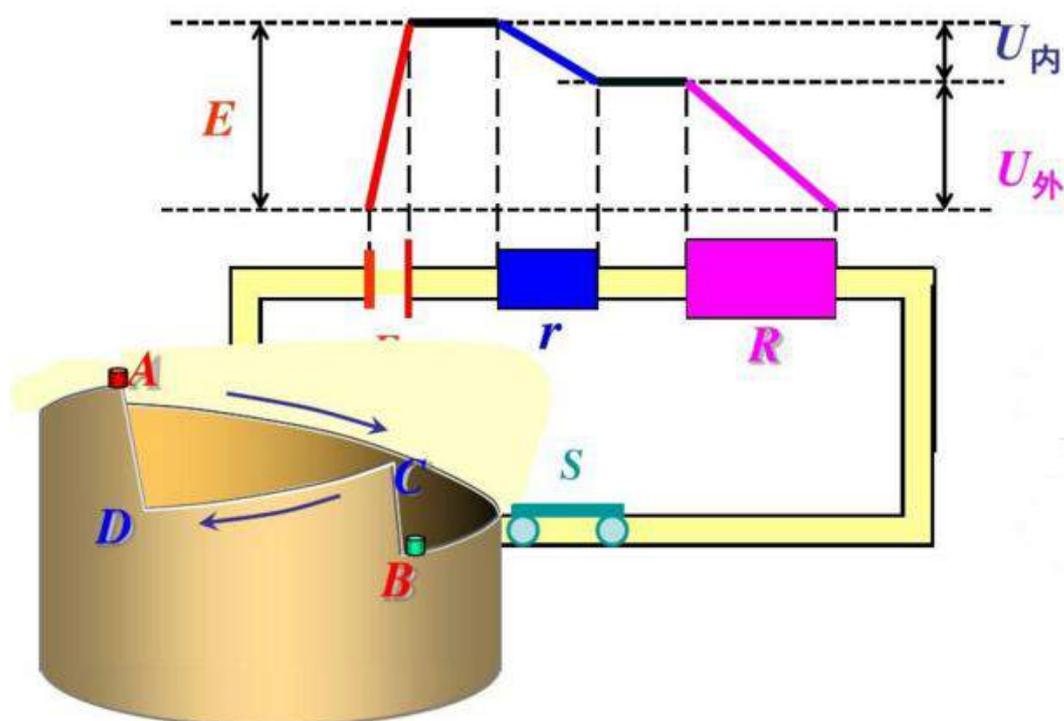


2017 / 2018 學年教學設計獎勵計劃

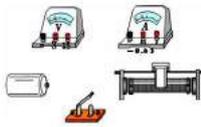
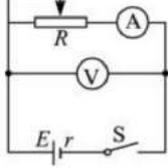


題目：閉合電路歐姆定律及實驗

參選編號：C053

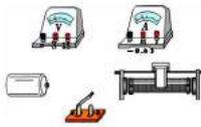
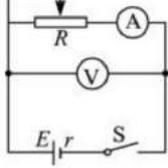
科目：高中物理

適合年級：高二

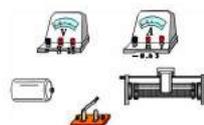
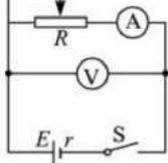


目次

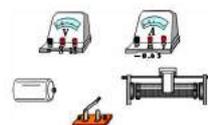
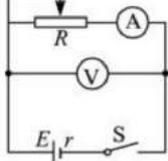
簡介.....	v
教學進度表.....	vii
壹、教學計劃內容簡介.....	1
一、設計動機.....	1
二、教案內容簡介.....	1
三、同級同科集體備課記錄.....	3
四、課題與高中教育階段自然科學基本學力要求對應情況.....	8
4.1 高中自然科學基本學力要求與知識、情意、技能目標對應情況.....	8
4.2 課題中與高中自然科學基本學力要求對應的教學內容.....	10
五、設計創意和特色.....	11
5.1 注重理論與生活實際相結合.....	11
5.2 分組合作學習，師生參與.....	11
5.3 “五位一體”遞進式 STEAM 教學模式，思考及解決生活問題.....	11
5.4 教學資源豐富，形式多樣.....	12
貳、教案設計.....	13
第一課：§2.7 閉合電路的歐姆定律（3 課時）.....	13
一、課前自主預習學案.....	13
1.1 閉合電路的歐姆定律.....	13
1.2 路端電壓與負載的關係.....	14
二、新課教學：§2.7 閉合電路的歐姆定律（第一課時）.....	15
2.1 教學三維目標.....	15
2.2 教學重點、難點.....	15
2.3 教學用具.....	15
2.4 教學過程.....	16
2.5 板書設計.....	23
三、新課教學：§2.7 閉合電路的歐姆定律（第二課時）.....	24
四、重點探究：§2.7 閉合電路的歐姆定律（第三課時）.....	35
4.1 知識點一：閉合電路的歐姆定律.....	35
4.2 知識點二：路端電壓與負載(外電阻)的關係.....	40
四、課時對點練.....	46
五、達標檢測.....	52
5.1 基礎達標.....	52
5.2 提高檢測.....	53



5.3 參考答案.....	54
第二課：§2.8 多用電錶的原理（2 課時）.....	57
一、課前自主預習學案.....	57
1.1 歐姆表.....	57
1.2 多用電表.....	58
二、新課教學：§2.8 多用電錶的原理（第一課時）.....	59
2.1 教學三維目標.....	59
2.2 教學重點、難點.....	59
2.3 教學過程.....	59
2.4 板書設計.....	62
三、重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）.....	63
3.1 知識點一：歐姆表.....	63
3.2 知識點二：多用電錶及其應用.....	68
四、課時對點練.....	76
五、達標檢測.....	81
5.1 基礎達標.....	81
5.2 提高檢測.....	82
5.3 參考答案.....	84
第三課：§2.9 實驗：練習使用多用電錶（2 課時）.....	86
一、課前自主預習學案.....	86
二、新課教學：§2.9 實驗：練習使用多用電錶（第一課時）.....	88
2.1 教學三維目標.....	88
2.2 教學重點、難點.....	88
2.3 教學用具.....	89
2.4 教學過程.....	89
2.5 板書設計.....	93
三、重點探究：§2.9 實驗：練習使用多用電錶（第二課時）.....	94
3.1 知識點一：多用電錶測電流、電壓和電阻的實驗操作.....	94
3.2 知識點二：多用電錶的讀數.....	96
四、課時對點練.....	97
五、達標檢測.....	103
5.1 基礎達標.....	103
5.2 提高檢測.....	104
5.3 參考答案.....	106
第四課：§2.10 實驗：測定電池的電動勢和內阻（2 課時）.....	108
一、課前自主預習學案.....	108

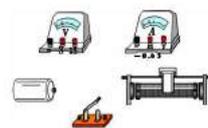
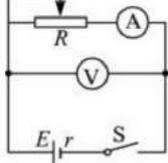


二、新課教學：§2.10 實驗：測定電池的電動勢和內阻（第一課時）	110
2.1 教學三維目標.....	110
2.2 教學重點、難點.....	111
2.3 教學過程.....	111
2.4 板書設計.....	114
三、重點探究：§2.10 實驗：測定電池的電動勢和內阻（第二課時）	115
3.1 知識點一：實驗探究.....	115
3.2 知識點二：實驗疑難.....	117
3.3 知識點三：典例導悟.....	120
四、課時對點練.....	124
五、達標檢測.....	128
5.1 基礎達標.....	128
5.2 提高檢測.....	129
5.3 參考答案.....	131
第五課：綜合複習（2 課時）.....	133
綜合複習一：閉合電路的歐姆定律（第一課時）.....	133
1.1 要點一：閉合電路的歐姆定律.....	133
1.2 要點二：路端電壓與負載的關係.....	133
1.3 要點三：閉合電路的動態分析.....	134
1.4 要點四：閉合電路的功率.....	136
1.5 要點五：含電容器電路的分析與計算方法.....	138
1.6 典例精析.....	139
綜合複習二：多用電錶的原理（第二課時）.....	141
2.1 要點一：歐姆表.....	141
2.2 要點二：多用電表.....	142
2.3 典例精析.....	143
參、試教評估與反思建議.....	148
3.1 試教評估.....	148
3.1.1 教學設計.....	148
3.1.2 教學活動.....	149
3.1.3 教學評量.....	149
3.2 反思建議.....	150
3.2.1 第一課：§2.7 閉合電路的歐姆定律.....	150
3.2.1.1 教學目標設計依據：(教材分析、學生分析和設計理念).....	150
3.2.1.1 教學檢討：(教學設計、教學活動、教學評量 and 自我反思).....	151
3.2.2 第二課：§2.8 多用電錶的原理.....	153



3.2.3 第三課：§2.9 實驗：練習使用多用電錶.....	153
3.2.4 第四課：§2.10 實驗：測定電池的電動勢和內阻.....	153
肆、參考文獻.....	154
附錄：教學資源.....	155
一、教學多媒體課件:詳見電子資料文檔.....	155
第一課：第一課：§2.7 閉合電路的歐姆定律.....	155
1.新課教學：§2.7 閉合電路的歐姆定律（第一課時）.....	155
2.新課教學：§2.7 閉合電路的歐姆定律（第二課時）.....	156
3.重點探究：§2.7 閉合電路的歐姆定律（第三課時）.....	157
第二課：§2.8 多用電錶的原理.....	158
1.新課教學：§2.8 多用電錶的原理（第一課時）.....	158
2.重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）.....	159
第三課：§2.9 實驗：練習使用多用電錶.....	160
1.新課教學：§§2.9 實驗：練習使用多用電錶（第一課時）.....	160
2.重點探究：§2.9 實驗：練習使用多用電錶（第二課時）.....	161
第四課：§2.10 實驗：測定電池的電動勢和內阻.....	162
1.新課教學：§2.10 實驗：測定電池的電動勢和內阻（第一課時）.....	162
2.重點探究：§2.10 實驗：測定電池的電動勢和內阻（第二課時）.....	163
二、工作紙:詳見電子資料文檔.....	164
三、教學活動及學生參與課堂教學圖片.....	165
1.教學活動圖片.....	165
2.學生參與課堂教學圖片.....	168
四、教材圖片.....	171
1.人教版物理選修 3-1.....	171
2.牛津大學出版社《新高中生活與物理》4.....	173
五、教具圖片.....	176
六、實驗工作紙.....	178
七、學生作業.....	182

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，取得了預期的效果。

本次課程圍繞“閉合電路歐姆定律及實驗”這個課題，具體上課課節有：

第一課：§2.7 閉合電路的歐姆定律（3 課時）

二、新課教學：§2.7 閉合電路的歐姆定律（第一課時）

三、新課教學：§2.7 閉合電路的歐姆定律（第二課時）

四、重點探究：§2.7 閉合電路的歐姆定律（第三課時）

第二課：§2.8 多用電錶的原理（2 課時）

二、新課教學：§2.8 多用電錶的原理（第一課時）

三、重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

第三課：§2.9 實驗：練習使用多用電錶（2 課時）

二、新課教學：§2.9 實驗：練習使用多用電錶（第一課時）

三、重點探究：§2.9 實驗：練習使用多用電錶（第二課時）

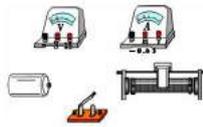
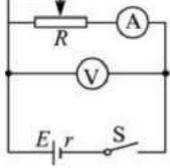
第四課：§2.10 實驗：測定電池的電動勢和內阻（2 課時）

二、新課教學：§2.10 實驗：測定電池的電動勢和內阻（第一課時）

三、重點探究：§2.10 實驗：測定電池的電動勢和內阻（第二課時）

第五課：綜合複習（2 課時）

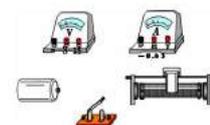
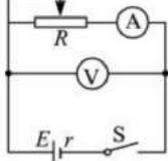
綜合複習一：閉合電路的歐姆定律（第一課時）



綜合複習二：多用電錶的原理（第二課時）

堅持學生為教學中心，嘗試利用採用翻轉課堂教學模式，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，使學生親身感受“歐姆定律、多用電錶”在生活中的運用，從而更加明白物理學習的重要性。

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、課時對點練、達標檢測”“五位一體”遞進式教學模式，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”“測定電池組的電動勢和內電阻”“電錶的改裝”“多用電錶的使用”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

教學對象：高中二年級學生

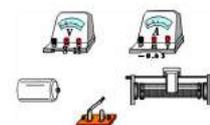
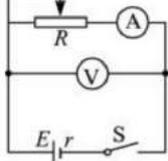
授課科目：高中物理（理科班）

選用教材：牛津大學出版社《新高中生活與物理》、人教版物理對應部分及校本教材。

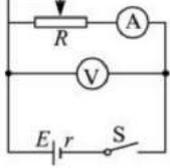
教學章節：第四冊第二章《恆定電流》：閉合電路歐姆定律及實驗

教學用時：共 11 節，440 分鐘。

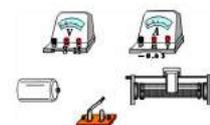
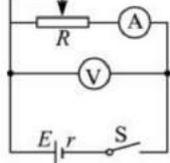
教學主題	教學內容	教學過程	教學用時	施教日期
閉合電路 歐姆定律 及實驗	§2.7 閉合 電路的歐 姆定律 (3 課 時)	課前自主預習學案	學生課餘自主 完成	2017 年 11 月 01 日前 導學案
		新課教學： §2.7 閉合電路的歐姆定律 (第一、二課時)	2 課時 (80mins)	2017 年 11 月 01 日 2017 年 11 月 03 日
		重點探究： §2.7 閉合電路的歐姆定律 (第三課時)	1 課時 (40mins)	2017 年 11 月 06 日
		課時對點練	學生課餘自主 完成	2017 年 11 月 06 日 同步練習
		達標檢測	學生課餘自主 完成	2017 年 11 月 06 日後 家庭作業
	§2.8 多用 電錶的原 理 (2 課	課前自主預習學案	學生課餘自主 完成	2017 年 11 月 08 日前 導學案



時)	新課教學： §2.8 多用電錶的原理 (第一課時)	1 課時 (40mins)	2017 年 11 月 08 日
	重點探究： §2.8 多用電錶的原理 (第二課時)	1 課時 (40mins)	2017 年 11 月 08 日
	課時對點練	學生課餘自主 完成	2017 年 11 月 08 日同 步練習
	達標檢測	學生課餘自主 完成	2017 年 11 月 08 日後 家庭作業
§2.9 實 驗：練習 使用多用 電錶 (2 課時)	課前自主預習學案	學生課餘自主 完成	2017 年 11 月 10 日前 導學案
	新課教學： §2.9 實驗：練習使用多用電錶 (第一課時)	1 課時 (40mins)	2017 年 11 月 10 日
	重點探究： §2.9 實驗：練習使用多用電錶 (第二課時)	1 課時 (40mins)	2017 年 11 月 13 日
	課時對點練	學生課餘自主 完成	2017 年 11 月 13 日日 同步練習
	達標檢測	學生課餘自主 完成	2017 年 11 月 13 日後 家庭作業
§2.10 實 驗：測定 電池的電 動勢和內 阻 (2 課 時)	課前自主預習學案	學生課餘自主 完成	2017 年 11 月 15 日前 導學案
	新課教學： §2.10 實驗：測定電池的電動 勢和內阻 (第一課時)	1 課時 (40mins)	2017 年 11 月 15 日



		重點探究： §2.10 實驗：測定電池的電動 勢和內阻 (第二課時)	1 課時 (40mins)	2017 年 11 月 15 日
		課時對點練	學生課餘自主 完成	2017 年 11 月 15 日同 步練習
		達標檢測	學生課餘自主 完成	2017 年 11 月 15 日後 家庭作業
綜合複習	綜合複習 (2 課 時)	綜合複習一：閉合電路的歐姆 定律 (第一課時)	1 課時 (40mins)	2017 年 11 月 17 日
		綜合複習二：多用電錶的原理 (第二課時)	1 課時 (40mins)	2017 年 11 月 17 日



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。

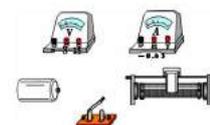
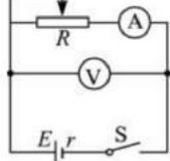
(2) 恆定電路在高中電學中的重要位置，學好閉合電路歐姆定律及實驗，對電學學習有非常重要的意義。

(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。

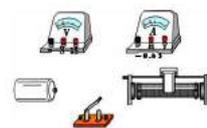
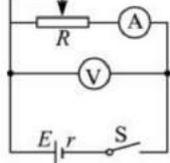
以上三個基本原因，設計本教學設計，目的是提高學生學習物理課程的成就感和學習興趣，設計出一套切合澳門現況、操作性強的教案，增加學生物理科學素養，推動澳門基礎教育發展。

二、教案內容簡介

主題名稱	閉合電路歐姆定律及實驗	教學時數	11 節，440 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>第一課：§2.7 閉合電路的歐姆定律（3 課時） 新課教學：§2.7 閉合電路的歐姆定律（第一課時） 新課教學：§2.7 閉合電路的歐姆定律（第二課時） 重點探究：§2.7 閉合電路的歐姆定律（第三課時）</p> <p>第二課：§2.8 多用電錶的原理（2 課時） 新課教學：§2.8 多用電錶的原理（第一課時） 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）</p> <p>第三課：§2.9 實驗：練習使用多用電錶（2 課時） 新課教學：§2.9 實驗：練習使用多用電錶（第一課時） 重點探究：§2.9 實驗：練習使用多用電錶（第二課時）</p> <p>第四課：§2.10 實驗：測定電池的電動勢和內阻（2 課時） 新課教學：§2.10 實驗：測定電池的電動勢和內阻（第一課時） 重點探究：§2.10 實驗：測定電池的電動勢和內阻（第二課時）</p>		

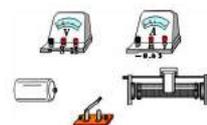
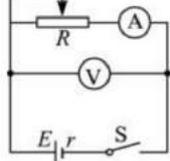


	<p>第五課：綜合複習（2 課時）</p> <p>綜合複習一：閉合電路的歐姆定律（第一課時）</p> <p>綜合複習二：多用電錶的原理（第二課時）</p> <p>STEAM 教學：</p> <p>電流錶的內外接法、電流錶的改裝、電壓錶的改裝、測定電池組的電動勢和內電阻。</p>
<p>教學準備</p>	<p>牛津大學出版社《新高中生活與物理》第 4 冊、人教版教材、校本教材</p> <p>筆記本電腦、多媒體教室。</p> <p>由於整個教學單元以教學 PPT 為主軸，因此基本上電腦及投影設備是必需的準備；另外每一節課堂都有特別的活動讓同學更加深所學習內容；因此各有不同的教學工具需要準備，可參考教案設計中備注的一項。</p>



三、同級同科集體備課記錄

學科名稱	物理科		年 級	S5 (第一段第四次)	
課題內容	恆定電流		備課時間	2017.10.10 上午 09:00 至 10:00	
地 點	4 樓教員室	主持人	C053	記錄人	C053
出席者	C053 及其科組同事				
備課內容(含單元/課之具體教學目標、基本學力要求、重點、難點、結合閱讀教學)討論情況					
<p>第 4 冊第二章 電路</p> <p>2.1 電源和電流</p> <p>2.2 電動勢</p> <p>2.3 歐姆定律</p> <p>2.4 串聯電路與並聯電路</p> <p>2.5 焦耳定律</p> <p>2.6 導體的電阻</p> <p>2.7 閉合電路的歐姆定律</p> <p>2.8 多用電錶的原理</p> <p>2.9 實驗：練習使用多用電錶</p> <p>2.10 實驗：測定電池的電動勢和內阻</p> <p>一、教學目標</p> <p>● A 知識目標</p> <p>A-1 能夠推導出閉合電路歐姆定律及其公式，知道電源的電動勢等於內、外電路上電勢降落之和。(基力 A-8)</p> <p>A-2 理解路端電壓與負載的關係，知道這種關係的公式表達和圖線表達，並能用來分析、計算有關問題。(基力 A-8)</p> <p>A-3 掌握電源斷路和短路兩種特殊情況下的特點。(基力 A-8)</p> <p>A-4 知道電源的電動勢等於電源沒有接入電路時兩極間的電壓。(基力 A-8)</p> <p>A-5 熟練應用閉合電路歐姆定律解決有關的電路問題。(基力 A-8)</p> <p>A-6 理解閉合電路的功率運算式，知道閉合電路中能量的轉化。(基力 A-8)</p> <p>A-7 能利用閉合電路歐姆定律方法測量電阻的阻值。(基力 A-8)</p> <p>A-8 掌握歐姆表的原理，知道多用電表的原理。(基力 A-8)</p> <p>A-9 瞭解多用電表的外部結構和歐姆擋的原理。(基力 A-8)</p> <p>A-10 通過在實驗探究中學會操作和使用多用電表，知道多用電表的使用規</p>					



則及使用的注意事項。(基力 A-8)

A-11 學會應用多用電表測量電壓、電流和電阻。(基力 A-8)

A-12 理解閉合電路歐姆定律內容。(基力 A-8)

A-13 理解測定電源的電動勢和內阻的基本原理，體驗測定電源的電動勢和內阻的探究過程。(基力 A-7)

● B 情意目標

B-1 通過本節課教學，加強對學生科學素質的培養，通過探究物理規律培養學生的創新精神和實踐能力。(基力 A-8)

B-2 培養學生熱愛科學，探究物理的興趣。

B-3 培養學生合作、探究、勇於創新的精神。

B-4 運用多用電表進行一定的探究活動，提高學生應用物理知識解決實際問題的能力。(基力 A-8)

B-5 使學生理解和掌握運用實驗手段處理物理問題的基本程式和技能，具備敢於質疑的習慣、嚴謹求實的態度和不斷求索的精神，培養學生觀察能力、思維能力和操作能力，提高學生對物理學習的動機和興趣。(基力 A-7)

● C 技能目標

C-1 通過演示路端電壓與負載的關係實驗，培養學生利用“實驗研究，得出結論”的探究物理規律的科學思路和方法。(基力 A-8)

C-2 通過利用閉合電路歐姆定律解決一些簡單的實際問題，培養學生運用物理知識解決實際問題的能力。(基力 A-7)

C-3 通過對歐姆表原理的分析，提高學生綜合應用知識解決問題的能力。(基力 A-8)

C-4 通過探究、合作，培養學生的創造性思維，提高表達、交流能力。(基力 A-8)

C-5 通過對歐姆表原理的分析，提高學生綜合應用知識解決問題的能力。(基力 A-8)

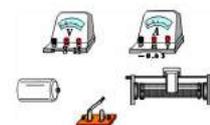
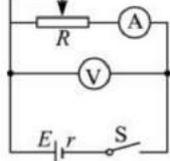
C-6 通過應用多用電表測量電阻和電壓，培養學生的動手實踐能力。(基力 A-8)

C-7 體驗實驗研究中獲取數據、分析數據、尋找規律的科學思維方法。(基力 A-8)

C-8 學會利用圖線處理數據的方法。(基力 A-9)

C-9 用解析法和圖象法求解電動勢和內阻。(基力 A-9)

C-10 使學生掌握利用儀器測量電池電動勢和內電阻的方法，並通過設計電路和選擇儀器，開闊思路，激發興趣。(基力 A-8)



二、重點及難點：

- 知道電流的定義及其量度方法。
- 掌握電路中的能量變化。
- 掌握電壓、電勢差及電動勢之間的差異。
- 能量度簡單電路的電壓。
- 掌握電阻的定義、歐姆定律($V=IR$)、影響電阻值的因素。
- 掌握串聯電路中電流、電壓及等效電阻的計算。

$$V=V_1+V_2+V_3+\dots\dots\dots$$

$$I=I_1=I_2=I_3=\dots\dots\dots$$

$$R=R_1+R_2+R_3+\dots\dots\dots$$

- 掌握並聯電路中電流、電壓及等效電阻的計算。

$$V=V_1=V_2=V_3=\dots\dots\dots$$

$$I=I_1+I_2+I_3+\dots\dots\dots$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots\dots\dots$$

- 掌握何謂短路並如何避免短路。
- 安培計、伏特計及電源的內阻對測量結果的影響。(基力 A-7)

三、對應學力要求

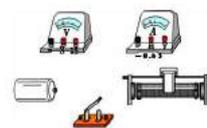
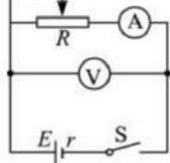
A-7 嘗試評估所獲資訊和觀測結果的質量，並明辨影響質量和可靠性的因素。

A-8 初步學會憑藉直接證據和間接證據推演出正確結論。

B-1 初步瞭解科學與技術的區別和聯繫。

四、英文成分

- 安培 = ampere
- 安培計 = ammeter
- 電壓 = voltage
- 伏特 = volt
- 電動勢 = electromotive force
- 伏特計 = voltmeter
- 串聯 = in series
- 並聯 = in parallel
- 變阻器 = rheostat
- 歐姆定律 = ohm's law
- 半導體 = semiconductor
- 電阻率 = resistivity



● 電阻器 = resistor

五、教學注意內容

- 1.本節內容屬於電學基礎知識，是電路的入門知識。電學內容相對比較抽象，是學習的難點，過去是放在力學學習之後。但是“新課標”強調知識與技能的同時，特別宣導過程與方法的學習，並關注情感態度與價值觀的培養，使培養目標上走向多元化。因此教材從學生興趣、認識規律和探究的方便出發，不過分強調學科自身邏輯的體系和概念規律的嚴密性，對八年級學生來講是能夠接受的。對於中學生來說，盡可能多地聯繫生活實際，使學生充分感受到，這些知識跟生活很貼近，從而激發學生學習物理的興趣和願望，使學生認識到電是可操作的，並產生進一步探究其奧秘的興趣。“電流和電路”的基本概念是本章的核心。
- 2.中學生認識事物的特點是：從具體形象思維向抽象邏輯思維過渡，但思維還常常與感性經驗直接相聯繫，仍需具體形象的來支持，教學中應予重視。雖然“電”不是陌生的東西，但是它卻讓人感到神秘，學生的認識是比較膚淺的，不完整的，沒有上升到理性認識，沒有形成科學的體系，需要教師的說明。
- 3.電路的連接是電學實驗中必須具備的基本技能，但初中生還沒有真正地組裝過電路；電路圖看似簡單，但比較抽象；這都給教學帶來一定的困難。可以通過連接電路的操作性練習來認識電路，可以通過其他間接手段來認識電流，並設定情境讓學生在練的過程中“悟”。

六、過往的反思經驗

- 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.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。

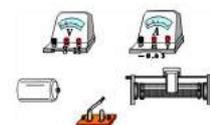
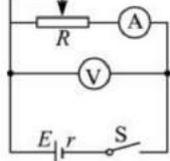
七、其他安排

生命教育：

結合“計算串並電阻器的等效電阻”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。

結合閱讀教學：

伽伐尼與伏特的爭論、伏特電池、電池組、萬用電錶、超導體、聖誕燈飾。



課堂練習：P.51 評估(1-2)、P.53 評估(1-4)，P.60 評估(1-5)
P.64 評估(1-2)， P.69 評估(1-3)，P.74 評估(1-2)，P.82 評估(1-4)
P.91 評估(1-4)，P.93 評估(1)。

功 課：P.18 習題(5,9)，P.27 習題(3)，P.37 習題(3,4，5)，
工作紙 6 版。

出席者簽名：

科組長簽署：

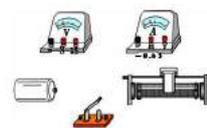
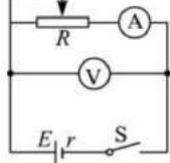
年 月 日

教務主任/副主任簽署：

年 月 日

校長簽署：

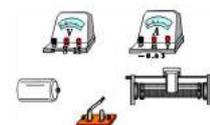
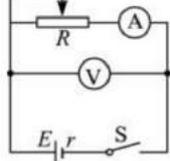
年 月 日



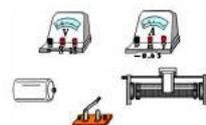
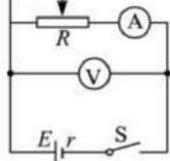
四、課題與高中教育階段自然科學基本學力要求對應情況

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

與本課題相關的高中自然科學基本學力要求			
<p>A-7 嘗試評估所獲資訊和觀測結果的品質，並明辨影響品質和可靠性的因素。</p> <p>A-8 初步學會憑藉直接證據和間接證據推演出正確結論。</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>			
A 知識目標	B 情意目標	C 技能目標	D 生命教育能力指標
<p>A-1 能夠推導出閉合電路歐姆定律及其公式，知道電源的電動勢等於內、外電路上電勢降落之和。（基力 A-8）</p> <p>A-2 理解路端電壓與負載的關係，知道這種關係的公式表達和圖線表達，並能用來分析、計算有關問題。（基力 A-8）</p> <p>A-3 掌握電源斷路和短路兩種特殊情況下的特點。（基力 A-8）</p> <p>A-4 知道電源的電動勢等於電源沒有接入電路時兩極間的電壓。（基力 A-8）</p> <p>A-5 熟練應用閉合電路歐姆定律解決有關的電路問題。</p>	<p>B-1 通過本節課教學，加強對學生科學素質的培養，通過探究物理規律培養學生的創新精神和實踐能力。（基力 A-8）</p> <p>B-2 培養學生熱愛科學，探究物理的興趣。</p> <p>B-3 培養學生合作、探究、勇於創新的精神。</p> <p>B-4 運用多用電表進行一定的探究活動，提高學生應用物理知識解決實際問題的能力。（基力 A-8）</p> <p>B-5 使學生理解和掌握運用實驗手段處理物理問題的基本程式和技能，具備敢於質疑的習慣、嚴謹求實的態度和不斷求索的精</p>	<p>C-1 通過演示路端電壓與負載的關係實驗，培養學生利用“實驗研究，得出結論”的探究物理規律的科學思路和方法。（基力 A-8）</p> <p>C-2 通過利用閉合電路歐姆定律解決一些簡單的實際問題，培養學生運用物理知識解決實際問題的能力。（基力 A-7）</p> <p>C-3 通過對歐姆表原理的分析，提高學生綜合應用知識解決問題的能力。（基力 A-8）</p> <p>C-4 通過探究、合作，培養學生的創造性思維，提高表達、交流能力。（基力 A-8）</p> <p>C-5 通過對歐姆表</p>	<p>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。</p>

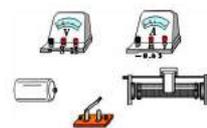
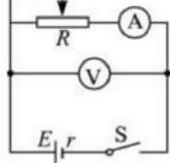


<p>(基力 A-8)</p> <p>A-6 理解閉合電路的功率運算式，知道閉合電路中能量的轉化。(基力 A-8)</p> <p>A-7 能利用閉合電路歐姆定律方法測量電阻的阻值。(基力 A-8)</p> <p>A-8 掌握歐姆表的原理，知道多用電表的原理。(基力 A-8)</p> <p>A-9 瞭解多用電表的外部結構和歐姆擋的原理。(基力 A-8)</p> <p>A-10 通過在實驗探究中學會操作和使用多用電表，知道多用電表的使用規則及使用的注意事項。(基力 A-8)</p> <p>A-11 學會應用多用電表測量電壓、電流和電阻。(基力 A-8)</p> <p>A-12 理解閉合電路歐姆定律內容。(基力 A-8)</p> <p>A-13 理解測定電源的電動勢和內阻的基本原理，體驗測定電源的電動勢和內阻的探究過程。(基力 A-7)</p>	<p>神，培養學生觀察能力、思維能力和操作能力，提高學生對物理學習的動機和興趣。(基力 A-7)</p>	<p>原理的分析，提高學生綜合應用知識解決問題的能力。(基力 A-8)</p> <p>C-6 通過應用多用電表測量電阻和電壓，培養學生的動手實踐能力。(基力 A-8)</p> <p>C-7 體驗實驗研究中獲取數據、分析數據、尋找規律的科學思維方法。(基力 A-8)</p> <p>C-8 學會利用圖線處理數據的方法。(基力 A-9)</p> <p>C-9 用解析法和圖象法求解電動勢和內阻。(基力 A-9)</p> <p>C-10 使學生掌握利用儀器測量電池電動勢和內電阻的方法，並通過設計電路和選擇儀器，開闊思路，激發興趣。(基力 A-8)</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 第4冊		出版社：牛津大學出版社	
用書名稱：校本教材		編寫老師：C053	
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
閉合電路 歐姆定律 及實驗	§2.7 閉合電路的歐姆定律 (3 課時)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 透過引導學生推導閉合電路的歐姆定律，從而達到指標 A-8。 2. 透過講解對給定的電源，E、r 均為定值，外電阻變化時，電路中的電流如何變化，從而達到指標 A-7。 	A-7 嘗試評估所獲資訊和觀測結果的品質，並明辨影響品質和可靠性的因素。
	§2.8 多用電錶的原理 (2 課時)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 透過講解我們已經學習過把電流錶表頭改裝成電壓表和量程較大的電流錶的原理，能利用表頭測電阻嗎？，從而達到指標 A-8。 2. 透過指導學生進行設計（表頭與其他元件進行組合），從而達到指標 A-8。 	A-8 初步學會憑藉直接證據和間接證據推演出正確結論。
	§2.9 實驗：練習使用多用電錶 (2 課時)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 透過講解現在有一個乾電池，要想測出其電動勢和內電阻，你需要什麼儀器，採用什麼樣的電路圖，原理是什麼？，從而達到指標 A-8。 2. 通過從猜想→研究方法→實驗操作等一系列探究過程，使學生經歷探究過程，瞭解科學研究的一般程序，體驗“通過控制變數和對比、分析解決三個變數之間關係和數據處理等的科學研究方法”，從而達到指標 A-9。 	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。



五、設計創意和特色

5.1 注重理論與生活實際相結合

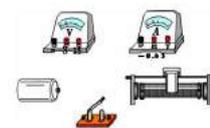
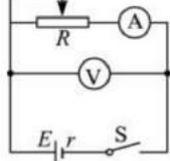
相比傳統的物理課程設計，本課程的設計注重在物理的範疇內滲透知識，做到既學習科學知識又與生活實際相結合、相聯繫。例如：在課程的講解中，我們除了會說到電流錶的內外接法、電流錶的改裝、電壓錶的改裝等，還要講解在具體的電路中我們應該選擇怎樣測定電池組的電動勢和內電阻，從而降低功率損耗；也會講解如何使用萬用電錶測定日常生活中常用的物理量（電壓、電流、電阻）等等，這些知識除了是基本學力裡面要求學生應該掌握的基本知識，對學生今後在日常生活遇到實際問題也有非常大幫助。

5.2 分組合作學習，師生參與

本次課程圍繞“閉合電路歐姆定律及實驗”主體，由於本單元的探究實驗比較多，特別是第7節和第10節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 “五位一體”遞進式 STEAM 教學模式，思考及解決生活問題

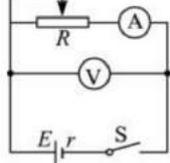
本教學設計將基於專案的學習(Project-based Learning，簡稱 PBL)模式與 STEM 內容結合，促進學生的有效學習。基於此，本教案設計安排了“課前自主預習學案、新課教學、重點探究、課時對點練、達標檢測” “五位一體”遞進式教學模式，在學生知識的建構上遵循“循序漸進、由淺入深”的教學原則，力求讓學生掌握課程目標要求的內容，而在課程的授課過程中滲透 STEAM 教學



理念，透過“小組互動”“自主預習”“測定電池組的電動勢和內電阻”“電錶的改裝”“多用電錶的使用”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，形式多樣

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。安排“課時對點練”同步練習加以鞏固，輔之家庭作業“達標檢測”，讓學生獨立完成，檢驗學習效果。



貳、教案設計

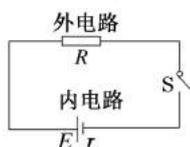
第一課：§2.7 閉合電路的歐姆定律（3 課時）

一、課前自主預習學案

1.1 閉合電路的歐姆定律

1·描述閉合電路的幾個基本物理量

用導線把電源、用電器連接起來就構成了閉合電路，如圖所示。



(1) **內電路**：電源內部的電路叫做內電路，其電阻叫做_____，通常用 r 表示；閉合電路中，通常用 $U_{內}$ 表示 Ir ，它是內電路的電勢降落，即內電路兩端的電壓，稱為_____。

(2) **外電路**：電源兩極之間的外部電路叫做_____，其電阻叫做_____；閉合電路中，通常用 $U_{外}$ 表示 IR ，它是外電路的電勢降落，即外電路兩端的電壓，稱為_____，也常稱為路端電壓，簡單地記為 U 。

(3) **內、外電路的特點**：外電路中電流由電源_____流
向_____，沿電流方向電勢_____；內電路中電流由電源
流向_____，沿電流方向電勢_____。

2·閉合電路的歐姆定律

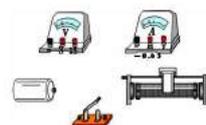
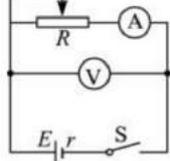
(1) **內容**：閉合電路的電流跟電源的電動勢成_____，跟內、外電路的電阻之和成_____。

(2) **公式**： $I = \frac{E}{R+r}$ ；**適用範圍**：_____電路。

(3) **常用的變形公式及適用範圍**： $E = U_{外} + U_{內}$ 或 $U_{外} = E - Ir$ ；適用範圍：任何閉合電路。

①[判一判]

- 1·電源的兩端可以用導線直接連在一起()
- 2·外電路斷開時，路端電壓就是電源的電動勢()
- 3·用電壓表直接與電源兩極相連，電壓表的示數略小於電源的電動勢()



1.2 路端電壓與負載的關係

1. 路端電壓與外電阻的關係 $U_{\text{外}} = E - U_{\text{內}} = E - \frac{E}{R+r}r$

結論：(1) R 增大 $\rightarrow U_{\text{外}}$ _____。

(2) 外電路斷路時 $U_{\text{外}} = E$ 。

(3) 外電路短路時 $U_{\text{外}} = 0$ 。

2. 路端電壓與電流關係： $U_{\text{外}} = \text{_____}$ 。

[注意] 部分電路歐姆定律的 $U-I$ 圖象與閉合電路歐姆定律的 $U-I$ 圖象比較

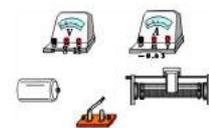
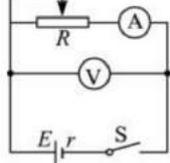
	部分电路欧姆定律	闭合电路欧姆定律
$U-I$ 图象		
研究对象	对某一固定电阻而言, 两端电压与通过电流成正比关系	对电源进行研究, 电源的外电压随电流的变化关系
图象的物理意义	表示导体的性质 $R = \frac{U}{I}$, R 不随 U 与 I 的变化而变化	表示电源的性质, 图线与纵轴的交点表示电动势, 图线斜率的绝对值表示电源的内阻
联系	电源的电动势和内阻是不变的, 正是由于外电阻 R 的变化才会引起外电压 $U_{\text{外}}$ 和总电流 I 的变化	

②[選一選]

一個閉合電路，是由電池供電的，外電路是純電阻時，以下說法正確的是 ()

- A. 當外電阻增大時，路端電壓增大
- B. 當外電阻減小時，路端電壓增大
- C. 當外電阻減小時，電路中的電流減小
- D. 電池的內阻越小，外電阻變化時，路端電壓的變化越大

解析：選 A 根據 $U = E - Ir$ ，當外電阻增大時， I 減小， U 增大，A 正確，B 錯誤；根據 $I = \frac{E}{R+r}$ ，C 錯誤；再根據 $U = E - Ir$ ， $\Delta U = \Delta Ir$ ，故 D 錯誤。



二、新課教學：§2.7 閉合電路的歐姆定律（第一課時）

2.1 教學三維目標

（一）知識與技能

- 1、能夠推導出閉合電路歐姆定律及其公式，知道電源的電動勢等於內、外電路上電勢降落之和。
- 2、理解路端電壓與負載的關係，知道這種關係的公式表達和圖線表達，並能用來分析、計算有關問題。
- 3、掌握電源斷路和短路兩種特殊情況下的特點。知道電源的電動勢等於電源沒有接入電路時兩極間的電壓。
- 4、熟練應用閉合電路歐姆定律解決有關的電路問題。
- 5、理解閉合電路的功率運算式，知道閉合電路中能量的轉化。

（二）過程與方法

- 1、通過演示路端電壓與負載的關係實驗，培養學生利用“實驗研究，得出結論”的探究物理規律的科學思路和方法。
- 2、通過利用閉合電路歐姆定律解決一些簡單的實際問題，培養學生運用物理知識解決實際問題的能力。

（三）情感、態度與價值觀

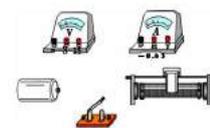
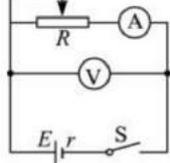
通過本節課教學，加強對學生科學素質的培養，通過探究物理規律培養學生的創新精神和實踐能力。

2.2 教學重點、難點

- 1、推導閉合電路歐姆定律，應用定律進行有關討論。
- 2、路端電壓與負載的關係
- 3、路端電壓與負載的關係

2.3 教學用具

滑動變阻器、電壓表、電流錶、電鍵、導線若干、投影儀、多媒體電腦



2.4 教學過程

(一) 引入新課

教師：前邊我們知道**電源是通過非靜電力做功把其他形式能轉化為電能的裝置**。只有用導線將電源、用電器連成閉合電路，電路中才有電流。那麼電路中的電流大小與哪些因素有關？電源提供的電能是如何在閉合電路中分配的呢？今天我們就學習這方面的知識。

(二) 進行新課

1、閉合電路歐姆定律

教師：（投影）教材圖 2.7-1（如圖所示）

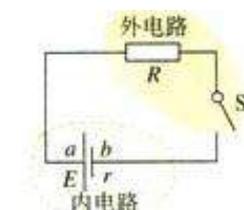


图 2.7-1 闭合电路由内电路和外电路组成

教師：閉合電路是由哪幾部分組成的？

學生：內電路和外電路。

教師：在外電路中，沿電流方向，電勢如何變化？為什麼？

學生：沿電流方向電勢降低。因為正電荷的移動方向就是電流方向，在外電路中，正電荷受靜電力作用，從高電勢向低電勢運動。

教師：在內電路中，沿電流方向，電勢如何變化？為什麼？

學生（代表）：沿電流方向電勢升高。因為電源內部，非靜電力將正電荷從電勢低處移到電勢高處。

教師：這個同學說得確切嗎？

學生討論：如果電源是一節乾電池，在電源的正負極附近存在著化學反應層，反應層中非靜電力（化學作用）把正電荷從電勢低處移到電勢高處，在這兩個反應層中，沿電流方向電勢升高。在正負極之間，電源的內阻中也有電流，沿電流方向電勢降低。

教師：（投影）教材圖 2.7-2（如圖所示）內、外電路的電勢變化。

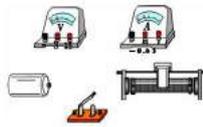
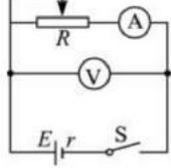


图 2.7-2 闭合电路的电势

教師：引導學生推導閉合電路的歐姆定律。可按以下思路進行：

設電源電動勢為 E ，內阻為 r ，外電路電阻為 R ，閉合電路的電流為 I ，

- (1) 寫出在 t 時間內，外電路中消耗的電能 $E_{\text{外}}$ 的運算式；
- (2) 寫出在 t 時間內，內電路中消耗的電能 $E_{\text{內}}$ 的運算式；
- (3) 寫出在 t 時間內，電源中非靜電力做的功 W 的運算式；

學生： (1) $E_{\text{外}} = I^2 R t$

(2) $E_{\text{內}} = I^2 r t$

(3) $W = Eq = EIt$

根據能量守恆定律， $W = E_{\text{外}} + E_{\text{內}}$

即 $EIt = I^2 R t + I^2 r t$

整理得： $E = IR + Ir$

或者 $I = \frac{E}{R + r}$

教師（幫助總結）：這就是閉合電路的歐姆定律。

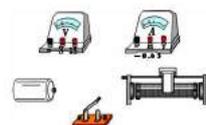
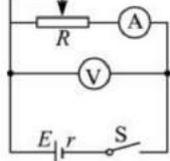
(1) **內容：**閉合電路中的電流跟電源的電動勢成正比，跟內、外電路的電阻之和成反比，這個結論叫做閉合電路的歐姆定律。

(2) **公式：** $I = \frac{E}{R + r}$

(3) **適用條件：**外電路是純電阻的電路。

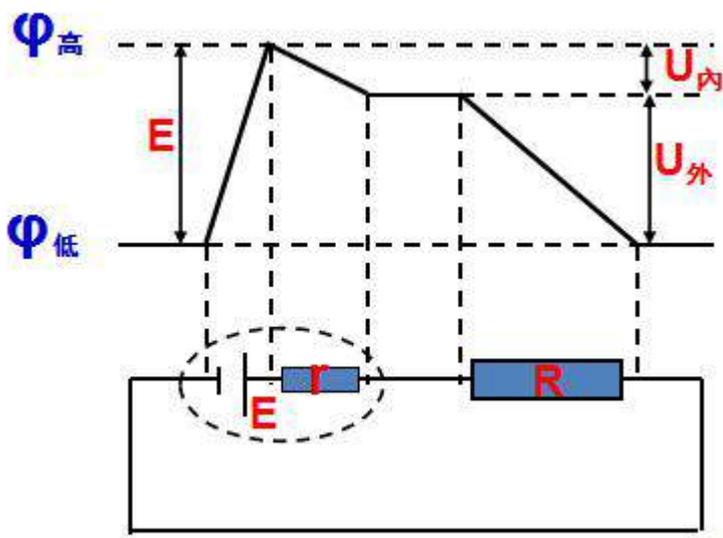
根據歐姆定律，外電路兩端的電勢降落為 $U_{\text{外}} = IR$ ，習慣上成為路端電壓，內電路的電勢降落為 $U_{\text{內}} = Ir$ ，代入 $E = IR + Ir$

得 $E = U_{\text{外}} + U_{\text{內}}$



該式表明，電動勢等於內外電路電勢降落之和。

2、路端電壓與負載的關係



教師：對給定的電源， E 、 r 均為定值，外電阻變化時，電路中的電流如何變化？

學生：據 $I = \frac{E}{R+r}$ 可知， R 增大時 I 減小； R 減小時 I 增大。

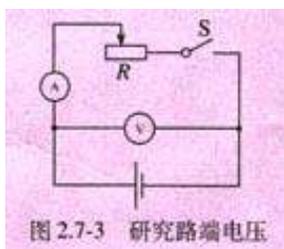
教師：外電阻增大時，路端電壓如何變化？

學生：有人說變大，有人說變小。

教師：實踐是檢驗真理的惟一標準，讓我們一起來做下麵的實驗。

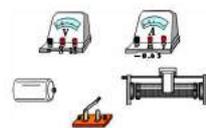
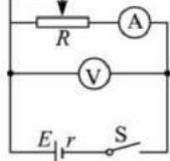
演示實驗：探討路端電壓隨外電阻變化的規律。

(1) 投影實驗電路圖如圖所示。



(2) 按電路圖連接電路。

(3) 調節滑動變阻器，改變外電路的電阻，觀察路端電壓怎樣隨電流（或外電阻）而改變。



學生：總結實驗結論：

當外電阻增大時，電流減小，路端電壓增大；當外電阻減小時，電流增大，路端電壓減小。

教師：下面用前面學過的知識討論它們之間的關係。路端電壓與電流的關係式是什麼？

學生： $U=E-Ir$

教師：就某個電源來說，電動勢 E 和內阻 r 是一定的。當 R 增大時，由 $I = \frac{E}{R+r}$ 得， I 減小，由 $U=E-Ir$ ，路端電壓增大。反之，當 R 減小時，由

$I = \frac{E}{R+r}$ 得， I 增大，由 $U=E-Ir$ ，路端電壓減小。

拓展：討論兩種特殊情況：

教師：剛才我們討論了路端電壓跟外電阻的關係，請同學們思考：在閉合電路中，當外電阻等於零時，會發生什麼現象？

學生：發生短路現象。

教師：發生上述現象時，電流有多大？

學生：當發生短路時，外電阻 $R=0$ ， $U_{外}=0$ ， $U_{內}=E=Ir$ ，故短路電流 $I = \frac{E}{r}$ 。

教師：一般情況下，電源內阻很小，像鉛蓄電池的內阻只有 $0.005 \Omega \sim 0.1 \Omega$ ，乾電池的內阻通常也不到 1Ω ，所以短路時電流很大，很大的電流會造成什麼後果？

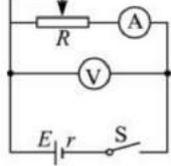
學生：可能燒壞電源，甚至引起火災。

教師：實際中，要防止短路現象的發生。當外電阻很大時，又會發生什麼現象呢？

學生：斷路。斷路時，外電阻 $R \rightarrow \infty$ ，電流 $I=0$ ， $U_{內}=0$ ， $U_{外}=E$ 。

教師：電壓表測電動勢就是利用了這一原理。

3、閉合電路歐姆定律的應用（投影）



例題 1 在图 2.7-4 中 $R_1 = 14 \Omega$, $R_2 = 9 \Omega$ 。当开关处于位置 1 时, 电流表读数 $I_1 = 0.2 \text{ A}$; 当开关处于位置 2 时, 电流表读数 $I_2 = 0.3 \text{ A}$ 。求电源的电动势 E 和内电阻 r 。

解 根据闭合电路欧姆定律, 题述的两种情况可列以下两个方程

$$E = I_1 R_1 + I_1 r$$

$$E = I_2 R_2 + I_2 r$$

消去 E , 解出 r , 得

$$r = \frac{I_1 R_1 - I_2 R_2}{I_2 - I_1}$$

代入数值, 得

$$r = 1 \Omega$$

将 r 代入 $E = I_1 R_1 + I_1 r$ 中, 得

$$E = 3 \text{ V}$$

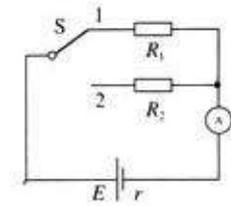
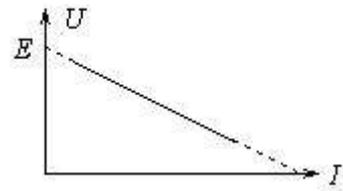


图 2.7-4 求电动势和内阻

教師引導學生分析解決例題。

討論：電源的 $U-I$ 圖象

教師：根據 $U=E-Ir$, 利用數學知識可以知道路端電壓 U 是電流 I 的一次函數, 同學們能否作出 $U-I$ 圖象呢?



學生：路端電壓 U 與電流 I 的關係圖象是一條向下傾斜的直線。

投影： $U-I$ 圖象如圖所示。

教師：從圖象可以看出路端電壓與電流的關係是什麼?

學生： U 隨著 I 的增大而減小。

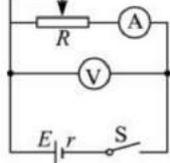
教師：直線與縱軸的交點表示的物理意義是什麼? 直線的斜率呢?

學生：直線與縱軸的交點表示電源的電動勢 E , 直線的斜率的絕對值表示電源的內阻。

(三) 課堂總結、點評

通過本節課的學習, 主要學習了以下幾個問題:

1、電源的電動勢等於電源沒有接入電路時兩極間的電壓。電源電動勢等於閉合電路內、外電阻上的電勢降落 $U_{內}$ 和 $U_{外}$ 之和, 即 $E=U_{內}+U_{外}$ 。



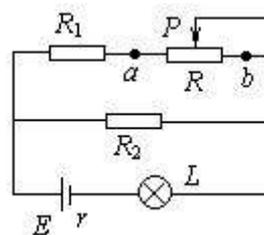
- 2、閉合電路的歐姆定律的內容及公式。
- 3、路端電壓隨著外電阻的增大而增大，隨著外電阻的減小而減小。
- 4、路端電壓與電流的關係式為 $U=E-Ir$ ，其 $U-I$ 圖線是一條傾斜的直線。

(四) 實例探究

電路結構變化問題的討論

【例 1】在如圖所示的電路中， $R_1=10\ \Omega$ ， $R_2=20\ \Omega$ ，滑動變阻器 R 的阻值為 $0\sim 50\ \Omega$ ，當滑動觸頭 P 由 a 向 b 滑動的過程中，燈泡 L 的亮度變化情況是

- A. 逐漸變亮
- B. 逐漸變暗
- C. 先變亮後變暗
- D. 先變暗後變亮

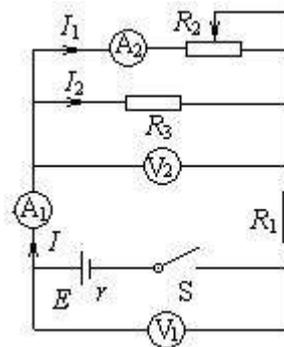


解析：燈泡的亮度由燈的實際功率大小決定。電燈燈絲電阻不變，研究通過燈絲電流的大小可知燈的亮度。

電源電動勢 E 和內阻 r 不變，通過燈泡電流由外電路總電阻決定。外電阻是由滑動變阻器連入電路部分的電阻決定的，當滑動觸頭由 a 向 b 滑動過程中，滑動變阻器連入電路部分的電阻增大，總電阻增大，總電流 $I=\frac{E}{R_{\text{總}}+r}$ 減少，燈泡的實際功率 $P_L=I^2R_L$ 減小，燈泡變暗。綜上所述，選項 B 正確。

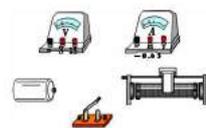
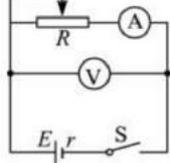
閉合電路歐姆定律的定量應用

【例 2】如圖所示電路中， $R_1=0.8\ \Omega$ ， $R_3=6\ \Omega$ ，滑動變阻器的全值電阻 $R_2=12\ \Omega$ ，電源電動勢 $E=6\ \text{V}$ ，內阻 $r=0.2\ \Omega$ ，當滑動變阻器的滑片在變阻器中央位置時，閉合開關 S ，電路中的電流錶和電壓表的讀數各是多少？



解析：外電路的總電阻為 $R=\frac{R_3 \cdot \frac{R_2}{2}}{R_3 + \frac{R_2}{2}} + R_1 = \frac{6 \times 6}{6 + 6}\ \Omega + 0.8\ \Omega = 3.8\ \Omega$

根據閉合電路歐姆定律可知，電路中的總電流為



$$I = \frac{E}{R+r} = \frac{6}{3.8+0.2} \text{ A} = 1.5 \text{ A}$$

即電流錶 A₁ 的讀數為 1.5 A

對於 R₂ 與 R₃ 組成的並聯電路，根據部分電路歐姆定律，並聯部分的電壓為

$$U_2 = I \cdot R_{\text{並}} = I \cdot \frac{R_3 \cdot \frac{R_2}{2}}{R_3 + \frac{R_2}{2}} = 1.5 \times 3 \text{ V} = 4.5 \text{ V}$$

即電壓表 V₂ 的讀數為 4.5 V

對於含有 R₂ 的支路，根據部分電路歐姆定律，通過 R₂ 的電流為

$$I_2 = \frac{U_2}{R_2/2} = \frac{4.5}{6} \text{ A} = 0.75 \text{ A}$$

即電流錶 A₂ 的讀數為 0.75 A

電壓表 V₁ 測量電源的路端電壓，根據 $E = U_{\text{外}} + U_{\text{內}}$ 得

$$U_1 = E - Ir = 6 \text{ V} - 1.5 \times 0.2 \text{ V} = 5.7 \text{ V}$$

即電壓表 V₁ 的讀數為 5.7 V.

