝鳳洋.楞次定律教學設計[J]. 亞太教育, 2016(20):130-130.
- [17]趙曉陽.法拉第電磁感應定律教學設計[J]. 考試週刊, 2012(14):121-122.
- [18]王榮飛.滲透物理方法教育的“電磁感應現象的兩類情況”教學設計[J]. 物理教師, 2016, 37(6):27-30.
- [19]祁紅菊.“交變電流”同課異構教學設計與評析[J]. 物理教學, 2014(8):6-8.
- [20]朱麗華.以活動為載體的《交變電流》的教學設計[J]. 中學物理, 2016, 34(1):13-14.
- [21]藹方.利用多元物理實驗,引導學生建構規律——《電感電容對交變電流的影響》教學設計[J]. 湖南中學物理, 2016(6).
- [22]吳蘭紅.優化教學設計 提高課堂教學有效性——《變壓器》有效探究教學設計與反思[J]. 物理教學探討, 2010, 28(13):63-66.
- [23]韋國清.“電感和電容對交變電流的影響”教學案例--以普通高中《物理課程標準》的課程目標要求來設計[J]. 物理教師, 2004, 25(12):10-12.



附錄：教學資源

一、教學多媒體課件:詳見電子資料文檔

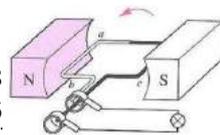
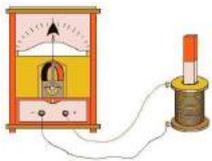
第一章：磁場（18 課時）

第一課題 §1.1 磁現象和磁場（2 課時）

<p>磁場</p> <p>第一課題 §1.1 磁現象和磁場 (2課時)</p>	<p>賈思三在《雜錄》中表述：“司南之石，吸之於地，其極指南”</p>	<p>最早發現的磁體是磁鐵為“天然磁石”的礦物，其中含有主要成分為Fe_3O_4，磁石引其物體，稱磁鐵。</p>		
	<p>一、磁石</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 磁石：能夠吸引鐵質物體的性質 2. 磁鐵：具有磁性的物體叫磁鐵。 3. 磁極：磁鐵上磁性最強的兩部分叫磁極。 <p>小磁針靜止時指南的磁極叫磁極，又稱南極；指南的磁極叫北極，又稱北極。</p>	<p>4. 磁極間的相互作用：同名磁極相斥，異名磁極相吸。</p> <p>5. 受磁鐵吸引的有磁性物體叫磁石，受有磁性物體為磁性物體叫磁鐵。</p> <p>【問題】磁石之間是通過什麼發生相互作用的呢？</p>	<p>二、磁場</p> <p>對比：兩物之間的相互作用是通過電場；磁場之間的相互作用是通過磁場發生的，兩物與磁場一樣都是一種物體。</p> <p>1. 磁場：磁體周圍空間存在的一種特殊物體。</p> <p>【問題】是否只有磁體周圍才存在磁場？</p>	<p>2、電流的磁效應</p> <p>在磁場中電流受磁場力作用</p> <p>歐姆定律：$I = \frac{U}{R}$</p> <p>安培定則：$F = BIL$</p> <p>洛倫茲力：$F = qvB$</p>
<p>奧斯特實驗</p> <p>1、實驗裝置如左圖</p>	<p>奧斯特實驗</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 實驗裝置如左圖 2. 實驗現象 3. 注意事項：導線應沿南北方向水平放置 	<p>二、磁場</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 磁場：磁體周圍空間存在的一種特殊物體。 2. 電流的磁效應：電流能在周圍空間產生磁場，磁鐵不是磁場的唯一來源。 	<p>3、磁場與電流之間的相互作用</p> <p>演示實驗：磁場對電流的作用。</p> <p>結論：磁場對電流有磁力的作用。</p> <p>問題：磁場對電流的作用與電流的方向有關嗎？</p>	

第二課題 §1.2 磁感應強度（3 課時）

<p>§1.2 磁感應強度 (3課時)</p>	<p>磁場不僅具有方向性，而且每處的強弱也可能不同，描述磁場強弱最為準確的參量，是磁場對電流的作用力。反映磁場對電流作用力而且還有方向，我們稱之為磁場對電流的磁感應強度。</p>	<p>一、安培力、磁感應強度</p> <p>大量實驗表明： 安培力的大小：$F = BIL$</p>	<p>磁感應強度：</p> <p>(1) 在任一處導線的長度、不隨導線、導線長度的變換，而隨於磁場的方向和強度的變換。</p> <p>(2) 磁場對電流的作用力與電流的方向垂直。</p>	<p>光學：在磁場中磁場對磁場方向的電流作用，所受的安培力與磁場強度的平方成正比。</p> <p>$F = \frac{1}{2} B^2 L$</p>
<p>磁場定義：</p> <p>(1) 磁場是磁場對磁場作用力的作用區域中所有磁場強度的總和。</p> <p>(2) 磁場對電流的作用力，與電流的方向垂直。</p> <p>(3) 為了描述磁場對電流的作用力，我們又將磁場對電流的作用力，與電流的方向垂直，與電流的方向垂直，與電流的方向垂直。</p>	<p>例題：</p> <p>1. 磁場對電流的作用力，與電流的方向垂直。</p> <p>2. 磁場對電流的作用力，與電流的方向垂直。</p>	<p>解釋：</p> <p>磁場對電流的作用力與電流的方向垂直，與電流的方向垂直，與電流的方向垂直。</p>	<p>【問題】磁場對電流的作用力與電流的方向垂直，與電流的方向垂直，與電流的方向垂直。</p>	<p>二、左手定則：</p> <p>安培力的方向：磁場對電流的作用力，與電流的方向垂直，與電流的方向垂直。</p> <p>安培力的方向與電流的方向垂直。</p>
<p>安培力：</p> <p>安培力的大小，與電流的方向垂直，與電流的方向垂直。</p>	<p>例2、電流在磁場中的磁場力的作用，與電流的方向垂直，與電流的方向垂直。</p>	<p>小結：</p> <p>磁場對電流的作用力與電流的方向垂直，與電流的方向垂直。</p>	<p>第二課時</p> <p>安培力的方向與電流的方向垂直。</p>	<p>實驗報告</p> <p>1. 下列說法正確的是： A. 磁場對電流的作用力的大小，與電流的方向垂直，與電流的方向垂直。</p>

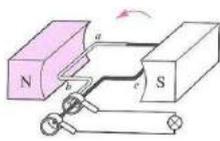
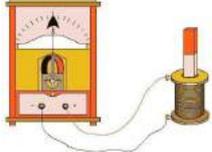


第三課題 §1.3 幾種常見的磁場 (2 課時)

1 幾種常見的磁場	2 磁場的磁感線 磁感線是閉合曲線 磁感線在磁體外部由N極到S極，在磁體內部由S極到N極 磁感線的疏密表示磁場的強弱 磁感線的切線方向為該點的磁場強度的方向	3 磁感線的特點 磁感線是閉合曲線 磁感線在磁體外部由N極到S極，在磁體內部由S極到N極 磁感線的疏密表示磁場的強弱 磁感線的切線方向為該點的磁場強度的方向	4 條形磁體的磁場	5 蹄形磁體的磁場
6 通電直導線的磁場	7 通電直導線的磁場 甲 磁感線的方向 乙 安培定則	8 安培定則	9 環形電流周圍的磁場	10 環形電流周圍的磁場
11 通電螺線管周圍的磁場	12 通電螺線管周圍的磁場	13 通電螺線管周圍的磁場	14 安培定則2 (右手螺旋定則)	15 例題 1 在無形磁體上通電螺線管，要畫出螺線管的磁感線，畫出螺線管的繞線方向。

第四課題 §1.4 通電導線在磁場中受到的力 (3 課時)

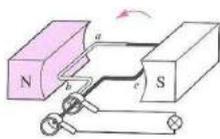
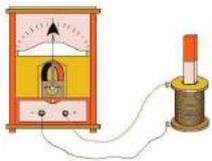
1 § 1.4 通電導線在磁場中受到的力 (3課時)	2 安培力：通電導線在磁場中受到的力 一、安培力的方向 1. 左手定則：伸開左手，使大拇指與四指垂直，且與手掌在同一平面內，讓磁感線穿入手掌，四指的方向與電流的方向一致，大拇指所指的方向就是安培力的方向。 2. 上下左右四指的位置與安培力的方向、磁感線的方向、電流的方向的關係。在判斷安培力的方向時，應注意哪幾點呢？	3 安培力的方向 伸開左手，使大拇指與四指垂直，且與手掌在同一平面內，讓磁感線穿入手掌，四指的方向與電流的方向一致，大拇指所指的方向就是安培力的方向。 左手法則	4 判定以下通電導線受安培力的方向	5 問題：如圖所示，兩條平行的通電導線，通入同向的電流，試分析兩導線之間的相互作用。電流方向相反時，將怎樣？電流方向相同時，將怎樣？用學過的知識加以判斷。
6 二、安培力的大小： (1) 在勻強磁場中，在通電導線與磁場方向垂直的情況下，導線所受安培力 F 與導線的長度 L 、電流 I 和導線的長度 L 三者的乘積。 即： $F=ILB$ (2) 平行時： $F=0$ 如果不平行也不垂直呢？	7 二、安培力的大小： 把 L 看成是 $L \sin \theta$ 。 即： $F=ILB \sin \theta$ 若 $\theta=0^\circ$ ， $F=0$ 若 $\theta=90^\circ$ ， $F=ILB$	8 二、安培力的大小： 公式： $F=ILB \sin \theta$ θ 表示磁感線與電流方向的夾角 在中學階段， θ 只取 0° 和 90° 。 特別： $\theta=0^\circ$ ， $F=0$ $\theta=90^\circ$ ， $F=ILB$	9 課堂訓練 1. 如圖所示，兩根通電導線相距 20cm ，在電流的方向下方有一水平放置的直尺，量得每根導線與直尺的垂直距離，兩導線的電流均為 1A 。 A. 導線不受力 B. 導線向外側偏轉 C. 導線向內側偏轉 D. 導線向內側偏轉	10 課堂訓練 2. 一根長度為 20cm 、通有 1A 電流的直導線，放入一勻強磁場中，磁場與導線的方向如圖所示，已知磁場強度的大小為 0.5T ，試求出下列各圖中導線所受安培力的大小和方向。
11 課堂訓練 3. 如圖所示，直角三角形abc組成的導線框內通有電流 $I=1\text{A}$ ，直線 ab 為直線，其與磁場方向垂直， $\angle A=30^\circ$ ，求三角形各邊所受安培力。	12 課堂訓練 4. 如圖所示，在磁場中有一通電導線，其與磁場的方向垂直，求導線所受安培力 F 。 5. 如圖所示，求導線所受安培力 F 。 6. 如圖所示，求導線所受安培力 F 。			



<p>§1.4 通電導線在磁場中受到的力 (3課時)</p> <p>2</p>	<p>復習:</p> <ol style="list-style-type: none"> 如何判斷通電導線在磁場中受到的力方向? 安培力的大小如何計算? 在運用安培力公式時應注意什麼? 	<p>例題</p> <p>電流與B平行時，導線與磁場平行且受安培力為零的結論</p>		<p>課堂訓練</p> <p>(1) 導線不動，電流不變 (2) 導線不動，電流不變 (3) 導線不動，電流不變 (4) 導線不動，電流不變</p>
<p>例：如圖，把一根通電導線用絕緣線掛在磁場中，導線與磁場垂直，導線的橫截面過磁場的圓心且垂直於磁場平面。當磁場內通入如圖所示的電流後，判斷磁場如何運動?</p> <p>向左運動</p>	<p>例題：如圖，把一根通電導線用絕緣線掛在磁場中，導線與磁場垂直，導線的橫截面過磁場的圓心且垂直於磁場平面。當磁場內通入如圖所示的電流後，判斷磁場如何運動?</p> <p>磁場上下運動</p>	<p>例：在傾斜角為θ的絕緣斜面上置一通電直導線，其質量為m，電流為I，導線與斜面平行，如圖所示在磁場中靜止，則磁場最小值為?</p>	<p>引導：磁場對通電導線的作用力與電流方向垂直，且與磁場方向垂直。</p> <p>引導：磁場對通電導線的作用力與電流方向垂直，且與磁場方向垂直。</p>	<p>三、通電導線運動</p> <ol style="list-style-type: none"> 通電導線在磁場中運動，其運動方向與磁場方向垂直。 通電導線在磁場中運動，其運動方向與磁場方向垂直。 通電導線在磁場中運動，其運動方向與磁場方向垂直。
<p>【例題】 電流環中各部分都有何特點?</p> <p>電流環中各部分都有何特點? 電流環中各部分都有何特點? 電流環中各部分都有何特點?</p>	<p>例題：如圖，把一根通電導線用絕緣線掛在磁場中，導線與磁場垂直，導線的橫截面過磁場的圓心且垂直於磁場平面。當磁場內通入如圖所示的電流後，判斷磁場如何運動?</p> <p>磁場上下運動</p>	<p>2. 磁場對電流的作用力與電流成正比，與電流方向垂直。其力的大小與電流成正比。其力的大小與電流成正比。其力的大小與電流成正比。</p>	<p>三、通電導線運動的特點</p> <ol style="list-style-type: none"> 通電導線在磁場中運動，其運動方向與磁場方向垂直。 通電導線在磁場中運動，其運動方向與磁場方向垂直。 通電導線在磁場中運動，其運動方向與磁場方向垂直。 	<p>三、通電導線運動</p> <ol style="list-style-type: none"> 通電導線在磁場中運動，其運動方向與磁場方向垂直。 通電導線在磁場中運動，其運動方向與磁場方向垂直。 通電導線在磁場中運動，其運動方向與磁場方向垂直。

第五課題 §1.5 運動電荷在磁場中受到的力 (3 課時)

<p>§1.5 運動電荷在磁場中受到的力 (3課時)</p>	<p>復習</p> <ol style="list-style-type: none"> 磁場對通電導線的作用力的大小和方向? 安培力如何形成的? 電流對通電導線的作用力如何形成的? 由上述的兩個關係你可以得到什麼? <p>磁場對通電導線的作用力可能是作用在大量運動電荷的作用力的宏觀表現。也就是說磁場對通電導線的作用力。</p>	<p>一、磁場對運動電荷的作用力</p> <p>例題：如圖，把一根通電導線用絕緣線掛在磁場中，導線與磁場垂直，導線的橫截面過磁場的圓心且垂直於磁場平面。當磁場內通入如圖所示的電流後，判斷磁場如何運動?</p> <p>磁場上下運動</p>	<p>運動電荷在磁場中受到的作用力叫微洛倫茲力，宏觀力是洛倫茲力的宏觀表現。</p>	<p>二、洛倫茲力的方向</p> <p>左手定則：四指指向電流方向，即正電荷運動方向，與大拇指方向相反。</p>
<p>課堂訓練</p> <p>判斷下列通電導線在磁場中受到的安培力的方向。</p>	<p>三、洛倫茲力大小</p> <p>除自由電荷外，磁場對運動電荷的作用力與電荷量成正比。自由電荷在磁場中運動時，其運動方向與磁場方向垂直。其運動方向與磁場方向垂直。其運動方向與磁場方向垂直。</p>	<p>三、洛倫茲力大小</p> <p>導線中的電流強度為 $I = nqvS$</p> <p>導線受安培力為 $F_A = BIL = nqSvBL$</p> <p>導線中的電荷的總數為 $N = nqSL$</p> <p>每個電荷受安培力為 $F_A = \frac{F_A}{N} = \frac{nqSvBL}{nqSL} = qvB$</p>	<p>三、洛倫茲力大小</p> <p>$F_A = qvB \sin \theta$ (VIB)</p> <p>$F_A = 0$ (VIB)</p> <p>當V與B成一角度θ時</p> <p>$F_A = qvB \sin \theta$</p>	<p>思考與討論</p> <ol style="list-style-type: none"> 洛倫茲力方向與電荷運動方向垂直嗎? 洛倫茲力方向與電荷運動方向垂直嗎? 洛倫茲力方向與電荷運動方向垂直嗎? 洛倫茲力方向與電荷運動方向垂直嗎? 洛倫茲力方向與電荷運動方向垂直嗎? 洛倫茲力方向與電荷運動方向垂直嗎? 洛倫茲力方向與電荷運動方向垂直嗎? 洛倫茲力方向與電荷運動方向垂直嗎? 洛倫茲力方向與電荷運動方向垂直嗎?
<p>課堂訓練</p> <ol style="list-style-type: none"> 判斷下列通電導線在磁場中受到的安培力的方向。或磁場的方向。或磁場的方向。或磁場的方向。 	<p>課堂訓練</p> <ol style="list-style-type: none"> 電子以初速度v垂直射入磁場中，則 () 磁場對電子的作用力始終不做功 磁場對電子的作用力始終不做功 磁場對電子的作用力始終不做功 	<p>課堂訓練</p> <ol style="list-style-type: none"> 電子的速度 $v = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$，垂直射入 $B = 1.0 \text{ T}$ 的勻強磁場中，它受到的洛倫茲力多大? <p>$F_A = qvB = 1.6 \times 10^{-19} \times 3 \times 10^8 \times 1.0 = 4.8 \times 10^{-11} \text{ N}$</p>	<p>課堂訓練</p> <ol style="list-style-type: none"> 帶正電的粒子以速度v沿磁場方向射入磁場中，若不受力，則 () 帶正電的粒子以速度v沿磁場方向射入磁場中，若不受力，則 () 帶正電的粒子以速度v沿磁場方向射入磁場中，若不受力，則 () 帶正電的粒子以速度v沿磁場方向射入磁場中，若不受力，則 () 	<p>小 結</p> <ol style="list-style-type: none"> 洛倫茲力方向與電荷運動方向垂直 洛倫茲力方向與電荷運動方向垂直 洛倫茲力方向與電荷運動方向垂直 洛倫茲力方向與電荷運動方向垂直



第六課題 §1.6 帶電粒子在勻強磁場中的運動 (3 課時)

§1.6 帶電粒子在勻強磁場中的運動 (3 課時)

復習知識:

- 1. 帶電粒子在磁場中受洛倫茲力作用公式?
- 2. 帶電粒子運動方向與磁場方向垂直時, 洛倫茲力的方向與速度方向垂直, 帶電粒子運動速率不變(大小)?
- 3. 帶電粒子進入磁場後受洛倫茲力的方向與速度方向?

