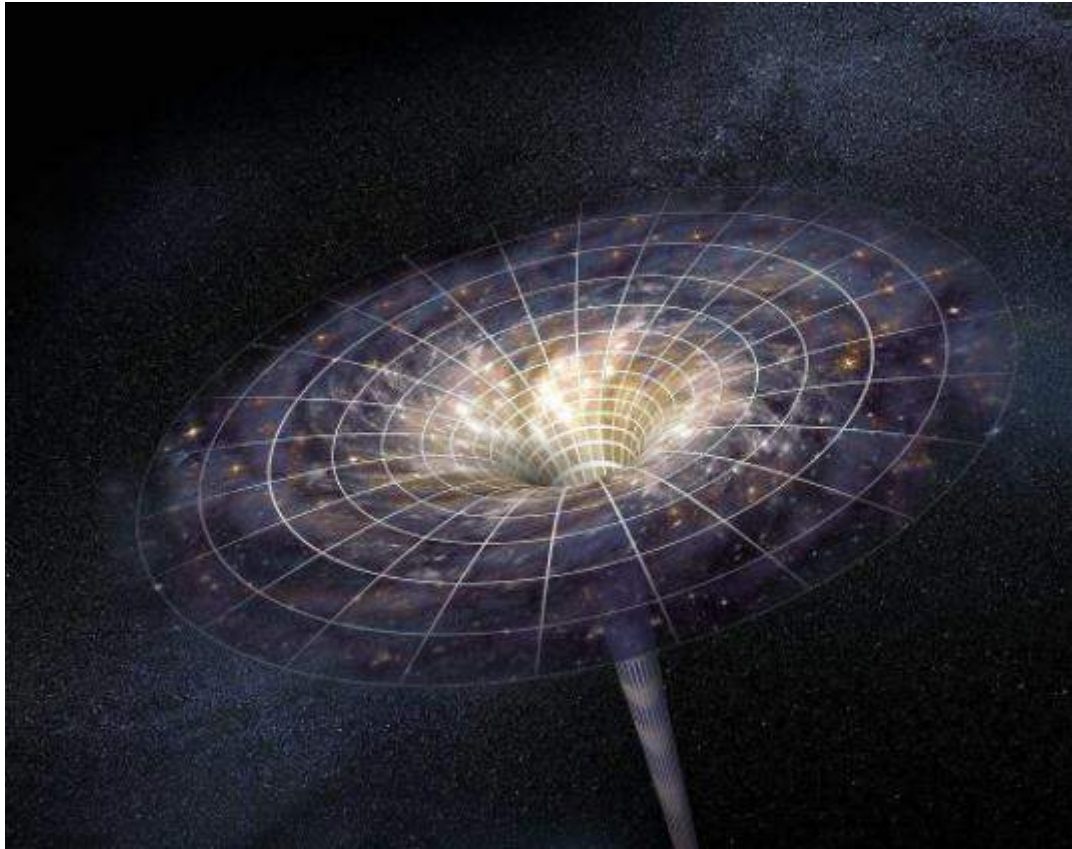


2017 / 2018 學年教學設計獎勵計劃



題 目：高中物理同步課堂(人教版必修一二)

參選編號：C050

科 目：物理

適合年級：高中一年級

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



目次

目次.....	1
簡介.....	9
教學進度表.....	12
一、第一學段教學進度表.....	14
二、第二學段教學進度表.....	16
三、第三學段教學進度表.....	18
壹、教學計劃內容簡介.....	20
一、設計動機.....	20
二、教案內容簡介.....	20
三、同級同科集體備課記錄.....	23
3.1 第一次同級同科集體備課記錄.....	23
3.2 第二次同級同科集體備課記錄.....	26
3.3 第三次同級同科集體備課記錄.....	28
3.4 第四次同級同科集體備課記錄.....	31
3.5 第五次同級同科集體備課記錄.....	33
3.6 第六次同級同科集體備課記錄.....	35
四、課題與高中教育階段自然科學基本學力要求對應情況.....	37
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.....	37
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.....	53
五、設計創意和特色.....	55
5.1 注重理論與生活實際相結合.....	55
5.2 分組合作學習，突出科學探究.....	55
5.3 “三位一體”遞進式 STEAM 教學模式，思考及解決生活問題.....	56
5.4 教學資源豐富，階梯式鞏固提升.....	56
貳、教案設計.....	58
第一章：運動的描述（11 課時）.....	58
1.1 整章概述.....	58
1.2 課題中與基本學力要求對應的教學內容.....	59
第一課題 §1.1 質點、參考系和坐標系（1 課時）.....	61
一、課前自主預習學案.....	61
二、新課教學：§1.1 質點、參考系和坐標系.....	64
三、課後練習：§1.1 質點、參考系和坐標系.....	67



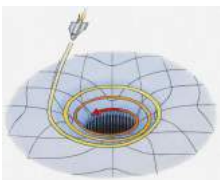
第二課題 §1.2 時間和位移 (2 課時)	68
一、課前自主預習學案.....	68
二、新課教學：§1.2 時間和位移.....	71
三、課後練習：§1.2 時間和位移.....	75
第三課題 §1.3 運動快慢的描述——速度 (2 課時)	76
一、課前自主預習學案.....	76
二、新課教學：§1.3 運動快慢的描述——速度.....	81
三、課後練習：§1.3 運動快慢的描述——速度.....	85
第四課題 §1.4 實驗：用打點計時器測速度 (2 課時)	87
一、課前自主預習學案.....	87
二、新課教學：§1.4 實驗：用打點計時器測速度.....	90
三、課後練習：§1.4 實驗：用打點計時器測速度.....	97
第五課題 §1.5 速度變化快慢的描述——加速度 (3 課時)	99
一、課前自主預習學案.....	99
二、新課教學：§1.5 速度變化快慢的描述——加速度.....	103
三、課後練習：§1.5 速度變化快慢的描述——加速度.....	111
第六課題：綜合複習 (1 課時)	112
綜合複習一：《第一章 運動的描述》章末總結.....	112
綜合複習二：模塊綜合檢測.....	115
第二章：勻變速直線運動的研究 (14 課時)	120
1.1 整章概述.....	120
1.2 課題中與基本學力要求對應的教學內容.....	124
第一課題 §2.1 實驗：探究小車速度隨時間變化的規律 (2 課時) ..	126
一、課前自主預習學案.....	126
二、新課教學：§2.1 實驗：探究小車速度隨時間變化的規律..	128
三、課後練習：§2.1 實驗：探究小車速度隨時間變化的規律..	132
第二課題 §2.2 勻變速直線運動的速度與時間的關係 (2 課時)	135
一、課前自主預習學案.....	135
二、新課教學：§2.2 勻變速直線運動的速度與時間的關係.....	138
三、課後練習：§2.2 勻變速直線運動的速度與時間的關係.....	145
第三課題 §2.3 勻變速直線運動的位移與時間的關係 (2 課時)	146
一、課前自主預習學案.....	146
二、新課教學：§2.3 勻變速直線運動的位移與時間的關係.....	150
三、課後練習：§2.3 勻變速直線運動的位移與時間的關係.....	154
第四課題 §2.4 勻變速直線運動的速度與位移的關係 (2 課時)	155
一、課前自主預習學案.....	155
二、新課教學：§2.4 勻變速直線運動的速度與位移的關係.....	158



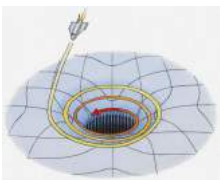
三、課後練習：§2.4 勻變速直線運動的速度與位移的關係.....	162
第五課題 §2.5 自由落體運動（2 課時）.....	163
一、課前自主預習學案.....	163
二、新課教學：§2.5 自由落體運動.....	167
三、課後練習：§2.5 自由落體運動.....	171
第六課題 §2.6 伽利略對自由落體運動的研究（2 課時）.....	172
一、課前自主預習學案.....	172
二、新課教學：§2.6 伽利略對自由落體運動的研究.....	174
三、課後練習：§2.6 伽利略對自由落體運動的研究.....	180
第七課題：綜合複習（2 課時）.....	183
綜合複習一：《第二章 勻變速直線運動的研究》章末總結.....	183
綜合複習二：模塊綜合檢測.....	189
第三章：相互作用（12 課時）.....	195
1.1 整章概述.....	195
1.2 課題中與基本學力要求對應的教學內容.....	200
第一課題 §3.1 重力 基本相互作用（1 課時）.....	202
一、課前自主預習學案.....	202
二、新課教學：§3.1 重力 基本相互作用.....	205
三、課後練習：§3.1 重力 基本相互作用.....	210
第二課題 §3.2 彈力（2 課時）.....	211
一、課前自主預習學案.....	211
二、新課教學：§3.2 彈力.....	214
三、課後練習：§3.2 彈力.....	218
第三課題 §3.3 摩擦力（3 課時）.....	220
一、課前自主預習學案.....	220
二、新課教學：§3.3 摩擦力.....	225
三、課後練習：§3.3 摩擦力.....	231
第四課題 §3.4 力的合成（2 課時）.....	234
一、課前自主預習學案.....	234
二、新課教學：§3.4 力的合成.....	237
三、課後練習：§3.4 力的合成.....	243
第五課題 §3.5 力的分解（2 課時）.....	245
一、課前自主預習學案.....	245
二、新課教學：§3.5 力的分解.....	248
三、課後練習：§3.5 力的分解.....	255
第六課題：綜合複習（2 課時）.....	257



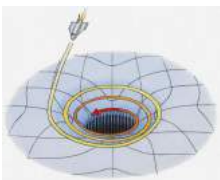
綜合複習一：《第三章 相互作用》章末總結.....	257
綜合複習二：模塊綜合檢測.....	263
第四章：牛頓運動定律（16 課時）.....	270
1.1 整章概述.....	270
1.2 課題中與基本學力要求對應的教學內容.....	271
第一課題 §4.1 牛頓第一定律（1 課時）.....	274
一、課前自主預習學案.....	274
二、新課教學：§4.1 牛頓第一定律.....	277
三、課後練習：§4.1 牛頓第一定律.....	282
第二課題 §4.2 實驗：探究加速度與力、質量的關係（3 課時）.....	283
一、課前自主預習學案.....	283
二、新課教學：§4.2 實驗：探究加速度與力、質量的關係.....	287
三、課後練習：§4.2 實驗：探究加速度與力、質量的關係.....	292
第三課題 §4.3 牛頓第二定律（3 課時）.....	294
一、課前自主預習學案.....	294
二、新課教學：§4.3 牛頓第二定律.....	297
三、課後練習：§4.3 牛頓第二定律.....	301
第四課題 §4.4 力學單位制（1 課時）.....	304
一、課前自主預習學案.....	304
二、新課教學：§4.4 力學單位制.....	306
三、課後練習：§4.4 力學單位制.....	309
第五課題 §4.5 牛頓第三定律（2 課時）.....	311
一、課前自主預習學案.....	311
二、新課教學：§4.5 牛頓第三定律.....	315
三、課後練習：§4.5 牛頓第三定律.....	318
第六課題 §4.6 用牛頓運動定律解決問題（一）（2 課時）.....	319
一、課前自主預習學案.....	319
二、新課教學：§4.6 用牛頓運動定律解決問題（一）.....	325
三、課後練習：§4.6 用牛頓運動定律解決問題（一）.....	329
第七課題 §4.7 用牛頓運動定律解決問題（二）（2 課時）.....	332
一、課前自主預習學案.....	332
二、新課教學：§4.7 用牛頓運動定律解決問題（二）.....	338
三、課後練習：§4.7 用牛頓運動定律解決問題（二）.....	346
第八課題：綜合複習（2 課時）.....	350
綜合複習一：《第四章 牛頓運動定律》章末總結.....	350
綜合複習二：模塊綜合檢測.....	353



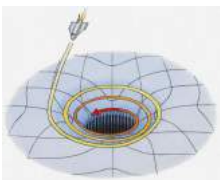
第五章：曲線運動（16 課時）	360
1.1 整章概述	360
1.2 課題中與基本學力要求對應的教學內容	361
第一課題 §5.1 曲線運動（2 課時）	364
一、課前自主預習學案	364
二、新課教學：§5.1 曲線運動	370
三、課後練習：§5.1 曲線運動	385
第二課題 §5.2 平拋運動（2 課時）	389
一、課前自主預習學案	389
二、新課教學：§5.2 平拋運動	395
三、課後練習：§5.2 平拋運動	402
第三課題 §5.3 實驗：研究平拋運動（2 課時）	407
一、課前自主預習學案	407
二、新課教學：§5.3 實驗：研究平拋運動	411
三、課後練習：§5.3 實驗：研究平拋運動	415
第四課題 §5.4 圓周運動（2 課時）	421
一、課前自主預習學案	421
二、新課教學：§5.4 圓周運動	427
三、課後練習：§5.4 圓周運動	430
第五課題 §5.5 向心加速度（2 課時）	435
一、課前自主預習學案	435
二、新課教學：§5.5 向心加速度	439
三、課後練習：§5.5 向心加速度	444
第六課題 §5.6 向心力（2 課時）	448
一、課前自主預習學案	448
二、新課教學：§5.6 向心力	454
三、課後練習：§5.6 向心力	459
第七課題 §5.7 生活中的圓周運動（2 課時）	464
一、課前自主預習學案	464
二、新課教學：§5.7 生活中的圓周運動	472
三、課後練習：§5.7 生活中的圓周運動	480
第八課題：綜合複習（2 課時）	485
綜合複習一：《第五章 曲線運動》章末總結	485
綜合複習二：模塊綜合檢測	491
第六章：萬有引力與航天（14 課時）	499
1.1 整章概述	499



1.2 課題中與基本學力要求對應的教學內容.....	499
第一課題 §6.1 行星的運動 (1 課時)	502
一、課前自主預習學案.....	502
二、新課教學：§6.1 行星的運動.....	506
三、課後練習：§6.1 行星的運動.....	511
第二課題 §6.2 太陽與行星間的引力 (2 課時)	515
一、課前自主預習學案.....	515
二、新課教學：§6.2 太陽與行星間的引力.....	518
三、課後練習：§6.2 太陽與行星間的引力.....	522
第三課題 §6.3 萬有引力定律 (3 課時)	525
一、課前自主預習學案.....	525
二、新課教學：§6.3 萬有引力定律.....	527
三、課後練習：§6.3 萬有引力定律.....	535
第四課題 §6.4 萬有引力理論的成就 (2 課時)	537
一、課前自主預習學案.....	537
二、新課教學：§6.4 萬有引力理論的成就.....	542
三、課後練習：§6.4 萬有引力理論的成就.....	547
第五課題 §6.5 宇宙航行 (2 課時)	552
一、課前自主預習學案.....	552
二、新課教學：§6.5 宇宙航行.....	560
三、課後練習：§6.5 宇宙航行.....	566
第六課題 §6.6 經典力學的局限性 (2 課時)	575
一、課前自主預習學案.....	575
二、新課教學：§6.6 經典力學的局限性.....	577
三、課後練習：§6.6 經典力學的局限性.....	583
第七課題：綜合複習 (2 課時)	586
綜合複習一：《第一章 運動的描述》章末總結.....	586
綜合複習二：模塊綜合檢測.....	589
第七章：機械能守恆定律 (11 課時)	598
1.1 整章概述.....	598
1.2 課題中與基本學力要求對應的教學內容.....	601
第一課題 §7.1 追尋守恆量——能量 (1 課時)	605
一、課前自主預習學案.....	605
二、新課教學：§7.1 追尋守恆量——能量.....	606
三、課後練習：§7.1 追尋守恆量——能量.....	616
第二課題 §7.2 功 (2 課時)	617



一、課前自主預習學案.....	617
二、新課教學：§7.2 功.....	621
三、課後練習：§7.2 功.....	627
第三課題 §7.3 功率（3 課時）.....	632
一、課前自主預習學案.....	632
二、新課教學：§7.3 功率.....	637
三、課後練習：§7.3 功率.....	644
第四課題 §7.4 重力勢能（2 課時）.....	649
一、課前自主預習學案.....	649
二、新課教學：§7.4 重力勢能.....	653
三、課後練習：§7.4 重力勢能.....	658
第五課題 §7.5 探究彈性勢能的表達式（1 課時）.....	662
一、課前自主預習學案.....	662
二、新課教學：§7.5 探究彈性勢能的表達式.....	667
三、課後練習：§7.5 探究彈性勢能的表達式.....	672
第六課題 §7.6 實驗：探究功與速度變化的關係（2 課時）.....	677
一、課前自主預習學案.....	677
二、新課教學：§7.6 實驗：探究功與速度變化的關係.....	682
三、課後練習：§7.6 實驗：探究功與速度變化的關係.....	689
第七課題 §7.7 動能和動能定理（4 課時）.....	694
一、課前自主預習學案.....	694
二、新課教學：§7.7 探究彈性勢能的表達式.....	699
三、課後練習：§7.7 動能和動能定理.....	705
第八課題 §7.8 機械能守恆定律（4 課時）.....	709
一、課前自主預習學案.....	709
二、新課教學：§7.8 機械能守恆定律.....	716
三、課後練習：§7.8 機械能守恆定律.....	722
第九課題 §7.9 實驗：驗證機械能守恆定律（4 課時）.....	728
一、課前自主預習學案.....	728
二、新課教學：§7.9 實驗：驗證機械能守恆定律.....	734
三、課後練習：§7.9 實驗：驗證機械能守恆定律.....	740
第十課題 §7.10 能量守恆定律與能源（2 課時）.....	746
一、課前自主預習學案.....	746
二、新課教學：§7.10 能量守恆定律與能源.....	750
三、課後練習：§7.10 能量守恆定律與能源.....	755
第十一課題：綜合複習（2 課時）.....	761
綜合複習一：《第七章 機械能守恆定律》章末總結.....	761



綜合複習二：模塊綜合檢測.....	765
參、試教評估與反思建議.....	773
3.1 試教評估.....	773
3.1.1 教學設計.....	773
3.1.2 教學活動.....	774
3.1.3 教學評量.....	774
3.2 反思建議.....	775
3.2.1 第一章：運動的描述.....	775
3.2.2 第二章：勻變速直線運動的研究.....	776
3.2.3 第三章：相互作用.....	777
3.2.4 第四章：牛頓運動定律.....	777
3.2.5 第五章：曲線運動.....	778
3.2.6 第六章：萬有引力與航天.....	779
3.2.7 第七章：機械能守恆定律.....	780
肆、參考文獻.....	782
附錄：教學資源.....	784
一、教學多媒體課件:詳見電子資料文檔.....	784
二、工作紙:詳見電子資料文檔.....	785
三、教學活動及學生參與課堂教學圖片.....	788
1.教學活動圖片.....	788
2.學生參與課堂教學圖片.....	791
四、教材圖片.....	795
1.人教版物理選修一.....	795
2.人教版物理選修二.....	797
五、教具圖片.....	798
六、學生作業批改.....	802

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



簡介

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

本次課程圍繞“高中物理同步課堂(人教版必修一二)”這個課題，教學設計涵蓋高一年級第一、第二、第三學段，知識內容具體授課節數是：

$$\underline{18+21+12+8=94 \text{ (節)}, 94*40=3,760 \text{ (分鐘)}}$$

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

$$\underline{43+41+48=132 \text{ (節)}, 132*40=5,280 \text{ (分鐘)}}$$

第一章：運動的描述（11 課時）

第一課題 §1.1 質點、參考系和坐標系（1 課時）

第二課題 §1.2 時間和位移（2 課時）

第三課題 §1.3 運動快慢的描述——速度（2 課時）

第四課題 §1.4 實驗：用打點計時器測速度（2 課時）

第五課題 §1.5 速度變化快慢的描述——加速度（3 課時）

第六課題：綜合複習（1 課時）

第二章：勻變速直線運動的研究（14 課時）

第一課題 §2.1 實驗：探究小車速度隨時間變化的規律（2 課時）

第二課題 §2.2 勻變速直線運動的速度與時間的關係（2 課時）

第三課題 §2.3 勻變速直線運動的位移與時間的關係（2 課時）

第四課題 §2.4 勻變速直線運動的速度與位移的關係（2 課時）

第五課題 §2.5 自由落體運動（2 課時）

第六課題 §2.6 伽利略對自由落體運動的研究（2 課時）

第七課題：綜合複習（2 課時）

第三章：相互作用（12 課時）

第一課題 §3.1 重力 基本相互作用（1 課時）

第二課題 §3.2 彈力（2 課時）



第三課題 §3.3 摩擦力 (3 課時)

第四課題 §3.4 力的合成 (2 課時)

第五課題 §3.5 力的分解 (2 課時)

第六課題：綜合複習 (2 課時)

第四章：牛頓運動定律 (16 課時)

第一課題 §4.1 牛頓第一定律 (1 課時)

第二課題 §4.2 實驗：探究加速度與力、質量的關係 (3 課時)

第三課題 §4.3 牛頓第二定律 (3 課時)

第四課題 §4.4 力學單位制 (1 課時)

第五課題 §4.5 牛頓第三定律 (2 課時)

第六課題 §4.6 用牛頓運動定律解決問題 (一) (2 課時)

第七課題 §4.7 用牛頓運動定律解決問題 (二) (2 課時)

第八課題：綜合複習 (2 課時)

第五章：曲線運動 (16 課時)

第一課題 §5.1 曲線運動 (2 課時)

第二課題 §5.2 平拋運動 (2 課時)

第三課題 §5.3 實驗：研究平拋運動 (2 課時)

第四課題 §5.4 圓周運動 (2 課時)

第五課題 §5.5 向心加速度 (2 課時)

第六課題 §5.6 向心力 (2 課時)

第七課題 §5.7 生活中的圓周運動 (2 課時)

第八課題：綜合複習 (2 課時)

第六章：萬有引力與航天 (14 課時)

第一課題 §6.1 行星的運動 (1 課時)

第二課題 §6.2 太陽與行星間的引力 (2 課時)

第三課題 §6.3 萬有引力定律 (3 課時)

第四課題 §6.4 萬有引力理論的成就 (2 課時)

第五課題 §6.5 宇宙航行 (2 課時)

第六課題 §6.6 經典力學的局限性 (2 課時)

第七課題：綜合複習 (2 課時)

第七章：機械能守恆定律 (11 課時)

第一課題 §7.1 追尋守恆量——能量 (1 課時)

第二課題 §7.2 功 (2 課時)

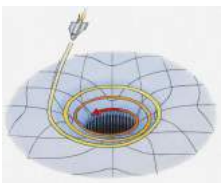
第三課題 §7.3 功率 (3 課時)

第四課題 §7.4 重力勢能 (2 課時)