點評：

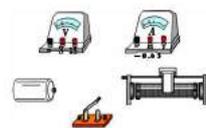
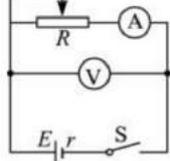
1. 電路中的電流錶、電壓表均視為理想電錶（題中特別指出的除外），即電流錶內阻視為零，電壓表內阻視為無窮大。

2. 解答閉合電路問題的一般步驟：

(1) 首先要認清外電路上各元件的串並聯關係，必要時，應進行電路變換，畫出等效電路圖。

(2) 解題關鍵是求總電流 I ，求總電流的具體方法是：若已知內、外電路上所有電阻的阻值和電源電動勢，可用全電路歐姆定律 ($I = \frac{E}{R+r}$) 直接求出 I ；若內外電路上有多個電阻值未知，可利用某一部分電路的已知電流和電壓求總電流 I ；當以上兩種方法都行不通時，可以應用聯立方程求出 I 。

(3) 求出總電流後，再根據串、並聯電路的特點或部分電路歐姆定律求各部分電路的電壓和電流。



課後作業

- 1、書面完成 P65“問題與練習”第 1、3、4 題；
- 2、思考並回答第 2、5 題。
- 3、作業紙

2.5 板書設計

1. 閉合電路組成

(1)外電路：電源外部由用電器和導線組成的電路，在外電路中，沿電流方向電勢降低。

(2)內電路：電源內部的電路，在內電路中，沿電流方向電勢升高。

2. 閉合電路的歐姆定律

①外電路中電能轉化成的內能為 $E_{\text{外}} = I^2 R t$.

②內電路中電能轉化成的內能為 $E_{\text{內}} = I^2 r t$.

$$E = IR + Ir, \text{ 即 } I = \frac{E}{R + r}.$$

(2)內容：閉合電路的電流跟電源的電動勢成正比，跟內、外電路的電阻之和成反比。

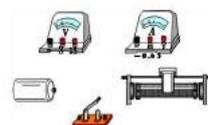
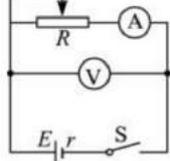
$$(3) \text{ 運算式： } I = \frac{E}{R + r}.$$

(4)常用的變形式： $E = IR + Ir$ ， $E = U_{\text{外}} + U_{\text{內}}$ ， $U_{\text{外}} = E - Ir$.

教後記：

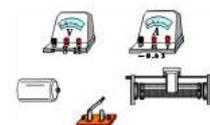
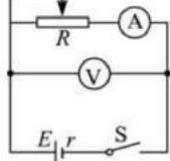
- 1、這一節是本章的脊梁，公式的推導很輕鬆，運用時提醒學生注意內阻。
- 2、難點在於電阻兩端電壓和電流的關係與路端電壓和電流的關係的圖象區別和聯繫，以及如何用圖象得到相關資訊。

學生得最大問題出在了電路動態分析以及計算時不能規範解題過程，導致帶錯數據，要提醒學生注意下標。



三、新課教學：§2.7 閉合電路的歐姆定律（第二課時）

學科：物理	班級：S5D	學生人數：38人	執教：C053
課題：2.7 閉合電路歐姆定律			科主席 / 組長：C053
觀課日期及時間：2017年11月03日（星期五）第二節（09:20-10:00）			上課地點：物理實驗室
<p>生命教育領域：<input checked="" type="checkbox"/>人與自己 <input type="checkbox"/>人與社會 <input checked="" type="checkbox"/>人與自然環境 <input type="checkbox"/>人與生命</p> <p>生命教育主題：透過探究路端電壓 $U_{路}$ 與負載 R 的關係關係實驗，讓調動學生以積極的態度學會從複雜、抽象的自然現象中找到事物的客觀規律，感悟利用形象、生動的方法表達自然規律的魅力，並將此經驗運用於今後的日常生活中。</p> <p>教學目標設計依據：(教材分析、學生分析和設計理念)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 教材分析 <p>課程標準要求分析：知道電源的電動勢和內阻，理解閉合電路的歐姆定律</p> <p>教材地位：閉合電路歐姆定律是恒定電流一章的核心內容，具有承前啟後的作用。既是本章知識的高度總結，又是本章拓展的重要基礎；通過學習，既能使學生從部分電路的認知上升到全電路規律的掌握，又能從靜態電路的計算提高到對含電源電路的動態分析及推演。同時，閉合電路歐姆定律能夠充分體現功和能的概念在物理學中的重要性，是功能關係學習的好素材。</p> <p>教學重點和難點：推導閉合電路歐姆定律，應用定律進行相關討論是本節的重點，幫助學生理解電路中的能量轉化關係是基礎和關鍵。應用閉合電路歐姆定律討論路端電壓與負載關係是本節難點。</p> ● 學生分析(學生已有知識和能力) <p>在學生的知識儲備方面：在初中的學習中，學生對電流現象已經有基本認識，能夠理清一般電路問題，同時在本章前四節的學習中，學生理解了靜電力做功與電荷量、電勢差的關係、瞭解了靜電力做功與電能轉化的知識，認識了如何從非靜電力做功的角度描述電動勢，並處理了部分電路歐姆定律的相關電路問題，已經具備了通過功能關係分析建立閉合電路歐姆定律，並應用閉合電路歐姆定律分析問題的知識與技能。在學生的能力儲備方面：能夠進行一些邏輯推理，對於現象的認識能夠引申到物理原理的理解，並且能夠利用所學知識設計實驗進行探究。但是，部分的學生在理論知識和動手實踐上存在障礙，對於複雜的實驗探究存在困惑。</p> ● 設計理念(含生命教育) <p>本節課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</p> 			



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。

整個教學設計構建了“參與式教學”學習平台，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。

單元教學部分對應基本學力要求:

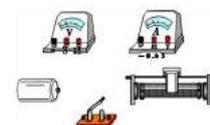
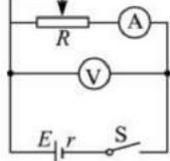
A-7 嘗試評估所獲資訊和觀測結果的品質，並明辨影響品質和可靠性的因素。

A-8 初步學會憑藉直接證據和間接證據推演出正確結論。

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。

具體教學目標(單元)

A 知識目標	B 情意目標	C 技能目標	D 生命教育能力指標
<p>A-1 了解電源在電路中的作用。(基力 A-7)</p> <p>A-2 描述電源電動勢及符號。</p> <p>A-3 說明閉合電路的組成。</p> <p>A-4 說明內電路及外電路</p> <p>A-5 解釋閉合電路歐姆定律。(基力 A-8)</p> <p>A-6 分析路端電壓與電流的關係。(基力 A-9)</p> <p>A-7 解釋電池組。</p> <p>A-8 了解定值與可變電阻器。</p> <p>A-9 區別串並聯電路中的等效電阻。</p> <p>A-10 認識安培計、伏特計和電源的電阻。</p>	<p>B-1 感受發現生活中電學現象。</p> <p>B-2 養成小組合作學習、互幫互助的團隊精神。</p> <p>B-3 養成嚴謹、細緻的科學實驗精神。</p> <p>B-4 養成舉一反三、主動提問的科學精神。</p>	<p>C-1 熟練連接電路器材。</p> <p>C-2 透過動手、動腦，增進觀察能力。</p> <p>C-3 嘗試分析路端電壓與電流的關係。</p> <p>C-5 熟練運算及解答有關電學的題目。</p>	<p>D-1 調動學生以積極的態度從複雜、抽象的自然現象中找到事物的客觀規律，感悟利用形象、生動的方法表達自然規律的魅力，並將此經驗運用於今後的日常生活中。</p>



觀課教節對應基本學力要求:

- A-8 初步學會憑藉直接證據和間接證據推演出正確結論。
- 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。

具體教學目標(觀課教節)

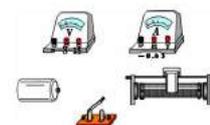
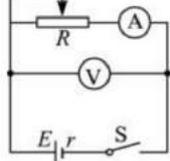
A 知識目標	B 情意目標	C 技能目標	D 生命教育能力指標
<p>A-4 說明內電路及外電路</p> <p>A-5 解釋閉合電路歐姆定律。(基力 A-8)</p> <p>A-6 分析路端電壓與電流的關係。(基力 A-9)</p>	<p>B-2 養成小組合作學習、互幫互助的團隊精神。</p> <p>B-3 養成嚴謹、細緻的科學實驗精神。</p>	<p>C-1 熟練連接電路器材。</p> <p>C-2 透過動手、動腦，增進觀察能力。</p> <p>C-3 嘗試分析路端電壓與電流的關係。</p>	<p>D-1 調動學生以積極的態度從複雜、抽象的自然現象中找到事物的客觀規律，感悟利用形象、生動的方法表達自然規律的魅力，並將此經驗運用於今後的日常生活中。</p>

教學內容：(第__1__教節)

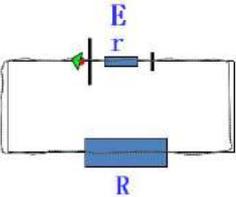
- 一、知識回顧 Knowledge Review
- 二、實驗探究
- 三、閉合電路歐姆定律
- 四、路端電壓 $U_{路}$ 與負載 R 的關係
- 五、閉合電路歐姆定律應用

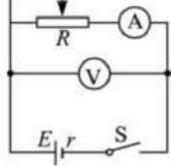
教具與佈置：

電腦、黑板、投射筆、PPT、實驗器材(導線、電源、滑動變阻器、電壓表、電流表等)。

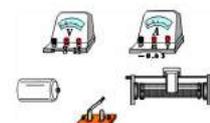
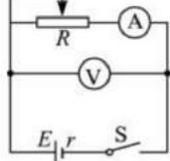


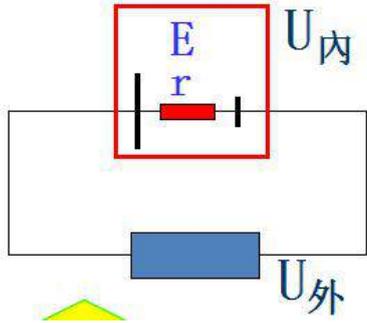
教學過程

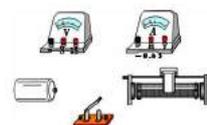
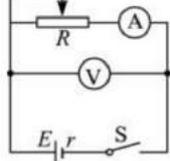
具體教學目標 (填代號)	教學活動	教學資源	佔用時間	教學評量
A-5 A-6 B-4	<p style="text-align: center;">一、知識回顧：</p> <p>提問：首先，我們回顧下電源，電源在電路中的作用是？ 電源的作用：為電路提供電能。 工作原理：將其他形式的能轉化為電能</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>教師： 電動勢：電源未接入電路時，兩極間的電壓。 描述電源將其他形式的能轉化為電能的本領。 符號：E，單位：伏特 v</p> <p>歐姆定律：在同一電路中，通過某段導體的電流跟這段導體兩端的電壓成正比，跟這段導體的電阻成反比。 $I=U/R$</p> <p>總結：有了這些知識鋪墊後，我們繼續開始今天這節課的學習。</p>	PPT 演示 相關圖片 PPT 演示	3mins	<p>[同學回答及反應] 回答：同學根據教師的提問，回答問題。</p> <p>反應：同學觀看圖片，積極、興奮回答教師提問。</p>
A-11 B-2	<p style="text-align: center;">二、實驗探究</p> <p>[情景：改變可變電阻 R 的阻值，V 表示數是否改變？]</p> <p>教師：如圖所示，分析電路。</p>	PPT 演示 相關圖片	7mins	<p>[同學回答及反應] 隨機邀請同學回答</p>

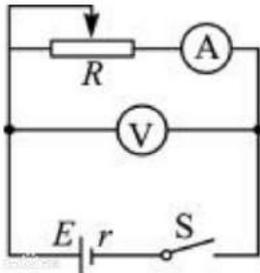


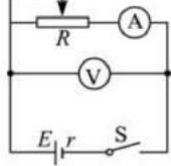
	<div data-bbox="555 210 807 474" data-label="Diagram"> </div> <p>提問：請大家注意觀察，然後回答我，這個電路是如何連接的？主要是由什麼基本元件組成的？電壓表測量哪個用電器的電壓？</p> <p>總結：主要導線、電源、滑動變阻器、電壓表、電流表等組成。</p> <p>教師：接著，我們改變可變電阻 R 的阻值，V 表示數是否改變？</p> <p>關於這個問題，我們可以透過我們的實驗器材來解答我們疑問。</p> <p>為了實驗能夠比較順暢，現在我需要兩位同學來幫忙我完成實驗器材的連接，我在連接的時候，大家跟著我一起連接，這樣子後面分析起來比較容易。請大家不要分神哦。</p> <p>總結：通過實驗，我們知道，改變可變電阻 R 的阻值，V 表示數會改變。這其實跟我們這節課要學習的閉合電路歐姆定律有關。</p>	<p>實驗器材：導線、電源、滑動變阻器、電壓表、電流表等。</p> <p>同學輔助完成實驗連接。</p>		<p>問題。</p> <p>回答 1：串聯。</p> <p>回答 2：導線、電源、滑動變阻器、電壓表、電流表等。</p> <p>回答 3：電壓表測量電阻器的電壓。</p> <p>反應：同學按照教師講解，饒有興趣聽講。</p> <p>反應：同學做出假設：有的同學回答變化，有些同學回答不變，需要教師進一步解釋。</p>
<p>A-11 B-4 C-3</p>	<p style="text-align: center;">三、承接</p> <p>[知識點 1：內電路和外電路]</p>	<p>PPT 演示</p>	<p style="text-align: center;">3mins</p>	<p>[同學回答及反應]</p> <p>反應：大部分同學</p>



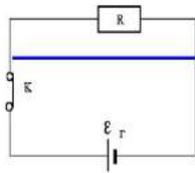
	 <p>教師：$E = U_{路} + U_{內}$。</p>			認真聽講，能夠根據教學的進度做適當的筆記。
<p>A-12 B-2 B-3 C-3</p>	<p style="text-align: center;">四、發展</p> <p>[知識點 2：閉合電路歐姆定律]</p> <p>教師：若外電路是純電阻電路（如上圖所示），依據上面得到的結果，推導出閉合電路中的電流 I 與電動勢 E、內電阻 r、外電阻 R 的關係式？</p> <p style="text-align: center;">在電路中兩點間的電壓等於兩點間電勢差的大小。</p> <p style="text-align: center;">對於純電阻電路有，</p> $E = IR + Ir$ $I = \frac{E}{R + r}$ <p>（1）內容：閉合電路中的電流跟電源的電動勢成正比，跟內、外電路的電阻之和成反比，這個結論叫做閉合電路的歐姆定律。</p> <p>（2）公式：$I = \frac{E}{R + r}$</p>	PPT 演示	5mins	[同學回答及反應] 反應：小部分同學能夠回答教師的問題。大部分同學不能回答，需要教師繼續引導、解釋。
	<p>[※探究實驗：路端電壓與負載的關係※]</p> <p>問題 1：對給定的電源，E、r 均為定值，外電阻 R 變化時，電路中的電流 I 如何變化？</p>	<p>實驗器材：導線、電源、滑動</p>	15mins	[同學回答及反應] 反應：



	<p>總結：據 $I = \frac{E}{R+r}$ 可知，R 增大時 I 減小；R 減小時 I 增大。</p> <p>問題 2：若外電阻 R 減小，路端電壓 $U_{路}$ 會有怎樣的變化？</p> <p>實驗探究：如圖：</p>  <p>由大到小改變外電阻，記錄電流錶、電壓表的示數變化情況，並填在相應的表格中。</p> <p>當外電阻 R 減小時，數據記錄：</p> <table border="1" data-bbox="502 1104 863 1252"> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>I/A</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>$U_{路}/V$</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>問題 3：分析實驗數據，得出：當外電阻減小時，電流和路端電壓如何變化？並嘗試用閉合電路歐姆定律解釋。</p> <p>總結：R 增大時，I 減小，U 增大</p> <p>由 $I = \frac{E}{R+r}$ 可知： $E = IR + Ir$ $U_{路} = E - Ir$</p>		1	2	3	5	I/A					$U_{路}/V$					<p>變阻器、電壓表、電流表等。</p> <p>PPT 演示 實驗器 材：電源箱、導線、U 型磁鐵、導體。 實驗工作紙</p>		<p>根據所學推導積極回答。猜想：有人說變大，有人說變小。</p> <p>回答：R 增大時，I 減小，U 增大。</p>
	1	2	3	5															
I/A																			
$U_{路}/V$																			
<p>A-12 B-4 C-4 D-2</p>	<p>[知識點 3：短路和斷路]</p> <p>問題：依據實驗的數據，以路端電壓 U 為縱坐標，電流 I 為橫坐標，採用描點、擬合圖像的方法，作出 U 與 I 的圖像分析：</p> <p>(1) 電源短路的狀態對應於圖中的哪個點？</p>	<p>PPT 演示</p>	<p>5mins</p>	<p>[同學回答及反應]</p> <p>依據公式，分析問題，交</p>															



1、短 路:



$$R = 0$$

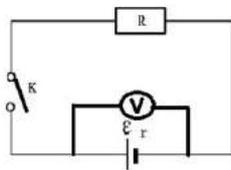
$$U_{\text{外}} = IR = 0$$

$$I = \frac{E}{R+r} = \frac{E}{r}$$

短路電流最大，會燒毀電路，甚至發生火災

(2) 外電路斷開的狀態對應於圖中的哪個點？路端電壓與電源的電動勢有什麼關係？

2、斷 路:



$$R = \infty, I = 0$$

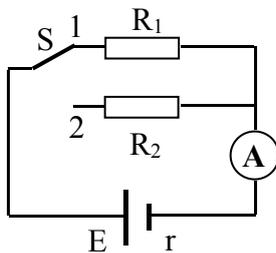
$$U_{\text{內}} = Ir = 0$$

$$U_{\text{外}} = E - U_{\text{內}} = E$$

外電路斷路時可以用電壓表測量電源電動勢

[例題講解、鞏固：鞏固練習]

在如下圖中， $R_1 = 14\Omega$ ， $R_2 = 9\Omega$ ，當開關處於位置 1 時，電流錶讀數 $I_1 = 0.2A$ ；當開關處於位置 2 時，電流錶讀數 $I_2 = 0.3A$ 。求電源的電動勢 E 和內電阻 r 。



解析：

小結：本例題提供了測電源電動勢及內阻的方法。

PPT 演示

PPT 演示

PPT 演示

PPT 演示

流討論。

反應：大部分同學認真聽講，抽中的學生回答正確。

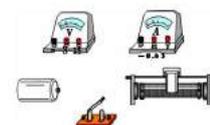
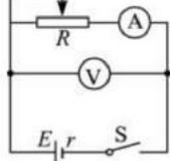
學生解答：

根據閉合電路歐姆定律，題中的兩種情況可列一下兩個方程

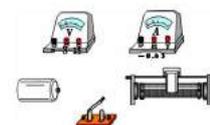
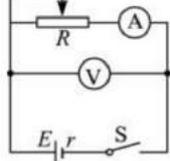
$$E = I_1 R_1 +$$

$$E = I_2 R_2 +$$

消去 E ，解出 r ，得



				$r = \frac{I_1 R_1 - I_2 R_2}{I_2 - I_1}$ <p>代入數值，得 $r = 1\Omega$ 將 r 及 I_1、R_1 的值代入 $E = I_1 R_1 + I_1 r$ 中，得 $E = 3V$</p>
A-11 A-12 D-2	<p style="text-align: center;">五、總結升華</p> <p>[筆記][圖表] 總結本節課所學，強調每個知識點需要注意的地方。 理論推導了閉合電路歐姆定律，實驗探究了路端電壓與負載的關係，研究了閉合電路的U-I圖像，用定律討論了測電源電動勢和內阻的問題。</p>	PPT 演示	2mins	<p>[同學回答及反應] 反應：同學認真聽講，並在筆記記錄。</p> <p>[歸納] 引導學生自己歸納今堂課所學到的，並組織成有系統的知識。</p>
<p>總體板書設計：PPT 演示</p> <p>1.閉合電路歐姆定律</p> <p>(1) 內容：閉合電路中的電流跟電源的電動勢成正比，跟內、外電路的電阻之和成反比。</p> <p>(2) 公式：$I = \frac{E}{R + r}$</p> <p>(3) 適用條件：純電阻電路</p> <p>2.路端電壓與負載的關係 R 增大時，I 減小，$U_{路}$ 增大</p>				



R 減小時, I 增大, $U_{\text{路}}$ 減小

當外電阻 R 減小時, 數據記錄

	1	2	3	4	5
I/A					
$U_{\text{路}}/V$					

$$U_{\text{路}} = E - Ir = E - \frac{E}{R+r}r$$

教學檢討：(教學設計、教學活動、教學評量和自我反思)

一、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。

二、教學活動

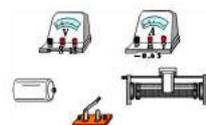
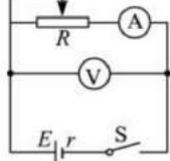
1. 通過複習“我們回顧下電源，電源在電路中的作用是？”和“初中階段講解的電源知識”知識回顧，溫故知新；
2. 然後通過觀察電路，分析“改變可變電阻 R 的阻值， V 表示數是否改變？”，激發學生的學習興趣，引入新課。
3. 在上課過程中，首先提問學生：“若外電路是純電阻電路（如上圖所示），依據上面得到的結果，推導出閉合電路中的電流 I 與電動勢 E 、內電阻 r 、外電阻 R 的關係式？”引發學生思考，繼而通過探究實驗“路端電壓與負載的關係：對給定的電源， E 、 r 均為定值，外電阻 R 變化時，電路中的電流 I 如何變化？”，然後實驗研究：由大到小改變外電阻，記錄電流錶、電壓表的示數變化情況，並填在相應的表格中，引導學生進行實驗。
4. 在講解短路和斷路的過程中，又再次利用依據實驗數據，以路端電壓 U 為縱坐標，電流 I 為橫坐標，採用描點、擬合圖像的方法，作出 U 與 I 的圖像分析之前的實驗結論，讓學生更加深刻理解本定則的正確性。

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。

三、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。

四、教學反思

1. 知識層次方面：本節探究實驗內容含量稍多，需把握演示實驗的時間，要求全體學生參與思考討論，學習控制變量法。而閉合電路路端電壓和電流的關係圖像，關於截距的分析學生不易理解，需要教師用事實說話，幫助學生理解。

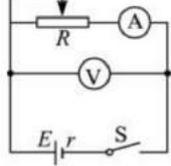
2. 學生方面：個人認為學生對實驗的能力欠缺，並且差異性較大，對儀器不夠熟悉。在安排實驗分組的時候，已經有兼顧到學生能力參差的問題，但是探究過程不夠順利，需要加強引導。為了提升學生分析思考物理問題的能力，設計中採用了演示實驗和大螢幕、工作紙相配合，把每步演示實驗的結果及時記錄下來，便於實驗後進行思考討論，得出實驗結論。

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

4. 不足

(1) 在學習伏安法連接電路時，應讓學生參與到實驗中，把實驗和理論再次結合，懂得分析數據，學會利用實驗數據分析。

(2) 時間安排需要更合理，注重控制變量法的講解，提高教學效率。



四、重點探究：§2.7 閉合電路的歐姆定律（第三課時）

學習目標	知識脈絡
<p>1. 會從能的守恆和轉化定律推導出閉合電路的歐姆定律。</p> <p>2. 理解內、外電壓，理解閉合電路的歐姆定律。</p> <p>3. 會用閉合電路歐姆定律分析路端電壓與負載的關係，會進行相關的電路分析和計算。</p>	

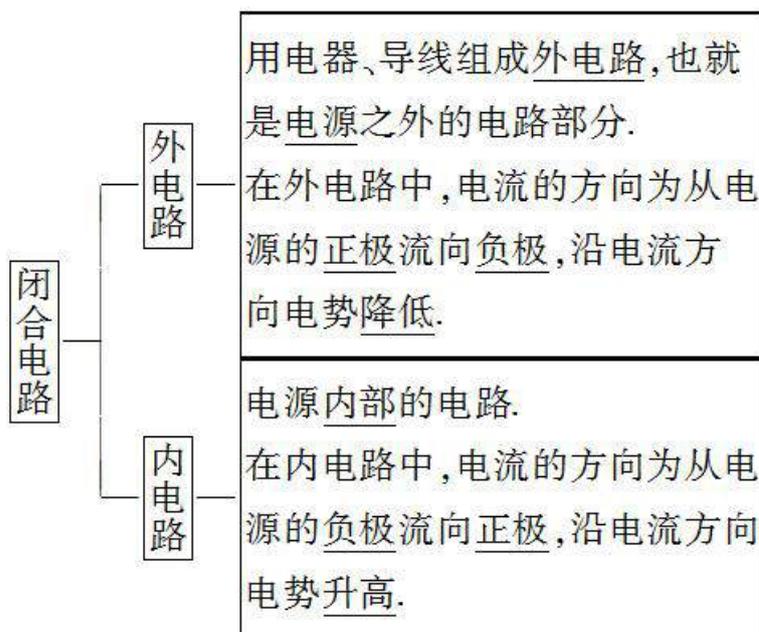
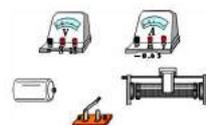
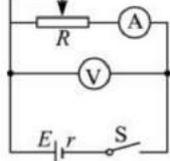
4.1 知識點一：閉合電路的歐姆定律

<p>知識點 (1)</p>	<p>閉合電路的歐姆定律</p>
----------------	------------------

【基礎初探】

[先填空]

1. 閉合電路的組成及電流流向



2. 閉合電路中的能量轉化

如圖 2-7-1 所示，電路中電流為 I ，在時間 t 內，非靜電力做功等於內外電路中電能轉化為其他形式的能的總和，即 $EIt = I^2Rt + I^2rt$ 。

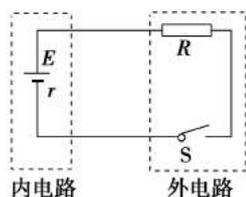
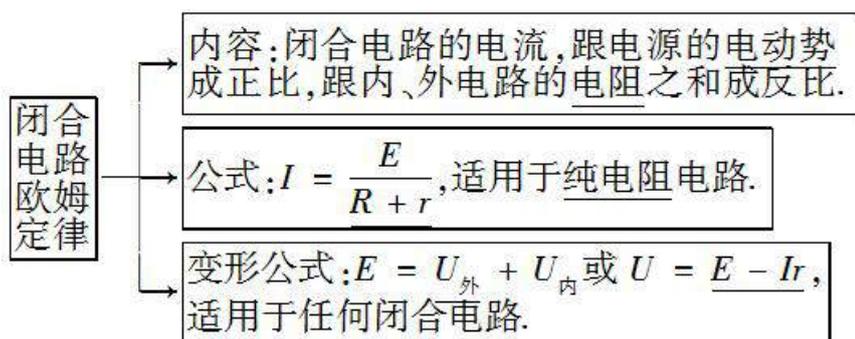


圖 2-7-1

3. 閉合電路歐姆定律



[再判斷]

1. 如圖 2-7-2 甲所示，電壓表測量的是外電壓，電壓表的示數小於電動勢。(√)

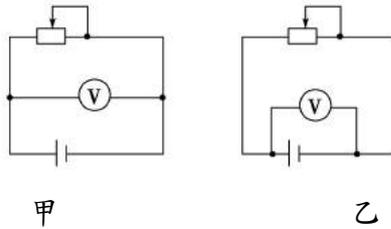
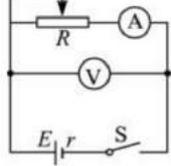
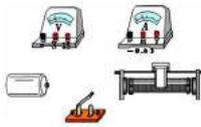


圖 2-7-2

2. 如圖 2-7-2 乙所示，電壓表測量的是內電壓，電壓表的示數小於電動勢。(×)

3. 外電阻變化可以引起內電壓的變化，從而引起內電阻的變化。(×)

[后思考]

手電筒中的電池用久了，雖然電動勢沒減小多少，但小燈泡卻不怎麼亮了，為什麼？

【提示】 電池用久了電動勢基本不變但內阻明顯增大，根據 $I = \frac{E}{R+r}$ 可知

電流減小，小燈泡功率減小，燈泡變暗。

【核心突破】

[合作探討]

如圖 2-7-3 所示，閉合電路由外電路和內電路組成，用電器 R 和導線、電鍵組成外電路，電源內部是內電路，已知電源的電動勢為 E ，內電阻為 r ，外電阻為 R ，設電路中的電流為 I 。

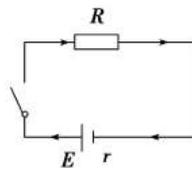


圖 2-7-3

探討 1：在外電路中沿著電流的方向，電勢如何變化？

【提示】 電勢降低。

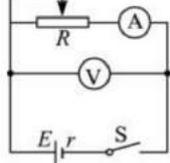
探討 2：在內電路中沿著電流的方向，電勢如何變化？

【提示】 電勢升高。

探討 3：在時間 t 內，電源外電路和內電路產生的焦耳熱各是多少？

【提示】 I^2Rt I^2rt 。

[核心点击]



1. 閉合電路中的幾個關係式

幾種形式	說明
(1) $E = U + U_{內}$	(1) $I = \frac{E}{R+r}$ 和 $U = \frac{R}{R+r}E$ 只適用於外電路為純電阻的閉合電路 (2) 由於電源的電動勢 E 和內電阻 r 不受 R 變化的影響，從 $I = \frac{E}{R+r}$ 不難看出，隨著 R 的增加，電路中電流 I 減小 (3) $U = E - Ir$ 既適用於外電路為純電阻的閉合電路，也適用於外電路為非純電阻的閉合電路
(2) $I = \frac{E}{R+r}$	
(3) $U = E - Ir$ (U 、 I 間關係)	
(4) $U = \frac{R}{R+r}E$ (U 、 R 間關係)	

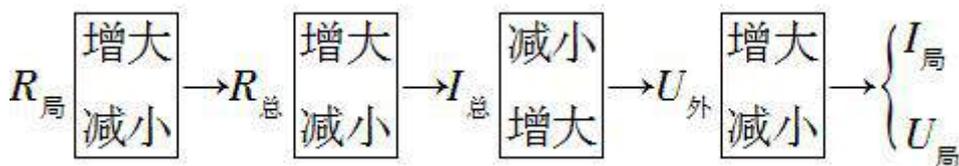
2. 閉合電路的動態分析

(1) 基本思路



(2) 三種常用方法

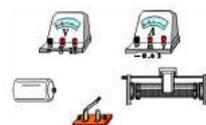
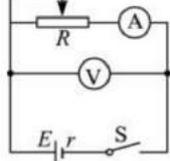
① 程式法：基本思路是“部分→整體→部分”，即：



② 結論法——“串反並同”

“串反”是指某一電阻增大時，與它串聯或間接串聯的電阻中的電流、兩端電壓、電功率都將減小；某一電阻減小時，與它串聯或間接串聯的電阻中的電流、兩端電壓、電功率都將增大。

“並同”是指某一電阻增大時，與它並聯或間接並聯的電阻中的電流、兩端電壓、電功率都將增大；某一電阻減小時，與它並聯或間接並聯的電阻中的電流、兩端電壓、電功率都將減小。



③特殊值法與極限法：指因滑動變阻器滑片滑動引起電路變化的問題，可將滑動變阻器的滑動端分別滑至兩個極端去討論。一般用於滑動變阻器兩部分在電路中都有電流時的討論。

【題組衝關】

1. (多選)若用 E 表示電源電動勢， U 表示外電壓， U' 表示內電壓， R 表示外電路的總電阻， r 表示內電阻， I 表示電流，則下列各式中正確的是()

A · $U = 2U'$

B · $U' = E - U$

C · $U = E + Ir$

D · $U = \frac{R}{R+r} \cdot E$

【解析】 由閉合電路歐姆定律可知， $E = U + U' = Ir + IR$ 。 $U = IR$ ，可推得： $U' = E - U$ ， $U = \frac{E}{r+R} \cdot R$ 。故 B、D 正確，A、C 錯誤。

【答案】 BD

2. 如圖 2-7-4 所示電池電動勢為 E ，內阻為 r 。當可變電阻的滑片 P 向 b 點移動時，電壓表 V_1 的讀數 U_1 與電壓表 V_2 的讀數 U_2 的變化情況是()

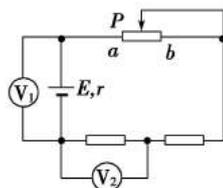


圖 2-7-4

A · U_1 變大， U_2 變小

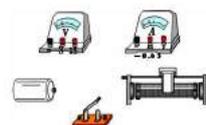
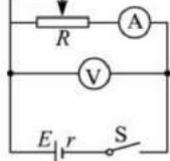
B · U_1 變大， U_2 變大

C · U_1 變小， U_2 變小

D · U_1 變小， U_2 變大

【解析】 滑片 P 向 b 移動時，總電阻變大，乾路中 $I = \frac{E}{R+r}$ 變小。由於路端電壓 $U = E - Ir$ ， U 增大，即 V_1 表示數 U_1 變大。由於 V_2 表示數 $U_2 = IR$ ，故 U_2 減小，所以 A 正確。

【答案】 A



【歸納總結】

動態電路分析的基本步驟

- (1) 明確各部分電路的串、並聯關係，特別要注意電流錶或電壓表測量的是哪部分電路的電流或電壓。
- (2) 由局部電路電阻的變化確定外電路總電阻的變化。
- (3) 根據閉合電路的歐姆定律 $I = \frac{E}{R+r}$ 判斷電路中總電流如何變化。
- (4) 根據 $U_{內} = Ir$ ，判斷電源的內電壓如何變化。
- (5) 根據 $U_{外} = E - Ir$ ，判斷電源的外電壓(路端電壓)如何變化。
- (6) 根據串、並聯電路的特點，判斷各部分電路的電流、電壓、電功率、電功如何變化。

4.2 知識點二：路端電壓與負載(外電阻)的關係

<div style="background-color: #cccccc; padding: 5px; display: inline-block;"> 知識點 ② </div>	路端電壓與負載(外電阻)的關係
--	-----------------

【基礎初探】

[先填空]

1. 路端電壓與電流的關係

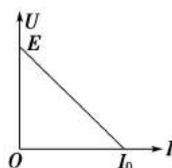


圖 2-7-5

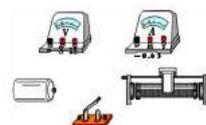
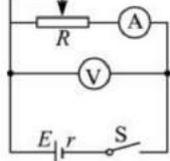
(1) 公式： $U = E - Ir$ 。

(2) 圖象($U-I$ 圖象)，該直線與縱軸交點的縱坐標表示電源的電動勢，斜率的絕對值表示電源的內阻。

2. 路端電壓隨外電阻的變化規律

(1) 外電阻 R 增大時，電流 I 減小，外電壓 U 增大，當 R 增大到無限大(斷路)時， $I = 0$ ， $U = E$ ，即斷路時的路端電壓等於電源電動勢。

(2) 外電阻 R 減小時，電流 I 增大，路端電壓 U 減小，當 R 減小到零時， I



$$= \frac{E}{r}, U = 0.$$

[再判断]

1. 外電路的電阻越大，路端電壓就越大。(√)
2. 路端電壓增大時，電源的輸出功率一定變大。(×)
3. 電源斷路時，電流為零，所以路端電壓也為零。(×)

[后思考]

假如用發電機直接給教室內的電燈供電，電燈兩端的電壓等於發電機的電動勢嗎？

【提示】 不等於。因為發電機內部有電阻，有電勢降落。發電機內部電壓與電燈兩端電壓之和才等於電動勢。

【核心突破】

[合作探討]

如圖 2-7-6 所示，電源的電動勢 $E = 10 \text{ V}$ ，內電阻 $r = 1 \Omega$ ，電阻 R 的阻值大小可調節。

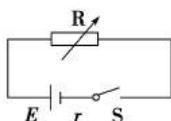


圖 2-7-6

探討 1：試求解當外電阻 R 分別為 3Ω 、 4Ω 、 7Ω 時所對應的路端電壓。

【提示】 7.5 V 、 8 V 、 8.75 V 。

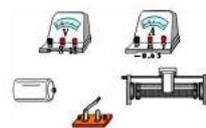
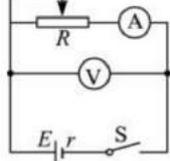
探討 2：通過上述計算結果，你發現了怎樣的規律？試通過公式論證你的結論。

【提示】 外電阻越大，電源的路端電壓越大。

當外電阻 R 增大時，由 $I = \frac{E}{r+R}$ 可知電流 I 減小，由 $U = E - Ir$ 可知，路端電壓增大。

[核心点击]

1. 部分電路歐姆定律的 $U-I$ 圖象與閉合電路歐姆定律的 $U-I$ 圖象比較



	部分電路歐姆定律	閉合電路歐姆定律
$U-I$ 圖象		
研究對象	對某一固定電阻而言，兩端電壓與通過電流成正比關係	對電源進行研究，電源的外電壓隨電流的變化關係
圖象的物理意義	表示導體的性質 $R = \frac{U}{I}$ ， R 不隨 U 與 I 的變化而變化	表示電源的性質，圖線與縱軸的交點表示電動勢，圖線斜率的絕對值表示電源的內阻
聯繫	電源的電動勢和內阻是不變的，正是由於外電阻 R 的變化才會引起外電壓 $U_{外}$ 和總電流 I 的變化	

2. 閉合電路中的功率及效率

(1) 電源的有關功率和電源的效率

① 電源的總功率： $P_{總} = IE = I(U_{內} + U_{外})$ 。

② 電源的輸出功率： $P_{出} = IU_{外}$ 。

③ 電源內部的發熱功率： $P' = I^2 r$ 。

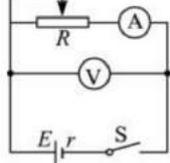
④ 電源的效率： $\eta = \frac{P_{出}}{P_{總}} = \frac{U_{外}}{E}$ ，對於純電阻電路， $\eta = \frac{R}{R+r} = \frac{1}{1 + \frac{r}{R}}$

(2) 輸出功率和外電阻的關係

在純電阻電路中，電源的輸出功率為

$$P = I^2 R = \frac{E^2}{R+r} R = \frac{E^2}{R-r} R = \frac{E^2}{\frac{R-r}{R} + 4r}$$

① 當 $R=r$ 時，電源的輸出功率最大， $P_m = \frac{E^2}{4r}$ 。



②當 $R > r$ 時，隨著 R 增大， P 減小。

① 當 $R < r$ 時，隨著 R 增大， P 增大。

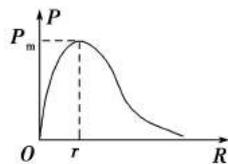


圖 2-7-7

【題組衝關】

3.(多選)如圖 2-7-8 所示為兩個獨立電路 A 和 B 的路端電壓與其總電流 I 的關係圖線，則()

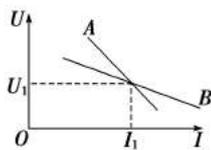


圖 2-7-8

- A · 路端電壓都為 U_1 時，它們的外電阻相等
- B · 電流都是 I_1 時，兩電源內電壓相等
- C · 電路 A 的電源電動勢大於電路 B 的電源電動勢
- D · A 中電源的內阻大於 B 中電源的內阻

【解析】 在路端電壓與總電流的關係圖線($U-I$)中，圖線在 U 軸上的截距表示電動勢 E ，圖線斜率的絕對值表示電源的內阻，可見 $E_A > E_B$ ， $r_A > r_B$ 。圖中兩直線的交點座標為 (I_1, U_1) ，由 $R = \frac{U}{I}$ 可知，路端電壓都為 U_1 時，它們的外電阻相等。由 $U' = Ir$ 可知，電流都是 I_1 時，因 r 不相等，故兩電源內電壓不相等。所以選項 A、C、D 正確。

【答案】 ACD

4.(多選)如圖 2-7-9 所示的電路中，電源內阻不可忽略， L_1 、 L_2 兩燈均正常發光， R_1 為定值電阻， R 為一滑動變阻器， P 為滑動變阻器的滑片，若將滑片 P 向下滑動，則()

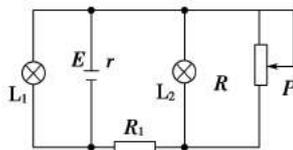
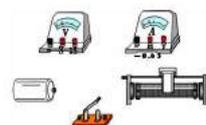
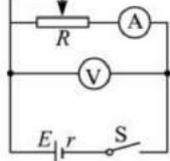


圖 2-7-9



- A · L_1 燈變亮
- B · L_2 燈變暗
- C · R_1 上消耗的功率變大
- D · 總電流變小

【解析】 由閉合電路歐姆定律可得，滑片 P 向下滑動，電路總電阻減小，總電流增大，路端電壓減小，所以 L_1 變暗，路端電壓減小， L_1 中的電流減小，總電流增大， R_1 中的電流增大， U_{R_1} 增大， L_2 兩端的電壓減小， L_2 變暗，由 $P=I^2R$ 知 R_1 消耗的功率變大。故 B、C 正確。

【答案】 BC

5. 如圖 2-7-10 所示，已知電源的電動勢為 E ，內阻 $r=2\ \Omega$ ，定值電阻 $R_1=0.5\ \Omega$ ，滑動變阻器的最大阻值為 $5\ \Omega$ ，求：

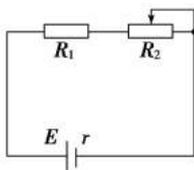


圖 2-7-10

- (1) 當滑動變阻器的阻值為多大時，電阻 R_1 消耗的功率最大？
- (2) 當滑動變阻器的阻值為多大時，滑動變阻器消耗的功率最大？
- (3) 當滑動變阻器的阻值為多大時，電源的輸出功率最大？

【解析】 (1) 因為電路是純電阻電路，則滿足閉合電路歐姆定律，有

$$P_{R_1} = \frac{E^2}{R_1 + R_2 + r} R_1$$

當 $R_2=0$ 時，電阻 R_1 消耗的功率最大， P_{R_1m}

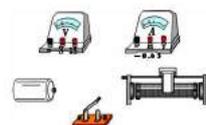
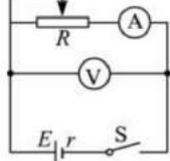
$$= \frac{E^2}{R_1 + r} R_1.$$

(2) 法一(極值法)：

$$P_{R_2} = \frac{E^2}{R_1 + R_2 + r} R_2$$

$$= \frac{E^2}{[R_1 + r + R_2]^2} R_2$$

$$= \frac{E^2}{\frac{[R_1 + r - R_2]^2}{R_2} + 4} R_2$$



當 $R_2 = R_1 + r = 2.5 \Omega$ 時，滑動變阻器消耗的功率最大，即 $P_{R_2m} = \frac{E^2}{4 R_1 + r}$ 。

法二(等效電源法)：

如果把電源和 R_1 的電路等效為一個新電源，則整個電路等效為一個新電源和滑動變阻器組成的閉合電路，“外電路”僅一個滑動變阻器 R_2 ，這個等效電源的 E' 和 r' 可以這樣計算：把新電源的兩端斷開，電源電動勢 E 等於把電源斷開時電源兩端的電壓，則新電源的電動勢 $E' = E$ ，而等效電源的內阻 $r' = R_1 + r$ ，即兩個電阻的串聯。

根據電源的輸出功率隨外電阻變化的規律，在 R_2 上消耗的功率隨外電阻 R_2 的增大而先變大後變小，當 $R_2 = r' = R_1 + r = 2.5 \Omega$ 時，在 R_2 上消耗的功率達到最大值，即 $P_{R_2m} = \frac{E^2}{4 R_1 + r}$ 。

(3)原理同(2)，很容易得出當 $R_1 + R_2 = r$ ，即 $R_2 = r - R_1 = 1.5 \Omega$ 時，電源輸出的功率最大， $P_m = \frac{E^2}{4r}$ 。

【答案】 (1) 0Ω (2) 2.5Ω (3) 1.5Ω

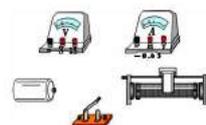
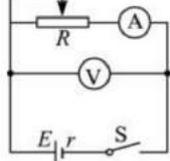
【歸納總結】

有關閉合電路中功率問題的三點提醒

(1) 電源輸出功率越大，效率不一定越高，如電源輸出功率最大時，效率只有 50%。

(2) 判斷可變電阻功率變化時，可將可變電阻以外的其他電阻看成電源的一部分內阻。

(3) 當 $P_{\text{輸出}} < P_m$ 時，每個輸出功率對應兩個可能的外電阻 R_1 、 R_2 ，且 $R_1 \cdot R_2 = r^2$ 。



3. 某電路當外電路斷開時，路端電壓為 3 V，接上 8 Ω 的負載電阻後其路端電壓降為 2.4 V，則可以判定該電路中電源電動勢 E 和內電阻 r 分別為()

- A. $E=2.4\text{ V}$ ， $r=1\ \Omega$ B. $E=3\text{ V}$ ， $r=2\ \Omega$
C. $E=2.4\text{ V}$ ， $r=2\ \Omega$ D. $E=3\text{ V}$ ， $r=1\ \Omega$

答案 B

解析 當外電路斷開時，電動勢和路端電壓相等，故 $E=3\text{ V}$ ，根據 $I=\frac{U}{R}$ ， $U=$

$E-Ir=E-\frac{U}{R}r$ 得 $r=2\ \Omega$ ，故選 B.

4. 有兩個阻值相同都為 R 的電阻，串聯起來接在電動勢為 E 的電源上，通過每個電阻的電流為 I ，若將這兩個電阻並聯起來，仍接在該電源上，此時通過一個電阻的電流為 $\frac{2I}{3}$ ，則該電源的內阻是()

- A. R B. $\frac{R}{2}$ C. $4R$ D. $\frac{R}{8}$

答案 C

解析 由閉合電路歐姆定律得，兩電阻串聯時 $I=\frac{E}{2R+r}$ ，兩電阻並聯時 $\frac{2I}{3}=$

$\frac{1}{2}\frac{E}{\frac{R}{2}+r}$ ，解得 $r=4R$ ，故選 C.

5. 如圖 3 所示，已知 $R_1=R_2=R_3=1\ \Omega$ 。當開關 S 閉合後，電壓表的讀數為 1 V；當開關 S 斷開後，電壓表的讀數為 0.8 V，則電源的電動勢等於()

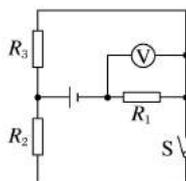
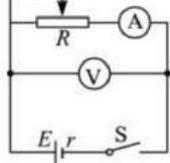


圖 3

- A. 1 V B. 1.2 V
C. 2 V D. 4 V

答案 C

解析 當 S 閉合時， $I=\frac{U}{R_1}=\frac{1}{1}\text{ A}=1\text{ A}$ ，故有 $E=I(1.5\ \Omega+r)$ ；當 S 斷開時， $I'=$



$\frac{U}{R_1} = 0.8 \text{ A}$ ，故有 $E = I(2 \Omega + r)$ ，解得 $E = 2 \text{ V}$ ，C 正確。

6. 在如圖 4 所示電路中，電源的電動勢 $E = 9.0 \text{ V}$ ，內阻可忽略不計； AB 為滑動變阻器，其電阻 $R = 30 \Omega$ ； L 為一小燈泡，其額定電壓 $U = 6.0 \text{ V}$ ，額定功率 $P = 1.8 \text{ W}$ ； S 為開關，開始時滑動變阻器的觸頭位於 B 端，現在接通開關 S ，然後將觸頭緩慢地向 A 端滑動，當到達某一位置 C 時，小燈泡恰好正常發光。則 C 、 B 之間的電阻應為()

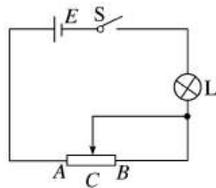


圖 4

- A. 10Ω B. 20Ω C. 15Ω D. 5Ω

答案 B

解析 小燈泡恰好正常發光，說明此時通過小燈泡的電流為額定電流 $I_{\text{額}} = \frac{P_{\text{額}}}{U_{\text{額}}}$
 $= \frac{1.8}{6.0} \text{ A} = 0.3 \text{ A}$ ，兩端電壓為額定電壓 $U_{\text{額}} = 6.0 \text{ V}$ ，而小燈泡和電源、滑動變阻器的 AC 部分串聯，則通過電阻 AC 的電流與通過小燈泡的電流相等，故 $R_{AC} = \frac{E - U_{\text{額}}}{I_{\text{額}}} = \frac{9.0 - 6.0}{0.3} \Omega = 10 \Omega$ ，所以 $R_{CB} = R - R_{AC} = 20 \Omega$ 。

7. 如圖 5 所示的電路中，當開關 S 接 a 點時，標有“ $5 \text{ V } 2.5 \text{ W}$ ”的小燈泡 L 正常發光，當開關 S 接 b 點時，通過電阻 R 的電流為 1 A ，這時電阻 R 兩端的電壓為 4 V 。則下列說法正確的是()

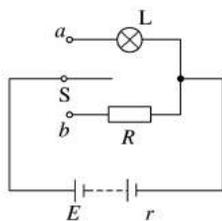
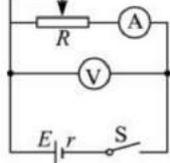


圖 5

- A. 電阻 R 的阻值為 4Ω
 B. 電源的電動勢為 5 V
 C. 電源的電動勢為 6 V



D. 電源的內阻為 $2\ \Omega$

答案 ACD

解析 電阻 R 的阻值為 $R = \frac{U_2}{I_2} = \frac{4}{1}\ \Omega = 4\ \Omega$.

當開關接 a 時，有 $E = U_1 + I_1 r$ ，又 $U_1 = 5\ \text{V}$ ，

$$I_1 = \frac{P_1}{U_1} = \frac{2.5}{5}\ \text{A} = 0.5\ \text{A}.$$

當開關接 b 時，有 $E = U_2 + I_2 r$ ，又 $U_2 = 4\ \text{V}$ ， $I_2 = 1\ \text{A}$ ，

聯立解得 $E = 6\ \text{V}$ ， $r = 2\ \Omega$.

8. 如圖 6 所示是某電源的路端電壓與電流的關係圖像，下列結論正確的是()

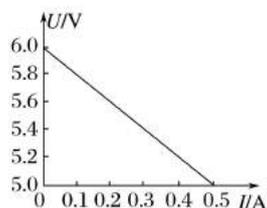


圖 6

- A. 電源的電動勢為 $6.0\ \text{V}$
- B. 電源的內阻為 $12\ \Omega$
- C. 電源的短路電流為 $0.5\ \text{A}$
- D. 電流為 $0.3\ \text{A}$ 時的外電阻是 $18\ \Omega$

答案 AD

解析 因該電源的 $U-I$ 圖像的縱軸座標並不是從零開始的，故縱軸上的截距雖為電源的電動勢，即 $E = 6.0\ \text{V}$ ，但橫軸上的截距 $0.5\ \text{A}$ 並不是電源的短路電

流，且內阻應按斜率的絕對值計算，即 $r = \left| \frac{\Delta U}{\Delta I} \right| = \frac{6.0 - 5.0}{0.5 - 0}\ \Omega = 2\ \Omega$. 由閉合電路

歐姆定律可得電流 $I = 0.3\ \text{A}$ 時，外電阻 $R = \frac{E}{I} - r = 18\ \Omega$. 故選 A、D.