顯象管的工作原理

電子槍 偏轉线圈 螢光屏

帶電粒子在勻強磁場中的運動

1. 帶電粒子的運動會如何變化?
2. 速度如何變化?
3. 軌跡如何變化?

洛倫茲力演示儀

工作原理: 帶電粒子在磁場中運動時受到洛倫茲力的作用, 使帶電粒子的運動軌跡發生偏轉。

實驗: 帶電粒子在磁場中運動時, 受到洛倫茲力的作用, 使帶電粒子的運動軌跡發生偏轉。

例題

類型 (1): 帶電粒子在磁場中運動, 受到洛倫茲力的作用, 使帶電粒子的運動軌跡發生偏轉。

類型 (2): 帶電粒子在磁場中運動, 受到洛倫茲力的作用, 使帶電粒子的運動軌跡發生偏轉。

帶電粒子做圓周運動的分析方法—圓心的確定

(1) 已知入射粒子的初速度方向, 可以通過入射粒子的初速度方向與磁場方向的垂直關係, 確定圓心的位置。

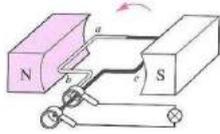
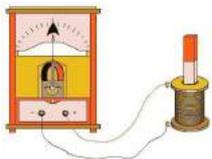
(2) 已知入射粒子的初速度方向, 可以通過入射粒子的初速度方向與磁場方向的垂直關係, 確定圓心的位置。

半徑的確定和計算

利用帶電粒子的初速度方向與磁場方向的垂直關係, 確定圓心的位置。

運動時間的確定

利用帶電粒子的初速度方向與磁場方向的垂直關係, 確定圓心的位置。



第二章： 電磁感應 (21 課時)

第一課題 §2.1 劃時代的發現 (2 課時)

§2.1 劃時代的發現 (2 課時)

★ 重點一：奧斯特的發現 “電生磁” ★

【思考與討論】
 (1) 當一個通電的直導線靜止在磁針的正上方時，磁針的偏轉與直導線的電流方向有關係嗎？
 (2) 當直導線與磁針平行放置時，磁針會偏轉嗎？
 (3) 當直導線與磁針垂直放置時，磁針會偏轉嗎？
 (4) 電流在磁針的偏轉方向與電流的方向有關係嗎？

奧斯特的實驗：電與磁是有聯繫的！

★ 重點二：法拉第的發現 “磁生電” ★

【思考與討論】
 (1) 當磁鐵在通電螺線管中運動時，螺線管中會產生感應電流嗎？
 (2) 當磁鐵在螺線管中靜止時，螺線管中會產生感應電流嗎？
 (3) 當磁鐵在螺線管中運動時，螺線管中產生的感應電流的方向與磁鐵的運動方向有關係嗎？

【思考與討論】
 (1) 當磁鐵在螺線管中運動時，螺線管中會產生感應電流嗎？
 (2) 當磁鐵在螺線管中靜止時，螺線管中會產生感應電流嗎？
 (3) 當磁鐵在螺線管中運動時，螺線管中產生的感應電流的方向與磁鐵的運動方向有關係嗎？

【思考與討論】
 (1) 當磁鐵在螺線管中運動時，螺線管中會產生感應電流嗎？
 (2) 當磁鐵在螺線管中靜止時，螺線管中會產生感應電流嗎？
 (3) 當磁鐵在螺線管中運動時，螺線管中產生的感應電流的方向與磁鐵的運動方向有關係嗎？

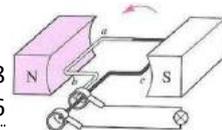
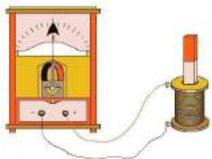
【思考與討論】
 (1) 當磁鐵在螺線管中運動時，螺線管中會產生感應電流嗎？
 (2) 當磁鐵在螺線管中靜止時，螺線管中會產生感應電流嗎？
 (3) 當磁鐵在螺線管中運動時，螺線管中產生的感應電流的方向與磁鐵的運動方向有關係嗎？

第二課題 §2.2 探究感應電流的產生條件 (3 課時)

§2.2 探究感應電流的產生條件 (3 課時)

★ 重點一：磁通量及磁通量變化量的計算 ★

【思考與討論】
 (1) 當磁鐵在螺線管中運動時，螺線管中會產生感應電流嗎？
 (2) 當磁鐵在螺線管中靜止時，螺線管中會產生感應電流嗎？
 (3) 當磁鐵在螺線管中運動時，螺線管中產生的感應電流的方向與磁鐵的運動方向有關係嗎？



第七課題 §2.7 渦流、電磁阻尼和電磁驅動 (2 課時)

1. 渦流、電磁阻尼與電磁驅動 (2 課時)

學習重點一：渦流的原理及應用

1. 渦流的原理及應用

2. 電磁阻尼

3. 電磁驅動

4. 電磁感應的應用

5. 電磁感應的應用

6. 電磁感應的應用

7. 電磁感應的應用

8. 電磁感應的應用

9. 電磁感應的應用

10. 電磁感應的應用

11. 電磁感應的應用

12. 電磁感應的應用

13. 電磁感應的應用

14. 電磁感應的應用

15. 電磁感應的應用

第三章：交變電流 (12 課時)

第一課題 §3.1 交變電流 (2 課時)

1. 交變電流 (2 課時)

學習重點一：交變電流的特點

1. 交變電流的特點

2. 交變電流的特點

3. 交變電流的特點

4. 交變電流的特點

5. 交變電流的特點

6. 交變電流的特點

7. 交變電流的特點

8. 交變電流的特點

9. 交變電流的特點

10. 交變電流的特點

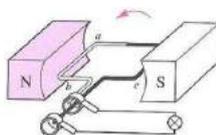
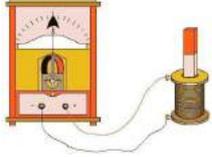
11. 交變電流的特點

12. 交變電流的特點

13. 交變電流的特點

14. 交變電流的特點

15. 交變電流的特點



第二課題 §3.2 描述交變電流的物理量 (2 課時)

§3.2 描述交變電流的物理量 (續行)

重要概念 1: 交變電流有效值的理解及計算

3. 有效值的概念
 (1) 交變電流的有效值是指與該交變電流具有相同熱效应的直流電流的大小。這一定義與時間的長短無關。其物理意義是使同一用電器在相同時間內發熱。
 (2) 正弦式交變電流的有效值與最大值“異”。

4. 有效值的計算
 (1) 正弦式交變電流的有效值與最大值之關係：
 $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$
 $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$
 $E = \frac{E_m}{\sqrt{2}}$
 (2) 非正弦式交變電流的有效值的計算：只須將交變電流平方後對一個週期求平均，再取平方根即可。

特別注意

① 對於非正弦式交變電流沒有直接的分量，將每一量按一個週期，及定電流和定電壓有效值的計算，則可求得其有效值。
 ② 對於計算電功、電熱、電壓、電流有效值，應注意的實際電流和電壓有效值。

重要概念 2: 交流電阻值的比較與計算

【典例例題】 由下列交變電流求其有效值。
 (1) 按圖中自行給出的條件，求其有效值。
 (2) 若某電阻上上述兩電流做功相等。

第三課題 §3.3 電感和電容對交變電流的影響 (2 課時)

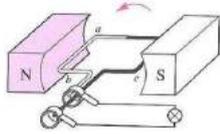
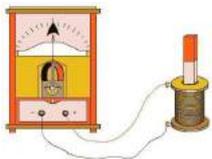
§3.3 電感和電容對交變電流的影響 (續行)

重要概念 1: 電感對交變電流的影響

電感對交變電流的影響
 (1) 電感對交變電流的影響：
 ① 電感對交變電流的影響：
 ② 電感對交變電流的影響：
 ③ 電感對交變電流的影響：
 ④ 電感對交變電流的影響：
 ⑤ 電感對交變電流的影響：
 ⑥ 電感對交變電流的影響：
 ⑦ 電感對交變電流的影響：
 ⑧ 電感對交變電流的影響：
 ⑨ 電感對交變電流的影響：
 ⑩ 電感對交變電流的影響：
 ⑪ 電感對交變電流的影響：
 ⑫ 電感對交變電流的影響：
 ⑬ 電感對交變電流的影響：
 ⑭ 電感對交變電流的影響：
 ⑮ 電感對交變電流的影響：
 ⑯ 電感對交變電流的影響：
 ⑰ 電感對交變電流的影響：
 ⑱ 電感對交變電流的影響：
 ⑲ 電感對交變電流的影響：
 ⑳ 電感對交變電流的影響：
 ㉑ 電感對交變電流的影響：
 ㉒ 電感對交變電流的影響：
 ㉓ 電感對交變電流的影響：
 ㉔ 電感對交變電流的影響：
 ㉕ 電感對交變電流的影響：
 ㉖ 電感對交變電流的影響：
 ㉗ 電感對交變電流的影響：
 ㉘ 電感對交變電流的影響：
 ㉙ 電感對交變電流的影響：
 ㉚ 電感對交變電流的影響：
 ㉛ 電感對交變電流的影響：
 ㉜ 電感對交變電流的影響：
 ㉝ 電感對交變電流的影響：
 ㉞ 電感對交變電流的影響：
 ㉟ 電感對交變電流的影響：
 ㊱ 電感對交變電流的影響：
 ㊲ 電感對交變電流的影響：
 ㊳ 電感對交變電流的影響：
 ㊴ 電感對交變電流的影響：
 ㊵ 電感對交變電流的影響：
 ㊶ 電感對交變電流的影響：
 ㊷ 電感對交變電流的影響：
 ㊸ 電感對交變電流的影響：
 ㊹ 電感對交變電流的影響：
 ㊺ 電感對交變電流的影響：
 ㊻ 電感對交變電流的影響：
 ㊼ 電感對交變電流的影響：
 ㊽ 電感對交變電流的影響：
 ㊾ 電感對交變電流的影響：
 ㊿ 電感對交變電流的影響：

重要概念 2: 電容對交變電流的影響

電容對交變電流的影響
 (1) 電容對交變電流的影響：
 (2) 電容對交變電流的影響：
 (3) 電容對交變電流的影響：
 (4) 電容對交變電流的影響：
 (5) 電容對交變電流的影響：
 (6) 電容對交變電流的影響：
 (7) 電容對交變電流的影響：
 (8) 電容對交變電流的影響：
 (9) 電容對交變電流的影響：
 (10) 電容對交變電流的影響：
 (11) 電容對交變電流的影響：
 (12) 電容對交變電流的影響：
 (13) 電容對交變電流的影響：
 (14) 電容對交變電流的影響：
 (15) 電容對交變電流的影響：
 (16) 電容對交變電流的影響：
 (17) 電容對交變電流的影響：
 (18) 電容對交變電流的影響：
 (19) 電容對交變電流的影響：
 (20) 電容對交變電流的影響：
 (21) 電容對交變電流的影響：
 (22) 電容對交變電流的影響：
 (23) 電容對交變電流的影響：
 (24) 電容對交變電流的影響：
 (25) 電容對交變電流的影響：
 (26) 電容對交變電流的影響：
 (27) 電容對交變電流的影響：
 (28) 電容對交變電流的影響：
 (29) 電容對交變電流的影響：
 (30) 電容對交變電流的影響：
 (31) 電容對交變電流的影響：
 (32) 電容對交變電流的影響：
 (33) 電容對交變電流的影響：
 (34) 電容對交變電流的影響：
 (35) 電容對交變電流的影響：
 (36) 電容對交變電流的影響：
 (37) 電容對交變電流的影響：
 (38) 電容對交變電流的影響：
 (39) 電容對交變電流的影響：
 (40) 電容對交變電流的影響：
 (41) 電容對交變電流的影響：
 (42) 電容對交變電流的影響：
 (43) 電容對交變電流的影響：
 (44) 電容對交變電流的影響：
 (45) 電容對交變電流的影響：
 (46) 電容對交變電流的影響：
 (47) 電容對交變電流的影響：
 (48) 電容對交變電流的影響：
 (49) 電容對交變電流的影響：
 (50) 電容對交變電流的影響：



第四章：感測器（8 課時）

第一課題 §4.1 感測器及其工作原理（2 課時）

§4.1 感測器及其工作原理（1 課時）

★重要點一：传感器的核心元件、原理及安裝

1. 核心元件
(1) 敏感元件是採用材料的某種敏感效應(如熱敏、光敏、壓敏、力敏、濕敏)制成的。
(2) 轉換元件是傳感器中能將敏感元件輸出的、与被測物理量成一定关系的非電信號轉換成電信號的電子元件。

2. 編碼
將模擬的一般工業信號，通過某些特殊的轉換元件，轉換成數位信號，以便與數位系統中的數據交換，一般數據轉換元件，稱為編碼器。編碼器由二部分組成。

分類	二進碼	十進碼
按輸出信號的位數分	二進碼輸出型	十進碼輸出型
按輸出信號的電平分	高電平輸出型	低電平輸出型
按輸出信號的電壓分	電壓輸出型	電壓輸出型
按輸出信號的電流分	電流輸出型	電流輸出型
按輸出信號的電阻分	電阻輸出型	電阻輸出型
按輸出信號的電容分	電容輸出型	電容輸出型
按輸出信號的電感分	電感輸出型	電感輸出型
按輸出信號的電壓分	電壓輸出型	電壓輸出型
按輸出信號的電流分	電流輸出型	電流輸出型

【重要點二：工業電阻感測電阻的應用】

1. 電阻感測
① 原理：利用電阻隨溫度、濕度、壓力、光強等物理量的變化而發生變化，將這些物理量的變化轉換成電阻的變化，再通過電阻的變化來測量這些物理量的變化。

② 特點：電阻感測電阻的測量精度高，且測量範圍廣，且測量原理簡單，且測量方法簡單。

③ 應用：電阻感測電阻廣泛應用於溫度、濕度、壓力、光強等物理量的測量。

2. 電阻感測電阻的安裝
① 安裝位置：電阻感測電阻應安裝在被測物理量的測量位置。

② 安裝方法：電阻感測電阻應採用點焊或鉗焊的方法安裝。

③ 注意事項：電阻感測電阻的安裝應避免受到機械應力的影響。

第二課題 §4.2 感測器的應用（2 課時）

§4.2 感測器的應用（1 課時）

★重要點一：一、

1. 分析數據
對數據進行分析，找出數據的規律，並根據數據的規律來判斷數據的變化。

2. 數據分析
① 數據分析的方法：數據分析的方法有很多，如：折線圖、柱狀圖、表格等。

② 數據分析的步驟：數據分析的步驟包括：數據收集、數據整理、數據分析、數據總結。

③ 數據分析的注意事項：數據分析時應注意數據的準確性、數據的完整性、數據的可靠性。

3. 數據分析
① 數據分析的方法：數據分析的方法有很多，如：折線圖、柱狀圖、表格等。

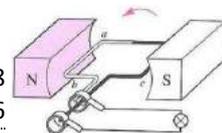
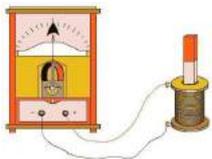
② 數據分析的步驟：數據分析的步驟包括：數據收集、數據整理、數據分析、數據總結。

③ 數據分析的注意事項：數據分析時應注意數據的準確性、數據的完整性、數據的可靠性。

4. 數據分析
① 數據分析的方法：數據分析的方法有很多，如：折線圖、柱狀圖、表格等。

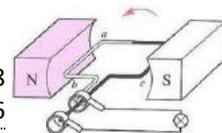
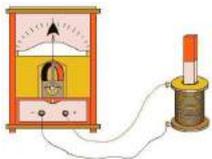
② 數據分析的步驟：數據分析的步驟包括：數據收集、數據整理、數據分析、數據總結。

③ 數據分析的注意事項：數據分析時應注意數據的準確性、數據的完整性、數據的可靠性。



第三課題 §4.3 實驗：感測器的應用（2 課時）

<p>§4.3 實驗：感測器的應用（2 課時）</p>	<p>一、實驗目的</p> <p>了解光電感測器技術的應用原理，感測器原理與特性及應用裝置。</p>	<p>二、實驗原理</p> <p>1. 感測器原理及裝置</p> <p>當輸入端電壓上升或下降一定值時，輸出端全變態從高電平跳變到低電平（或相反）。當輸入端電壓下降至某一值（如 0.5V 時），輸出端會從低電平跳變到高電平（L.V.）。</p>	<p>1. 普通二極管</p> <p>具有單向導電性。</p> <p>1. 發光二極管</p> <p>具有單向導電性，同時還能發光。</p>	<p>4. 光控開關工作原理</p> <p>如圖所示。</p>
<p>調轉：白天，光強照度大，光敏電阻 R_1 阻值變小，R_2 分壓器輸出端 A 點電壓降低，導致由 A 點輸出電平，發光二極管 LED 不發光。當天全變態一位數原理，R_1 阻值變大，A 點電壓升高，則發光二極管 LED 發光。</p>	<p>輸出端 Y 突從高電平跳變至低電平，發光二極管 LED 亮，這就實現了夜間燈光自動開關。天變台達目的目的。</p>	<p>調乙：感測器原理：天變時，光敏電阻 R_1 阻值變小，輸出端電壓輸入端 A 點電壓降低，導致由 A 點輸出電平，發光二極管 LED 不發光。當天全變態一位數原理，R_1 阻值變大，A 點電壓升高，則發光二極管 LED 發光。</p>	<p>天變時，R_1 阻值變小，輸出端電壓輸入端 A 點電壓降低，導致由 A 點輸出電平，發光二極管 LED 不發光。當天全變態一位數原理，R_1 阻值變大，A 點電壓升高，則發光二極管 LED 發光。</p>	<p>4. 感測器原理及裝置</p> <p>如圖所示。</p>
<p>當照度升高時，光敏電阻 R_1 阻值變小，新發光二極管 LED 輸出端 A 點電壓升高，導致由 A 點輸出電平，發光二極管 LED 發光。當天全變態一位數原理，R_1 阻值變大，A 點電壓降低，則發光二極管 LED 不發光。</p>	<p>三、實驗器材</p> <p>1. 器材清單</p> <p>光敏電阻、發光二極管、二極管、電阻、可變電阻、LED、電壓表、電流表、萬用表、麵包板、跳線、開關、電池、電線。</p>	<p>1. 感測器原理及裝置</p> <p>如圖所示。輸出端 Y 突從高電平跳變至低電平，發光二極管 LED 亮，這就實現了夜間燈光自動開關。天變台達目的目的。</p>	<p>四、實驗步驟</p> <p>1. 搭建開關電路</p> <p>(1) 將光敏電阻與可變電阻串聯接在電池兩端。</p> <p>(2) 將發光二極管與 LED 串聯接在電池兩端。</p> <p>(3) 將發光二極管與 LED 串聯接在電池兩端。</p> <p>(4) 將發光二極管與 LED 串聯接在電池兩端。</p>	<p>(5) 連接開關電路，觀察發光二極管 LED 的發光狀態。</p>



二、工作紙:詳見電子資料文檔

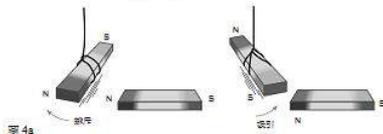
4 電磁學

4.1 磁場

詞彙

- 極 (pole)
- 北極 (north pole)
- 南極 (south pole)
- 磁場 (magnetic field)
- 中和點 (neutral point)

1 把兩支磁鐵放在一起 (圖 4a), 我們會發現:



磁鐵可吸 _____, 具吸 _____。

例題 1

有三支用紙包著的棒, 其中一支是磁棒, 一支是鉛棒, 還有一支是銅棒, 如果不用其他工具, 你怎樣辨別哪支是銅棒?