第五課題 §7.5 探究彈性勢能的表達式 (1 課時)

第六課題 §7.6 實驗：探究功與速度變化的關係 (2 課時)

第七課題 §7.7 動能和動能定理 (4 課時)



- 第八課題 §7.8 機械能守恆定律（4 課時）
第九課題 §7.9 實驗：驗證機械能守恆定律（4 課時）
第十課題 §7.10 能量守恆定律與能源（2 課時）
第十一課題：綜合複習（2 課時）

堅持學生為教學中心，嘗試利用採用“翻轉課堂、互動探究、小組合作學習”等教學模式，告別枯燥的課堂，將課堂交給學生，教師是課堂教學的引領者、協助者，而不是主導者。讓學生參與到課堂教學和延伸活動中，課堂除了教師演示必要的演示實驗外（如“力的合成、力的分解、牛頓第二定律、探究動能定理”等實驗），還強調實驗教學，充分利用實驗教學的作用，透過實驗讓學生深刻認識物理理論知識與實際的聯繫。

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、課後練習”“三位一體”遞進式 STEAM 教學模式，在學生知識的建構上遵循“循序漸進、由淺入深”的教學原則，力求讓學生掌握課程目標要求的內容，而在課程的授課過程中滲透 STEAM 教學理念，透過“小組互動”“自主預習”等活動在科學（Science），技術（Technology），工程（Engineering），藝術（Art），數學（Mathematics）等多學科體現融合綜合教育的觀念，教會學生嘗試利用 STEAM 思考及解決生活實際問題。



教學進度表

一、教學對象：高中一年級學生。

二、授課科目：高中物理（理科班）。

三、選用教材：

人民教育出版社普通高中物理實驗教科書選修 1、2；

校本教材。

四、教學節數：

本主題教學設計涵蓋高一年級第一、第二、第三學段，知識內容具體授課節數是：

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

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

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

五、教學章節內容和具體節數分佈：

第一章：磁場（18 課時）

1.1 整章概述

1.2 課題中與基本學力要求對應的教學內容

第一課題 §1.1 磁現象和磁場（2 課時）

第二課題 §1.2 磁感應強度（3 課時）

第三課題 §1.3 幾種常見的磁場（2 課時）

第四課題 §1.4 通電導線在磁場中受到的力（3 課時）

第五課題 §1.5 運動電荷在磁場中受到的力（3 課時）

第六課題 §1.6 帶電粒子在勻強磁場中的運動（3 課時）

第七課：綜合複習（2 課時）

綜合複習一：章末分層突破（第一課時）

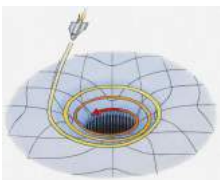
綜合複習二：模塊綜合檢測（第二課時）

第二章：電磁感應（21 課時）

2.1 整章概述

2.2 課題中與基本學力要求對應的教學內容

第一課題 §2.1 劃時代的發現（2 課時）



第二課題 §2.2 探究感應電流的產生條件 (3 課時)

第三課題 §2.3 楞次定律 (3 課時)

第四課題 §2.4 法拉第電磁感應定律 (3 課時)

第五課題 §2.5 電磁感應現象的兩類情況 (3 課時)

第六課題 §2.6 互感和自感 (2 課時)

第七課題 §2.7 渦流、電磁阻尼和電磁驅動 (2 課時)

第八課：綜合複習 (3 課時)

綜合複習一：電磁感應中的電路和圖像問題 (第一、二課時)

綜合複習二：模塊綜合檢測 (第三課時)

第三章：交變電流 (12 課時)

1.1 整章概述

1.2 課題中與基本學力要求對應的教學內容

第一課題 §3.1 交變電流 (2 課時)

第二課題 §3.2 描述交變電流的物理量 (2 課時)

第三課題 §3.3 電感和電容對交變電流的影響 (2 課時)

第四課題 §3.4 變壓器 (2 課時)

第五課題 §3.5 電能的輸送 (2 課時)

第六課：綜合複習 (2 課時)

綜合複習一：章末分層突破 (第一課時)

綜合複習二：模塊綜合檢測 (第二課時)

第四章：感測器 (8 課時)

1.1 整章概述

1.2 課題中與基本學力要求對應的教學內容

第一課題 §4.1 感測器及其工作原理 (2 課時)

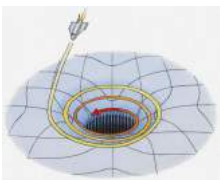
第二課題 §4.2 感測器的應用 (2 課時)

第三課題 §4.3 實驗：感測器的應用 (2 課時)

第四課：綜合複習 (2 課時)

綜合複習一：感測器及其工作原理 (第一課時)

綜合複習二：感測器的應用 (第二課時)

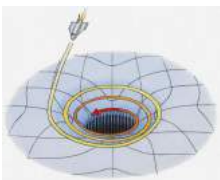


高中物理同步課堂(人教版必修一二)
2017/2018 學年教學進度表

一、第一學段教學進度表

總教節：43 節；教學次序：

教學時段	教節	課題	測驗／考試 擬卷人	備註
第 01 週 9.1	0			
第 02 週 9.4~9.8	4	物理常規課堂要求 1 第一章 運動的描述 1 質點、參考系和坐標系 2 時間和位移 2		
第 03 週 9.11~9.15	4	3 運動快慢的描述——速度 2 4 實驗：用打點計時器測速度 2		實驗：用打點計時器測速度
第 04 週 9.18~9.22	4	5 速度變化快慢的描述——加速度 3 複習 1		
第 05 週 9.25~9.29	4	第二章 勻變速直線運動的研究 1 實驗：探究小車速度隨時間變化的規律 2 2 勻變速直線運動的速度與時間的關係 2		實驗：探究小車速度隨時間變化的規律
第 06 週 10.2~10.6	2	第一次大測前複習 1 ● 第一段第一次大測 1	C050	10.6(一)大測 1 10.1~10.2 國慶節假期 10.5 中秋節假期

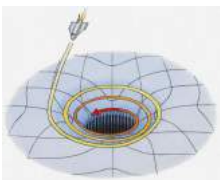


第 07 週 10.9~10.13	4	2 勻變速直線運動的速度與時間的關係 1 3 勻變速直線運動的位移與時間的關係 1 4 勻變速直線運動的速度與位移的關係 2		
第 08 週 10.16~10.19	2	5 自由落體運動 2		10.19-10.20 校運會
第 09 週 10.23~10.27	4	6 伽利略對自由落體運動的研究 2 複習 2		10.28 重陽節假期
第 10 週 10.30~11.3	3	第三章 相互作用 1 重力 基本相互作用 1 2 彈力 2		
第 11 週 11.6~11.10	4	3 摩擦力 3 ● 第一段第二次大測 1	C050	11.8(一)大測 2
第 12 週 11.13~11.17	4	4 力的合成 2 5 力的分解 2		
第 13 週 11.20~11.24	4	評卷 1 第一段考試前複習 3		
第 14 週 11.27~12.1		第一段考試	C050	範圍:第一冊 1.1~第二冊 1.4 以及補充內容

其他科內工作：

1. 教學進度表
2. 英語教材、輔讀篇章
3. 中英詞彙對照表
4. 其他

負責同工：C050 及科組同事
負責同工：C050 及科組同事
負責同工：C050 及科組同事



二、第二學段教學進度表

總教節：41 節；教學次序：

	教節	課題	測驗／考試 擬卷人	備註
第 15 週 12.04~12.08	4	第四章 牛頓運動定律 1 牛頓第一定律 1 2 實驗：探究加速度與力、質量的關係 3		實驗：探究加速度與力、質量的關係
第 16 週 12.11~12.15	4	3 牛頓第二定律 3 4 力學單位制 1		實驗：
第 17 週 12.18~12.22	1	5 牛頓第三定律 1		12.20~1.1 聖誕/元旦/回歸假期
第 18 週 12.26~12.30	0			12.20~1.1 聖誕/元旦/回歸假期
第 19 週 01.01~01.05	3	5 牛頓第三定律 1 6 用牛頓運動定律解決問題 (一) 2		
第 20 週 01.08~01.12	1	● 第二段第一次大測 1	C050	01.09 大測 1
	3	評卷 1 7 用牛頓運動定律解決問題 (二) 2		
第 21 週 01.15~01.19	4	第五章 曲線運動 1.曲線運動 2 2.平拋運動 2		
第 22 週 01.22~01.26	4	2 3.實驗：研究平拋運動 4.圓周運動 2		實驗：研究平拋運動 1.25~2.5 農曆新年假期
第 23 週 01.29~02.02	4	5.向心加速度 2 6.向心力 2		



	教節	課題	測驗／考試 擬卷人	備註
第 24 週 02.05~02.09	4	● 第二段第二次大測 2 7.生活中的圓周運動 2	C050	02.6 大測 2
第 25 週 02.13~02.17	1	第六章 萬有引力與航太 1.行星的運動 1		2.14~2.23 農曆新年 假期
第 26 週 02.20~02.24	0			2.14~2.23 農曆新年 假期
第 27 週 02.26~03.02	4	2.太陽與行星間的引力 1 3.萬有引力定律 3		
第 28 週 03.05~03.09	4	4.萬有引力理論的成就 2 評卷 1 考前複習 1		
第 29 週 03.12~03.16	0	第二段考試	C050	

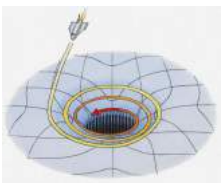
其他科內工作：

1. 教學進度表
2. 英語教材、輔讀篇章
3. 中英詞彙對照表
4. 其他

負責同工：C050 及科組同事

負責同工：C050 及科組同事

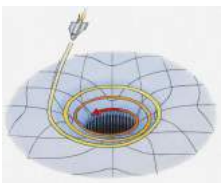
負責同工：C050 及科組同事



三、第三學段教學進度表

總教節：48 節；教學次序：

教學時段	教節	課題	測驗／考試 擬卷人	備註
第 30 週 03.19~03.23	4	5.宇宙航行 2 6.經典力學的局限性 2		
第 31 週 03.26~03.30	2	第七章 機械能守恆定律 1.追尋守恆量——能量 1 2.功 1		復活節假期
第 32 週 04.02~04.06	2	2.功 1 3.功率 1		4.4 清明假期
第 33 週 04.09~04.13	4	3. 功率 1 4.重力勢能 2 5.探究彈性勢能的運算式 1		4.13~4.17 復活節假期
第 34 週 04.16~04.20	4	6. 實驗：探究功與速度變化的關係 2 測驗前復習 2		4.13~4.17 復活節假期
第 35 週 04.23~04.27	1	● 第三段第一次測驗 1	C050	4.25(三)大測 1 範圍:5.1~6.2
	3	評卷 1 7.動能和動能定理 2		
第 36 週 04.30~05.04	2	7.動能和動能定理 2		實驗 7a 證明向心力 方程 5.1 勞動節假期 5.3 佛誕節假期
第 37 週 05.07~05.11	4	8.機械能守恆定律 4		
第 38 週 05.14~05.18	4	9.實驗：驗證機械能守恆定律 4		
第 39 週 05.21~05.25	2	10.能量守恆定律與能源 2		



教學時段	教節	課題	測驗／考試 擬卷人	備註
第 40 週 05.28~06.01	4	測驗前復習 4		5.30 端午節假期
第 41 週 06.04~06.08	1	● 第三段第二次測驗 1	C050	6.5(二)大測 2
	3	復習 3		
第 42 週 06.11~06.15	4	補充:綜合運動學 4		
第 43 週 06.18~06.22	4	考試前總復習 4		
第 44 週 06.25~06.29	0	學年考試	C050	範圍:第一冊~第二冊 及補充內容

其他科內工作：

1. 教學進度表
2. 英語教材、輔讀篇章
3. 中英詞彙對照表
4. 其他

負責同工：C050 及科組同事

負責同工：C050 及科組同事

負責同工：C050 及科組同事



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) 力與運動在高中物理學中的重要位置，學好力與運動，對物理學習有非常重要的意義。

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

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

二、教案內容簡介

主題名稱	高中物理同步課堂(人教版必修一二)	教學時數	18+21+12+8=94 (節) 94*40=3,760 (分鐘)
涵蓋科目	高中物理(理科)	教學對象	高中一年級
作品摘要	<p>第一章：運動的描述 (11 課時)</p> <p>第一課題 §1.1 質點、參考系和坐標系 (1 課時)</p> <p>第二課題 §1.2 時間和位移 (2 課時)</p> <p>第三課題 §1.3 運動快慢的描述——速度 (2 課時)</p> <p>第四課題 §1.4 實驗：用打點計時器測速度 (2 課時)</p> <p>第五課題 §1.5 速度變化快慢的描述——加速度 (3 課時)</p> <p>第六課題：綜合複習 (1 課時)</p> <p>第二章：勻變速直線運動的研究 (14 課時)</p> <p>第一課題 §2.1 實驗：探究小車速度隨時間變化的規律 (2 課時)</p> <p>第二課題 §2.2 勻變速直線運動的速度與時間的關係 (2 課時)</p> <p>第三課題 §2.3 勻變速直線運動的位移與時間的關係 (2 課時)</p> <p>第四課題 §2.4 勻變速直線運動的速度與位移的關係 (2 課時)</p> <p>第五課題 §2.5 自由落體運動 (2 課時)</p> <p>第六課題 §2.6 伽利略對自由落體運動的研究 (2 課時)</p> <p>第七課題：綜合複習 (2 課時)</p>		



第三章：相互作用（12 課時）

第一課題 §3.1 重力 基本相互作用（1 課時）

第二課題 §3.2 彈力（2 課時）

第三課題 §3.3 摩擦力（3 課時）

第四課題 §3.4 力的合成（2 課時）

第五課題 §3.5 力的分解（2 課時）

第六課題：綜合複習（2 課時）

第四章：牛頓運動定律（16 課時）

第一課題 §4.1 牛頓第一定律（1 課時）

第二課題 §4.2 實驗：探究加速度與力、質量的關係（3 課時）

第三課題 §4.3 牛頓第二定律（3 課時）

第四課題 §4.4 力學單位制（1 課時）

第五課題 §4.5 牛頓第三定律（2 課時）

第六課題 §4.6 用牛頓運動定律解決問題（一）（2 課時）

第七課題 §4.7 用牛頓運動定律解決問題（二）（2 課時）

第八課題：綜合複習（2 課時）

第五章：曲線運動（16 課時）

第一課題 §5.1 曲線運動（2 課時）

第二課題 §5.2 平拋運動（2 課時）

第三課題 §5.3 實驗：研究平拋運動（2 課時）

第四課題 §5.4 圓周運動（2 課時）

第五課題 §5.5 向心加速度（2 課時）

第六課題 §5.6 向心力（2 課時）

第七課題 §5.7 生活中的圓周運動（2 課時）

第八課題：綜合複習（2 課時）

第六章：萬有引力與航天（14 課時）

第一課題 §6.1 行星的運動（1 課時）

第二課題 §6.2 太陽與行星間的引力（2 課時）

第三課題 §6.3 萬有引力定律（3 課時）

第四課題 §6.4 萬有引力理論的成就（2 課時）

第五課題 §6.5 宇宙航行（2 課時）

第六課題 §6.6 經典力學的限制性（2 課時）

第七課題：綜合複習（2 課時）

第七章：機械能守恆定律（11 課時）

第一課題 §7.1 追尋守恆量——能量（1 課時）

第二課題 §7.2 功（2 課時）

第三課題 §7.3 功率（3 課時）

第四課題 §7.4 重力勢能（2 課時）



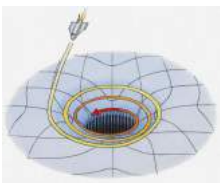
	<p>第五課題 §7.5 探究彈性勢能的表達式 (1 課時) 第六課題 §7.6 實驗：探究功與速度變化的關係 (2 課時) 第七課題 §7.7 動能和動能定理 (4 課時) 第八課題 §7.8 機械能守恆定律 (4 課時) 第九課題 §7.9 實驗：驗證機械能守恆定律 (4 課時) 第十課題 §7.10 能量守恆定律與能源 (2 課時) 第十一課題：綜合複習 (2 課時)</p>
<p>教學準備</p>	<p>人民教育出版社普通高中物理實驗教科書必修一、必修二； 校本教材。 筆記本電腦、多媒體教室。</p> <p>由於整個教學單元以教學 PPT 為主軸，因此基本上電腦及投影設備是必需的準備；另外每一節課堂都有特別的活動讓同學更加深所學習內容；因此各有不同的教學工具需要準備，可參考教案設計中備注的一項。</p>



三、同級同科集體備課記錄

3.1 第一次同級同科集體備課記錄

學科名稱	物理		年 級	S4	
課題內容	運動的描述		備課時間	2017.08.26	
地 點	4樓教員室	主持人	C050	記錄人	C050
出席者	C050 及科組同事				
備課內容(含單元/課之具體教學目標、重點、難點)與討論情況					
<p>第一章 運動的描述</p> <ol style="list-style-type: none">1 質點、參考系和坐標系2 時間和位移3 運動快慢的描述——速度4 實驗：用打點計時器測速度5 速度變化快慢的描述——加速度 <p>(1) 課題教材分析 教材在這部份內容詳細，概念清晰，例題與練習的題目都還算清楚明白。</p> <p>(2) 學生分析 學生在小學或初中時都已經對時間、距離、速度有一定的概念，日常生活也有很多相關的例子，所以相信這部份對學生來說應該沒有太大的問題，比較新的概念就是加速度，學生需要多花時間去理解與比較。</p> <p>(3) 教法分析 在教學上，應把每個概念都清楚解釋，並以講解接著例題與課堂練習去鞏固學生的知識，在總結一些概念相似或相近的概念時，可以圖或表的形式展示，讓學生不致混淆。</p> <p>(4) 教學重點、難點： 掌握向量與無向量之區別，從而掌握距離，位移，速率和速度的分別。掌握勻速運動、位移-時間綫圖和速度-時間綫圖之定義並進行相關運算，掌握加速度的定義及進行相關的運算。掌握加速度-時間綫圖之定義。</p> <p>(5) 基本水平： 能解釋距離，位移，速率和速度的分別及了解位移-時間綫圖和速度-時間綫圖的意義，能進行與加速度有關的運算。</p> <p>(6) 相關英文詞語：</p> <ol style="list-style-type: none">(a) 位置 = position(b) 距離 = distance(c) 位移 = displacement(d) 速率 = speed(e) 速度 = velocity					



- (f) 無向量 = scalar
 (g) 向量 = vector
 (h) 加速度 = acceleration
 (i) 減速度 = deceleration
 (j) 勻加速運動公式 = equations of uniformly accelerated motion

(7) 知識目標、情意目標、技能目標：

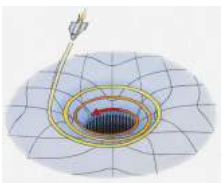
知識目標	情意目標	技能目標
A1 了解國際單位是秒 A2 了解人手的計時器會因為人的反應時間而引致誤差 A3 計算百分誤差的運算 A4 知道長度的國際單位為米 A5 區別標量與向量 A6 了解位移是向量，距離是標量 A7 了解平均速率、瞬時速率、平均速度與瞬時速度、勻速運動、加速度的意義 A8 計算距離、位移、速率、速度、加速度等題目	B1 認知到位移的時間率是速度，速度的時間率是加速度，其中的關係是環環相扣	C1 計算物體距離、位移、速率、速度、加速度的混合題目 C2 能利用加速度的概念去比較兩物體的距離與速度的變化 C3 能利用座標與角度的方法來表示方向

(8) 課題與學力要求對照表：

第 1 課： 時間	A-2 理解以批判性思維處理證據的重要性，包括證據在支持、修正或反駁所提出科學理論中的重要作用。 A-5 嘗試運用批判性思維對問題提出有創意的構想和具可行性的解決方案。
第 2 課： 距離與位移	A-2 理解以批判性思維處理證據的重要性，包括證據在支持、修正或反駁所提出科學理論中的重要作用。
第 3 課： 速率與速度	A-2 理解以批判性思維處理證據的重要性，包括證據在支持、修正或反駁所提出科學理論中的重要作用。 A-5 嘗試運用批判性思維對問題提出有創意的構想和具可行性的解決方案。
第 4 課： 速度改變與 加速度	A-2 理解以批判性思維處理證據的重要性，包括證據在支持、修正或反駁所提出科學理論中的重要作用。 A-5 嘗試運用批判性思維對問題提出有創意的構想和具可行性的解決方案。

(9) 課堂練習：

1. p.6 進度評估 1



2. p.11 進度評估 2
3. p.14 進度評估 3
4. p.19 進度評估 4
5. p.22 進度評估 5
6. p.30 進度評估 6

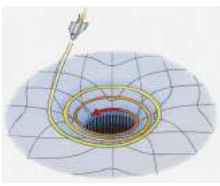
(10)作業：

1. p.6 : 5,6,7 ;
2. p.15 : 5,7 ;
3. p.23 : 5,7 ;



3.2 第二次同級同科集體備課記錄

學科名稱	物理		年 級	S4	
課題內容	勻變速直線運動的研究		備課時間	2017.09.28	
地 點	4樓教員室	主持人	C050	記錄人	C050
出席者	C050 及科組同事				
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>第二章 勻變速直線運動的研究</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 實驗：探究小車速度隨時間變化的規律 2 勻變速直線運動的速度與時間的關係 3 勻變速直線運動的位移與時間的關係 4 勻變速直線運動的速度與位移的關係 5 自由落體運動 6 伽利略對自由落體運動的研究 <p>一、教學目標</p> <p>A 知識目標：</p> <p>A1 了解位移-時間關係線圖所表達的意義(基力 A-9)</p> <p>A2 了解速度-時間關係線圖所表達的意義(基力 A-9)</p> <p>A3 了解加速度-時間關係線圖所表達的意義(基力 A-9)</p> <p>A4 識別三種運動圖像的不同(基力 A-8)</p> <p>A5 了解甚麼是自由落體(基力 B-7)</p> <p>A6 了解重力加速度是由重力作用所引起(基力 A-4)</p> <p>B 情意目標：</p> <p>B1 認知到無論如何運動，都會受到重力所引起豎直向下的動力加速度(基力 A-8)</p> <p>C 技能目標：</p> <p>C1 計算物體位移、速度、加速度的運算(基力 A-8)</p> <p>C2 轉換運動方程與運動圖像(基力 A-8)</p> <p>C3 計算自由落體運動的運算(基力 A-8)</p> <p>二、重點及難點</p> <p>掌握不同運動圖像的轉換、運用運動方程進行計算。</p> <p>三、對應學力要求</p> <p>A-4 初步學會利用事實、經驗或科學理論進行邏輯推理作出假設。</p> <p>A-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>					