二、非選擇題

9. 如圖 7 所示的電路中，電源電動勢 E 為 $3.2\ \text{V}$ ，電阻 R 的阻值為 $30\ \Omega$ ，小燈泡 L 的額定電壓為 $3.0\ \text{V}$ ，額定功率為 $4.5\ \text{W}$ ，當開關 S 接位置 1 時，電壓表的讀數為 $3.0\ \text{V}$ ，那麼當開關 S 接位置 2 時，小燈泡 L 能正常發光嗎？實際功率是多少？

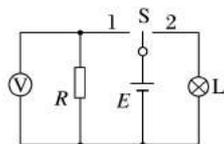
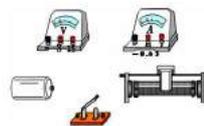
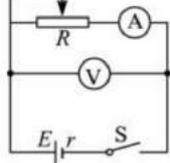


圖 7

答案 不能正常發光 1.28 W

解析 當開關 S 接位置 1 時，回路中的電流為：

$$I_1 = \frac{U}{R} = \frac{3.0}{30} \text{ A} = 0.1 \text{ A}.$$

$$\text{電源的內阻為：} r = \frac{E - U}{I_1} = \frac{3.2 - 3.0}{0.1} \Omega = 2 \Omega.$$

$$\text{小燈泡的電阻為：} R_L = \frac{U^2}{P} = \frac{3.0^2}{4.5} \Omega = 2 \Omega.$$

當開關 S 接位置 2 時，回路中的電流為：

$$I_2 = \frac{E}{r + R_L} = \frac{3.2}{2 + 2} \text{ A} = 0.8 \text{ A}.$$

$$\text{此時小燈泡的實際功率為：} P_{\text{實}} = I_2^2 R_L = 0.8^2 \times 2 \text{ W} = 1.28 \text{ W}.$$

從小燈泡的實際功率來看，小燈泡此時很暗，不能正常發光。

10. 如圖 8 所示電路中，電源電動勢 $E = 12 \text{ V}$ ，內阻 $r = 2 \Omega$ ， $R_1 = 4 \Omega$ ， $R_2 = 6 \Omega$ ， $R_3 = 3 \Omega$ 。

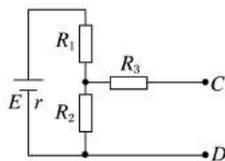


圖 8

(1) 若在 C、D 間連一個理想電壓表，其讀數是多少？

(2) 若在 C、D 間連一個理想電流錶，其讀數是多少？

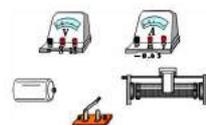
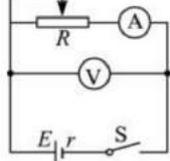
答案 (1) 6 V (2) 1 A

解析 (1) 若在 C、D 間連一個理想電壓表，根據閉合電路歐姆定律，有 $I_1 =$

$$\frac{E}{R_1 + R_2 + r} = \frac{12}{4 + 6 + 2} \text{ A} = 1 \text{ A}.$$

理想電壓表讀數為 $U_V = I_1 R_2 = 6 \text{ V}$ 。

(2) 若在 C、D 間連一個理想電流錶，這時電阻 R_2 與 R_3 並聯，並聯電阻大小



$$R_{23} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = \frac{6 \times 3}{6 + 3} \Omega = 2 \Omega$$

根據閉合電路歐姆定律，有

$$I_2 = \frac{E}{R_1 + R_{23} + r} = \frac{12}{4 + 2 + 2} \text{ A} = 1.5 \text{ A}$$

$$U_3 = E - I_2(r + R_1) = 3 \text{ V}$$

$$\text{理想電流錶讀數為 } I = \frac{U_3}{R_3} = 1 \text{ A.}$$

11. 如圖 9 所示的電路中， $R_1 = 9 \Omega$ ， $R_2 = 30 \Omega$ ，S 閉合時，理想電壓表 V 的示數為 11.4 V，理想電流錶 A 的示數為 0.2 A，S 斷開時，理想電流錶 A 的示數為 0.3 A，求：

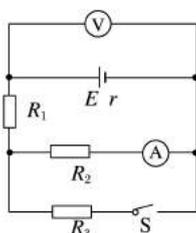


圖 9

(1) 電阻 R_3 的值；

(2) 電源電動勢 E 和內阻 r 的值。

答案 (1) 15Ω (2) 12 V 1Ω

解析 (1) S 閉合時， R_2 兩端電壓： $U_2 = I_2 R_2 = 6 \text{ V}$ ；

所以， R_1 兩端電壓為： $U_1 = U - U_2 = 5.4 \text{ V}$ ；

$$\text{流過 } R_1 \text{ 的電流：} I_1 = \frac{U_1}{R_1} = 0.6 \text{ A}$$

$$\text{流過電阻 } R_3 \text{ 的電流 } I_3 = I_1 - I_2 = 0.6 \text{ A} - 0.2 \text{ A} = 0.4 \text{ A}$$

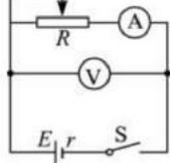
$$\text{所以電阻 } R_3 \text{ 的阻值 } R_3 = \frac{U_2}{I_3} = \frac{6}{0.4} \Omega = 15 \Omega$$

(2) 由閉合電路歐姆定律，

$$\text{當 S 閉合時 } E = U + I_1 r$$

$$\text{當 S 斷開時 } E = I(R_1 + R_2 + r)$$

代入數據，聯立解得 $E = 12 \text{ V}$ ， $r = 1 \Omega$ 。



五、達標檢測

5.1 基礎達標

一、選擇題

1. 一電池外電路斷開時的路端電壓為 3 V，接上 $8\ \Omega$ 的負載電阻後路端電壓降為 2.4 V，則可以判定電池的電動勢 E 和內阻 r 為()

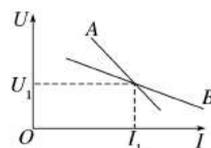
- A · $E=2.4\ \text{V}$ ， $r=1\ \Omega$ B · $E=3\ \text{V}$ ， $r=2\ \Omega$
C · $E=2.4\ \text{V}$ ， $r=2\ \Omega$ D · $E=3\ \text{V}$ ， $r=1\ \Omega$

2. 一太陽能電池板，測得它的開路電壓為 800 mV，短路電流為 40 mA。若將該電池板與一阻值為 $20\ \Omega$ 的電阻器連成一閉合電路，則它的路端電壓是()

- A · 0.10 V B · 0.20 V C · 0.30 V D · 0.40 V

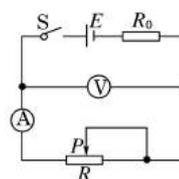
3. [多選]如圖所示為兩個獨立電路 A 和 B 的路端電壓與其總電流 I 的關係圖線，則()

- A · 路端電壓都為 U_1 時，它們的外電阻相等
B · 電流都是 I_1 時，兩電源內電壓相等
C · 電路 A 的電動勢大於電路 B 的電動勢
D · A 中電源的內阻大於 B 中電源的內阻



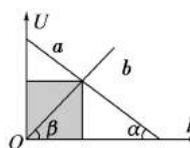
4. 在如圖的閉合電路中，當滑片 P 向右移動時，兩電錶讀數的變化是()

- A · A 變大， V 變大
B · A 變小， V 變大
C · A 變大， V 變小
D · A 變小， V 變小



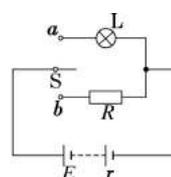
5. 如圖是某直流電路中電壓隨電流變化的圖象，其中 a 、 b 分別表示路端電壓、負載電阻上電壓隨電流變化的情況，下列說法正確的是()

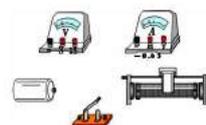
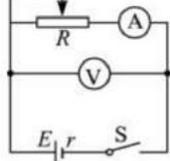
- A · 陰影部分的面積表示電源輸出功率
B · 陰影部分的面積表示電源的內阻上消耗的功率
C · 滿足 $\alpha=\beta$ 時，電源效率最高
D · 滿足 $\alpha=\beta$ 時，電源效率小於 50%



6. 如圖所示的電路中，當開關 S 接 a 點時，標有“5 V 2.5 W”的小燈泡 L 正常發光，當開關 S 接 b 點時，通過電阻 R 的電流為 1 A，這時電阻 R 兩端的電壓為 4 V。求：

(1) 電阻 R 的值；



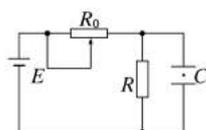


(2) 電源的電動勢和內阻。

5.2 提高檢測

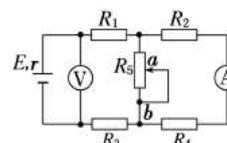
一、選擇題

1. 如圖所示的電路中，電源電動勢為 E ，內電阻為 r ，在平行板電容器 C 中恰好有一帶電粒子處於懸空靜止狀態，當變阻器 R_0 的滑動觸頭向左移動時，帶電粒子將()



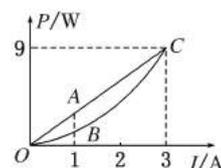
- A · 向上運動
- B · 向下運動
- C · 靜止不動
- D · 不能確定運動狀態的變化

2. 在如圖所示的電路中， R_1 、 R_2 、 R_3 和 R_4 皆為定值電阻， R_5 為可變電阻，電源的電動勢為 E ，內阻為 r ，設電流錶Ⓐ的讀數為 I ，電壓表Ⓥ的讀數為 U ，當 R_5 的滑動觸點向圖中 a 端移動時()



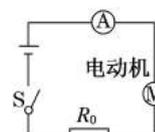
- A · I 變大， U 變小
- B · I 變大， U 變大
- C · I 變小， U 變大
- D · I 變小， U 變小

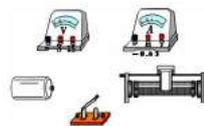
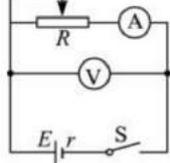
3. 如圖所示，直線 OAC 為某一直流電源的總功率隨電流 I 變化的圖線，曲線 OBC 表示同一直流電源內部的熱功率隨電流 I 變化的圖線。若 A 、 B 點的橫坐標均為 1 A ，那麼 AB 線段表示的功率為()



- A · 1 W
- B · 6 W
- C · 2 W
- D · 2.5 W

4. 如圖所示的電路中，電源電動勢為 12 V ，電源內阻為 $1.0\ \Omega$ ，電路中的電阻 R_0 為 $1.5\ \Omega$ ，小型直流電動機 M 的內阻為 $0.5\ \Omega$ 。閉合開關 S 後，電動機轉動，電流錶的示數為 2.0 A 。以下判

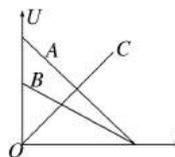




斷中正確的是()

- A · 電動機的輸出功率為 14 W
- B · 電動機兩端的電壓為 7.0 V
- C · 電動機產生的熱功率為 4.0 W
- D · 電源輸出的電功率為 24 W

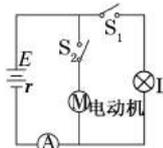
5 · [多選]如圖所示，直線 A 為電源 a 的路端電壓與電流的關係圖線；直線 B 為電源 b 的路端電壓與電流的關係圖線；直線 C 為一個電阻 R 兩端電壓與電流的關係圖線。將這個電阻分別接到 a、b 兩電源上，那麼()



- A · R 接到 b 電源上時電源的效率高
- B · R 接到 b 電源上時電源的輸出功率較大
- C · R 接到 a 電源上時電源的輸出功率較大，但電源效率較低
- D · R 接到 a 電源上時電阻的發熱功率較大，電源效率也較高

二、非選擇題

6 · 某品牌小汽車電動機和車燈的實際電路可以簡化為如圖所示的電路，電源電動勢 $E=12.5\text{ V}$ ，內阻 $r=0.05\ \Omega$ ，電動機的線圈電阻 $r'=0.02\ \Omega$ ，只閉合 S_1 時，電流錶示數 $I_1=10\text{ A}$ ，再閉合 S_2 ，電動機正常工作，電流錶示數 $I_2=58\text{ A}$ (電流錶內阻不計)，不考慮燈絲電阻的變化。求：



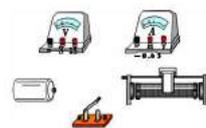
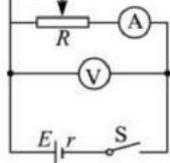
- (1) 在只閉合 S_1 時，車燈兩端電壓 U_L 和車燈的功率 P_L ；
- (2) 再閉合 S_2 後，車燈兩端的電壓 U'_L 和電動機輸出功率 $P_{出}$ 。

5.3 參考答案

[基礎達標]

1. 解析：選 B 外電路斷開時的路端電壓等於電動勢，即 $E=3\text{ V}$ ，接上 $8\ \Omega$ 的負載電阻後，路端電壓 $U=E-\frac{U}{R}r=2.4\text{ V}$ ，可得 $r=2\ \Omega$ ，B 正確。

2. 解析：選 D 由已知條件得： $E=800\text{ mV}$ ，又因 $I_{短}=\frac{E}{r}$ ，所以 $r=\frac{E}{I_{短}}=\frac{800}{40}\ \Omega=20\ \Omega$ ，所以 $U=IR=\frac{E}{R+r}R=\frac{800}{20+20}\times 20\text{ mV}=400\text{ mV}=0.40\text{ V}$ ，選項 D 正確。



3. 解析：選 ACD 在路端電壓與總電流的關係圖線($U-I$)中，圖線在 U 軸上的截距表示電動勢 E ，圖線斜率的絕對值表示電源的內阻，可見 $E_A > E_B$ ， $r_A > r_B$ ；圖中兩直線的交點座標為 (I_1, U_1) ，由 $R = \frac{U}{I}$ 可知，路端電壓都為 U_1 時，它們的外電阻相等。由 $U' = Ir$ 可知，電流都是 I_1 時，因 r 不相等，故兩電源內電壓不相等，所以選項 A、C、D 正確。

4. 解析：選 B 當滑片向右移動時， R 變大，電路中的總電阻變大，根據閉合電路歐姆定律知電路中的電流 $I = \frac{E}{R + R_0}$ 變小，即電流錶讀數變小；電壓表讀數 $U = E - IR_0$ 變大，B 正確。

5. 解析：選 A 根據閉合電路的歐姆定律和 $U-I$ 圖象特點可知，陰影部分的面積表示負載電阻消耗的功率，即電源輸出功率，A 正確，B 錯誤；當滿足 $\alpha = \beta$ 時，負載電阻等於電源內阻，電源的效率為 50%，輸出功率最大，C、D 錯誤。

6. 解析：(1) 電阻 R 的值為 $R = \frac{U_2}{I_2} = \frac{4}{1} \Omega = 4 \Omega$ 。

(2) 當開關接 a 時，有 $E = U_1 + I_1 r$ ，

又 $U_1 = 5 \text{ V}$ ， $I_1 = \frac{P_1}{U_1} = \frac{2.5}{5} \text{ A} = 0.5 \text{ A}$ 。

當開關接 b 時，有 $E = U_2 + I_2 r$ ，

又 $U_2 = 4 \text{ V}$ ， $I_2 = 1 \text{ A}$ ，

聯立解得 $E = 6 \text{ V}$ ， $r = 2 \Omega$ 。

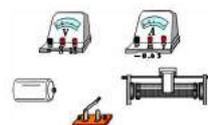
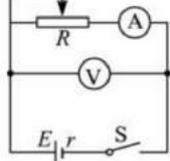
答案：(1) 4Ω (2) 6 V 2Ω

[提高檢測]

1. 解析：選 B 當滑動觸頭向左移動時， R_0 接入電路的電阻值變大，則 R 變大，總電流變小， R 兩端的電壓變小，電容器中的電場強度變小，所以粒子將向下運動，故 B 正確。

2. 解析：選 D 當 R_5 的滑動觸點向圖中 a 端移動時， R_5 接入電路的電阻變小，外電路的總電阻就變小，總電流變大，路端電壓變小，即電壓表⑤的讀數 U 變小；由於總電流變大，使得 R_1 、 R_3 兩端電壓都變大，而路端電壓又變小，因此， R_2 和 R_4 串聯兩端電壓變小，則電流錶④的讀數 I 變小，故選 D。

3. 解析：選 C 由題圖知，在 C 點，電源的總功率等於電源內部的熱功率，所以電源的電動勢為 $E = 3 \text{ V}$ ，短路電流為 $I = 3 \text{ A}$ ，所以電源的內阻為 $r = \frac{E}{I} = 1 \Omega$ 。圖象上 AB 段所表示的功率為 $P_{AB} = P_{\text{總}} - I^2 r = (1 \times 3 - 1^2 \times 1) \text{ W} = 2 \text{ W}$ 。



4. 解析：選 B 電動機兩端的電壓為 $U = E - I(R_0 + r) = 7 \text{ V}$ ，電動機產生的熱功率為 $P_{\text{熱}} = I^2 r_M = 2 \text{ W}$ ，電動機的輸出功率為 $P_1 = UI - I^2 r_M = 12 \text{ W}$ ，電源輸出的電功率為 $P_2 = EI - I^2 r = 20 \text{ W}$ ，故 B 正確。

5. 解析：選 AC 由題圖知 $E_a > E_b$ ，內阻 $r_a > r_b$ ，當電阻 R 接到電源兩極時，電源的效率為 $\eta = \frac{I^2 R}{I^2 (R + r)} = \frac{R}{R + r}$ ，所以 R 接到電源 b 上時，電源的效率高，A 對，D 錯。由題圖知， R 接到電源 a 上時，電源的輸出電壓和電流均比接到 b 上時大，故 R 接到電源 a 上時，電源的輸出功率較大，B 錯，C 對。

6. 解析：(1) 只閉合 S_1 時，設車燈燈絲電阻為 R ，

$$\text{由歐姆定律得 } I_1 = \frac{E}{R + r}$$

$$\text{解得 } R = 1.2 \Omega$$

$$\text{車燈兩端的電壓 } U_L = I_1 R = 12 \text{ V}$$

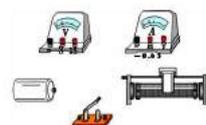
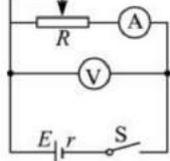
$$\text{車燈消耗功率 } P_L = I_1^2 R = 120 \text{ W}$$

$$(2) \text{ 閉合 } S_1、S_2 \text{ 後，} U'_L = E - I_2 r = 9.6 \text{ V}$$

$$\text{流過車燈的電流 } I'_L = \frac{U'_L}{R} = 8 \text{ A}$$

$$\text{電動機的輸出功率 } P_{\text{出}} = P_{\text{入}} - P_{\text{消}} = U'_L (I_2 - I'_L) - (I_2 - I'_L)^2 r' = 430 \text{ W}$$

答案：(1) 12 V 120 W (2) 9.6 V 430 W



第二課：§2.8 多用電錶的原理（2 課時）

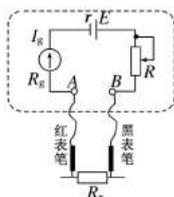
一、課前自主預習學案

1.1 歐姆表

1. 內部構造歐姆表由_____改裝而成，它內部主要由電流錶(表頭)、電源和_____三部分組成。

2. 測量原理

(1)當紅、黑表筆短接時，調節 R 使指針滿偏，相當於被測電阻為零，此時有 $I_g = \frac{E}{R_g + R + r}$ 。



(2)如圖所示，當紅、黑表筆間接入被測電阻 R_x 時，根據閉合電路歐姆定律可得，通過表頭的電流 $I = \frac{E}{r + R_g + R + R_x}$ 。改變 R_x ，電流 I 隨著改變，因此每個 R_x 值都對應一個電流值，在刻度盤上直接標出與 I 值對應的_____值，就可以從刻度盤上直接讀出被測電阻的阻值。

(3)當不接電阻直接將兩表筆連在一起時，調節滑動變阻器，使電流錶達到滿偏，此時有 $I_g = \frac{E}{r + R_g + R}$ ，當外加電阻 $R_x = R + R_g + r$ 時，電流為 $I =$

$\frac{E}{R_x + R_g + R + r} = \frac{1}{2}I_g$ ，此時電流錶指針指在刻度盤中央，該電阻叫_____。

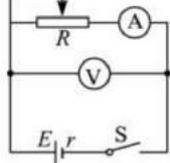
[說明] 歐姆表的使用步驟

(1)**機械調零**：歐姆表使用前一定要觀察指針是否指在左端電阻 ∞ 處，若有偏差，應用小螺絲刀輕旋調零螺絲。

(2)**選擋**：一般歐姆表都有多個擋位，測量時要進行合理選擋，使讀數在中值刻度附近，若指針偏轉角度較小，說明待測電阻阻值較大，應選較大倍率的擋位，否則換倍率較小的擋位。

(3)**電阻調零**：將紅、黑表筆短接，調節歐姆調零旋鈕，使指針指在右端電阻零刻度處。

(4)**測量**：將待測電阻與別的元件斷開，將紅、黑表筆接在被測電阻兩端進



行測量。注意：不要用手接觸表筆的金屬杆部分。

(5)讀數：將刻度盤上的讀數乘以選擇開關所指的倍率即可得到被測電阻的阻值。

(6)若要換擋測量新的電阻，需重複以上(2)~(5)步。

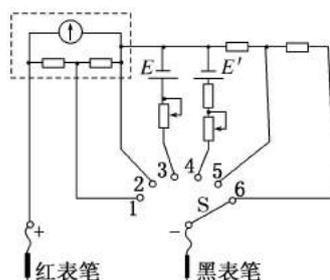
(7)測量完畢，應將表筆從插孔中拔出，並將選擇開關置於“OFF”擋或交流電壓的最高擋，長期不用時，應將歐姆表中的電池取出。

①[判一判]

1. 歐姆表各擋位刻度都是從 0 到 ∞ ()
2. 歐姆表錶盤上刻度是均勻的()
3. 歐姆表的紅表筆接內部電源的正極()
4. 歐姆表的內阻是電源內阻、表頭內阻和滑動變阻器有效電阻之和()
5. 兩表筆短接時，電流錶滿偏，意味著此時待測電阻為零()

1.2 多用電表

1. 多用電表的用途及外部構造多用電表可以用來測量_____、_____、_____等，並且每一種測量都有幾個量程。上半部為錶盤，錶盤上有電流、電壓、電阻等各種量程的刻度；下半部為_____，它的四周刻著各種測量功能和量程。

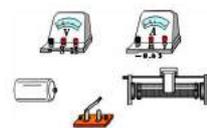
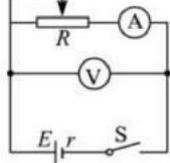


2. 多用電表的工作原理如圖是簡化的多用電表的電路圖，它由表頭、直流電流測量電路、直流電壓測量電路、電阻測量電路以及選擇開關等部分組成，其中，1、2 為_____測量端，3、4 為_____測量端，5、6 為_____測量端。測量時，紅表筆插入“+”插孔，黑表筆插入“-”插孔，並通過選擇開關 S 接入與待測量相應的測量端，使用時電路只有一部分起作用。

[注意]

(1)使用多用電表時要合理選擇量程，使指針盡可能指在中間刻度線附近，一般應在 $\frac{1}{4}R_{\#} \sim 4R_{\#}$ 的範圍內。

(2)測量電阻選擋時若無法估計待測電阻的大小，則應將選擇開頭旋到“ $\times 100$ ”擋，歐姆調零後，將紅、黑表筆分別接到電阻兩端，若指針偏角太小，則逐漸增大量程，直到指針指到中值電阻附近為止。



②[判一判]

1. 使用多用電表前，若發現指針與零刻線不對齊，應用螺絲刀輕輕轉動多用電表的指針定位螺絲，使指針正對零刻線()
2. 使用歐姆表時，每測一次電阻都需要重新進行歐姆調零()
3. 使用歐姆表時，每換一次擋都需要重新進行歐姆調零()

二、新課教學：§2.8 多用電錶的原理（第一課時）

2.1 教學三維目標

1. 知識與技能

- ①能利用閉合電路歐姆定律方法測量電阻的阻值。
- ②掌握歐姆表的原理，知道多用電表的原理。

2. 過程與方法

- ①通過對歐姆表原理的分析，提高學生綜合應用知識解決問題的能力。
- ②通過探究、合作，培養學生的創造性思維，提高表達、交流能力。

3. 情感態度與價值觀

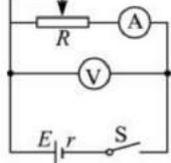
- ①培養學生熱愛科學，探究物理的興趣。
- ②培養學生合作、探究、勇於創新的精神。

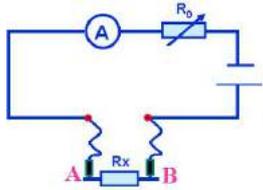
2.2 教學重點、難點

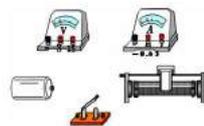
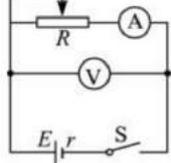
歐姆表和單量程多用电表的制作原理。
理解歐姆表和單量程多用电表的制作原理。

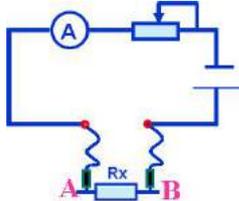
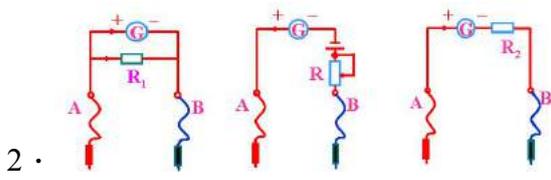
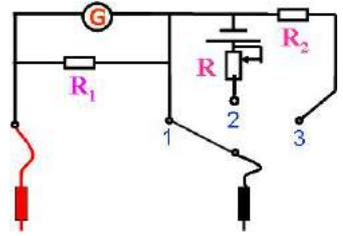
2.3 教學過程

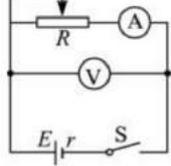
教學環節	教師活動	學生活動	設計意圖
提出問題	我們已經學習過把電流錶表頭改裝成電壓表和量程較大的電流錶的原理，能利用表頭測電阻嗎？		
探究一：利用表頭測電阻	1. 給出器材 待測電阻 R_x 電源： $E=2V$ ， $r=0.5\Omega$ 電流錶 A： $I_g=10mA$ ， $r_g=9.5\Omega$ 電壓表 V：量程 3V，內阻約 $3k\Omega$ 變阻箱 R_0 ： $0\sim 9999\Omega$	設計利用表頭測電阻的方案，畫出電路圖。	通過開放性的實驗設計，培養學生



	<p>滑動變阻器 $R: 0 \sim 1000\Omega$ 電鍵、導線若干 若還需其他器材，可自選</p> <p>2· 指導學生進行設計（表頭與其他元件進行組合）</p> <p>3· 評價方案，</p> <p>教師：如果能從錶盤上直接讀出所測電阻值就好了，請選擇其中一個方案。或者你有沒有更好地設計嗎？</p>	<p>學生代表板書設計方案</p> <p>學生分析比較幾個方案，從中選出方案或提出更好的方案。</p>	<p>發散性思維。同時給學生提供一個合理的思維空間，便於課堂的生成。</p>
<p>探究二： 利用表頭直接測電阻</p>	<p>1· 出示表頭刻度盤。給出相關數據 $E=2V$，$r=0.5\Omega$；$I_g=10mA$，$r_g=9.5\Omega$；（以 $R_0=390\Omega$ 為例），引導學生進行表頭刻度改裝。 [來源:Zxxk.Com]</p>   <p>2· 對刻度情況進行分析，引導學生發現不足之處，進一步完善方案</p> <p>3· 提出下列問題，引導學生進一步探究 若電流錶內阻 r_g 未知，可使 $10mA$ 處表示所測電阻值為 0?</p> <p>4· 再提出問題，引導學生進一步探究，發現本質規律。 若將變阻箱換為滑動變阻器 R，還可使 $10mA$ 處表示所測電阻值為 0?</p>	<p>根據閉合電路歐姆定律，結合具體數據，分組進行計算，改裝表頭刻度。</p> <p>學生髮現刻度與 R_0 的取值有關。取 $R_0=190\Omega$，可充分利用刻度盤。</p> <p>學生發現電流錶內阻 r_g 未知，可進行測量，再調節 R_0，可實現，滿偏電流處表示電阻為 0，同時也發現，總內阻不變。</p> <p>學生發現只要將 A、B 接線柱短接，調節滑動變阻器 R，使指針滿偏即可實現滿偏電流處表示電阻為 0，無須知道各元件電阻為多少。</p>	<p>通過層層遞進的幾個問題，引發學生積極的參與思考。促成學生有效的生成。</p>



<p>歐姆表原理</p>	<p>1. 出示改進後歐姆表原理圖，結合探究過程，講解歐姆表的原理；歐姆調零的目的和作用；中值電阻的決定因素；刻度盤的特點。</p>  <p>2. 原理：</p> <p>3. 刻度：(1) AB 短接，調節 R 使得指針滿偏（歐姆調零）。 目的是什麼？或有什麼作用？ 原理：$R_x = \frac{E}{I} - (r + r_g + R) = \frac{E}{I} - \frac{E}{I_g}$</p> <p>(2) 指針指在中間刻度處，所測電阻值是多少？ 把此電阻稱為中值電阻，中值電阻的大小跟哪些因素有關？</p> <p>(3) 歐姆表刻度的特點：</p>	<p>學生深化理解歐姆表原理等相關內容，把握歐姆表的本質規律。</p> $R_x = \frac{E}{I} - (r + r_g + R)$ <p>最大限度利用錶盤刻度</p> $R_{內} = r + r_g + R = \frac{E}{I_g}$ $R_x = r + r_g + R = \frac{E}{I_g}$ <p>由電源電動勢和表頭滿偏電流決定</p> <p>左大右小；左密右疏</p>	<p>從特殊到一般，歸納總結，探尋本質規律</p>
<p>探究三：簡單的單量程多用表</p>	<p>1. 出示電流錶、歐姆表、電壓表的原理圖</p>  <p>2. 要求學生組合成簡單的多用電表，注意電源與表頭的連接。</p> <p>2. 引導分析電路結構</p>	<p>學生設計電路圖</p>  <p>通過分析，體會等效思想</p>	<p>把已經掌握的知識進行綜合，實現創造。</p> <p>體會等效的思想</p>



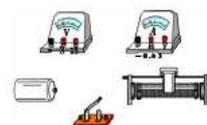
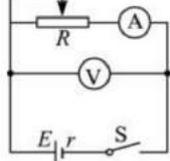
簡單的雙量程多用表	出示雙量程多用電表電路圖，引導學生分析各擋功能，	分析各檔功能，比較量程大小	
認識多用電表	利用多用電表實物圖介紹其功能，強調歐姆表使用的注意點。		為下一節實驗課做準備
交流評價	通過這一節課的學習，你學到了什麼知識？什麼方法？還有什麼疑問？	學生總結交流	總結課堂內容，培養學生概括總結能力。

2.4 板書設計

多用電表

- 歐姆表原理：閉合電路歐姆

$$\begin{cases} I_g = \frac{E}{R_{\text{內}}} \\ I_x = \frac{E}{R_{\text{內}} + R_x} \end{cases}$$
- 構造：錶盤、選擇開關、指針定位螺絲、歐姆調
- 功能：測電壓、測電流、測電阻、測其他



三、重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

學習目標	知識脈絡
<p>1. 通過對歐姆表的討論，瞭解歐姆表的結構和刻度特點，理解歐姆表測電阻的原理(重點)。</p> <p>2. 瞭解多用電表的基本結構，通過實驗操作學會使用多用電表測電壓、電流和電阻。</p> <p>3. 掌握多用電表測二極體的正、反向電阻，測電壓及電流的方法，會用來探索簡單黑箱中的電學元件及連接方式(難點)。</p>	

3.1 知識點一：歐姆表

<p>知識點 (1)</p>	<p>歐姆表</p>
----------------	------------

【基礎初探】

[先填空]

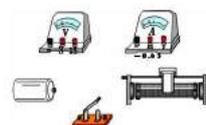
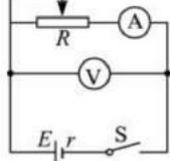
1. 原理

依據閉合電路的歐姆定律製成，它是由電流錶改裝而成的。

2. 內部構造

由表頭、電源和可變電阻三部分組成。

3. 測量原理



如圖 2-8-1 所示，當紅、黑表筆接入被測電阻 R_x 時，通過表頭的電流 $I = \frac{E}{r + R_g + R + R_x}$ 。改變 R_x ，電流 I 隨著改變，每個 R_x 值都對應一個電流值，在刻度盤上直接標出與 I 值對應的 R_x 值，就可以從刻度盤上直接讀出被測電阻的阻值。

當不接電阻直接將兩表筆連接在一起時，調節滑動變阻器使電流錶達到滿偏，此時有 $I_g = \frac{E}{r + R_g + R}$ ，若外加電阻 $R_x = R + R_g + r$ 時，電流為 $I = \frac{E}{R_x + R + R_g + r} = \frac{1}{2}I_g$ ，此時電流錶指針在刻度盤的中央，該電阻叫中值電阻。

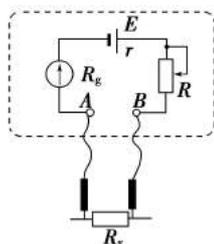


圖 2-8-1

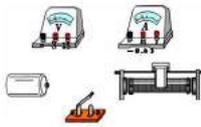
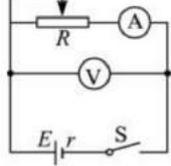
[再判斷]

1. 歐姆表指針偏角越大，表明被測電阻越大。(×)
2. 歐姆表紅表筆接表內電源的正極。(×)
3. 歐姆表測電阻時，指針偏角偏大，應換大倍率檔。(×)

[后思考]

被測電阻值越大，流過電流錶表頭的電流越小，電流的大小與被測電阻的阻值成反比，這種說法對嗎？為什麼？

【提示】 電流 $I = \frac{E}{R_x + R + R_g + r}$ ， R_x 越大，電流越小，但二者不是反比關係。



【核心突破】
[合作探討]

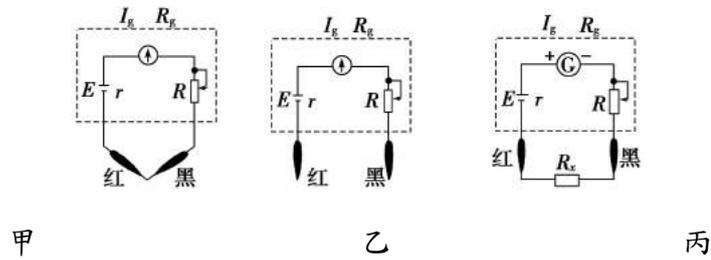


圖 2-8-2

如圖 2-8-2 所示，甲、乙、丙分別為歐姆表紅黑表筆短接、紅黑表筆斷開、被測電阻為 R_x 所對應的電路圖。

探討 1：圖甲中紅黑表筆短接時可認為被測電阻為零，那麼電阻的零刻度應與電流錶刻度盤上哪個刻度線相對應？

【提示】 滿偏電流 I_g 。

探討 2：圖乙中紅黑表筆斷開時，可認為被測電阻為無窮大，那麼電阻的“ ∞ ”刻度應與電流錶刻度盤上哪個刻度線相對應？

【提示】 “0”刻度線。

探討 3：若指針在 $\frac{1}{3}I_g$ 處，則被測電阻的阻值 R_x 為多大？

【提示】
$$I_g = \frac{E}{r+R+R_g} \quad \frac{1}{3}I_g = \frac{E}{r+R+R_g+R_x}$$

可解得： $R_x = 2(r+R+R_g)$ 。

[核心点击]

1. 原理如圖 2-8-3 所示

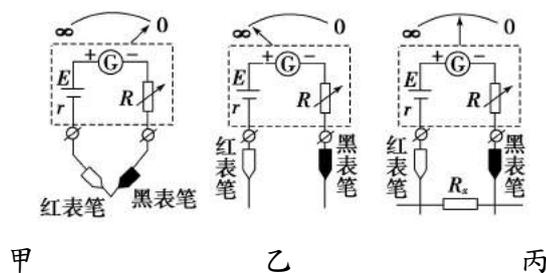
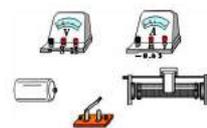
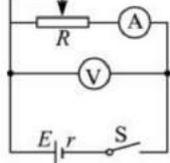


圖 2-8-3



2. 刻度標注

刻度	標注方法	標注位置
“0 Ω”	紅、黑表筆相接，調節調零旋鈕，使指針滿偏，被測電阻 $R_x=0$	滿偏電流 I_g 處
“∞”	紅、黑表筆不接觸，表頭指針不偏轉，被測電阻 $R_x=\infty$	電流為零處
中值電阻	$R_x=r+R+R_g$	刻度盤正中央
“ R_x ”	紅、黑表筆接 R_x ， $I_x=$ $\frac{E}{r+R+R_g+R_x}$ ， R_x 與 I_x 一一對應	與 R_x 對應電流 I_x 處

3. 歐姆表的使用步驟

(1)機械調零：歐姆表使用前一定要觀察指針是否指在左端電阻 ∞ 處，若有偏差，應用小螺絲刀輕旋調零螺絲。

(2)選擋：一般歐姆表都有多個擋位，測量時要進行合理選擋，使讀數在中值刻度附近，若指針偏轉角度較小，說明待測電阻阻值較大，應選較大倍率的擋位，否則換倍率較小的擋位。

(3)電阻調零：將紅、黑表筆短接，調節歐姆調零旋鈕，使指針指在右端電阻零刻度處。

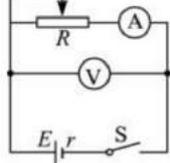
(4)測量：將待測電阻與別的元件斷開，將紅、黑表筆接在被測電阻兩端進行測量。

注意：不要用手接觸表筆的金屬杆部分。

(5)讀數：將刻度盤上的讀數乘以選擇開關所指的倍率即可得到被測電阻的阻值。

(6)若要換擋測量新的電阻，需重複以上(2)~(5)步。

(7)測量完畢，應將表筆從插孔中拔出，並將選擇開關置於“OFF”擋或交流



電壓的最高擋，長期不用時，應將歐姆表中的電池取出。

【題組衝關】

1. 如圖 2-8-4 所示為歐姆表的原理圖，表頭內阻為 R_g ，調零電阻為 R ，電池的電動勢為 E ，內阻為 r ，則下列說法中錯誤的是()

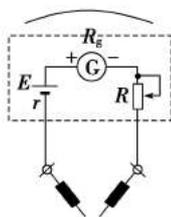


圖 2-8-4

- A · 它是根據閉合電路歐姆定律製成的
- B · 接表內電池負極的應是紅表筆
- C · 電阻的“ ∞ ”刻度一般在刻度盤的右端
- D · 調零後刻度盤的中心刻度值是 $r + R_g + R$

【解析】 歐姆表的表頭是一個電流錶，當被測電阻接入電路，回路閉合，表頭就有示數，由歐姆定律可知，表頭示數隨被測電阻阻值的改變而改變。電流應從紅筆流入歐姆表，從黑筆流出，多用表作歐姆表使用時，電源在表內，流入的電流至電源負極，故紅筆應當接電池負極；當兩表筆短接時，被測電阻為零，電路電流最大，指針指最右端，當兩表筆斷開，相當於被測電阻 ∞ ，此時電路電流為零，指針不偏轉，指最左端；調零後，回路電流為 $I =$

$\frac{E}{r + R_g + R}$ ，指針指中心刻度時，回路電流為 $I/2$ ，此時被測電阻阻值為 R_x ，則有

$$\frac{I}{2} = \frac{E}{R_x + R_g + R + r}$$

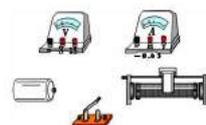
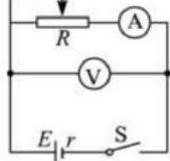
，解得 $R_x = r + R_g + R$ ，就是中心刻度值。

【答案】 C

2. (多選) 調零後，用“ $\times 10$ ”擋測量一個電阻的阻值，發現錶針偏轉角度極小，正確的判斷和做法是()

- A · 這個電阻值很小
- B · 這個電阻值很大
- C · 為了把電阻測得更准一些，應換用“ $\times 1$ ”擋，重新調零後再測量
- D · 為了把電阻測得更准一些，應換用“ $\times 100$ ”擋，重新調零後再測量

【解析】 用歐姆擋測電阻時，指針指中值附近測量最準確，指針不偏轉



時，對應電流為零，電阻為無窮大，指針偏轉太小，即指示電阻太大，應換用更高倍率的擋，即換“ $\times 100$ ”擋重新調零測量，故 A、C 錯誤，B、D 正確。

【答案】 BD

【歸納總結】

1 測量時指針的偏角指的是偏轉到的位置和測量前的位置的夾角，所以偏角大，電阻小，偏角小，電阻大。

2 選擋時若無法估計待測電阻大小，是應將選擇開關旋到“ $\times 1$ ”擋，歐姆調零後，將紅、黑表筆分別接到電阻兩端，若指針偏角太小，則逐漸增大量程，直到指針指到中值電阻附近為止。

3.2 知識點二：多用電錶及其應用

<div style="background-color: #cccccc; padding: 5px; display: inline-block;"> 知識點 ② </div>	多用電錶及其應用
--	----------

【基礎初探】

[先填空]

1. 最簡單的多用電表原理圖

如圖 2-8-5 所示，當單刀多擲開關接通 1 時，可作為電流錶使用，接通 2 時，可作為歐姆表使用，接通 3 時，可作為電壓表使用。

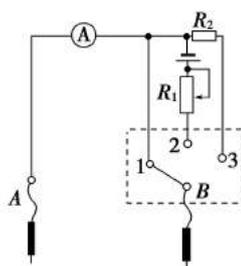


圖 2-8-5

2. 外形構造如圖 2-8-6 所示，選擇開關周圍有不同的測量功能區域及量程，選擇開關旋到不同的位置，多用電表內對應的儀錶電路被接通，就相當於對應的儀錶。在不使用時，應把選擇開關旋轉到 OFF 擋或交流電壓最高擋。

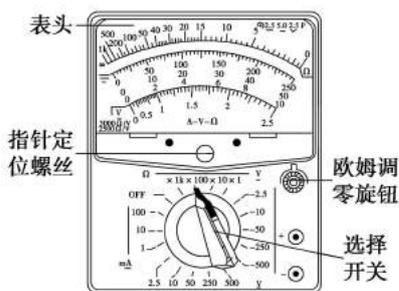
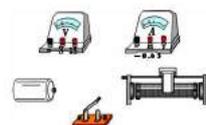
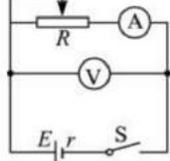


圖 2-8-6

3. 應用

(1) 測電壓

- ① 選擇直流電壓檔合適的量程，並將選擇開關旋至相應位置。
- ② 將多用電表並聯在待測電阻兩端，注意紅表筆接觸點的電勢應比黑表筆高。
- ③ 根據錶盤上的直流電壓標度讀出電壓值，讀數時注意最小刻度所表達的電壓值。

(2) 測電流

- ① 選擇直流電流檔合適的量程。
- ② 將被測電路導線折開一端，把多用電表串聯在電路中。
- ③ 讀數時，要認清刻度盤上的最小刻度。

注意：電流應從紅表筆流入多用電表。

(3) 測電阻

- ① 要將選擇開關扳到歐姆檔上，此時紅表筆連接表內電源的負極，黑表筆連接表內電源的正極。選好倍率後，先歐姆調零，然後測量。測量完畢，應把選擇開關旋轉到 OFF 檔或交流電壓最高檔。

② 用多用電表測電壓、測電流及測電阻時，電流都是從紅表筆流入電錶，從黑表筆流出電錶。

(4) 二極體的特點及其電阻測量

- ① 特點：如圖 2-8-7 所示，它由半導體材料製成，有兩個電極。

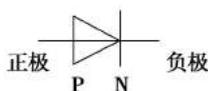
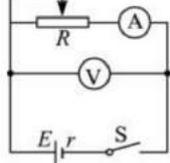


圖 2-8-7



②電阻測量：正向電阻較小，反向電阻較大，可用多用電表判斷它的正、負極或區分它的好壞，二極體具有單向導電性。

[再判斷]

1. 多用電表所有刻度線都是均勻的。(×)
2. 使用多用電表時，無論用電壓擋、電流擋還是歐姆擋，都應該使電流從紅表筆進入，從黑表筆流出。(√)
3. 使用多用電表時，無論用電壓擋、電流擋還是歐姆擋，都是紅表筆接高電勢處。(×)
4. 使用多用電表測電阻時，應盡可能使指針在刻度盤的中間區域，這樣誤差比較小。(√)

[后思考]

多用電表使用前，應調整什麼位置，其目的是什麼？

【提示】 用螺絲刀調節錶盤中央的定位螺絲，使指針指在錶盤刻度左端的零位置。

【核心突破】

[合作探討]

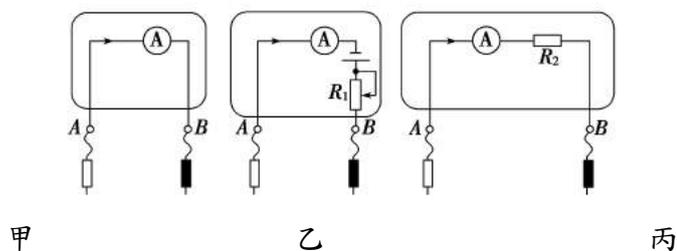


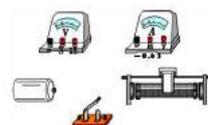
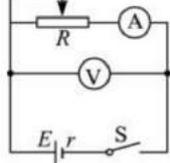
圖 2-8-8

如圖 2-8-8 所示，乙、丙電路中的電流錶 A 與甲圖中的電流錶相同。

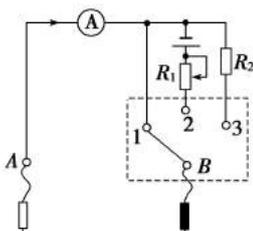
探討 1：乙、丙電路對應什麼電錶的電路圖？

【提示】 乙為歐姆表的電路，丙為電壓表的電路。

探討 2：試將電路圖甲、乙、丙組合在一起，畫出對應的多用電表的電路圖。



【提示】



[核心点击]

1. 用多用電表判斷電路故障

電路故障一般是短路或斷路，常見的情況有導線斷芯，燈泡斷絲，燈座短路，電阻器內部斷路，或接頭處接觸不良等，檢查故障的方法有：

(1) 電壓表檢測

如果電壓表讀數為零，說明電壓表上無電流通過，可能在並聯路段之外有斷路，或並聯路段內有短路；如果電壓表有示數，說明電壓表上有電流通過，則在並聯電路之外無斷路或並聯路段內無短路。

(2) 假設法

已知電路發生某種故障，尋求故障在何處時，可將整個電路劃分為若干部分，然後逐一假設某部分電路發生故障，運用電路知識進行正向推理，推理結果若與題述現象不符合，則故障不在該部分電路；若結果與題述現象符合，則故障可能發生在這部分電路，這樣逐一排除，直到找到發生故障處為止。

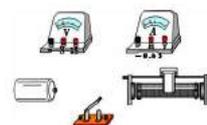
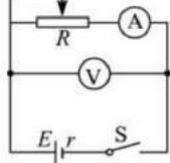
2. 電學黑箱問題

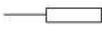
(1) “電學黑箱”的種類

一般有四種：

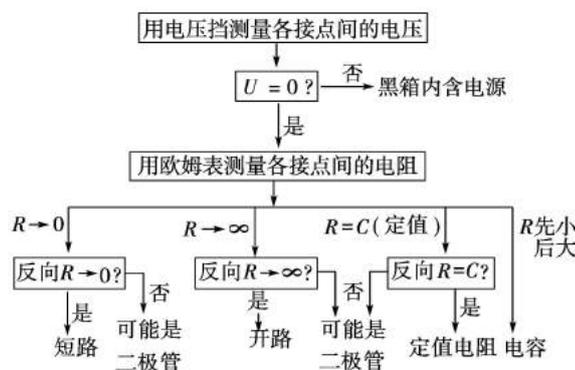
- ① 純電阻黑箱；
- ② 純電源黑箱；
- ③ 由電阻和電源組成的閉合電路黑箱；
- ④ 含電容器、二極體的黑箱。

(2) 常見元件的特性及測量現象



元件	特性
	不分極性，正向、反向電阻大小相等
	單向導電性，正向、反向電阻差值很大
	直流電路中相當於斷路，歐姆表測量時指針先偏轉，又回到“∞”刻度
	提供電壓，用電壓表測量，如果在兩測量點間電壓最大，說明兩點間有電源

(3) 用多用電表探測黑箱內的電學元件的基本思路



根據以上思路判斷出黑箱內有哪些電學元件後，再根據各接點間測量的數據進行邏輯推理，最後確定出元件的位置和連接方式。

【題組衝關】

3. (多選) 在如圖 2-8-9 所示的電路中，閉合開關 S 時，燈不亮，已經確定是燈泡斷路或短路引起的，在不能拆開電路的情況下(開關可閉合，可斷開)，現用一個多用電表的直流電壓檔、直流電流檔和歐姆檔分別對故障電路作了如下檢查並作出判斷(如下表所示)：

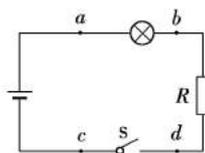
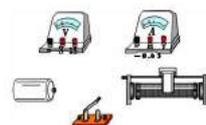
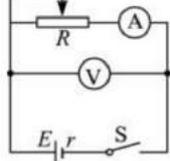


圖 2-8-9

次序	操作步驟	現象和結論
1	閉合開關，選直流電壓檔，紅、黑表筆分別接 a 、 b	指針偏轉，燈斷路；指針不偏轉，燈短路
2	閉合開關，選直流電流檔，紅、黑表筆分別接 a 、 b	指針偏轉，燈斷路；指針不偏轉，燈短路
3	閉合開關，選歐姆檔，紅、黑表筆分別接 a 、 b	指針不動，燈斷路；指針偏轉，燈短路
4	斷開開關，選歐姆檔，紅、黑表筆分別接 a 、 b	指針不動，燈斷路；指針偏轉最大，燈短路

以上操作和判斷正確的是()

- A · 1 B · 2 C · 3 D · 4

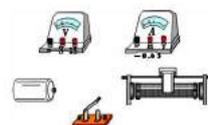
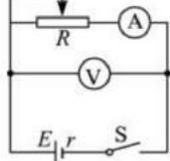
【解析】 選直流電壓檔時，紅、黑表筆分別接高、低電勢點，若指針偏轉，說明 a 、 b 兩點有電壓，其他地方完好而 a 、 b 之間有斷路；若指針不偏轉，說明 a 、 b 兩點電勢相等， a 、 b 之間必短路，1 正確。

選直流電流檔時，由於電流錶內阻很小，當燈屬於斷路故障時，電路中電流可能較大，因此可能燒壞電流錶或電源等。故一般不選用電流檔進行故障檢測，2 錯誤。

選歐姆檔時，已啟用歐姆表內電源，必須將外電路電源斷開，故 3 是錯誤的。

而 4 顯然正確，故選項 A、D 正確。

【答案】 AD



4. 某多用電表錶盤的示意圖如圖 2-8-10 所示，在正確操作的情況下：

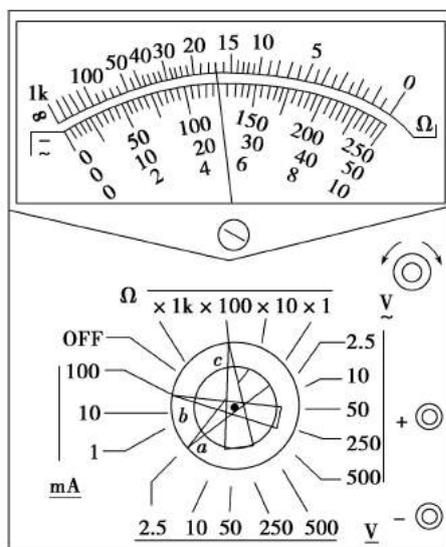


圖 2-8-10

- (1)若選擇開關的位置如 a 所示，則測量的物理量是_____，測量結果為_____。
- (2)若選擇開關的位置如 b 所示，則測量的物理量是_____，測量結果為_____。
- (3)若選擇開關的位置如 c 所示，則測量的物理理是_____，測量結果為_____。
- (4)若選擇開關的位置如 c 所示，正確操作後發現指針的偏轉角很小，那麼應選擇_____擋測電阻。

【解析】 (1)若選擇開關的位置如 a 所示，則測量的是直流電壓，量程為 2.5 V，測量結果為 1.25 V.

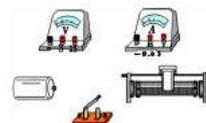
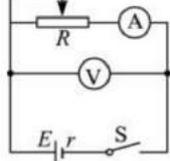
(2)若選擇開關的位置如 b 所示，則測量的是直流電流，量程為 100 mA，測量結果為 50 mA.

(3)若選擇開關的位置如 c 所示，則測量的是電阻，倍率為“ $\times 100$ ”，測量結果為 $17 \times 100 \Omega = 1.7 \text{ k}\Omega$.

(4)若選擇開關的位置如 c 所示，指針的偏轉角很小，說明所測量的電阻的阻值很大，應該選擇更大倍率的擋位，即“ $\times 1 \text{ k}$ ”擋。

【答案】 (1)直流電壓 1.25 V

(2)直流電流 50 mA (3)電阻 1.7 k Ω (4) $\times 1 \text{ k}$



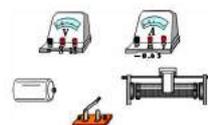
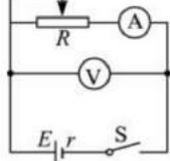
【歸納總結】

1 短路故障的判斷：將電壓表與電源並聯，若有電壓，再逐段與電路並聯。當電壓表示數為零時，該並聯電路某部分被短路；當電壓表示數不為零時，該並聯電路沒有被短路。

2 斷路故障的判斷：將電壓表與電源並聯，若有電壓，再逐段與電路並聯，若電壓表有示數，則該並聯電路某部分出現斷路。

3 歐姆擋是倍率擋，即讀出的示數再乘以擋上的倍率。電流、電壓擋是量程範圍擋。在不知道待測電阻的阻值時，應先從小倍率開始，熟記“小倍率小角度偏，大倍率大角度偏” 因為歐姆擋的刻度盤上越靠左讀數越大，且測量前指針指在左側“∞”處。

4 歐姆表的讀數：待測電阻的阻值應為錶盤讀數乘以倍率。為了減小讀數誤差，指針應指錶盤 $\frac{1}{3} \sim \frac{2}{3}$ 範圍內的部分，即中央刻度附近。



程比較大，1、2 擋位為測量 _____ 擋， _____ 擋量程比較大.

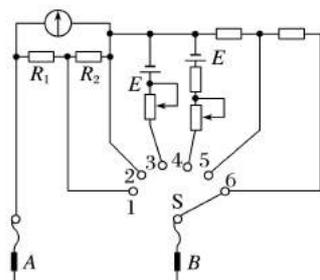


圖 2

答案 3 4 電壓 6 電流 1

解析 使用歐姆擋時需要電錶內接電源，所以 3、4 為歐姆擋；由於串聯電阻具有分壓作用，所以將靈敏電流計的表頭改裝成電壓表時應串聯電阻，故 5、6 為電壓擋，又因串聯電阻越大，量程越大，所以 6 擋量程比較大；由並聯電阻的分流作用知 1、2 為電流擋，1、2 兩擋測電流的對應量程分別為 $I_1 = \frac{I_g(R_g + R_2)}{R_1}$

$$+ I_g, I_2 = \frac{I_g R_g}{R_1 + R_2} + I_g, \text{ 可知 } I_1 > I_2.$$

4. 如圖 3 所示是把量程為 3 mA 的電流錶改裝成歐姆表的結構示意圖，其中電池電動勢 $E = 1.5 \text{ V}$ ，改裝後，原來電流錶 3 mA 刻度處的刻度值定為零位置，則 2 mA 刻度處應標 _____ Ω ；1 mA 刻度處應標 _____ Ω .

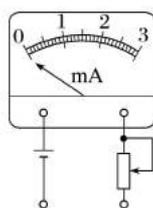


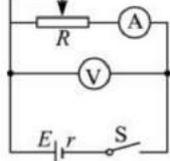
圖 3

答案 250 1000

解析 因為 $R_{\text{內}} = \frac{E}{I_g} = \frac{1.5 \text{ V}}{3 \text{ mA}} = 500 \Omega$,

$$I_1 = \frac{E}{R_{\text{內}} + R_{x1}}, \text{ 即 } 2 \text{ mA} = \frac{1.5 \text{ V}}{500 \Omega + R_{x1}},$$

所以 $R_{x1} = 250 \Omega$.