兩支可互相 _____ (吸引/排斥) 的棒是 _____ 和 _____, 剩下那支就是 _____。

2 即使磁鐵沒有接觸磁性物質, 也可向那些物質施力, 我們說磁鐵在周圍的空間建立了 _____。

實驗 4a 磁場圖形

圖 p.152

目的

研究永久磁鐵所產生的磁場。

裝置

把一支磁棒置放在有機玻璃板下面, 然後在有機玻璃板上撒些鐵屑 (圖 a), 並用磁棒輕輕碰擊有機玻璃板, 觀察出現的圖形, 改用兩支磁棒排作 (a) 異極相向及 (b) 同極相向, 並重複上述步驟, 觀察磁鐵之間的圖形, 再把兩塊平板形磁鐵分別放在銅板的兩端, 異極相向, 把有機玻璃板放在銅板上, 然後用鐵屑顯示磁鐵之間的圖形 (圖 b)。

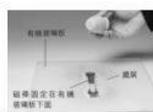


圖 a

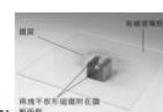


圖 b

結果及討論

- 鐵屑 _____ (能/不能) 顯示磁場的方向。
- 在平板形磁鐵的實驗中, 鐵屑在有機玻璃板上是「站立」而非平躺, 顯示磁場是 _____ 的。

3 我們可以畫一些 _____ 來表示磁場, 它們在磁石外由 _____ 極指向 _____ 極, 這些線段的方向便是作用於指南針北極的 _____ (圖 4b)。

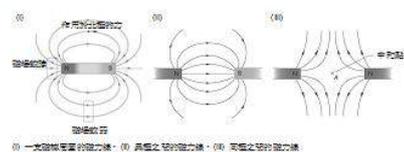


圖 4b

4 磁力線的密度與磁鐵的 _____ (圖 4b(i))。

5 在圖 4b(ii)中的一点, 兩極的磁場互相抵消, 這點稱為 _____ 點。

6 在圖 4c 中繪出平板形磁鐵的磁場圖形。



圖 4c

7 _____ 可用來顯示出磁力的方向 (圖 4d)。



圖 4d

8 指南針磁針的北極指向 _____ 方 (圖 4e), 即地球這巨個「磁體」的南極實際上在北方, 地球這巨個「磁體」與自轉軸成 11.5° 角 (圖 4f)。



圖 4e

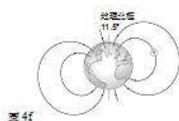


圖 4f

例題 2

圖 p.155 例題 2

圖 a 中兩支磁鐵並排放置。

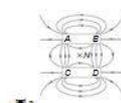


圖 a

- (a) 畫找出 A 至 D 所處的極。
- (b) 試解釋磁針在磁石中北極 N 的原因。

(a) A:

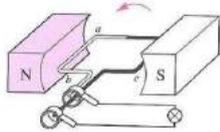
B:

C:

D:

- (b) 在 N 點, 兩支北極和兩支南極的磁場互相 _____, 因此, 在那處的磁場是 _____。

參閱附錄 1 (p.156)



5 電磁感應

5.1 磁場產生的電流

詞彙

- 電磁感應 (electromagnetic induction)
- 感生電動勢 (induced e.m.f.)
- 感生電流 (induced current)
- 法拉第電磁感應定律 (Faraday's law of electromagnetic induction)
- 楞次定律 (Lenz's law)
- 右手定則 (Right-hand rule)
- 磁通量 (magnetic flux)
- 韋伯 (Wb) (weber)
- 磁通量鏈數 (magnetic flux linkage)
- 磁通量密度 (magnetic flux density)

1 改變磁場時可以產生電流，這種現象稱為_____。

實驗 5a 導體和磁場的相對運動

ED 219

目的

研究當導體與磁場有相對運動時產生的感生電動勢。

原理

把一捲 10 匝的線圈連接到光電檢流計 (圖 a)，以不同方式放置磁場，觀察檢流計的光標怎樣偏轉。如果使用更多磁場或線圈，又或磁場移動速率加快，檢流計的光標會怎樣偏轉？



圖 a

把一捲線圈連接到檢流計，放在兩極磁場之間，向不同方向移動磁場 (圖 b)，觀察檢流計的光標怎樣偏轉。如果磁場以不同速率移動，或以線圈取代磁場 (圖 c)，又或使用更多磁場，光標會怎樣偏轉？

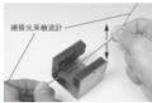


圖 b



圖 c

5 感生電動勢的強度可以用以下方法增強：

- i 移動磁場 / 線圈或磁場
- ii 改用更_____的磁場
- iii _____磁場之間的線圈匝數 / 線圈長度

法拉第電磁感應定律總結了以上各點：

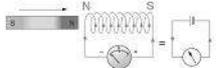
導體中感生電流的大小，與導體切割磁力線的快慢，或磁場運動的快慢成_____。

6 我們可以用_____定律式_____定則來判斷感生電流的方向。

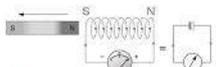
7 楞次定律指出：

感生電動勢傾向於_____磁通量的變化，如果沒有感生電流流動，則會對磁通量變化造成實質的_____。

8 根據楞次定律，磁鐵移向線圈時 (圖 5b(i))，線圈會產生感生電流以_____磁場；磁鐵移離線圈時 (圖 5b(ii))，線圈會產生感生電流以_____磁場。



(i) 磁鐵移向線圈時



(ii) 磁鐵移離線圈時

圖 5b

2 如果導體與磁場有相對運動，導體會感受到_____的變化，這種變化導致產生_____法則。

3 在閉合電路中，感生電動勢會驅動電流流動，這種電流為_____。

實驗 5b 在恆定磁場中移動導體

ED 219

目的

研究當導體在恆定磁場中移動時所產生的感生電動勢。

原理

把 U 形導線連接到檢流計，並按圖 a 所示的方向，在磁場中來回移動導線，觀察檢流計光標怎樣偏轉。

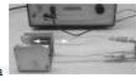


圖 a



圖 b

觀察以下的改變怎樣影響光標的偏轉：

- 加長導線
- 使用更強磁場
- 使用匝數更多的線圈

把一捲線圈連接到檢流計，按圖 b 所示的姿勢移動導線，觀察光標怎樣偏轉。

4 導體切割磁力線時，會產生感生電動勢 (圖 5a)。

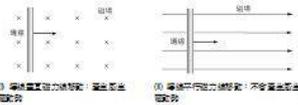


圖 5a

9 在上一情況，磁場的運動速度，磁場磁力線了功，把磁鐵轉動為_____狀，這種轉動化_____ (變能 / 不變能) 數量守恆定律。

10 感生電動勢隨磁場改變率增加而_____。

11 導體切割磁場的磁力線時產生感生電流，電流的方向可用右手定則判斷出來 (圖 5c)。

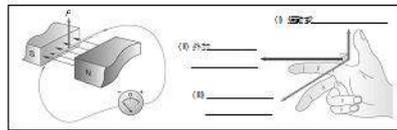


圖 5c

例題 1

ED 219 例題 1

長方形線圈正向上移動，並切割一捲向磁場 (圖 a)。

(a) 用以下定則判斷感生電流流過線圈，並找出感生電流的方向。

- (i) 右手定則
- (ii) 楞次定律

(b) 當線圈向磁場的兩端移動，結果會怎樣？

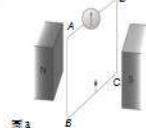
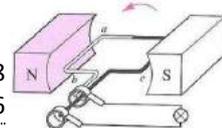
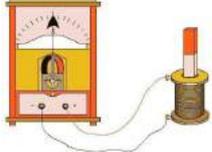


圖 a

(a) (i) 根據右手定則，在導線 BC 產生的電流由_____流向_____，因此，電流以_____方向流動。

(ii) 線圈向上移動時會切割_____磁力線，楞次定律指出，感生電流為了阻礙這種變化，會產生一個相反的磁場，因此，電流會以_____方向流動。

(b) 由於線圈的移動方向與磁力線的方向互相平行，感生電流_____ (會 / 不會) 產生。



6 輸電

6.1 交流電

詞彙

- 峯值 (peak value)
- 有效值 (effective value)
- 方均根值 (root-mean-square value / r.m.s. value)

實驗 6a 小型交流發電機產生的電動勢和電流

【圖 p.254】

目的

研究小型交流發電機產生的電動勢。

儀器

轉動交流發電機，令電燈亮起，把發電機連進中心零位電流表計（圖 a），再次轉動發電機，留意電表計指針怎樣轉動，把發電機連進示波器（圖 b），然後穩定地轉動發電機，留意示波器上顯示的波形。



圖 a

圖 b

- 1 從圖 6a 可見，由轉動交流發電機所產生的電流和電動勢，可看的_____和_____會定期地改變。

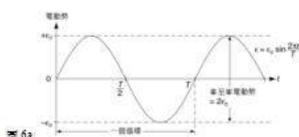


圖 6a

- 5 實驗 6b 顯示，選用合適的穩定直流電壓時，波形的亮度與使用交流電時相同，交流電提供燈泡的平均功率與直流電相同。

在相同的電阻器上，如果交流電和穩定直流電在相同時間內產生的熱效應相同，那麼交流電的_____便等於直流電的電量。

- 6 交流電的有效值能以數學方法找出。

交流電 I 令電阻值為 R 的燈泡亮著，

$$\text{燈泡的瞬時功率 } P = \dots\dots\dots (1)$$

由於 R 是常數，所以交流電的平均功率 \bar{P} 可以寫成

$$\bar{P} = \dots\dots\dots (2)$$

改用直流電源時，穩定的電流 I_0 令燈泡出現相同的熱效應（以亮度來考慮），

$$\text{燈泡的功率 } P_0 = \dots\dots\dots (3)$$

如果交流電和直流電產生相同的熱效應，

$$= \dots\dots\dots$$

$$= I_0^2 R = \dots\dots\dots (4)$$

$\sqrt{\bar{P}}$ 稱為_____值，符號是 I_{eff} 。

交流電的有效值就是電流的均方根值。

$$I_{\text{eff}} = \dots\dots\dots = \sqrt{\text{的平均值}}$$

同樣地，電壓有效值的符號是_____。

因此，交流電路的平均功率 \bar{P} 可利用 I_{eff} 、 U_{eff} 和 R 來表達：

$$\bar{P} = \dots\dots\dots (5)$$

- 2 圖 6b 的示波器顯示任意電壓輸出時的_____交流電壓，任意電流以交流市電操作。



圖 6b

- 3 交流電經過二極管時，由於二極管只容許電流以單向流動，結果只經過_____值的電流（圖 6c）。

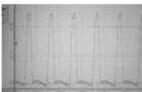


圖 6c

- 4 讓穩定或穩定的_____透過示波器時，會得出一條橫線（圖 6d）。



圖 6d

➤ 學習評估 1 (p.257)

實驗 6b 交流電壓及電流的有效值

【圖 p.257】

目的

量度交流電的有效值。

儀器

如圖 a 所示連接電路，把開關接往交流電源，在燈泡上接以正的交流電壓，留意示波器上顯示的亮度亮度，把開關接往直流電源，調節可變電阻，使燈泡的亮度與連接交流電源時相等，從示波器讀出直流電壓，從安培計讀出電流 I_0 。

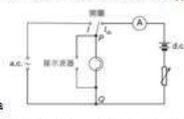


圖 a

- 1 阻值為 3Ω 的電阻器與交流電源連接，圖 a 顯示交流電源時期的位置，求交流電流的有效值和平均功率。

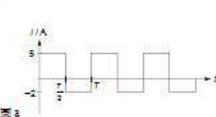


圖 a

➤ 學習評估 2 (p.259)

- 7 對於正弦交流電， V 和 I 的均方根值 r 的關係如下（圖 6e）：

$$V = \dots\dots\dots (6)$$

$$I = \dots\dots\dots (7)$$

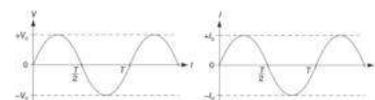
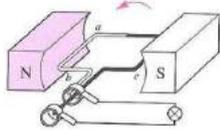
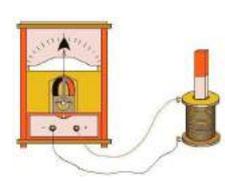


圖 6e

從 (1) 及 (7)，可用最大功率 P_0 表達電阻器的瞬時功率 P ：

$$P = FR = \dots\dots\dots$$

$$P = \dots\dots\dots (8)$$



三、教學活動及學生參與課堂教學圖片

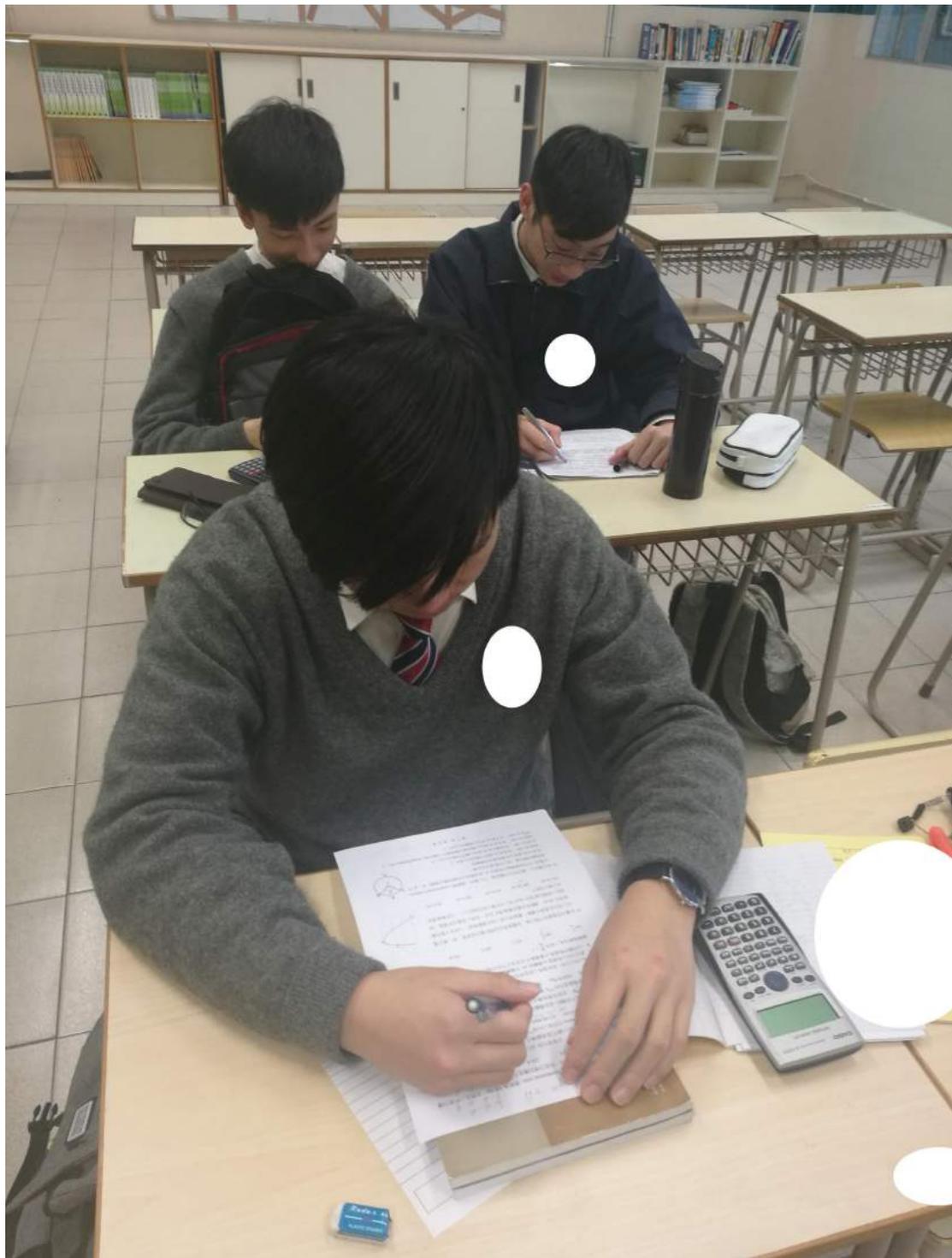
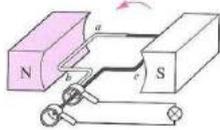
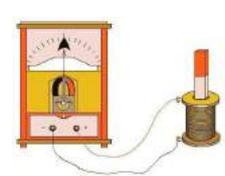
1.教學活動圖片