B-7 了解伽利略和牛頓對科學的貢獻及其實驗方法在科學發展中的重要性。

四、英文成份

- (a) 位置 = position
- (b) 距離 = distance
- (c) 位移 = displacement
- (d) 速率 = speed
- (e) 速度 = velocity
- (f) 加速度 = acceleration
- (g) 勻加速運動公式 = equations of uniformly accelerated motion
- (h) 重力加速度 = acceleration due to gravity
- (i) 重力下的垂直運動(自由落體) = vertical motion under gravity (free falling)

五、教學注意內容

學生在上一章時已經對時間、距離、速度、加速度有一定的概念，而且日常生活中也有很多相關的例子，所以相信這部份對學生來說應該沒有太大的問題，比較困難的是一些運動圖像的轉換與運動方程的運算。

六、過程的反思經驗

在教學上，盡量每一個運動都用運動圖像來解釋，並一步一步進行解釋，方能讓學生理解圖像上的每一點所含的意義，另外，亦盡量讓學生多做運算，方可令學生對運動方程的使用更加熟悉。

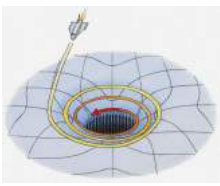
七、其他安排

1. 課堂練習：p.45 進度評估 1;p.49 進度評估 2;p.54 進度評估 3;p.60 進度評估 4;p.70 進度評估 5;p.75 進度評估 6;p.82 進度評估 7
2. 作業：p.62：8,9,10；p.62：11,13；p.72：7,8,10,12；p.83：6,7,8,10；
3. 結合閱讀：真空下的自由落體，比薩斜塔實驗



3.3 第三次同級同科集體備課記錄

學科名稱	物理		年 級	S4	
課題內容	相互作用、牛頓運動定律		備課時間	2017.11.02	
地 點	4樓教員室	主持人	C050	記錄人	C050
出席者	C050 及科組同事				
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>第三章 相互作用</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 重力 基本相互作用 2 彈力 3 摩擦力 4 力的合成 5 力的分解 <p>第四章 牛頓運動定律</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 牛頓第一定律 2 實驗：探究加速度與力、質量的關係 3 牛頓第二定律 4 力學單位制 5 牛頓第三定律 6 用牛頓運動定律解決問題（一） 7 用牛頓運動定律解決問題（二） <p>一、 教學目標</p> <p>A 知識目標：</p> <p>A1 了解力是向量，具有大小、方向、作用點</p> <p>A2 認識不同種類的力的特性與各自的數學表達式(基力 A-8)</p> <p>A3 知道如何畫出物體的受力分析圖(基力 A-8)</p> <p>A4 解釋甚麼是慣性且質量與慣性大小成正比例</p> <p>A5 了解牛頓運動第一定律(基力 B-7)</p> <p>A6 認運用首尾相接法找出兩個或多個力的合力(基力 A-8)</p> <p>A7 認識牛頓運動第二定律(基力 B-7)</p> <p>A8 認識牛頓運動第三定律(基力 B-7)</p> <p>A9 解釋物體轉動與力矩的關係(基力 A-4)</p> <p>B 情意目標：</p> <p>B1 培養學生多分析日常生活中遇到的力與力矩的例子，明白日常生活中到處都是物理(基力 A-5)</p> <p>B2 透過學生對於公式中的正比與反比關係，培養學生尋找事物變化規律的能力</p> <p>C 技能目標：</p>					



- C1 畫出物體的受力分析圖像
- C2 畫出力的合成與分解的方向及大小
- C3 計算力的合成與分解的方向及大小(基力 A-7)
- C4 計算力矩/轉矩的相關運算(基力 A-8)

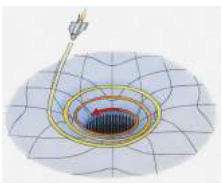
二、 重點及難點
掌握牛頓三力定律、力的合成與分解，並結合力與運動進行計算。

三、 對應學力要求
A-4 初步學會利用事實、經驗或科學理論進行邏輯推理作出假設。
A-5 嘗試運用批判性思維對問題提出有創意的構想和具可行性的解決方案。
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-7 了解伽利略和牛頓對科學的貢獻及其實驗方法在科學發展中的重要性。

四、 英文成份
(a) 向量加法 = vector addition
(b) 力的分解 = resolution of force
(c) 分解 = resolve into components
(d) 摩擦力 = friction
(e) 張力 = tension
(f) 牛頓第一運動定律 = Newton's first law of motion
(g) 慣性 = inertia (inertial)
(h) 牛頓第二運動定律 = Newton's second law of motion
(i) 隔離體圖 = free body diagram
(j) 淨力 = net force
(k) 牛頓第三運動定律 = Newton's third law of motion
(l) 作用力 = action
(m) 反作用力 = reaction
(n) 力矩 = moment of a force (torque)
(o) 重心 = centre of gravity

五、 教學注意內容
學生之前對運動已經有充分的概念，亦對運動上的一些參數，如位移、速度、加速度等運算也有相當的練習，所以在提及力與運動時，結合之前的運動學，學生會比較有概念，較易理解。

六、 過程的反思經驗
在教學上，需要重點向學生解釋力的方向，並充份讓學生練習力的分解與合成，另外，亦需要向學生補充彈力、摩擦力的運算，以補足此教材對於大學入學試的不足。



七、

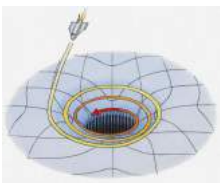
其他安排

1. 課堂練習：p.103 進度評估 1;p.110 進度評估 2;p.117 進度評估 3;p.121 進度評估 4;p.130 進度評估 5;p.139 進度評估 6;p.147 進度評估 7;p.153 進度評估 8;p.156 進度評估 9;p.158 進度評估 10;p.163 進度評估 11。
2. 作業：p.123：8,9,10,11,12,13；p.140：8,9,11,12,14,15,16,17,18；p.149：8,9,10；p.166：9,10；p.173：3,4；
3. 結合閱讀：安全帶和頭枕、無重狀態。



3.4 第四次同級同科集體備課記錄

學科名稱	物理		年 級	S4	
課題內容	曲線運動		備課時間	2017.12.12	
地 點	4樓教員室	主持人	C050	記錄人	C050
出席者	C050 及科組同事				
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>第五章 曲線運動</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 曲線運動 2. 平拋運動 3. 實驗：研究平拋運動 4. 圓周運動 5. 向心加速度 6. 向心力 7. 生活中的圓周運動 <p>一、 教學目標</p> <p>A 知識目標：</p> <p>A-1 了解平拋運動中速度與加速度的關係(基力 A-4)</p> <p>A-2 了解拋體運動中水平與垂直運動互相獨立(基力 A-4)</p> <p>A-3 了解斜拋運動的軌道方程的推導過程(基力 A-4)</p> <p>A-4 知道拋體運動中射程、最大高度的公式推導(基力 A-4)</p> <p>B 情意目標：</p> <p>B-1 通過斜拋運動的軌跡運算，了解到自己若果想到達某一個目標，需要訂立一個更高的目標才能推動自己到達目標</p> <p>C 技能目標：</p> <p>C-1 畫出拋體運動的軌跡方程</p> <p>C-2 計算平拋與斜拋運動的運算(基力 A-4)</p> <p>二、 重點及難點</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 了解拋體的水平與垂直運動互相獨立。 ● 知道拋體的軌跡是一條拋物線 ● 了解斜拋運動的軌首方程。 ● 能解決拋體運動的運算。 ● 利用兩個互相獨立的坐標系的運動去解決拋體運動等問題。 <p>三、 對應學力要求</p> <p>A-4 初步學會利用事實、經驗或科學理論進行邏輯推理作出假設。</p>					



四、

英文成份

- (n) 拋體運動 = projectile motion
- (o) 軌道 = trajectory
- (p) 投射角 = angle of projection
- (q) 軌道方程 = equation of trajectory
- (r) 拋物線 = parabola
- (s) 射程 = range

五、

教學注意內容

學生在這一章需要結合之前所學過的勻速直線運動與自由落體運動，若學生能夠把拋體運動分解成這兩個運動，拋體運動便會變得簡單明瞭。

六、

過程的反思經驗

在拋體運動的教學上，由於實驗的運動軌跡較難去呈現，所以需要多用實驗短片，才能以慢鏡去觀察、解釋整個拋體運動的實驗。

七、

其他安排

課堂練習：

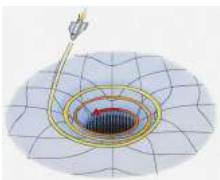
1. p.282 進度評估 1
2. p.285 進度評估 2
3. p.294 進度評估 3

作業：

1. p.286 : 4,5,6 ;
2. p.295 : 3,4,5,6 ;
3. p.299 : 1,2,4,5 ;

結合閱讀：

B-12 轟炸機，籃球投擲。



3.5 第五次同級同科集體備課記錄

學科名稱	物理		年 級	S4	
課題內容	萬有引力與航天		備課時間	2018.02.20	
地 點	4樓教員室	主持人	C050	記錄人	C050
出席者	C050 及科組同事				
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>第六章 萬有引力與航天</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.行星的運動 2.太陽與行星間的引力 3.萬有引力定律 4.萬有引力理論的成就 5.宇宙航行 6.經典力學的局限性 <p>一、 教學目標</p> <p>A 知識目標:</p> <p>A1 了解週期與線速率的關係 (A-8)</p> <p>A2 了解甚麼是角速率及與線速率的轉換 (A-8)</p> <p>A3 知道勻速圓周運動中的向心加速度是指向圓心 (A-4)</p> <p>A4 了解向心力是向心加速度與質量的乘積(A-4)</p> <p>A5 知道向心力總是指向圓心(A-7)</p> <p>B 情意目標:</p> <p>B1 透過勻速圓周運動的課本例子，培養學生觀察生活中的探究精神</p> <p>C 技能目標:</p> <p>C1 計算勻速圓周運動的受力分析，最大速度與最大傾角</p> <p>二、 重點及難點</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 透過向量的運算來推導勻速圓周運動的向心加速度。 ● 利用向心力與受力分析解決勻速圓周運動的問題 <p>三、 對應學力要求</p> <p>A-4 初步學會利用事實、經驗或科學理論進行邏輯推理作出假設。</p> <p>A-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。</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>四、 英文成份</p>					



- (a) 勻速圓周運動 = uniform circular motion
- (b) 角位移 = angular displacement
- (c) 角速度 = angular velocity
- (d) 弧度 = radian
- (e) 向心加速度 = centripetal acceleration
- (f) 向心力 = centripetal force
- (g) 摩擦係數 = coefficient of friction

五、 教學注意內容

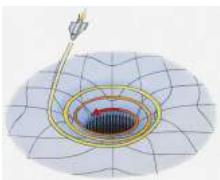
學生在這一章需要結合之前所學過的受力分析、淨力、淨轉矩等知識點，所以若學生沒有跟上之前所學過的內容，便會感到這一章節非常困難。

六、 過程的反思經驗

在這一章節中，需要多給予學生現實生活的例子、相關的影片來引起學生的共鳴與想象，否則學生只會在數字與符號上打滾，沒有明白箇中的意義。

七、 其他安排

1. 課堂練習：p.307 進度評估 1;p.312 進度評估 2;p.317 進度評估 3;p.323 進度評估 4
2. 作業：p.308：4,5；p.324：7,8；p.328：5,6,10,13,14；
3. 結合閱讀：賽車上的物理學



3.6 第六次同級同科集體備課記錄

學科名稱	物理		年 級	S4	
課題內容	機械能守恆定律		備課時間	2018.03.20	
地 點	4樓教員室	主持人	C050	記錄人	C050
出席者	C050 及科組同事				
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>第七章 機械能守恆定律</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 追尋守恆量——能量 2. 功 3. 功率 4. 重力勢能 5. 探究彈性勢能的運算式 6. 實驗：探究功與速度變化的關係 7. 動能和動能定理 8. 機械能守恆定律 9. 實驗：驗證機械能守恆定律 10. 能量守恆定律與能源 <p>一、 教學目標</p> <p>A 知識目標：</p> <p>A1 了解機械能的兩種形式(基力 A-4)</p> <p>A2 了解甚麼是功</p> <p>A3 明白向量的內積的意義</p> <p>A4 了解能量的轉移與能量守恆(基力 A-7)</p> <p>A5 了解功率的物理意義(基力 A-7)</p> <p>B 情意目標：</p> <p>B1 培養學生用能量轉換的角度來看生活中大大小小發生的事件(基力 B-2)</p> <p>C 技能目標：</p> <p>C1 計算動能與勢能的相關運算</p> <p>C2 計算出外力所做的功</p> <p>二、 重點及難點</p> <p>掌握能量守恆、功與能量之間的運算。</p> <p>三、 對應學力要求</p> <p>A-4 初步學會利用事實、經驗或科學理論進行邏輯推理作出假設。</p> <p>A-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。</p> <p>B-2 初步認識科學是社會和文化傳統的一部分，科學觀念受社會和歷史背景的</p>					



影響。

四、

英文成份

- (t) 作功 = work done
- (u) 勢能 = potential energy
- (v) 動能 = kinetic energy
- (w) 能量轉換 = to change of energy
- (x) 能量守恆定律 = law of conservation of energy
- (y) 功率 = power

五、

教學注意內容

學生之前在第一冊課本時已對物體動能、勢能有初步的認識，且上一章對力已有相當的概念，所以學生對此章內容會比較有概念，較易理解。

六、

過程的反思經驗

在教學上，需要把之前的內容複習，例如力的分解與疊加，否則在講到功的時候，有部份學生會比較跟不上進度。

七、

其他安排

1. 課堂練習：P.196 評估(1-2);P.201 評估(1-2);P.207 評估(1-2);P.212 評估(1-3);P.217 評估(1-2).
2. 作業：P.202:4-8;P.213:6-9;P.219:4-7
3. 結合閱讀：發電廠發電之旅

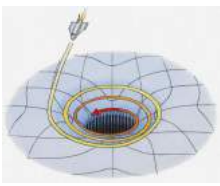


四、課題與高中教育階段自然科學基本學力要求對應情況

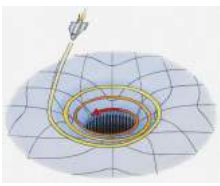
4.1 高中自然科學基本學力要求與知識、情意、技能目標對應情況

- A-4 初步學會利用事實、經驗或科學理論進行邏輯推理作出假設。
- A-5 嘗試運用批判性思維對問題提出有創意的構想和具可行性的解決方案。
- A-6 通過圖書館、互聯網、多媒體資源庫等不同途徑搜尋所需科學資訊，並初步學會對這些資訊進行分類與概括。
- A-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。
- A-9 初步學會使用圖表顯示研究結果和運用科學術語撰寫研究報告。
- B-7 了解伽利略和牛頓對科學的貢獻及其實驗方法在科學發展中的重要性。

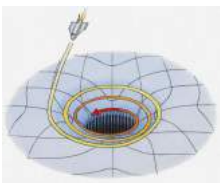
A 知識目標	B 情意目標	C 技能目標	D 生命教育能力指標
1. 知道參考系的概念。知道對同一物體選擇不同的參考系時，觀察的結果可能不同。 2. 理解質點的概念，知道它是一種科學的抽象，知道科學抽象是一種普遍的研究方法。 3. 會用座標表示時刻與時間、位置和位移及相關方向。 4. 會用向量表示和計算質點位移。 5. 理解速度概念，領會速度概念的比值	1. 養成良好的思考表述習慣和科學的價值觀。 2. 通過極限法培養學生科學的思維方式。 3. 培養學生的遷移類推能力和抽象思維能力。 4. 感受打點計時器的巧妙設計思路，體會物理原理在解決實際問題中的指導作用，增強將物理知識應用於生活實際的意識。 5. 經歷實驗過程，體	1. 通過用物理量表示質點不同時刻的不同位置，不同時間內的不同位移（或路程）的體驗，領略物理方法的奧妙，體會科學的力量。 2. 體會平均速度概念的等效思想方法。 3. 在討論平均速度和瞬時速度聯繫的過程中，體會極限思想方法。 4. 根據速度定義體	1. D-1 引導學生思考自己的學習方式，要善於發現周圍事物的潛在規律，並利用規律去分析、解決問題。



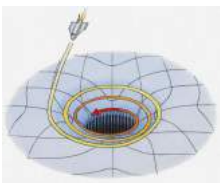
<p>定義方法。</p> <p>6. 理解平均速度概念，會利用平均速度的定義式計算物體的平均速度。</p> <p>7. 知道瞬時速度是表示某一時刻的速度，了解平均速度與瞬時速度的區別與聯繫。</p> <p>8. 理解速度的向量性，知道速度的方向即物體運動的方向</p> <p>9. 知道速度與速率的區別與聯繫。</p> <p>10. 了解打點計時器的計時原理，理解紙帶中包含的物體運動的資訊（時間、位移）。</p> <p>11. 會安裝並使用打點計時器，理解根據紙帶測量速度的原理並測量瞬時速度。</p> <p>12. 明確速度—時間圖象的物理意義，描點法畫圖象的方法，並畫出該實驗中的速度—時間圖象，能從圖象中獲取有用的資訊。</p> <p>13. 知道加速度的物理意義。</p> <p>14. 掌握其定義公式和單位。</p> <p>15. 知道加速度的方向</p>	<p>驗科學實驗過程的艱辛與喜悅，並樂於探索自然界的奧妙。</p> <p>6. 體驗用圖象的方法描述物理現象的樂趣.培養學生用數學方法處理物理問題的意識.培養學生敢於創新和實事求是的科學態度和科學精神。</p> <p>7. 培養學生合作與交流的精神，有將自己的見解與他人交流的願望，養成在合作中既堅持原則又尊重他人的習慣。</p> <p>8. 本節在物體運動快慢的基礎上進一步提出速度變化快慢的問題。</p> <p>9. 通過探索用比值定義法得出加速度的概念，感悟到探索問題解決問題的興趣和學無止境的觀點。</p> <p>10. 激發探索科學的興趣和毅力。</p> <p>11. 通過對小車運動的設計，培養積極主動思考問題的習慣，並鍛煉思考的全面性、準確性與邏輯性。</p> <p>12. 通過對紙帶的處</p>	<p>會變化率的概念。</p> <p>5. 通過學生自己看打點計時器的說明書，培養學生獨立學習的能力。</p> <p>6. 通過實驗得出物體的運動資訊，用數學方法表述出來.培養學生獲取資訊、處理資訊的能力，體會處理問題的方法，領悟如何間接測一些不能直接測量的物理量的方法。</p> <p>7. 通過畫速度—時間圖象培養學生用圖象法處理數據的能力，體驗數學工具在物理發展中的作用。</p> <p>8. 體驗實驗中理性思維的重要，既要動手，更要動腦。</p> <p>9. 經歷科學探究過程，認識科學探究的意義，嘗試應用科學探究的方法研究物體運動。</p> <p>10. 通過比值定義法，進一步了解加速度的物理意義。</p>	
--	--	---	--



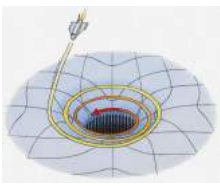
<p>與速度變化量方向一致。</p> <p>16. 區別加速度、速度、速度變化量。</p> <p>17. 根據相關實驗器材，設計實驗並熟練操作。會運用已學知識處理紙帶，求各點瞬時速度。</p> <p>18. 會用表格法處理數據，並合理猜想。巧用 $v-t$ 圖象處理數據，觀察規律。</p> <p>19. 掌握畫圖象的一般方法，並能用簡潔語言進行闡述。</p> <p>20. 知道勻速直線運動 $v-t$ 圖象。</p> <p>21. 知道勻變速直線運動的 $v-t$ 圖象的特點。</p> <p>22. 掌握勻變速直線運動的速度與時間關係的公式 $v=v_0+at$，並會進行計算。</p> <p>23. 知道勻速直線運動的位移與時間的關係</p> <p>24. 理解勻變速直線運動的位移及其應用</p> <p>25. 理解勻變速直線運動的位移與時間的關係及其應用</p> <p>26. 理解 $v-t$ 圖象中圖線與 t 軸所夾的面積表示物體在這段</p>	<p>理、實驗數據的圖象展現，培養實事求是的科學態度，能靈活地運用科學方法來研究問題、解決問題，提高創新意識。</p> <p>13. 有將勻速直線運動 $v-t$ 圖象的知識應用於生活和生產實際的意識，勇於探究與日常生活有關的物理學問題。</p> <p>14. 經歷微元法推導位移公式和公式法推導速度位移關係，培養自己動手能力，增加物理情感。</p> <p>15. 體驗成功的快樂和方法的意義。</p> <p>16. 既要聯繫的觀點看問題，還要具體問題具體分析。</p> <p>17. 實踐出真知，實驗見規律性。</p> <p>18. 去偽存真的科學態度、方法。</p> <p>19. 激發了學生學習伽利略敢於向權威挑戰，善於觀察思考，知難而進的優秀質量。</p> <p>20. 培養學生耐心細緻的意志質量，創新思想和互相協作的精神。</p> <p>21. 有參與科技活動的</p>	<p>11. 通過對速度變化快慢描述的探索過程，體會一個量的變化與變化快慢的區別。</p> <p>12. 初步學習根據實驗要求設計實驗、完成某種規律的探究方法。對打出的紙帶，會用近似的方法得出各點瞬時速度。</p> <p>13. 初步學會根據實驗數據進行猜測、探究、發現規律的探究方法。</p> <p>14. 認識數學化繁為簡的工具作用，直觀地運用物理圖象展現規律，驗證規律。</p> <p>15. 能從現實生活中發現一些勻速直線運動。</p> <p>16. 能運用勻速直線運動 $v-t$ 圖象解決一些與生產和生活相關的實際問題。</p> <p>17. 通過近似推導位移公式的過程，體驗微元法的特點和技巧，能把瞬時速度的求法與此比較。</p> <p>18. 感悟一些數學方</p>
--	--	--