因為 $I_2 = \frac{E}{R_{\text{內}} + R_{x2}}$ ，即 $1 \text{ mA} = \frac{1.5 \text{ V}}{500 \Omega + R_{x2}}$ ，

所以 $R_{x2} = 1000 \Omega$ 。

5. 在物理課外活動中，劉聰同學製作了一個簡單的多用電錶，如圖 4 甲為電錶的電路圖。已知選用的電流錶內阻 $R_g = 10 \Omega$ 、滿偏電流 $I_g = 10 \text{ mA}$ ，當選擇開關接 3 時為量程 250 V 的電壓表。該多用電錶錶盤如圖乙所示，下排刻度均勻，C 為上排刻度線的中間刻度，由於粗心，上排刻度線對應資料沒有指出。

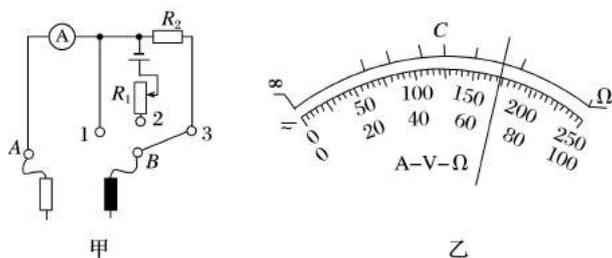


圖 4

(1) 若指針在圖乙所示位置，選擇開關接 1 時其讀數為 _____ mA；選擇開關接 3 時其讀數為 _____ V。

(2) 為了測該多用電錶電阻擋的電阻和表內電源的電動勢，劉聰同學在實驗室找到了一個電阻箱，設計了如下實驗：

- ① 將選擇開關接 2，紅黑表筆短接，調節 R_1 的阻值使電錶指針滿偏；
- ② 將電錶紅黑表筆與電阻箱相連，調節電阻箱使電錶指針指 C 處，此時電阻箱的示數如圖 5，則 C 處刻度應為 _____ Ω 。

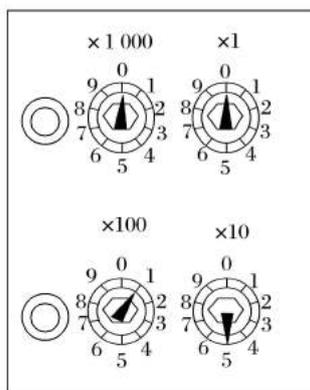
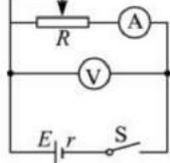


圖 5



③計算得到多用電錶內電池的電動勢為_____ V.(保留兩位有效數字)

(3)調零後將多用電錶紅黑表筆與某一待測電阻相連，若指針指在圖乙所示位置，則待測電阻的阻值為_____ Ω (保留兩位有效數字)

答案 (1)6.9 173(172~174 均可)

(2)②150 ③1.5

(3)67(65~69 之間均可)

解析 (1)選擇開關接 1 時測電流，其分度值為 0.2 mA，示數為 6.9 mA；選擇開關接 3 時測電壓，其分度值為 5 V，其示數為 173 V。

(2)②電阻箱示數為 $0 \times 1\,000\ \Omega + 1 \times 100\ \Omega + 5 \times 10\ \Omega + 0 \times 1\ \Omega = 150\ \Omega$ 。

③指針指在 C 處時，電流錶示數為 $5\ \text{mA} = 0.005\ \text{A}$ ，C 處電阻為中值電阻，則電錶內阻為 $150\ \Omega$ ，電源電動勢 $E = I_g R = 0.01 \times 150\ \text{V} = 1.5\ \text{V}$ 。

(3)根據第(1)問可知，表頭所示電流為 6.9 mA；調零後將電錶紅、黑表筆與某一待測電阻相連，此時電路中的電流值也為 6.9 mA，而表內電池的電動勢為 $E = 1.5\ \text{V}$ ，表內總電阻為 $150\ \Omega$ ，由歐姆定律可知： $R = \frac{1.5}{0.0069}\ \Omega - 150\ \Omega \approx 67\ \Omega$ ，

所以待測電阻的阻值為 $67\ \Omega$ 。

6.如圖 6 是一個多用表歐姆擋內部電路示意圖.電流錶滿偏電流為 0.5 mA、內阻為 $10\ \Omega$ ；電池電動勢為 1.5 V、內阻為 $1\ \Omega$ ，變阻器 R_0 阻值為 $0 \sim 5\,000\ \Omega$ 。

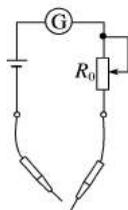
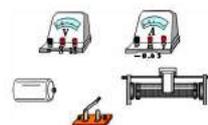
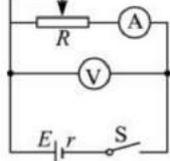


圖 6

(1)該歐姆表的刻度值是按電池電動勢為 1.5 V 刻度的，當電池的電動勢下降到 1.45 V、內阻增大到 $4\ \Omega$ 時仍可調零.調零後 R_0 阻值將變_____ (填“大”或“小”)，若測得某電阻阻值為 $300\ \Omega$ ，則這個電阻的真實值是_____ Ω 。

(2)若該歐姆表換了一個電動勢為 1.5 V、內阻為 $10\ \Omega$ 的電池，調零後測量某電



阻的阻值，其測量結果_____ (填“偏大”“偏小”或“準確”).

答案 (1)小 290 (2)準確

解析 (1)由閉合電路歐姆定律 $I_g = \frac{E}{R_g + r + R_0}$ 得， $R_0 = \frac{E}{I_g} - R_g - r$ ，因為式中 E 變

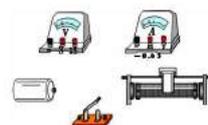
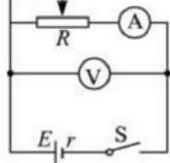
小， r 變大，故 R_0 將減小. 因為該歐姆表的刻度是按電池電動勢為 $E = 1.5 \text{ V}$ 刻度的

的，所以測得某電阻阻值為 300Ω 時，電流錶中的電流 $I = \frac{E}{R + R_\Omega}$ ，其中 $R_\Omega =$

$\frac{E}{I_g}$ ，當電池電動勢下降到 $E' = 1.45 \text{ V}$ 時，此時歐姆表的內阻 $R_\Omega' = \frac{E'}{I_g}$. 由閉合電路

歐姆定律得 $I = \frac{E'}{R' + R_\Omega'}$ ，解得真實值 $R' = 290 \Omega$.

(2)該歐姆表換了一個電動勢為 1.5 V 、內阻為 10Ω 的電池，調零後測量某電阻的阻值，其測量結果準確. 因為電源的內阻的變化，可以通過調零電阻的阻值的變化來抵消.

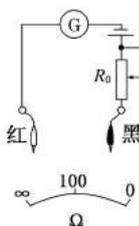


五、達標檢測

5.1 基礎達標

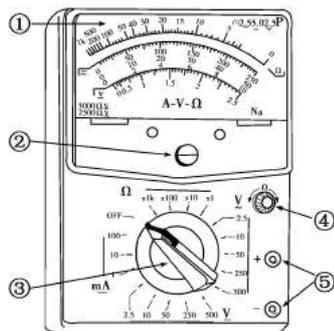
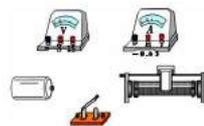
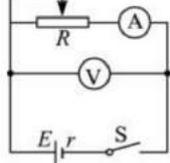
一、選擇題

1. [多選]關於多用電表錶盤上的電阻擋刻度線，下列說法正確的是()
- A. 零歐姆刻度線與電流擋零刻度線重合
 B. 零歐姆刻度線與電流擋滿偏電流刻度線重合
 C. 電阻擋刻度線是不均勻的，電阻值越大，刻度線越密
 D. 電阻擋刻度線是不均勻的，電阻值越小，刻度線越密
2. [多選]用多用電表測電阻，下列說法中正確的是()
- A. 測電阻時，要把選擇開關旋轉到歐姆擋上
 B. 若把選擇開關扳在歐姆擋的“ $\times 1$ ”擋上，準確調零後，測量電阻，指針恰指在刻度 30 和 50 的正中央，則待測電阻的阻值正好為 $40\ \Omega$
 C. 測電阻時，指針偏轉角度越小，待測的電阻值就越大
 D. 若多用電表內沒有安裝電池，就不能用來測電阻
3. 歐姆表是由表頭、乾電池和調零電阻等串聯而成的，有關歐姆表的使用和連接，正確的敘述是()
- A. 測電阻前要使紅黑表筆相接，調節調零電阻，使表頭的指針指最左端
 B. 紅表筆與表內電池正極相接，黑表筆與表內電池負極相連接
 C. 紅表筆與表內電池負極相接，黑表筆與表內電池正極相連接
 D. 測電阻時，錶針偏轉角度越大，待測電阻值越大
4. [多選]關於多用電表，下列說法正確的是()
- A. 多用電表是電壓表、電流錶、歐姆表共用一個表頭改裝而成的
 B. 多用電表無論是測電壓、電流還是電阻，紅表筆的電勢都是高於黑表筆的電勢
 C. 多用電表的電壓擋、電流擋和電阻擋都是靠外部提供電流的
 D. 多用電表表面上電阻刻度的零刻度與直流電流的最大刻度相對應
5. 歐姆表電路及刻度盤如圖所示，現因表頭損壞，換用一個新表頭。甲表頭滿偏電流為原來表頭的 2 倍，內阻與原表頭相同；乙表頭滿偏電流與原表頭相同，內阻為原表頭的 2 倍，則換用甲表頭和換用乙表頭後刻度盤的中值電阻分別為()
- A. $100\ \Omega$ ， $100\ \Omega$ B. $200\ \Omega$ ， $100\ \Omega$
 C. $50\ \Omega$ ， $100\ \Omega$ D. $100\ \Omega$ ， $200\ \Omega$



二、非選擇題

6. 如圖所示是多用電表的示意圖，請你填寫出對應序號的名稱。



① _____ ; ② _____ ; ③ _____ ; ④ _____ ;
⑤ _____ 。

5.2 提高檢測

一、選擇題

1. 如圖所示，用多用電表測直流電壓 U 和測電阻 R 時，若紅表筆插入多用電表的正(+)插孔，則()

A. 前者電流從紅表筆流出多用電表，後者電流從紅表筆流出多用電表

B. 前者電流從紅表筆流入多用電表，後者電流從紅表筆流入多用電表

C. 前者電流從紅表筆流出多用電表，後者電流從紅表筆流入多用電表

D. 前者電流從紅表筆流入多用電表，後者電流從紅表筆流出多用電表

2. 用一個滿偏電流為 10 mA 、內阻為 $40\ \Omega$ 的表頭，一個電動勢為 1.5 V 、內阻不計的乾電池和一個可變電阻組裝一個歐姆表，可變電阻應當選擇()

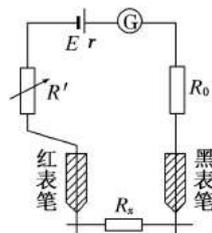
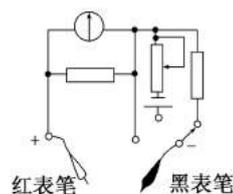
A. $0\sim 20\ \Omega$ B. $0\sim 50\ \Omega$ C. $0\sim 100\ \Omega$ D. $0\sim 200\ \Omega$

3. 一個多用電表的電池已使用很久了，電池電動勢已下降，但是轉動歐姆調零旋鈕時，仍可使錶針調到零歐姆刻度，這時用該表測某一定值電阻 R ，則測量值和真實值之間的關係是()

A. $R_{\text{測}} > R_{\text{真}}$ B. $R_{\text{測}} < R_{\text{真}}$ C. $R_{\text{測}} = R_{\text{真}}$ D. 無法確定

4. 如圖是一個將電流錶改裝成歐姆表的示意圖，此歐姆表已經調零，用此歐姆表測一阻值為 R 的電阻時，指針偏轉至滿刻度的 $4/5$ 處。現用該表測一未知電阻，指針偏轉到滿刻度的 $1/5$ 處，則該電阻的阻值為()

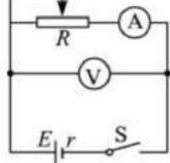
A. $4R$ B. $5R$ C. $10R$ D. $16R$



二、非選擇題

5. 某同學利用多用電表做了以下實驗：

(1) 使用多用電表測電阻，他的主要實驗步驟如下：



- ①把選擇開關撥到“×100”的歐姆擋上；
- ②把表筆插入測試插孔中，先把兩表筆相接觸，旋轉歐姆調零旋鈕，使指針指在電阻刻度的零位上；
- ③把兩表筆分別與某一待測電阻的兩端相接，發現這時指針偏轉角度較小；
- ④換用“×10”的歐姆擋，隨即記下數值；
- ⑤把表筆從測試插孔中拔出後，就把多用電表放回桌上原處，實驗完畢。

這個學生在測量時已注意到：待測電阻與其他元件和電源斷開，不用手碰表筆的金屬杆，那麼這個學生在實驗中有哪些操作是錯誤的？(三個錯誤)

錯誤一：

_____；

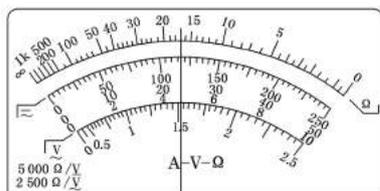
錯誤二：

_____；

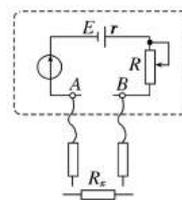
錯誤三：

_____。

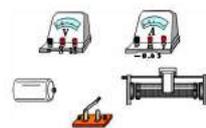
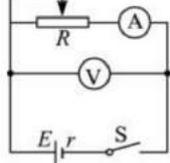
(2)如圖所示為多用電表的錶盤，測電阻時，若用的是“×100”量程，這時指針所示被測電阻的阻值應為_____Ω；測直流電流時，用的是“100 mA”的量程，指針所示電流值為_____mA；測直流電壓時，用的是50 V 量程，則指針所示的電壓值為_____V。



6. 如圖所示為一簡單歐姆表原理示意圖，其中電流錶的滿偏電流 $I_g=300\ \mu\text{A}$ ，內阻 $R_g=100\ \Omega$ ，可變電阻的最大阻值為 $10\ \text{k}\Omega$ ，電池的電動勢 $E=1.5\ \text{V}$ ，內阻 $r=0.5\ \Omega$ ，圖中與接線柱 A 相連的表筆顏色應是_____色，按正確使用方法測量電阻 R_x 的阻值時，指針指在刻度盤的正中央，則 $R_x=$ _____kΩ。



若該歐姆表使用一段時間後，電池電動勢變小、內阻變大，但此表仍能調零，按正確使用方法再測上述 R_x ，其測量結果與原結果相比較_____ (填“變大”“變小”或“不變”)。



5.3 參考答案

[基礎達標]

1. 解析：選 BC 當將多用電表兩表筆短接時，此時外界的待測電阻為零，內部電路的電流值為滿偏電流，B 正確；在電阻擋的刻度盤上標出了從“0”到“ ∞ ”歐姆的值，顯然刻度是不均勻的，電阻值越大，對應的數值越大，在刻度盤上的刻度線越密，C 正確。

2. 解析：選 ACD 使用多用電表應將選擇開關旋至測量專案上，且擋位要合理，測電阻時，選擇開關旋轉到歐姆擋上，A 正確；歐姆表刻度不均勻，指針指在刻度 30 和 50 正中央時待測電阻阻值小於 $40\ \Omega$ ，B 錯誤；測電阻時，指針偏轉角度越小，越靠左邊，待測電阻阻值越大，C 正確；測電阻時多用電表內有一節乾電池，否則指針無偏轉，D 正確。

3. 解析：選 C 每次測量電阻之前都要進行電阻調零，使指針指最右端電阻為零處，所以 A 錯誤；由歐姆表內部結構可知 B 錯，C 對；測電阻時，錶針偏轉角度越大，說明通過表頭的電流越大，待測電阻值越小，故 D 錯。

4. 解析：選 AD 用多用電表測電阻時，由表內電源提供電流，且此時黑表筆的電勢比紅表筆的電勢高，B、C 錯誤，A、D 正確。

5. 解析：選 C 由閉合電路的歐姆定律得，表頭中電流滿偏時有： $I_g = E/R_{內}$ ，表頭中電流二分之一滿偏時有： $I_g/2 = E/(R_{內} + R_{中})$ ，所以有 $R_{內} = R_{中}$ ，刻度盤的中值電阻就等於多用電表的內阻。由 $I_g = E/R_{內}$ 知，多用電表的內阻取決於電源的電動勢和滿偏電流，與表頭的內阻無關。對於甲表頭因滿偏電流為原來表頭的 2 倍，刻度盤的中值電阻將變為原來的二分之一，應為 $50\ \Omega$ ，乙表頭滿偏電流與原表頭相同，電動勢沒變，故刻度盤的中值電阻與原來相等為 $100\ \Omega$ 。

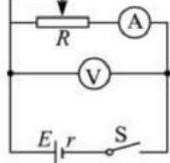
6. 解析：多用電表可分為上、下兩部分，上半部分主要為錶盤，下半部分的中心部位為選擇開關。多用電表表面有一對“+”、“-”插孔，紅表筆插“+”插孔，黑表筆插“-”插孔，插孔上方的旋鈕叫歐姆調零旋鈕，用它可以進行電阻調零。另外，在錶盤和選擇開關之間還有一個機械調零螺絲(指針定位螺絲)，用它可以進行機械調零，即旋轉該定位螺絲，可以使指針(在不接入電路中時)指到左端零刻度。

答案：①錶盤 ②機械調零螺絲(或指針定位螺絲) ③選擇開關 ④歐姆調零旋鈕

⑤表筆插孔

[提高檢測]

1. 解析：選 B 題圖是多用電表的示意圖，無論是測電壓 U 還是測電阻 R ，電流都是從紅表筆流入多用電表，從黑表筆流出多用電表，B 正確。



2. 解析：選 D 表頭的滿偏電流為 10 mA，歐姆調零時有 $R + 40 \Omega = \frac{E}{I_g}$

150 Ω ，故

$R = 110 \Omega$ ，可變電阻應當選擇 0~200 Ω ，否則不能調零，D 正確。

3. 解析：選 A 歐姆調零時 $I_g = \frac{E}{R_{內}}$ ，測量電阻時 $I = \frac{E}{R_{內} + R_x}$ ，故 $I =$

$$\frac{EI_g}{E + R_x I_g} = \frac{I_g}{1 + \frac{R_x I_g}{E}}$$

的電阻刻度值偏大，即 $R_{測} > R_{真}$ ，A 正確。

4. 解析：選 D 由閉合電路的歐姆定律得：調零時有 $E = I_g R_{內}$ ；指針偏轉至滿刻度的 4/5 時有 $E = 4I_g(R + R_{內})/5$ ；指針偏轉到滿刻度的 1/5 時有 $E = I_g(R_x + R_{內})/5$ 。聯立三式可解得 $R_x = 16R$ 。D 正確，A、B、C 錯誤。

5. 解析：(1)換用“×10”的歐姆擋是錯誤的，指針偏轉角度較小，應該換用大量程擋；換擋後直接測量是錯誤的，應該重新進行歐姆調零；用完後應將選擇開關旋至“OFF”擋或交流電壓最高擋。(2)由指針指示情況可讀得電阻值為 1700 Ω ，測直流電流時，用的是“100 mA”的量程，指針所示電流值應為 $23.4 \times 2 \text{ mA} = 46.8 \text{ mA}$ ，測直流電壓時，用的是 50 V 量程，則指針所示的電壓值為 23.4 V。

答案：(1)換用“×10”的歐姆擋 沒有重新歐姆調零 沒有將選擇開關旋至“OFF”擋或交流電壓最高擋

(2)1700 46.8(46.6~47.0 均正確) 23.4(23.3~23.5 均正確)

6. 解析：歐姆表是電流錶改裝的，必須滿足電流的方向“+”進“-”出，即回路中電流從標有“+”標誌的紅表筆進去，所以與 A 相連的表筆顏色是紅色；當兩表筆短接(即 $R_x = 0$)時，電流錶應調至滿偏電流 I_g ，設此時歐姆表的內阻為

$R_{內}$ ，此時由關係 $I_g = \frac{E}{R_{內}}$ 得 $R_{內} = \frac{E}{I_g} = 5 \text{ k}\Omega$ ；當指針指在刻度盤的正中央時 $I =$

$I_g/2$ ，有 $\frac{I_g}{2} = \frac{E}{R_{內} + R_x}$ ，代入數據可得 $R_x = R_{內} = 5 \text{ k}\Omega$ ；當電池電動勢變小、內阻

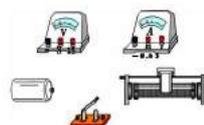
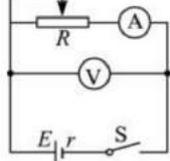
變大時，歐姆表得重新調零，由於滿偏電流 I_g 不變，由公式 $I_g = \frac{E}{R_{內}}$ ，歐姆表內

阻 $R_{內}$ 得調小，待測電阻的測量值是通過電流錶的示數體現出來的，由 $I =$

$$\frac{E}{R_{內} + R_x} = \frac{I_g R_{內}}{R_{內} + R_x} = \frac{I_g}{1 + \frac{R_x}{R_{內}}}$$

偏左了，歐姆表的示數變大了。

答案：紅 5 變大



第三課：§2.9 實驗：練習使用多用電錶（2 課時）

一、課前自主預習學案

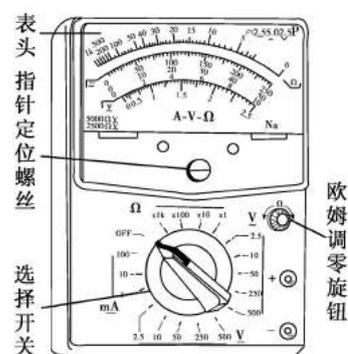
一、實驗目的

1. 通過實際操作學會使用多用電表，測量電壓、電流和電阻。
2. 會用多用電表測量二極體的正、反向電阻，並據此判斷二極體的正、負極。
3. 會用多用電表探索黑箱中的電學元件。

二、實驗原理

1. 指針式多用電表

(1) 如圖所示，表的上半部分為錶盤，下半部分為選擇開關，周圍標有測量功能的區域及量程。將多用電表的選擇開關旋轉到電流擋，多用電表內的電流錶電路就被接通；選擇開關旋轉到電壓擋或歐姆擋，表內的電壓表電路或歐姆表電路就被接通。



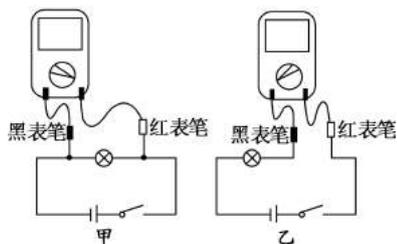
(2) 測量功能區域電壓擋和電流擋對應的數值表示電壓表或電流錶的量程，電阻擋對應的數值表示倍率。讀數時，要讀取跟功能選擇開關擋位相對應的刻度值。

2. 測量準備

(1) 使用多用電表前應先檢查其機械零位。若一開始指針不正對電流的零刻度，應用小螺絲刀調節多用電表的指針定位螺絲，使指針正對零刻度。

(2) 將紅、黑表筆分別插入“+”、“-”插孔。

3. 測量小燈泡的電壓如圖甲連好電路，將多用電表選擇開關置於直流電壓擋測小燈泡兩端的電壓。



4. 測量通過小燈泡的電流如圖乙所示連好電路，將選擇開關置於直流電流擋，測量通過小燈泡的電流。

5. 測量定值電阻

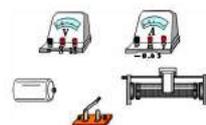
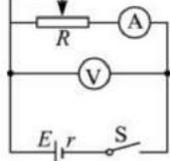
(1) 調整_____絲，使指針_____。

(2) 選擇開關置於“Ω”擋的“×1”量程上，_____接紅、黑表筆，調節歐姆調零旋鈕，使指針指到_____位置，然後_____表筆。

(3) 將兩表筆分別接觸標定值為幾十歐的定值電阻兩端讀出指示的電阻值，與標定值進行比較，然後_____表筆。

(4) 選擇開關改置“×100”擋，重新進行_____。

(5) 將兩表筆分別接觸標定值為幾千歐的電阻兩端，讀出指示的電阻值，與



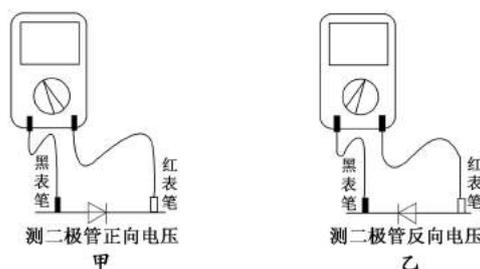
標定值進行比較，然後_____表筆。

6. 測量二極體的正、反向電阻 二極體常用半導體材料製成，它有兩個極，一個正極，一個負極，符號為“正極 負極”。

(1) 二極體具有單向導電性。當給二極體加上正向電壓時，二極體電阻值很小；當給二極體加上反向電壓時，它的電阻值變得很大。

(2) 測正向電阻：如圖甲所示，用多用電表的電阻擋，量程撥到低倍率(例如“ $\times 10$ ”)的位置上，將紅表筆插入“+”插孔，黑表筆插入“-”插孔，然後兩表筆短接進行歐姆調零後，將黑表筆接觸二極體正極，紅表筆接觸二極體負極，穩定後讀取示數乘上倍率(例如 10)，求出正向電阻 R_1 。

(3) 測反向電阻：如圖乙所示，將多用電表的選擇開關旋至高倍率的歐姆擋(例如“ $\times 1k$ ”)，變換擋位之後，須再次把兩表筆短接調零，將黑表筆接觸二極體的負極，紅表筆接觸二極體的正極，穩定後讀取示數乘上倍率(例如“ $1k$ ”)，求出反向電阻 R_2 。



三、實驗器材多用電表、電學黑箱、直流電源、開關、導線若干、小燈泡、二極體，定值電阻(大、中、小)三個。

四、實驗步驟

1. 觀察多用電表的外形，認識選擇開關的測量專案及量程。
2. 檢查多用電表的指針是否停在錶盤刻度左端的零位置，若不指零，則可用小螺絲刀進行機械調零。
3. 將紅、黑表筆分別插入“+”、“-”插孔。
4. 測電壓：將多用電表選擇開關置於直流電壓擋，測小燈泡兩端的電壓。
5. 測電流：將選擇開關置於直流電流擋，測量通過小燈泡的電流。
6. 測電阻：利用多用電表的歐姆擋測三個定值電阻的阻值，比較測量值和真實值的誤差。

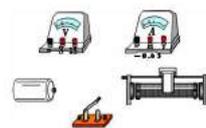
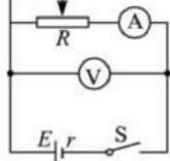
7. 研究二極體的單向導電性，利用多用電表的歐姆擋測二極體兩個引線間的電阻，確定正、負極。

8. 探索黑箱內的電學元件

元件	擋位	实验现象
电源	电压挡	两接线柱正、反接时均无示数说明无电源
电阻	欧姆挡	两接线柱间正、反接时示数相同
二极管	欧姆挡	正接时示数很小,反接时示数很大

五、誤差分析

1. 由於歐姆表刻度的非線性，表頭指針偏轉過大或過小都會使誤差增大，因此要選用恰當擋位，使指針指向中值電阻附近。
2. 測電流、電壓時，由於電錶內阻的影響，測得的電流、電壓值均小於真



實值。

3. 讀數時的觀測易形成偶然誤差，要垂直錶盤正對指針讀數。

六、注意事項

1. 表內電源正極接黑表筆，負極接紅表筆，但是紅表筆插入“+”孔，黑表筆插入“-”孔，注意電流的實際方向。

2. 測電壓時，多用電表應與被測元件並聯；測電流時，多用電表應與被測元件串聯。

3. 測量電阻時，每變換一次擋位都要重新進行歐姆調零。

4. 測量電阻時待測電阻要與其他元件和電源斷開，否則不但影響測量結果，甚至可能損壞電錶。

5. 歐姆表的讀數待測電阻的阻值應為錶盤讀數乘以倍率，為了減小讀數誤差，指針應指在錶盤中央刻度附近。

二、新課教學：§2.9 實驗：練習使用多用電錶（第一課時）

2.1 教學三維目標

知識與技能目標：

- 1、瞭解多用電表的外部結構和歐姆擋的原理。
- 2、通過在實驗探究中學會操作和使用多用電表，知道多用電表的使用規則及使用的注意事項。
- 3、學會應用多用電表測量電壓、電流和電阻。

過程與方法：

1. 通過對歐姆表原理的分析，提高學生綜合應用知識解決問題的能力。
2. 通過應用多用電表測量電阻和電壓，培養學生的動手實踐能力。

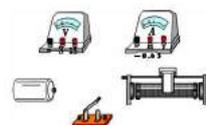
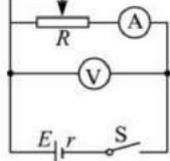
情感態度及價值觀：

運用多用電表進行一定的探究活動，提高學生應用物理知識解決實際問題的能力。

2.2 教學重點、難點

重點：多用電表的結構和使用技能

難點：歐姆表的工作原理



2.3 教學用具

《學生實驗：練習使用多用電表》多媒體課件、多用電表（指針式、數字式）、小燈泡、電池、開關、導線（若干）、二極體。

2.4 教學過程

【課堂引入】

問題：常規測電阻的方法是用伏安法測量，但實驗過程較為繁瑣，有沒有一種直接測量電阻的儀器呢，我們來學習第七節——學生實驗：練習作用多用電表。

【課堂學習】

學習活動一：理解歐姆表的工作原理

問題 1：歐姆表內部的構造是怎樣的？

歐姆表的內部主要由三部分組成，如圖所示， G 是電流錶(表頭)，表頭電阻是 R_g ，滿偏電流為 I_g ，電池的電動勢為 E ，內阻是 r ，電阻 R 是可變電阻，也叫調零電阻，外部還有接線柱和兩支測量表筆（紅黑表筆）。原理圖上方為歐姆表刻度盤。

問題 2：歐姆表測電阻的原理是什麼？

歐姆表測電阻的原理是閉合電路歐姆定律。當正(紅)、負(黑)表筆直接相接時，相當於被測電阻 $R_x=0$ ，調節 R 的阻值，使 $\frac{E}{r+R_g+R} = I_g$ ，則表頭的指針指到滿刻度，所以刻度盤上指針在滿偏處，將這裏定為電阻刻度的零點，而

$r+R_g+R$ 是歐姆表的內阻。

當正、負表筆不接觸時，相當於被測電阻 $R_x=\infty$ ，電流錶中沒有電流，表的指針不偏轉，此時指針所指的位置是刻度的“ ∞ ”點。

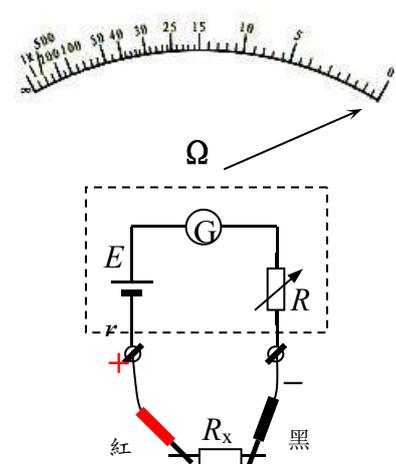
當正、負表筆間接入被測電阻 R_x 時，通過表頭的電流

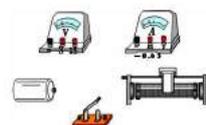
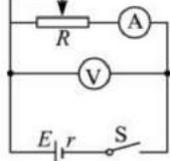
$I = \frac{E}{(r+R_g+R)+R_x}$ ，改變 R_x 時，電流 I 隨著改變，每個 R_x 值都對應一個電流

I 值。在刻度盤上直接標出與 I 值對應的 R_x 值，就將一個電流錶刻度盤改為一個歐姆表刻度盤了。

問題 3：當歐姆表測量某一電阻 R_x 時表頭指針恰指在刻度盤正中央，此時的被測電阻有什麼特徵？

此時流過表頭的電流為滿偏電流的一半，說明被測電阻恰和歐姆表的內阻相等，即 $R_x = R_g + r + R$ ，所以錶盤中央讀數值又叫中值電阻。



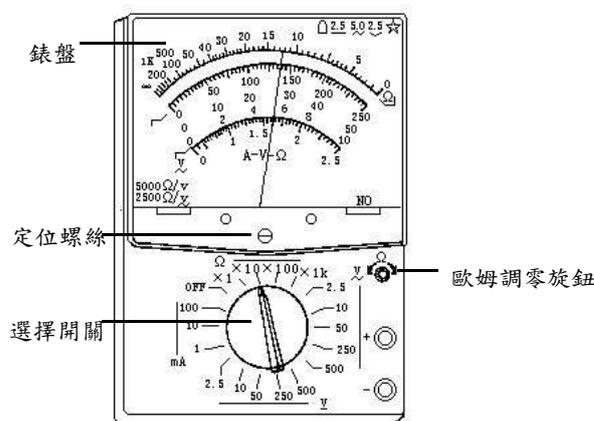


注意 (1) 歐姆表的刻度不是均勻的，零刻度在刻度盤最右邊，越往左刻度越密。從理論上講，歐姆表可直接測量從零到無限大之間任何阻值的電阻，但由於面板刻度的不均勻(即 I 與 R_x 的非線性關係)，使得在零值附近與無限大值附近很難較準確地讀出被測電阻的數值(測量誤差很大)，一般說歐姆表刻度尺規長度的 $1/3 \sim 2/3$ 之間為有效工作刻度。另外，當 $R_x \approx R_{內}$ 時，即被測電阻在中值電阻附近時，指針偏角 φ 與 R_x 的關係比較接近線性，刻度較均勻，因此在具體測量時，最好使指針位於中央附近。

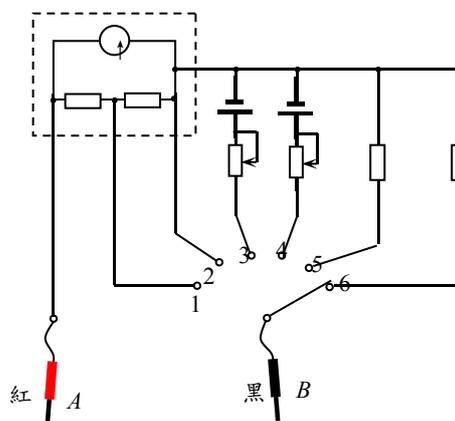
(2) 歐姆表的紅表筆(正接線柱)和內部電源的負極相通，黑表筆(負接線柱)和內部電源的正極相通，這是為了和測電流、電壓一致，都使電流從正接線柱流入，從負接線柱流出才這樣設計的。

問題 4：多用電表是如何將電流錶、電壓表和歐姆表等組合在一起的？如何選擇各測量功能？

將電流錶、電壓表和歐姆表共同使用一個表頭，就成為多用電表，也稱萬用表。多用電表的外形如圖甲所示，表的上半部分為錶盤，下半部分是選擇開關，周圍標有測量功能的區域及量程。將多用電表的选择開關旋轉到電流檔，多用電表內的電流錶電路就被接通；選擇開關旋轉到電壓檔，表內的電壓表電路就被接通。選擇開關旋轉到歐姆檔，表頭就串聯了電池和調零電阻。如圖乙所示是一種多量程多用電表的電路示意圖，電流、電壓、電阻各有兩個量程。開關調至 1、2 位置時為電流檔，調至 3、4 位置時為電阻檔，調至 5、6 位置時為電壓檔，在識別電阻檔和電壓檔電路時，可以把虛線框內電路當成一個電流錶。



圖甲



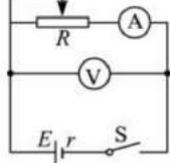
圖乙

學習活動二：學習使用多用電表

問題 1：如何使用多用電表測量電流、電壓和電阻等物理量？

(多用電表使用前要先檢查一下指針是否指在刻度盤左側的零刻度，若不在可用螺絲起子轉動定位螺絲校準，這個過程叫機械調零，大多數電錶一般都不需要此步操作)

1、用多用電表測量電流和電壓



根據所需測量的電流或電壓的大致數值把選擇開關旋到適當的量程處，把多用電表串聯或並聯到電路中進行測量。接入多用電表時要注意使電流從紅表筆進入電錶，從黑表筆流出電錶，讀數時要注意所選擇的量程。

2、用多用電表測量電阻

(1) 選擇合適的檔位。選檔時有兩個思路：其一，若被測電阻能估計出大概阻值，則檔位 = $\frac{\text{估計阻值}}{R_{\text{中}}}$ ；其二，先任選一檔位測一次，若出現讀數較小說明

電阻很小，則應換用低檔，反之應換用高檔，直至指針指在中值附近。

(2) 將兩表筆短接，調節調零電阻 R ，使指針滿偏（歐姆調零）。

(3) 將兩表筆分別與被測電阻兩端良好接觸。

(4) 將錶針指示的數值乘以倍率，即得到被測電阻的阻值。

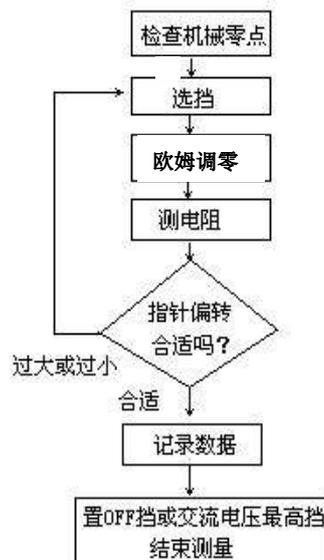
(5) 歐姆表使用結束，將表筆從插孔中撥出，並將多用表的選擇開關置於 OFF 處或交流電壓最高檔位上。

歐姆表的使用過程可用如圖所示的流程圖來表示。

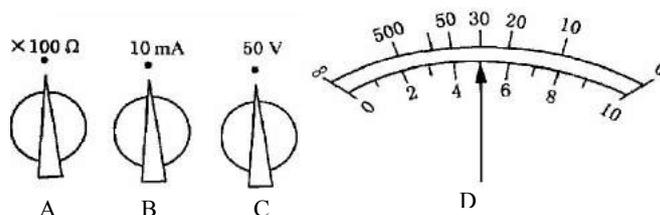
注意 (1) 測電阻時，待測電阻要跟別的元件和電源斷開，兩手不能同時握緊兩表筆的金屬部分。

(2) 換用歐姆擋的另一量程時，一定要重新進行“歐姆調零”，才能進行測量。

(3) 歐姆表測電阻是粗略的測量方法，比起伏安法測電阻精確度較低，但它是一個非常實用、方便的測電阻工具。



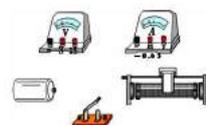
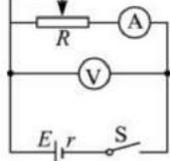
例題 1：下圖所示，A、B、C 是多用表在進行不同測量時轉換開關分別指示的位置，D 是多用表錶盤指針在測量時的偏轉位置。



- ① A 是 _____ 檔，若用此檔測量，指針偏轉如 D，則讀數是 _____；
- ② B 是 _____ 檔，若用此檔測量，指針偏轉如 D，則讀數是 _____；
- ③ C 是 _____ 檔，若用此檔測量，指針偏轉如 D，則讀數是 _____。

參考答案：① 歐姆， $3\ 000\ \Omega$ ($3\ \text{k}\Omega$)； ② 電流， $5.0\ \text{mA}$ ； ③ 電壓， $25.0\ \text{V}$

例題 2：通常把多用電表電阻檔所使用的歐姆刻度線中間的值稱為中值電阻，使用中值電阻為 $25\ \Omega$ ($\times 1$ 檔) 的多用電表測量兩個定值電阻（阻值約



為 $R_1=20\Omega$ 和 $R_2=30k\Omega$)。要求盡可能準確地測定兩電阻的阻值，且符合使用規則，那麼下麵一系列操作過程中，合理的順序是_____。

- A · 轉動選擇開關置於“×1”檔
- B · 轉動選擇開關置於“×10”檔
- C · 轉動選擇開關置於“×100”檔
- D · 轉動選擇開關置於“×1K”檔
- E · 轉動選擇開關置於“OFF”檔
- F · 將兩表筆分別接觸 R_1 兩端，讀出 R_1 的阻值後隨即斷開
- G · 將兩表筆分別接觸 R_2 兩端，讀出 R_2 的阻值後隨即斷開
- H · 將兩表筆短接，調節調零旋鈕，使指針指在刻度線右端“0”刻度

〔解析〕中值電阻是當流過表頭電流為滿偏電流一半時所對應的被測電阻值。多用電表“×1”檔的中值電阻為 25Ω 時，“×10”檔、“×100”檔和“×1K”檔的中值電阻分別為 250Ω 、 $2.5k\Omega$ 和 $25k\Omega$ ，要較準確地測量電阻，應使指針盡可能指在中間刻度附近。所以測量 R_1 時應選用“×1”檔，測量 R_2 時應選用“×1K”檔，且每次換檔後均需重新調零。因此合理的操作順序應為：
AHFDHGE 或 *DHGAHFE*。

(當 $R_x = r + R_g + R$ 時，電流錶指針正好指到錶盤的中間，即電流 $I = \frac{1}{2}I_g$ ，這時對應的電阻 R_x 就被稱為中值電阻，歐姆表的指針越靠近中間，讀出的電阻值越準確。)

3、用多用電表判斷二極體的正負極

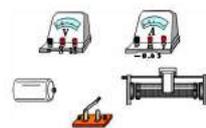
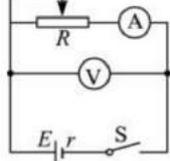
選擇歐姆檔的適當量程，讓兩支表筆分別接觸二極體的兩根引線，然後變換兩支表筆位置再次與二極體的兩根引線接觸。通過測量可知，電阻較小時接觸黑表筆的一端是正極，另一端是負極（黑表筆與表內電池正極相連，紅表筆與表內電池負極相連）。

問題 2：多用電表使用完後有哪些注意事項嗎？

多用電表使用完後，應把選擇開關旋至“OFF”檔或交流電壓最高檔。長期不用，應把表內電池取出。

【課堂小結】

- 問題 1：歐姆表測電阻的原理是什麼？
- 問題 2：歐姆表的結構由哪幾部分組成？它的刻度盤有什麼特點？
- 問題 3：如何使用多用電表測電流和電壓？如何讀數？
- 問題 4：如何使用多用電表測電阻？應注意哪些問題？



2.5 板書設計

學生實驗：練習使用多用電表

一、歐姆表的工作原理

1、構造：電源、表頭、調零電阻

2、原理：閉合電路歐姆定律

可推得 I 與待測電阻 R_x 一一對應，

將電流刻度改標成對應的 R_x 值即可

(1)歐姆調零：

(2)當紅黑表筆不接觸時，相當於被測電阻 $R=\infty$ ，電路中無電流，表頭指針不偏轉，此時指針所指位置為電阻檔刻度的“ ∞ ”

(3)當在紅黑表筆間接入 R_x 時， $I = \frac{E}{R_g + r + R + R_x}$ ，如果在錶盤上直接標出與

I 對應的 R_x 值，就可直接讀出被測電阻值（錶盤刻度不均勻）

(4)中值電阻：當 $R_x = R_g + r + R$ 時，電流錶半偏，此時指針指在刻度盤的中

央，所以錶盤中央讀數值又叫中值電阻，即等於歐姆表內阻。

3、多用電表

二、多用電表的使用

1、測電流或電壓

2、測電阻

(1)換檔一定要先調零

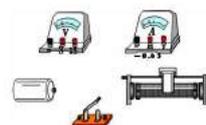
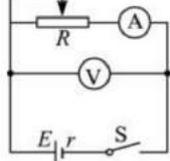
(2)倍率選擇： $N = \frac{\text{大約阻值}}{\text{中值電阻}}$

(3)重新選擇：

試測時偏角大說明電阻小，換用低檔；偏角小說明電阻大，換用高檔

(4)合適偏角：滿刻度的 $1/3 \sim 2/3$

3、判斷二極體的正負極



三、重點探究：§2.9 實驗：練習使用多用電錶（第二課時）

學習目標	知識脈絡
1. 通過對決定導體電阻的因素的探究，體會控制變數法。(難點) 2. 掌握決定導體的因素及計算公式。(重點) 3. 理解電阻率的概念及物理意義，瞭解電阻率與溫度的關係。	<pre> graph LR A[導體的電阻] --- B[定義式] A --- C[決定式] A --- D[物理意義] B --- E["R = U / I"] C --- F["R = ρ * l / S"] G[電阻率] --- H[含義] G --- I[影响因素] </pre>

3.1 知識點一：多用電錶測電流、電壓和電阻的實驗操作

知識點 (1)	多用電錶測電流、電壓和電阻的實驗操作
----------------	--------------------

【基礎初探】

【例 1】在練習使用多用電錶的實驗中：

(1) 某同學連接的電路如圖 2 所示。

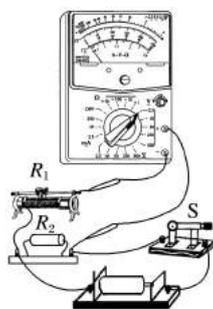
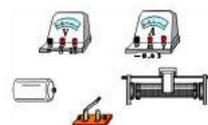
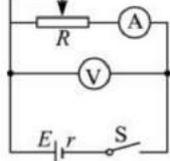


圖 2



- ①若旋轉選擇開關，使其尖端對準直流電流擋，此時測得的是通過_____的電流；
- ②若斷開電路中的開關，旋轉選擇開關使其尖端對準歐姆擋，此時測得的是_____的阻值；
- ③若旋轉選擇開關，使尖端對準直流電壓擋，閉合開關，並將滑動變阻器的滑片移至最左端，此時測得的是_____兩端的電壓。

(2)在使用多用電錶的歐姆擋測量電阻時，若()

- A.雙手捏住兩表筆金屬杆，測量值將偏大
- B.測量時發現指標偏離中央刻度過大，則必需減小倍率，重新調零後再進行測量
- C.選擇“×10”倍率測量時發現指標位於 20 與 30 正中間，則測量值小於 25 Ω
- D.歐姆表內的電池使用時間太長，雖然完成調零，但測量值將略偏大

答案 (1)① R_1 ② R_1 和 R_2 串聯 ③ R_2 (或電源)

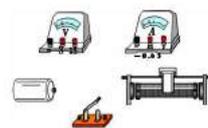
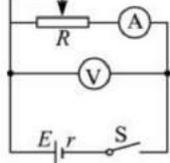
(2)D

解析 (1)①當多用電錶選擇開關尖端對準直流電流擋時，電流錶與 R_1 串聯，此時電流錶測得的是通過 R_1 的電流。

②切斷電路，選擇開關尖端對準歐姆擋時，測得的是 R_1 和 R_2 的串聯總電阻。

③選擇開關尖端對準直流電壓擋，閉合開關，電阻 R_1 被短路，此時多用電表示數等於電阻 R_2 兩端的電壓，也等於電源的路端電壓。

(2)雙手捏住兩表筆金屬杆時，測量值為被測電阻與人體電阻的並聯阻值，應偏小，A 錯誤；測量時指標若向左偏離中央刻度過大，應增大倍率，B 錯誤；選擇開關對應“×10”倍率，指針位於 20 與 30 正中間時，測量值應小於 250 Ω，C 錯誤；電池使用時間太久，電動勢減小，內電阻變大，雖然完成調零，但測量值將比真實值偏大，D 正確。



【歸納總結】

多用電錶使用的“幾項注意”

1. 使用前要機械調零.
2. 兩表筆在使用時，無論測電流、電壓還是電阻，電流總是“紅入黑出”.
3. 測電阻時，應選擇合適量程，使指針指在中值電阻附近，且注意每換一次擋都需重新進行歐姆調零.
4. 測電學黑箱時，一定要先用大量程電壓擋判斷其內部有無電源，無電源方可用歐姆擋.

3.2 知識點二：多用電錶的讀數

<div style="background-color: #cccccc; padding: 5px; display: inline-block;"> 知識點 2 </div>	多用電錶的讀數
--	---------

【基礎初探】

【例 2】用多用電錶進行了幾次測量，指針分別處於 a 和 b 的位置，如圖 3 所示，若多用電錶的選擇開關處於下面表格中所指的擋位， a 和 b 的相應讀數是多少？請填在表格中.

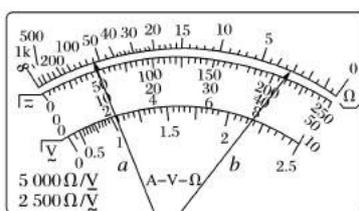
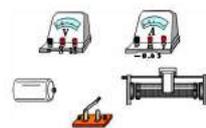
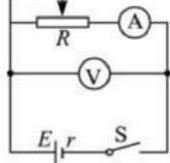


圖 3

指針位置	選擇開關所處擋位元	讀數
a	直流電流 100 mA	_____ mA
	直流電壓 2.5 V	_____ V
b	電阻 $\times 100$	_____ Ω



答案 20 0.50 320

解析 直流電流 100 mA 擋，讀第二行刻度“0~10”一排，最小分度值為 2 mA，估讀到 1 mA 就可以了，讀數為 20 mA；直流電壓 2.5 V 擋，讀第二行刻度“0~250”一排，最小分度值為 0.05 V，估讀到 0.01 V 就可以了，讀數為 0.50 V；電阻 $\times 100$ 擋，讀第一行刻度，測量值等於錶盤上讀數“3.2”乘以倍率“100”。

【歸納總結】

1. 讀數時要注意讀錶盤上的哪條刻度線。

歐姆表刻度不均勻，讀最上一排刻度線；直流電流、直流電壓刻度均勻，讀中間刻度線。

2. 電壓、電流的讀數要看清選擇開關所選擇的量程，搞清楚每一小格表示多少及應讀到的有效數字位數。

四、課時對點練

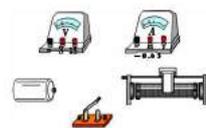
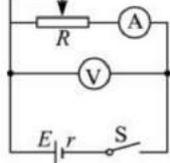
1. 甲、乙兩同學使用多用電錶歐姆擋測同一個電阻時，他們都把選擇開關旋到“ $\times 100$ ”擋，並能正確操作。他們發現指標偏角太小，於是甲把選擇開關旋到“ $\times 1$ k”擋，乙把選擇開關旋到“ $\times 10$ ”擋，但乙重新調零，而甲沒有重新調零。則以下說法正確的是()

- A. 甲選擋錯誤，而操作正確
- B. 乙選擋正確，而操作錯誤
- C. 甲選擋錯誤，操作也錯誤
- D. 乙選擋錯誤，而操作正確

答案 D

解析 在使用多用電錶的歐姆擋時一定要先進行歐姆調零，再測量；同時為了減小誤差，要儘量使指標指在中間刻度附近，即要合理地選擇倍率擋位。

2. (多選) 下述關於用多用電錶歐姆擋測電阻的說法中正確的是()



- A. 測量電阻時，如果指針偏轉過大，應將選擇開關 K 撥至倍率較小的擋位，重新調零後測量
- B. 測量電阻時，如果紅、黑表筆分別插在負、正插孔，則會影響測量結果
- C. 測量電路中的某個電阻應該把該電阻與電路斷開
- D. 測量阻值不同的電阻時都必須重新調零

答案 AC

解析 為了使電阻的測量盡可能的準確，應使指標盡可能指在中央刻度附近，所以歐姆擋更換規律為“大小，小大”，即當指針偏角較大時，表明待測電阻較小，應換較小的擋位，反之應換較大的擋位元，選項 A 正確. 測量電阻一定要斷電作業，選項 C 正確. 每次換擋一定要進行歐姆調零，但測不同的電阻不一定換擋，故選項 D 錯誤. 測量電阻時，如果紅、黑表筆插錯插孔，不符合規範，但不會影響測量結果，選項 B 錯誤.

- 3.(多選)用多用電錶的歐姆擋($\times 1k \Omega$)檢驗性能良好的晶體二極管，發現多用電錶的指標向右偏轉的角度很小，這說明()
- A. 二極體加有正向電壓，故測得電阻很小
 - B. 二極體加有反向電壓，故測得電阻很大
 - C. 此時紅表筆接的是二極體的正極
 - D. 此時紅表筆接的是二極體的負極

答案 BC

解析 用歐姆擋進行檢查，指標向右偏轉的角度很小，說明電阻值接近無窮大，二極體加有反向電壓. 而歐姆表的紅表筆是和電源負極相連，二極體不導通，說明紅表筆接的是二極體正極.

4. 多用電錶表頭的示意圖如圖 1 所示. 在正確操作的情況下：

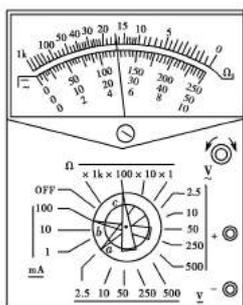
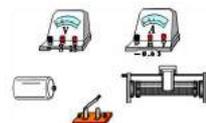
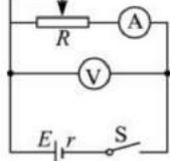


圖 1

- (1)若選擇開關的位置如箭頭 a 所示，則測量的物理量是_____，測量結果為_____。
- (2)若選擇開關的位置如箭頭 b 所示，則測量的物理量是_____，測量結果為_____。
- (3)若選擇開關的位置如箭頭 c 所示，則測量的物理量是_____，測量結果為_____。

答案 (1)直流電壓 1.25 V (2)直流電流 50 mA

(3)電阻 1 700 Ω

解析 (1)選擇開關位置在 a ，測量的物理量是直流電壓，其量程為 2.5 V，精度為 0.05 V，讀數到本位，測量結果為 1.25 V。

(2)選擇開關位置在 b ，測量的物理量是直流電流，其量程為 100 mA，精度為 2 mA，讀數到本位，測量結果為 50 mA。

(3)選擇開關位置在 c ，測量的物理量是電阻，其倍率為 $\times 100$ ，測量結果為 $17 \times 100 \Omega = 1\,700 \Omega$ 。

5.某照明電路出現故障，其電路如圖 2 甲所示，該電路用標稱值 12 V 的蓄電池為電源，導線及其接觸完好。

維修人員使用已調好的多用電錶直流 50 V 擋檢測故障。他將黑表筆接在 c 點，用紅表筆分別探測電路的 a 、 b 點。

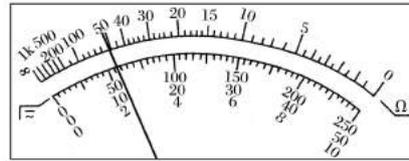
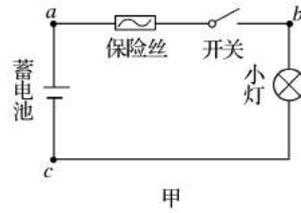
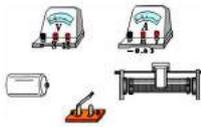
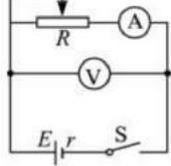


圖 2

- (1)斷開開關，紅表筆接 a 點時多用電錶指示如圖乙所示，讀數為_____ V，說明_____正常(選填“蓄電池”“保險絲”“開關”或“小燈”).
- (2)紅表筆接 b 點，斷開開關時，錶針不偏轉，閉合開關後，多用電錶指示仍然和圖乙相同，可判定發生故障的器件是_____ (選填“蓄電池”“保險絲”“開關”或“小燈”).