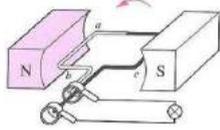
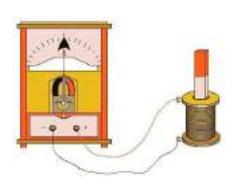
學生參與課堂教學 1



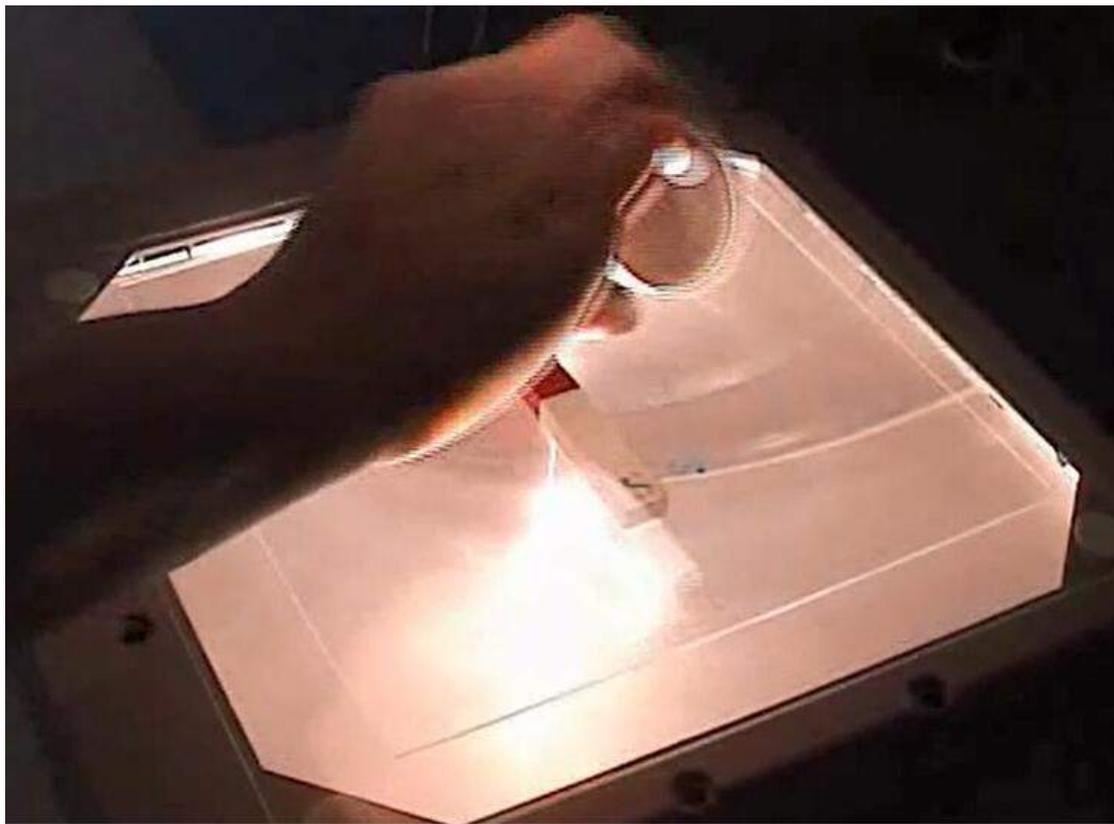
學生完成課前自主預習案 2



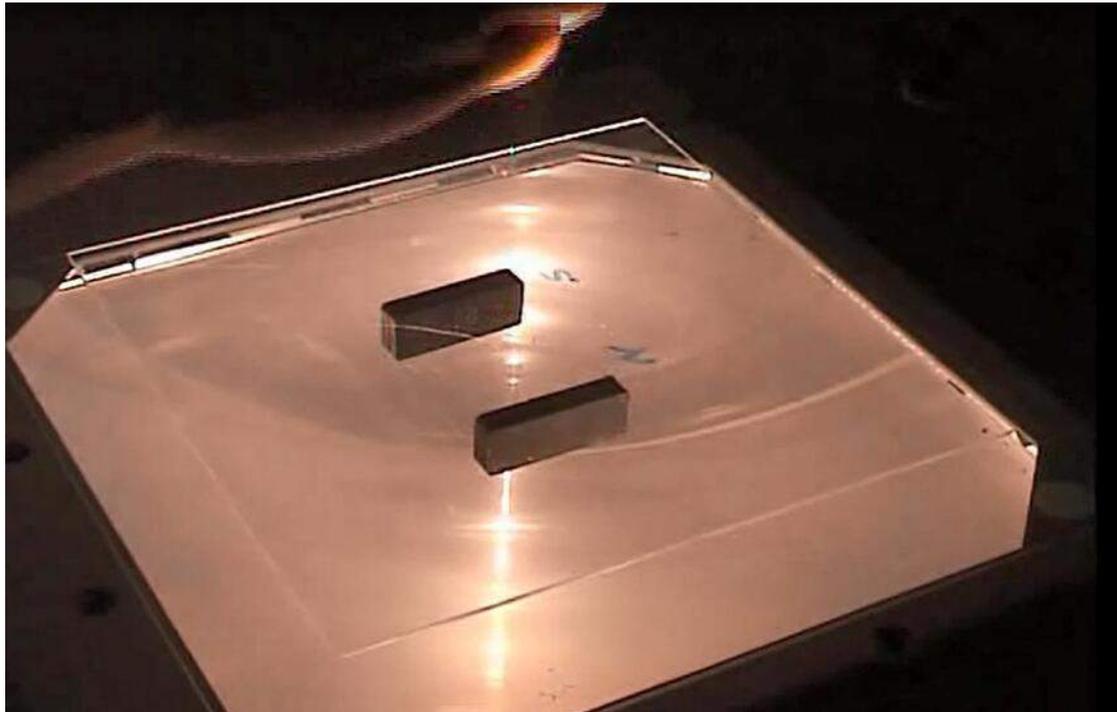
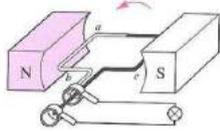
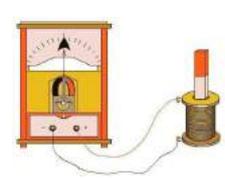
學生完成課前自主預習案



學生演示實驗：用鐵粉顯示磁場立體圖形



學生演示實驗：用鐵粉顯示磁場圖形

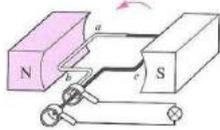
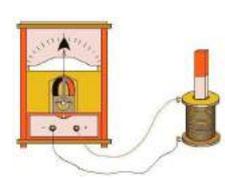


學生演示實驗：用鐵粉顯示磁場圖形 2

2. 學生參與課堂教學圖片



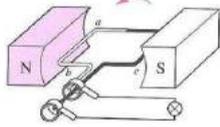
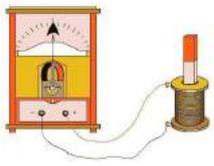
STEAM 教學：學生動手製作電動機 1



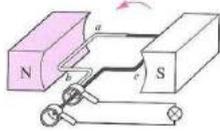
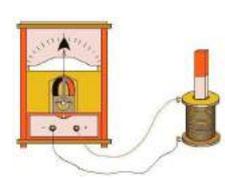
STEAM 教學：學生動手製作電動機 2



STEAM 教學：學生動手製作電動機 3

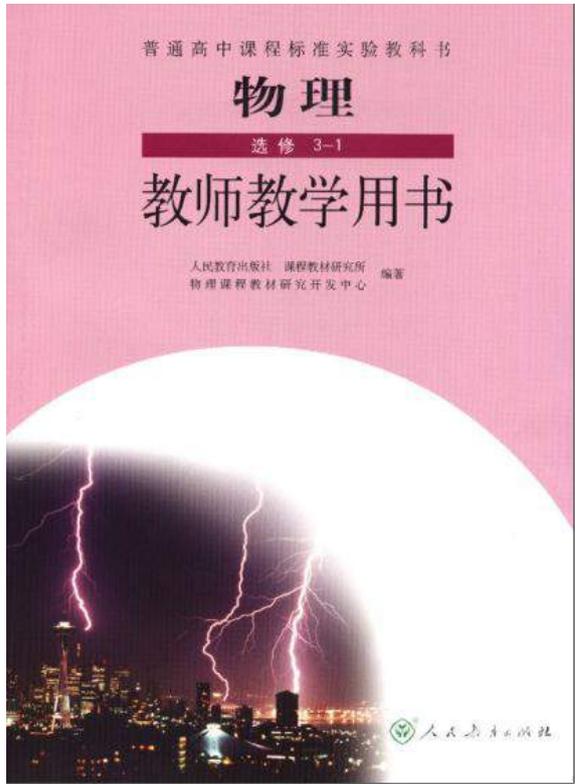


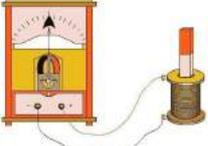
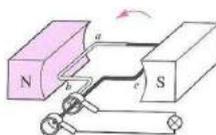
STEAM 教學：學生製作科技作品



四、教材圖片

1. 人教版物理選修 3-1





第三章 磁场

课程标准的要求

1. 列举磁现象在生活、生产中的应用。了解我国古代在磁现象方面的研究成果及其对人类文明的影响。关注与磁相关的现代技术发展。
2. 了解磁场，知道磁感应强度和磁通量。会用磁感线描述磁场。
3. 会判断通电直导线和通电线圈周围磁场的方向。
4. 通过实验，认识安培力。会判断安培力的方向。会计算匀强磁场中安培力的大小。
5. 通过实验，认识洛伦兹力。会判断洛伦兹力的方向。会计算洛伦兹力的大小。了解电子束的磁偏转原理以及在科学技术中的应用。
6. 认识电磁现象的研究在社会发展中的作用。

一、本章教材概述

磁场和电场都是电磁学的核心内容。对于磁场，可以通过与电场类比进行教学。如：磁场与电场类比；磁感应强度与电场强度类比；磁感线与电场线类比；安培力与电场力类比等。有意识地、恰当地运用类比方法，不但有利于学生接受知识，而且有利于发展学生思维能力，把学习磁场和电场融合起来，学生在接受“电磁场”这一概念时也较为自然。

本章的内容，特别是对磁场性质的定量描述，是以后学习电磁学知识，比如《选修3-2》模块中“电磁感应”“交流电”以及《选修3-4》模块中“电磁场”的基础。磁感应强度 B 、磁感线及磁通量、安培力和洛伦兹力是本章的核心内容。这些知识不仅在学习《选修3-2》模块各章时要用到，在工农业生产和高科技发展中都有着广泛的应用。

本章的教材内容按照以下线索展开：
 磁现象（磁效应）—磁场的性质和定性描述—磁场对电流和运动电荷的作用—安培力和洛伦兹力的应用。这种安排，知识的逻辑结构比较清晰，也符合学生的认知规律。
 本章共有6节，可分为四个单元。第1节为第一单元，是在初中有关知识的基础上，介绍基本磁现象、磁效应和地磁场。特别是着重介绍了在科学史上有里程碑意义的奥斯特实验和STS的重要素材“指南针与郑和下西洋”。第二单元包括2、3两节，介绍磁场的性质及其描述。磁场具有强弱和方向，磁场的这种性质可以用磁感应强度进行定量描述，也可以用磁感线定性描述。在第3节里，还根据课标的要求介绍了磁通量。第三单元包括4、5两节，讲述安培力、洛伦兹力，是本章的核心知识也是教学的重点。第四单元包括第6节，介绍带电粒子在匀强磁场中的运动，其重点是介绍洛伦兹力的应用。特别是在现代高科技中的应用。这几个单元的安排，注意了循序渐进和宏观、微观，注意了前呼后应等原则。

例如，在第3节的“做一做”中，安排有“用磁传感器研究磁场”，既能供有条件有兴趣的同学用比较现代的科技手段研究磁场，又能开放性地完成更多的实验。这样安排是因为传感器已经在科学技术甚至日常生活中得到了广泛应用，而且在选修2系列中还特地要求“通过实验或实例了解常见传感器的工作原理，了解传感器在生产、生活中的应用”。所以，编者虽然了解不少学校实验室还没有磁传感器，但还是将其安排在选修教材的“做一做”栏目中，退一步说，即使没有条件做，也可以开开眼界，知道磁感应强度这个量的确是个客观存在，是有许多方法可以测量出来的，是我们自己也可以测量出来的。

在介绍“带电粒子在匀强磁场中的运动”时，除用传统的“洛伦兹力演示器”外，还安排了一小段课文和一幅插图（课本图3.6.3）介绍粒子物理的一些常用设备，如云室、气泡室。这些内容既是“带电粒子在匀强磁场中的运动”的实际应用，又与粒子物理这种前沿学科挂钩，可以增加教材的时代感。

此外，除介绍质谱仪、回旋加速器磁场的传统内容外，教科书还特地介绍了“电视显像管的工作原理”，这不仅是洛伦兹力的一个技术应用，而且“磁偏转”本身也是电子束做大角度（大屏幕）偏转的必然选择。

有兴趣的教师可以组织学生讨论：为什么电视显像管、计算机显示器都采用磁偏转？为什么显像管的管颈又粗又短，而采用电场（场）偏转的示波管的管颈又粗又长？这些都是中学物理范围内可以解决的很有意义的实际问题。

2. 注意各节教材内容信息量的均衡和全章教学节奏的均衡

大家一定会注意到，在这次课改后的各个版本的高中物理课本，都是把一般的磁现象和几种典型电流磁场的磁感线分布安排在一节课文里（比如“必选”第十五章第1节“磁场 磁感线”）。在本书第三章“磁场”里把这些内容安排在两节课文里（第1节、第3节），而且还在这两节课文之间安排一节讲概念的“磁感应强度”。这是出于什么考虑呢？

把关于一般磁现象的介绍和典型磁场的磁感线分布分成两节课文安排，是因为这部分内容不仅信息量较多，而且蕴涵有丰富的三维目标，特别是“情感态度与价值观”方面的教育素材。课文用较大的篇幅介绍了电流磁效应的发现历史。电流磁效应的发现是一个划时代的发现。它不是一般的科技进步，而是一次科学革命。奥斯特发现改变了人们的自然观、世界观和思维方式（从相互联系中考察事物）。同时，这段科学史也是科学思想中传统与创新交替和突破的生动事例，它同时还展示了创新思维的重要性和时代局限性对创新的羁绊。因此，它是科学史上不可多得的优秀素材，在课文中应有恰当的表达。

将其分为不连贯的两节，特别是在其间插入理论性较强的“磁感应强度”，是为了让教材编排上有一些张弛相间的节奏感。第1节、第3节的内容都比较好，定性的两节比较多，也不涉及复杂的定量计算。将其连贯安排也不是不可以，但显得太松，而后面几节都是传统上的核心内容，难度较大，连续安排又会显得太急促。现在这样安排，似乎更合理一些，而且从系统性上也说得通：先介绍了磁场的一般现象，然后分别介绍描述磁场的两种方式（磁感应强度和磁感线），再继续研究磁场对电流、对运动电荷的作用力及其广泛的应用。应该说，逻辑线索还是比较清晰的。

3. 首次引入“电流元”这个物理量

建国以来的各个版本高中物理课本中都没有出现过“电流元”这个物理量，现在这样做有什么道理呢？我们认为，这样处理至少有两个理由。

第一，物理课程标准指出，作为选修3系列，需要进一步理解物理学的思想与方法。根

在编写本章时还有以下思考：

1. 注重继承和改革相结合的原则

新教科书在具体呈现磁场一章的内容时，根据新课程的理念和新课标的要求以及选修模块的定位，做了一些创新和改革的尝试，所做的一些发展变化主要有以下三个方面：

（1）关注学生获取知识的过程，为学生自主学习搭建平台

根据课标提出的三维目标，教科书在呈现知识时更加关注学生获取知识的过程，刻意为学生自主学习搭建平台。例如，在介绍洛伦兹力时，就不是简单地陈述其推导过程，而是采取思考与讨论的方式，让学生自主地得出结论；教科书首先给学生建立一个物理模型（电荷定向运动时所受洛伦兹力的合力，表现为通电导体所受的安培力），然后给学生提出其思考的方向和自主学习的任务（请尝试由安培力的表达式 $F=ILB\sin\theta$ 导出洛伦兹力的表达式），并进一步“建议你沿以下逻辑线索而进”。这样，教科书就把向学生呈现知识变成引导学生自主地获取知识，以提高学生的学习能力，而这正是新课程着力追求的价值目标。与此类似的处理在教科书上还很多。比如，洛伦兹力的方向、电视显像管的工作原理、带电粒子在匀强磁场中做圆周运动的半径等，都是通过提出问题、指出思路的方式，引导学生自主完成的。