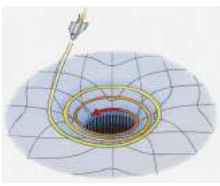
<p>時間內運動的位移</p> <p>27. 理解勻變速直線運動的位移與速度的關係。</p> <p>28. 掌握勻變速直線運動的位移、速度、加速度和時間的關係，會用公式解決勻變直線運動的實際問題。</p> <p>29. 提高勻變速直線運動的分析能力，著重物理情景的過程，從而得到一般的學習方法和思維。</p> <p>30. 培養學生將已學過的數學規律運用到物理當中，將公式、圖象及物理意義聯繫起來加以運用，培養學生運用數學工具解決物理問題的能力。</p> <p>31. 理解自由落體運動的性質和物體做自由落體運動的條件。</p> <p>32. 理解自由落體運動的加速度，知道它的大小和方向。</p> <p>33. 掌握並能夠運用自由落體運動的規律。</p> <p>34. 了解伽利略對自由落體運動的研究思路和方法。</p> <p>35. 能夠合理設計實</p>	<p>熱情，有將力的知識應用於生活和生產實際的意識，勇於探究與日常生活有關的物理學問題。</p> <p>22. 通過探究彈力與形變的關係以及數據的準確記錄，培養學生鍥而不捨的探究的精神和求真務實的科學精神。</p> <p>23. 通過靜摩擦力的探究過程，培養學生科學的思想方法。</p> <p>24. 培養學生善於交流的合作精神，在交流合作中發展能力，並形成良好的學習習慣和學習方法。</p> <p>25. 通過力的等效替代，使學生領略跨學科知識結合的奇妙，同時領會科學探究中嚴謹、務實的精神和態度。</p> <p>26. 讓學生積極參與課堂活動，設疑、解疑、探求規律，使學生始終處於積極探求知識的過程中，達到最佳的學習心理狀態。</p> <p>27. 培養學生參與課堂活動的熱情。</p> <p>28. 培養學生將所學知識應用與生產實踐的意識和勇氣。</p> <p>29. 培養科學研究問題的態度。</p> <p>30. 利用生活中的例子來認識慣性與質量</p>	<p>法的應用特點。</p> <p>19. 利用多媒體課件與課堂學生動手實驗相互結合，探究勻變速直線運動規律的應用的方法和思維。</p> <p>20. 加強感性認識，進一步上升到理性認識。</p> <p>21. 類比得出自由落體運動的規律。</p> <p>22. 經歷伽利略對自由落體運動的研究方法，感悟科學探究的方法。</p> <p>23. 分組進行科學探究活動，完成實驗操作。</p> <p>24. 培養學生進行數學推理和圖象處理數據的能力。</p> <p>25. 能從現實生活中發現重力的特點。</p> <p>26. 能運用重力的特點解決一些與生產和生活相關的實際問題。</p> <p>27. 通過觀察微小變化的實例，初步接觸“放大的方法”</p> <p>28. 學生通過設計實驗，並使用控制變數法對影響滑動摩擦力和靜摩擦力大小的因素進行實驗探究。</p> <p>29. 培養學生的邏輯</p>
--	--	--



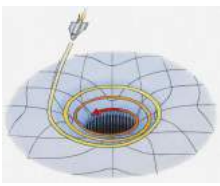
<p>驗，並將實驗數據用圖線法處理。</p> <p>36. 知道重力產生及定義。</p> <p>37. 知道重力的方向以及重力的大小。</p> <p>38. 知道物體重心的含義。</p> <p>39. 了解力是物體對物體的作用，力的作用是相互的，認識力能使物體發生形變或運動狀態發生改變。</p> <p>40. 知道力的三要素。</p> <p>41. 了解四種基本相互作用。</p> <p>42. 理解彈力的概念，知道彈力產生的原因和條件。</p> <p>43. 知道壓力、支持力、繩的拉力都是彈力，會分析彈力的方向，能正確畫出彈力的示意圖。</p> <p>44. 理解形變概念，了解放大法顯示微小形變。</p> <p>45. 能說出胡克定律的內容並應用。</p> <p>46. 知道什麼是靜摩擦力、最大靜摩擦力、滑動摩擦力。</p> <p>47. 能計算靜摩擦力、滑動摩擦力的大小並會判斷它們的方向。</p> <p>48. 理解合力、分力、力的合成、共點力的概念。</p> <p>49. 理解力的合成本質上是從作用效果相等的角度進行力的相互替代。</p>	<p>的關係。鼓勵學生大膽發言，並學以致用。</p> <p>31. 通過實驗探究激發學生的求知欲和創新精神。</p> <p>32. 使學生養成實事求是的科學態度，樂於探究自然界的奧秘，能體驗探索自然規律的艱辛與喜悅。</p> <p>33. 培養學生的合作意識，相互學習、交流、共同提高的學習態度。</p> <p>34. 滲透物理學研究方法的教育，體驗物理方法的魅力。</p> <p>35. 使學生理解建立單位制的重要性，了解單位制的基本思想。</p> <p>36. 了解度量衡的統一對中國文化的發展所起的作用，培養學生的愛國主義情操。</p> <p>37. 讓學生了解單位制與促進世界文化的交流和科技的關係。</p> <p>38. 通過一些單位的規定方式，了解單位統一的重要性，並能運用單位制對計算過程或結果進行檢驗。</p>	<p>思維能力，培養學生利用知識解決實際問題的能力。</p> <p>30. 培養學生的實驗能力，理解問題的能力，應用數學知識解決物理問題的能力；</p> <p>31. 進行科學態度和科學方法教育，了解研究自然規律的科學方法，培養探求知識的能力。</p> <p>32. 樹立等效觀點，形成等效思想，這是非常重要的處理問題的思想。</p> <p>33. 強化“等效替代”的思想。</p> <p>34. 培養學生觀察及設計實驗的能力。</p> <p>35. 培養運用數學工具解決物理問題的能力。</p> <p>36. 培養分析問題的能力，要能透過現象了解事物的本質，不能不加研究、分析而只憑經驗，對物理問題決不能主觀臆斷。正確地認識力和運動的關係。</p> <p>37. 使學生掌握在研究三個物理量之間關係時，用控</p>
--	---	--



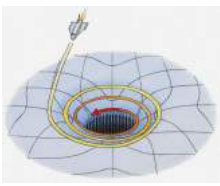
<p>50. 會用力的合成的平行四邊形定則進行力的合成。</p> <p>51. 理解分力的概念，清楚分解是合成的逆運算。</p> <p>52. 會用平行四邊形定則進行作圖並計算。</p> <p>53. 了解力的分解具有唯一性的條件。</p> <p>54. 掌握根據力的效果進行分解的方法和正交分解法。</p> <p>55. 理解力和運動的關係，知道物體的運動不需要力來維持。</p> <p>56. 理解牛頓第一定律，知道它是邏輯推理的結果，不受力的物體是不存在的。</p> <p>57. 理解慣性的概念，知道質量是慣性大小的量度。</p> <p>58. 理解物體運動狀態的變化快慢，即加速度大小與力有關，也與質量有關。</p> <p>59. 通過實驗探究加速度與力和質量的定量關係。</p> <p>60. 培養學生動手操作能力。</p> <p>61. 掌握牛頓第二定律的文字內容和數學公式。</p> <p>62. 理解公式中各物理</p>	<p>39. 培養學生將物理知識應用於生活和生產實踐的意識，勇於探究與日常生活有關的物理問題。</p> <p>40. 利用高科技成果激發學生的求知欲。培養學生科學嚴謹的求實態度及解決實際問題的能力。</p> <p>41. 培養學生合作交流的願望，能主動與他人合作的團隊精神，敢於提出與別人不同的見解。</p> <p>42. 滲透“學以致用”的思想，有將物理知識應用於生產和生活實踐的意識，勇於探究與日常生活有關的物理問題。</p> <p>43. 培養學生聯繫實際、實事求是的科學態度和科學精神。</p> <p>44. 能領略曲線運動的奇妙與和諧，發展對科學的好奇心與求知欲。</p> <p>45. 有參與科技活動的熱情，將物理知識應用於生活和生產實踐中。</p> <p>46. 有參與實驗總結規律的熱情，從而能更方便地解決實際問題。</p> <p>47. 通過實踐，鞏固自</p>	<p>制變數法實現。</p> <p>38. 指導學生根據原理去設計實驗，處理實驗數據，得出結論。</p> <p>39. 幫助學生會分析數據表格，利用圖象尋求物理規律。</p> <p>40. 以實驗為基礎，歸納得到物體的加速度跟它的質量及所受外力的關係，進而總結出牛頓第二定律。</p> <p>41. 認識到由實驗歸納總結物理規律是物理學研究的重要方法。</p> <p>42. 讓學生認識到統一單位的必要性。</p> <p>43. 使學生了解單位制的基本思想。</p> <p>44. 培養學生在計算中採用國際單位，從而使運算過程的書寫簡化。</p> <p>45. 通過學過的物理量了解單位的重要性，知道單位換算的方法。</p> <p>46. 通過生活中的作用力和反作用力的事例，體驗作用力和反作用力</p>
---	--	--



<p>量的意義及相互關係。</p> <p>63. 知道在國際單位制中力的單位“牛頓”是怎樣定義的。</p> <p>64. 會用牛頓第二定律的公式進行有關的計算。</p> <p>65. 了解什麼是單位制，知道力學中的三個基本單位。</p> <p>66. 認識單位制在物理計算中的作用。</p> <p>67. 知道作用力和反作用力的概念。</p> <p>68. 理解牛頓第三定律的確切含義。</p> <p>69. 能用牛頓第三定律解決簡單問題。</p> <p>70. 進一步學習分析物體的受力情況，並能結合物體的運動情況進行受力分析。</p> <p>71. 掌握應用牛頓運動定律解決動力學問題的基本思路方法。</p> <p>72. 能夠從物體的受力情況確定物體的運動情況。能夠從物體的運動情況確定物體的受力情況。</p> <p>73. 理解共點力作用下物體平衡狀態的概念，能推導出共點力作用下物體的平衡條件。</p>	<p>己所學的知識。</p> <p>48. 通過重複多次實驗，進行共性分析、歸納分類，達到鑒別結論的教育目的，同時還能進行理論聯繫實際的教育。</p> <p>49. 通過描述勻速圓周運動快慢的物理量的教學，使學生了解對於同一個問題可以從不同的側面進行研究，同時它們之間既有區別，又有聯繫，要學會全面地認識問題的方法。</p> <p>50. 培養學生認識未知世界要有勇於猜想的勇氣和嚴謹的科學態度。</p> <p>51. 感知物理源自生活，激發學生熱愛科學學習科學的熱情。</p> <p>52. 在實驗中培養分析、解決問題的能力，提高思維水平。</p> <p>53. 體會向量獨立性原理的應用，激發學習物理的興趣。</p> <p>54. 培養學生的應用實踐能力和思維創新意識。</p> <p>55. 運用生活中的幾個事例，激發學生的</p>	<p>的不同作用效果。</p> <p>47. 通過實驗探究得出牛頓第三定律，體會實驗在發現自然規律中的作用。</p> <p>48. 培養學生利用物理語言表達、描述物理實際問題的能力。</p> <p>49. 幫助學生提高資訊收集和處理能力，分析、思考、解決問題能力和交流、合作能力。</p> <p>50. 幫助學生運用實例總結歸納一般問題解題規律的能力。讓學生認識數學工具在物理問題中的作用。</p> <p>51. 培養學生的分析推理能力和實驗觀察能力。</p> <p>52. 培養學生處理三力平衡問題時一題多解的能力。</p> <p>53. 引導幫助學生歸納總結發生超重、失重現象的條件及實質。</p> <p>54. 體驗曲線運動與直線運動的區別。</p>
--	---	--



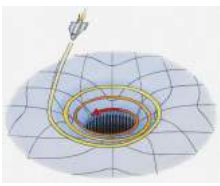
<p>74. 會用共點力平衡條件解決有關力的平衡問題。</p> <p>75. 通過實驗認識超重和失重現象，理解產生超重、失重現象的條件和實質。</p> <p>76. 進一步熟練掌握應用牛頓運動定律解決問題的方法和步驟。</p> <p>77. 知道曲線運動物體的位置確定方法，了解曲線運動物體的位移。</p> <p>78. 知道曲線運動中速度的方向，理解曲線運動是一種變速運動。</p> <p>79. 掌握運動的合成和分解的基本方法，能用於研究蠟塊的運動。</p> <p>80. 知道物體做曲線運動的條件是所受的合外力與它的速度方向不在一條直線上。</p> <p>81. 知道什麼是平拋運動及物體做平拋運動的條件。知道平拋運動的特點是初速度方向水平，只受豎直方向重力作用，運動軌跡是拋物線。</p> <p>82. 掌握平拋運動的基本規律。理解平拋</p>	<p>學習興趣、求知欲和探索動機。</p> <p>56. 通過對實例的分析，建立具體問題具體分析的科學觀念。</p> <p>57. 澄清對天體運動禪秘、模糊的認識，掌握人類認識自然規律的科學方法。</p> <p>58. 感悟科學是人類進步不竭的動力。</p> <p>59. 感受太陽與行星間的引力關係，從而體會大自然的奧秘。</p> <p>60. 領略自然界的奇妙與和諧，蘊涵其中的規律之簡潔，發展對科學的好奇心與求知欲。</p> <p>61. 體驗牛頓在前人基礎上發現萬有引力的思考過程，說明科學研究的長期性、連續性、艱巨性，體現科學精神與人文精神的結合。</p> <p>62. 培養學生認真</p>	<p>55. 體驗曲線運動是變速運動及它的速度方向的變化。</p> <p>56. 體驗用直線運動的思路來研究曲線運動。</p> <p>57. 掌握平拋運動的特點，能夠運用平拋規律解決有關問題。</p> <p>58. 通過例題分析再次體會平拋運動的規律。</p> <p>59. 觀察現象→初步分析→猜測實驗研究→得出規律→重複實驗→鑒別結論→追求統一。</p> <p>60. 利用已知的直線運動的規律來研究複雜的曲線運動，滲透物理學“化曲為直”“化繁為簡”的方法及“等效代換”正交分解”的思想方法。</p> <p>61. 在實驗教學中，進行控制的思想方法的教育：從實驗的設計、裝置、操作到數據處理，所有環節都應進行多方面實驗思想的教育，“實驗的精髓</p>	
--	---	---	--



<p>運動是勻變速運動，其加速度為 g。</p> <p>83. 理解平拋運動可以看做水平方向的勻速直線運動與豎直方向的自由落體運動的合運動，並且這兩個分運動並不互相影響。</p> <p>84. 掌握拋體運動的位置與速度的關係。</p> <p>85. 知道平拋運動的條件及相應控制方法。</p> <p>86. 知道用實驗獲得平拋運動軌跡的方法。</p> <p>87. 知道判斷運動軌跡是否為拋物線的方法。</p> <p>88. 知道測量初速度時需要測量的物理量。</p> <p>89. 會推導初速度的運算式，會計算平拋運動的初速度。</p> <p>90. 知道什麼是勻速圓周運動。</p> <p>91. 理解什麼是線速度、角速度和週期。</p> <p>92. 理解線速度、角速度和週期之間的關係。</p> <p>93. 理解速度變化量與加速度的概念。</p> <p>94. 知道向心加速度大</p>	<p>嚴禁的科學態度和大膽探究的心理質量。</p> <p>63. 體會物理學規律的簡潔性和普適性，領略物理學的優美。</p> <p>64. 通過介紹我國在衛星發射方面的情況，激發學生的愛國熱情。</p> <p>65. 感知人類探索宇宙的梦想。促使學生樹立獻身科學的人生價值觀。</p> <p>66. 通過對牛頓力學適用範圍的討論，使學生知道物理中的結論和規律一般都有其適用範圍，認識知識的變化性和無窮性，培養獻身於科學的時代精神。</p> <p>67. 通過“追尋守恒量”，使學生領會尋找守恒量是科學研究的重要思想方法，初步樹立能量轉化與守恒的觀點。</p> <p>68. 通過展示生活中的一些物理現象，使</p>	<p>在於控制”的思想，在乎拋物體實驗中非常突出。如裝置中斜槽末端應保持水平的控制。木板要豎直放置的控制。操作上強調小球每次都從斜槽同一高度處由靜止開始釋放的控制。在測量小球位置時對實驗誤差的控制等。</p> <p>62. 學會根據勻速圓周運動的有關公式分析和解決問題，進一步理解物理概念的學習方法。</p> <p>63. 通過實驗感知使學生樹立實事求是的科學態度，建立科學的方法。</p> <p>64. 經歷向量差法、比值定義法、極限法，滲透“無限逼近”的思維方法，嘗試用數學方法解決物理問題，感悟科學探究的方法。</p> <p>65. 通過探究過程，引發學生思考，分析，歸納，從而培養學生的分析，歸納能力。</p>
---	---	---



<p>小與線速度，角速度的關係。</p> <p>95. 能夠運用向量運算規則和相關數學知識推導出向心加速度的大小運算式。</p> <p>96. 能夠應用向心加速度的相應運算式解決問題。</p> <p>97. 理解向心力的概念、公式及物理意義。</p> <p>98. 了解變速圓周運動的概念及受力特徵。</p> <p>99. 了解研究一般圓周運動的方法。</p> <p>100. 知道如果一個力或幾個力的合力的效果是使物體產生向心加速度，它就是圓周運動的物體所受的向心力，會在具體問題中分析向心力的來源。</p> <p>101. 能運用勻速圓周運動規律分析和處理生產和生活中具體實例。</p> <p>102. 知道向心力和向心加速度的公式也適用於變速圓周運動，會求變速圓周運動中物體在特殊點的向心力和向心加速度。</p> <p>103. 知道地心說和日心說的基本</p>	<p>學生進一步體會能量守恆的普遍性。</p> <p>功與生活聯繫非常密切，通過探究功來探究生活實例。</p> <p>69. 感知功率在生活中的實際應用，提高學習物理科學的價值觀。</p> <p>70. 從對生活中有關的物理現象觀察、對已有知識的掌握得到物理結論，激發和培養學生探索自然規律的興趣。</p> <p>71. 培養學生對科學的好奇心與求知欲。</p> <p>72. 通過討論與交流等活動，培養學生有將自己的見解與他人交流的願望，敢於堅持正確觀點，勇於修正錯誤，發揚與他人合作的精神，分享探究成功後的喜悅。</p> <p>73. 體會彈性勢能在生活中的意義，提高物理知識在生活中的應用意識，做到理論聯繫實際。</p> <p>74. 體會學習的快樂，激發學習的興趣。通過親身實踐，樹立“實踐是檢驗真理的唯一標準”的科學理念。</p> <p>75. 激發學生對物理問</p>	<p>66. 自覺地將牛頓第二定律運用於圓周運動。</p> <p>67. 運用運動的合成與分解和力的獨立性原理分析變速圓周運動。</p> <p>68. 通過對勻速圓周運動的實例分析，滲透理論聯繫實際的觀點，提高學生的分析和解決問題的能力。</p> <p>69. 通過勻速圓周運動的規律也可以在變速圓周運動中使用，滲透特殊性和一般性之間的辯證關係，提高學生的分析能力。</p> <p>70. 通過托勒密、哥白尼、第穀·布拉赫、開普勒等幾位科學家對行星運動的不同認識，了解人類認識事物本質的曲折性並加深對行星運動的理解。</p> <p>71. 通過推導太陽與行星間的引力公式，體會邏輯推理在物</p>	
--	--	--	--



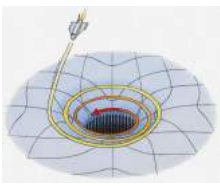
<p>內容。</p> <p>104.知道所有行星繞太陽運動的軌道都是橢圓，太陽處在橢圓的一個焦點上。</p> <p>105.知道所有行星的軌道的半長軸的三次方跟它的公轉週期的二次方的比值都相等，且這個比值與行星的質量無關，但與太陽的質量有關。</p> <p>106.理解人們對行星運動的認識過程是漫長複雜的，真理是來之不易的。</p> <p>107.理解太陽與行星間引力的存在。</p> <p>108.能根據開普勒行星運動定律和牛頓第三定律推導出太陽與行星間的引力運算式。</p> <p>109.知道萬有引力是一種普遍存在的力。知道萬有引力定律的發現過程，了解科學研究的一般過程。</p>	<p>題進行理論探究的興趣。</p> <p>76. 激發學生用不同方法處理同一問題的興趣，會選擇用最優的方法處理問題。</p> <p>77. 通過有趣的演示實驗，激發學生的學習熱情，體會科學的魅力</p> <p>78. 通過機械能守恆定律，感悟自然界的守恆思想，體會自然的對稱美、自然美。</p> <p>79. 通過實驗及誤差分析，培養學生實事求是的科學態度，激發學生對物理規律的探知欲。</p> <p>80. 使學生通過實驗體會成功的樂趣與成就感，激發對物理世界的求知欲。</p> <p>81. 培養學生的團結合作精神和協作意識，敢於提出與別人不同的見解。</p> <p>82. 學習科學家不畏艱辛的探索精神、體驗科學的和諧美，了解大量的能源消耗帶來的全球性環境問題，樹立環保意識。</p> <p>83. 感知我們周圍能源的耗散對環境的影</p>	<p>理學中的重要性。</p> <p>72. 體會推導過程中的數量關係。</p> <p>73. 以學習萬有引力定律為載體，培養學生搜集、組織資訊的能力，掌握理論探究的基本方法。</p> <p>74. 以學習萬有引力定律為載體，通過展現思維程式“提出問題→猜想與假設→理論分析→實驗觀測→驗證結論”培養學生探究思維能力。</p> <p>75. 認識物理模型、理想實驗和數學工具在物理學發展過程中的作用。</p> <p>76. 培養學生根據數據分析找到事物的主要因素和次要因素的一般過程和方法。</p> <p>77. 培養學生根據事件的之間相似性採取類比方法分析新問</p>	
--	--	---	--



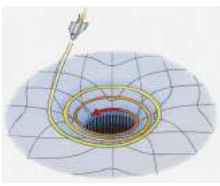
<p>110.知道萬有引力定律的運算式，知道萬有引力定律是平方比定律，知道 G 的含義。</p> <p>111.了解卡文迪許實驗中扭秤的測量微小力的巧妙構思，知道卡文迪許實驗的意義在於直接驗證萬有引力定律。</p> <p>112.了解地球表面物體的萬有引力兩個分力的大小關係，計算地球質量。</p> <p>113.行星繞恒星運動、衛星的運動的共同點：萬有引力作為行星、衛星圓周運動的向心力，會用萬有引力定律計算天體的質量。</p> <p>114.了解萬有引力定律在天文學上有重要應用。</p> <p>115.了解人造衛星的有關知識。</p> <p>116.知道三個宇宙速度的含義，會推導第一宇宙速度。</p>	<p>響，認識科技對人類社會發展的負面影響，提高節能意識和環保意識，並在個人所能及的範圍內對社會的可持續發展有所貢獻。</p>	<p>題的能力與方法。</p> <p>78. 培養學生歸納總結建立模型的能力與方法。</p> <p>79. 通過用萬有引力定律推導第一宇宙速度，培養學生運用知識解決問題的能力。</p> <p>80. 通過閱讀課文體會一切科學都有自己的局限性，新的理論會不斷完善和補充舊的理論，人類對科學的認識是無止境的。</p> <p>81. 體會伽利略斜面實驗的思想方法，了解能量概念的引入過程。</p> <p>82. 體會“追尋守恆量”這種變化之中抓不變的研究策略。</p> <p>83. 理解正負功的含義，並會解釋生活實例。</p> <p>84. $P=W/t$ 通常指平均功率，$\Delta t \rightarrow 0$ 時為瞬時功率。</p> <p>85. 用 $P=Fv$ 分析汽車的啟動，注意</p>	
---	---	---	--