答案 (1)11.5(11.2~11.8 之間的值均可) 蓄電池 (2)小燈

解析 (1)因用直流 50 V 擋檢測，故滿偏時電壓為 50 V，在圖示位置時，讀數為 11.5 V(11.2 V~11.8 V 均可)，說明蓄電池正常.

(2)紅表筆接 b 點，斷開開關，指標不偏轉，閉合開關後多用電錶讀數與原來相同，說明保險絲、開關均正常，發生故障的器件只能是小燈.

6.用如圖 3 所示的多用電錶測量電阻，要用到選擇開關 K 和兩個部件 S、T.請根據下列步驟完成電阻測量：

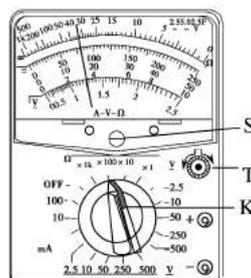
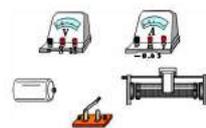
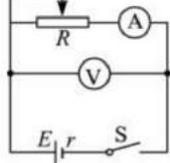


圖 3

- (1)旋動部件_____，使指針對準電錶的“0”刻線.



- (2)將 K 旋轉到電阻擋“×100”的位置.
- (3)將插入“+”、“-”插孔的表筆短接，旋轉部件_____使指針對準電阻的_____ (選填“0 刻線”或“∞刻線”).
- (4)將兩表筆分別與待測電阻相接，發現指標偏轉角度過小.為了得到比較準確的測量結果，請從下列選項中挑出合理的步驟，並按_____的順序進行操作，再完成讀數測量.

- A.將 K 旋轉到電阻擋“×1 k”的位置
- B.將 K 旋轉到電阻擋“×10”的位置
- C.將兩表筆的金屬部分分別與被測電阻的兩根引線相接
- D.將兩表筆短接，旋轉合適部件，對電錶進行校準

答案 (1)S (3)T 0 刻線 (4)ADC

解析 用多用電錶測量電阻時，在測量之前就要觀察指標是否在零刻度線上，若指標不在零刻度線上，用螺絲刀小心旋動指標定位螺絲 S，使指針對準電錶的“0 刻線”.然後旋動選擇開關 K，選擇量程，再將兩表筆短接，調整歐姆調零旋鈕 T，使指標對準滿偏刻度(即電阻的“0 刻線”)，接下來才能將兩表筆的金屬部分分別與被測電阻的兩根引線相接，測量被測電阻的阻值.若在測量過程中，發現指標偏轉角度過小，表明被測的電阻阻值很大，這時要換用更高倍率的擋位，例如，本題就要從“×100”擋位更換到“×1 k”擋位，換擋要重新進行歐姆調零.

7.在如圖 4 所示的電路中，四節乾電池串聯，小燈泡 A、B 的規格均為“3.8 V，0.3 A”.閉合開關 S 後，無論怎樣移動滑片 P，A、B 燈都不亮.

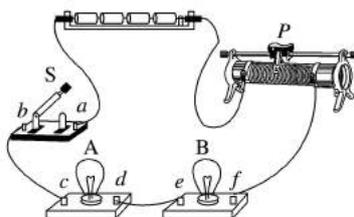
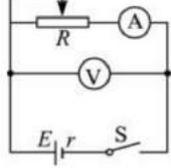


圖 4



(1)用多用電錶的直流電壓擋檢查故障

①量程應該選()

- A.2.5 V
- B.10 V
- C.50 V
- D.250 V

②測得 $c、d$ 間電壓約為 5.8 V， $e、f$ 間電壓為 0，則故障可能是()

- A.B 燈絲斷路
- B.A 燈絲斷路
- C. $d、e$ 間斷路
- D.B 燈被短路

(2)接著用多用電錶測小燈泡的電阻.測量前，將電路中的開關 S 斷開，將多用電錶的選擇開關置於測電阻擋的“ $\times 1$ ”擋.某次測量結果如圖 5 所示，測得燈泡電阻為_____ Ω .換掉損壞的元件，電路正常接通.將多用電錶選擇開關置於“250 mA”擋，斷開開關 S，將兩表筆分別與 $a、b$ 兩接線柱接觸，穩定時其指針也恰好指在圖乙所指位置上，則通過燈泡的電流是_____mA.

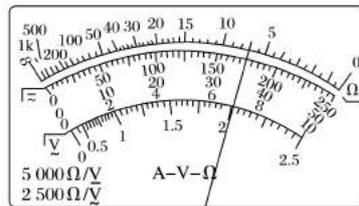
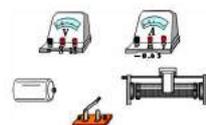
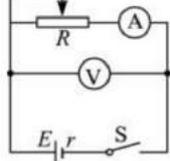


圖 5

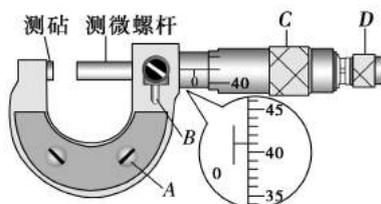
答案 (1)①B ②B (2)7 175



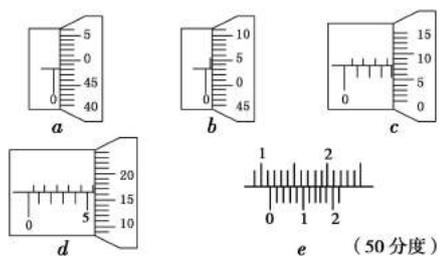
五、達標檢測

5.1 基礎達標

1. 某同學用螺旋測微器測量合金絲的直徑。為防止讀數時測微螺桿發生轉動，讀數前應先旋緊如圖所示的部件_____ (選填“*A*”、“*B*”、“*C*”或“*D*”)。從圖中的示數可讀出合金絲的直徑為_____ mm。

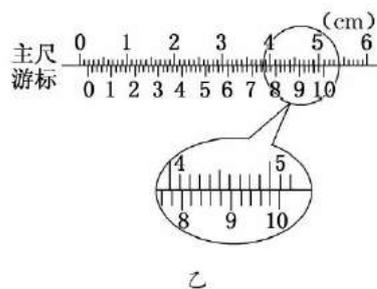
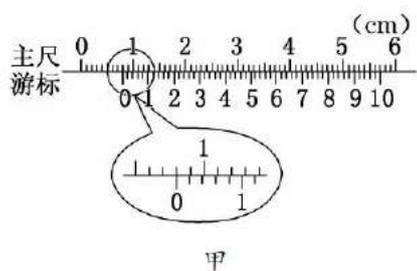


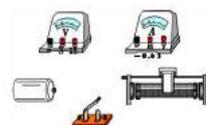
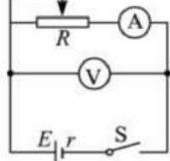
2. 完成下列讀數



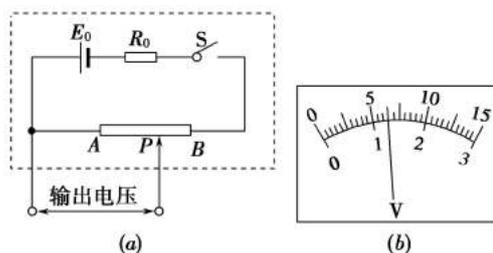
a · _____ mm *b* · _____ mm *c* · _____ mm *d* · _____ mm
e · _____ mm。

3. 用游標為 50 分度的卡尺測量某圓柱體的長度與直徑，結果分別如圖甲、圖乙所示，由圖可知其長度為_____，直徑為_____。





4. 某同學設計的可調電源電路如圖(a)所示， R_0 為保護電阻， P 為滑動變阻器的滑片，閉合電鍵 S 。



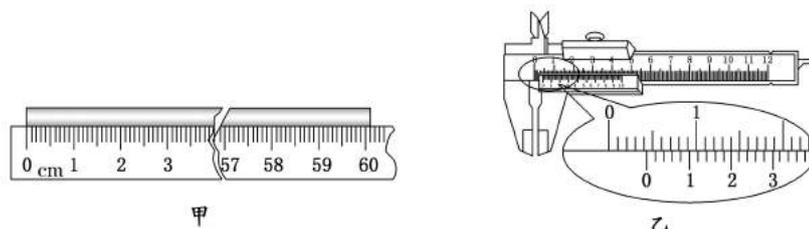
(1) 用電壓表測量 A 、 B 兩端的電壓：將電壓表調零，選擇 $0\sim 3\text{ V}$ 擋，示數如圖(b)，電壓值為_____ V 。

(2) 在接通外電路之前，為了保證外電路的安全，滑片 P 應先置於_____端。

(3) 要使輸出電壓 U 變大，滑片 P 應向_____端滑動。

(4) 若電源電路中不接入 R_0 ，則在使用過程中，存在_____的風險(填“斷路”或“短路”)。

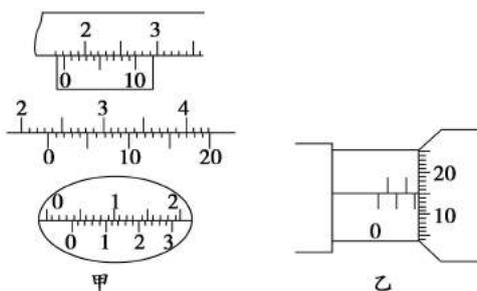
5. 某同學測定一金屬杆的長度和直徑，示數如圖甲、乙所示，則該金屬杆的長度和直徑分別為_____ cm 和 _____ mm 。

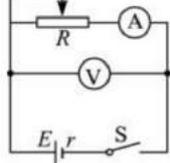


5.2 提高檢測

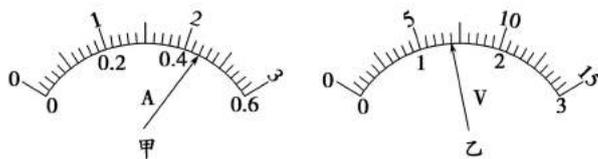
1. (1) 如圖甲所示的三把遊標卡尺，它們的游標尺從上至下分別為 9 mm 長 10 等分、 19 mm 長 20 等分、 49 mm 長 50 等分，它們的讀數依次為_____ mm 、_____ mm 、_____ mm 。

(2) 使用螺旋測微器測量金屬絲的直徑，示數如圖乙所示，則金屬絲的直徑是_____ mm 。





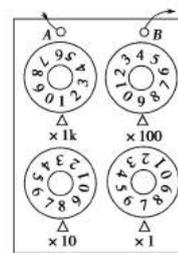
2. (1) ①圖甲所示的電流錶使用 0.6 A 量程時，對應刻度盤上每一小格代表 _____ A，圖中表針示數是 _____ A；當使用 3 A 量程時，對應刻度盤上每一小格代表 _____ A，圖中表針示數為 _____ A。



②圖乙所示的電錶使用較小量程時，每小格表示 _____ V，圖中指針的示數為 _____ V。若使用的是較大量程，則這時錶盤刻度每小格表示 _____ V，圖中表針指示的是 _____ V。

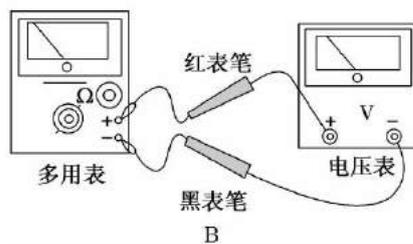
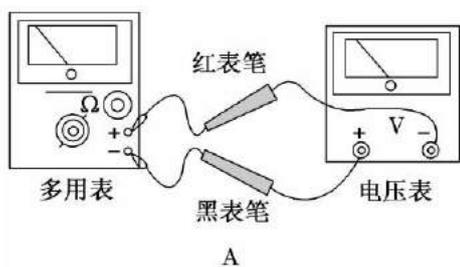
(2) 旋鈕式電阻箱如圖所示，電流從接線柱 A 流入，從 B 流出，則接入電路的電阻為 _____ Ω。

今欲將接入電路的電阻改為 2 087 Ω，最簡單的操作方法是 _____

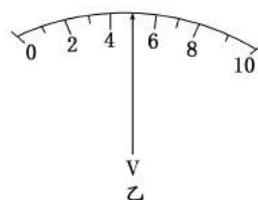
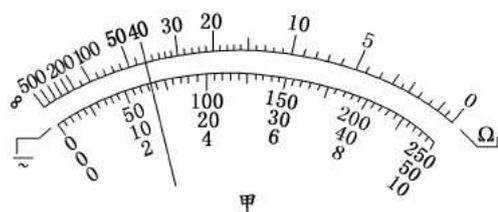


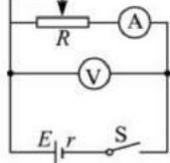
_____。若用兩個這樣的電阻箱，則可得到的電阻值範圍為 _____。

3. 某同學想通過一個多用電表中的歐姆擋，直接去測量某電壓表(量程為 10 V)的內阻(大約為幾十千歐)，該多用電表刻度盤上讀出電阻刻度中間值為 30，歐姆擋的選擇開關撥至“_____”擋，先將紅、黑表筆短接調零後，選用圖中 _____ 方式連接。

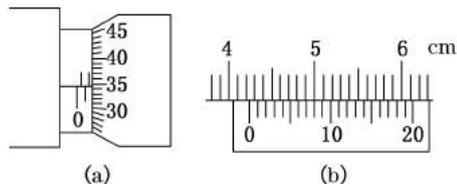


在實驗中，歐姆表與電壓表的示數如圖甲、乙所示，歐姆表的讀數為 _____ Ω，電壓表的讀數為 _____ V，你求出的歐姆表電池的電動勢為 _____ V。





4. 現有一合金製成的圓柱體，為測量該合金的電阻率，現用伏安法測量圓柱體兩端之間的電阻，用螺旋測微器測量該圓柱體的直徑，用遊標卡尺測量該圓柱體的長度。螺旋測微器和遊標卡尺的示數如圖(a)和圖(b)所示。



(1) 由上圖讀得圓柱體的直徑為_____mm，長度為_____cm。

(2) 若流經圓柱體的電流為 I ，圓柱體兩端之間的電壓為 U ，圓柱體的直徑和長度分別為 D 、 L ，測得 D 、 L 、 I 、 U 表示的電阻率的關係式為 $\rho =$ _____。

5.3 參考答案

[基礎達標]

1. 解析：讀數前應先旋緊 B 防止讀數時測微螺杆發生轉動。螺旋測微器讀數 $= 0 + 41.0 \times 0.01 \text{ mm} = 0.410 \text{ mm}$ 。

答案： B 0.410

2. 答案： a ·0.482 b ·0.532 c ·4.078 d ·5.664 e ·11.14

3. 解析：因為游標為 50 分度，所以遊標卡尺的精確度為 $\frac{1}{50} \text{ mm} = 0.02 \text{ mm}$ ，另外遊標卡尺不能估讀，讀出圓柱體的長度為 $8.00 \times 10^{-3} \text{ m}$ ，直徑為 $1.98 \times 10^{-3} \text{ m}$ 。

答案： $8.00 \times 10^{-3} \text{ m}$ $1.98 \times 10^{-3} \text{ m}$

4. 解析：(1) 電壓表用 $0 \sim 3 \text{ V}$ 的量程，分度值為 0.1 V ，故讀數應該為 1.30 V ；(2) 接通電路前，應該使滑片置於 A 端，使輸出電壓為 0 ，這樣才能起到外電路的安全保證；(3) 要增大輸出電壓，需要使滑片滑向 B 端；(4) 如果電路中不接入保護電阻 R_0 ，電流過大可能會燒斷電路出現斷路。

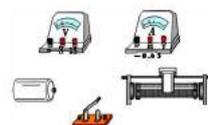
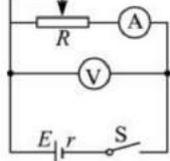
答案：(1)1.30 (2) A (3) B (4)斷路

5. 解析：用毫米刻度尺測量時，讀數應讀到 mm 的下一位，即長度測量值為 60.10 cm ；題圖乙中游標卡尺為 50 分度遊標卡尺，精確度為 0.02 mm ，主尺讀數為 4 mm ，游標尺第 10 條刻度線與主尺刻度線對齊，故游標尺讀數為 $10 \times 0.02 \text{ mm} = 0.20 \text{ mm}$ ，所以金屬杆直徑測量值為 4.20 mm 。

答案： 60.10 4.20

[提高檢測]

1. 解析：(1) 最上面圖讀數：整毫米是 17 ，不足 1 毫米數是 $7 \times 0.1 \text{ mm} = 0.7 \text{ mm}$ ，最後結果是 $17 \text{ mm} + 0.7 \text{ mm} = 17.7 \text{ mm}$ 。中間圖讀數：整毫米是 23 ，不足 1 毫米數是 $17 \times 0.05 \text{ mm} = 0.85 \text{ mm}$ ，最後結果是 $23 \text{ mm} + 0.85 \text{ mm} = 23.85 \text{ mm}$ 。最下面圖讀數：整毫米是 3 ，不足



1 毫米數是 $9 \times 0.02 \text{ mm} = 0.18 \text{ mm}$ ，最後結果是 $3 \text{ mm} + 0.18 \text{ mm} = 3.18 \text{ mm}$ 。(2) 固定刻度示數為 2.0 mm ，不足半毫米的從可動刻度上讀，其示數為 15.0 ，最後的讀數： $2.0 \text{ mm} + 15.0 \times 0.01 \text{ mm} = 2.150 \text{ mm}$ 。

答案：(1)17.7 23.85 3.18 (2)2.150

2. 解析：(1)①電流錶使用 0.6 A 量程時，刻度盤上的每一小格為 0.02 A ，指針的示數為 0.44 A ；當換用 3 A 量程時，每一小格為 0.1 A ，指針示數為 2.20 A 。②電壓表使用 3 V 量程時，每小格表示 0.1 V ，指針示數為 1.40 V ；使用 15 V 量程時，每小格為 0.5 V ，指針示數為 7.0 V 。(2)電阻為 1987Ω 。最簡單的操作方法是將“ $\times 1\text{k}$ ”旋鈕調到 2 ，再將“ $\times 100$ ”旋鈕調到 0 。每個電阻箱的最大阻值是 9999Ω ，用這樣兩個電阻箱串聯可得到的最大電阻 $2 \times 9999 \Omega = 19998 \Omega$ 。故兩個這樣的電阻箱，可得到的電阻值範圍為 $0 \sim 19998 \Omega$ 。

答案：(1)①0.02 0.44 0.1 2.20 ②0.1 1.40 0.5 7.0

(2)1987 將“ $\times 1\text{k}$ ”旋鈕調到 2 ，再將“ $\times 100$ ”旋鈕調到 0 $0 \sim 19998 \Omega$

3. 解析：因為歐姆表電阻值的中間值為 30 ，歐姆表指針指中央刻度附近時，讀數誤差小，所以歐姆表的選擇開關應撥到“ $\times 1\text{k}$ ”擋；因為歐姆表的黑表筆與歐姆表內部電源的正極相連，所以測量電路應該選 A ；由題圖可知：歐姆表讀數為 $40 \times 1 \text{ k}\Omega = 40 \text{ k}\Omega$ ；電壓表讀數 $U = 5.0 \text{ V}$ ；根據閉合電路歐姆定律和串聯

電路特點： $\frac{U}{40} = \frac{E}{40 + 30}$ ，解得 $E = 8.75 \text{ V}$ 。

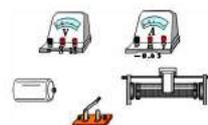
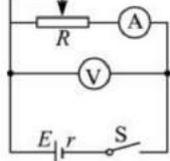
答案： $\times 1\text{k}$ A 4.0×10^4 5.0 8.75

4. 解析：(1)由圖(a)所示可知，螺旋測微器示數為 $1.5 \text{ mm} + 34.7 \times 0.01 \text{ mm} = 1.847 \text{ mm}$ ；由圖(b)所示可知，遊標卡尺示數為 $42 \text{ mm} + 0.40 \text{ mm} = 42.40 \text{ mm} = 4.240 \text{ cm}$ ；

(2)根據電阻定 有 $R = \rho \frac{L}{S} = \rho \frac{L}{\pi \left(\frac{D}{2}\right)^2}$ ，律，

解得 $\rho = \frac{\pi D^2 U}{4IL}$ 。

答案：(1)1.847 4.240 (2) $\frac{\pi D^2 U}{4IL}$



第四課：§2.10 實驗：測定電池的電動勢和內阻（2 課時）

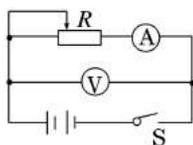
一、課前自主預習學案

一、實驗目的

1. 進一步熟練電壓表、電流錶、滑動變阻器的使用。
2. 學會用伏安法測電池的電動勢和內阻。
3. 學會利用圖象處理實驗數據。

二、實驗原理

實驗電路如圖所示，



根據閉合電路的歐姆定律，改變 R 的阻值，測出兩組 U 、 I 的值，即可得到

$$\begin{cases} E = U_1 + I_1 r \\ E = U_2 + I_2 r \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} E = \frac{I_1 U_1 - I_2 U_2}{I_1 - I_2} \\ r = \frac{U_2 - U_1}{I_1 - I_2} \end{cases}$$

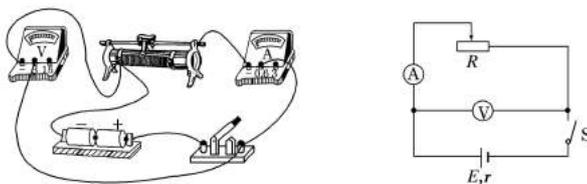
兩個歐姆定律方程

三、實驗器材

待測電池一節，電流錶(0~0.6 A)、電壓表(0~3 V)各一塊，滑動變阻器一只，開關一只，導線若干。

四、實驗步驟

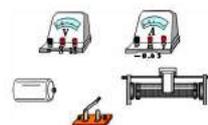
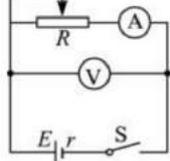
1. 選定電流錶、電壓表的量程，按照電路圖把器材連接好。



2. 把滑動變阻器滑片移到電阻最大的一端(圖中左端)。
3. 閉合電鍵，調節滑動變阻器，使電流錶有明顯示數，讀出電壓表示數 U 和電流錶示數 I ，並填入事先繪製好的表格(如下表)。

实验序号	1	2	3	4	5	6
I/A						
U/V						

4. 多次改變滑片的位置，讀出對應的多組數據，並一一填入表中。
5. 斷開電鍵，整理好器材。



五、數據處理

1. 公式法把測量的幾組數據分別代入 $E=U+Ir$ 中，然後兩個方程為一組，解方程求出幾組 E 、 r 的值，最後對 E 、 r 分別求平均值作為測量結果。

2. 圖象法

(1) 以 I 為橫坐標， U 為縱坐標建立直角坐標系，根據幾組 I 、 U 的測量數據在坐標系中描點。

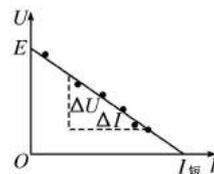
(2) 用直尺畫一條直線，使儘量多的點落在這條直線上，不在直線上的點，能大致均衡地分佈在直線兩側。

(3) 如圖所示

① 圖線與縱軸交點為 E 。

② 圖線與橫軸交點為 $I_{短} = \frac{E}{r}$ 。

③ 圖線的斜率表示 $r = \left| \frac{\Delta U}{\Delta I} \right|$ 。

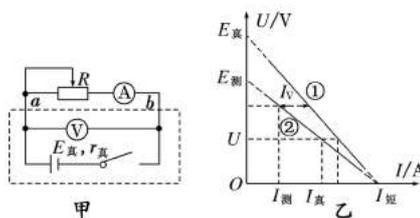


六、誤差分析

1. 偶然誤差有讀數視差和用圖象法求 E 和 r 時，由於作圖不準確而造成的偶然誤差。

2. 系統誤差

(1) 採用如圖甲所示電路在理論上 $E=U+(I_V+I_A)r$ ，其中電壓表示數 U 是準確的電源兩端電壓。實驗中忽略了通過電壓表的電流 I_V ，從而形成誤差(如圖乙中帶箭頭線段所示)，而且電壓表示數越大， I_V 越大。



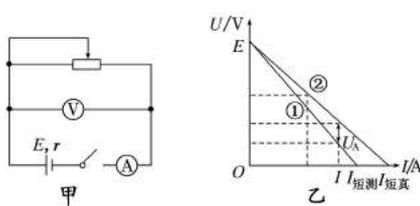
從圖象角度看：

① 當電壓表示數為零時， $I_V=0$ ， $I_A=I_{短}$ ，因此短路電流測量值=真實值；

② $E_{測} < E_{真}$ ；

③ 因為 $r_{測} = \frac{E_{測}}{I_{短}}$ ，所以 $r_{測} < r_{真}$ 。

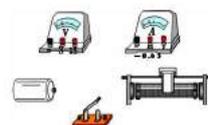
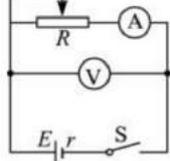
(2) 如果採用如圖甲所示接法，則 I_A 為電源電流真實值，理論上有 $E=U+U_A+I_A r$ ，其中的 U_A 不可知，從而造成誤差(如圖乙中帶箭頭線段 U_A)，而且電流錶示數越大， U_A 越大，當電流錶示數為零時， $U_A=0$ ，電壓表示數值為準確值，等於 E 。



從圖象角度看：① E 為真實值；② $I_{短測} < I_{短真}$ ；

③ 因為 $r = \frac{E}{I_{短}}$ ，所以 $r_{測} > r_{真}$ 。

七、注意事項



1. 如果使用的是水果電池，它的內阻雖然比較大，但不夠穩定，測量前要做好充分的準備，測量儘量迅速。

2. 如果使用乾電池，則選擇內阻大些的、已使用過的電池。

3. 實驗中不要將 I 調得過大，每次讀完 U 、 I 讀數立即斷電。

4. 在量程合適的前提下，選擇內阻大一些的電壓表。

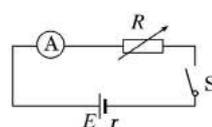
5. 當乾電池的路端電壓變化不很明顯時，作圖象時，縱軸單位可取的小一些，且縱軸起點可不從零開始。

6. 計算內阻要在直線上任取兩個相距較遠的點，用 $r = \left| \frac{\Delta U}{\Delta I} \right|$ 計算。

八、其他設計方案

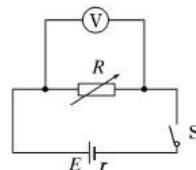
1. 用電流表和電阻箱測 E 、 r (又叫安阻法)

如圖所示，由 $E = IR + Ir$ 可知，如果能得到 I 、 R 的兩組數據，也可以得到關於 E 和 r 的兩個方程，於是能夠從中解出 E 和 r 。這樣，用電流表、電阻箱也可以測定電源的電動勢和內阻。



2. 用電壓表和電阻箱測 E 、 r (又叫伏阻法)

如圖所示，由 $E = U + \frac{U}{R} \cdot r$ 可知，如果能得到 U 、 R 的兩組數據，同樣能通過解方程組求出 E 和 r 。這樣，也可以用電壓表、電阻箱來測定電源的電動勢和內阻。



二、新課教學：§2.10 實驗：測定電池的電動勢和內阻（第一課時）

2.1 教學三維目標

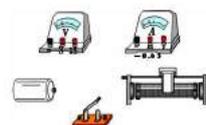
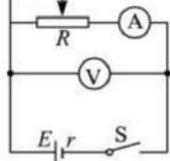
一、知識與技能

1. 理解閉合電路歐姆定律內容
2. 理解測定電源的電動勢和內阻的基本原理，體驗測定電源的電動勢和內阻的探究過程。
3. 用解析法和圖象法求解電動勢和內阻。
4. 使學生掌握利用儀器測量電池電動勢和內阻的方法，並通過設計電路和選擇儀器，開闊思路，激發興趣。

二、過程與方法

1. 體驗實驗研究中獲取數據、分析數據、尋找規律的科學思維方法。
2. 學會利用圖線處理數據的方法。

三、情感態度與價值觀



使學生理解和掌握運用實驗手段處理物理問題的基本程式和技能，具備敢於質疑的習慣、嚴謹求實的態度和不斷求索的精神，培養學生觀察能力、思維能力和操作能力，提高學生對物理學習的動機和興趣。

2.2 教學重點、難點

重點：利用圖線處理數據。

難點：如何利用圖線得到結論以及實驗誤差的分析。

2.3 教學過程

(一) 預習檢查、總結疑惑

(二) 情景引入、展示目標

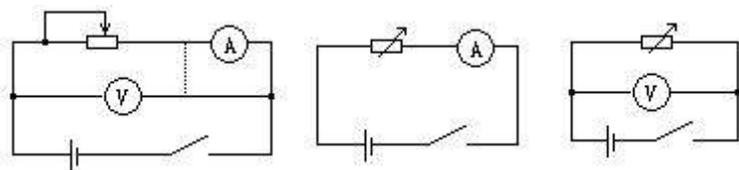
回顧上節所學內容，引入新內容

教師：上堂課我們學習了閉合電路的歐姆定律，那麼此定律文字怎麼述？公式怎麼寫？

學生：閉合電路中的電流跟電源的電動勢成正比，跟整個電路的電阻成反比，這就是閉合電路的歐姆定律。

提出問題：現在有一個乾電池，要想測出其電動勢和內電阻，你需要什麼儀器，採用什麼樣的電路圖，原理是什麼？

學生討論後，得到的大致答案為：由前面的閉合電路歐姆定律 $I = E / (r + R)$ 可知 $E = I(R + r)$ ，或 $E = U + Ir$ ，只需測出幾組相應的數值便可得到，可以採用以下的電路圖：

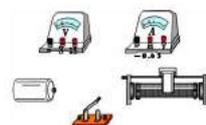
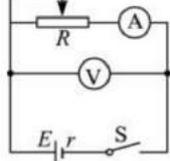


這幾種方法均可測量，今天我們這節課選擇用 V A 測量的這一種。

(三) 合作探究、精講點播

1. 實驗原理：閉合電路歐姆定律 $E = U + Ir$

2. 實驗器材：



學生回答：Ⓐ 測路端電壓；Ⓐ 測乾路電流，即過電源的電流。需測量的是一節乾電池，電動勢約為 1.5V，內電阻大約為零點幾歐。

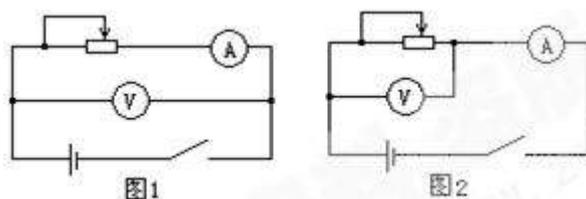
電流錶、電壓表及滑動變阻器的規格要根據實驗的具體需要來確定，看看我們用到的電路圖裏面Ⓐ、Ⓐ各需測的是什麼？

提出問題：選用電路圖時，還可將Ⓐ接在外面，原則上也是可以的，那麼我們在做實驗時是否兩個都可以，還是哪一個更好？為什麼？

學生回答：兩種方式測量都會帶來誤差。

採用圖 1 Ⓐ示數準確 Ⓐ示數偏小。

採用圖 2 Ⓐ示數準確 Ⓐ示數偏小



選用哪種方式，要根據實際測量的需要確定，現在要想測出電源的內阻，如果採用圖 2 方式，最後得到的結果相當於電源內阻與電流錶內阻的總和，而兩者相差又不太多，這樣一來誤差就會比較大，所以應採用圖 1 的電路圖。明確各儀器的規格：

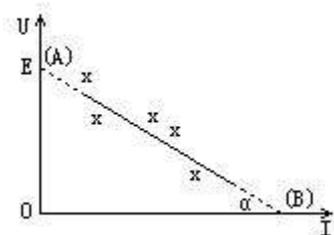
電流錶 0~0.6A 量程，電壓表 0~3V 量程。

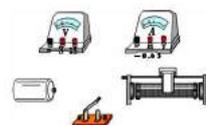
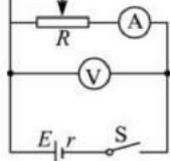
滑動變阻器 0~50Ω。

此外，開關一個，導線若干。

3.數據處理：

原則上，利用兩組數據便可得到結果，但這樣做誤差會比較大，為此，我們可以多測幾組求平均，也可以將數據描在圖上，利用圖線解決問題。





明確：

①圖線的縱坐標是路端電壓，它反映的是：當電流 I 增大時，路端電壓 U 將隨之減小， U 與 I 成線性關係， $U=E-Ir$ 。也就是說它所反映的是電源的性質，所以也叫電源的外特性曲線。

②電阻的伏安特性曲線中， U 與 I 成正比，前提是 R 保持一定，而這裏的 $U-I$ 圖線中， E 、 r 不變，外電阻 R 改變，正是 R 的變化，才有 I 和 U 的變化。

實驗中至少得到 5 組數據，畫在圖上擬合出一條直線。要求：使多數點落在直線上，並且分佈在直線兩側的數據點的個數要大致相等，這樣，可使偶然誤差得到部分抵消，從而提高精確度。

討論：將圖線延長，與橫縱軸的交點各代表什麼情況？

歸納：將圖線兩側延長，分別交軸與 A 、 B 點。

A 點意味著開路情況，它的縱軸截距就是電源電動勢 E 。

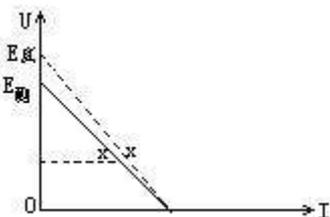
說明：

① A 、 B 兩點均是無法用實驗實際測到的，是利用得到的圖線向兩側合理外推得到的。

②由於 r 一般很小，得到的圖線斜率的絕對值就較小。為了使測量結果準確，可以將縱軸的座標不從零開始，計算 r 時選取直線上相距較遠的兩點求得。

4. 誤差分析：

實驗中的誤差屬於系統誤差，請同學們進一步討論，得到的數值是偏大還是偏小？（提示：利用圖線及合理的推理）

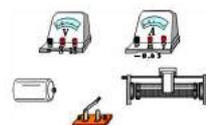
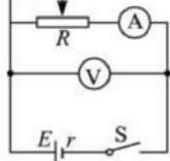


可以請幾位同學發言，最後得到結論。

因為 電壓表的分流作用

所以 $I_{真} = I_{測} + I_v$

即 $(I_{真} - I_{測}) \uparrow$ ，



反映在圖線上：

當 $U=0$ 時， $I_V \rightarrow 0$ $I \rightarrow I_{\text{真}}$

故 $r_{\text{真}} > r_{\text{測}}$ $E_{\text{真}} > E_{\text{測}}$

5. 佈置作業：

認真看書，寫好實驗報告。

(四) 反思總結，當堂檢測。

教師組織學生反思總結本節課的主要內容，並進行當堂檢測。

設計意圖：引導學生構建知識網路並對所學內容進行簡單的回饋糾正。

(課堂實錄)

(五) 發導學案、佈置預習。

2.4 板書設計

一、實驗原理：

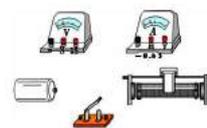
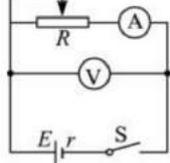
二、實驗步驟：

三、數據處理：

計算：

圖像：

四、誤差分析：



三、重點探究：§2.10 實驗：測定電池的電動勢和內阻（第二課時）

學習目標	知識脈絡
1. 通過對決定導體電阻的因素的探究，體會控制變數法。(難點) 2. 掌握決定導體的因素及計算公式。(重點) 3. 理解電阻率的概念及物理意義，瞭解電阻率與溫度的關係。	

3.1 知識點一：實驗探究

知識點 (1)	實驗探究
----------------	------

一、實驗目的

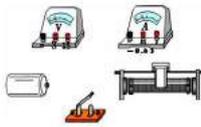
1. 掌握實驗電路、實驗的原理及實驗的方法。
2. 學會用圖象法處理實驗數據，對誤差進行初步分析，瞭解測量中減小誤差的辦法。

二、實驗原理

根據閉合電路歐姆定律可以有下面三種思路求出電池的電動勢和內阻。

思路 1：伏安法測電動勢 E 和內電阻 r

(1) 如圖 2-10-1 甲所示，改變滑動變阻器的阻值，從電流錶、電壓表中讀出幾組 I 和 U 的值，由 $U = E - Ir$ 可得：



$$E = \frac{I_1 U_2 - I_2 U_1}{I_1 - I_2}, \quad r = \frac{U_2 - U_1}{I_1 - I_2}$$

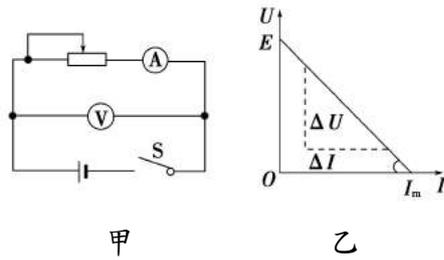


圖 2-10-1

(2)為減小誤差，至少測出六組 U 和 I 值，且變化範圍要大些，然後在坐標系中作 $U-I$ 圖象，由圖線縱截距和斜率找出 E 、 r ($r = \frac{|\Delta U|}{|\Delta I|}$)，如圖乙。

思路 2：用電流表、電阻箱測電動勢 E 和內電阻 r ，

由閉合電路的歐姆定律得： $E = I(R + r)$

用電流表測乾路中的電流，通過改變電路中的電阻，測出兩組 R 、 I 數據，就可以列出兩個關於 E 、 r 的方程：

$$E = I_1(R_1 + r) \quad E = I_2(R_2 + r)$$

聯立就可以解出結果，實驗電路如圖 2-10-2 所示。

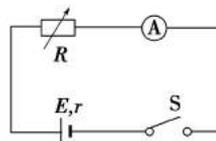


圖 2-10-2

思路 3：用電壓表、電阻箱測電動勢 E 和內電阻 r

由閉合電路的歐姆定律得： $E = U + \frac{Ur}{R}$

用電壓表測得路端電壓，通過改變電路中的電阻，測出兩組 U 、 R 數據，

就可以列出兩個關於 E 、 r 的方程： $E = U_1 + \frac{U_1 r}{R_1} \quad E = U_2 + \frac{U_2 r}{R_2}$

聯立就可以解出結果，實驗電路如圖 2-10-3 所示。

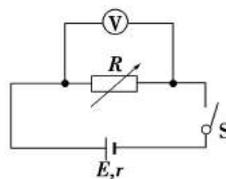
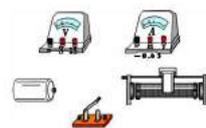
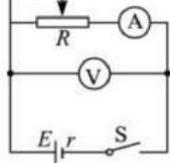


圖 2-10-3



三、實驗器材

在不同的思路中需要的實驗器材略有不同，分別如下：

思路 1：待測電池一節，電流錶、電壓表各一個，滑動變阻器一個，開關一個，導線若干。

思路 2：待測電池一節，電流錶一個，電阻箱一個，開關一個，導線若干。

思路 3：待測電池一節，電壓表一個，電阻箱一個，開關一個，導線若干。

3.2 知識點二：實驗疑難

	實驗疑難
---	------

一、實驗步驟

(1) 確定電流錶、電壓表的量程，按圖 2-10-4 甲所示電路把器材連接好，如圖乙所示。

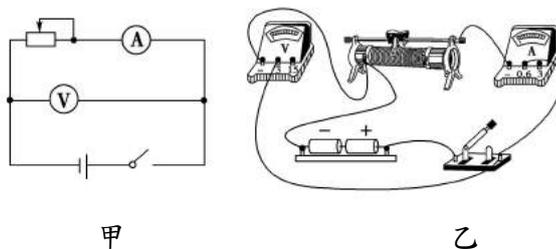


圖 2-10-4

(2) 把變阻器的滑動片移到一端使阻值最大。

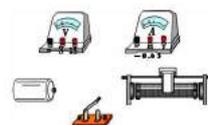
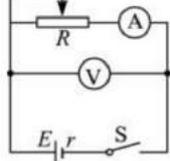
(3) 閉合電鍵，調節變阻器，使電流錶有明顯示數，記錄一組電流錶和電壓表的示數，用同樣的方法測量並記錄幾組 I 和 U 的值。

(4) 斷開開關，整理好器材。

二、數據處理

1. 公式法

把測量的幾組數據分別代入 $E = U + Ir$ 中，然後兩個方程為一組，解方程求出幾組 E 、 r 的值，最後對 E 、 r 分別求平均值作為測量結果。



2. 圖象法

(1)以 I 為橫坐標， U 為縱坐標建立直角坐標系，根據幾組 I 、 U 的測量數據在坐標系中描點。

(2)用直尺畫一條直線，使儘量多的點落在這條直線上，不在直線上的點，能大致均衡地分佈在直線兩側。

(3)如圖 2-10-5 所示：

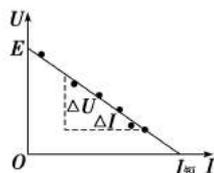


圖 2-10-5

①圖線與縱軸交點為 E ；

②圖線與橫軸交點為

$$I_{\text{短}} = \frac{E}{r}；$$

③圖線的斜率表示 $r = \left| \frac{\Delta U}{\Delta I} \right|$ 。

三、誤差分析

1. 偶然誤差

有讀數視差和用圖象法求 E 和 r 時，由於作圖不準確而造成的偶然誤差。

2. 系統誤差

(1)採用如圖 2-10-6 甲所示電路

在理論上 $E = U + (I_V + I_A)r$ ，其中電壓表示數 U 是準確的電源兩端電壓。實驗中忽略了通過電壓表的電流 I_V ，從而形成誤差(如圖 2-10-6 乙中帶箭頭線段所示)，而且電壓表示數越大， I_V 越大。

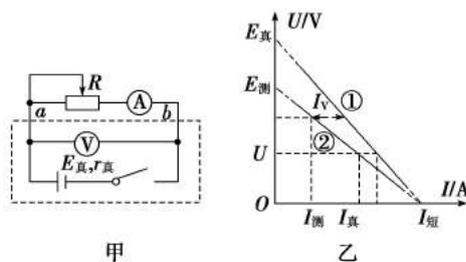
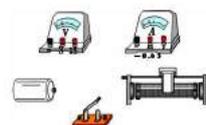
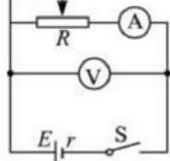


圖 2-10-6

從圖象角度看：①當電壓表示數為零時， $I_V = 0$ ， $I_A = I_{\text{短}}$ ，因此短路電流測



量值 = 真實值；② $E_{\text{測}} < E_{\text{真}}$ ；③ 因為 $r_{\text{測}} = \frac{E_{\text{測}}}{I_{\text{短}}}$ ，所以 $r_{\text{測}} < r_{\text{真}}$ 。

(2) 如果採用如圖 2-10-7 甲所示接法，則 I_A 為電源電流真實值，理論上有 $E = U + U_A + I_A r$ ，其中的 U_A 不可知，從而造成誤差(如圖 2-10-7 乙中帶箭頭線段 U_A)，而且電流錶示數越大， U_A 越大，當電流錶示數為零時， $U_A = 0$ ，電壓表示數值為準確值，等於 E 。

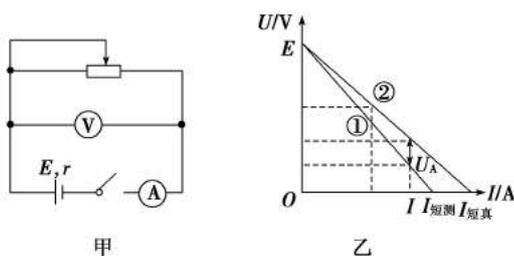


圖 2-10-7

從圖象角度看：① E 為真實值；② $I_{\text{短測}} < I_{\text{短真}}$ ；

③ 因為 $r = \frac{E}{I_{\text{短}}}$ ，所以 $r_{\text{測}} > r_{\text{真}}$ 。

四、注意事項

1. 器材或量程的選擇

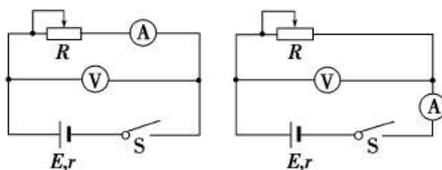
(1) 電池：為了使路端電壓變化明顯，電池的內阻宜大些，可選用已使用過一段時間的 1 號乾電池。

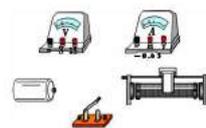
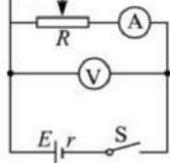
(2) 電壓表的量程：實驗用的是一節乾電池，因此電壓表量程在大於 1.5 V 的前提下，越小越好，實驗室中一般採用量程為 0~3 V 的電壓表。

(3) 電流錶的量程：對於電池來講允許通過的電流最大為 0.5 A，故電流錶的量程選 0~0.6 A 的。

(4) 滑動變阻器：乾電池的內阻較小，為了獲得變化明顯的路端電壓，滑動變阻器選擇阻值較小一點的。

2. 電路的選擇：伏安法測電源電動勢和內阻有兩種接法，由於電流錶內阻與乾電池內阻接近，所以電流錶應採用內接法，即一般選擇誤差較小的甲電路圖。





甲 乙

圖 2-10-8

3. 實驗操作：電池在大電流放電時極化現象較嚴重，電動勢 E 會明顯下降，內阻 r 會明顯增大，故長時間放電不宜超過 0.3 A ，短時間放電不宜超過 0.5 A 。因此，實驗中不要將 I 調得過大，讀電錶示數要快，每次讀完後應立即斷電。

4. 數據處理

(1) 當路端電壓變化不是很明顯時，作圖象時，縱軸單位可以取得小一些，且縱軸起點不從零開始，把縱坐標的比例放大。

(2) 畫 $U-I$ 圖象時，要使較多的點落在這條直線上或使各點均衡分佈在直線的兩側，個別偏離直線太遠的點可舍去不予考慮。這樣，就可使偶然誤差得到部分抵消，從而提高精確度。

3.3 知識點三：典例導悟

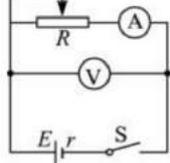
知識點 3	典例導悟
--	------

實驗探究 1 實驗原理與誤差分析

例 1 在“用電流表和電壓表測定電池的電動勢和內電阻”的實驗中，供選用的器材有：

- A. 電流錶(量程： $0\sim 0.6\text{ A}$ ， $R_A=1\ \Omega$)；
- B. 電流錶(量程： $0\sim 3\text{ A}$ ， $R_A=0.6\ \Omega$)；
- C. 電壓表(量程： $0\sim 3\text{ V}$ ， $R_V=5\text{ k}\Omega$)；
- D. 電壓表(量程： $0\sim 15\text{ V}$ ， $R_V=10\text{ k}\Omega$)；
- E. 滑動變阻器($0\sim 10\ \Omega$ ，額定電流 1.5 A)；
- F. 滑動變阻器($0\sim 2\text{ k}\Omega$ ，額定電流 0.2 A)；
- G. 待測電源(一節一號乾電池)、開關、導線若干。

(1) 請在題中虛線框中畫出能使本實驗測量精確程度高的實驗電路。



(2) 電路中電流錶應選用 _____，電壓表應選用 _____，滑動變阻器應選用 _____。(用字母代號填寫)

(3) 如圖 2-10-9 所示為實驗所需器材，請按原理圖連接出正確的實驗電路。

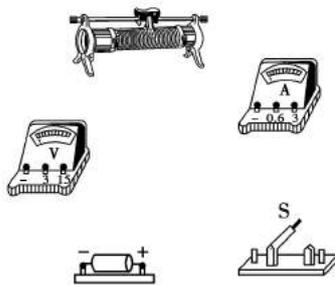
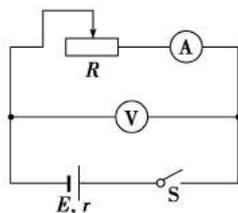


圖 2-10-9

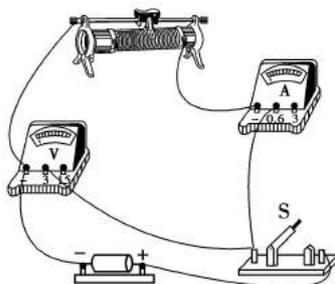
(4) 引起該實驗系統誤差的主要原因是 _____。

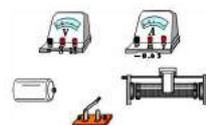
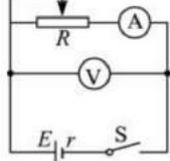
【解析】 (1) 電路如圖所示。由於在如圖所示的電路中只要電壓表的內阻 $R_V \geq r$ ，這種條件很容易實現，所以應選用該電路。



(2) 考慮到待測電源只有一節乾電池，所以電壓表應選 C；放電電流又不能太大，一般不超過 0.5 A，所以電流錶應選 A；變阻器不能選擇太大的阻值，從允許最大電流和減小實驗誤差來看，應選擇電阻較小而額定電流較大的滑動變阻器 E，故器材應選 A、C、E。

(3) 如圖所示





注意閉合開關前，要使滑動變阻器接入電路的電阻最大，即滑片應滑到最左端。

(4)系統誤差一般是由測量工具和測量方法造成的，該實驗中的系統誤差是由於電壓表的分流作用使得電流錶讀數(即測量值)總是比乾路中真實電流值小，造成 $E_{\text{測}} < E_{\text{真}}$ ， $r_{\text{測}} < r_{\text{真}}$ 。

【答案】 (1)見解析圖 (2)A C E

(3)見解析圖 (4)電壓表的分流作用

實驗探究 2——實驗數據處理

►例 2 用伏安法測一節乾電池的電動勢 E 和內電阻 r ，所給的器材有：

- A · 電壓表 V ：0~3~15 V
- B · 電流錶 A ：0~0.6~3 A
- C · 滑動變阻器 R_1 ：(總阻值 20 Ω)
- D · 滑動變阻器 R_2 ：(總阻值 100 Ω)
- E · 電鍵 S 和導線若干

(1)電壓表量程選用_____；滑動變阻器選用_____

(填 R_1 或 R_2)

(2)在 2-10-10 虛線框中將電壓表連入實驗電路中；

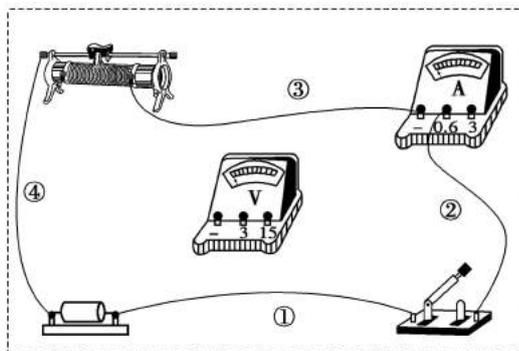
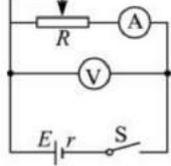


圖 2-10-10

(3)在 $U-I$ 圖中已畫出七組實驗數據所對應的座標點，請根據這些點做出 $U-I$ 圖線並由圖線求出： $E =$ _____ V， $r =$ _____ Ω 。



2017/2018
參選編號:C053

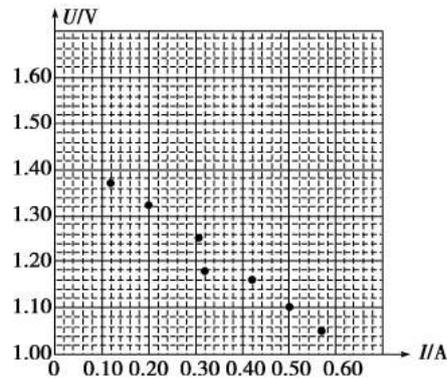
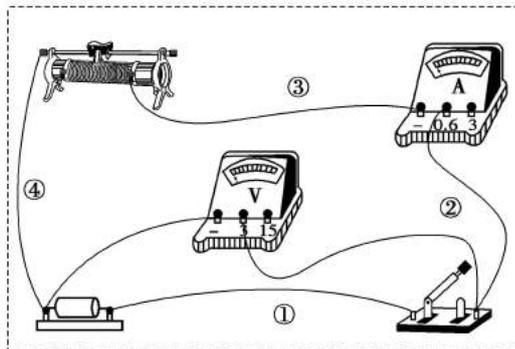


圖 2-10-11

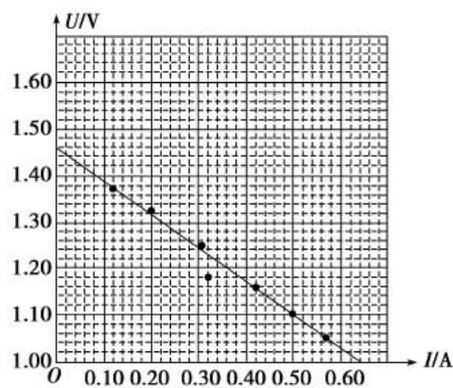
【解析】 由於一節乾電池的電動勢約為 1.5 V ，電壓表量程是 $0\sim 3\text{ V}$ ；為了調節方便，滑動變阻器用 R_1 ，連線時注意讓儘量多的點落在直線上，不在直線上的點，應均勻分佈在直線兩側，然後根據圖象求 E 、 r 。

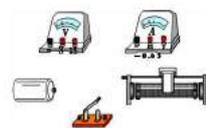
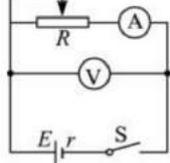
【答案】 (1) $0\sim 3\text{ V}$ R_1

(2) 實物連接見如圖



(3) 如圖 $1.43\sim 1.47$ $0.66\sim 0.74$





四、課時對點練

1.(多選)如圖 1 所示，是根據某次測定電池的電動勢和內阻的實驗記錄的資料作出的 $U-I$ 圖像，下列關於這個圖像的說法中正確的是()

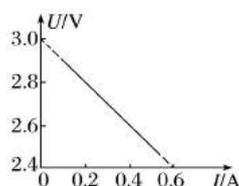


圖 1

- A.縱軸截距表示待測電池的電動勢，即 $E=3.0\text{ V}$
- B.橫軸截距表示短路電流，即 $I_0=0.6\text{ A}$
- C.根據 $r=\frac{E}{I_0}$ ，計算出待測電池內阻為 $5\ \Omega$
- D.根據 $r=|\frac{\Delta U}{\Delta I}|$ ，計算出待測電池內阻為 $1\ \Omega$

答案 AD

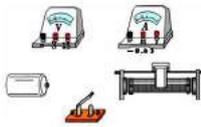
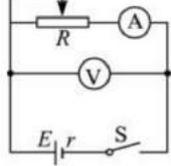
解析 由於縱坐標並非從零開始，故橫軸截距不是短路電流，內阻 $r=|\frac{\Delta U}{\Delta I}|=\frac{3.0-2.4}{0.6-0}\ \Omega=1\ \Omega$.