（2）在知识呈现中注意渗透三维目标的要求

教科书注意将三维目标中的“方法”“情感态度与价值观”和“STS”思想有机地渗透在知识教学中。例如，关于电流的磁效应，从一开始就指出“电现象与磁现象的相似使我们猜想，两者之间可能存在某种联系”，而且在展现科学家对电的探索过程中，既有物理思想（哲学思想）的引导，又指出过程的曲折（直到19世纪，库仑、托马斯·杨和安培等著名物理学家，都认为电与磁是互不相关的两回事。……奥斯特实验并非一帆风顺……）。由于“猜想与假设”是科学探究的重要要素之一，而在传统的物理教学（包括一些探究性实验的教学）都有所忽视，所以在新教材中做了加强。例如，演示“带电粒子在匀强磁场中的运动”中，要求学生“在做以下每项观察之前，首先进行讨论，根据洛伦兹力的知识预测电子束的径迹，然后观察、检验你的预测。”在这里，教科书很强调在观察实践之前要先进行猜想、预测。这一方面是为了克服观察、实验的盲目性，让学生更清楚这个实验（观察）究竟要做什么、看什么、思考什么，另一方面也对“猜想与假设”这个科学探究中的要素进行了强化。

为了加强三维目标中“情感态度与价值观”方面的目标，教科书有意将其自然地融进知识介绍中。例如在第3节“科学漫步”栏目中“有趣的右螺旋”内容，向学生展示了动物、植物、机械……中的各种左（右）螺旋现象。这些现象与反映电磁现象的左、右手定则虽完全属于不同的范畴，但它们都有一个共同点：旋转方向与轴线的运动方向有着确定的关系。这样就在学生面前展现了又一个丰富多采而又统一的和谐的自然图景。同时，还可引发学生思考：这些动物的相似性的后面是否还隐藏着更深层次的原因。又如，第2节的“科学漫步”栏目中“地球磁场与古地磁学”向学生展现了一项地球物理的重要成果：地磁极曾多次发生反转而且现在仍在不断移动。其强度也在不断减弱。我们刚将这些内容以及其他许多类似素材编入教材，使学生能“领略自然界的奇妙与和谐，发展对科学的好奇心与求知欲，乐于探究自然界的奥秘，能体验探索自然规律的艰辛与喜悦”。

（3）反映与磁场相关的新科技与科学思想

根据课程基本理念，“在课程内容上体现时代性”“反映当代科学技术发展的重大成果和新的科学思想”的要求，编者力图在课文中反映与磁场相关的一些科技进步和在磁场研究中蕴涵的科学思想。

照方法是物理学的基本方法之一。本套教科书从一开始的质点论，就很重视理想模型的建立。本模块第一章提及的“试探电荷”“点电荷”是理想模型，电流元也是理想模型。电流元的电流和尺寸必须充分小，被检验的磁场不会因电流元的出现而有明显的变化。当然，教科书也指出了“孤立的电流元是不存在的”，用电流元检测磁场的性质只是用理想模型进行的理想实验。实际的实验还是用较长的通电导线在匀强磁场中进行，再从结果中推知电流元的受力情况。

第二，引入电流元有利于将磁场与电场进行类比研究。在磁场研究中引入的电流元 IL ，就相当于电场中的点电荷 q 。因此，电场强度与磁感应强度的定义式、静电力与洛伦兹力的公式就都有了形式上的一致性，有利于学生形成一定的知识结构。（本章第5节以小字旁栏的形式特别强调了这种类比，并指出了磁与电的本质区别：磁只与运动的电荷有关。）当然，对电流元也只是一般性的提及，不必过分地“保控制”，增加教学的难度。

4. 对于安培力和洛伦兹力的要求

对于安培力和洛伦兹力，是否要求掌握 $F=ILB\sin\theta$ 和 $F=qvB\sin\theta$ 这两个公式？教科书中的习题只要求计算导线方向（或粒子运动方向）与磁场方向垂直情况下导线（或运动粒子）所受的力，不要求计算一般情况下的安培力或洛伦兹力。教科书中引入了 $F=ILB\sin\theta$ 这个公式，目的在于介绍一种方法：把 B 沿导线方向和垂直于导线的方向分解，分别研究这两个分量的作用。这里实际上承袭了力学中已经应用多次的方法（有人把它叫做“交分解法”）。这也是教科书重视科学方法教育的一个体现。对于洛伦兹力也是按照同样方法处理的。在这两节的“思考与讨论”中已经体现。

课时安排建议

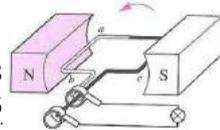
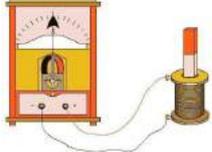
第1节 磁现象和磁场	1学时
第2节 磁感应强度	1学时
第3节 几种常见的磁场	2学时
第4节 磁场对通电导线的作用力	2学时
第5节 磁场对运动电荷的作用力	1学时
第6节 带电粒子在匀强磁场中的运动	3学时

二、教材分析与教学建议

第1节 磁现象和磁场

1. 教学目标

- （1）了解电流的磁效应。了解电流磁效应的发现过程，体会奥斯特发现的重要意义。
- （2）知道磁场的基本特性。了解地球的磁场。
- （3）了解我国古代在磁现象方面的研究成果及其对人类文明的影响。关注磁现象在生活和学习中的应用。



2.人教版物理選修3-2

说明

本书是在《普通高中课程标准实验教科书物理选修3-2教师教学用书》的基础上,根据几年来实验地区的一些反馈,修订而成的,旨在帮助教师更好地使用《普通高中课程标准实验教科书物理选修3-2》,为教学提供一些参考。

本书介绍了教科书的特色、新的教学理念和一些新的教学方式、方法,与教科书采取“紧密配合”的方式,逐章逐节进行分析说明。本书的主要结构如下:

课程标准的要素 摘录了《普通高中课程标准物理(实验)》的相关内容,作为教学的依据。

本章教材概述 主要介绍本章教科书的编写意图,主要内容和教材结构的特点,以及在选择内容和讲述方法上的考虑。

教材分析与教学建议 根据课程标准及教科书,对每一节教学内容提出了具体的教学目标,并且对教材内容提出了比较详细的建议,包括教学过程中可能遇到的问题,供选择的教學方法,怎样发展学生的非智力因素,怎样使用教科书中的栏目、插图,怎样以课程理念处理教学问题,如何发展教师自身的教学能力,如何处理数字化教学,如何帮助学生进行探究等。

问题与练习 从练习题“内容分析”和“解答与说明”两部分对教科书“问题与练习”中的问题给出了较为详细的解答。

教学设计案例 主要目的是给实验地区的教师提供一些教学设计方面的参考,包括一些重点难点的分析,把握,处理,独立课的设计思想,具体安排等。

教学资源库 是与教学内容相关的教学资源,包括“概念、规律和背景资料”“联系生活、科技和社会资料”“实验参考资料”三个部分。课程新理念需要教师进一步提高职业素养,需要教师尽最大努力进入终身学习的轨道,我们在这里围绕教学的需要选择了一些拓展性的内容,为教师的素质发展提供一些线索。

本书原编写者还有唐辉、王增耀、王琦、刘彬生。
本书在编写过程中得到北京市、浙江省、江苏省、山东省、重庆市、天津市、安徽省、江西省、辽宁省等全国各地教研室的的热情支持和帮助,在此一并表示衷心的感谢。

对于书中存在的缺点和错误,欢迎教师和物理教育工作者及时批评、指正。来函请寄:100081 北京市海淀区中关村南大街17号1号楼 人民教育出版社物理室 收。

人民教育出版社物理室
2008年3月

目录

第四章 电磁感应

一、本章教材概述	1
二、教材分析与教学建议	4
第1节 划时代的发现	4
第2节 探究感应电流的产生条件	9
第3节 楞次定律	14
第4节 法拉第电磁感应定律	21
第5节 电磁感应规律的应用	27
第6节 互感和自感	31
第7节 涡流、电磁阻尼和电磁驱动	37
三、教学设计案例	41
自感	41
四、教学资源库	44
(一) 概念、规律和背景资料	44
(二) 联系生活、科技和社会资料	56
(三) 实验参考资料	63



第五章 交变电流

一、本章教材概述	70
二、教材分析与教学建议	71
第1节 交变电流	71
第2节 描述交变电流的物理量	75
第3节 电感和电容对交变电流的影响	78
第4节 变压器	83
第5节 电能的输送	87
三、教学设计案例	91
变压器	91
四、教学资源库	94
(一) 概念、规律和背景资料	94
(二) 联系生活、科技和社会资料	108
(三) 实验参考资料	111



应电流。

在编写本章时还有对以下一些问题的思考:

1. 重视电磁感应现象发现的历史

人类在探索丰富多彩的自然现象的奥秘过程中建立了许多学科,物理学是研究自然界各种最基本的运动形态的学科,从某种意义上说,物理学的发展就是寻找不同自然现象之间的联系、追求统一解释的历史,牛顿创建经典力学理论(牛顿运动定律、万有引力定律)统一解释了天体的运动和地面上物体的运动。长期以来,电和磁一直被人们认为是没有联系的两个自然现象,奥斯特、法拉第等科学家在“自然力统一”思想的影响下,发现了“电生磁”和“磁生电”,打开了电与磁联系的大门。经过麦克斯韦的进一步研究,建立了电磁理论,统一解释了各种电磁现象。

牛顿的力学理论构建了一幅自然界的机械运动图景,这是人类对自然现象的第一次大综合。从奥斯特、法拉第到麦克斯韦的电磁理论构建了自然界另一幅图景,即电磁运动的图景,这是人类对自然现象的第二次大综合。从这个角度考虑,编者由奥斯特的“电生磁”说起,阐述了法拉第发现电磁感应现象这一划时代的成果。

法拉第的思想非常深刻,具有高度的创造性和想象力。他在“自然力统一”思想的影响下,提出具有近距作用“场”的观点,并经过艰苦努力,终于发现了电磁感应定律。编者通过课文和“科学足迹”栏目,介绍了法拉第的科学思想方法和他淡泊名利、献身科学事业的一生。我们希望通过法拉第的信念、科学思想和方法、艰苦奋斗、不慕荣华富贵的高尚品质中受到教育。

在“科学足迹”栏目中还介绍了法拉第关心的发现对技术进步的影响。法拉第在奥斯特发现的基础上,巧妙利用电流与磁极间作用力的特征做了“电磁旋转实验”,使通电导线能绕磁棒连续转动和磁棒绕通电导线连续转动,实现了电能向机械能的转化,这就是人类历史上第一台电动机的雏形。

法拉第发现电磁感应现象的第一个实验是关于互感现象的实验,他所用铁环上绕两组线圈就是变压器的雏形。法拉第利用电磁感应现象,发明了人类历史上第一台发电机——圆盘发电机,实现了机械能向电能的转化。近100多年来人类社会的发展,充分说明电磁感应现象的发现对社会进步的积极推动作用。

2. 注重揭示电磁感应现象的物理本质

物理学追求认识自然界最普遍、最基本的规律。学生学习物理,就要注意养成追根问底、追物穷理的思维习惯,这有利于提高学生的理性思维能力。教科书注意逐步展开电磁感应现象的发现过程,使学生对电磁感应现象的认识由现象逐步深入到物理本质。

首先,归纳实验现象,说明电磁感应现象的特征是闭合电路中出现了感应电流,条件是穿过闭合电路的磁通量发生变化。学习这一过程需要注意,电磁感应现象是在变化、运动过程中出现的现象,虽然引起感应电流的各种变化、运动的形式多种多样,但都可归结为“穿过闭合电路的磁通量的变化”,与静电感应不同,电磁感应现象不是一种静态效应。

其次,根据闭合电路欧姆定律,闭合电路中的电流是由电动势产生的。因此,感应电流是由闭合电路中的感应电动势产生的。感应电流的大小除了与感应电动势大小有关外,还与闭合电路的电阻有关。穿过闭合电路磁通量的变化产生感应电动势,由此在闭合电路中就会有感应电流产生。我们对电磁感应现象的表述还可从“只要穿过闭合电路的磁通量发生变化,闭合电路中就有感应电流产生”,进一步表述为“只要穿过闭合电路的磁通量发生变化,闭合电路中

就产生感应电动势”。

完整的法拉第电磁感应定律应该包括感应电动势的大小和方向的内容。为便于学生接受和理解,教科书先在第3节介绍了如何判断感应电流的方向,即楞次定律,然后在第4节“法拉第电磁感应定律”中主要介绍了感应电动势的大小与磁通量变化率之间的关系。楞次定律是电磁感应定律的一部分,用它来判断感应电动势的方向,感应电流的方向与感应电动势的方向一致。

教科书在第5节“电磁感应规律的应用”中分析了产生感应电动势的静电力本质,使学生对电磁感应现象的认识又上升到一个新的高度。在《物理选修3-1》中,学生学习了电动势的本质是静电力移动电荷做功,自然会追问感应电动势的本质是什么?考虑到随时间变化的磁场产生涡旋电场是电磁感应规律的核心内容,也是麦克斯韦电磁场理论基本方程的内容,它明显地显示了电场与磁场的联系。教科书介绍了感生电动势的本质是涡旋电场力。不过应该注意到,这部分对感生电动势的介绍是粗浅的,形象地,它只要求学生对此有初步的认识即可。教科书对动生电动势的本质用洛伦兹力做了具体的分析、说明,在学生学习了洛伦兹力之后,由导线运动切割磁感线产生动生电动势的机理就不难理解了。

3. 重视理论联系实际

电磁感应现象的应用非常广泛,教科书注意让学生了解其多方面的应用。在“做一做”栏目中介绍了“匝间发电”,使学生对电磁感应现象感到亲近、可操作,并能引起学习兴趣。介绍了有关反电动势的内容时,分析直流电动机中反电动势的作用。另外,通过“问题与练习”,让学生了解有关圆式扬声器也可当话筒用,绕系卫星的绳端产生感应电动势;电磁流量计的测量原理;法拉第圆盘发电机的原理等。在学生了解生电场的本质上,教科书介绍了电子感应加速器的基本构造和原理。

互感现象和自感现象是常见的电磁感应现象,教科书注意联系多种自然现象的实例,涡流是在金属块中产生的感应电流,这是与电路中产生感应电流不同的另一类电磁感应现象。涡流的重要性表现在:它能造成危害,但也有很多有益的应用。教科书在理论联系实际方面做了比较系统的介绍,如教科书先介绍涡流的发热效应和磁效应,接着又介绍涡流的机械效应,即电磁阻尼和电磁驱动的各种应用。

4. 提供学生自主学习、教学方式多样化的条件

“划时代的发现”一节提供了丰富、生动的历史资料,目的是要激发学生的学习兴趣,引起学生的思考,并获得更大的拓展空间。

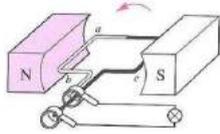
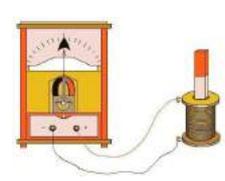
“探究电磁感应的产生条件”一节设置了一个探究活动,学生在自主探究过程中会出现各种想法,提出各种问题,甚至会提出教科书没有涉及到的许多实验方案,教学中应该多鼓励,不要对此加以限制。教学中要让学生广开思路,大胆实践,独立思考、互相切磋,最后归纳出产生感应电流的条件。

“楞次定律”一节,教科书注意通过实验引导学生归纳楞次定律,力图使学生自己动手做实验,归纳出判断感应电流方向的规律,体验科学探究的过程。

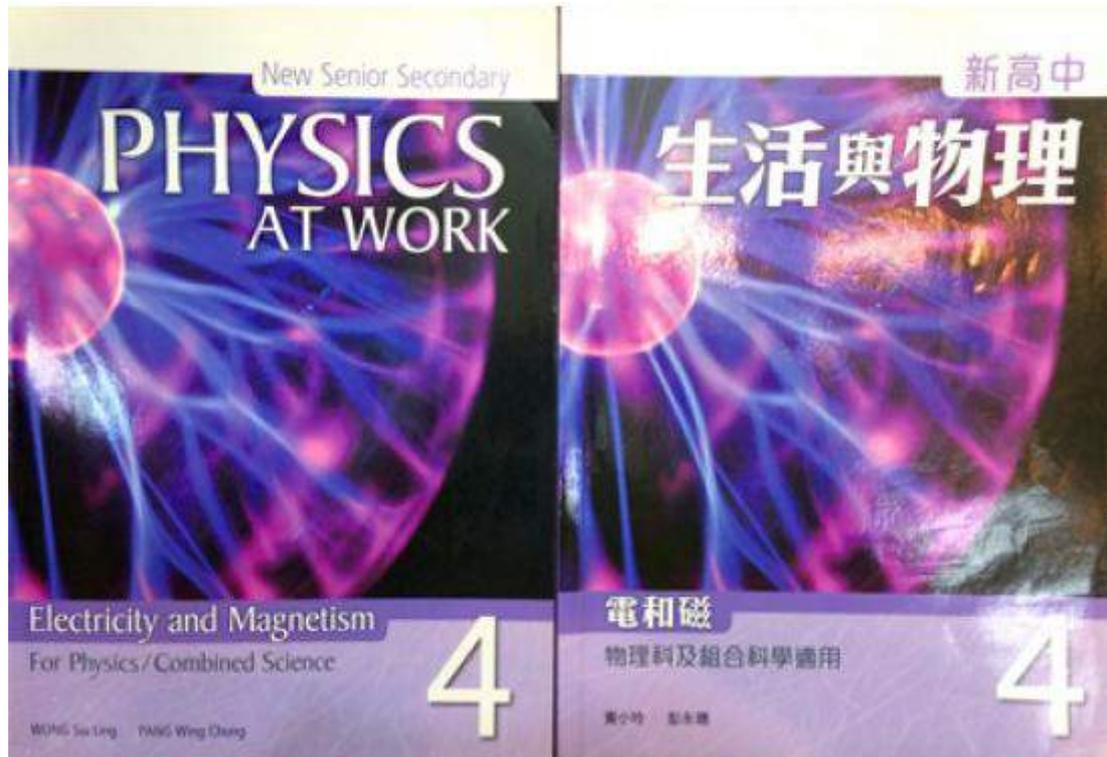
为了给学生独立思考创造条件,教科书从第3节到第7节为引人课题、点拨疑难和总结课等问题设置了多项“思考与讨论”栏目,引导学生独立思考,逐步达到对重要的问题更透彻的理解。“思考与讨论”栏目是教科书内容的重要组成部分,教学中要留给学生足够的思考空间。