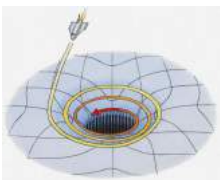
<p>117.知道牛頓運動定律的適用範圍。</p> <p>118.了解經典力學在科學研究和生產技術中的廣泛應用。</p> <p>119.知道質量與速度的關係，知道高速運動中必須考慮速度隨時。</p> <p>120.了解“追尋守恆量”這一物理學的基本觀點和思想。</p> <p>121.知道動能和勢能的概念。</p> <p>122.會分析生活中有關機械能轉化的問題。</p> <p>123.理解功的概念，知道力和物體在力的方向發生位移是做功的兩個不可缺少的因素。</p> <p>124.理解正功和負功的概念，知道在什麼情況下力做正功或負功。</p> <p>125.知道在國際單位制中，功的單位是焦耳(J)，知道功是標量。</p> <p>126.掌握合力做功的意義和總功的含義。</p> <p>127.掌握公式 $W=Fl\cos\alpha$ 的應用條件，並能進行有關</p>		<p>知識的遷移。</p> <p>86. 根據已有的知識，利用極限的思想證明重力做功與路徑無關。</p> <p>87. 根據功和能的關係，推導重力勢能的運算式。使學生體會知識建立的方法。</p> <p>88. 利用控制變數法定性確定彈簧彈性勢能的相關的因素。</p> <p>89. 採用邏輯推理和類比的方法探究彈簧彈性勢能運算式。</p> <p>90. 通過探究彈性勢能運算式的過程，讓學生體會微分思想和積分思想在物理學中的應用。</p> <p>91. 通過用紙帶與打點計時器來探究功與物體速度相關量變化的關係，體驗知識的探究過程和物理學的研究方法。</p> <p>92. 體驗實驗與理論探索相結合的探究過程。</p> <p>93. 培養學生演繹推理的能力。</p> <p>94. 培養學生的創造能力和創造性思</p>	
--	--	---	--



<p>計算。</p> <p>128.理解功率的定義及額定功率與實際功率的定義。</p> <p>129.$P=W/t$，$P=Fv$的運用。</p> <p>130.理解重力勢能的概念，會用重力勢能的定義進行計算。</p> <p>131.理解重力勢能的變化和重力做功的關係，知道重力做功與路徑無關。</p> <p>132.知道重力勢能的相對性和系統性。</p> <p>133.理解彈性勢能的概念，會分析決定彈性勢能的相關因素。</p> <p>134.理解彈力做功與彈簧彈性勢能變化的關係。</p> <p>135.知道探究彈性勢能運算式的方法，了解計算變力做功的基本方法和思想。</p> <p>136.進一步掌握功和能的關係：即，功是能轉化的量度。</p> <p>137.會用打點計時器打下的紙帶計算物體運動的速度。</p> <p>138.學習利用物理圖像探究功與物體速度變化的關係。</p> <p>139.理解動能的概念，會用動能的定義式進行計算。</p>		<p>維。</p> <p>95.通過科學探究機械能的過程，對物理現象（動能和勢能的轉化）的分析提出假設，再進行理論推導的物理研究方法。</p> <p>96.經歷歸納概括“機械能守恆條件”的過程，體會歸納的思想方法。</p> <p>97.通過學生自主學習，培養學生設計實驗、採集數據，處理數據及實驗誤差分析的能力。</p> <p>98.通過同學們的親自操作和實際觀測掌握實驗的方法與技巧。</p> <p>99.通過對紙帶的處理過程培養學生獲取資訊、處理資訊的能力，體會處理問題的方法，領悟如何間接測一些不能直接測量的物理量的方法。</p> <p>100.通過實驗過程使學生體驗實驗中理性思維的重要，既要動手，更要動腦。</p> <p>101.通過收集資訊、</p>	
--	--	---	--



<p>140.理解動能定理及其推導過程。</p> <p>141.知道動能定理的適用條件，會用動能定理進行計算。</p> <p>142.知道什麼是機械能，知道物體的動能和勢能可以相互轉化。</p> <p>143.理解機械能守恆定律的內容，知道它的含義和適用條件。</p> <p>144.在具體問題中，判定機械能是否守恆，並能列出機械能守恆的方程式</p> <p>145.要弄清實驗目的，本實驗為驗證性實驗，目的是利用重物的自由下落驗證機械能守恆定律。</p> <p>146.要明確實驗原理，掌握實驗的操作方法與技巧、學會實驗數據的採集與處理，能夠進行實驗誤差的分析，從而使我們對機械能守恆定律的認識，不止停留在理論的推導上，而且還能夠通過親自操作和實際觀測，從感性上增加認識，深化對機械能守恆定律的理解。</p> <p>147.要明確紙帶選取及</p>		<p>閱讀教材和資料、相互交流，感受物理規律得出的歷程，體會哲學和自然科學長期發展和進步歷程。</p> <p>102.通過能量守恆定律事例分析，提高分析問題和理論聯繫實際的能力。從可持續發展角度分析能源、資源及日常諸多現象，提出自己的觀點及其可行的做法。</p>	
---	--	---	--

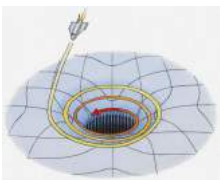


<p>測量瞬時速度簡單而準確的方法。</p> <p>148.了解各種形式的能，知道確立能量守恆定律的兩類重要形式。</p> <p>149.理解能量守恆定律的內容，會用能量守恆的觀點分析、解釋一些實際問題。</p> <p>150.了解能量耗散，認識提高能量利用效率的重要性。</p> <p>151.知道能源短缺和環境惡化是關係到人類社會能否持續發展的大問題，增強節約能源和環境保護的意識。</p>			
---	--	--	--



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 用書名稱：校本教材 編寫老師：C050			
		出版社：牛津大學出版社	
單元	課題	課題中與基本學力要求對應的教學內容	基本學力要求指標
高中物理同步課堂(人教版必修一二)	第一章： 磁場 (18 課時)	<p>例如：</p> <p>本教材強調探究的方法，例如，本章不具體講述向量的合成的平行四邊形定則，但通過位移合成的具體實例，讓學生通過體會向量合成不同於標量合成的方法。又例如，通過用打點計時器測量瞬时速度的實驗中，讓學生自己體會選取怎樣的兩個點跡，通過計算出的平均速度近似表示瞬時速度為好。</p> <p>勻變速直線運動的研究是高中物理課程運動學中的重要學習內容，本章的三個核心概念（速度、加速度、位移）和勻變速直線運動的規律是後面學習解決有關勻變速直線運動的基礎；另外，本章是為學習“相互作用和運動規律”、“拋體運動與圓周運動”等做準備、打基礎的一章，通過本章的學習，使學生知道描述運動的物理量，理解勻變速直線運動的規律及其圖象表述，並能應用運動規律求解有關問題，這些內容是進一步學習動力學和比較複雜的運動規律的基礎，也為學習電荷在電、磁場中的運動等內容奠定了基礎；本章所培養的學生的基本技能，對於今後的物理學習和研究有著重要的作用。</p> <p>高中物理知識的深廣度比初中</p>	<p>A-4 初步學會利用事實、經驗或科學理論進行邏輯推理作出假設。</p> <p>A-5 嘗試運用批判性思維對問題提出有創意的構想和具可行性的解決方案。</p> <p>A-6 通過圖書館、互聯網、多媒體資源庫等不同途徑搜尋所需科學資訊，並初步學會對這些資訊進行分類與概括。</p> <p>A-7 嘗試評估所獲資訊和觀測結</p>
	第二章： 電磁感應 (21 課時)		
	第三章： 交變電流 (12 課時)		



第四章： 感測器（8 課時）	要上一個臺階，但限於學生的知識基礎和思維能力，這個臺階不能太大。另外，受知識結構本身的制約，本章的教學不能一次到位。學生對物理概念和物理規律的理解要逐步深化，這是個漸變的過程。因此，教學要求要逐步達到，應該在不同階段提出不同層次的教學要求。否則，不僅欲速不達，還會挫傷學生學習的積極性。教師在本章的教學中要注意把握分寸，既要使學生對力的基本概念的認識得到提高，體會研究向量問題的思維方法，又要不脫離學生的知識水平和思維能力的實際。在教學過程中，要堅持“因材施教”和“循序漸進”的原則，這是發揮教師主導作用的基本點。	果的質量，並明 辨影響質量和可 靠性的因素。
第五章：曲 線運動（16 課時）		A-8 初步學會憑 藉直接證據和間 接證據推演出正 確結論。
第六章：萬 有引力與航 天（14 課 時）		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。
第七章：機 械能守恆定 律（11 課 時）		B-7 了解伽利略 和牛頓對科學的 貢獻及其實驗方 法在科學發展中 的重要性。



五、設計創意和特色

5.1 注重理論與生活實際相結合

物理教學要緊密聯繫學生的生活實際，從學生的生活經驗和已有知識出發，創設生動有趣的情景，引導學生開展觀察、操作、猜想、推理、交流等活動，使學生通過學習活動，掌握基本的物理知識和技能，學會從物理的角度去觀察事物、思考問題，激發對物理的學習興趣以及學好物理的願望。

為使學生較容易地進入狀態，也便於教師解決備課時經常遇到的如何引入新課的問題，全書安排了大量的情景設置，主要有以下幾類：

(1) 以圖片創設情境

例如：“曲線運動”圖 5.1-1---5.8-10 形形色色的曲線運動；

(2) 以問題創設情景

例如：“質點在平面內的運動”以蠟塊的運動為例提出怎樣在平面直角坐標系中研究物體的運動。

(3) 以活動創設情境

例如：“勻速圓周運動的向心力和向心加速度”感受向心力等。

5.2 分組合作學習，突出科學探究

“學習科學探究方法，發展自主學習能力，養成良好的思維習慣，能運用物理知識和科學探究方法解決一些問題。”

(1) 實驗探究

科學探究包括“提出問題、猜想與假設、制定計畫與設計實驗、實驗與收集證據、分析與論證、評估、交流與合作”七個要素。這類探究活動以科學實驗為主要形式，我們稱之為“實驗探究”。



教材設置的“實驗探究”有：研究曲線運動的速度方向、研究曲線運動的條件、比較平拋運動和自由落體運動、研究斜拋運動。

教材還設置了如下“學生實驗”：研究平拋運動。另外，教材設置的“活動”欄目中，也有不少實驗探究內容。如：運動的合成實驗、感受向心力等。

(2) 理論探究

除實驗探究外，也有不少探究活動則是屬於純理論性的探究，通常包括“提出問題、猜想與假設、思考與討論、推理與論證、檢驗與評估、應用與實踐、交流與合作”七個要素，我們稱之為“理論探究”。

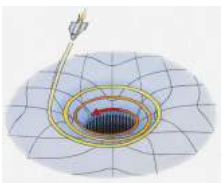
教材設置的“理論探究”有：曲線運動的速度方向、平拋運動的分解。另外，教材設置的“活動”、“討論交流”、“觀察與思考”欄目中，也有不少理論探究的內容。如：對小船渡河同時參與了兩個運動的觀察與思考等。

5.3 “三位一體”遞進式 STEAM 教學模式，思考及解決生活問題

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

5.4 教學資源豐富，階梯式鞏固提升

本課程提供了豐富的教學資源，目的是在學生的學習過程中提供全方位的支持。在課前預習上，我們提供了詳實的“課前自主預習學案”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。



貳、教案設計

第一章：運動的描述（11 課時）

1.1 整章概述

1、本章是中學生高中階段學習物理的起始課，要讓學生了解知識上力學是物理學的基礎，方法上是物理學和其他科學研究的典範。現代物理學是從伽利略對運動的研究開始的，機械運動是一切運動中最簡單的，而力學就是研究機械運動的科學。建立理想化的物理模型是研究物理學的基本方法之一，質點就是我們遇到的第一個理想化的模型，要通過質點模型的建立滲透和培養這種科學的方法。

2、運動是絕對的，而我們研究的運動都是相對的，因此參考系的概念是必須的。而要定量描述運動，還必須在參考系上建立坐標系。

3、區分位置和位移，這是本教材區別於以前中學物理教材的表現之一。用 x 表示位置座標，用 Δx 表示位移，相應地在時間座標上，時刻和時間間隔更好理解了。

4、滲透關於極限的思想和變化率的概念。對於瞬時速度，不再像以前教材那樣只說“某時刻的速度”，而是從平均速度出發，逐步縮小時間間隔，引出瞬時速度的概念。雖然高一年級的學生尚沒有學習過極限的概念，但通過具體事例滲透這種思想。

5、對於加速度，與速度一樣，也區分平均加速度和瞬時加速度，其目的與上面所說的相同。

6、本教材強調探究的方法，例如，本章不具體講述向量的合成的平行四邊形定則，但通過位移合成的具體實例，讓學生通過體會向量合成不同於標量合成的方法。又例如，通過用打點計時器測量瞬時速度的實驗中，讓學生自己體會選取怎樣的兩個點跡，通過計算出的平均速度近似表示瞬時速度為好。

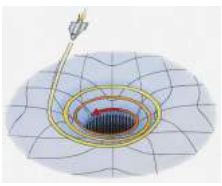
7、本章的實驗是學生上高中後的第一次物理實驗，要注意培養良好的實驗素質，包括準確地測量和讀取數據、尊重實驗事實、尊重實驗的原始數據、深入分析實驗結果等等。

8、本章教材注意物理知識與生活、技術、社會的聯繫，這是第三維教學目標所要求的，教學中應引起重視。



1.2 課題中與基本學力要求對應的教學內容

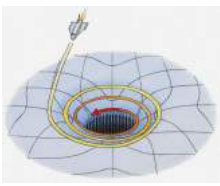
課題中與基本學力要求對應的教學內容	基本學力要求指標
<p style="text-align: center;">A 知識目標</p> <ol style="list-style-type: none">1. 知道參考系的概念。知道對同一物體選擇不同的參考系時，觀察的結果可能不同。2. 理解質點的概念，知道它是一種科學的抽象，知道科學抽象是一種普遍的研究方法。3. 會用座標表示時刻與時間、位置和位移及相關方向。4. 會用向量表示和計算質點位移。5. 理解速度概念，領會速度概念的比值定義方法。6. 理解平均速度概念，會利用平均速度的定義式計算物體的平均速度。7. 知道瞬時速度是表示某一時刻的速度，了解平均速度與瞬時速度的區別與聯繫。8. 理解速度的向量性，知道速度的方向即物體運動的方向9. 知道速度與速率的區別與聯繫。10. 了解打點計時器的計時原理，理解紙帶中包含的物體運動的資訊（時間、位移）。11. 會安裝並使用打點計時器，理解根據紙帶測量速度的原理並測量瞬時速度。12. 明確速度—時間圖象的物理意義，描點法畫圖象的方法，並畫出該實驗中的速度—時間圖象，能從圖象中獲取有用的資訊。13. 知道加速度的物理意義。14. 掌握其定義公式和單位。15. 知道加速度的方向與速度變化量方向一致。16. 區別加速度、速度、速度變化量。 <p style="text-align: center;">B 情意目標</p> <ol style="list-style-type: none">1. 養成良好的思考表述習慣和科學的價值觀。2. 通過極限法培養學生科學的思維方式。3. 培養學生的遷移類推能力和抽象思維能力。4. 感受打點計時器的巧妙設計思路，體會物理原理在解決實際問題中的指導作用，增強將物理知識應用於生活實際的意識。5. 經歷實驗過程，體驗科學實驗過程的艱辛與喜悅，並樂於探索自然界的奧妙。	<p>A-4 初步學會利用事實、經驗或科學理論進行邏輯推理作出假設。</p> <p>A-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> <p>B-7 了解伽利略和牛頓對科學的貢獻及其實驗方法在科學發展中的重要性。</p>



6. 體驗用圖象的方法描述物理現象的樂趣.培養學生用數學方法處理物理問題的意識.培養學生敢於創新和實事求是的科學態度和科學精神。
7. 培養學生合作與交流的精神，有將自己的見解與他人交流的願望，養成在合作中既堅持原則又尊重他人的習慣。
8. 本節在物體運動快慢的基礎上進一步提出速度變化快慢的問題。
9. 通過探索用比值定義法得出加速度的概念，感悟到探索問題解決問題的興趣和學無止境的觀點。
10. 激發探索科學的興趣和毅力。

C 技能目標

1. 通過用物理量表示質點不同時刻的不同位置，不同時間內的不同位移（或路程）的體驗，領略物理方法的奧妙，體會科學的力量。
2. 體會平均速度概念的等效思想方法。
3. 在討論平均速度和瞬時速度聯繫的過程中，體會極限思想方法。
4. 根據速度定義體會變化率的概念。
5. 通過學生自己看打點計時器的說明書，培養學生獨立學習的能力。
6. 通過實驗得出物體的運動資訊，用數學方法表述出來.培養學生獲取資訊、處理資訊的能力，體會處理問題的方法，領悟如何間接測一些不能直接測量的物理量的方法。
7. 通過畫速度—時間圖象培養學生用圖象法處理數據的能力，體驗數學工具在物理發展中的作用。
8. 體驗實驗中理性思維的重要，既要動手，更要動腦。
9. 經歷科學探究過程，認識科學探究的意義，嘗試應用科學探究的方法研究物體運動。
10. 通過比值定義法，進一步了解加速度的物理意義。
11. 通過對速度變化快慢描述的探索過程，體會一個量的變化與變化快慢的區別。



第一課題 §1.1 質點、參考系和坐標系 (1 課時)

一、課前自主預習學案

【學習目標】

1. 認識建立質點模型的意義和方法，能根據具體情況將物體簡化為質點。知道它是一種科學的抽象，知道科學抽象是一種普遍的研究方法。
2. 理解參考系的選取在物理中的作用，會根據實際情況選定參考系。
3. 認識一維直線坐標系，掌握坐標系的簡單應用。

【學習重點】

1. 理解質點概念以及初步建立質點概念所採用的抽象思維方法。
2. 在研究具體問題時，如何選取參考系。
3. 如何用數學上的坐標軸與實際的物理情景結合起來建立坐標系。

【學習難點】

在什麼情況下可以把物體看作質點，即將一個實際的物體抽象為質點的條件。

【方法指導】

自主探究、交流討論、自主歸納

【自主探究】

任務一：物體和質點

【閱讀】P₉ 第一部分：物體與質點並完成下列問題。

A 級 1、雄鷹拍打著翅膀在空中翱翔，足球在綠茵場上飛滾……在這些司空見慣的現象中，雄鷹、足球都在做機械運動。詳細描述物體的運動有什麼困難？困難出在哪里？

B 級 2、描述物體運動，我們需要了解物體各部分運動的區別嗎？可以將問題簡化嗎？為什麼？

A 級 3、

稱

質點。

【思考與交流】



B 級 1 · 地球是一個龐然大物，直徑約為 $12\,800\text{km}$ ，與太陽相距 $1.5 \times 10^8\text{ km}$ 。研究地球繞太陽的公轉時，能不能把它看成質點？研究地面上各處季節變化時，能不能把它看成質點？

2 · 撐杆跳高是一項非常刺激的體育運動專案，一般來說可以把撐杆跳運動分為如下幾個階段：助跑、撐杆起跳、越過橫杆。討論並思考後回答，在下列幾種情況下運動員能否被看作質點，從中體會質點模型的建立過程。

- (1) 教練員針對訓練錄影糾正運動員的錯誤時，能否將運動員看成質點？
- (2) 分析運動員的助跑速度時，能否將其看成質點？
- (3) 測量其所跳高度(判斷其是否打破紀錄)時，能否將其看成質點？

C 級 3 · 物理中的“點”跟幾何中的點有什麼相同和不同之處？

知識點二：參考系

【閱讀】P₁₀ 第二部分：參考系並完成下列問題。

A 級 1 · 看教材中的圖 1 · 1—3，車中小孩是運動還是靜止的？

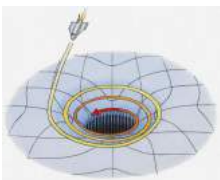
2、參考系：

3 · 看教材中的圖 1 · 1—4，選擇不同參考系來觀察同一物體運動，結果如何？

【思考與交流】

A 級 1 · 電影《閃閃的紅星》中有兩句歌詞：“小小竹排江中游，巍巍青山兩岸走”這其中分別描述了兩種運動情景，那麼它們分別是以什麼為參考系的？

B 級 2 · 敦煌曲子詞中有這樣的詩句：“滿眼風波多閃爍，看山恰似走來迎，仔細看山山不動，是船行。”其中“看山恰似走來迎”和“是船行”所選的參考系分別是什麼？



C級3、一跳傘運動員在下落過程中，看到身旁的直升機在向上運動，則直升機相對於地面的運動情況是怎樣的？

知識點三：坐標系

【閱讀】P₁₁ 第三部分：坐標系並填空

A級1、要準確地描述物體的_____及_____需要建立坐標系。如果物體在一維空間運動，即沿一條直線運動，只需建立_____坐標系，就能準確表達物體的位置；

【思考與交流】

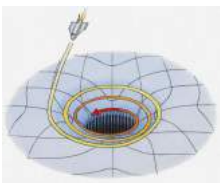
A級1、如果物體在二維空間運動，即在同一平面運動，就需要建立_____坐標系來描述物體的位置；當物體在三維空間運動時，則需要建立三維直角坐標系來描述。

2、如果物體沿直線運動，為了定量描述物體的位置及變化，可以以這條直線為x軸，在直線上規定_____、_____和_____，建立直線坐標系，如圖所示，若物體運動到A點，此時它的位置座標 $x_A =$ _____，若它運動到B點，則此時它的位置座標 $x_B =$ _____。