2.(多選)用圖像法計算電動勢和內阻時，先要描點，就是在 $U-I$ 坐標系中描出與每組 I 、 U 值對應的點，以下說法中正確的是()

- A.這些點應當準確地分佈在一條直線上，即 $U-I$ 圖線應通過每個點
- B.這些點應當基本上在一條直線上，由於偶然誤差不能避免，所以 $U-I$ 圖線不可能通過每一個點
- C.不在 $U-I$ 圖線上的點應當大致均衡地分佈在圖線兩側
- D.個別偏離直線太遠的點，應當舍去

答案 BCD

解析 用描點法畫圖象時，應使這些點基本在一條直線上，不在直線上的點要大致均衡地分佈在圖線兩側，個別偏離直線太遠的點是由於偶然誤差造成的，



應當舍去。

3. 在“測定電池的電動勢和內阻”的實驗中，已連接好部分實驗電路。

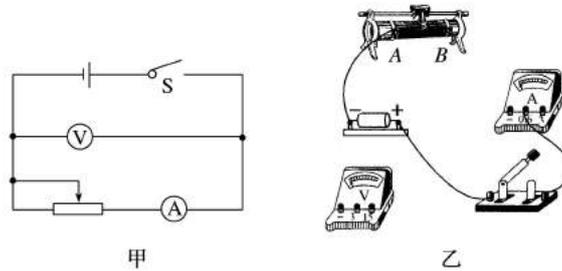


圖 2

(1) 按圖 2 甲所示的實驗電路，把圖乙中剩餘的電路連接起來。

(2) 在圖乙的電路中，為避免燒壞電錶，閉合開關前，滑動變阻器的滑片應置於 _____ 端(選填“*A*”或“*B*”).

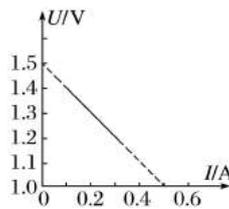


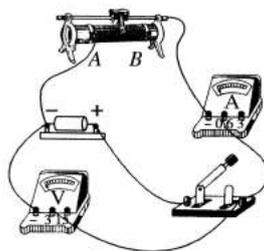
圖 3

(3) 如圖 3 是根據實驗資料作出的 $U-I$ 圖像，由圖可知，電源的電動勢 $E =$ _____ V，內阻 $r =$ _____ Ω .

答案 (1) 見解析圖 (2) *B*

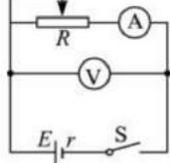
(3) 1.5 1.0

解析 (1) 電路連接如圖。



(2) 閉合開關前，滑動變阻器接入電路中的阻值應該最大，故滑片應置於 *B* 端。

(3) 由題圖圖像可知，電源電動勢為 1.5 V，



$$\text{內阻 } r = \frac{1.5 - 1.0}{0.5} \Omega = 1.0 \Omega.$$

4. 某同學在用電流錶和電壓表測定電池的電動勢和內阻的實驗中，串聯了一隻 2.5Ω 的保護電阻 R_0 ，實驗電路如圖 4 甲所示。

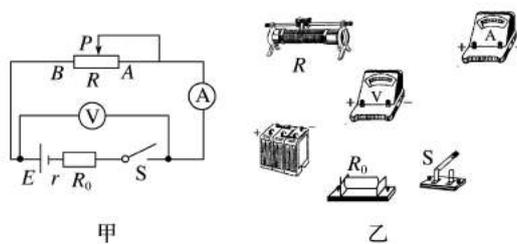


圖 4

(1) 按圖甲電路原理圖將圖乙實物連接起來；

(2) 該同學按上述電路原理圖正確連接好實驗電路，合上開關 S 後，當滑動變阻器的滑動觸頭 P 由 A 端向 B 端逐漸滑動時，發現電流錶的示數逐漸增大，而電壓錶的示數幾乎不變，直到當滑動觸頭 P 滑至鄰近 B 端時，電壓錶的示數急劇變化，出現上述情況的原因是

_____。

(3) 該同學順利完成實驗，測出的資料如下表所示。請你根據這些資料幫他在圖 5 中畫出 $U-I$ 圖像，並由圖得出電池的電動勢 $E =$ _____ V，內阻 $r =$ _____ Ω ；

I/A	0.10	0.17	0.23	0.30
U/V	1.20	1.00	0.80	0.60

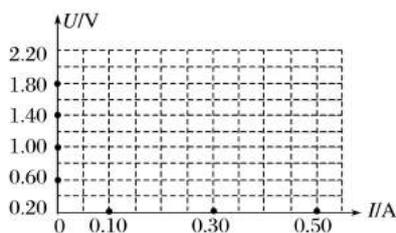
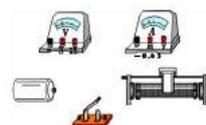
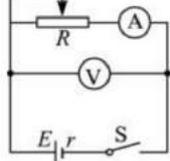
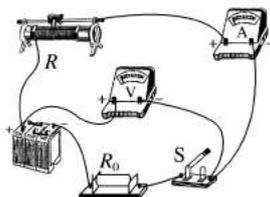


圖 5

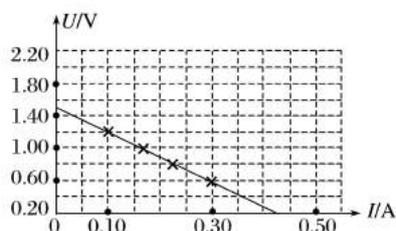


答案 (1)如圖所示



(2)滑動變阻器的總電阻太大

(3)如圖所示



1.48 0.5

5.在測定一節乾電池的電動勢和內阻的實驗中，備有下列器材：

A.乾電池 E (電動勢約為 1.5 V ，內阻小於 $1.0\ \Omega$)

B.電流錶 A_1 (滿偏電流 3 mA ，內阻 $r_1 = 10\ \Omega$)

C.電流錶 A_2 ($0 \sim 0.6\text{ A}$ ，內阻 $0.1\ \Omega$)

D.滑動變阻器 R_1 ($0 \sim 20\ \Omega$ ， 10 A)

E.滑動變阻器 R_2 ($0 \sim 100\ \Omega$ ， 10 A)

F.定值電阻 R_3 ($990\ \Omega$)

G.開關和導線若干

(1)為方便且能較準確地進行測量，其中應選用的滑動變阻器是_____。(填字母代號)

(2)請畫出利用本題提供的器材所設計的測量電池電動勢和內阻的實驗電路圖。

(3)如圖 6 為某一同學根據他所設計的實驗繪出的 $I_1 - I_2$ 圖線(I_1 為 A_1 的示數， I_2 為 A_2 的示數)，由圖線可求得被測電池的電動勢 $E =$ _____ V ，內阻 $r =$ _____ Ω 。

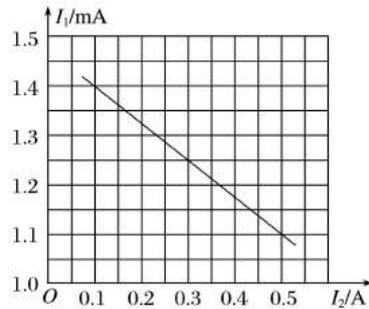
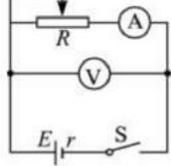
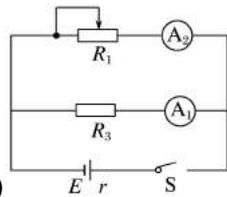


圖 6



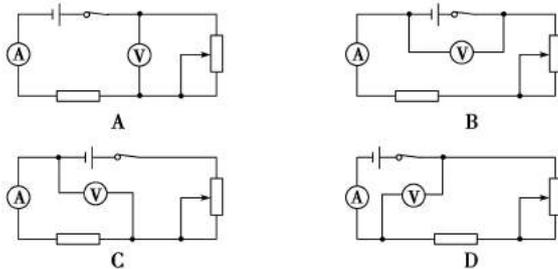
答案 (1)D (2)

(3)1.48(1.47~1.49 均可) 0.75

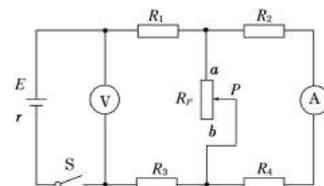
五、達標檢測

5.1 基礎達標

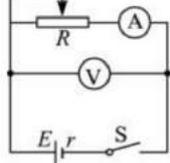
一、選擇題 1. 某同學做電學實驗(電源內阻 r 不能忽略), 通過改變滑動變阻器電阻大小, 觀察到電壓表和電流表的讀數同時變大, 則他所連接的電路可能是下圖中的()



2. 如圖所示的電路中, R_1 、 R_2 、 R_3 和 R_4 都是定值電阻, R_P 是可變電阻, 電源的電動勢為 E , 內阻為 r 。設電路中的總電流為 I , 電流錶的示數為 I' , 電壓錶的示數為 U , 閉合開關 S , 當 R_P 的滑片 P 向 a 端移動時()

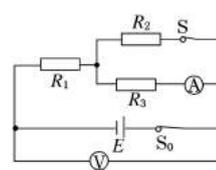


- A. I' 變大, U 變小
- B. I' 變大, U 變大
- C. I' 變小, U 變大



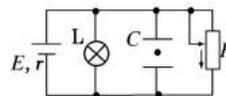
D. I' 變小, U 變小

3. 如圖所示, E 為內阻不能忽略的電池, R_1 、 R_2 、 R_3 為定值電阻, S_0 、 S 為開關, V 與 A 分別為電壓表與電流錶。初始時 S_0 與 S 均閉合, 現將 S 斷開, 則()



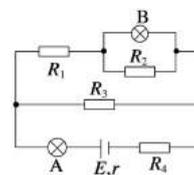
- A. V 的讀數變大, A 的讀數變小
- B. V 的讀數變大, A 的讀數變大
- C. V 的讀數變小, A 的讀數變小
- D. V 的讀數變小, A 的讀數變大

4. [多選] 如圖所示的電路, L 是小燈泡, C 是極板水準放置的平行板電容器。有一帶電油滴懸浮在兩極板間靜止不動。若滑動變阻器的滑片向下滑動, 則 ()



- A. L 變亮
- B. L 變暗
- C. 油滴向上運動
- D. 油滴向下運動

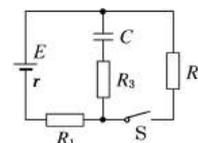
5. [多選] 在如圖所示的電路中, 由於某一電阻發生短路或斷路, A 燈變暗, B 燈變亮, 則故障可能是()



- A. R_1 短路
- B. R_2 斷路
- C. R_3 斷路
- D. R_4 短路

二、非選擇題

6. 如圖所示的電路中, 電源電動勢為 E , 它的內阻 $r=2\Omega$, 電阻 $R_1=28\Omega$, $R_2=30\Omega$, $R_3=60\Omega$ 。求電鍵 S 斷開和閉合時, 電容器所帶電荷量之比。



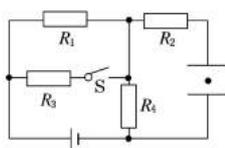
5.2 提高檢測

一、選擇題

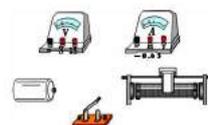
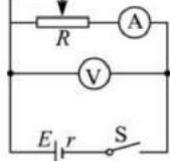
1. 有一個電動勢為 3V 、內阻為 1Ω 的電源。下列電阻與其連接後, 使電阻的功率大於 2W , 且使該電源的效率大於 50% 的是()

- A. 0.5Ω
- B. 1Ω
- C. 1.5Ω
- D. 2Ω

2. 如圖所示, $R_1=R_2=R_3=R_4=R$, 電鍵 S 閉合時, 間距為 d 的平行板電容器 C 的正中間有一品質為 m 、電荷量為 q 的小球恰好處於靜止狀態; 電鍵 S 斷開時, 則小球的運動情況為()

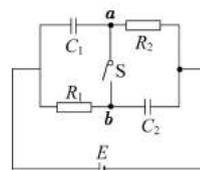


- A. 不動
- B. 向上運動



C · 向下運動 D · 不能確定

3 · [多選] 如圖所示， $C_1=6\ \mu\text{F}$ ， $C_2=3\ \mu\text{F}$ ， $R_1=3\ \Omega$ ， $R_2=6\ \Omega$ ，電源電動勢 $E=18\ \text{V}$ ，內阻不計。下列說法正確的是()



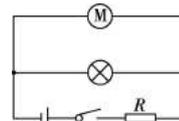
A · 開關 S 斷開時， a 、 b 兩點電勢相等

B · 開關 S 閉合後， a 、 b 兩點間的電流是 2 A

C · 開關 S 斷開時， C_1 帶的電荷量比開關 S 閉合後 C_1 帶的電荷量大

D · 不論開關 S 斷開還是閉合， C_1 帶的電荷量總比 C_2 帶的電荷量大

4 · 如圖所示為一玩具起重機的電路示意圖。電源電動勢為 6 V，內阻為 $0.5\ \Omega$ ，電阻 $R=2.5\ \Omega$ ，當電動機以 $0.5\ \text{m/s}$ 的速度勻速向上提升一品質為 320 g 的物體時(不計一切摩擦阻力， g 取 $10\ \text{m/s}^2$)，標有“3 V, 0.6 W”的燈泡正好正常發光，則電動機的內阻為()



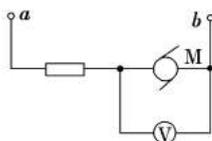
A · $1.25\ \Omega$

B · $3.75\ \Omega$

C · $5.625\ \Omega$

D · $1\ \Omega$

5 · 在如圖所示的電路中，定值電阻的阻值為 $10\ \Omega$ ，電動機 M 的線圈電阻值為 $2\ \Omega$ ， a 、 b 兩端加有 44 V 的恒定電壓，理想電壓表的示數為 24 V，由此可知()



A · 通過電動機的電流為 12 A

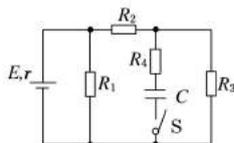
B · 電動機消耗的功率為 24 W

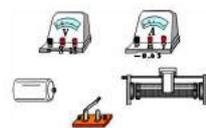
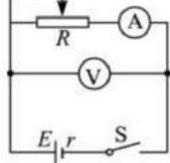
C · 電動機線圈在 1 min 內產生的熱量為 480 J

D · 電動機輸出的功率為 8 W

二、非選擇題

6 · 如圖所示的電路中，電源的電動勢 $E=3.0\ \text{V}$ ，內阻 $r=1.0\ \Omega$ ；電阻 $R_1=10\ \Omega$ ， $R_2=10\ \Omega$ ， $R_3=30\ \Omega$ ， $R_4=35\ \Omega$ ；電容器的電容 $C=100\ \mu\text{F}$ 。電容器原來不帶電。求接通電鍵 S 後流過 R_4 的總電量。





5.3 參考答案

[基礎達標]

1. 解析：選 C 設圖中定值電阻的阻值為 R ，則四個選項中電壓表的讀數分別為 $U_A = E - I(r + R)$ 、 $U_B = E - Ir$ 、 $U_C = IR$ 和 $U_D = E - Ir$ ，則可知只有 C 項滿足題中要求，所以選項 C 正確。

2. 解析：選 D 當滑片 P 向 a 端移動時， R_P 減小，外電路總電阻也隨著減小。由 $I = \frac{E}{R+r}$ 知，電路中的總電流 I 增大。由 $U = E - Ir$ 知，路端電壓 U 減小，即電壓表的示數減小。同時， I 的增大使 R_1 與 R_3 兩端的電壓增大，而 $U = U_1 + U_{ab} + U_3$ ，則 U_{ab} 必減小，通過電流錶的電流 I' 也減小，所以選項 D 正確。

3. 解析：選 B S 斷開相當於電阻變大，總電流減小，路端電壓增大， \textcircled{V} 的讀數變大，把 R_1 歸為內阻，則 R_3 兩端的電壓也增大， R_3 中的電流也增大，電流錶示數變大，B 正確。

4. 解析：選 BD 滑動變阻器的滑片向下滑動，滑動變阻器接入回路電阻變小，外電路的總電阻變小，回路電流變大，內電壓變大，路端電壓變小，L 變暗，電容器兩端的電壓變小，電場強度變小，帶電油滴所受電場力變小，油滴向下運動，B、D 正確。

5. 解析：選 BC 由於 A 燈串聯於乾路中，且故障發生後，A 燈變暗，故知電路中總電流變小，即電路總電阻變大，由此推知，故障應為某一電阻斷路，排除選項 A、D。假設 R_2 斷路，則其斷路後，電路總電阻變大，總電流變小，A 燈變暗，同時 R_2 斷路必引起與之並聯的 B 燈中電流變大，使 B 燈變亮，推理結果與現象相符，故選項 B 正確。假設 R_3 斷路，則也引起總電阻變大，總電流變小，使 A 燈變暗，同時 R_3 斷路也必引起與之並聯的電路(即 R_1 所在支路)中電流增大，B 燈中分得的電流也變大，B 燈變亮，故選項 C 正確。

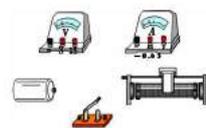
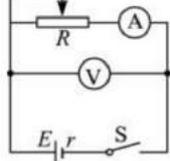
6. 解析：選 C 由閉合電路歐姆定律得 $I = \frac{E}{R+r}$ ， $\eta = \frac{IR}{I(R+r)} \times 100\% > 50\%$ ， $P = I^2 R > 2 \text{ W}$ ， 2 W ，得 $\frac{1}{2} \Omega < R < 2 \Omega$ ，要使電源的效率大於 50%，應使 $R > r = 1 \Omega$ ，故選項 C 正確。

[提高檢測]

1. 解析：選 C 由閉合電路歐姆定律得 $I = \frac{E}{R+r}$ ， $\eta = \frac{IR}{I(R+r)} \times 100\% > 50\%$ ， $P = I^2 R >$

2 W ， 2 W ，得 $\frac{1}{2} \Omega < R < 2 \Omega$ ，要使電源的效率大於 50%，應使 $R > r = 1 \Omega$ ，故選項 C 正確。

2. 解析：選 C 電鍵 S 斷開，電路的總電阻變大，乾路電流減小， R_4 兩端



電壓減小，則電容器兩端的電壓也減小，勻強電場的場強減小，小球受到的電場力減小，所以小球所受合力向下，C 正確。

3. 解析：選 BC S 斷開時外電路處於斷路狀態，兩電阻中無電流通過，電阻兩端電勢相等，由圖知 a 點電勢與電源負極電勢相等，b 點電勢與電源正極電勢相等，A 錯誤；S 斷開時兩電容器兩端電壓都等於電源電動勢，而 $C_1 > C_2$ ，由 $Q = CU$ 知此時 $Q_1 > Q_2$ ，當 S 閉合時，穩定狀態下 C_1 與 R_1 並聯， C_2 與 R_2 並聯，電路中電流 $I = \frac{E}{R_1 + R_2} = 2 \text{ A}$ ，此時兩電阻兩端電壓分別為 $U_1 = IR_1 = 6 \text{ V}$ 、 $U_2 = IR_2 = 12 \text{ V}$ ，則此時兩電容器所帶電荷量分別為 $Q'_1 = C_1 U_1 = 3.6 \times 10^{-5} \text{ C}$ 、 $Q'_2 = C_2 U_2 = 3.6 \times 10^{-5} \text{ C}$ ，對電容器 C_1 來說，S 閉合後其兩端電壓減小，所帶電荷量也減小，B、C 正確，D 錯誤。

4. 解析：選 A 電動機輸出功率 $P_{\text{出}} = mgv = 1.6 \text{ W}$ ，燈泡中電流 $I_L = \frac{P_{\text{額}}}{U_{\text{額}}} = 0.2 \text{ A}$ ，乾路電流 $I = \frac{E - U_{\text{額}}}{r + R} = 1 \text{ A}$ ，電動機中電流 $I_M = I - I_L = 0.8 \text{ A}$ ，電動機的功率 $P = 3 \times 0.8 \text{ W} = I_M^2 R_M + 1.6 \text{ W}$ ，計算得 $R_M = 1.25 \Omega$ ，A 項正確。

5. 解析：選 C 通過電動機的電流與通過定值電阻的電流相同， $I = \frac{U - U_1}{R} = \frac{44 - 24}{10} \text{ A} = 2 \text{ A}$ ，故 A 錯；電動機消耗的功率為 $P = U_1 I = 24 \times 2 \text{ W} = 48 \text{ W}$ ，故 B 錯；電動機的電熱功率 $P_{\text{熱}} = I^2 r = 2^2 \times 2 \text{ W} = 8 \text{ W}$ ，其 1 min 產生的熱量 $Q = P_{\text{熱}} t = 8 \times 60 \text{ J} = 480 \text{ J}$ ，故 C 對；電動機的輸出功率 $P_{\text{出}} = P - P_{\text{熱}} = (48 - 8) \text{ W} = 40 \text{ W}$ ，故 D 錯。

6. 解析：由電阻的串並聯公式，得閉合電路的總電阻為

$$R = \frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_3} + r$$

由歐姆定律得，通過電源的電流 $I = \frac{E}{R}$

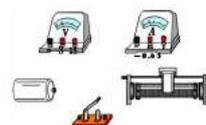
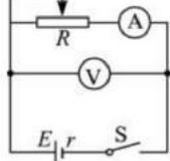
路端電壓 $U = E - Ir$

電阻 R_3 兩端的電壓 $U' = \frac{R_3}{R_2 + R_3} U$ ，

通過 R_4 的總電量就是電容器的電量 $Q = CU'$ ，

由以上各式並代入數據解得 $Q = 2.0 \times 10^{-4} \text{ C}$ 。

答案： $2.0 \times 10^{-4} \text{ C}$



第五課：綜合複習（2 課時）

綜合複習一：閉合電路的歐姆定律（第一課時）

1.1 要點一：閉合電路的歐姆定律

[問題設計]

1. 在時間 t 內，外電路和內電路產生的焦耳熱各是多少？電源非靜電力做功是多少？它們之間有怎樣的關係？

答案 外電路產生的焦耳熱為 I^2Rt ，內電路產生的焦耳熱為 I^2rt ，非靜電力做功為 EIt 。根據能量守恆定律有： $EIt = I^2Rt + I^2rt$ 。

2. 你能進一步得出電路中的電流與電動勢 E 、外電阻 R 和內電阻 r 的關係嗎？

答案 $E = IR + Ir$ 或 $I = \frac{E}{R + r}$

[要點提煉]

1. 電源非靜電力做功等於內、外電路消耗的電能。

2. 閉合電路歐姆定律的三種表達形式： $I = \frac{E}{R + r}$ ； $E = U_{\text{外}} + U_{\text{內}}$ ； $E = IR + Ir$ 。

[延伸思考] 閉合電路歐姆定律的三種表達形式的適用範圍是否相同？

答案 不相同。 $I = \frac{E}{R + r}$ 和 $E = IR + Ir$ 只適用於外電路是純電阻的電路。 $E = U_{\text{外}} + U_{\text{內}}$ 適用於任何電路。

1.2 要點二：路端電壓與負載的關係

[問題設計] 1. 在如圖 1 所示的電路中，電源的電動勢 $E = 10 \text{ V}$ ，內電阻 $r = 1 \Omega$ ，試求當外電阻分別是 3Ω 、 4Ω 、 7Ω 時所對應的路端電壓。通過數據計算，你發現了怎樣的規律？

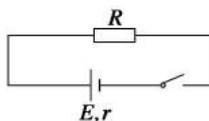
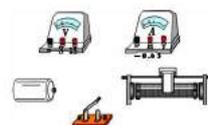
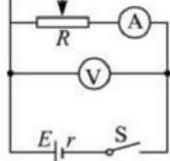


圖 1

答案 外電壓分別為 7.5 V 、 8 V 、 8.75 V 。隨著外電阻的增大，路端電壓逐漸增



大。

2.如圖 2 所示，以電路中的電流為橫軸，路端電壓為縱軸，建立路端電壓 U 與電流 I 的 $U-I$ 圖象，請思考，圖線與縱軸的交點表示的物理意義是什麼？縱坐標從零開始時，圖線與橫軸的交點表示的物理意義是什麼？直線的斜率的絕對值表示的物理意義又是什麼？

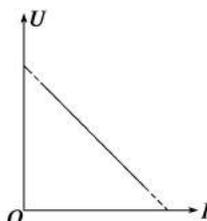


圖 2

答案 圖線與縱軸的交點表示電源的電動勢；圖線與橫軸的交點表示短路電流；圖線斜率的絕對值表示電源的內阻，即 $r = \left| \frac{\Delta U}{\Delta I} \right|$ 。

[要點提煉]

1. 路端電壓隨著外電阻的增大而增大，隨著外電阻的減小而減小，但不呈線性變化。

外電路斷開時，路端電壓等於電源電動勢；外電路短路時，電路中的電流 $I = \frac{E}{r}$ (運算式)。

2. 路端電壓與電流的關係式為 $U = E - Ir$ ，其圖象如圖 3 所示。

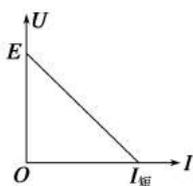


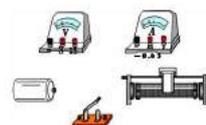
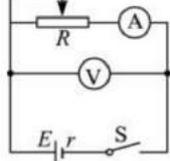
圖 3

(1) 在圖象中 U 軸截距表示電源電動勢， I 軸截距等於短路電流。

(2) 直線斜率的絕對值等於電源的內阻，即內阻 $r = \left| \frac{\Delta U}{\Delta I} \right|$ 。

1.3 要點三：閉合電路的動態分析

1. 特點：斷開或閉合開關、滑動變阻器的滑片移動，使閉合電路的總電阻增大



或減小，引起閉合電路的電流發生變化，致使外電壓、部分電路的電壓和部分電路的電流、功率等發生變化，是一系列的“牽一發而動全身”的連鎖反應。

2. 思維流程：



【例 1】 在如圖 1 所示的電路中， R_1 為定值電阻， R_2 為可變電阻，電源的電動勢為 E ，內阻為 r ，設電流錶的讀數為 I ，電壓錶的讀數為 U ，當 R_2 的滑動觸頭向圖中 a 端移動時()

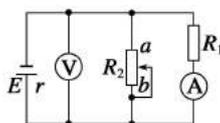


圖 1

A. I 變大， U 變小

B. I 變大， U 變大

C. I 變小， U 變大

D. I 變小， U 變小

答案 D

解析 當 R_2 的滑動觸頭向圖中 a 端移動時， R_2 接入電路的電阻變小，電路的總電阻就變小，總電流變大，路端電壓變小，即電壓表Ⓥ的讀數 U 變小；電流錶Ⓐ的讀數 I 變小，故選 D.

針對訓練 1 如圖 2 所示的電路，閉合電鍵 S，待電路中的電流穩定後，減小 R 的阻值，則()

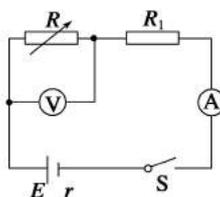


圖 2

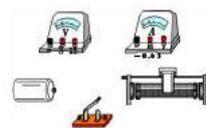
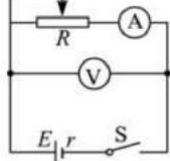
A. 電流錶的示數減小

B. 電壓錶的示數減小

C. 電阻 R_1 兩端的電壓減小

D. 路端電壓增大

答案 B



1.4 要點四：閉合電路的功率

1. 電源的總功率： $P_{\text{總}} = EI$ ；電源內電阻消耗的功率 $P_{\text{內}} = U_{\text{內}} I = I^2 r$ ；電源輸出功率 $P_{\text{出}} = U_{\text{外}} I$ 。

2. 對於純電阻電路，電源的輸出功率 $P_{\text{出}} = I^2 R = [E/(R+r)]^2 R = \frac{E^2}{\frac{R-r}{R} + 4r}$ ，

當 $R=r$ 時，電源的輸出功率最大，其最大輸出功率為 $P_m = \frac{E^2}{4r}$ 。電源輸出功率隨

外電阻變化曲線如圖 3 所示。

3. 電源的效率：指電源的輸出功率與電源的總功率之比，即 $\eta = P_{\text{出}}/P_{\text{總}} = IU/IE = U/E$ 。

對於純電阻電路，電源的效率 $\eta = \frac{I^2 R}{I^2 (R+r)} = \frac{R}{R+r} = 1/(1 + \frac{r}{R})$ ，所以當 R 增大時，效率 η 提高。當 $R=r$ (電源有最大輸出功率) 時，效率僅為 50%，效率並不高。

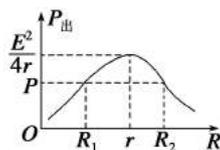


圖 3

【例 2】如圖 4 所示，已知電源的電動勢為 E ，內阻 $r=2\ \Omega$ ，定值電阻 $R_1=0.5\ \Omega$ ，滑動變阻器的最大阻值為 $5\ \Omega$ ，求：

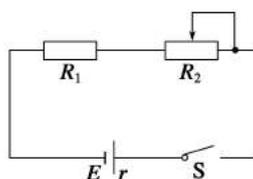
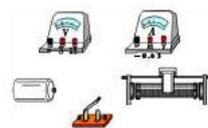
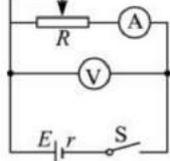


圖 4

- (1) 當滑動變阻器的阻值為多大時，電阻 R_1 消耗的功率最大？
- (2) 當滑動變阻器的阻值為多大時，滑動變阻器消耗的功率最大？
- (3) 當滑動變阻器的阻值為多大時，電源的輸出功率最大？

解析 (1) 因為電路是純電阻電路，則滿足閉合電路歐姆定律，有 $P_{R_1} =$

$$\frac{E^2}{R_1 + R_2 + r} R_1$$



當 $R_2=0$ 時，電阻 R_1 消耗的功率最大，

$$P_{R1m} = \frac{E^2}{R_1 + r} R_1$$

(2)法一(極值法)：

$$P_{R2} = \frac{E^2}{R_1 + R_2 + r} R_2 = \frac{E^2}{[R_1 + r + R_2]^2} R_2$$

$$= \frac{E^2}{\frac{[R_1 + r - R_2]^2}{R_2} + 4} R_1 + r$$

當 $R_2=R_1+r=2.5\ \Omega$ 時，滑動變阻器消耗的功率最大，即

$$P_{R2m} = \frac{E^2}{4(R_1 + r)}$$

法二(等效電源法)：

如果把電源和 R_1 的電路等效為一個新電源，則整個電路等效為一個新電源和滑動變阻器組成的閉合電路，“外電路”僅一個滑動變阻器 R_2 ，這個等效電源的 E' 和 r' 可以這樣計算：把新電源的兩端斷開，根據電源電動勢 E 等於把電源斷開時電源兩端的電壓，則新電源的電動勢 $E'=E$ ，而等效電源的內阻 $r'=R_1+r$ ，即兩個電阻的串聯。

根據電源的輸出功率隨外電阻變化的規律知，在 R_2 上消耗的功率隨外電阻 R_2 的增大而先變大後變小，當 $R_2=r'=R_1+r=2.5\ \Omega$ 時，在 R_2 上消耗的功率達到

最大值，即 $P_{R2m} = \frac{E^2}{4(R_1 + r)}$ 。

(3)原理同(2)，很容易得出當 $R_1+R_2=r$ ，即 $R_2=r-R_1=1.5\ \Omega$ 時，電源輸出的功

率最大， $P_m = \frac{E^2}{4r}$ 。

答案 (1) $0\ \Omega$ (2) $2.5\ \Omega$ (3) $1.5\ \Omega$

【例 3】如圖 5 所示， A 為電源的 $U-I$ 圖線， B 為電阻 R 的 $U-I$ 圖線，用該電源和電阻組成閉合電路時，電源的輸出功率和效率分別是()

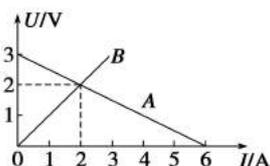
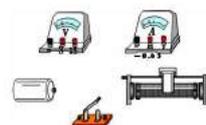
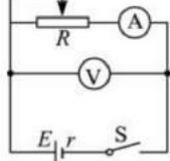


圖 5



A · 4 W, $\frac{1}{3}$ B · 2 W, $\frac{1}{3}$

C · 4 W, $\frac{2}{3}$ D · 2 W, $\frac{2}{3}$

解析 從題圖可知 $E=3\text{ V}$ ，圖線 A 和圖線 B 的交點是電源和電阻 R 構成閉合電路的工作點，因此 $P_{\text{出}}=UI=4\text{ W}$ ， $P_{\text{總}}=EI=6\text{ W}$ 。

電源的效率 $\eta = \frac{P_{\text{出}}}{P_{\text{總}}} = \frac{2}{3}$ 。

答案 C

1.5 要點五：含電容器電路的分析與計算方法

在直流電路中，當電容器充、放電時，電路裏有充、放電電流。一旦電路達到穩定狀態，電容器在電路中就相當於一個阻值無限大(只考慮電容器是理想的不漏電的情況)的元件，電容器處電路可看做是斷路，簡化電路時可去掉它。分析和計算含有電容器的直流電路時，需注意以下幾點：

1. 電路穩定後，由於電容器所在支路無電流通過，所以在此支路中的電阻上無電壓降低，因此電容器兩極間的電壓就等於該支路兩端的電壓。
2. 當電容器和電阻並聯後接入電路時，電容器兩極間的電壓與其並聯電阻兩端的電壓相等。
3. 電路的電流、電壓變化時，將會引起電容器的充(放)電。如果電容器兩端電壓升高，電容器將充電；如果電壓降低，電容器將通過與它連接的電路放電。

【例 4】如圖 6 所示，電源電動勢 $E=10\text{ V}$ ，內阻可忽略， $R_1=4\ \Omega$ ， $R_2=6\ \Omega$ ， $C=30\ \mu\text{F}$ ，求：

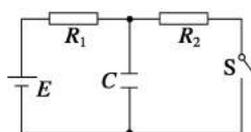
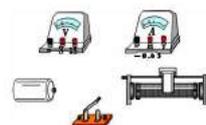
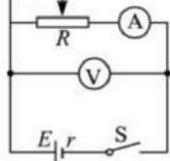


圖 6

- (1) S 閉合後，穩定時通過 R_1 的電流；
- (2) S 原來閉合，然後斷開，這個過程中流過 R_1 的總電荷量。

解析 (1) 電路穩定時， R_1 、 R_2 串聯，

易求 $I = \frac{E}{R_1 + R_2} = 1\text{ A}$ 。



(2) S 閉合時，電容器兩端電壓 $U_C = U_2 = I \cdot R_2 = 6 \text{ V}$ ，儲存的電荷量 $Q = C \cdot U_C$ 。S 斷開至達到穩定後電路中電流為零，此時 $U_C' = E$ ，儲存的電荷量 $Q' = C \cdot U_C'$ 。很顯然電容器上的電荷量增加了 $\Delta Q = Q' - Q = C U_C' - C U_C = 1.2 \times 10^{-4} \text{ C}$ 。電容器上電荷量的增加是在 S 斷開以後才產生的，這只有通過 R_1 這條電路實現，所以流過 R_1 的電荷量就是電容器帶電荷量的增加量。

答案 (1) 1 A (2) $1.2 \times 10^{-4} \text{ C}$

針對訓練 2 如圖 7 所示電路中，電源電動勢 $E = 9 \text{ V}$ ，內阻 $r = 2 \Omega$ ，定值電阻 $R_1 = 6 \Omega$ ， $R_2 = 10 \Omega$ ， $R_3 = 6 \Omega$ ，電容器的電容 $C = 10 \mu\text{F}$ 。

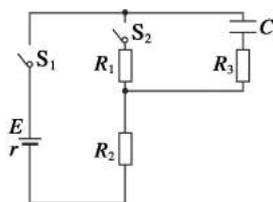


圖 7

(1) 保持開關 S_1 、 S_2 閉合，求電容器所帶的電荷量。

(2) 保持開關 S_1 閉合，將開關 S_2 斷開，求斷開開關 S_2 後流過電阻 R_2 的電荷量。

答案 (1) $3 \times 10^{-5} \text{ C}$ (2) $6 \times 10^{-5} \text{ C}$

解析 保持開關 S_1 、 S_2 閉合，則電容器兩端的電壓 $U_C = U_{R1} = \frac{E}{R_1 + R_2 + r} R_1 =$

$$\frac{9}{6 + 10 + 2} \times 6 \text{ V} = 3 \text{ V}.$$

電容器所帶的電荷量為 $Q = C U_C = 10 \times 10^{-6} \times 3 \text{ C} = 3 \times 10^{-5} \text{ C}$ 。

(2) 保持開關 S_1 閉合，將開關 S_2 斷開後，電路穩定時電容器兩端的電壓等於電源電動勢，此時電容器上的電荷量 $Q' = C E = 10 \times 10^{-6} \times 9 \text{ C} = 9 \times 10^{-5} \text{ C}$ ，而流過 R_2 的電荷量等於電容器 C 上電荷量的增加量 $Q_{R2} = \Delta Q = Q' - Q = 9 \times 10^{-5} \text{ C} - 3 \times 10^{-5} \text{ C} = 6 \times 10^{-5} \text{ C}$ 。

1.6 典例精析

一、閉合電路歐姆定律的應用

【例 1】如圖 4 所示，電源電動勢為 6 V ，內阻為 1Ω ， $R_1 = 5 \Omega$ ， $R_2 = 10 \Omega$ ，滑動變阻器 R_3 阻值變化範圍為 $0 \sim 10 \Omega$ ，求電路中的總電流的變化範圍。

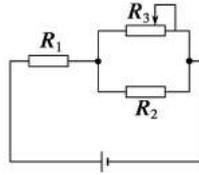
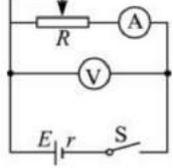


圖 4

解析 當 R_3 阻值為零時， R_2 被短路，外電阻最小，電流最大。

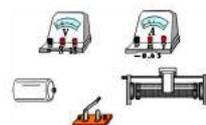
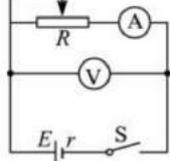
$$R_{\text{外}} = R_1 = 5 \Omega, I = \frac{E}{R_{\text{外}} + r} = \frac{6}{5 + 1} \text{ A} = 1 \text{ A}.$$

當 R_3 阻值為 10Ω 時，外電阻最大，電流最小。

$$R_{\text{並}} = \frac{R_3 R_2}{R_3 + R_2} = 5 \Omega, R_{\text{外}}' = R_1 + R_{\text{並}} = 10 \Omega,$$

$$I' = \frac{E}{R_{\text{外}}' + r} = \frac{6}{10 + 1} \text{ A} \approx 0.55 \text{ A}.$$

答案 $0.55 \text{ A} \sim 1 \text{ A}$



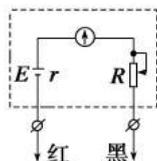
綜合複習二：多用電錶的原理（第二課時）

2.1 要點一：歐姆表

[問題設計]

1. 電壓表、大量程電流錶都是由電流錶改裝的，那麼我們如何把電流錶改裝成測量電阻的歐姆表？畫出原理圖。

答案 可以用如圖所示的電路將電流錶改裝成歐姆表。



2. 當紅、黑表筆短接時(如圖 3 所示)，調節 R 的阻值，使指針指到滿刻度，此時紅、黑表筆之間電阻為多大？當紅、黑表筆不接觸時(如圖 4 所示)，指針不偏轉，即指向電流錶的零點。此時，紅、黑表筆之間電阻為多大？

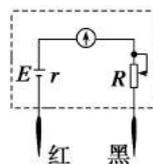
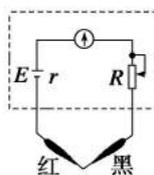


圖 3

圖 4

答案 零 無窮大

3. 當在紅、黑表筆間接入某一電阻 R_x ，指針恰好指在刻度盤的中間位置，此時 R_x 與歐姆表內阻有什麼關係？

答案 阻值相等

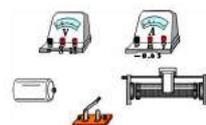
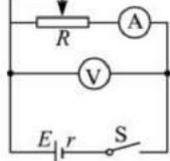
[要點提煉]

1. 當紅、黑表筆斷開時，電流錶中電流為零，此時表筆間電阻無窮大，所以在錶盤上電流零處標電阻“ ∞ ”；當紅、黑表筆短接時，調節歐姆調零電阻，使電流錶指針滿偏，所以在電流滿偏處標電阻“0”。

2. I 與 R_x 不成比例，歐姆表的刻度不均勻。

3. 歐姆表偏角越大，表明被測電阻越小。

4. 中值電阻：當外加電阻 $R_x = r + R_g + R_0$ 時，電流為 $I = \frac{E}{R_x + R_0 + R_g + r} = \frac{1}{2} I_g$ ，



此時電流錶指針指在刻度盤的中央，該電阻叫中值電阻。

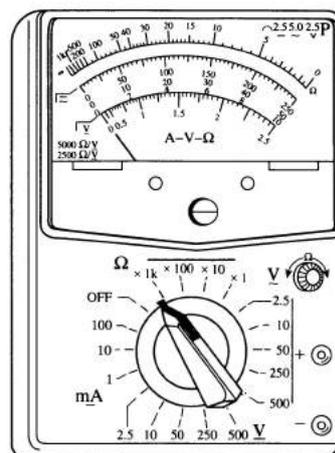
2.2 要點二：多用電表

[問題設計]

多用電表的錶盤包括哪兩個部分，它們的作用是什麼？

答案 多用電表的外形——錶盤包括刻度和調節兩個部分。如圖所示。

①刻度部分：有三條主要刻度線，最上面是一條歐姆表的刻度，零刻度線在最右側，從右至左讀數增加，但刻度不均勻；第二條是電壓和電流刻度線，零刻度線在左側，從左至右讀數均勻增加；第三條刻度線是交流低壓刻度線，零刻度線在左側，並且刻度均勻。



②調節部分

a. 機械調零螺絲：它的作用是使指針指在左側的零刻度線上，通常調整第一次後，就不要再輕易動它了。少數情況發現使用前錶針不在零點，要用螺絲刀輕輕調整。

b. 選擇開關：它的作用是選擇測量專案和量程，它帶有箭頭，箭頭所指，表明該表的作用和量程。如圖中選擇開關所指示的，表示該表調到歐姆檔， $\times 1\text{ k}$ 量程，讀數時應將指針的指示數值擴大 1000 倍。

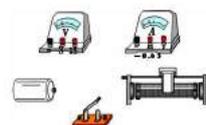
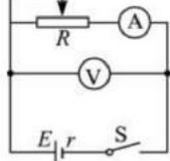
c. 歐姆表的調零旋鈕：它實際上是一個可變電阻，它的作用是，在多用電表當做歐姆表使用時，將紅、黑表筆直接相接，調整。指針使之指在歐姆表的零刻度線，每次測量電阻之前都需要用它進行調零。圖示的右下側是兩只紅、黑表筆的插孔。

[要點提煉]

1. 電流錶的改裝原理：由同一表頭並聯（“串聯”或“並聯”）不同電阻改裝而成的量程不同的電流錶。

2. 電壓錶的改裝原理：由同一表頭串聯（“串聯”或“並聯”）不同電阻改裝而成的量程不同的電壓錶。

3. 歐姆錶的改裝原理：將對應 R_x 的電流刻度值改為電阻值即為歐姆錶。



4. 電流進、出電錶的流向：

- (1) 電流檔串聯接入電路，電流從紅表筆流進電錶，從黑表筆流出；
- (2) 電壓檔並聯接入電路，紅表筆接高電勢點，黑表筆接低電勢點，電流仍然是“紅進、黑出”；
- (3) 使用歐姆檔時，紅表筆連接表內電源的負極，黑表筆連接表內電源的正極，電流仍然是“紅進、黑出”。

2.3 典例精析

一、歐姆表測電阻的原理

【例 1】 如圖 5 所示是把量程為 3 mA 的電流錶改裝成歐姆表的結構示意圖，其中電池電動勢 $E=1.5\text{ V}$ ，改裝後，原來電流錶 3 mA 刻度處的刻度值定為零位置，則 2 mA 刻度處應標為_____，1 mA 刻度處應標為_____。

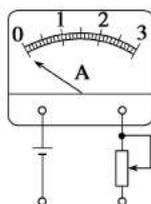


圖 5

解析 因為 $R_{\text{內}} = \frac{E}{I_g} = \frac{1.5\text{ V}}{3\text{ mA}} = 500\ \Omega$ ，

$$I_1 = \frac{E}{R_{\text{內}} + R_{x1}}$$

$$2\text{ mA} = \frac{1.5\text{ V}}{500\ \Omega + R_{x1}}$$

所以 $R_{x1} = 250\ \Omega$ 。

$$\text{因為 } I_2 = \frac{E}{R_{\text{內}} + R_{x2}}, 1\text{ mA} = \frac{1.5\text{ V}}{500\ \Omega + R_{x2}},$$

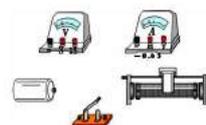
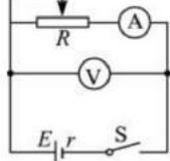
所以 $R_{x2} = 1\ 000\ \Omega$ 。

答案 250 Ω 1 000 Ω

二、多用電表的簡單認識

【例 2】 關於多用電表面板上的刻度線，下列說法中正確的是()

A. 直流電流刻度線和直流電壓刻度線都是均勻的，可共用同一刻度線



- B · 電阻刻度線是均勻的，且每一檔的測量範圍都是從 $0 \sim \infty$
- C · 交流電壓刻度線是均勻的
- D · 電阻刻度線上的零歐姆刻度線與直流電流刻度的最大刻度線相對應

答案 ACD

【例 3】 多用電表的下半部分如圖 6 甲所示，標有“2.2 V 0.25 A”字樣的小燈泡已接入電路，當多用電表的兩表筆分別與小燈泡兩端的接線柱 a、b 相接(如圖乙所示)，下列想法合理的是()

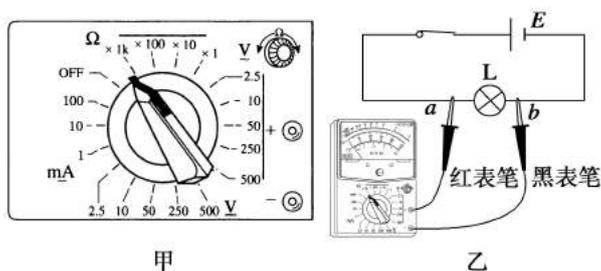


圖 6

- A · 若選擇開關撥到“Ω”檔的“×1”處，可測量小燈泡的電阻
- B · 若選擇開關撥到“V”檔的 2.5 處，可測量小燈泡的電阻
- C · 若選擇開關撥到“V”檔的 2.5 處，可測量小燈泡兩端的電壓
- D · 若選擇開關撥到“mA”檔的 250 處，可測量小燈泡的電流

答案 C

三、多用電表的使用

【例 1】 為確定某電子元件的電氣特性，做如下測量。

(1)用多用表測量該元件的電阻，選用“×100”倍率的電阻擋測量，發現多用表指針偏轉過大，因此需選擇_____倍率的電阻擋(填：“×10”或“×1k”)，並_____再進行測量，多用表的示數如圖 3 所示，測量結果為_____Ω。

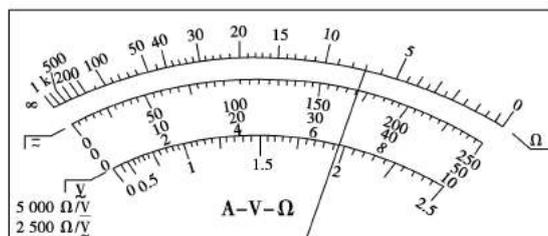
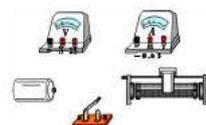
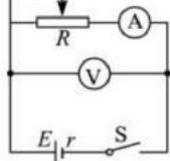


圖 3

(2)將待測元件(額定電壓 9 V)、蓄電池、滑動變阻器、電流錶、多用表、電鍵及



若干導線連接成電路如圖 4 所示。添加連線，使電路能測量該元件完整的伏安特性。

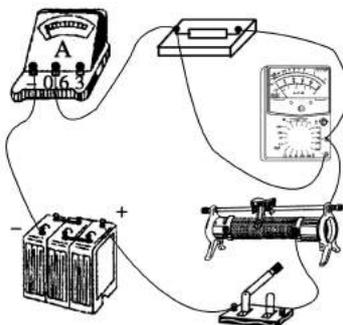


圖 4

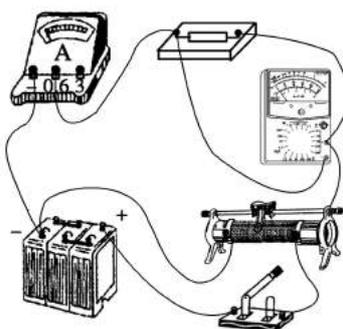
本實驗中使用多用表測電壓，多用表的選擇開關應調到_____擋(填：“直流電壓 10 V”或“直流電壓 50 V”)。

解析 (1)用多用表測量該元件的電阻，選用“ $\times 100$ ”倍率的電阻擋測量，發現多用表指針偏轉過大，說明電阻較小，因此需選擇 $\times 10$ 倍率的電阻擋，並歐姆調零後再進行測量，多用表的示數如題圖所示，測量結果為 70Ω 。

(2) 要測量該元件完整的伏安特性，必須連接成分壓電路。本實驗中使用多用表測電壓，多用表的選擇開關應調到直流電壓 10 V 擋。

答案 (1) $\times 10$ 歐姆調零 70

(2)電路如圖所示 直流電壓 10 V



針對訓練 如圖 5 所示為多用電表的示意圖，試回答下列問題：

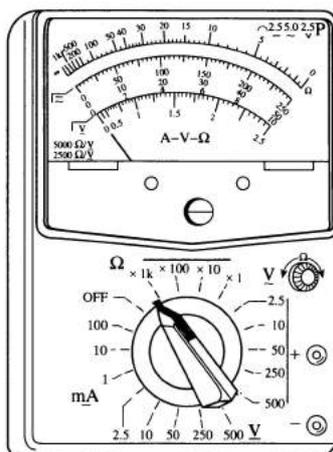
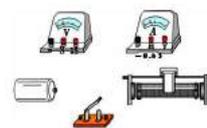
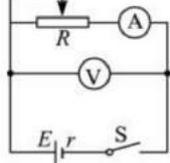
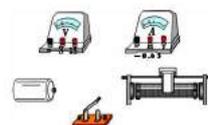
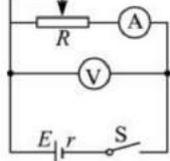


圖 5

- (1)當選擇開關位置旋至“mA”擋中的“10”擋位時，則測量的是
_____。
- (2)當選擇開關位置旋至“V”擋中的“50”擋位時，則測量的是
_____。
- (3)當選擇開關位置旋至“Ω”擋中的“×100”擋位時，則測量的電阻大小等於
_____。
- (4)當選擇開關位置旋至“Ω”擋中的“×100”擋位時，正確操作後發現指針的偏轉角很小，那麼正確的操作步驟依次是：①_____，②_____，
③_____。
- (5)無論用多用電表進行何種(直流)操作測量，電流都應該是從_____表筆
經_____插孔流入電錶。

答案 (1)量程為 0~10 mA 的直流電流 (2)量程為 0~50 V 的直流電壓 (3)讀數×100 (4)①換擋位“×1 k” ②將表筆短接重新進行調零 ③將電阻與其他元件斷開後進行測量 (5)紅 “+”

解析 當多用電表的選擇開關置於相應的物理量區域時，多用電表就可以測量該量，測量電流、電壓時開關所指的數值就是所測量的量程，需要注意的是：由於測電阻的原理和測電流、電壓的原理不同，當選擇開關在測電阻區域時，對應的數值是倍率，而不是量程。當然，倍率越大，測量的電阻也就越大；倍率越小，測量的電阻就越小。由於測電阻是根據閉合電路的歐姆定律，每次換擋位時，都會改變閉合電路的阻值，因此換擋位後必須進行歐姆調零。多用電表在測量時，紅表筆要插入“+”插孔，黑表筆要插入“-”插孔，這樣，在測量



電路中，電流應從紅表筆流入。

四、多用電表的讀數

【例 2】如圖 6 所示為一多用電表錶盤。

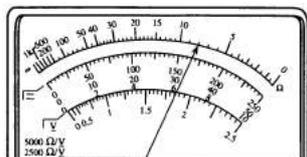
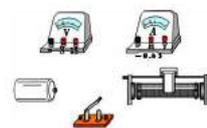
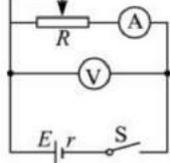


圖 6

- (1) 如果用直流 10 V 擋測量電壓，則讀數為_____ V.
- (2) 如果用直流 100 mA 擋測量電流，則讀數為_____ mA.
- (3) 如果用 $\times 100$ 擋測電阻，則讀數為_____ Ω .

解析 電壓、電流讀數時用中間刻度線，電壓表讀數為 6.6 V，電流錶讀數為 66 mA，歐姆表讀數時用上面刻度線，讀數為 800 Ω .