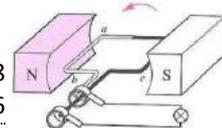
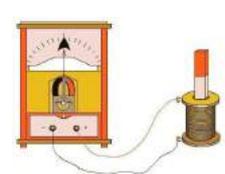
5. 落实“三维”目标的有机融合

应该看到,初、高中阶段,学生对电磁感应现象的理解经历了四个阶段。



3. 牛津大學出版社《新高中生活與物理》4

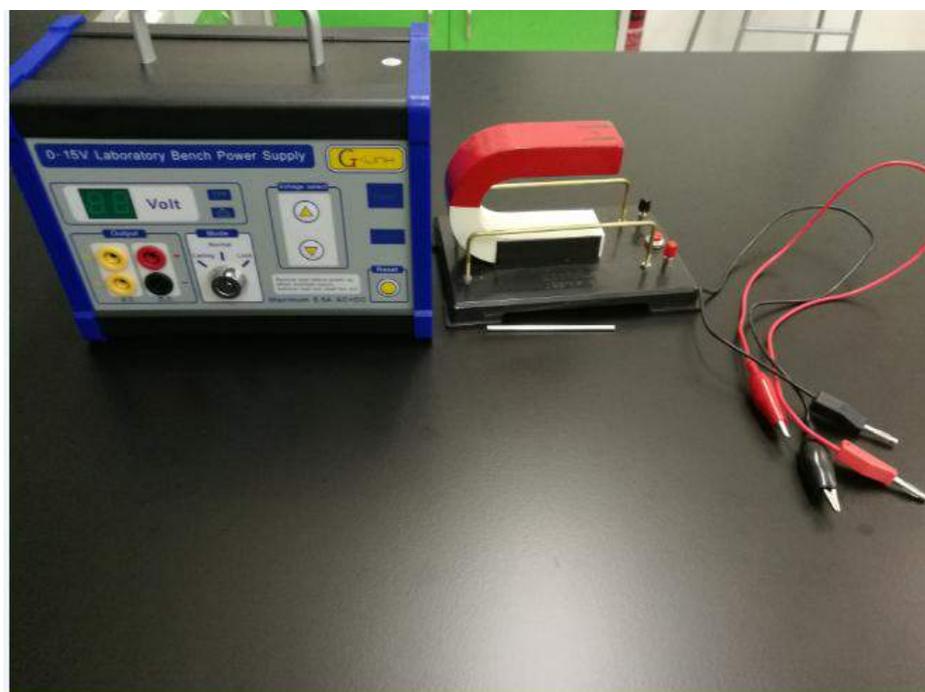




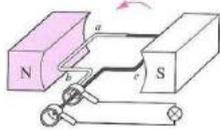
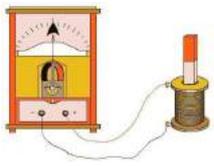
五、教具圖片



自製電動機



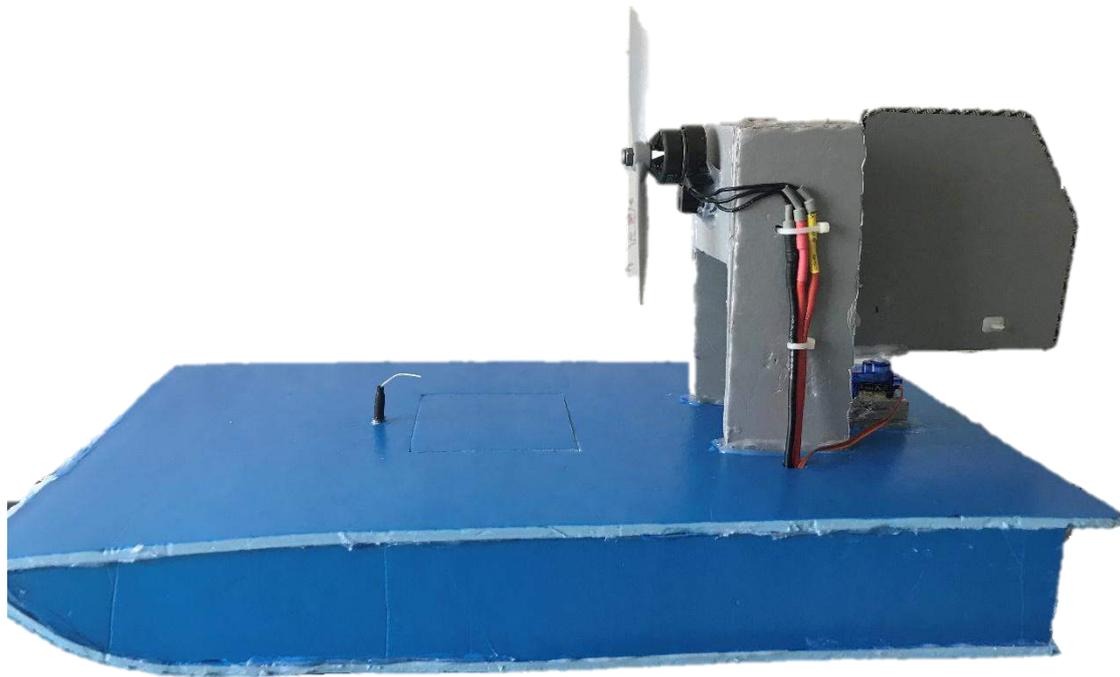
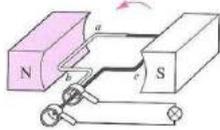
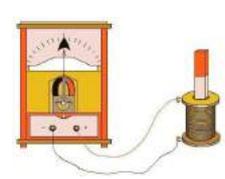
通電導線在磁場中受力



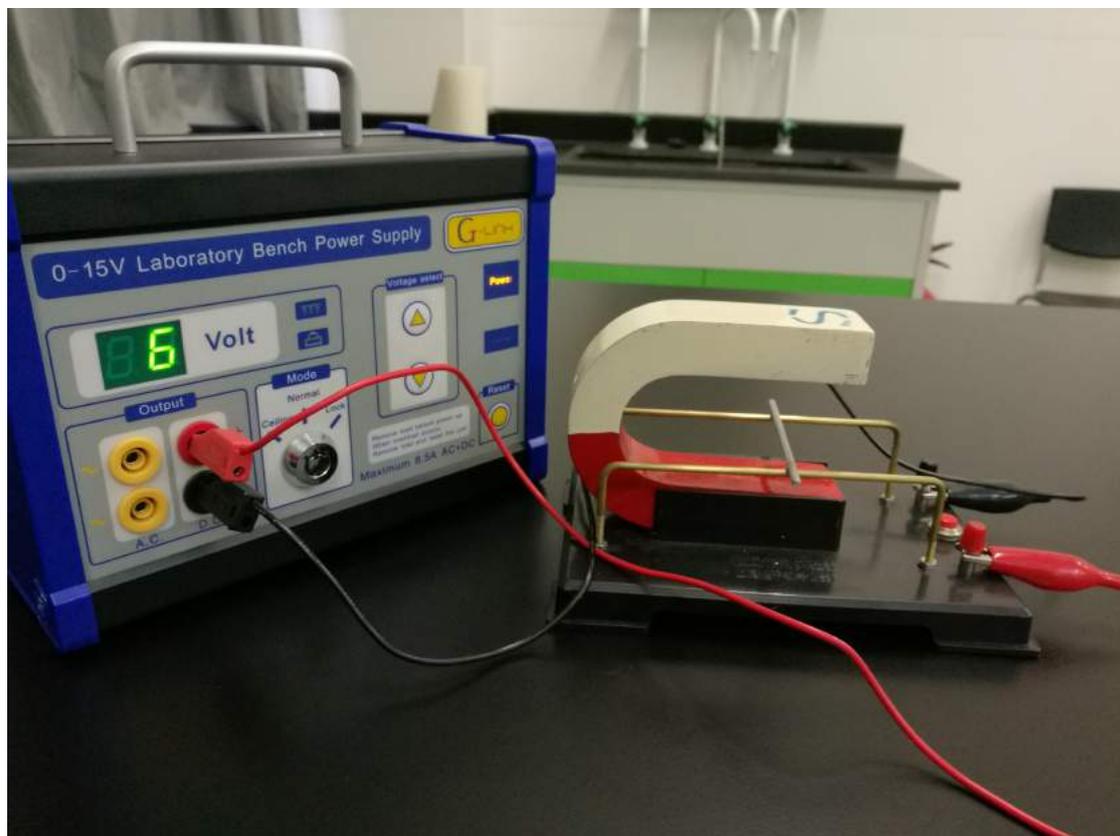
動圈式喇叭

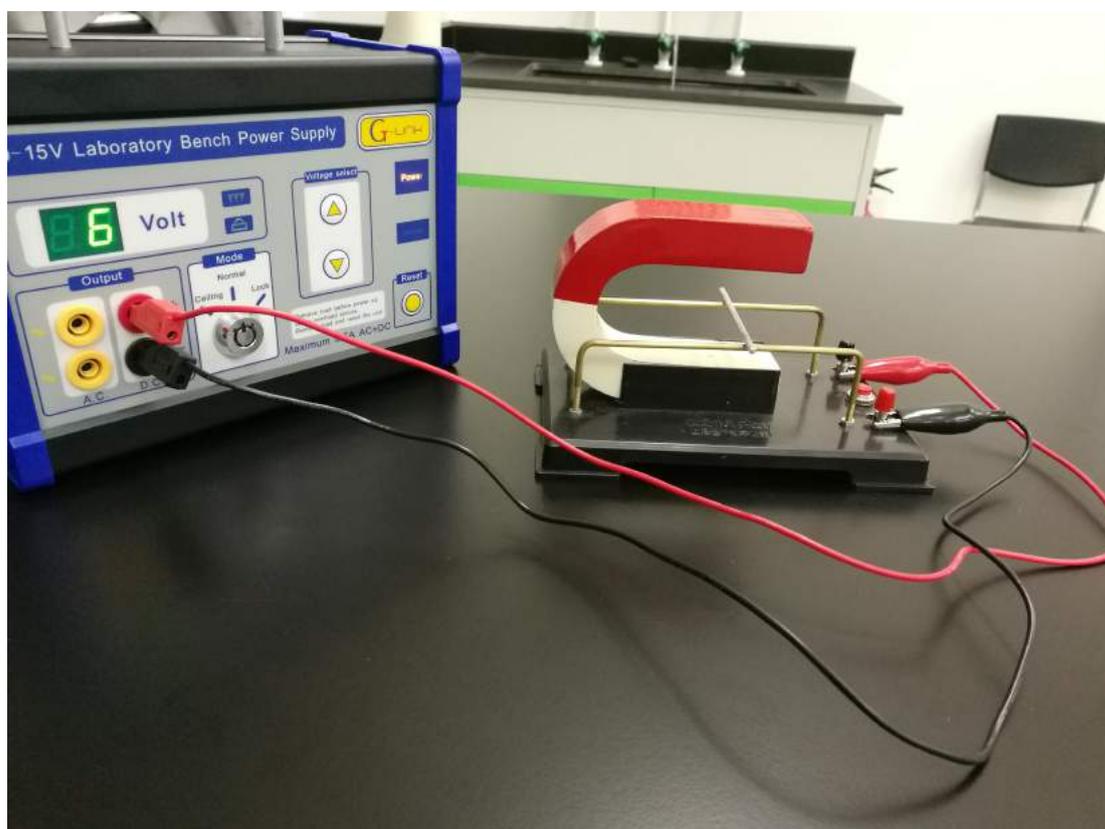
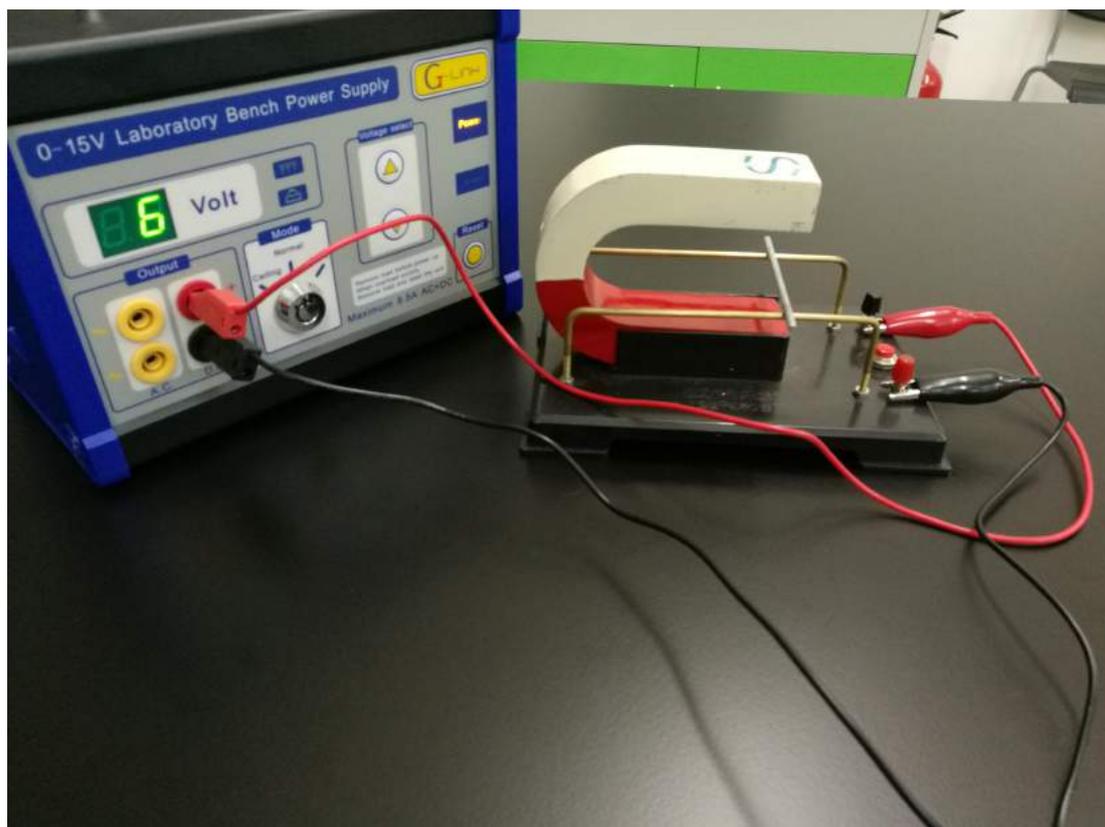
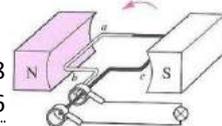
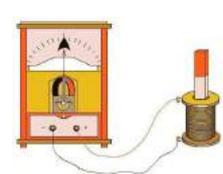