3、閱讀教材“科學漫步”欄目並思考書中提出的問題。

【總結與反思】



二、新課教學：§1.1 質點、參考系和坐標系

課題	§1.1 質點、參考系和坐標系		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2017.09.04	課型	新授課		課時	1 課時

2.1 教材分析

本節教科書的第一段道出了全章教科書的目標，就是研究“怎樣描述物體的機械運動”。教科書一開始就從參考系中明確地抽象出了坐標系的概念，指導思想是強調一般性的科學方法，即為這樣的思想作準備：解決問題時首先把實際問題抽象成物理模型，然後用數學方法描述這個模型，並尋求解決的方法。

要研究物體位置的變化問題，首先必須解決位置確定問題，教科書把“物體和質點”當作一個知識點，說明質點是針對物體而言的，實際的“物體”都“佔有一定的空間”，在通常的運動過程中，“不同部位的運動情況是不相同的”，從而“給描述運動帶來了困難”，解決問題的關鍵是“能否用一個點來代替物體”。

2.2 教學目標

1、知道參考系的概念。知道對同一物體選擇不同的參考系時，觀察的結果可能不同。

2、理解質點的概念，知道它是一種科學的抽象，知道科學抽象是一種普遍的研究方法。

2.3 教學重點

- 1、在研究問題時，如何選取參考系。
- 2、質點概念的理解。

2.4 教學難點

在什麼情況下可把物體看出質點

2.5 教學過程

(一)預習檢查、總結疑惑

檢查落實了學生的預習情況並了解了學生的疑惑，使教學具有了針對性。

(二)情景導入、展示目標。

在研究某一問題時，對影響結果非常小的因素常忽略。常建立一些物理模型，這是一種科學抽象。那以前接觸過這樣的物理模型嗎？

如：光滑的水平面、輕質彈簧。

這些都是把摩擦、彈簧質量對研究問題影響極小的因素忽略掉了。今天我們又要建立一種新的物理模型——質點。質點，並完成下列問題：



設計意圖：步步導入，吸引學生的注意力，明確學習目標。

(三) 合作探究、精講點撥。

1、物體和質點

填寫：

- (1) 質點就是沒有____，沒有____，只具有物體____的點。
- (2) 能否把物體看作質點，與物體的大小、形狀有關嗎？
- (3) 研究一輛汽車在平直公路上的運動，能否把汽車看作質點？要研究這輛汽車車輪的轉動情況，能否把汽車看作質點？
- (4) 原子核很小，可以把原子核看作質點嗎？
- (5) 運動的質點通過的路線，叫質點的運動____；____是直線，叫直線運動；____是曲線，叫_____。

共評：質點是沒有形狀、大小、具有物體全部質量的點。這是一種科學抽象，就是要抓住主要特徵，忽略次要因素，這就必須是具體問題具體分析。如果在我們研究的問題中，物體的形狀、大小以及物體上各部分運動的差異是次要的或不起作用的，就可以把它看作質點。比如在平直公路上運動的汽車，研究它運動的特點，汽車的大小、形狀及車上各部分運動的差異是次要的，可把汽車看作質點。而研究車輪的轉動，是研究汽車上部分的運動，就不能把汽車看作質點，再比如原子核很小，要是研究質子與質子的作用時，就不能把它看作質點。

2、(1) 參考系：為了描述一個物體的運動，選來作為標準的物體，叫參考系。

(2) 選擇不同的參考系觀察同一個運動，觀察的結果會有不同

舉例：描述同一個運動，選擇不同參考系，觀察結果也不一樣。

舉例：運動的汽車，是選擇地面為參考系，如選司機為標準，汽車是靜止的……

(3) 總結：參考系是可任意選取，但選擇的原則要使運動和描述盡可能簡單。比如，研究地面上物體的運動，選擇地面或相對地面動的物體作參考系要比選太陽作參考系簡單。

3、坐標系

如果物體沿直線運動，為了定量描述物體的位置變化，可以以這條直線為 x 軸，在直線上規定原點、正方向和單位長度，建立直線坐標系。

一般來說，為了定量地描述物體的位置的變化，需要在參考系上建立適當的坐標系

教學中注意以下幾點：

- (1) 坐標系相對參考系是靜止的。



- (2) 座標的三要素：原點、正方向、標度單位、
- (3) 用座標表示質點的位置。
- (4) 用座標的變化描述質點的位置改變。

(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。

我們已經學習了質點 參考系和座標，那麼，在下一節課我們一起來學習時間和位移。這節課後大家可以先預習這一部分，著重分析向量和標量的有什麼區別？如何得出恰當的結論的。並完成本節的課後練習及課後延伸拓展作業。

設計意圖：佈置下節課的預習作業，並對本節課鞏固提高。教師課後及時批閱本節的延伸拓展訓練。

2.6 教學反思

本節課通過學生熟知的實例分析，讓學生很自然地領會到“在某些情況下，真的可以不考慮物體的大小和形狀”，“突出物體具有質量這一要素，把它簡化為一個有質量的點”。這充分說明了將物體簡化成質點的條件性，質點的兩大基本屬性。

為了強調座標的概念，教科書用數學和物理學中通用的符號，即在直線運動中用 x 表示質點的位置，極座標，用 $\Delta x = x_1 - x_2$ 表示質點的位移。在表示物理量的變化時，“ Δ ”實際上是我們以前都在使用的符號，學生不會感到困難。相反，由於有了明確表示物理量的變化量的符號，學生更易區分某物理量與這個物理量的變化量。

明確地把某個物理量與這個物理量的變化區分開，這是本書的特點。物理學中經常要區分這兩種物理量，有意識地強調它們的區別，對於以後的學習會有好處。下一節中，時刻與時間間隔的關係也是這樣。



三、課後練習：§1.1 質點、參考系和坐標系

A 級 1· 關於質點的概念，下面敘述正確的是 (D)

A、任何細小的物體都可以看作質點。 B、任何靜止的物體都可以看作質點。

C、在研究某一問題是，一個物體可以視為質點，那麼在研究另一個問題時，該物體也一定可視為質點。

D、一個物體可否視為質點，要看所研究問題的具體情況而定。

B 級 2· 關於質點，下列說法中正確的是 (D)

A、只有體積很小的物體才能看作質點 B、研究旋轉效應的足球，可把足球看作質點

C、在太空中進行飛船對接的宇航員觀察該飛船，可把飛船看作質點

D、從地球上的控制中心跟蹤觀察在太空中飛行的太空船，可把飛船看作質點

B 級 3· 下列情形中的物體可以看作質點的是..... (C)

A.跳水冠軍郭晶晶在跳水比賽中

B.一枚硬幣用力上拋，猜測它落地時是正面朝上還是反面朝上

C.奧運會冠軍邢慧娜在萬米長跑中

D· 花樣滑冰運動員在比賽中

A 級 4· 關於參考系的選取，以下說法正確的是 (AC)

A、研究物體的運動，必須選定參考系

B、描述一個物體的運動情況時，參考系是可以任意選取的

C、實際選取參考系時，應本著便於觀測和使對運動的描述盡可能簡單的原則來進行，如在研究地面上的運動時，常取地面或相對於地面靜止的其他物體做參考系

D、參考系必須選取地面或相對於地面不動的其他物體

B 級 5· 在有雲的夜晚，抬頭望月，覺得月亮在雲中穿行，這是選取的參考系是 (B)

A、月亮

B、雲

C、地面

D、星

C 級 6、甲物體以乙物體為參考系是靜止的，甲物體以丙物體為參考系又是運動的，那麼，以乙物體為參考系，丙物體的運動情況是 ()

A. 一定是靜止的 B. 運動或靜止都有可能 C. 一定是運動的 D. 條件不足，無法判斷

B級7、一質點在x軸上運動，各個時刻的位置座標如下表：

(1)請在下面的 x 軸上標出質點在各時刻的位置。

(2)哪個時刻離座標原點最遠?有多遠?

t/s	0	1	2	3	4	5
x/m	0	5	-4	-1	-7	1



第二課題 §1.2 時間和位移 (2 課時)

一、課前自主預習學案

時間和位移 課型：新授課

【學習目標】

1. 知道時間和時刻的區別和聯繫。
2. 理解位移的概念，了解路程與位移的區別。
3. 知道標量和向量。
4. 能用數軸或一維直線座標表示時刻和時間、位置和位移。
5. 知道時刻與位置、時間與位移的對應關係。

【學習重點】

1. 時間和時刻的概念以及它們之間的區別和聯繫
2. 位移的概念以及它與路程的區別。

【學習難點】

1. 正確認識生活中的時間與時刻。
2. 理解位移的概念，會用有向線段表示位移。

【方法指導】自主探究、交流討論、自主歸納

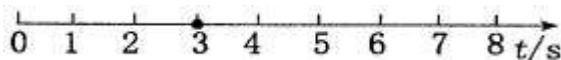
【自主探究】

知識點一：時刻和時間間隔

【閱讀】P₁₂ 第一部分：時刻和時間間隔並完成下列問題。

1. 結合教材你能列舉出哪些關於時刻和時間間隔?
2. 觀察教材第 12 頁圖 1·2—1，如何用數軸表示時刻和時間間隔?

3. 時間和時刻有區別，也有聯繫，在時間軸上，時間表示一段，時刻表示一個點。如圖所示，0 點表示開始計時，0~3 表示 3s 的時間，即前 3s。2~3 表示第 3s，不管是前 3s，還是第 3s，這都是指_____。3s 所對應的點計為 3s 末，也為 4s 初，這就是_____。





知識點二：路程和位移

【閱讀】P₁₀ 第二部分：路程和位移並完成下列問題。

【思考與交流】:1、觀察教材第 13 頁圖 1·2—2 從北京到重慶，觀察地圖，你有哪些不同的選擇?這些選擇有何相同或不同之處?

2、根據上面的學習，你能給出位移及路程的定義嗎?

3、在坐標系中，我們也可以用數學的方法表示出位移。

實例：觀察教材第 13 頁圖 1·2—3 質點從 A 點運動到 B 點，我們可以用從 _____ A 指向 _____ B 的 _____ 線段表示位移，。

閱讀下面的對話：

甲：請問到市圖書館怎麼走?

乙：從你所在的市中心向南走 400 m 到一個十字路口，再向東走 300m 就到了。

甲：謝謝!

乙：不用客氣。

請在圖 1—2—3 上把甲要經過的路程和位移表示出來，並歸納一下：位移和路程有什麼不同?



圖 1-2-3

知識點三：向量和標量

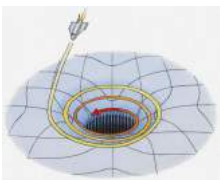
【閱讀】P₁₃ 第三部分：向量和標量並完成下列問題。

A 級 1. 既有 _____ 又有 _____ 的物理量叫向量。舉例：

2. 只有 _____ 沒有 _____ 的物理量叫標量。 舉例：

【思考與交流】

實例：B 級 1 一位同學從操場中心 A 出發，向北走了 40 m，到達 C 點，然後又向東走了 30 m，到達 B 點。用有向線段表明他第一次、第二次的位移和兩次行走的合位移(即代表他的位置變化的最後結果的位移)。這位同學由 A 到 B 的位

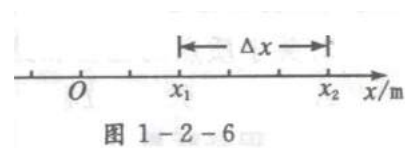


移和路程的大小各是多少?你能通過這個實例比較出算術相加與向量相加的法則嗎?

知識點四、直線運動的位置和位移

【閱讀】P₁₃ 第三部分：直線運動的位置和位移並完成下列問題。

1、如圖 1—2—6 所示，物體在時刻 t_1 處於“位置” x_1 ，在時刻 t_2 運動到“位置” x_2 那麼 $(x_2 - x_1)$ 就是物體的“位移”，記為 $\Delta x =$



可見，要描述直線運動的位置和位移，只需建立一維坐標系，用_____表示位置，用位置_____表示物體位移。

2、觀察教材第 14 頁圖 1·2—5，計算物體由 A 到 B 座標變化量 $\Delta x =$ 那麼物體由 B 到 A 座標變化量 $\Delta x =$

問:結果一樣嗎?為什麼?

【總結與反思】



二、新課教學：§1.2 時間和位移

課題	§1.2 時間和位移		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2017.09.05 2017.09.06	課型	新授課		課時	2 課時

2.1 教材分析

《時間和位移》是人教版高中物理必修一第 1 章第 2 節教學內容，主要學習兩個重要的知識點：1 知道什麼是向量和標量，2 會區別位移和路程及時間和時刻。本節內容是對本章知識的提升，又是後面知識點學習的基礎。

2.2 教學目標

(一)知識與技能：1、會用座標表示時刻與時間、位置和位移及相關方向。

2、會用向量表示和計算質點位移。

(二)過程與方法：1、通過用物理量表示質點不同時刻的不同位置，不同時間內的不同位移（或路程）的體驗，領略物理方法的奧妙，體會科學的力量。

(三)情感態度與價值觀：2、養成良好的思考表述習慣和科學的價值觀。

2.3 教學重點

1、時間和時刻的概念以及它們之間的區別和聯繫。

2、位移的概念以及它與路程的區別。

2.4 教學難點

位移的向量性

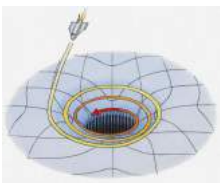
2.5 教學過程

(一) 引入: (播放影片)

通過前面的影片大家可以看到，宇宙萬物都在時間和空間中存在和運動。我們每天按時上課、下課、用餐、休息。從幼稚園、小學、中學，經歷一年又一年，我們在時間的長河裡成長。對於時間這個名詞，我們並不陌生，你能準確說出時間的含義嗎？物體的任何機械運動都伴隨著物體在空間中位置的改變，你們用什麼來量度物體位置的改變呢？這就是我們今天要研究的課題：時間和位移。

(二)新課教學：

(一) 時刻和時間間隔



- 老師提出問題:
1. 結合教材, 你能列舉出哪些關於時間和時刻的說法?
 2. 觀察教材第 14 頁圖 1·2—1, 如何用數軸表示時間?
 3. 時刻和時間有什麼區別?

學生討論: 仔細閱讀“時刻和時間間隔”, 相互討論, 得出結論。

老師請學生回答問題並做小結:

1. 物體的運動總是伴隨著時間和空間而進行。
2. 在表示時間的數軸上, 時刻表示一個點, 而兩個點之間 (即兩個時刻之間) 對應的線段表示時間間隔, 簡稱時間。
3. 時刻是指某一瞬時, 時間是時間間隔的簡稱, 指一段持續的時間間隔。兩個時刻的間隔表示一段時間。

學生思考: 我國在 2003 年 10 月成功地進行了首次載人航太飛行。10 月 15 日 09 時 0 分, “神舟”五號飛船點火, 經 9 小時 40 分 50 秒至 15 日 18 時 40 分 50 秒, 我國宇航員楊利偉在太空中層示中國國旗和聯合國旗, 再經 11 小時 42 分 10 秒至 16 日 06 時 23 分, 飛船在內蒙古中部地區成為著陸。在上面給出的時間或時刻中, 哪些指的是時間, 哪些又指的是時刻?

參考答案: 這裡的“10 月 15 日 09 時 0 分”、“15 日 18 時 40 分 50 秒”和“16 日 06 時 23 分”, 分別是指這次航太飛行點火、展示國旗和著陸的時刻, 而“9 小時 40 分 50 秒”和“11 小時 42 分 10 秒”分別指的是從點火到展示國旗和從展示國旗到著陸所用的時間。

(二) 位移和路程

中國西部的塔克拉瑪幹沙漠是我國最大的沙漠, 在沙漠中, 遠眺不見邊際, 抬頭不見飛鳥。沙漠中佈滿了 100~200m 高的沙丘, 像大海的巨浪, 人們把它稱為“死亡之海”。

許多穿越這個沙漠的勇士常常迷路, 甚至因此而喪生。歸結他們失敗的原因都是因為在沙漠中搞不清這樣三個問題: 我在哪里? 我要去哪里? 選哪條路線最佳? 而這三個問題涉及三個描述物體運動的物理量: 位置、位移、路程。

老師提出問題: 位置、位移、路程它們有什麼不同? 請同學們結合教材弄明白這幾個問題。

學生討論: 四人一組, 在各組發表自己的看法, 對幾個概念進行討論。

老師請學生回答問題並做小結:

- 1: 位移是向量, 有向線段的長度表示其大小, 有向線段的方向表示位移的方向。
- 2: 質點的位移與運動路徑無關, 只與初位置、末位置有關。
- 3: 位移與路程不同, 路程是質點運動軌跡的長度, 路程只有大小沒有方向, 是標量。



學生思考: 一質點繞半徑為 R 的圓周運動了一圈, 則其位移大小為_____ , 路程是_____。若質點運動了周 $1\frac{3}{4}$, 則其位移大小為_____ , 路程是_____ , 運動過程中最大位移是_____ 最大路程是_____。

(三) 向量和標量

老師提出問題: 位移是向量, 路程是標量。那它們有什麼相同點和不同點呢? 說說向量和標量的演算法上又有什麼不同呢?

學生討論: 仔細閱讀“時刻和時間間隔”, 相互討論, 得出結論。

老師請學生回答問題並做小結:

1 既有大小又有方向的物理量叫向量, 只有大小沒有方向的物理量叫標量。

2 位移是向量, 只與始末位置有關而與路徑無關, 而路程與路徑有關。

3 兩個標量相加遵從算術加法的法則。

學生思考: 氣球升到離地面 80m 高空時, 從氣球上掉下一物體, 物體又上升了 10 m 高後才開始下落, 規定向上方向為正方向。討論並回答下列問題, 體會向量的表示方向。

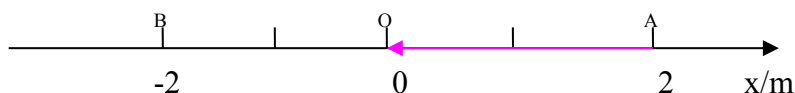
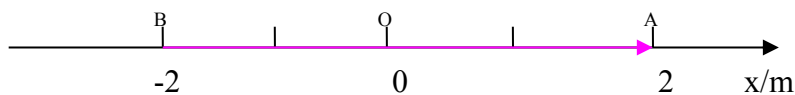
(1) 物體從離開氣球開始到落到地面時的位移大小是多少米? 方向如何?

(2) 表示物體的位移有幾種方式? 其他向量是否都能這樣表示? 注意體會“+”“-”號在表示方向上的作用。

解析: (1) - 80m, 方向豎直向下; (2) 到現在有三種: 語言表述法, 如“位移的大小為 80m, 方向豎直向下”; 向量圖法; “+”“-”號法, 如“規定豎直向上為正方向, 則物體的位移為 - 80m”。

(四) 直線運動的位置和位移

老師提出問題: 在同一直線中如何利用座標表示出物體的位移, 如何進行計算?



老師請學生回答問題並小結:



從上面圖中我們看出，物體沿直線運動由 B 運動到 A 時，其位移即為 $X_A - X_B = 4\text{m}$ ，由 A 運動到 O 點時的位移即為 $X_O - X_A = -2\text{m}$ 。

(五)鞏固練習

- 1 關於時間與時刻，下列說法正確的是 ()
- A. 作息時間表上標出上午 8:00 開始上課，這裡的 8:00 指的是時間
 - B. 上午第一節課從 8:00 到 8:45，這裡指的是時間
 - C. 電臺報時時說：“現在是北京時間 8 點整”，這裡實際上指的是時刻
 - D. 在有些情況下，時間就是時刻，時刻就是時間

解析：時刻是變化中的某一瞬間，時間為兩個時刻之間的長短，時刻是一個狀態而時間是一個過程，所以答案應為 BC。

答案 BC

2.6 教學反思

時間和時刻這兩個概念是同學們很容易混淆的，同學們要掌握時間坐標軸。在時間軸上，用點表示時刻，用線段表示一段時間間隔。位移和路程是兩個不同的物理量，位移是用來表示質點變動的，它的大小等於運動物體初、末位置間的距離，它的方向是從初位置指向末位置，是向量；而路程是物體實際運動路徑的長度，是標量。只有物體做單向直線運動時，其位移大小才和路程相等，除此以外，物體的位移的大小總是小於路程。找位移的最好辦法是從初位置到末位置間畫有向線段。有向線段的方向就是位移的方向，有向線段的長度就是位移的大小。時刻對應位置，時間對應位移。在位置坐標軸上，用點來表示位置，用有向線段來表示位移。



三、課後練習：§1.2 時間和位移

【自我測評】

A 級 1、以下的計時數據指時間的是 ()

- A. 天津開往德州的 625 次列車於 13h35min 從天津發車 B. 某人用 15s 跑完 100m
C. 中央電視臺新聞聯播節目 19h 開播 D. 1997 年 7 月 1 日零時中國對香港恢復行使主權

A 級 2、學習了時間與時刻，藍仔、紅孩、紫珠和黑柱發表了如下一些說法，正確的是...()

- A. 藍仔說，下午 2 點上課，2 點是我們上課的時刻
B. 紅孩說，下午 2 點上課，2 點是我們上課的時間
C. 紫珠說，下午 2 點上課，2 點 45 分下課，上課的時刻是 45 分鐘
D. 黑柱說，2 點 45 分下課，2 點 45 分是我們下課的時間

B 級 4、下列關於位移和路程關係的正確說法是 ()

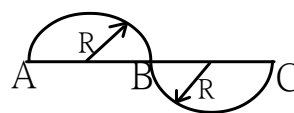
- A、物體沿直線向某一方向運動，通過的路程就是位移
B、物體沿直線運動，通過的路程等於位移的大小 C、物體通過的路程不等，位移可能相同
D、物體通過一段路程，位移不可能為零

B 級 5、關於質點的位移和路程，下列說法正確的是 ()

- A. 位移是向量，位移的方向即質點的運動方向 B. 路程是標量，路程即位移的大小
C. 質點做單向直線運動時，路程等於位移的大小 D. 位移大小不會比路程大

B 級 6、如圖所示，物體沿半徑為 R 的半圓弧線由 A 運動到 C，則它的位移和路程分別為 ()

- A、0，0 B、 $4R$ ，由 A→C， $4R$
C、 $4R$ ，由 A→C， $2\pi R$ D、 $4\pi R$ ，由 A→C， $4R$



B 級 7、小球從 $3m$ 高處落下，被地板彈回，在 $1m$ 高處被接住。那麼，小球通過的路程和位移的大小分別是() A、 $4m$ ， $3m$ B、 $3m$ ， $1m$ C、 $3m$ ， $2m$ D、 $4m$ ， $2m$