答案 (1)6.6 (2)66 (3)800



叁、試教評估與反思建議

3.1 試教評估

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：

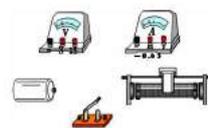
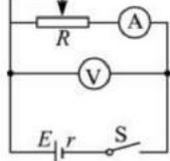
1. 時間安排不夠合理。前面關於“閉合電路的歐姆定律”部分的教學內容花的時間過多，後面講“萬用表”“測定電池組的電動勢和內阻”時顯得太匆忙，有前松後緊的感覺。

2. 部分課程作業，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、課時對點練、達標檢測”“五位一體”遞進式教學模式，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”“測定電池組的電動勢和內電阻”“電錶的改裝”“多用電錶的使用”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

1. 通過複習“我們回顧下電源，電源在電路中的作用是？”和“初中階段講解的電源知識”知識回顧，溫故知新；
2. 然後通過觀察電路，分析“改變可變電阻 R 的阻值， V 表示數是否改變？”，激發學生的學習興趣，引入新課。
3. 在上課過程中，首先提問學生：“若外電路是純電阻電路（如上圖所示），依據上面得到的結果，推導出閉合電路中的電流 I 與電動勢 E 、內電阻 r 、外電阻 R 的關係式？”引發學生思考，繼而通過探究實驗“路端電壓與負載的關係：對給定的電源， E 、 r 均為定值，外電阻 R 變化時，電路中的電流 I 如何變化？”，然後實驗研究：由大到小改變外電阻，記錄電流錶、電壓表的示數變化情況，並填在相應的表格中，引導學生進行實驗。
4. 在講解短路和斷路的過程中，又再次利用依據實驗數據，以路端電壓 U 為縱坐標，電流 I 為橫坐標，採用描點、擬合圖像的方法，作出 U 與 I 的圖像分析之前的實驗結論，讓學生更加深刻理解本定則的正確性。

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

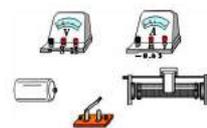
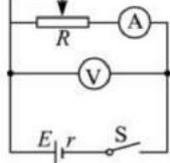
針對本節課，本人主要圍繞以下三個維度來進行評量：

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

3.2.1 第一課：§2.7 閉合電路的歐姆定律

3.2.1.1 教學目標設計依據：(教材分析、學生分析和設計理念)

- 教材分析

課程標準要求分析：知道電源的電動勢和內阻，理解閉合電路的歐姆定律。

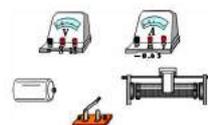
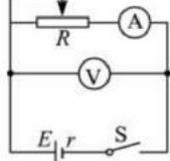
教材地位：閉合電路歐姆定律是恒定電流一章的核心內容，具有承前啟後的作用。既是本章知識的高度總結，又是本章拓展的重要基礎；通過學習，既能使學生從部分電路的認知上升到全電路規律的掌握，又能從靜態電路的計算提高到對含電源電路的動態分析及推演。同時，閉合電路歐姆定律能夠充分體現功和能的概念在物理學中的重要性，是功能關係學習的好素材。

教學重點和難點：推導閉合電路歐姆定律，應用定律進行相關討論是本節的重點，幫助學生理解電路中的能量轉化關係是基礎和關鍵。應用閉合電路歐姆定律討論路端電壓與負載關係是本節難點。

- 學生分析(學生已有知識和能力)

在學生的知識儲備方面：在初中的學習中，學生對電流現象已經有基本認識，能夠理清一般電路問題，同時在本章前四節的學習中，學生理解了靜電力做功與電荷量、電勢差的關係、瞭解了靜電力做功與電能轉化的知識，認識了如何從非靜電力做功的角度描述電動勢，並處理了部分電路歐姆定律的相關電路問題，已經具備了通過功能關係分析建立閉合電路歐姆定律，並應用閉合電路歐姆定律分析問題的知識與技能。在學生的能力儲備方面：能夠進行一些邏輯推理，對於現象的認識能夠引申到物理原理的理解，並且能夠利用所學知識設計實驗進行探究。但是，部分的學生在理論知識和動手實踐上存在障礙，對於複雜的實驗探究存在困惑。

- 設計理念(含生命教育)



本節課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。

整個教學設計構建了“參與式教學”學習平台，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。

3.2.1.1 教學檢討：(教學設計、教學活動、教學評量 and 自我反思)

● 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。

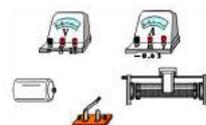
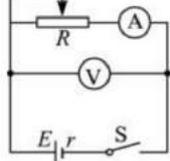
● 教學活動

5. 通過複習“我們回顧下電源，電源在電路中的作用是？”和“初中階段講解的電源知識”知識回顧，溫故知新；
6. 然後通過觀察電路，分析“改變可變電阻 R 的阻值， V 表示數是否改變？”，激發學生的學習興趣，引入新課。
7. 在上課過程中，首先提問學生：“若外電路是純電阻電路（如上圖所示），依據上面得到的結果，推導出閉合電路中的電流 I 與電動勢 E 、內電阻 r 、外電阻 R 的關係式？”引發學生思考，繼而通過探究實驗“路端電壓與負載的關係：對給定的電源， E 、 r 均為定值，外電阻 R 變化時，電路中的電流 I 如何變化？”，然後實驗研究：由大到小改變外電阻，記錄電流錶、電壓表的示數變化情況，並填在相應的表格中，引導學生進行實驗。
8. 在講解短路和斷路的過程中，又再次利用依據實驗數據，以路端電壓 U 為縱坐標，電流 I 為橫坐標，採用描點、擬合圖像的方法，作出 U 與 I 的圖像分析之前的實驗結論，讓學生更加深刻理解本定則的正確性。

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。

● 教學評量

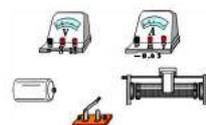
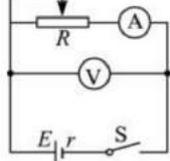
針對本節課，本人主要圍繞以下三個維度來進行評量：



- 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。

● 教學反思

- 1. 知識層次方面：**本節探究實驗內容含量稍多，需把握演示實驗的時間，要求全體學生參與思考討論，學習控制變量法。而閉合電路路端電壓和電流的關係圖像，關於截距的分析學生不易理解，需要教師用事實說話，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，並且差異性較大，對儀器不夠熟悉。在安排實驗分組的時候，已經有兼顧到學生能力參差的問題，但是探究過程不夠順利，需要加強引導。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、工作紙相配合，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，控制語速，加強教師對知識的引導作用。並做好示範作用，瞭解學生的知識層次。儘量照顧全體。
- 4. 不足**
 - (1) 在學習伏安法連接電路時，應讓學生參與到實驗中，把實驗和理論再次結合，懂得分析數據，學會利用實驗數據分析。
 - (2) 時間安排需要更合理，注重控制變量法的講解，提高教學效率。



3.2.2 第二課：§2.8 多用電錶的原理

- (1)通過實例分析,引導學生明確歐姆表的工作原理、內部結構。
- (2)多用電表是電流錶、電壓表、歐姆表共用一個表頭的較複雜的電錶,通過引導學生把一個複雜電路分解成幾個基本部分來認識多用電表。教學中要做好鋪墊,以幫助學生理解。
- (3)讓學生進行實際操作,學會正確測量電流、電壓、電阻的方法,理解歐姆表的刻度的特點,掌握各種電錶的讀數方法。

3.2.3 第三課：§2.9 實驗：練習使用多用電錶

本節是閉合電路歐姆定律的一個應用，學生在之前也學習了電流錶和電壓表的改裝，此時學習使用多用電表有利於鞏固對閉合電路歐姆定律的認識。多用電表是日常生活中應用比較廣泛的電學測量儀器，掌握多用電表中的歐姆表的原理和使用方法，對提高學生科學素養具有重要意義。

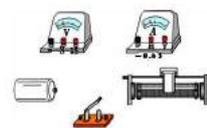
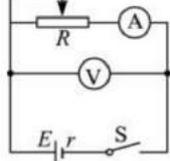
歐姆表的工作原理是本節的難點，對歐姆表測電阻的原理要重點介紹，至於中值電阻以及歐姆表的非線性問題可稍加補充；多用電表的內部結構不一定要詳細介紹，重在教會學生學會使用多用電表測電流、測電壓、測電阻、判斷二極體等。

3.2.4 第四課：§2.10 實驗：測定電池的電動勢和內阻

本節課要學的內容測定電池的電動勢和內阻指的是掌握測定電池的電動勢和內阻實驗的原理、方法及誤差分析，其核心是實驗原理,理解它關鍵就是要理解閉合電路的歐姆定律。學生已經學過閉合電路的歐姆定律，本節課的內容測定電池的電動勢和內阻就是在此基礎上的發展。由於它還與電源的功率和效率有密切的聯繫,所以在本學科有重要的地位，並有重要的作用,是本學科的核心內容。教學的重點是實驗的方法。

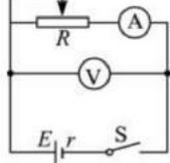
在本節課的教學中，學生可能遇到的問題誤差分析，產生這一問題的原因是不清楚內接法與外接法，及什麼時候電錶的讀書是近似值，什麼時候測的是真實值。要解決這一問題，就要電錶讀數時搞清楚電錶的的讀數。這節課我們學習了測定電池的電動勢和內阻的原理和實驗方法。並學習了用圖象法處理實驗數據。電池的內阻若太小則不易測量，所以實驗中用水果電池或舊電池或者在電池外串一電阻充當電源內阻。

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，2010：2-28.
- [2]黃小玲，彭永聰. 新高中生活與物理第四冊[M]. 牛津大學出版社：香港，2016：2-48.
- [3]人民教育出版社[EB/OL]
<http://old.pep.com.cn/gzwl/jszx/tbjx/kb/dzkb/xx31/2018-01-16>.
- [4]牛津大學出版社（中國） | Oxford University Press(China)[EB/OL]
<https://www.oupchina.com.hk/zh/home,2018-01-16>.
- [5]劉健智, and 付秋. "《閉合電路的歐姆定律》教學設計." 湖南中學物理 11 (2014): 81-85.
- [6]張瑄. 閉合電路的歐姆定律教學設計[J]. 讀寫算:教育教學研究, 2013(37).
- [7]程燕. 閉合電路歐姆定律教學設計[J]. 江西教育, 2016(3):30-31.
- [8]王晨, 胡揚洋. 物理師範生基於思維導圖的物理教學設計研究——以“閉合電路歐姆定律”為例的分析[J]. 首都師範大學學報(自然科學版), 2015, 36(3):30-39.
- [9]周洪偉, 任清褒. 創設"問題情境"課堂教學案例——"閉合電路歐姆定律"教學設計[J]. 物理通報, 2007(10):40-42.
- [10]常克義. 高中物理習題式課堂教學設計——以多用電表的原理課堂教學為例[J]. 中國教育技術裝備, 2017(23):87-89.
- [11]張健. “多用電表的原理”的教學設計[J]. 數理化學習(高三版), 2014(10):24-25.
- [12]楊天治. “多用電表的原理”教學設計[J]. 數理化學習(高中版), 2014(3):27-28.
- [13]盛寶驥, 陸建隆. “實驗:練習使用多用電表”教學設計的幾點優化[J]. 物理教師, 2017, 38(10):46-48.
- [14]馬白. 用伏安法測定乾電池的電動勢和內阻的教學設計[J]. 兵團教育學院學報, 2006, 16(2):37-38.
- [15]徐彥秋, 馬波. “測定電池的電動勢和內阻”的創新教學設計[J]. 實驗教學與儀器, 2017(12):9-11.
- [16]王雷. 測定電池的電動勢和內阻實驗教學設計[C]// 中國教育技術裝備論壇. 2014.



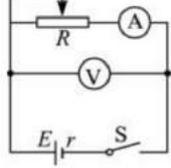
附錄：教學資源

一、教學多媒體課件:詳見電子資料文檔

第一課：第一課：§2.7 閉合電路的歐姆定律

1.新課教學：§2.7 閉合電路的歐姆定律（第一課時）

<p>學習目標：</p> <ol style="list-style-type: none"> 理解電流的作用及電功。 理解為什麼要引入電流的概念。 理解電功和電能的概念。 理解電功和電能的單位及公式。 	<p>一、電流</p> <p>一個閉合電路,必須要有什麼條件才能使電路中產生持續電流?</p> <p>電流作用:維持電路中的電壓</p>	<p>一、電流</p> <p>1. 電流作用:</p> <p>a. 電流作用:維持電路中的電壓</p> <p>問: 電路閉路後?</p> <p>乾電池把化學能轉化為電能。</p>	<p>一、電流</p> <p>1. 電流作用:</p> <p>a. 電流作用:維持電路中的電壓</p> <p>(1) 乾電池把化學能轉化為電能。</p> <p>問: 電路閉路後?</p> <p>手搖發電機把機械能轉化為電能。</p>	<p>一、電流</p> <p>1. 電流作用:</p> <p>a. 電流作用:維持電路中的電壓</p> <p>(1) 乾電池把化學能轉化為電能。</p> <p>(2) 手搖發電機把機械能轉化為電能。</p> <p>b. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p>
<p>一、電流</p> <p>1. 電流作用:</p> <p>a. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p> <p>b. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p> <p>2. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p>	<p>一、電流</p> <p>1. 電流作用:</p> <p>a. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p> <p>b. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p> <p>2. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p>	<p>一、電流</p> <p>1. 電流作用:</p> <p>a. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p> <p>b. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p> <p>2. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p>	<p>一、電流</p> <p>1. 電流作用:</p> <p>a. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p> <p>b. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p> <p>2. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p>	<p>一、電流</p> <p>1. 電流作用:</p> <p>a. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p> <p>b. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p> <p>2. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p>
<p>一、電流</p> <p>1. 電流作用:</p> <p>a. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p> <p>b. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p> <p>2. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p>	<p>一、電流</p> <p>1. 電流作用:</p> <p>a. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p> <p>b. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p> <p>2. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p>	<p>一、電流</p> <p>1. 電流作用:</p> <p>a. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p> <p>b. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p> <p>2. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p>	<p>一、電流</p> <p>1. 電流作用:</p> <p>a. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p> <p>b. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p> <p>2. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p>	<p>一、電流</p> <p>1. 電流作用:</p> <p>a. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p> <p>b. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p> <p>2. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p>
<p>一、電流</p> <p>1. 電流作用:</p> <p>a. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p> <p>b. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p> <p>2. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p>	<p>一、電流</p> <p>1. 電流作用:</p> <p>a. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p> <p>b. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p> <p>2. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p>	<p>一、電流</p> <p>1. 電流作用:</p> <p>a. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p> <p>b. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p> <p>2. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p>	<p>一、電流</p> <p>1. 電流作用:</p> <p>a. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p> <p>b. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p> <p>2. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p>	<p>一、電流</p> <p>1. 電流作用:</p> <p>a. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p> <p>b. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p> <p>2. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p>
<p>一、電流</p> <p>1. 電流作用:</p> <p>a. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p> <p>b. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p> <p>2. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p>	<p>一、電流</p> <p>1. 電流作用:</p> <p>a. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p> <p>b. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p> <p>2. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p>	<p>一、電流</p> <p>1. 電流作用:</p> <p>a. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p> <p>b. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p> <p>2. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p>	<p>一、電流</p> <p>1. 電流作用:</p> <p>a. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p> <p>b. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p> <p>2. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p>	<p>一、電流</p> <p>1. 電流作用:</p> <p>a. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p> <p>b. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p> <p>2. 乾電池: 乾電池把化學能轉化為電能。</p>



2.新課教學：§2.7 閉合電路的歐姆定律（第二課時）

2.7 閉合電路歐姆定律

- 知識回顧
- 實驗原理
- 基本電路及儀器
- 閉合電路中各物理量的關係
- 應用

一、知識回顧：電源 電動勢

1、電源：

- 電源的作用：為電路提供電能。
- 工作原理：將其他形式的能轉化為電能

一、知識回顧：電源 電動勢

2、電動勢：
電路未接入電路前，兩極間的電壓。即路端電壓在電路未接入電路前的全值。符號 E，單位：伏特 V

3、歐姆定律：
在閉合電路中，通過某段導體的電流跟這段導體兩端的電壓成正比，跟這段導體的電阻成反比。
 $I = U/R$

二、實驗探究：

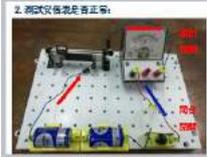


改變可變電阻的阻值，V表示數是否改變？

1. 連接中斷電路：



2. 測試電表是否正確：



3. 重測電表：



4. 測試電表：電池是否正確：



二、實驗探究：



改變可變電阻的阻值，V表示數是否改變？

三、閉合電路歐姆定律

1、閉合電路：
內電路
外電路

$E = U_{內} + U_{外}$

三、閉合電路歐姆定律

2. 閉合電路歐姆定律：
 $I = \frac{E}{R+r}$

路端電壓與電流關係：
 $U_{外} = E - Ir$

四、路端電壓U_外與負載R的關係

1、對給定的電源，E、r均為定值，若外電阻R變小，路端電壓U_外與負載R的關係如何？

由大到小改變外電阻，記錄電流表、電壓表的示數變化情況，並填在右表的表格中。



四、路端電壓U_外與負載R的關係

當外電阻R變小時，觀察記錄：

I/A	1	2	3	4	5
U _外 /V					

利用實驗探究的結論：



四、路端電壓U_外與負載R的關係

當外電阻R變小時，觀察記錄：

I/A	1	2	3	4	5
U _外 /V					

R增大時，I減小，U增大。

四、路端電壓U_外與負載R的關係

2. 路端電壓： $U_{外} = E - Ir = E - IR$

外電路兩端的電壓 $U_{外}$

$U_{外} = IR = E - Ir = E - IR$

隨外電阻變大電路中電流增大而增大

五、閉合電路歐姆定律應用

1、短 路：
 $R = 0$
 $U_{外} = IR = 0$
 $I = \frac{E}{R+r} = \frac{E}{r}$

短路電流最大，會燒毀電池，甚至發生火災

閉合電路歐姆定律應用

2、開 路：
 $R = \infty, I = 0$
 $U_{外} = IR = E$
 $U_{外} = E - U_{內} = E$

外電路斷路時可以用電表測量電源電動勢

五、全電路歐姆定律應用

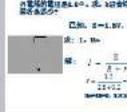
【例1】路端電壓U_外與電流I的關係圖如圖所示，求：(1) 電源的電動勢E和內阻r；(2) 當外電阻R變大時，路端電壓U_外和電流I如何變化？



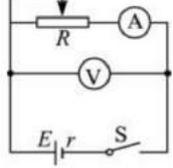
解：(1) 由圖可知，E = 1.5V, r = 0.5Ω

五、全電路歐姆定律應用

【例2】路端電壓U_外與電流I的關係圖如圖所示，求：(1) 電源的電動勢E和內阻r；(2) 當外電阻R變大時，路端電壓U_外和電流I如何變化？



解：(1) 由圖可知，E = 1.5V, r = 0.5Ω



3.重點探究：§2.7 閉合電路的歐姆定律（第三課時）

重點探究：§2.7 閉合電路的歐姆定律（第三課時）

1. 閉合電路的歐姆定律

2. 閉合電路中的能量轉化

3. 閉合電路中的能量轉化

4. 閉合電路中的能量轉化

5. 閉合電路中的能量轉化

6. 閉合電路中的能量轉化

7. 閉合電路中的能量轉化

8. 閉合電路中的能量轉化

9. 閉合電路中的能量轉化

10. 閉合電路中的能量轉化

11. 閉合電路中的能量轉化

12. 閉合電路中的能量轉化

13. 閉合電路中的能量轉化

14. 閉合電路中的能量轉化

15. 閉合電路中的能量轉化

16. 閉合電路中的能量轉化

17. 閉合電路中的能量轉化

18. 閉合電路中的能量轉化

19. 閉合電路中的能量轉化

20. 閉合電路中的能量轉化

21. 閉合電路中的能量轉化

22. 閉合電路中的能量轉化

23. 閉合電路中的能量轉化

24. 閉合電路中的能量轉化

25. 閉合電路中的能量轉化

26. 閉合電路中的能量轉化

27. 閉合電路中的能量轉化

28. 閉合電路中的能量轉化

29. 閉合電路中的能量轉化

30. 閉合電路中的能量轉化

31. 閉合電路中的能量轉化

32. 閉合電路中的能量轉化

33. 閉合電路中的能量轉化

34. 閉合電路中的能量轉化

35. 閉合電路中的能量轉化

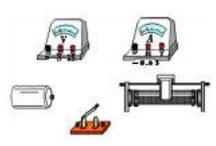
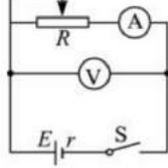
36. 閉合電路中的能量轉化

37. 閉合電路中的能量轉化

38. 閉合電路中的能量轉化

39. 閉合電路中的能量轉化

40. 閉合電路中的能量轉化



第二課：§2.8 多用電錶的原理

1. 新課教學：§2.8 多用電錶的原理（第一課時）

新課教學：§2.8 多用電錶的原理（第一課時）

1. 知識目標：知道電錶的內部結構和電錶的構造。
2. 技能目標：能根據電錶的構造和原理，設計電錶的內部電路。

3. 合作探究：知道電錶的內部電路結構。
3.1 如何設計電錶的內部電路？
3.2 如何設計電錶的內部電路？
3.3 如何設計電錶的內部電路？

4. 合作探究：知道電錶的內部電路結構。
4.1 如何設計電錶的內部電路？
4.2 如何設計電錶的內部電路？
4.3 如何設計電錶的內部電路？

5. 合作探究：知道電錶的內部電路結構。
5.1 如何設計電錶的內部電路？
5.2 如何設計電錶的內部電路？
5.3 如何設計電錶的內部電路？

6. 合作探究：知道電錶的內部電路結構。
6.1 如何設計電錶的內部電路？
6.2 如何設計電錶的內部電路？
6.3 如何設計電錶的內部電路？

7. 合作探究：知道電錶的內部電路結構。
7.1 如何設計電錶的內部電路？
7.2 如何設計電錶的內部電路？
7.3 如何設計電錶的內部電路？

8. 合作探究：知道電錶的內部電路結構。
8.1 如何設計電錶的內部電路？
8.2 如何設計電錶的內部電路？
8.3 如何設計電錶的內部電路？

9. 合作探究：知道電錶的內部電路結構。
9.1 如何設計電錶的內部電路？
9.2 如何設計電錶的內部電路？
9.3 如何設計電錶的內部電路？

10. 合作探究：知道電錶的內部電路結構。
10.1 如何設計電錶的內部電路？
10.2 如何設計電錶的內部電路？
10.3 如何設計電錶的內部電路？

11. 問題與思考？
1. 在設計電錶的內部電路時，應注意哪些問題？
2. 如何設計電錶的內部電路？

12. 應用與思考？
1. 如何設計電錶的內部電路？
2. 如何設計電錶的內部電路？

13. 問題與思考？
1. 如何設計電錶的內部電路？
2. 如何設計電錶的內部電路？

14. 問題與思考？
1. 如何設計電錶的內部電路？
2. 如何設計電錶的內部電路？

15. 問題與思考？
1. 如何設計電錶的內部電路？
2. 如何設計電錶的內部電路？

16. 問題與思考？
1. 如何設計電錶的內部電路？
2. 如何設計電錶的內部電路？

17. 問題與思考？
1. 如何設計電錶的內部電路？
2. 如何設計電錶的內部電路？

18. 問題與思考？
1. 如何設計電錶的內部電路？
2. 如何設計電錶的內部電路？

19. 問題與思考？
1. 如何設計電錶的內部電路？
2. 如何設計電錶的內部電路？

20. 問題與思考？
1. 如何設計電錶的內部電路？
2. 如何設計電錶的內部電路？

21. 問題與思考？
1. 如何設計電錶的內部電路？
2. 如何設計電錶的內部電路？

22. 問題與思考？
1. 如何設計電錶的內部電路？
2. 如何設計電錶的內部電路？

23. 問題與思考？
1. 如何設計電錶的內部電路？
2. 如何設計電錶的內部電路？

24. 問題與思考？
1. 如何設計電錶的內部電路？
2. 如何設計電錶的內部電路？

25. 問題與思考？
1. 如何設計電錶的內部電路？
2. 如何設計電錶的內部電路？

26. 問題與思考？
1. 如何設計電錶的內部電路？
2. 如何設計電錶的內部電路？

27. 問題與思考？
1. 如何設計電錶的內部電路？
2. 如何設計電錶的內部電路？

28. 問題與思考？
1. 如何設計電錶的內部電路？
2. 如何設計電錶的內部電路？

29. 問題與思考？
1. 如何設計電錶的內部電路？
2. 如何設計電錶的內部電路？

30. 問題與思考？
1. 如何設計電錶的內部電路？
2. 如何設計電錶的內部電路？

31. 問題與思考？
1. 如何設計電錶的內部電路？
2. 如何設計電錶的內部電路？

32. 問題與思考？
1. 如何設計電錶的內部電路？
2. 如何設計電錶的內部電路？

33. 問題與思考？
1. 如何設計電錶的內部電路？
2. 如何設計電錶的內部電路？

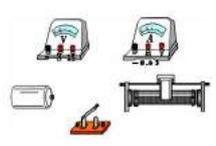
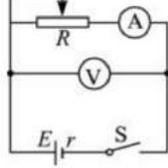
34. 問題與思考？
1. 如何設計電錶的內部電路？
2. 如何設計電錶的內部電路？

35. 問題與思考？
1. 如何設計電錶的內部電路？
2. 如何設計電錶的內部電路？

36. 問題與思考？
1. 如何設計電錶的內部電路？
2. 如何設計電錶的內部電路？

37. 問題與思考？
1. 如何設計電錶的內部電路？
2. 如何設計電錶的內部電路？

38. 問題與思考？
1. 如何設計電錶的內部電路？
2. 如何設計電錶的內部電路？



2.重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

1. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

2. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

3. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

4. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

5. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

6. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

7. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

8. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

9. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

10. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

11. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

12. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

13. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

14. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

15. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

16. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

17. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

18. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

19. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

20. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

21. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

22. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

23. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

24. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

25. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

26. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

27. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

28. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

29. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

30. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

31. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

32. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

33. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

34. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

35. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

36. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

37. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

38. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

39. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

40. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

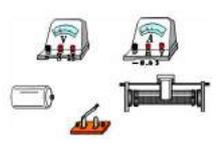
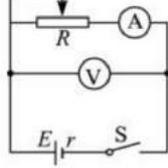
41. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

42. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

43. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

44. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）

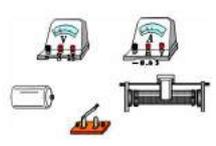
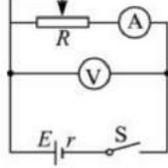
45. 重點探究：§2.8 多用電錶的原理（第二課時）



第三課：§2.9 實驗：練習使用多用電錶

1. 新課教學：§§2.9 實驗：練習使用多用電錶（第一課時）

<p>新課教學：§2.9 實驗：練習使用多用電錶（第一課時）</p> <p>1. 新課教學：§2.9 實驗：練習使用多用電錶（第一課時）</p>	<p>二合作探究：記取讀改換成電阻的取讀法</p> <p>1. 如何讀取改換成電阻的取讀法？</p> <p>2. 如何讀取改換成電阻的取讀法？</p>	<p>二合作探究：記取讀改換成電阻的取讀法</p> <p>1. 如何讀取改換成電阻的取讀法？</p> <p>2. 如何讀取改換成電阻的取讀法？</p>	<p>二合作探究：記取讀改換成電阻的取讀法</p> <p>1. 如何讀取改換成電阻的取讀法？</p> <p>2. 如何讀取改換成電阻的取讀法？</p>	<p>二合作探究：記取讀改換成電阻的取讀法</p> <p>1. 如何讀取改換成電阻的取讀法？</p> <p>2. 如何讀取改換成電阻的取讀法？</p>
<p>二合作探究：記取讀改換成電阻的取讀法</p> <p>1. 如何讀取改換成電阻的取讀法？</p> <p>2. 如何讀取改換成電阻的取讀法？</p>	<p>二合作探究：記取讀改換成電阻的取讀法</p> <p>1. 如何讀取改換成電阻的取讀法？</p> <p>2. 如何讀取改換成電阻的取讀法？</p>	<p>二合作探究：記取讀改換成電阻的取讀法</p> <p>1. 如何讀取改換成電阻的取讀法？</p> <p>2. 如何讀取改換成電阻的取讀法？</p>	<p>二合作探究：記取讀改換成電阻的取讀法</p> <p>1. 如何讀取改換成電阻的取讀法？</p> <p>2. 如何讀取改換成電阻的取讀法？</p>	<p>二合作探究：記取讀改換成電阻的取讀法</p> <p>1. 如何讀取改換成電阻的取讀法？</p> <p>2. 如何讀取改換成電阻的取讀法？</p>
<p>問題與思考？</p> <p>1. 多量程多用電錶的電阻檔，讀數時應注意什麼？</p> <p>2. 多量程多用電錶的電阻檔，讀數時應注意什麼？</p>	<p>應用表外形圖：</p> <p>指針式多用電錶</p> <p>數字式多用電錶</p>	<p>問題與思考？</p> <p>1. 多量程多用電錶的電阻檔，讀數時應注意什麼？</p> <p>2. 多量程多用電錶的電阻檔，讀數時應注意什麼？</p>	<p>問題與思考？</p> <p>1. 多量程多用電錶的電阻檔，讀數時應注意什麼？</p> <p>2. 多量程多用電錶的電阻檔，讀數時應注意什麼？</p>	<p>問題與思考？</p> <p>1. 多量程多用電錶的電阻檔，讀數時應注意什麼？</p> <p>2. 多量程多用電錶的電阻檔，讀數時應注意什麼？</p>
<p>3. 圖中為電阻，R_1、R_2 為電阻，E 為電源。用多用電錶測量電阻時，電錶的電阻檔應選擇何種倍率？</p>	<p>4. 在多用電錶電阻檔，若一個多量程多用電錶，其電阻檔的倍率有 $\times 1$、$\times 10$、$\times 100$、$\times 1000$。若電阻檔的倍率為 $\times 100$，電錶的指針指在 10 處，則電阻的阻值為多少？</p>	<p>5. 多用電錶的電阻檔有二個倍率，分別是 $\times 10$、$\times 100$。若電阻檔的倍率為 $\times 10$，電錶的指針指在 10 處，則電阻的阻值為多少？</p>	<p>6. 某同學用多用電錶測量一阻值約為 100Ω 的電阻。他將電錶的倍率選擇在 $\times 10$ 檔，電錶的指針指在 10 處，則電阻的阻值為多少？</p>	<p>本課多量程多用電錶的使用：</p> <p>1. 多量程多用電錶的電阻檔，讀數時應注意什麼？</p> <p>2. 多量程多用電錶的電阻檔，讀數時應注意什麼？</p>
<p>7. 多用電錶電阻檔 $\times 100$ 和 $\times 1000$ 是二種倍率。若電阻檔的倍率為 $\times 100$，電錶的指針指在 10 處，則電阻的阻值為多少？</p>	<p>8. 一學生用多用電錶測量一阻值約為 100Ω 的電阻。他將電錶的倍率選擇在 $\times 10$ 檔，電錶的指針指在 10 處，則電阻的阻值為多少？</p>	<p>9. 如圖所示，A、B、C 為電阻上的三個電阻，已知電阻 A 的阻值為 100Ω，電阻 B 的阻值為 200Ω，電阻 C 的阻值為 300Ω。若電錶的指針指在 10 處，則電阻的阻值為多少？</p>	<p>10. 關於多用電錶電阻檔的倍率，下列說法中哪一個是正確的？</p> <p>A. 電阻檔的倍率越大，電阻的阻值越大。</p> <p>B. 電阻檔的倍率越大，電阻的阻值越小。</p> <p>C. 電阻檔的倍率越大，電阻的阻值不變。</p> <p>D. 電阻檔的倍率越大，電阻的阻值隨倍率而變。</p>	<p>電阻力的解題：</p> <p>1. 多量程多用電錶的電阻檔，讀數時應注意什麼？</p> <p>2. 多量程多用電錶的電阻檔，讀數時應注意什麼？</p>
<p>11. 如圖是一個多用電錶的電阻檔，其電阻檔的倍率為 $\times 100$。若電錶的指針指在 10 處，則電阻的阻值為多少？</p>	<p>12. 如圖是一個多用電錶的電阻檔，其電阻檔的倍率為 $\times 100$。若電錶的指針指在 10 處，則電阻的阻值為多少？</p>	<p>13. 如圖是一個多用電錶的電阻檔，其電阻檔的倍率為 $\times 100$。若電錶的指針指在 10 處，則電阻的阻值為多少？</p>	<p>14. 如圖是一個多用電錶的電阻檔，其電阻檔的倍率為 $\times 100$。若電錶的指針指在 10 處，則電阻的阻值為多少？</p>	<p>15. 某多用電錶的電阻檔的倍率為 $\times 100$。若電錶的指針指在 10 處，則電阻的阻值為多少？</p>
<p>16. 如圖是一個多用電錶的電阻檔，其電阻檔的倍率為 $\times 100$。若電錶的指針指在 10 處，則電阻的阻值為多少？</p>	<p>17. 如圖是一個多用電錶的電阻檔，其電阻檔的倍率為 $\times 100$。若電錶的指針指在 10 處，則電阻的阻值為多少？</p>	<p>18. 如圖是一個多用電錶的電阻檔，其電阻檔的倍率為 $\times 100$。若電錶的指針指在 10 處，則電阻的阻值為多少？</p>	<p>19. 如圖是一個多用電錶的電阻檔，其電阻檔的倍率為 $\times 100$。若電錶的指針指在 10 處，則電阻的阻值為多少？</p>	<p>20. 如圖是一個多用電錶的電阻檔，其電阻檔的倍率為 $\times 100$。若電錶的指針指在 10 處，則電阻的阻值為多少？</p>
<p>21. 如圖是一個多用電錶的電阻檔，其電阻檔的倍率為 $\times 100$。若電錶的指針指在 10 處，則電阻的阻值為多少？</p>	<p>22. 如圖是一個多用電錶的電阻檔，其電阻檔的倍率為 $\times 100$。若電錶的指針指在 10 處，則電阻的阻值為多少？</p>	<p>23. 如圖是一個多用電錶的電阻檔，其電阻檔的倍率為 $\times 100$。若電錶的指針指在 10 處，則電阻的阻值為多少？</p>	<p>24. 如圖是一個多用電錶的電阻檔，其電阻檔的倍率為 $\times 100$。若電錶的指針指在 10 處，則電阻的阻值為多少？</p>	<p>25. 如圖是一個多用電錶的電阻檔，其電阻檔的倍率為 $\times 100$。若電錶的指針指在 10 處，則電阻的阻值為多少？</p>
<p>26. 如圖是一個多用電錶的電阻檔，其電阻檔的倍率為 $\times 100$。若電錶的指針指在 10 處，則電阻的阻值為多少？</p>	<p>27. 如圖是一個多用電錶的電阻檔，其電阻檔的倍率為 $\times 100$。若電錶的指針指在 10 處，則電阻的阻值為多少？</p>	<p>28. 如圖是一個多用電錶的電阻檔，其電阻檔的倍率為 $\times 100$。若電錶的指針指在 10 處，則電阻的阻值為多少？</p>	<p>29. 如圖是一個多用電錶的電阻檔，其電阻檔的倍率為 $\times 100$。若電錶的指針指在 10 處，則電阻的阻值為多少？</p>	<p>30. 如圖是一個多用電錶的電阻檔，其電阻檔的倍率為 $\times 100$。若電錶的指針指在 10 處，則電阻的阻值為多少？</p>

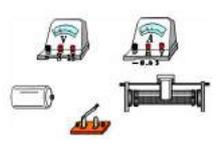
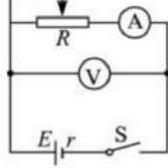


2.重點探究：§2.9 實驗：練習使用多用電錶（第二課時）

這組幻燈片詳細介紹了如何正確使用多用電錶。內容包括：

- 1. 目的要求：** 練習使用多用電錶。
- 2. 儀器器材：** 多用電錶、待測電阻、電池、開關、導線。
- 3. 實驗原理：** 介紹了電阻、電流、電壓的測量原理。
- 4. 實驗步驟：** 詳細列出了測量電阻、電流和電壓的具體操作步驟。
- 5. 數據處理：** 提供了相關的計算公式和數據表格。
- 6. 實驗結論：** 總結了實驗的發現和心得。
- 7. 思考與討論：** 提出了幾個引導學生思考的問題。
- 8. 練習題：** 包含了一些相關的物理題型。

幻燈片中還包含多個電路圖、儀表讀數圖以及數據表格，旨在幫助學生理解實驗過程和數據分析。



第四課：§2.10 實驗：測定電池的電動勢和內阻

1. 新課教學：§2.10 實驗：測定電池的電動勢和內阻（第一課時）

1. 實驗目的：(1) 測定電池的電動勢和內阻 (第一課時)

2. 實驗原理

3. 實驗器材

4. 實驗步驟

5. 數據處理

6. 實驗結論

7. 實驗討論

8. 實驗總結

9. 實驗反思

10. 實驗評價

11. 實驗報告

12. 實驗心得

13. 實驗總結

14. 實驗反思

15. 實驗評價

16. 實驗報告

17. 實驗心得

18. 實驗總結

19. 實驗反思

20. 實驗評價

21. 實驗報告

22. 實驗心得

23. 實驗總結

24. 實驗反思

25. 實驗評價

26. 實驗報告

27. 實驗心得

28. 實驗總結

29. 實驗反思

30. 實驗評價

31. 實驗報告

32. 實驗心得

33. 實驗總結

34. 實驗反思

35. 實驗評價

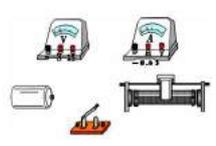
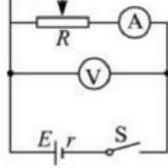
36. 實驗報告

37. 實驗心得

38. 實驗總結

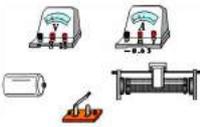
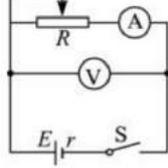
39. 實驗反思

40. 實驗評價



2.重點探究：§2.10 實驗：測定電池的電動勢和內阻（第二課時）

<p>重點探究：§2.10 實驗：測定電池的電動勢和內阻（第二課時）</p>	<p>基礎—自主學習</p> <p>一、實驗目的</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 測定電池的電動勢和內阻。 2. 測定電池的電動勢和內阻。 	<p>二、實驗原理</p> <p>根據閉路歐姆定律，當電池與外電阻 R 和內阻 r 組成閉路時，有 $E = I(R + r)$。由此可得 $E = IR + Ir$。若以 $U = IR$ 為縱坐標，I 為橫坐標，則 $E = U + Ir$。由此可得 $E = U + Ir$。由此可得 $E = U + Ir$。</p>	<p>例題 1 例題 2 例題 3</p>
<p>1. 實驗目的</p> <p>2. 實驗原理</p>	<p>3. 實驗器材</p> <p>4. 實驗步驟</p>	<p>5. 數據處理</p> <p>6. 實驗結論</p>	<p>7. 實驗討論</p> <p>8. 實驗總結</p>
<p>9. 實驗目的</p> <p>10. 實驗原理</p>	<p>11. 實驗器材</p> <p>12. 實驗步驟</p>	<p>13. 數據處理</p> <p>14. 實驗結論</p>	<p>15. 實驗討論</p> <p>16. 實驗總結</p>
<p>17. 實驗目的</p> <p>18. 實驗原理</p>	<p>19. 實驗器材</p> <p>20. 實驗步驟</p>	<p>21. 數據處理</p> <p>22. 實驗結論</p>	<p>23. 實驗討論</p> <p>24. 實驗總結</p>
<p>25. 實驗目的</p> <p>26. 實驗原理</p>	<p>27. 實驗器材</p> <p>28. 實驗步驟</p>	<p>29. 數據處理</p> <p>30. 實驗結論</p>	<p>31. 實驗討論</p> <p>32. 實驗總結</p>
<p>33. 實驗目的</p> <p>34. 實驗原理</p>	<p>35. 實驗器材</p> <p>36. 實驗步驟</p>	<p>37. 數據處理</p> <p>38. 實驗結論</p>	<p>39. 實驗討論</p> <p>40. 實驗總結</p>
<p>41. 實驗目的</p> <p>42. 實驗原理</p>	<p>43. 實驗器材</p> <p>44. 實驗步驟</p>	<p>45. 數據處理</p> <p>46. 實驗結論</p>	<p>47. 實驗討論</p> <p>48. 實驗總結</p>
<p>49. 實驗目的</p> <p>50. 實驗原理</p>	<p>51. 實驗器材</p> <p>52. 實驗步驟</p>	<p>53. 數據處理</p> <p>54. 實驗結論</p>	<p>55. 實驗討論</p> <p>56. 實驗總結</p>
<p>57. 實驗目的</p> <p>58. 實驗原理</p>	<p>59. 實驗器材</p> <p>60. 實驗步驟</p>	<p>61. 數據處理</p> <p>62. 實驗結論</p>	<p>63. 實驗討論</p> <p>64. 實驗總結</p>
<p>65. 實驗目的</p> <p>66. 實驗原理</p>	<p>67. 實驗器材</p> <p>68. 實驗步驟</p>	<p>69. 數據處理</p> <p>70. 實驗結論</p>	<p>71. 實驗討論</p> <p>72. 實驗總結</p>



二、工作紙:詳見電子資料文檔

標準工作紙

安培計、伏特計和電源的電阻

詞彙

- 內電阻 (internal resistance)
- 端電壓 (terminal voltage)

實驗 2f 用安培計量度電流 目標 1.83

目的
研究安培計的內電阻對量度電流造成的影響。

簡述
繪製圖 a) 的電路，記錄安培計的讀數 I ，然後計算電路上 R 的電壓多少，並與實驗所得的數值 I 作比較。

圖 a)

1 實際上，安培計有一個數值，當安培計串聯到電路時，會_____電路的等效電阻，令讀數比理論值_____。

良好的安培計，內電阻必須非常_____。

例題 11 目標 1.87 例題 12

用內電阻很大的安培計量度電流，會有甚麼影響 (圖 a) ?

圖 a)

內電阻很大的安培計會_____電路的等效電阻，因此，安培計的讀數會較理論值_____。

標準工作紙

例題 12 目標 1.83 例題 13

把 12Ω 的電阻器接上 $3V$ 電池，分別以兩個安培計輪流量度電阻器兩端的電流。

內電阻	安培計 A	安培計 B
表 a	1Ω	5Ω

(a) 計算電阻器兩端的理論電流 I 。
(b) 完成表 a。
(c) 兩個安培計的讀數，為甚麼？
(d) _____。

(c) 安培計_____數值，因為它的內電阻較_____。

實驗 2g 用伏特計量度電阻器兩端的電壓 目標 1.85

目的
研究伏特計的內電阻對量度電壓造成的影響。

簡述
繪製圖 a) 的電路，記錄伏特計的讀數 V ，計算 V 的理論值，並與實驗所得的數值 V 作比較。

圖 a)

2 實際上，伏特計的內電阻除非常_____，但不當的無窮大，伏特計並聯到電路時，會_____電路的等效電阻，令讀數比理論值_____。

良好的伏特計，內電阻必須非常_____。

標準工作紙

例題 13 目標 1.80 例題 14

考慮圖 a 中的電路，兩個伏特計輪流量度電阻器兩端的電壓。

伏特計 A	伏特計 B	
內電阻	$1k\Omega$	$100k\Omega$
伏特計讀數		

(a) 計算電阻器兩端的理論電壓 V 。
(b) 完成表 a。
(c) 兩個伏特計的讀數，為甚麼？
(d) _____。

內電阻很大的伏特計，其內電阻_____。

實驗 2h 電源的電動勢 目標 1.92

目的
研究內電阻對量度所提供的電壓的影響。

簡述
繪製圖 a) 的電路，記錄伏特計的讀數，把一個 $12V, 24W$ 的燈泡連接到圖 a) (圖 b)，並記錄伏特計的讀數 (端電壓)，找出伏特計讀數下降了多少，並以此推算電源的內電阻。

圖 a) 圖 b)

標準工作紙

3 電源的_____ (\mathcal{E}) 比它的電動勢小，原因是電源的_____ (r) (圖 2aa) 令電壓下降。

圖 2aa)

4 電源的電動勢 = 電源的端電壓 + 內電阻兩端的電壓
 $\mathcal{E} = V + Ir$

其中 I 是通過電路的電流。

參 編章 10 (p.93)

例題 14 目標 1.84 例題 15

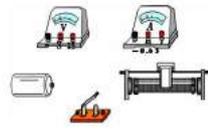
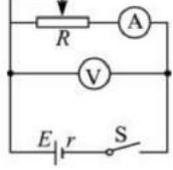
學生用兩種不同的方法把 10500Ω 電阻器連接到安培計和伏特計 (圖 a)，安培計和伏特計的讀數如下：

	方法 1	方法 2
安培計讀數	$I_1 = 7.5 \times 10^{-6} A$	$I_2 = 8 \times 10^{-6} A$
伏特計讀數	$V_1 = 8V$	$V_2 = 7.8V$

圖 a) 方法 1 方法 2

假設電阻器沒有內電阻。

(a) 計算電阻器用下列方法量得的電阻值：
(i) 方法 1。
(ii) 方法 2。
(b) 由此，找出各方法的百分誤差。
(c) 分別找出安培計和伏特計的內電阻。
(d) 如果電阻的電阻值很大，應該用哪個方法量度？若誤差誤幅。

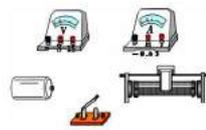
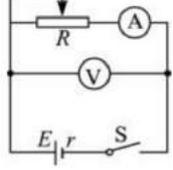


三、教學活動及學生參與課堂教學圖片

1.教學活動圖片



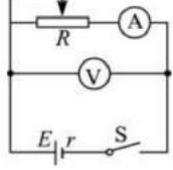
上課圖片



學生自主學習



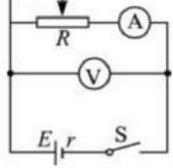
學生分享 1



學生分享 2



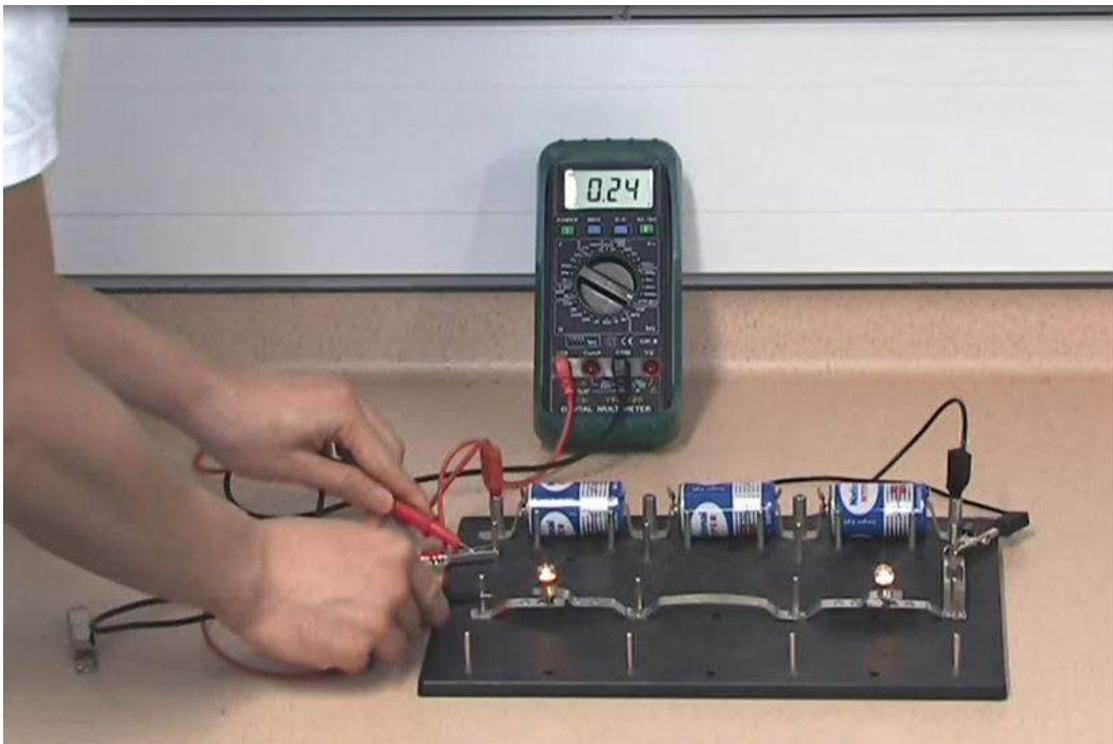
學生完成：課前自主預習學案



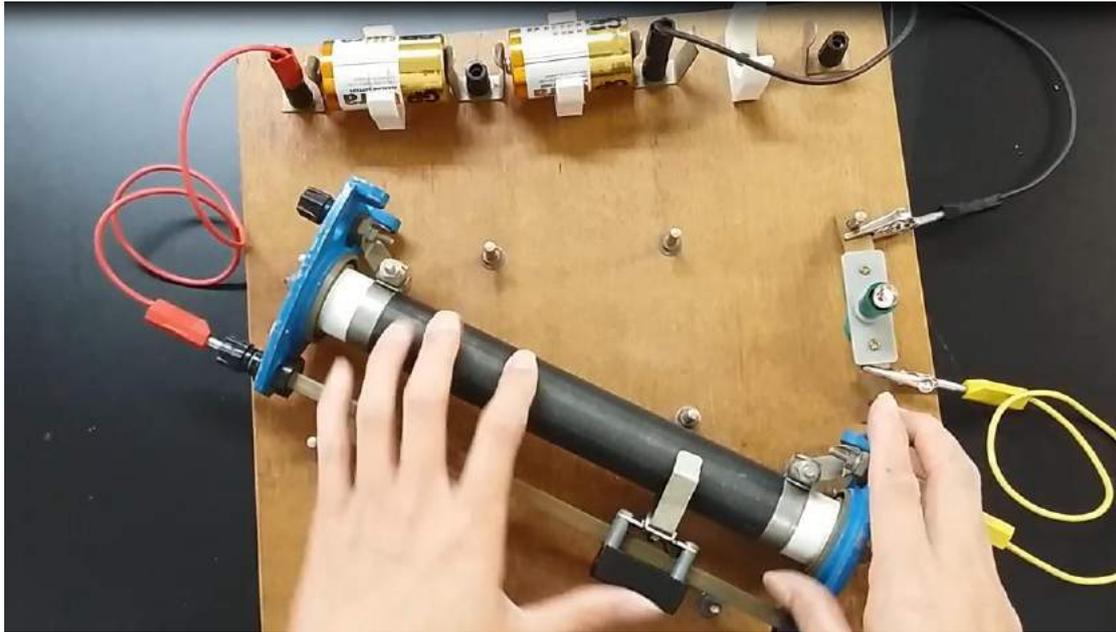
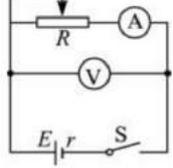
2. 學生參與課堂教學圖片



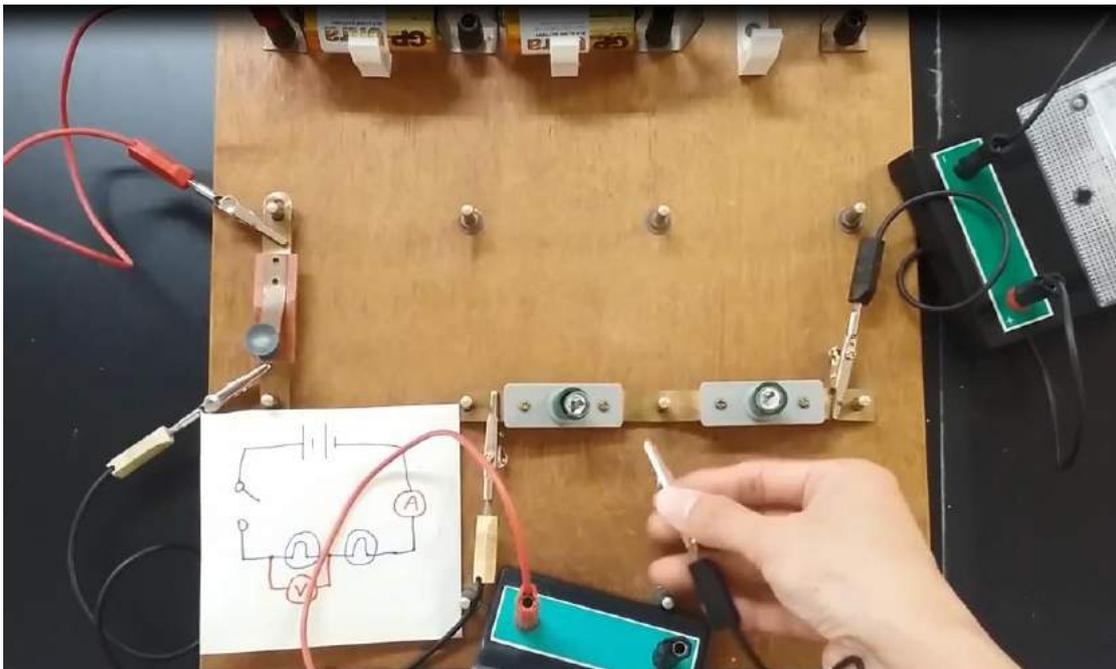
學生探究導體的電阻



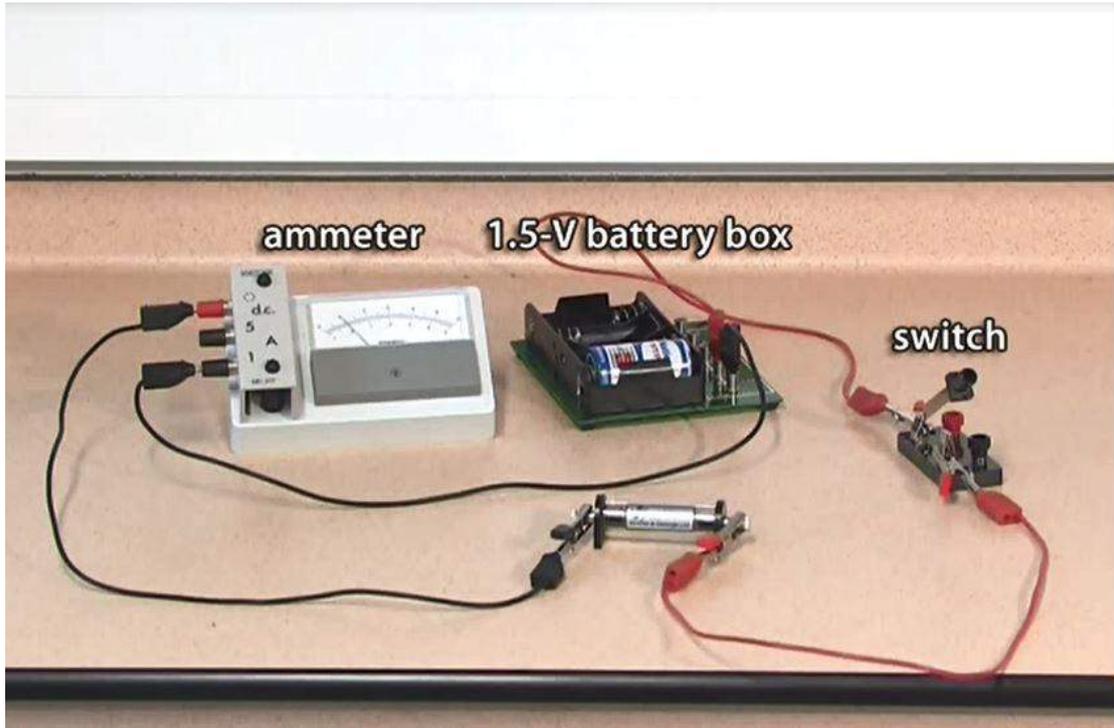
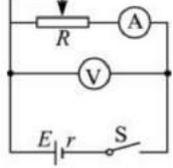
學生探究串聯電路



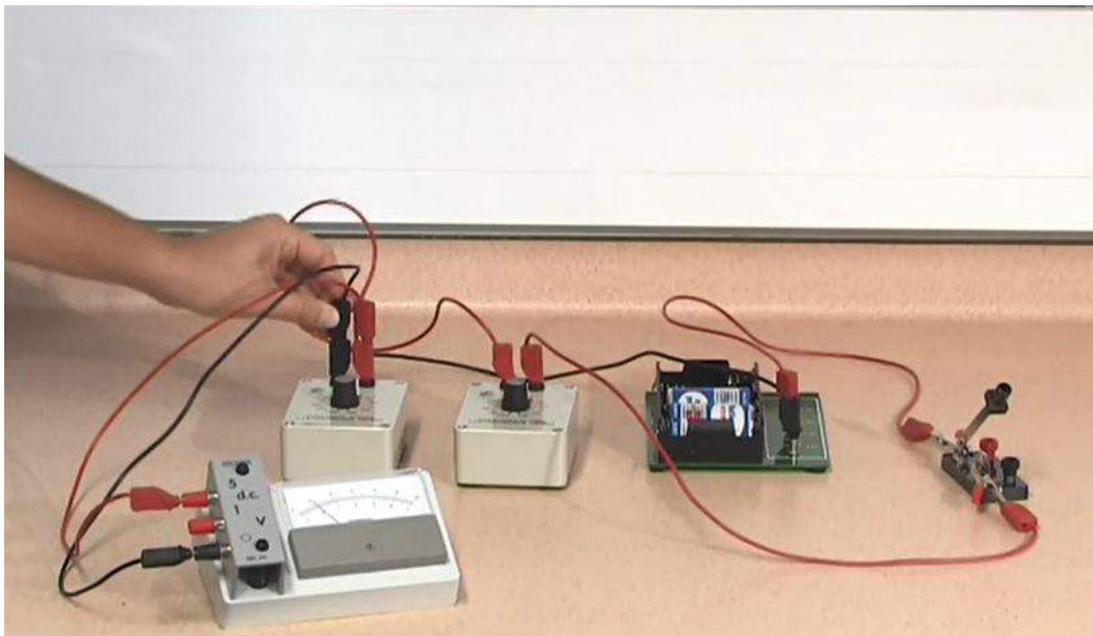
學生實驗：學生連接滑動變阻器



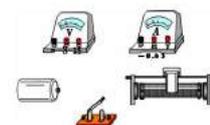
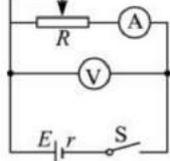
學生實驗：連接電壓表、電流錶



學生實驗：電流錶內電阻

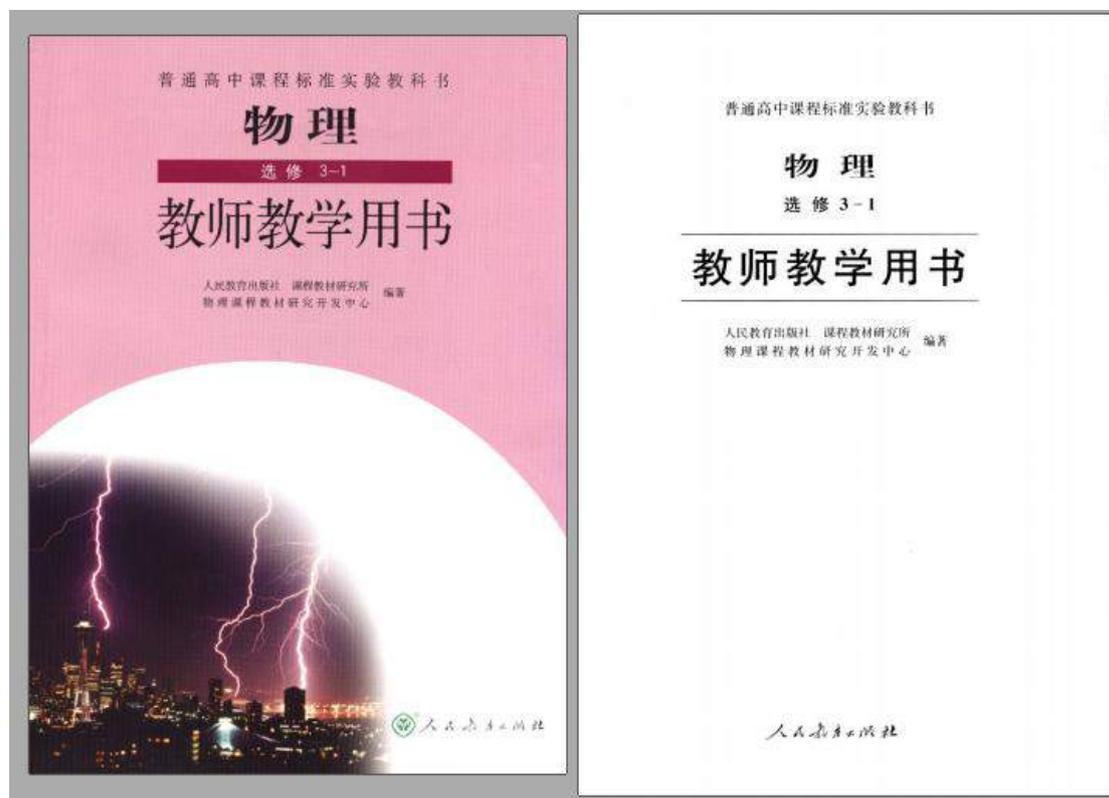


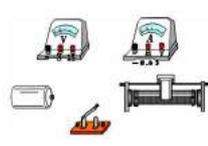
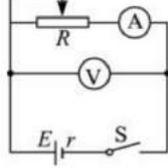
學生實驗：電壓錶內電阻



四、教材圖片

1.人教版物理選修 3-1





$\frac{0.1}{\pi(1 \times 10^{-3})^2} \Omega = 2.17 \times 10^{-3} \Omega$.