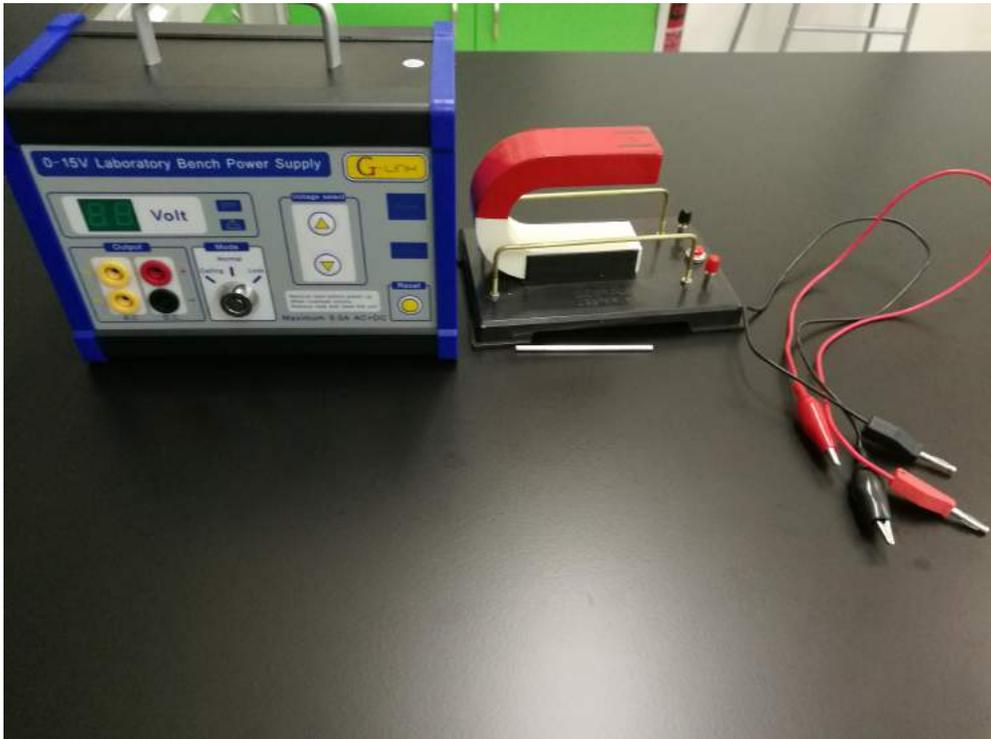
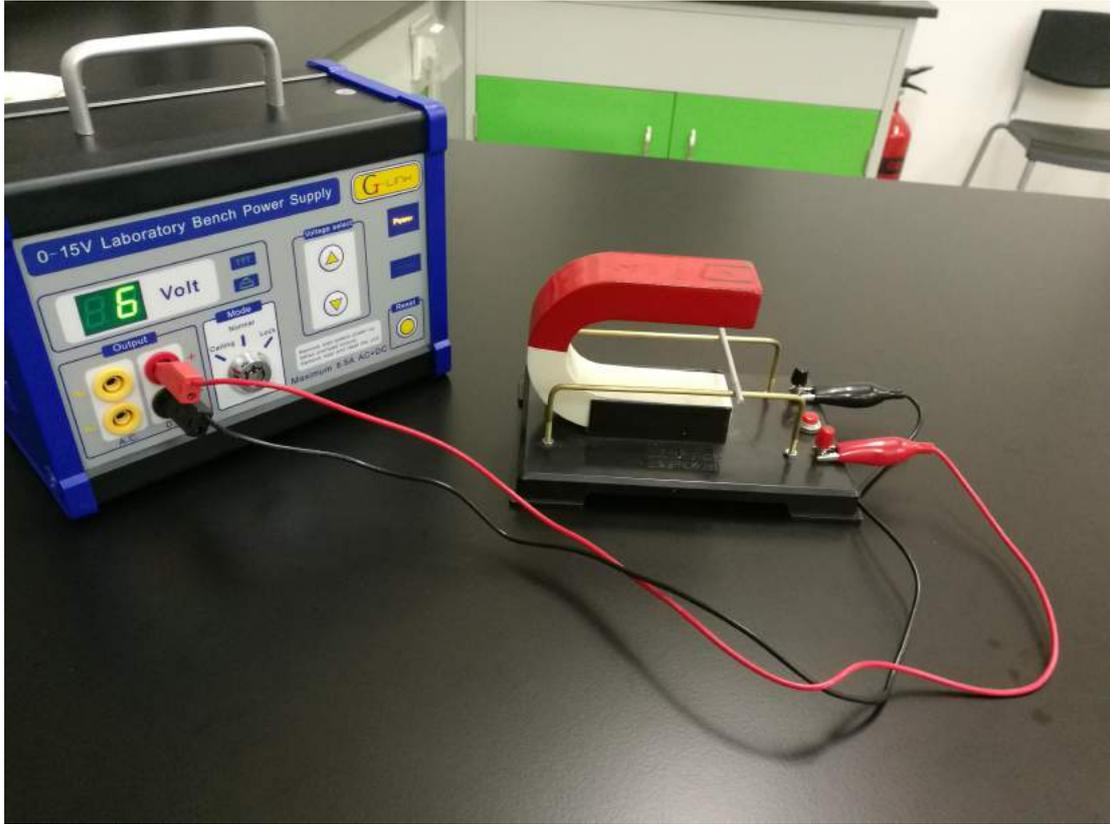
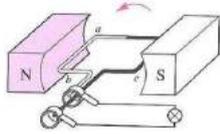
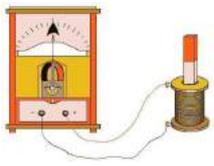
電動機

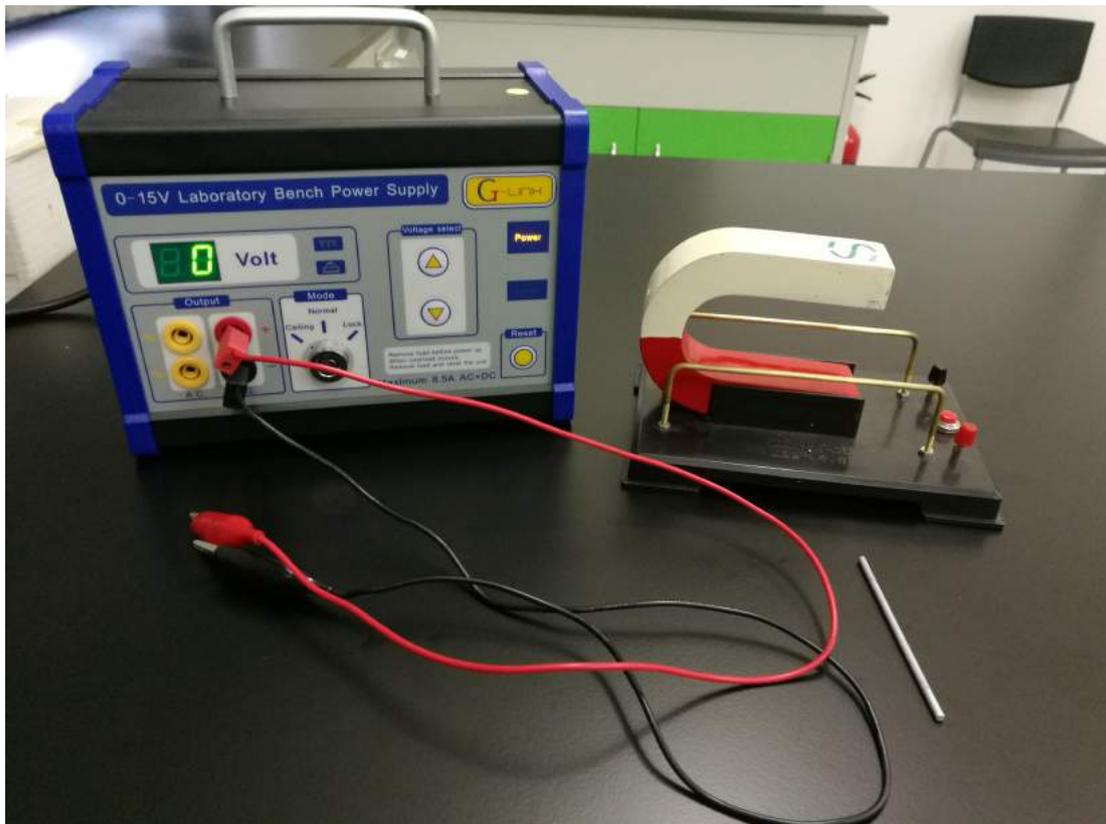
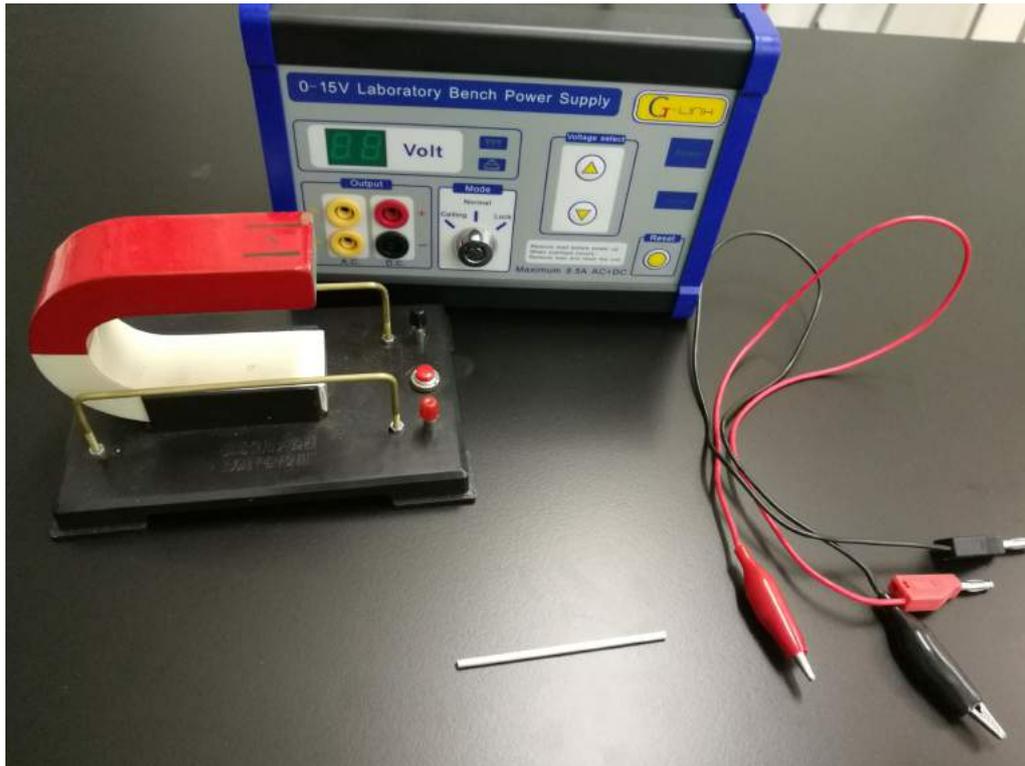
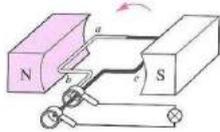
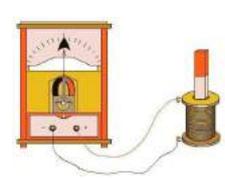


STEAM 製作：一種 2.4GHz 技術的水陸兩用無刷電機風力推動船車

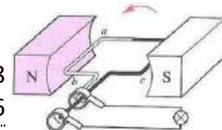
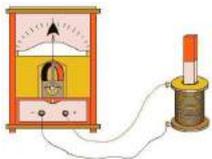








注：本教具具體操作實錄，具體內容詳見本教案附件文件夾：教具操作實錄。



六、學生作業批改

5 電磁感應

5.1 磁場產生的電流

詞彙

- 電磁感應 (electromagnetic induction)
- 感生電動勢 (induced e.m.f.)
- 感生電流 (induced current)
- 法拉第電磁感應定律 (Faraday's law of electromagnetic induction)
- 楞次定律 (Lenz's law)
- 弗林明右手定則 (Fleming's right-hand rule)
- 磁通量 (magnetic flux)
- 韋伯 (Wb) (weber)
- 磁通匝鏈數 (magnetic flux linkage)
- 磁通量密度 (magnetic flux density)

1 改變磁場時可以產生電流，這種現象稱為 電磁感應

實驗 5a 導體和磁鐵的相對運動

p.215

目的

研究當導體與磁鐵有相對運動時所產生的感生電動勢。

裝置

把一捆 10 匝的線圈連接到光束檢流計 (圖 a)。以不同方式放置磁鐵，觀察檢流計的光標怎樣偏轉。如果使用更多磁鐵或線圈，又或磁鐵移動速率加快，檢流計的光標會怎樣偏轉？



圖 a

更大偏轉

把一條導線連接至檢流計，放在兩塊磁鐵之間，向不同方向移動導線 (圖 b)，觀察檢流計光標怎樣偏轉。如果導線以不同速率移動，或以線圈取代導線 (圖 c)，又或使用更強磁鐵，光標會怎樣偏轉？

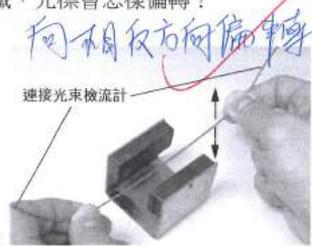


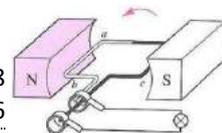
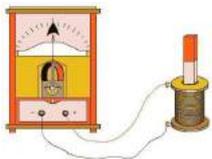
圖 b

向相反方向偏轉



圖 c

更大偏轉



2 如果導線與磁鐵之間有相對運動，導體會感受到磁通量的變化，這個變化導致感生電流出現。

3 在閉合電路中，感生電動勢會驅動電流流動，這電流稱為感生電流。

實驗 5b 在恆定磁場中移動導體

p.216

目的

研究當導體在恆定磁場中移動時所產生的感生電動勢。

裝置

把 U 形導線連接到檢流計，並依圖 a 所示的方向，在磁場中來回移動導線。觀察檢流計光標怎樣偏轉。



圖 a



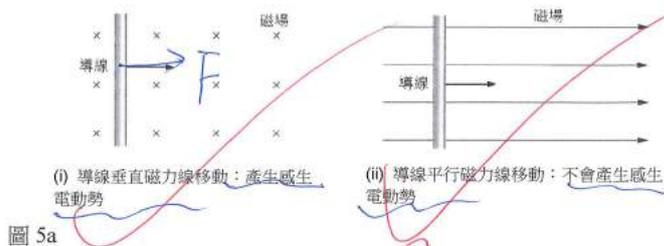
圖 b

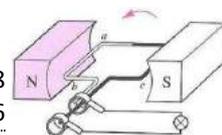
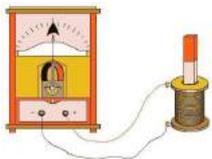
觀察以下的改變怎樣影響光標的偏轉：

- 加快移動導線
- 使用更強磁鐵
- 使用匝數較多的線圈

把一條導線連接到檢流計。如圖 b 所示前後移動導線，觀察光標怎樣偏轉。

4 導體切割磁力線時，會產生感生電動勢（圖 5a）。





- 5 感生電動勢的量值可用以下方法增強：
- i 增加 移動導線／線圈或磁鐵
 - ii 改用更強的磁鐵
 - iii 增加 磁鐵之間的線圈匝數／導線長度

法拉第電磁感應定律總結了以上各點：

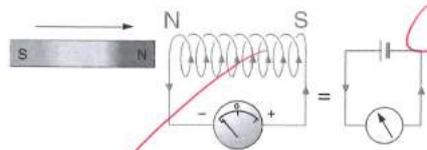
導體中感生電壓的大小，與導體切割磁力線的快慢，或磁場變動的快慢成正比。

- 6 我們可以用楞次定律或右手定則來推斷感生電流的方向。

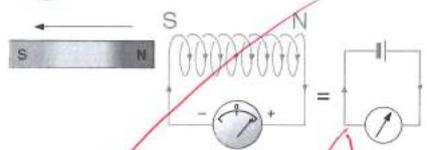
- 7 楞次定律指出：

感生電動勢傾向於抵禦阻礙產生它的變化。如果有感生電流流動，則會對這個變化造成實質的→。

- 8 根據楞次定律，磁鐵移向線圈時（圖 5b(i)），線圈會產生感生電流以阻礙磁鐵；磁鐵移離線圈時（圖 5b(ii)），線圈會產生感生電流以阻礙磁鐵。

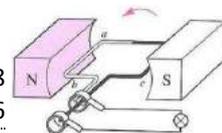
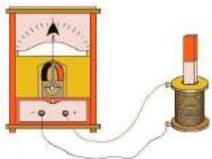


(i) 感生電流阻礙磁鐵進入線圈



(ii) 感生電流阻礙磁鐵離開線圈

圖 5b



9 在上述情況，磁鐵的運動都受阻。這些阻力做了功，把動能轉換為 內 能。這個能量轉化 不 遵從 能量守恆定律。

10 感生電壓隨着磁場改變率增加而 增加。

11 導線切割磁場的磁力線時產生感生電流，電流的方向可用弗林明右手定則推斷出來（圖 5c）。

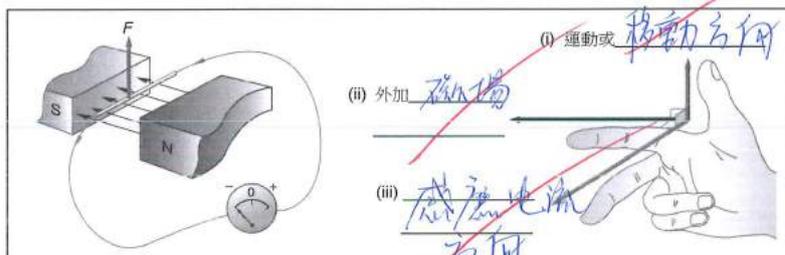


圖 5c

例題 1

長方形線圈正向上移動，並切過一個勻強磁場（圖 a）。

(a) 用以下定律判斷是否有感生電流通過線圈，並找出感生電流的方向。

(i) 弗林明右手定則

(ii) 楞次定律

(b) 若線圈向磁鐵的南極移動，結果會怎樣？

無感生電流

(a) (i) 根據弗林明右手定則，在導線 BC 感生的電流由 C 流向 B，因此，電流以 逆時針 方向流動。

(ii) 線圈向上移動時會包圍 更少 磁力線，楞次定律指出，感生電流為了阻礙這個變化，會產生一個相同的磁場，因此，電流會以 逆時針 方向流動。

(b) 由於線圈的移動方向與磁力線的方向互相平行，感生電流 不會（會/不會）產生。

p.219 例題 1

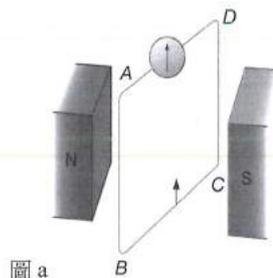
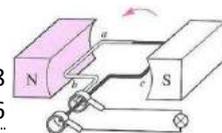
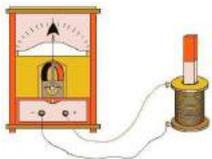


圖 a

A+



4 電磁學

4.1 磁場

詞彙

- 極 (pole)
- 北極 (north pole)
- 南極 (south pole)
- 磁場 (magnetic field)
- 中和點 (neutral point)