C 級 8、一輛汽車從 A 點出發，向東行駛了 $40km$ ，到達 C 點，又向南行駛了 $30km$ 到達 B 點，此過程中它通過的路程多大？它的位移大小、方向如何？



第三課題 §1.3 運動快慢的描述——速度（2 課時）

一、課前自主預習學案

高一物理集體備課組共案

運動快慢的描述——速度

課 型：新授課

【學習目標】

- 1、知道速度的意義、公式、符號、單位、向量性。
- 2、知道質點的平均速度和瞬時速度等概念。
- 3、知道速度和速率以及它們的區別。
- 4、會用公式計算物體運動的平均速度。

【學習重點】

速度、瞬時速度、平均速度三個概念，及三個概念之間的聯繫。

【學習難點】

平均速度計算

【方法指導】

自主探究、交流討論、自主歸納

【知識鏈接】

【自主探究】

知識點一：座標與座標的變化量

【閱讀】P15“座標與座標的變化量”一部分，回答下列問題。

A 級 1、物體沿著直線運動，並以這條直線為 x 坐標軸，這樣物體的位置就可以用_____來表示，物體的位移可以通過_____表示， Δx 的大小表示_____， Δx 的正負表示_____。



【思考與交流】

1、汽車在沿 x 軸上運動，如圖 1—3—1 表示汽車從座標 $x_1=10\text{ m}$ ，在經過一段時間之後，到達座標 $x_2=30\text{ m}$ 處，則 Δx

= _____， Δx 是正值還是負值？

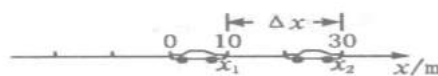


圖 1-3-1

汽車沿哪個方向運動？如果汽車沿 x 軸負

方向運動， Δx 是正值還是負值？

2、如圖 1—3—1，用數軸表示座標與座標的變化量，能否用數軸表示時間的變化量？怎麼表示？

3、綠妹在遙控一玩具小汽車，她讓小汽車沿一條東西方向的筆直路線運動，開始時在某一標記點東 2 m 處，第 1 s 末到達該標記點西 3 m 處，第 2 s 末又處在該標記點西 1 m 處。分別求出第 1 s 內和第 2 s 內小車位移的大小和方向。

知識點二：速度

【閱讀】P₁₀ 第二部分：**速度**完成下列問題。

實例：北京時間 8 月 28 日凌晨 2 點 40 分，雅典奧林匹克體育場，這是一個值得所有中國人銘記的日子，21 歲的上海小夥劉翔像閃電一樣，挾著狂風與雷鳴般的怒吼沖過終點，以明顯的不可撼動的優勢獲得奧運會男子 110 米欄冠軍，12 秒 91 的成績平了由英國名將科林·詹森 1993 年 8 月 20 日在德國斯圖加特創造的世界紀錄，改寫了奧運會紀錄。那麼請問我們怎樣比較哪位運動員跑得快呢？試舉例說明。

**【思考與交流】**

1、以下有四個物體，如何比較 A 和 B、B 和 D、B 和 C 的運動快慢？

	初始位置 (m)	經過時間(s)	末了位置 (m)
A·自行車沿平直道路行駛	0	20	100
B·公共汽車沿平直道路行駛	0	10	100
C 火車沿平直軌道行駛	500	30	1 250
D·飛機在天空直線飛行	500	10	2 500

A 級 1、為了比較物體的運動快慢，可以用_____跟發生這個位移所用的比值，表示物體運動的快慢，這就是速度。

2、速度公式 $v=$

3、單位：國際單位 m/s 或 $m \cdot s^{-1}$ ，常用單位 km/h 或 $km \cdot h^{-1}$ ， cm/s 或 $cm \cdot s^{-1}$

4、速度的大小在數值上等於_____的大小；速度的方向就是物體_____的方向，位移是向量，那速度呢？

問題：我們初中時曾經學過“速度”這個物理量，今天我們再次學習到這個物理量，那大家仔細比較分析一下，我們今天學習的“速度”跟初中學習的“速度”一樣嗎？如果不一樣，有什麼不同？



知識點三：平均速度和瞬時速度

一般來說，物體在某一段時間內，運動的快慢不一定時時一樣，所以由 $v=\Delta x/\Delta t$ 求得速度，表示的只是物體在時間 Δt 內的_____快慢程度，稱為：速度。

平均速度的方向由_____的方向決定，它的_____表示這段時間內運動的快慢。所以平均速度是_____量，

1、甲百米賽跑用時 12.5 秒，求整個過程中甲的速度是多少？那麼我們來想一想，這個速度是不是代表在整個 12.5 秒內速度一直都是這麼大呢？

2、前面的計算中我們只能知道百米賽跑中平均下來是每秒 8 米，只能粗略地知道物體運動的快慢，如果我想知道物體某個時刻的速度如 10 秒末這個時刻的速度，該如何計算呢？

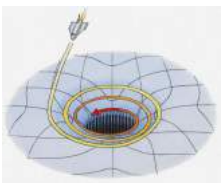
【思考與交流】

教材第 16 頁，問題與練習 2，這五個平均速度中哪個接近汽車關閉油門時的速度？

總結：質點從 t 到 $t+\Delta t$ 時間內的平均速度 $\Delta x/t\Delta$ 中， Δt 取值時，這個值就可以認為是質點在時刻的瞬時速度。

問題：下列所說的速度中，哪些是平均速度，哪些是瞬時速度？

1. 百米賽跑的運動員以 9.5m/s 的速度沖過終點線。
2. 經過提速後，列車的速度達到 150km/h.
3. 由於堵車，在隧道中的車速僅為 1.2m/s.
4. 返回地面的太空艙以 8m/s 的速度落入太平洋中。
5. 子彈以 800m/s 的速度撞擊在牆上。



知識點三：速度和速率

學生閱讀教材第 16 頁相應部分的內容並填空：

速度既有_____，又有_____，是_____量，速度的_____叫速率，
速率是_____量。

問題：在日常生活中我們也常常用到“速度”這個詞，那我們平時所講的“速度”
在物理學中的哪個速度呢？平均速度還是瞬時速度？舉例：

【思考與交流】

甲、乙兩位同學用不同的時間圍繞操場跑了一圈，都回到了出發點，他們的平均
速度相同嗎？怎樣比較他們運動的快慢？



二、新課教學：§1.3 運動快慢的描述——速度

課題	§1.3 運動快慢的描述—— 速度		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2017.09.11 2017.09.12	課型	新授課		課時	2 課時

2.1 教材分析

本節教科書的重點是速度。初中和高中所學的速度是不同的，提醒學生注意這點不同，有利於學生對向量的學習。通過極限的思維方法，從平均速度過渡到瞬時速度，但第一次教學時不要主動啟發學生思考這種問題，多次接觸極限思維方法後，潛移默化會使他們明白。

2.2 教學目標

一、知識與技能

- 1、理解速度概念，領會速度概念的比值定義方法
- 2、理解平均速度概念，會利用平均速度的定義式計算物體的平均速度
- 3、知道瞬時速度是表示某一時刻的速度，了解平均速度與瞬時速度的區別與聯繫

- 4、理解速度的向量性，知道速度的方向即物體運動的方向

- 5、知道速度與速率的區別與聯繫

二、過程與方法

- 1、體會平均速度概念的等效思想方法
- 2、在討論平均速度和瞬時速度聯繫的過程中，體會極限思想方法
- 3、根據速度定義體會變化率的概念

三、情感態度與價值觀

- 1、通過極限法培養學生科學的思維方式
- 2、培養學生的遷移類推能力和抽象思維能力

2.3 教學重點

速度、瞬時速度、平均速度三個概念，及三個概念之間的聯繫。

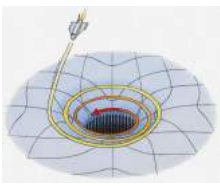
2.4 教學難點

對瞬時速度的理解

2.5 教學過程

(一)預習檢查、總結疑惑

檢查落實了學生的預習情況並了解了學生的疑惑，使教學具有了針對性。



(二) 情景導入、展示目標。

質點的各式各樣的運動，快慢程度不一樣，那如何來描述物體運動的快慢？

教師活動：指導學生快速閱讀教材中的黑體字標題，提出問題：要描述物體運動的快慢，本節課將會學到那些概念（物理量）？

學生活動：通過閱讀、思考，對本節涉及的概念有個總體印象，知道這些概念都是為了描述物體運動的快慢而引入的，要研究物體運動的快慢還要學好這些基本概念

(三) 合作探究、精講點撥。

一、座標與座標的變化量

教師活動：指導學生仔細閱讀“座標與座標的變化量”一部分，同時提出問題：

1、以你騎自行車上學為例，假設你經過的某短路時平直的，你能說明“座標”與“座標的變化量”有何不同，又有何聯繫？

2、觀察圖 1.3-1，用數軸表示座標與座標的變化量，能否用數軸表示時間的變化量？

3、教材 15 頁上“思考與討論”中的兩個問題應怎樣回答？

學生活動：學生在教師的指導下，自主閱讀，積極思考，然後每四人一組展開討論，每組選出代表，發表見解，提出問題。

教師活動：幫助總結並回答學生的提問

二、速度

教師活動：指導學生仔細閱讀“速度”一部分，同時提出問題：

1、比較物體運動的快慢，可以有哪些方法？結合你身邊的實例加以說明。

2、什麼是速度？為什麼用速度就可以描述物體運動的快慢？

3、表示速度的單位有哪些？它是向量還是標量？

學生活動：學生就老師提出的問題去閱讀教材，尋求答案；然後四人一組交流討論，初步建立起速度的概念。

教師提問：對於同一個物體，在某一段時間內，運動的快慢也不是每時每刻都

一樣。我們用公式 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 計算出的速度，能否精確描述物體在任一

時刻運動的快慢？

學生活動：思考老師提出的問題，討論後得出結論：不能。因為 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ ，只能

反應一段時間內物體運動的快慢？

教師提問：怎樣精確描述物體在任一時刻運動的快慢呢？

三、平均速度和瞬時速度

教師活動：指導學生仔細閱讀“平均速度和瞬時速度、速度和速率”兩部分，同時提出問題：我們日常生活中說到的“速度”是指什麼？請舉例說明。



學生活動：學生就老師提出的問題去閱讀教材，尋求答案；然後四人一組交流討論，選出代表發表見解。

教師活動：聆聽學生回答，點評。

教師活動：1、指導學生觀察圖 1.3-2，認識汽車速度計的錶盤並練習讀數。

2、指導學生觀察 18 頁表格，了解表格中常見物體的速度；

3、就課本 19 頁“說一說”中講述的故事，展開討論，回答圖 1.3-3 中的問題。

學生活動：思考 P20“問題與練習”第 1、2 題，討論後回答。

教師活動：聆聽學生回答，點評。

四、速度和速率

1· 速率：瞬时速度的大小叫做速率·

2· 日常生活和物理學中說到“速度”，有時是指速率·

思考：平均速率是平均速度的大小嗎？

提示：平均速度是物體的位移與發生這段位移所需時間的比值·平均速率是物體通過的路程與所需時間的比值·由於物體在通過一段位移時，位移的大小一般不等於路程，故平均速率一般也不等於平均速度的大小·特例：只有當物體做單方向的直線運動時，位移大小才等於路程，平均速度的大小才與平均速率相等·

[典例分析]

【例 1】一物體沿直線運動，先以 3m/s 的速度運動 60m，又以 2m/s 的速度繼續向前運動 60m，物體在整個運動過程中平均速度是多少？

$$\bar{v} = \frac{s}{t}$$

【解析】根據平均速度的定義公式 $\bar{v} = \frac{s}{t}$ ， s 為總位移， t 為總時間，等於前一段位移與後一段位移所用時間之和。

全過程的位移 $s=120m$

$$t_1 = \frac{s_1}{v_1} = \frac{60}{3} s = 20s$$

物體在前一段位移用的時間為

$$t_2 = \frac{s_2}{v_2} = \frac{60}{2} s = 30s$$

後段位移用的時間為

整個過程的用的總時間為 $t=t_1+t_2=50s$

整個過程的平均速度 $\bar{v} = \frac{s}{t} = \frac{s_1+s_2}{t_1+t_2} = \frac{120}{50} m/s = 2.4 m/s$

〔例 2〕汽車沿著指向從甲地開往乙地，（1）若在一半路程的平均速度為 v_1 ，後半路程為 v_2 ，則汽車全程的平均速度 \bar{v} 為多少？（2）若汽車在全程所用時間的前一半和平均？（3）兩種情況下的平均速度哪個大？



解：設一半路程為 x 前一半路程用時間為 t_1 ，後一半路程所用時間 t_2 ，

根據平均速度的定義式 $v = \frac{s}{t}$ ，有 $\bar{v} = \frac{2x}{t_1+t_2} = \frac{2x}{\frac{x}{v_1} + \frac{x}{v_2}} = \frac{2v_1v_2}{v_1+v_2}$ (2) 設全程運動時

間為 t ，則前一半時間位移為 $x_1 = v_1 \frac{t}{2}$ ，後一半時間的位移 $x_2 = v_2 \frac{t}{2}$ ，由平均

速度公式 $\bar{v} = \frac{x_1+x_2}{t} = \frac{v_1 \frac{t}{2} + v_2 \frac{t}{2}}{t} = \frac{v_1+v_2}{2}$ 。(3) 兩平均速度作差有：

$\bar{v} - \bar{v} = \frac{v_1+v_2}{2} - \frac{2v_1v_2}{v_1+v_2} \geq 0$ ，即 $v_1 \neq v_2$ 時，後一種情況的平均速度大

(四) 反思總結

1. 本章節主要學習了速度的概念極其物理意義，平均速度和瞬时速度的概念及物理意義。
2. 知道了平均速度只能粗略描述質點運動的快慢。
3. 速度是向量，方向就是物體運動方向。平均速度中，速度方向也與位移方向相同。瞬时速度的方向就是質點在那一時刻的運動方向。速率是標量，是指瞬时速度的大小。

2.6 教學反思

本節學習的速度、平均速度、瞬時速度等概念是運動學的最基本、最重要的概念。深刻理解這些概念的確切含義，弄清它們之間的區別和聯繫，是進一步學習運動學知識的基礎。

初步掌握速度的向量性、理解其物理含義，教師要引導學生在閱讀教材的基礎上，結合具體實例，積極進行討論、加以區別



三、課後練習：§1.3 運動快慢的描述——速度

【達標檢測】

1. 下列關於速度的說法正確的是 ()

- A. 速度是描述物體位置變化的物理量。
- B. 速度是描述物體位置變化大小的物理量。
- C. 速度是描述物體運動快慢的物理量。
- D. 速度是描述物體運動路程與時間的關係的物理量。

2. 下列關於勻速直線運動的說法中正確的是 ()

- A. 勻速直線運動是速度不變的運動。
- B. 勻速直線運動的速度大小是不變的。
- C. 任意相等時間內通過的位移都相同的運動一定是勻速直線運動。
- D. 速度方向不變的運動一定是勻速直線運動。

3. 下列說法正確的是 ()

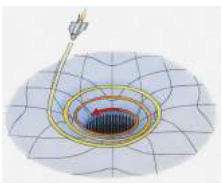
- A. 平均速度就是速度的平均值
- B. 瞬時速率是指瞬時速度的大小
- C. 火車以速度 v 經過某一段路， v 是指瞬時速度
- D. 子彈以速度 v 從槍口射出， v 是平均速度

4. 下列關於速度和速率的說法正確的是 ()

- ①速率是速度的大小
- ②平均速率是平均速度的大小
- ③對運動物體，某段時間的平均速度不可能為零
- ④對運動物體，某段時間的平均速率不可能為零

A. ①② B. ②③ C. ①④ D. ③④

5. 短跑運動員在 100 m 比賽中，以 8 m/s 的速度迅速從起點沖出，到 50 m 處的速度是 9 m/s，10s 末到達終點的速度是 10.2 m/s，則運動員在全程中的平均速度是()



A · 9 m/s

B · 10.2 m/s

C · 10 m/s

D · 9.1 m/s

6 · 一列火車沿平直軌道運行，先以 10 米/秒的速度勻速行駛 15 分，隨即改以 15 米/秒的速度勻速行駛 10 分，最後在 5 分鐘又前進 1000 米而停止，則該火車在前 25 分鐘及整個 30 分內的平均速度各為多大？它最後通過 2000 米的平均速度是多大？

學習反思：



第四課題 §1.4 實驗：用打點計時器測速度（2 課時）

一、課前自主預習學案

實驗：用打點計時器測速度

課 型：實驗課

【學習目標】

1. 了解打點計時器的計時原理，理解紙帶中包含的物體運動的資訊(時間、位移)。
2. 會安裝並使用打點計時器，理解根據紙帶測量速度的原理並測量瞬時速度。
3. 明確速度—時間圖象的物理意義，描點法畫圖象的方法，並畫出該實驗中的速度—時間圖象。

【學習重點】

1. 學會使用打點計時器。
2. 能根據紙帶計算物體運動的瞬時速度。
3. 會用描點法描繪物體的速度—時間圖象，並從中獲取物理資訊。

【學習難點】處理紙帶的方法，用描點法畫圖象的能力。

【方法指導】

自主探究、交流討論、自主歸納

【知識鏈接】

【自主學習】

一、電磁打點計時器

觀察打點計時器並閱讀教材，了解電磁打點計時器的結構、工作原理及使用方法。

- 1、電磁打點計時器的電源應是_____電源，通常的工作電壓為_____伏，當電源的頻率為 50Hz 時，每隔_____秒打一次點，

【思考與交流】

電磁打點計時器使用低壓交流電源工作，大家想一想能不能使用直流電源，為什麼？

二、電火花計時器

觀察打點計時器並閱讀說明書了解電火花打點計時器的結構、各部分的名稱、工作原理及使用方法。

- 1、電火花計時器通常的工作電壓為_____伏，當電源的頻率為 50Hz 時，振針每隔_____s 打一次點

三、練習使用打點計時器

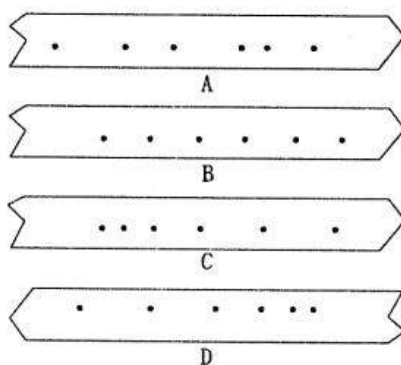
學生自主閱讀教材中的實驗步驟提示，學生動手練習使用打點計時器



【思考與交流】

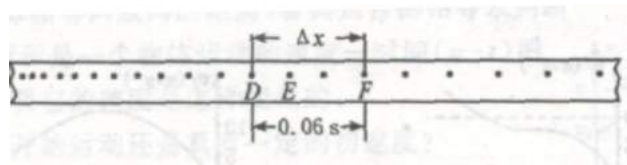
問題 1：怎樣根據紙帶上的點跡計算紙帶的平均速度？

問題 2：如圖所示，根據打點計時器打出的紙帶，判斷哪條紙帶表示物體做
勻速運動（ ）



四、用打點計時器測量瞬時速度

實例：如圖，測量出包括 E 點在內的 D、F 兩點間的位移 Δx 和時間 Δt ，算出紙帶在這兩點間的平均速度 $v = \Delta x / \Delta t$ ，用這個平均速度代表紙帶經過 E 點時的瞬時速度。



$\Delta x / \Delta t$ 可以大致表示正點的瞬時速度，D、F 兩點離 E 點越近，算出的平均速度越接近正點的瞬時速度。然而 D、F 兩點距離過小則測量誤差增大，應該根據實際情況選取這兩個點。

學生根據粗略表示某點瞬時速度的方法，選擇合適的計數點，測量包含這個點的一段時間內的位移 Δx ，同時記錄對應的時間 Δt ，填下表。

位置	0	1	2	3	4	5
$\Delta x/m$						
t/s						



$v/m \cdot s^{-1}$						
--------------------	--	--	--	--	--	--

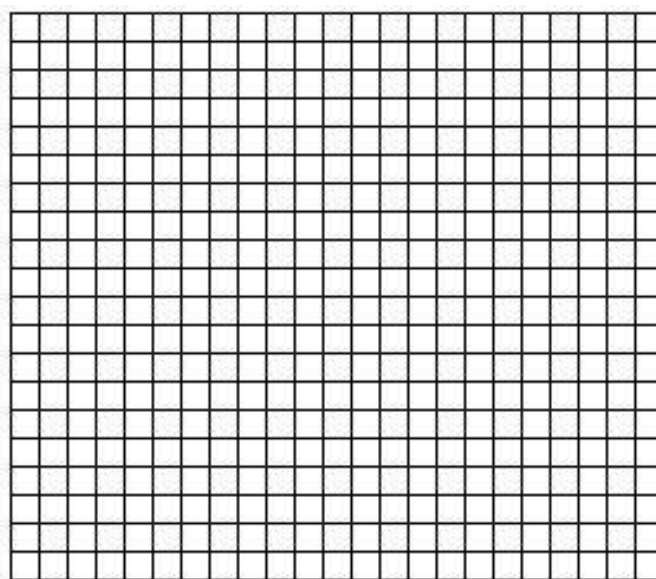
根據 $v = \Delta x / \Delta t$ 算出剛填完的表 1 中各點附近的平均速度，把它當作計時器打下這些點時的瞬時速度，填下表。從該表中能粗略看出手拉紙帶運動的速度變化情況。

位置	0	1	2	3	4	5
t/s						
$v/m \cdot s^{-1}$						

五、用圖象表示速度

問題：剛才我們從表 2 中的數據可以粗略看出我們自己手拉紙帶運動的速度變化情況，圖象是表示變化規律的好方法，我們可以用圖象來描述物體的速度變化情況，那麼怎樣用圖象來表示物體運動的速度呢？請同學們先看課文並回答。

學生具體操作描點。學生用打點計時器測得數據作出圖象——**速度時間圖象**，可以從這些點的走向大致看出紙帶速度的變化規律。更形象直觀地顯示自己手拉紙帶的運動速度變化情況。



[說一說]

百米賽跑時運動員的速度從始至終是不變的嗎？如果有變化，你估計是怎樣變化的？某位運動員的百米賽跑的成績是 $10.57s$ ，按照你的估計畫出他在這段時間的 $v-t$ 圖象的草圖。

如果是沒有受過訓練的同學跑百米，他的 $v-t$ 圖象的形狀可能有什麼不同？



二、新課教學：§1.4 實驗：用打點計時器測速度

課題	§1.4 實驗：用打點計時器測速度		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2017.09.12 2017.09.13	課型	新授課		課時	2 課時