可见, R' 比 R 小得多, 故可以不计导线电阻.

2. 答: 导线的电阻为 $R = \rho \frac{L}{S} = 1.7 \times 10^{-8} \times \frac{50}{\pi(2.5 \times 10^{-3})^2} \Omega = 0.17 \Omega$.

空调正常工作时, 电流为 $I = \frac{P}{U} = \frac{1.5 \times 10^3}{220} \text{ A}$.

导线上损失的电压为 $U' = IR = \frac{1.5 \times 10^3}{220} \times 0.17 \text{ V} = 1.16 \text{ V}$.

说明: 可以引导学生讨论, 为什么远距离输电时, 电阻不能忽略. 在计算导线上损失的电压后, 还可以拓展, 计算导线损失的电功率, 讨论导线中损失的电功率与哪些因素有关.

3. 答: 盐柱的体积不变, 故横截面积变为原来的 $\frac{2}{3}$, 因此

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{I_1 \times S_1}{I_2 \times S_2} = \frac{4}{3} \times \frac{3}{4} = \frac{15}{9}$$

$$R_2 = \frac{15}{9} R_1$$

4. 答: $\frac{R_2}{R_1} = \frac{P_2 \times S_2}{P_1 \times S_1} = \frac{2}{1} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{2}$.

(1) 并联时, $P_A : P_L : R_2 : R_3 = 2 : 1 : 1$.

(2) 串联时, $P_A : P_L : R_3 : R_2 = 1 : 2 : 1$.

第7节 闭合电路的欧姆定律

1. 教学目标

(1) 经历闭合电路欧姆定律的理论推导过程, 体会能量转化和守恒定律在电路中的具体应用, 理解内、外电路的能量转化.

(2) 理解内、外电路的电势降落, 理解闭合电路欧姆定律.

(3) 会用闭合电路欧姆定律分析路端电压与负载的关系, 并能进行相关的电路分析和计算.

2. 教材分析与教学建议

闭合电路欧姆定律是本章的重点知识.

在过去的教学中, 闭合电路的欧姆定律是通过儿童滑梯的比喻引入的. 仅从学习这个知识点来说, 这样引入比较简单, 学生容易接受. 但是, 闭合电路欧姆定律在体现功能关系问题上是一个很好的素材, 它能够充分体现功和能的概念在物理学中的重要性. 既然学生已经从做功的角度认识了电动势的概念, 这里仍旧通过功能关系的分析来建立闭合电路的欧姆定律是可行的. 如果学生能够熟练地从功能的角度分析物理过程, 对于解决物理问题是很有好处的.

因此, 帮助学生理解电路中的能量转化关系是基础和关键. 应用闭合电路欧姆定律讨论路

高中
物理
选修3-1
教师教学用书

端电压与负载关系是本节的重点, 要注意提高学生运用闭合电路欧姆定律分析问题的能力.

(1) **闭合电路的欧姆定律**

本书的基本思路: 相同时间内非静电力做功等于内、外电路中能量的消耗, 即, $EIt = FRt + F_{r,t}$.

现行教科书的思路: 电路中各点的电势应该有确定的值.

两个思路在逻辑上都没有问题, 但本书强调做功与能量的关系问题. 可以先复习本章第2节的内容, 回忆电源在电路中的作用, 理解电动势的意义, 理解电源的内阻. 然后, 帮助学生理解闭合电路中各部分做功和能量转化的情况.

① 假设闭合电路中的电流为 I , 时间 t 内, 外电路中正电荷在恒定电场的作用下, 从电势高处向电势低处移动, 此过程中静电力做正功, 电势能转化为其他形式的能, 减少的电势能 $E_k = UIt$, U 为外电路两端电压, 若外电路为纯电阻电路, 电阻为 R , 则电流做功产生的热为 $Q_k = FRt$.

② 电流在内电路中流过时, 由于电源内部也有电阻, 所以也将产生焦耳热, 若电源内阻为 r , 则电源内部电流做功产生的热为 $Q_k = F_{r,t}$. 对于外电路电阻、外电压学生比较容易理解, 对于内电路电阻、电势降落学生不容易理解.

为此, 可以先进行演示实验, 分别测量电源不接通外电路和接通外电路两种情况下电源两端的电压. 学生会发现, 电源接通电路后, 电源两端的电压变小了, 产生了问题和探究的兴趣. 然后, 引导学生从微观角度思考, 电荷通过内电路时, 也要和离子发生碰撞, 受到阻碍作用, 同时, 使离子热运动加剧 (即增加内能). 这样, 学生比较容易理解内电阻、内电压等概念.

③ 在电源两极间, 由非静电力做功, 将正电荷从负极移送到正极, 将其他形式的能转化为电能. 若电源电动势为 E , 则非静电力所做的功 (转化得到的电能) $W = EIt$.

根据能量守恒定律, 非静电力做的功, 等于内、外电路中电能转化为其他形式的能的总和, 即 $W = Q_k + Q_k$, 所以, $EIt = FRt + F_{r,t}$, 整理后得到, $E = IR + Ir$, 也就是 $I = \frac{E}{R+r}$, 这就是闭合电路欧姆定律.

教学中还要让学生知道闭合电路欧姆定律的三个表达式的物理意义是有区别的. $E = IR + Ir$ 和 $E = U_n + U_m$ 主要表达的是因消耗其他形式的能而产生的电势升高 E , 通过外电路 R 和内电路 r 而降落, 体现了能量转化与守恒的物理意义. $I = \frac{E}{R+r}$ 主要回答了电路中电流与哪些因素有关的问题. 另外, $E = IR + Ir$ 和 $I = \frac{E}{R+r}$ 只适用于外电路是纯电阻的情况, 而 $E = U_n + U_m$ 却不需要这样的条件.

教学情境

闭合电路的欧姆定律

① 明确研究对象
如图2-9所示, 某闭合电路, 外电路有一电阻 R , 电源是一节电池, 内阻为 r .

② 思考与讨论
· 合上开关, 在时间 t 内, 电路中有电流的同时伴随着能量的转化, 整个电路中电能转化

说明: 可以看到, 虽然电动势和内阻不能直接测量, 但可以应用闭合电路的欧姆定律将可以测量的路端电压、电流等与电动势、内阻建立联系, 从而计算得到电动势和内阻. 由于要求电动势和内阻两个未知量, 所以需要两次测量, 建立方程组.

2. 答: 每节干电池的电动势为 1.5 V , 两节干电池的电动势为 3.0 V . 设每节干电池的总内阻为 r , 两节干电池的总内阻为 $2r$. 由题意得

$$U_n = E - U_m = (3.0 - 2.2) \text{ V} = 0.8 \text{ V}$$

又因为 $U_n = 2Ir$, 所以

$$r = \frac{U_n}{2I} = \frac{0.8}{2 \times 0.25} \Omega = 1.6 \Omega$$

3. 答: 不接负载时的电压即为电动势, 因此 $E = 600 \mu\text{V}$, 短路时外电阻 $R = 0$, 根据闭合电路的欧姆定律得, $r = \frac{E}{I} = \frac{600 \mu\text{V}}{30 \mu\text{A}} = 20 \Omega$.

4. 答: 当外电阻为 4.0Ω 时, 电流 $I = \frac{E}{R+r} = 1.0 \text{ A}$, 再由闭合电路的欧姆定律 $E = IR + Ir$, 可得 $r = 0.5 \Omega$.

当在外电路并联一个 6.0Ω 的电阻时, $R_n = \frac{4 \times 6}{4+6} \Omega = 2.4 \Omega$.

电路总电流为 $I' = \frac{E}{R_n+r} = \frac{4.5}{2.4+0.5} \text{ A} = 1.55 \text{ A}$.

路端电压为 $U_n' = I'R_n = 3.72 \text{ V}$.

当外电路串联一个 6.0Ω 的电阻时, $R_n = 10 \Omega$.

电路电流为 $I'' = \frac{E}{R_n+r} = \frac{4.5}{10+0.5} \text{ A} = 0.43 \text{ A}$.

路端电压为 $U_n'' = I''R_n = 4.3 \text{ V}$.

5. 答: 用电器的电阻为 $R = \frac{U^2}{P} = \frac{6^2}{0.6} \Omega = 60 \Omega$, 通过用电器的电流 $I = \frac{P}{U} = \frac{0.6}{6} \text{ A} = 0.1 \text{ A}$. 设至少需要 n 节电池, 串联的分压电阻为 R_c . 由闭合电路欧姆定律得 $U = nE - I(nr + R_c)$, 解得 $n = \frac{6}{1.4} + \frac{0.1}{1.4} R_c$.

因为 n 要取整数, 所以当 $R_c = 10 \Omega$, n 有最小值为 5.

说明: 解决本题也可以按如下思路进行.

因为路端电压必须大于 (或等于) 灯的额定电压, 即 $nE - Inr \geq U$, 得到 $n \geq \frac{U}{E - Ir} = \frac{6}{1.4}$, 可见 n 取整数的最小值为 5. 这时路端电压 $U' = 5E - I \times 5r = 7 \text{ V}$, 需要串联的分压电阻为 R_c .

$$R_c = \frac{U' - U}{I} = \frac{7 - 6}{0.1} \Omega = 10 \Omega$$

高中
物理
选修3-1
教师教学用书

第8节 多用电表

1. 教学目标

(1) 通过对欧姆表的讨论, 进一步提高应用闭合电路欧姆定律分析问题的能力, 知道欧姆表测量电阻的原理, 了解欧姆表的内部结构和刻度特点.

(2) 了解多用电表的基本结构, 通过实际操作学会使用多用电表测量电压、电流和电阻.

(3) 会用多用电表测量二极管的正、反向电阻, 并据此判断二极管的正、负极, 会用多用电表探索简单黑箱中的电气元件.

2. 教材分析与教学建议

本节是闭合电路欧姆定律的具体应用. 教科书通过例题的方式来讲解欧姆表的原理, 并没有把欧姆表作为知识点来处理, 而是从闭合电路欧姆定律的应用入手, 旨在提高学生灵活运用知识解决实际问题的能力. 欧姆表的原理是根据闭合电路欧姆定律, 通过测量容易测得的电流, 来实测难以测量的电阻. 教学中要注意渗透这种转换测量的思想. 在学习欧姆表的基础上, 教科书通过“思考与讨论”“说一说”栏目让学生了解多用电表的基本结构, 并通过实验, 让学生学会使用多用电表.

(1) **欧姆表**

对于欧姆表的原理, 教科书没有采用阐述欧姆表原理的传统方法, 而是先让学生做一个闭合电路欧姆定律的例题, 也就是说, 在教学上的要求是让学生练习欧姆定律的应用, 其目的是要把欧姆表这一新知识, 建立在原有学习过程的体验上, 通过对该体验的创造性联想形成新知识.

在这个例题的分析和解答过程中, 通过具体的数据, 使学生体会到闭合电路中某一电阻的变化, 会引起串联在电路中电流表读数的变化, 不同的电阻值和不同的电流表读数具有一一对应的关系, 引导学生联想电流表的读数可以用来表示该电阻的值, 这正是欧姆表的原理. 这部分的教学可从如下三方面展开:

第一, 使欧姆表调零, 调零后将电流表、电源和变阻器 R_c 视为一个整体, 电流表的内阻、电源内阻、变阻器 R_c 看成一个电阻.

第二, 欧姆表的中值电阻问题. 解决特殊点的电流与电阻的关系.

第三, 由特殊到一般, 要根据闭合电路欧姆定律得到电流表电流与外接电阻的关系. 结合课本图 2.8-2, 分析通过电流表的电流与电阻 R 之间有什么关系.

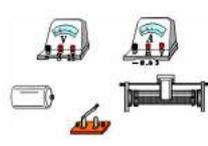
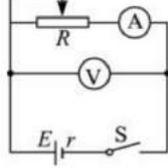
当表笔短接 ($R=0$) 时, 表头中电流为 I_g , 回路总电阻为多少? 电流 I_g 处对应的电阻刻度是多少?

当红黑表笔断开, 表头中电流为 0, 电流零刻度处对应的电阻刻度为多少? 若表笔间接上某电阻后, 表头指针指在中间刻度, 该电阻多大?

中间刻度对应的电阻刻度为多少?

你能把其他电流刻度改标成电阻刻度吗? 为什么电阻刻度是不均匀的?

通过以上问题的思考, 可以基本理解欧姆表的原理.



教學片段

歐姆表的原理

為了弄清歐姆表的原理，先讓學生閱讀和思考教科書問題，依次思考下列問題：

①用一根導線把A、B直接連接起來，此時，應把可變電阻 R_1 調節為多少才能使電流表恰好達到滿偏電流 I_g ？在歐姆表的原理圖2-11中，電源 E 、可調電阻 R_1 、電流表各起什麼作用？

②調至滿偏後保持 R_1 的值不變，在A、B間接入一個 $150\ \Omega$ 的電阻 R_2 ，電流表的指針指著多少刻度的位置？

③表頭顯示的一直是電路中的電流的大小，但改裝後我們從表頭上讀出的卻是A、B間所接電阻的大小，若A、B間接一根電阻可以忽略的導線時，表頭的指針指向哪裏？此處所標電阻阻值為多大？若A、B直接斷開，表頭的指針指向哪裏？此處所標電阻阻值為多大？

④若A、B之間接入某一電阻 R_x 時，歐姆表表頭的指針恰好指向滿偏刻度的 $\frac{1}{4}$ 處， R_x 多大？若指針恰好指向滿偏刻度的 $\frac{1}{8}$ 處， R_x 又為多大？

⑤歐姆表的刻度盤上所標示的電阻阻值均為嗎？能否簡要證明你的推測？

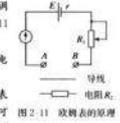


圖 2-11 歐姆表的原理

(2) 多用电表

電流表、電壓表以及歐姆表都是由表頭改裝而成，能不能讓它們共用一個表頭而組合在一起呢？教科書從這一個問題出發，引出對多用电表進一步的思考和討論。

教科書以“思考與討論”欄目的形式要求學生將課本圖2-8-3三個表的示意圖組合完成課本圖2-8-4，這個要求比較高，一般學生困難較大，教學中可以有能力的學生畫出的示意圖展示出來（如果沒有學生完成，可以由教師直接給出），讓學生說出選擇開關分別接1、2、3時，電表的功能分別是什麼，讓學生了解多用电表的基本構造。

“說一說”欄目的教學，可以引導學生把一個較複雜的電路分解成幾個基本部分來認識，多用电表的結構由三種電表到合用一個表頭的問題是比較複雜的，對學生來說是一個台階，從單量程到雙量程又是一個台階，因此，教學上要做好鋪墊，不易要求過高。

對於實際多用电表的認識，教學中可以利用實物來幫助學生認識多用电表，電表分兩大類，上部是表頭加刻度盤，下部為選擇開關和接線柱，可以讓學生試着選擇不同的檔位，找出對應的刻度，進一步熟悉多用电表，也為接下來的實驗操作做準備。

(3) 實驗

教科書安排了4個實驗，目的是為了讓學生學會使用多用电表。

實驗1和實驗2，用多用电表測量小燈泡兩端的電壓和通過小燈泡的電流，要求學生會選擇合適的量程，會在刻度盤上找到對應的刻度，會準確讀數。

這里可以提示學生，根據多用电表的原理圖思考表頭中的電流方向，知道紅表筆是電壓表、電流表的正接線柱，黑表筆是負接線柱，如果實驗室多用电表的量程大小，可以用阻值較大定值電阻代替小燈泡，減小電路中的電流。

實驗3，用多用电表測量定值電阻過程中要讓學生知道：

高中物理 必修3 教師教學用書

①儘管歐姆表的刻度是從“0”到“無窮大”，但如果指針偏轉過大或過小，誤差都比较大，應選擇適當倍率的歐姆檔使測量時表針指示在刻度盤的中間區域，若不知道待測電阻的大致阻值，可以先用中等倍率的檔位試測，然後根據情況再選擇合適檔位進行測量。

②每次測量電阻，或換用不同倍率的歐姆檔，都要進行電阻調零。

實驗4，用多用电表測量二極管的正向電阻過程中要讓學生知道：

③二極管有單向導電性，電流從正極流入時電阻較小，電流從負極流入時，電阻較大。

④用歐姆檔測電阻時，在電表內部電流方向是從紅表筆流到黑表筆，在電表外部電流從黑表筆流到紅表筆。這樣二極管接入歐姆表的紅表筆向時，一次電阻較小，反接後電阻較大，電阻較小時與黑表筆連接的那個極就是二極管的正極，電阻較大時與黑表筆連接的那個極是二極管的負極。

對“思考與討論”欄目的教學，不要簡單處理，要從知識和習慣兩個方面去分析和引導，這是一個實現情感目標的機會。

3. 問題與練習

內容分析

本節問題與練習的設置，是圍繞多用电表的使用展開的。

第1題主要練習讀表，需要在刻度盤上尋找對應檔位的刻度，並能正確、熟練地讀數。

第2題主要鞏固使用歐姆表測量電阻的基本方法，包括選擇檔位、調零等。

第3題需要弄清歐姆表的內部結構，知道測量電流、電壓和電阻時，表中的電流方向。

第4題是黑箱探測的問題，需要結合電路知識進行邏輯推理，有利於學生綜合分析能力的提高。

解答與說明

1. 答：

所選擇的檔位	a	b
直流電壓 2.5 V	0.57 V	2.00 V
直流電流 100 mA	22.8 mA	86.0 mA
電阻 $\times 10$	500 Ω	32 Ω

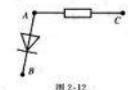


圖 2-12

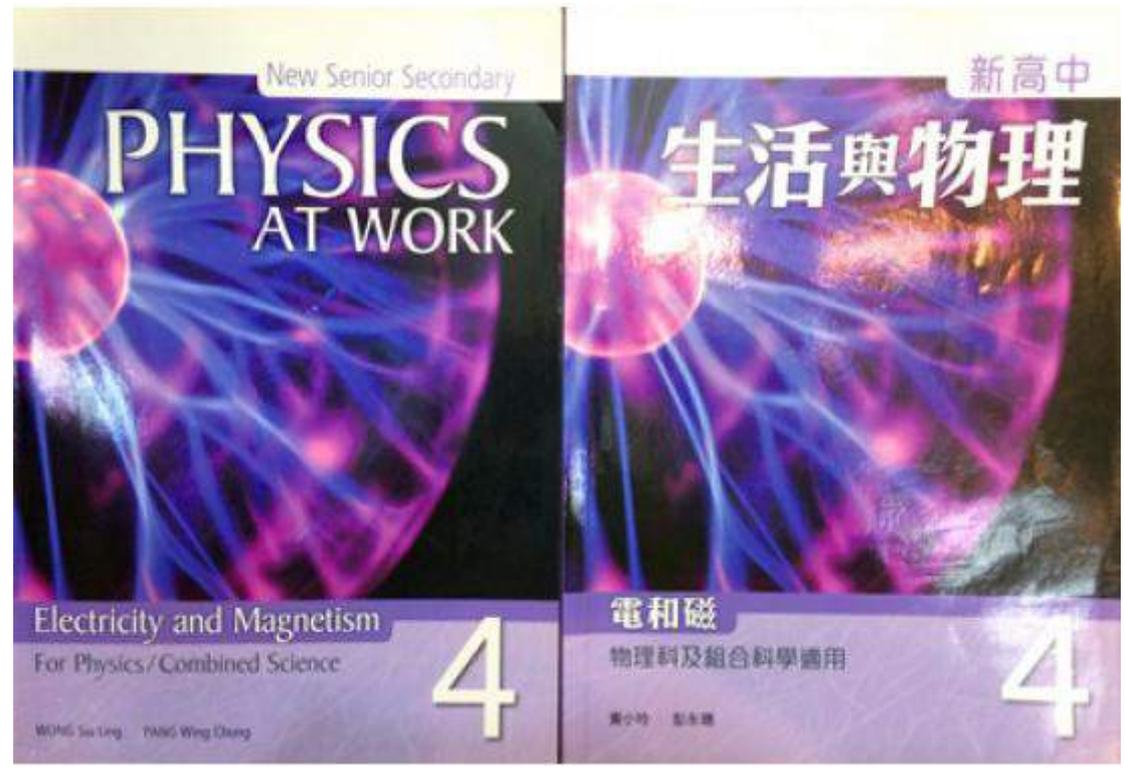
2. 答：D、B、E。
3. 答：
- (1) 紅表筆
 - (2) 紅表筆
 - (3) 黑表筆

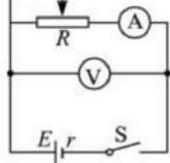
4. 答：黑箱內部有電阻和二極管，它們的連接情況如圖 2-12 所示。

第 9 節 實驗：測定電池的電動勢和內阻

1. 教學目標
- (1) 知道測量電池電動勢和內阻的實驗原理，進一步感受電源路端電壓隨電流變化的關係。
 - (2) 經歷實驗過程，掌握實驗方法，學會根據圖象合理外推進行數據處理的方法。

2. 牛津大學出版社《新高中生活與物理》4





2.5

安培計、伏特計和電源的電阻

重點

汽車儀錶板

有些汽車的儀錶板會備有特別設計的安培計和伏特計。這些安培計和伏特計有甚麼用途？



在前面的討論中，我們把電池組、安培計和伏特計的電阻忽略不計，但實際上，它們也有電阻。讓我們看看它們的內電阻 (internal resistance) 對電路有甚麼影響。

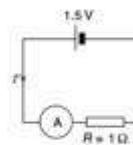
1 安培計的電阻

實驗



用安培計量度電流

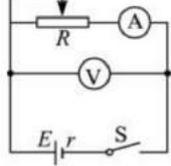
- 1 如圖 a 所示接駁電路。
- 2 記錄安培計的讀數 I 。
- 3 計算理論上 I 的值是多少，並與實驗所得的數值 I' 作比較。



討論

- 1 理想的安培計的電阻是多少？
- 2 I 和 I' 的數值相同嗎？





安培計、伏特計和電源的電阻 2.5

實際上，安培計是有電阻的。串聯到電路時（圖 2.5a），安培計會增加電路的等效電阻（ $R_{eq} = R + R_A$ ），令讀數 I' 比理論值 I 小。

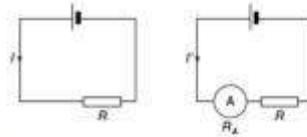


圖 2.5a 安培計會影響通過電路的電流

如果安培計的內電阻很小，對電流的影響會較輕微。

良好的安培計，內電阻必須非常低。

表 2.5a 列出了安培計的典型內電阻值。

有些安培計的內電阻其實並不低。所謂的「非常低」，是相對電路的電阻值而言。

安培計的測量範圍	典型的內電阻值（個別安培計的內電阻值可能會相差達 10 倍）
0–1 A	0.1 Ω
0–1 mA (毫安培計)	100 Ω
0–100 μ A (微安培計)	1 k Ω

表 2.5a 安培計的典型內電阻值

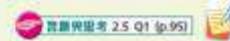
一般來說，只有在安培計的內電阻值遠低於電路的電阻值時，量度得出的電流值才會接近理論值。

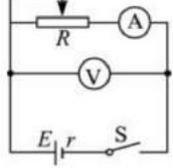
例題 12 連接電池組的安培計

為甚麼不應把量度範圍是 0–1 A 的安培計直接連到電池組的兩端？

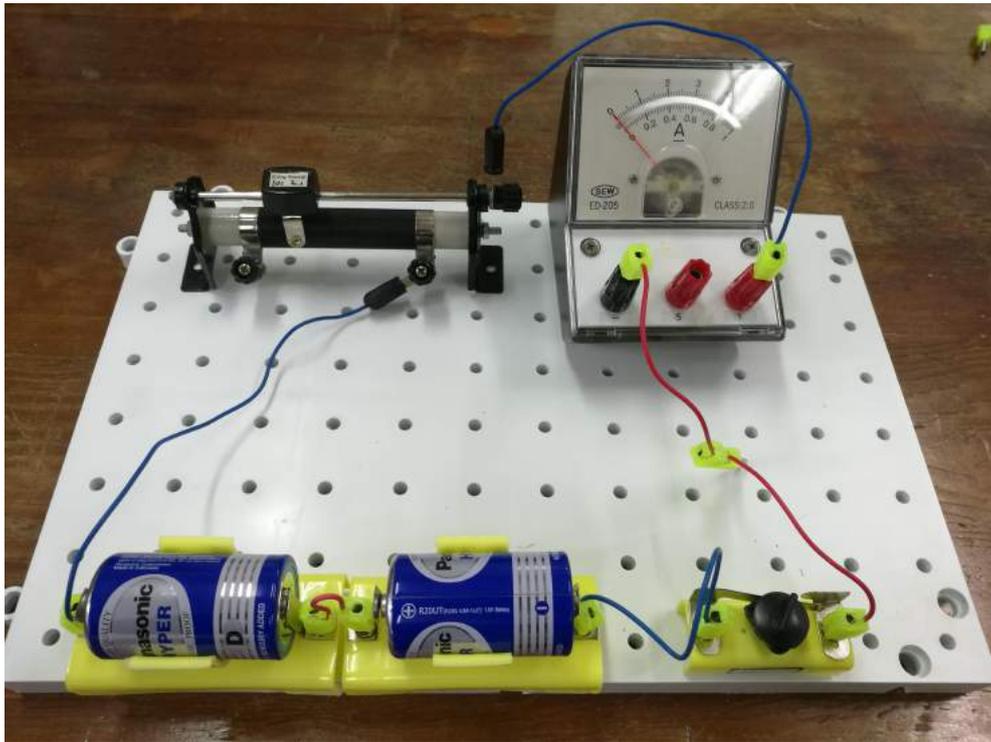
題解

安培計的電阻非常低，它直接與電池組的兩端連接時，通過電路的電流會很大，可能損壞安培計。

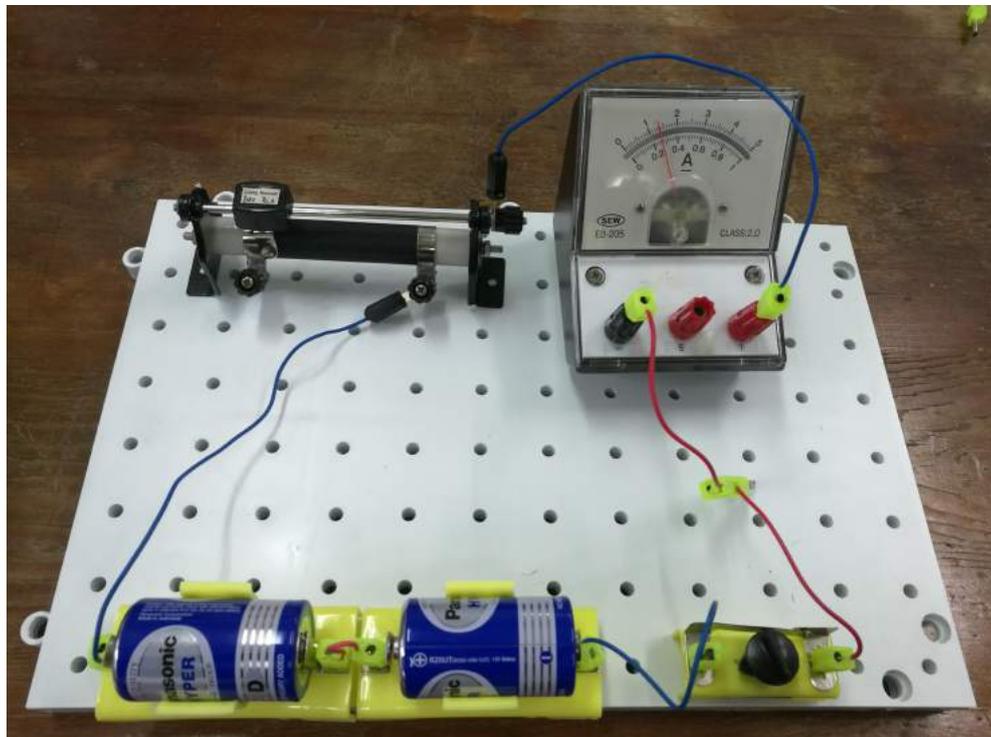




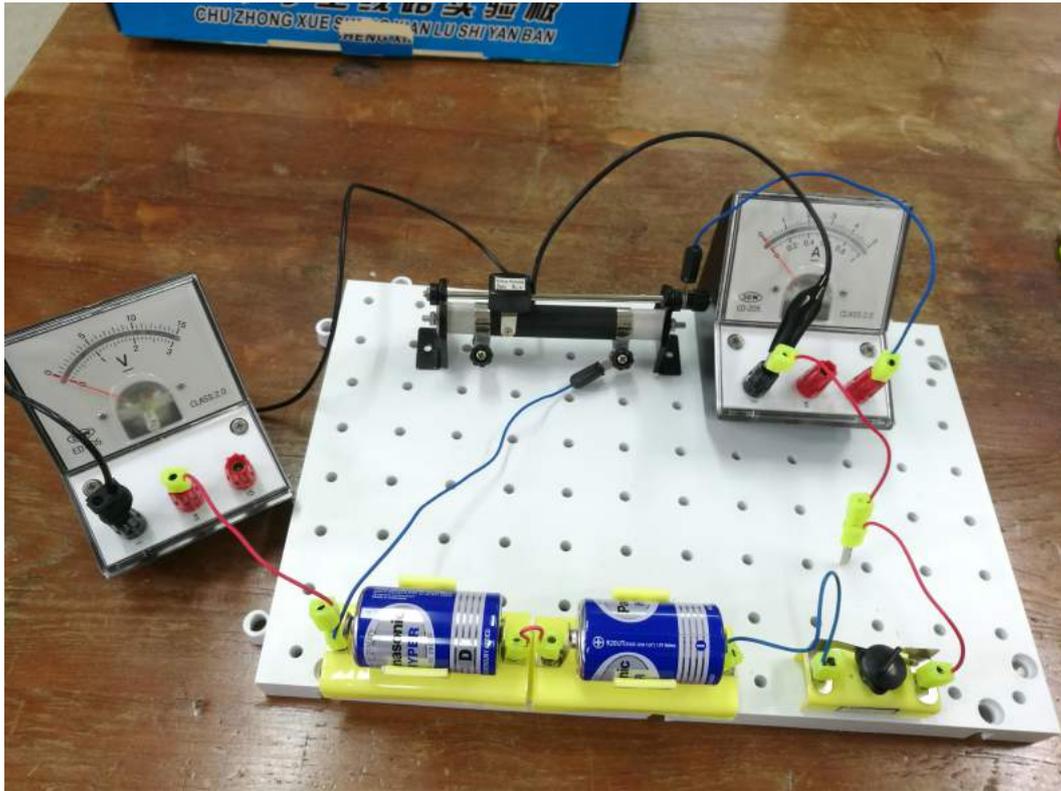
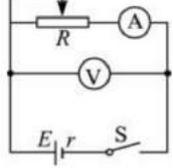
五、教具圖片



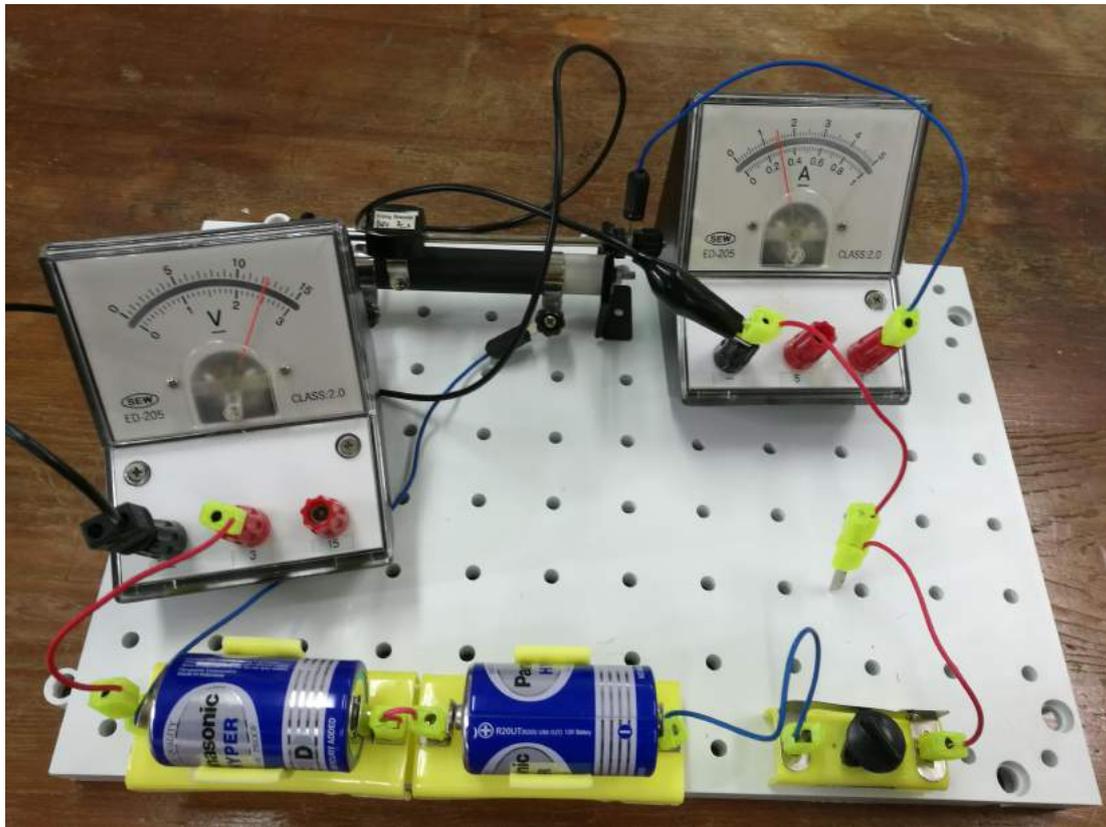
串聯



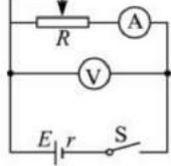
串聯測試



並聯



並聯測試

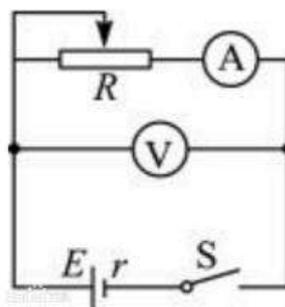


六、實驗工作紙

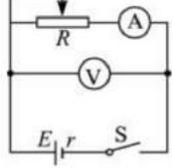
物理實驗分組名單

		羅浩文、盧樂穎、蒙嘉寶、甘浩程
彭晞童、王迪嘉及其家長、江子穎		余李玲、楊雪婷、姚喜盟、賴婉盈
梁安欣、黃楚盈、梁靜嫻、甘綺雯		鄭美怡、吳思穎、岑梓樂、黎浩朗
歐卓欣、鄧運浩、梁智傑、許宇龍、林凱天		蘇雪茵、蘇澤全、譚祖儀、譚皓程
區海欣、周芷晴、陳宗熙、陳諾恆、陳昱皓		梁熾彤、梁俊彥、李思彤、劉曉晴、李倩雯
講台		

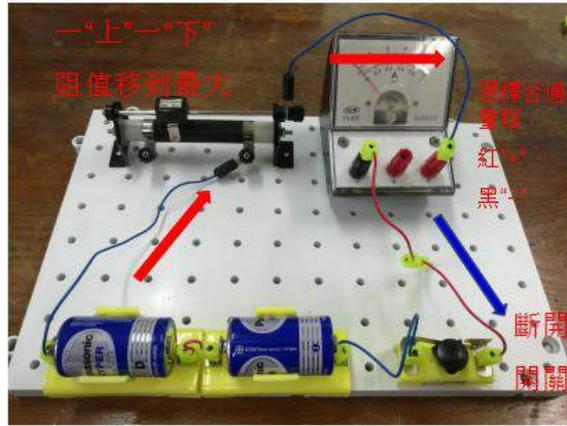
- 一、 實驗探究：改變可變電阻 R 的阻值， V 表示數是否改變？



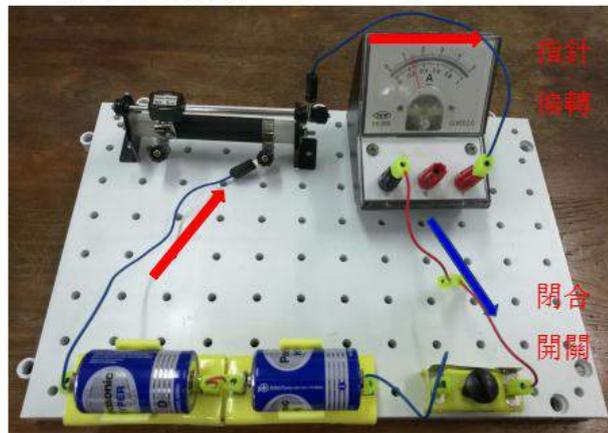
- (1) 根據以下圖示及步驟連接電路：

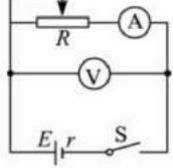


1. 連接串聯電路：

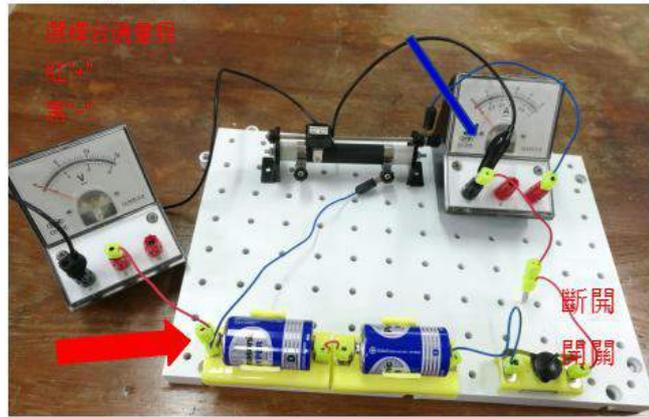


2. 測試安倍表是否正常：





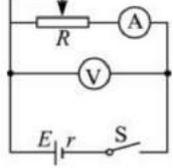
3. 並聯電壓表:



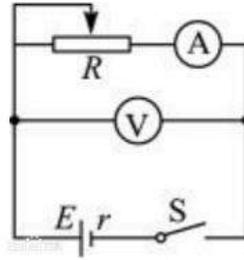
4. 測試電壓表、電流表是否正常:



(2) 通過實驗，改變可變電阻 R 的阻值， V 表示是否發生變化。寫下您的觀點：



二、 實驗：探究路端電壓 $U_{路}$ 與負載 R 的關係



由大到小改變外電阻，記錄電流錶、電壓表的示數變化情況，並填在相應的表格中。

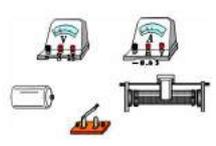
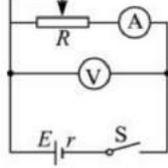
	1	2	3	4	5
I/A					
$U_{路}/V$					

(1) 對給定的電源， E 、 r 均為定值，若外電阻 R 減小，路端電壓 $U_{路}$ 會有怎樣的變化？

三、 思考題：

1. 畫出路端電壓 $U_{路}$ 與負載 I 的伏安特性曲線：

2. 分析線圖截距的意義。



七、學生作業

(2) 通過實驗，改變變阻器 R 的阻值，V 表示是否發生變化，寫下您的觀點：

~~R 值增加，U 上升，I 下降~~
~~R 值減少，U 下降，I 上升~~

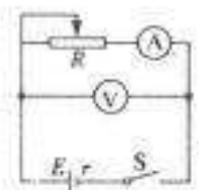
二、實驗：探究路端電壓 U 路與負載 R 的關係

$$E = U_{外} + U_{內}$$

$$= IR + Ir$$

$$= I(R+r)$$

$$I = \frac{E}{R+r}$$



$$U_{路} = IR = E - U_{內} = E - Ir$$

當路端電壓 U 路 = 0 時，即 R = 0 時

由大到小改變外電阻，記錄電流錶，電壓表的示數變化情況，並填在相應的表格中。

	1	2	3	4	5
I/A	0.2	0.19	0.15	0.156	0.1
U _路 /V	2	1.5	1.2	1.1	0.8

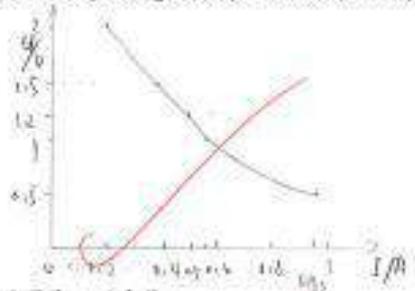
~~外電阻減小，路端電壓 U 路減小，電流 I 增大~~
 斷路：R = ∞, I = 0
 U_路 = Ir = 0
 U_路 = E - U_內 = E

(1) 對給定的電源，E、r 均為定值，若外電阻 R 減小，路端電壓 U_路 會有怎樣的變化？

U_路 減少

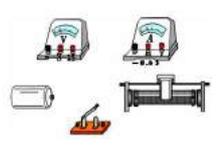
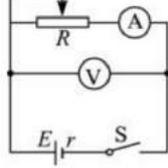
三、思考題：

1. 畫出路端電壓 U_路 與負載 I 的伏安特性曲線！



B 1-26

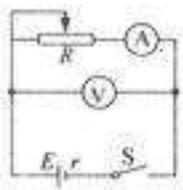
2. 分析圖中截距的意義。



(2) 通過實驗，改變可變電阻 R 的阻值，V 表示是否發生變化。寫下您的觀點：

有，當 R 變小時，電路中的電流會增大，內阻上的電壓降也會增大，所以路端電壓 U 會減小。

二、實驗：探究路端電壓 U 與負載 R 的關係



由大到小改變外電阻，記錄電流錶、電壓表的示數變化情況，並填在相應的表格中。

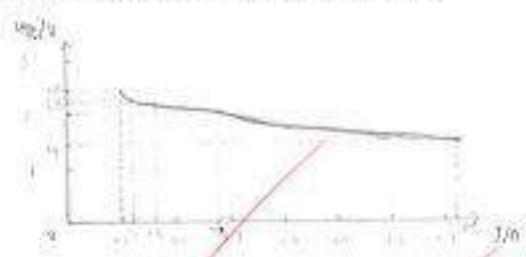
	1	2	3	4	5
I/A	0.10	0.17	0.23	0.28	0.33
$U_{外}/V$	1.99	1.95	1.90	1.85	1.80

(1) 對給定的電源，E、r 均為定值，若外電阻 R 減小，路端電壓 $U_{外}$ 會有怎樣的變化？

$U_{外} = E - U_{內} = E - Ir$ ，若 R 減小，I 增大，則 $U_{外}$ 減小。

三、思考題：

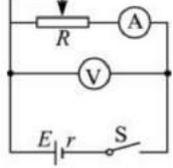
1. 畫出路端電壓 $U_{外}$ 與負載 I 的伏安特性曲線：



2. 分析路端電壓的意義

當路端電壓為 0 時，I 為 (E/r) 的理論值。

A 1.26



(2) 通過實驗，改變可變電阻的阻值，V表示是否發生變化。寫下您的觀點：

R值小，V值小，I值大

R大，V大，I小

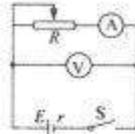
二、實驗：探究路端電壓U與負載R的關係

$$E = U_{外} + U_{內}$$

$$= IR + Ir$$

$$= I(R+r)$$

$$I = \frac{E}{R+r}$$



$$U_{外} = IR = E - Ir = E - I r$$

路端V隨外阻R增加而增加

由大到小改變外電阻，記錄電流錶、電壓表的示數變化情況，並填在相應的表格中。

	1	2	3	4	5
I/A	0.2	0.5	0.8	1.1	1.5
U _外 /V	4	3.5	3	2.5	2

路端電壓隨外阻增加而增加

路端電壓隨外阻增加而增加

路端電壓隨外阻增加而增加

路端電壓隨外阻增加而增加

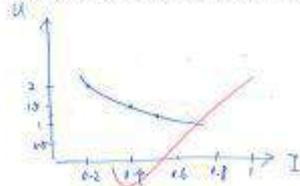
路端電壓隨外阻增加而增加

(1) 對給定的電源，E、r均為定值，若外電阻R減小，路端電壓U_外會有怎樣的變化？

U_外隨R減小而減小

三、思考題：

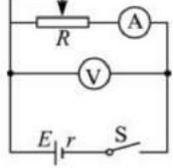
1. 畫出路端電壓U_外與負載I的伏安特性曲線；



2. 分析路端電壓的意義。

$$\frac{U}{I} = R + r$$

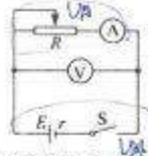
R + r = 1.26



(2) 通過實驗，改變可變電阻 R 的阻值，V 表示是否發生變化，寫下您的觀點：

會，隨 R 增大 V 增大

二、實驗：探究路端電壓 U 與負載 R 的關係



$I = \frac{E}{R+r}$ 路端電壓的條件

由大到小改變外電阻，記錄電流值，電壓表的示數變化情況，並填在相應的表格中。

	1	2	3	4	5
I/A	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8
U _外 /V	2.15	2.3	2.2	2.25	2.1

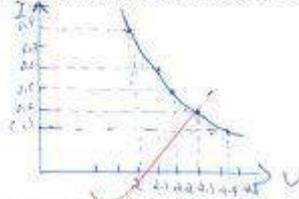
隨 R 的增大
增大

(1) 對給定的電源，E、r 均為定值，若外電阻 R 減小，路端電壓 U，會有怎樣的變化？

路端電壓隨外電阻的增大而增大

三、思考題：

1. 畫出路端電壓 U 與負載 I 的伏安特性曲線：

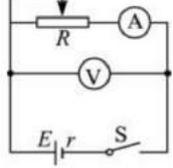


2. 分析線圖截距的意義。

橫截距：邊移到電荷的總量
縱截距：流過電阻的電流

第 2 頁，共 2 頁

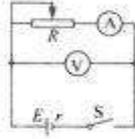
$I = \frac{E}{R+r}$ $I = \frac{E}{R+r}$
 $R \times I = E - Ir$ $0.2 = \frac{E}{R+r}$
 $E = 2.8V$ $0.2 = \frac{E}{R+r}$
 $0.2 = \frac{E}{R+r}$
 $0.3 = \frac{E}{R+r}$
 $0.2(R+r) = E$
 $0.3(R+r) = E$
 $0.2(R+r) = 0.3(R+r)$
 $R + 1.20$ $r = 1$
 $E = 3$



(2) 通過實驗，改變可變電阻R的阻值，V表示是否發生變化，寫下您的觀點：

答，隨R增加 V增加

二、 實驗：探究路端電壓U與負載R的關係



由大到小改變外電阻，記錄電流錶，電壓表的示數變化情況，並填在相應的表格中。

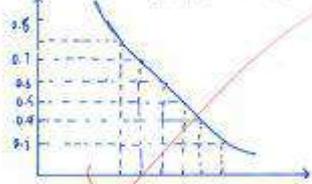
	1	2	3	4	5
I/A	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8
U_R/V	2.05	2.13	2.2	2.15	2

(1) 對給定的電源，E、r均為定值，若外電阻R減小，路端電壓U，會有怎樣的變化？

路端電壓 隨外電阻的增小而增加。

三、 思考題：

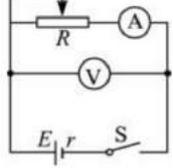
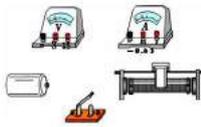
1. 畫出路端電壓U₀與負載I的伏安特性曲線：



2. 分析線圖徵兆的意義：

橫軸為測量外電阻的電流
縱軸為測量路端電壓的電流

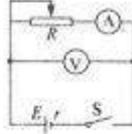
A+ 1.26



(2) 通過實驗，改變可變電阻 R 的阻值，V 表示是否發生變化，寫下您的觀點：

變，R 變大，V 變大。

二、實驗：探究路端電壓 U 路與負載 R 的關係



由大到小改變外電阻，記錄電流錶、電壓表的示數變化情況，並填在相應的表格中。

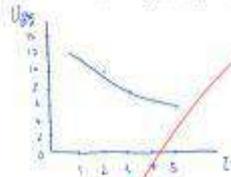
	1	2	3	4	5
I/A	0.1	2	3	4	5
$U_{外}/V$	10	10	4	7	5.5

(1) 對給定的電源，E、r 均為定值，若外電阻 R 減小，路端電壓 $U_{外}$ 會有怎樣的變化？

R 變小， $U_{外}$ 變小。

三、思考題：

1. 畫出路端電壓 $U_{外}$ 與負載 R 的伏安特性曲線：



A₊ 1.26

2. 分析線圖截距的意義。

斜率， $\frac{U}{I} = R$