1 把兩支磁棒放在一起 (圖 4a)，我們會發現：

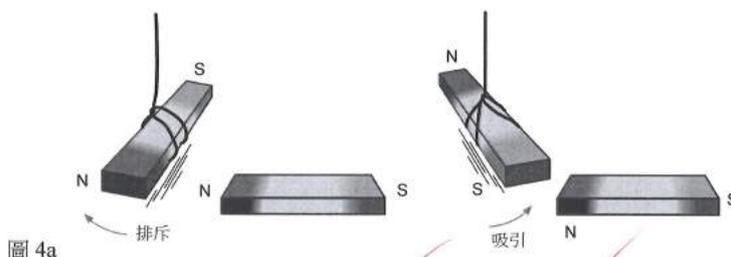


圖 4a

磁極同極 相斥，異極 相吸。

例題 1

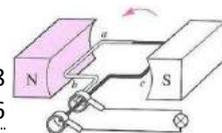
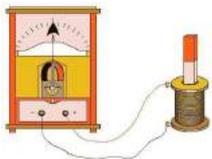
p.152 例題 1

有三支用紙包裹的棒，其中一支是磁棒，一支是鉛棒，還有一支是銅棒。如果不用其他工具，你怎樣辨別哪支是銅棒？

兩支可互相 吸引 (吸引/排斥) 的棒是 磁棒 和 鉛棒。剩下那支就是 銅棒。

2 即使磁鐵沒有接觸磁性物質，也可向那些物質施力。我們說磁鐵在周圍的空間建立了 磁場。

A+



實驗 4a 磁場圖形

p.152

目的

研究永久磁鐵所產生的磁場。

裝置

把一支磁棒固定在有機玻璃板下面，然後在有機玻璃板上撒些鐵屑（圖 a），並用鉛筆輕輕敲擊有機玻璃板。觀察出現的圖形。改用兩支磁棒排作 (a) 異極相向及 (b) 同極相向，並重複上述步驟，觀察磁棒之間的圖形。再把兩塊平板形磁鐵分別放在鋼軛的兩端，異極相向。把有機玻璃板放在鋼軛上，然後用鐵屑顯示磁極之間的圖形（圖 b）。

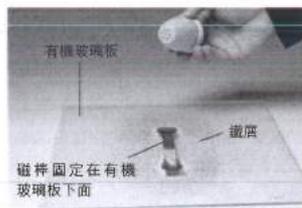


圖 a

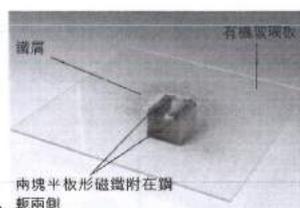
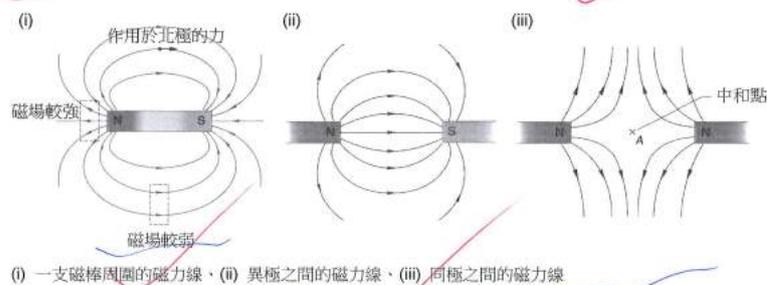


圖 b

結果及討論

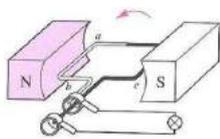
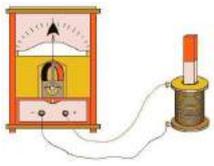
- 鐵屑 能（能／不能）顯示磁場的方向。
- 在平板形磁鐵的實驗中，鐵屑在有機玻璃板上是「站立」而非平躺，顯示磁場是 立體 的。

3 我們可以畫一組 曲線 來表示磁場，它們在磁石外由 N 極指向 S 極。這些線段的方向便是作用於指南針北極的 方向（圖 4b）。



(i) 一支磁棒周圍的磁力線、(ii) 異極之間的磁力線、(iii) 同極之間的磁力線

圖 4b



- 4 磁力線的密度表示磁場的 強弱 (圖 4b(i))。
- 5 在圖 4b(iii)中的一點，兩極的磁場互相抵銷，這點稱為 中性 點。
- 6 在圖 4c 中繪出平板形磁鐵的磁場圖形。

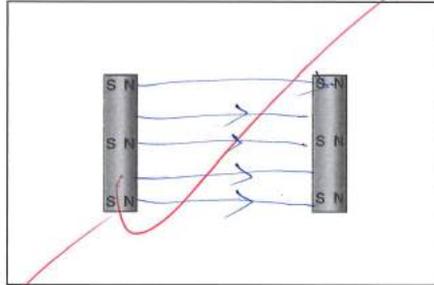


圖 4c

- 7 磁針靜止時北極 可用來顯示出磁力線的方向 (圖 4d)。



圖 4d

- 8 指南針磁針的北極指向 南 方 (圖 4e)，即地球這巨型「磁棒」的南極實際上在北方。地球這巨型「磁棒」與自轉軸成 11.5° 角 (圖 4f)。



圖 4e

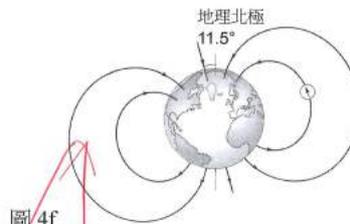
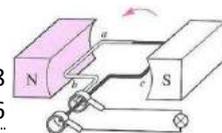
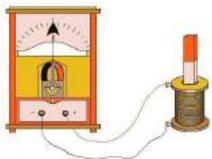


圖 4f



例題 2

p.155 例題 2

圖 a 中兩支磁棒並排放置。

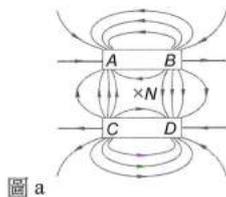


圖 a

- (a) 試找出 A 至 D 所屬的極。
- (b) 試簡單解釋出現中和點 N 的原因。

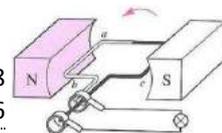
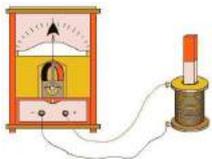
- (a) A : S
- B : N
- C : N
- D : S

(b) 在 N 點，兩個北極和兩個南極的磁場互相 抵消。因此，在那處的磁場是

中和點

進度評估 1 (p.156)

A



1

Ext 6 輸電

6.1 交流電

詞彙

- 峰值 (peak value)
- 有效值 (effective value)
- 方均根值 (root-mean-square value / r.m.s. value)

實驗 6a 小型交流發電機產生的電動勢和電流

p.254

目的

研究小型交流發電機產生的電動勢。

裝置

轉動交流發電機，令電燈亮起。把發電機連接中心零位毫安培計（圖 a），再次轉動發電機，留意安培計指針怎樣偏轉。把發電機連接示波器（圖 b），然後穩定地轉動發電機，留意示波器上顯示的波形。

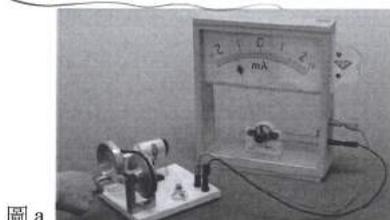


圖 a

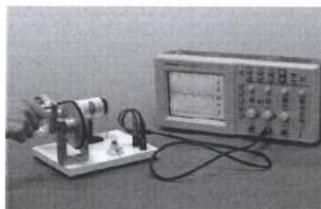
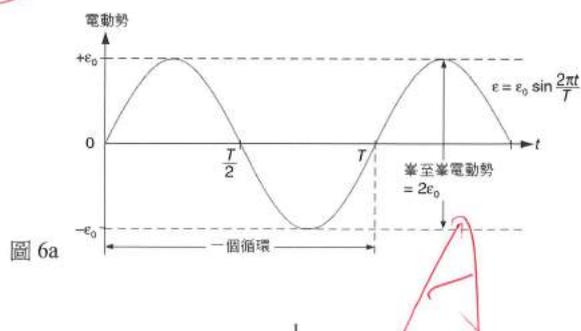
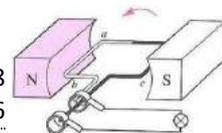
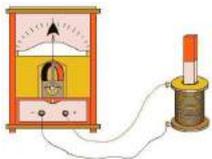


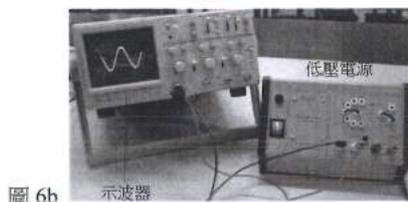
圖 b

- 1 從圖 6a 可見，由簡單交流發電機所產生的電流和電動勢，兩者的 大小 和 方向 會週期性地改變。

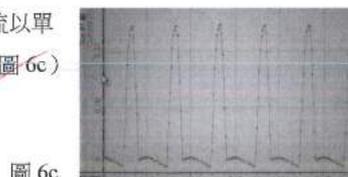




- 2 圖 6b 的示波器顯示低壓電源輸出的 整個 交流電壓，低壓電流以交流市電操作。



- 3 交流電通過二極管時，由於二極管只容許電流以單向流動，結果只能讓 半 個循環的電流（圖 6c）通過。



- 4 讓穩定或固定的 直流電流 通過示波器時，會得出一條橫線（圖 6d）。



進度評估 1 (p.257)

實驗 6b 交流電壓及電流的有效值

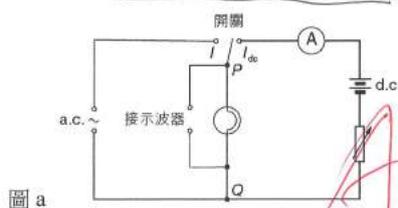
p.257

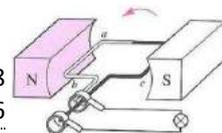
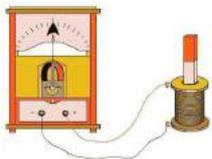
目的

量度交流電的有效值。

裝置

如圖 a 所示連接電路。把開關接往交流電源，在燈泡上施以正弦交流電壓。留意示波器上電壓的峯至峯值。把開關接往直流電源，調節可變電阻，使燈泡的亮度與連接交流電源時相等。從示波器讀出直流電壓，從安培計讀出電流 I_{dc} 。





- 5 實驗 6b 顯示，選用合適的穩定直流電時，燈泡的亮度與使用交流電時相同。交流電提供燈泡的平均功率與直流電相同。

在相同的電阻器上，如果交流電和穩定直流電在相同時距內產生的熱效應相同，那麼交流電的有效值便等於直流電的量值。

- 6 交流電的有效值能以數學方式找出。
交流電 I 令電阻值為 R 的燈泡亮着，

$$P = I^2 R \quad \dots\dots\dots (1)$$

由於 R 是常數，所以交流電的平均功率 \bar{P} 可以寫成

$$\bar{P} = \bar{I}^2 R \quad \dots\dots\dots (2)$$

改用直流電源時，穩定的電流 I_{dc} 能令燈泡出現相同的熱效應（以亮度來表達）。

$$P_{dc} = I_{dc}^2 R \quad \dots\dots\dots (3)$$

如果交流電和直流電產生相同的熱效應，

$$\begin{aligned} P_{dc} &= I_{dc}^2 R \\ \Rightarrow I_{dc} &= \sqrt{\bar{P}} \quad \dots\dots\dots (4) \end{aligned}$$

$\sqrt{\bar{I}^2}$ 稱為方均根值，符號是 I_{rms} 。

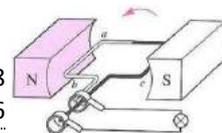
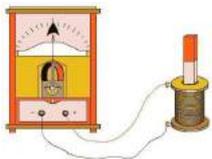
交流電的有效值就是電流的方均根值。
$$I_{rms} = \sqrt{\bar{I}^2} = \sqrt{\bar{I}^2 \text{ 的平均值}}$$

同樣地，電壓有效值的符號是 V_{rms} 。

因此，交流電路的平均功率 \bar{P} 可利用 I_{rms} 、 V_{rms} 和 R 來表達：

$$\bar{P} = I_{rms}^2 R = \frac{V_{rms}^2}{R} = \dots V_{rms} I_{rms} \dots \quad (5)$$

A_H



例題 1

p.259 例題 2

電阻值為 $3\ \Omega$ 的電阻器與交流電源連接，圖 a 顯示交流電隨時間的改變。求交流電流的有效值和平均功率。

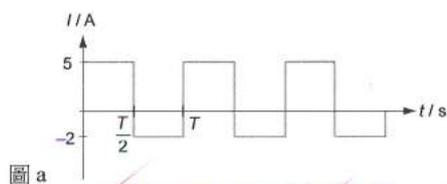


圖 a

$$I_{rms} = \sqrt{\overline{I^2}} = \sqrt{\frac{5^2 + (-2)^2}{2}} = \sqrt{\frac{29}{2}}\text{ A}$$

$$P = I_{rms}^2 \cdot R = \frac{29}{2} \times 3 = \frac{87}{2}\text{ W}$$

進度評估 2 (p.259)

7 對於正弦交流電， V 和 I 的瞬時數值隨 t 的變化如下（圖 6e）：

$V = \frac{V_0}{\sqrt{2}} \sin \omega t$ (6)

$I = \frac{I_0}{\sqrt{2}} \sin \omega t$ (7)

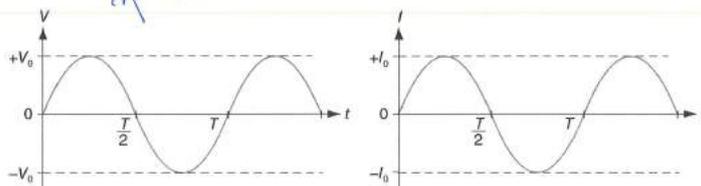
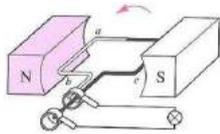
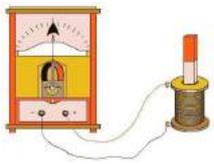


圖 6e

從 (1) 及 (7)，可用最大功率 P_0 表達電阻器的瞬時功率 P ：

$P = I^2 R = I_0^2 \sin^2 \omega t$

$P = \dots \dots \dots$ (8)



七、學生筆記

設 AN 长为 x
 則有 $Fl = \frac{B}{x} \Rightarrow x = \frac{Fl}{B}$
 $\therefore F = BIl = \frac{B^2 l^2}{Fl}$

结论 12.10

一、试判断图 3.5-7 所示的带电粒子刚进入磁场时所受的洛伦兹力的方向

二、电子速率 $v = 3.0 \times 10^6 \text{ m/s}$, 沿垂直于磁场的方向射入 $B = 0.1 \text{ T}$ 的匀强磁场中, 它受到的洛伦兹力是多大?

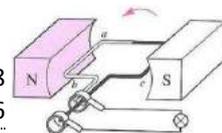
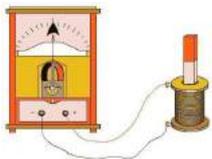
$$F_{\text{洛}} = qvB = 1.6 \times 10^{-19} \times 3.0 \times 10^6 \times 0.1 = 4.8 \times 10^{-14} \text{ N}$$

三、在图 3.5-8 所示的平行板中, 电场强度 E 和磁感应强度互相垂直, 具有不同水平速度的带电粒子射入后发生偏转的情况不同, 这种装置能把具有某一特定速度的粒子选择出来, 所以叫速度选择器, 试证明带电粒子具有速度 $v = \frac{E}{B}$ 时, 才能沿着图中虚线恰好通过这个速度选择器。

\therefore 此电荷是正电荷 电场强度向下
 \therefore 所受静电力向上
 根据左手定则判定 \downarrow 页

图 3.5-8 速度选择器

學生筆記 1



$P_{20.1}$ $a = R_1, R_2$ 設通過其電流為 I
 $U = IR_1, U = I(R_1 + R_2)$
 $\frac{U_1}{U} = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$

$P_{20.2}$ a 設及路電阻: R_1 滑動變阻器下部為 R_2 且路端電壓為 U_{cd}
 R_2 與 R_1 後再與 $(R - R_2)$ 串聯
 $U_{cd} = \frac{R_2}{R_1 + R_2 + (R - R_2)} U = \frac{R_2}{R_1 + R} U$
 $\therefore R_2 = 0$ 時, $U_{cd} = 0, R_2 = R$ 時, $U_{cd} = U \therefore U_{cd}$ 可取以 0 至 U 的任意值
 解: 可能發生: 电压表內阻與 R_1, R_2 相比不是顯然大
 电压表串接在 R_1 兩端時, 并联電阻 $< R_1$
 并联後分得的电压小於 R_1, R_2 直接串接分得电压, 同理, 当电压表并联在 R_2 兩端時
 分得电压 $< R_2$ 直接串接分得电压, 所以兩次讀書之和小於总电压

$P_{30.2}$ a 解: $2P = \frac{U^2}{R_1}$
 接通 S 時, R_2 短路, 電阻只有 R_1 , 功率增大, 加熱狀態
 斷開 S 時, 電路中 R_1, R_2 兩電阻, 功率減小, 保溫狀態
 $2) P_{加熱} = \frac{U^2}{R_1}$
 $P_{保溫} = IR^2 = (\frac{U}{R_1 + R_2})^2 R_1$
 由題意得, $2P_{保溫} = P_{加熱} \therefore 2 \frac{U^2 R_1}{(R_1 + R_2)^2} = \frac{U^2}{R_1}$
 $2R_1^2 = (R_1 + R_2)^2$
 $\sqrt{2} R_1 = R_1 + R_2 \therefore R_2 = (\sqrt{2} - 1) R_1$

學生筆記 2