2.1 教材分析

物理學是一門以實驗為基礎的自然科學。本節課為實驗課，目的是讓學生自主探究學習打點計時器的使用方法，測定物體牽引紙帶的速度，並嘗試用圖象的方法來表示速度隨時間變化的關係。根據瞬時速度是在無限短時間內的平均速度的思想方法，讓學生用求平均速度的方法，粗略表示物體運動的瞬時速度。教材這樣處理更進一步加深了上節課對平均速度和瞬時速度概念的理解。當然這種用平均速度代替瞬時速度的方法，在勻變速直線運動中有它的準確性，這要在下一章中學習，在此可不必向學生介紹這種結論性的知識，以免沖淡學習重點，加重學生負擔。本節課旨在讓學生學到科學實驗中探究的方法，而不是注重探究的結果多麼完美，所以千萬不能讓學生養成不尊重實驗事實、拼湊實驗結果的習慣。要讓學生在親身體驗描點法作圖象的思想方法，向學生講清圖象的橫、縱坐標，描點法，圖象的物理意義。要充分發揮學生的主觀能動性，讓學生積極參與。教師要補充一些更為典型的、學生非常熟悉的、不一定是物理方面的圖象，要突出圖象的直觀性，使學生對圖象的作用有更多、更深入的了解，為本節建立物理圖象來分析、尋找物體運動的規律打下基礎。

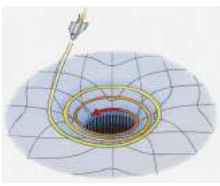
2.2 教學目標

一、知識與技能

1. 了解打點計時器的計時原理，理解紙帶中包含的物體運動的資訊（時間、位移）。
2. 會安裝並使用打點計時器，理解根據紙帶測量速度的原理並測量瞬時速度。
3. 明確速度—時間圖象的物理意義，描點法畫圖象的方法，並畫出該實驗中的速度—時間圖象，能從圖象中獲取有用的資訊。

二、過程與方法

1. 通過學生自己看打點計時器的說明書，培養學生獨立學習的能力。
2. 通過實驗得出物體的運動資訊，用數學方法表述出來。培養學生獲取資訊、處理資訊的能力，體會處理問題的方法，領悟如何間接測一些不能直接測量的物理量的方法。
3. 通過畫速度—時間圖象培養學生用圖象法處理數據的能力，體驗數學工



具在物理發展中的作用。

4. 體驗實驗中理性思維的重要，既要動手，更要動腦。

5. 經歷科學探究過程，認識科學探究的意義，嘗試應用科學探究的方法研究物體運動。

三、情感態度與價值觀

1. 感受打點計時器的巧妙設計思路，體會物理原理在解決實際問題中的指導作用，增強將物理知識應用於生活實際的意識。

2. 經歷實驗過程，體驗科學實驗過程的艱辛與喜悅，並樂於探索自然界的奧妙。

3. 體驗用圖象的方法描述物理現象的樂趣。培養學生用數學方法處理物理問題的意識。培養學生敢於創新和實事求是的科學態度和科學精神。

4. 培養學生合作與交流的精神，有將自己的見解與他人交流的願望，養成在合作中既堅持原則又尊重他人的習慣。

2.3 教學重點

1. 學會使用打點計時器。

2. 能根據紙帶計算物體運動的瞬時速度。

3. 會用描點法描繪物體的速度—時間圖象，並從中獲取物理資訊。

2.4 教學難點

處理紙帶的方法，用描點法畫圖象的能力。

2.5 教學過程

〔新課導入〕

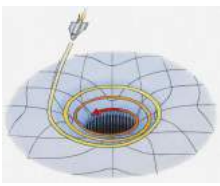
測定物體的速度並不是一件很容易的事情，特別是當物體的運動速度在不停變化時，測定某時刻的速度更是比較困難的，如上下飛舞的蝴蝶，要確定它某一時刻的速度是很困難的。我們現在只研究直線運動的速度的測量問題。

當物體沿直線運動時，其位移在不斷變化，要研究物體的運動，我們首先要準確記錄物體運動的資訊。直接測量物體運動的速度在技術上是比較複雜的，我們在測量時可以嘗試通過測量物體運動的時間和位移，再經過計算或作圖來判斷物體的運動情況。在實驗中，我們可以使用碼錶和尺子，直接測量物體運動的時間和位移，但當物體運動速度太快時，採用這種方法的測量誤差較大。打點計時器就是一種記錄物體運動位移和時間資訊的儀器，我們可以通過測量位移和時間來計算物體運動的速度以及速度的變化快慢。

【課堂活動】

作為同桌的兩位同學合作，簡易模擬打點計時器。

1. 同桌兩位同學之間，一位同學手拿一枝彩色畫筆，另一位同學牽動一條寬約 1 cm 的長紙帶，使紙帶在你的筆下沿著直線緩慢向前移動。你按照一定的時間間隔點擊紙帶（比如每秒 1 次，或每秒 2 次），比比看，看誰牽動紙帶的速度變化最小。想一想，相鄰兩點的距離跟牽動紙帶的速度有什麼關係？牽動紙帶的快慢不均勻，對相鄰兩點所表示的時間有沒有影響？



2.兩位同學競走比賽，為了比較他們的運動情況，現在讓每位同學都提著底部穿孔、漏沙比較均勻的兩個沙袋一起競走，然後通過他們的漏沙情況來判斷他們的勻速運動情況和加速情況。

以上兩個探究活動目的是讓學生體驗打點計時器通過打點達到計時目的的原理。

學生做完後討論。

生：相鄰兩點間的距離隨著牽動紙帶的速度的增大而加大。紙帶運動的快慢不均勻，點子的間隔也不均勻，但對相鄰兩點間的時間間隔沒有影響。

生：參加競走的兩人若運動快慢比較穩定，則漏沙比較均勻，若加速運動，會發現快的時候漏沙少，慢的時候漏沙多。

〔新課教學〕

師：在以上的活動中，同學們認識到了打點和漏沙可以體現物體運動的快慢。今天我們就來學習用打點計時器測定物體運動速度的方法，並用圖象把這些速度形象地表示出來。

一、電磁打點計時器

教師佈置學生對照儀器看說明書，引導學生注意其重點：觀察打點計時器並閱讀其使用說明書，明確電磁打點計時器的結構、各部分的名稱、工作原理及使用方法。

電磁打點計時器是一種使用交流電源的計時儀器，如圖 1-4-1 所示。工作電壓為 4 V~6 V。當電源的頻率是 50 Hz 時，它每隔 0.02 s 打一次點。通電以前，把紙帶穿過限位孔，再把套在軸上的複寫紙片壓在紙帶的上面。當接通電源時，線圈產生的交變磁場使振動片（由彈簧鋼製成）磁化，振動片的一端位於永久磁鐵的磁場中。由於振動片的磁極隨著電流方向的改變而不斷變化，在永久磁鐵的磁場作用下，振動片將上下振動，其振動週期與線圈中的電流變化週期一致，即為 0.02 s。位於振片一端的振針就跟著上下振動起來。這時，如果紙帶運動，振針就在紙帶上打出一系列小點。

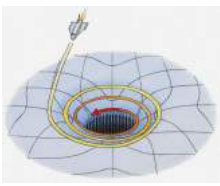


圖 1-4-1 電磁打點計時器

【交流與討論】

電磁打點計時器使用低壓交流電源工作，大家想一想能不能使用直流電源，為什麼？

生：工作原理中是靠電流方向的改變來改變磁鐵的磁場方向，從而促使振動片上下振動，並且振動片的振動週期與電源的電流變化週期一致。若使用 50



Hz 的交流電，打點的時間間隔為 0.02 s.這個值正好是電源頻率的倒數.

二、電火花計時器

教師佈置學生對照儀器看說明書，引導學生注意其重點：觀察打點計時器並閱讀說明書，明確兩種打點計時器的結構、各部分的名稱、工作原理及使用方法.

電火花計時器電火花計時器的外形如圖 1-4-2 所示，它可以代替電磁打點計時器使用，也可以與簡易電火花描跡儀配套使用.

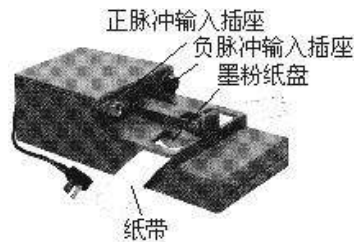


圖 1-4-2

使用時電源插頭直接插在交流 220 V 插座內，將裁成圓片（直徑約 38 mm）的墨粉紙盤的中心孔套在紙盤軸上，將剪切整齊的兩條普通有光白紙帶（20 mm×700 mm）從彈性卡和紙盤軸之間的限位槽中穿過，並且要讓墨粉紙盤夾在兩條紙帶之間.這樣當兩條紙帶運動時，也能帶動墨粉紙盤運動，當按下脈衝輸出開關時，放電火花不至於始終在墨粉紙盤的同一位置而影響到點跡的清晰度.也可以用上述尺寸的白紙帶和墨粉紙帶（位於下面）做實驗，還可以用兩條白紙帶夾著一條墨粉紙帶做實驗；墨粉紙可以使用比較長的時間，一條白紙帶也可以重複使用，應注意降低實驗成本.

【交流與討論】

從原理上考慮，電火花計時器跟電磁打點計時器相比，哪個更好些，誤差可能會更小？

生：電火花計時器可能會更好些，因為電磁打點計時器中振針和紙帶間的摩擦會更大些.

教師評論並系統總結.

師：電火花計時器使用中運動阻力極小，這種極小阻力來自於紙帶運動的本身，而不是打點產生的，因而系統誤差小，計時精度與交流電源頻率的穩定程度一致（脈衝週期不大於 50 μs，這一方面也遠優於電磁打點計時器），同時它的操作簡易，使用安全可靠（脈衝放電電流平均值不大於 5 μA）.

師：打點計時器能記錄哪些資訊？

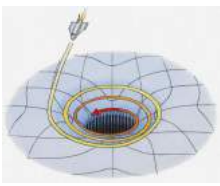
生：時間和位移.

下面的時間交給學生自主探究.

三、練習使用打點計時器

學生自主閱讀教材中的實驗步驟提示.

指導學生動手練習使用打點計時器，並引導學生思考：紙帶上的點與小車的位移和時間是如何對應的，怎樣將紙帶上的點變成相關的數據？



【交流與討論】

針對問題，學生討論實踐後回答。

問題 1. 電磁打點計時器中怎樣安放複寫紙和紙帶的位置？

生：將複寫紙套在複寫紙定位銷上，推動調節片，可調節複寫紙位置。將紙帶從複寫紙圓片下穿過。

問題 2. 振針打的點不清晰或打不出點可能是哪些原因？怎樣調整？

生 1：可檢查壓紙框的位置是否升高，而阻礙了振動片，振針打不到紙帶上，可將壓紙框向下壓恢復其原來位置。

生 2：可能是複寫紙該換新的了。

生 3：可能是振動片的振幅太小，可調整振動片的位置。

生 4：可能是振針的位置太高，調整振針的位置，直到打出點為止。

生 5：我選的電壓在 4 V 和 6 V 的情況下，打點的清晰度有點差別，電壓高的時候稍清晰，所以可調高一點電壓。

問題 3. 開啟電源打點完畢後要及時關閉電源，這樣做有什麼好處？

生：因打點計時器是按間歇工作設計的，故長期工作可能會因線圈發熱而損壞。

投影展示：電火花計時器的紙帶安裝方法（讓學生閱讀）：

使用電火花計時器在紙帶上打點，安裝紙帶的方法有兩種：一種是用一條紙帶從墨粉盤下穿過，打點時墨粉盤不隨紙帶轉動，電火花只將墨粉盤上某一位置的墨粉蒸發到紙帶上，打出的點跡顏色較淡，打過一條紙帶後要將墨粉盤轉一角度再打另一條紙帶。學生實驗時可採用這一方法。另一種是用兩條紙帶，將墨粉盤夾在中間，拖動紙帶時由於兩條紙帶的摩擦作用，墨粉盤會隨紙帶轉動，電火花將墨粉盤上不同位置的墨粉蒸發到紙帶上，所以打出的點跡顏色較重。墨粉盤上面的一條紙帶沒有點跡，可重複使用。用一條紙帶打點時，紙帶與打點計時器之間的摩擦阻力較小，用兩條紙帶打點時摩擦阻力較大。不管用哪種方法，打完紙帶後應立即切斷電源。

師：處理紙帶時，從能夠看清的某個點開始，往後數出若干個點。如果數出 n 個點，這些點劃分出來的時間間隔數是多少？

生：共 $(n-1)$ 個。

學生親自手拉紙帶練習使用打點計時器，自己設計表格，記錄測量數據。

【思考與討論】

師：怎樣根據紙帶上的點跡計算紙帶的平均速度？

生：測出兩個點間的距離，數一下這兩個點間共有多少個時間間隔，即有多少個 0.02 s，用這個總距離去除以所需用的時間。

【課堂訓練】

出示題目：

打在紙帶上的點，記錄了紙帶的運動時間。如果把紙帶和運動的物體連接在一起，紙帶上的點就相應地表示出運動物體在不同時刻的位置。研究紙帶上的點。



子之間的間隔，就可以了解運動物體在不同時間內發生的位移，從而了解物體的運動情況。請你用簡短的语言描述圖 1-4-3 所示每條紙帶記錄的物體的運動情況。

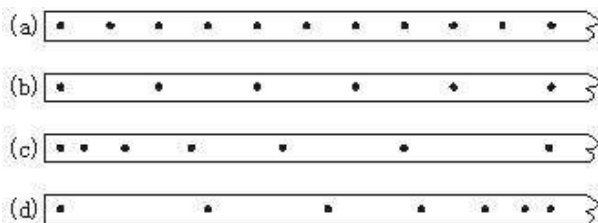


圖 1-4-3

參考答案：(a)、(b) 的各點分佈較為均勻，是勻速運動，但從點子的疏密程度來看，(b) 上的點子較稀疏，所反映的物體運動較快，速度較大。(c) 表示物體運動得越來越快，速度在增大；(d) 表示物體運動得越來越慢，速度在減小。

四、用打點計時器測量瞬時速度

思想方法：用某段時間內的平均速度粗略代表這段時間內的某點的瞬時速度。所取的時間間隔越接近該點，這種描述方法越準確。

示例：如圖 1-4-4，測量出包括 E 點在內的 D 、 F 兩點間的位移 Δx 和時間 Δt ，算出紙帶在這兩點間的平均速度 $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ ，用這個平均速度代表紙帶經過 E 點時的瞬時速度。

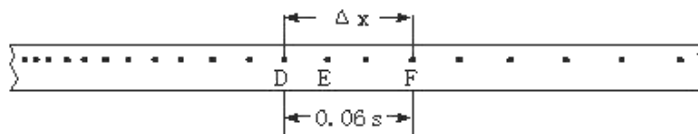


圖 1-4-4

$\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 可以大致表示 E 點的瞬時速度， D 、 F 兩點離 E 點越近，算出的平均速度越接近 E 點的瞬時速度。然而 D 、 F 兩點距離過小則測量誤差增大，應該根據實際情況選取這兩個點。

學生根據粗略表示某點瞬時速度的方法，選擇合適的計數點，測量包含這個點的一段時間內的位移 Δx ，同時記錄對應的時間 Δt ，填入教材第 23 頁中設計好的表 1 中。

根據 $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 算出剛填完的表 1 中各點附近的平均速度，把它當作計時器打下這些點時的瞬時速度，抄入教材第 24 頁表 2 中。從該表中能粗略看出手拉紙帶運動的速度變化情況。

【課堂訓練】

出示題目：

如圖 1-4-5 所示，打點計時器所用電源的頻率為 50 Hz，某次實驗中得到一條紙帶，用毫米刻度尺測出各點間的距離為： $AC=14.0$ mm， $AD=25.0$ mm。



那麼由此可以算出紙帶在 AC 間的平均速度為_____m/s，紙帶在 AD 間的平均速度為_____m/s； B 點的瞬時速度更接近於_____m/s.

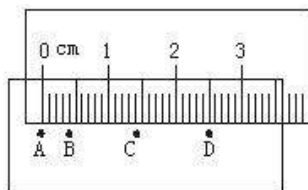


圖 1-4-5

參考答案：0.35 0.42 0.35

解析： AC 間的平均速度為 $\frac{\overline{AC}}{2T} = \frac{14.0 \times 10^{-3}}{2 \times 0.02}$ m/s = 0.35 m/s， AD 間的平均速度為 $\frac{\overline{AD}}{3T} = \frac{25.0 \times 10^{-3}}{3 \times 0.02}$ m/s = 0.42 m/s. 對描述 B 點的瞬時速度來說， AC 段所取的位移間隔更小，更能接近 B 點的真實速度，即 B 點速度更接近於 0.35 m/s.

五、用圖象表示速度

師：剛才我們從表 2 中的數據可以粗略看出我們自己手拉紙帶運動的速度變化情況，圖象是表示變化規律的好方法，我們可以用圖象來描述物體的速度變化情況，那麼怎樣用圖象來表示物體運動的速度呢？請同學們先看課文並回答.

生：在方格紙上建立直角坐標系，用縱坐標表示物體運動的速度，用橫坐標表示時間，根據表中各時刻的速度，將 (v, t) 作為一組座標在圖象中描點，將點連線後得出的圖象稱為速度—時間圖象 ($v-t$ 圖象)，簡稱速度圖象.

學生具體操作描點.

師：我們從根據實測數據所描的點，可以從這些點的走向大致看出紙帶速度的變化規律.

師：為了更清晰，你可以把這些點用折線連起來.

在老師的提示和幫助下連線.

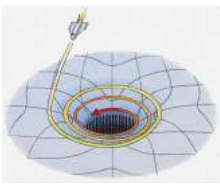
師：速度的實際變化應該是比較平滑的，所以，如果用一條平滑的曲線來“擬合”這些點，曲線反映的規律應該與實際情況更接近.

指導學生換用紅色筆用平滑的線將剛才描過的點再重新描畫一遍.

師：我們現在來觀察圖象，可以更形象直觀地顯示自己手拉紙帶的運動情況.

2.6 教學反思

電磁打點計時器和電火花計時器都是記錄運動物體在一定時間間隔內位移的儀器。 $v-t$ 圖象：表示做直線運動物體的速度隨時間變化的規律.某段時間圖象與時間軸圍成的面積值表示該段時間內物體通過的位移大小.形狀一樣的圖象，在不同圖象中所表示的物理規律不同.



三、課後練習：§1.4 實驗：用打點計時器測速度

【達標檢測】

1. 電磁打點計時器和電火花計時器都是使用_____電源的儀器，電磁打點計時器的工作電壓是_____，電火花計時器的工作電壓是_____V，其中實驗誤差較小。當電源頻率是 50 Hz 時，它每隔_____s 打一次點。
2. 關於接通電源和釋放紙帶（物體）的次序，下列說法正確的是（ ）

A. 先接通電源，後釋放紙帶 B. 先釋放紙帶，後接通電源

C. 釋放紙帶同時接通電源 D. 先接通電源或先釋放紙帶都可以
3. 根據打點計時器打出的紙帶，我們可以不利用公式計算就能直接得到或直接測量得到的物理量是（ ）

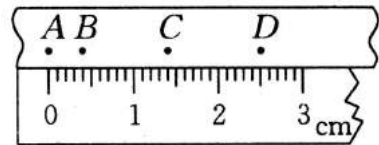
A. 時間間隔 B. 位移 C. 平均速度 D. 瞬時速度
4. 當紙帶與運動物體連接時，打點計時器在紙帶上打出點痕，下列說法正確的是（ ）

A. 點痕記錄了物體運動的時間

B. 點痕記錄了物體在不同時刻的位置或某段時間內的位移

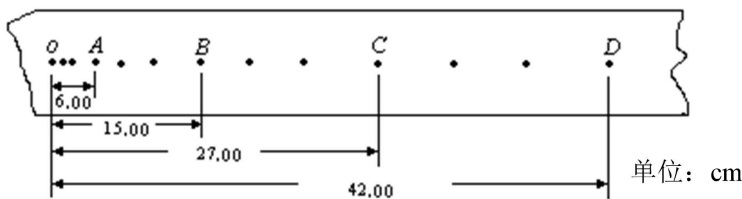
C. 點在紙帶上的分佈情況，反映了物體的形狀

D. 點在紙帶上的分佈情況反映了物體的運動情況
5. 如圖所示，打點計時器所用電源的頻率為 50Hz，某次實驗中得到的一條紙帶，及毫米刻度尺測量情況如圖所示，紙帶在 A、C 間的平均速度_____m/s，在 A、D 間的平均速度為_____m/s，B 點的瞬時速度更接近於_____m/s



6. 如圖所示，是某同學抽動紙帶打點的一部分紙帶，紙帶上點跡清晰，所用的電源頻率是 50 Hz。

試回答



- (1) A 點與 B 點之間的時間間隔是多少。
- (2) 測量數據標在圖中，試估算出打點 B 時的抽動紙的速度大小。

7. 如圖示是某次實驗打出的紙帶，在紙帶上找出連續的 6 個點，分別標上 0、1、2、3、4、5，用直尺測量出兩個相鄰點間距離 x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 、 x_5 ，並把它們填入表格中。根據這些數據：(所用打點計時器的打點週期為 0.02s)

(1) 運用你所學過的知識判斷紙帶的這段運動情況；



(2)求各點的瞬時速度，並畫出速度-時間圖象。
圖象。

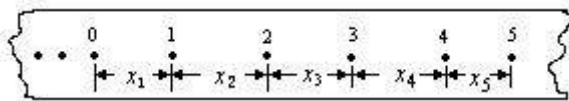
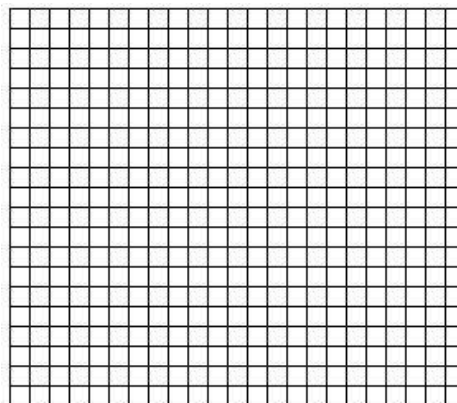


图 1.2-1

$x /$	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
c					
m	0.8	1.0	0.9	1.0	0.6



【學後反思】



第五課題 §1.5 速度變化快慢的描述——加速度 (3 課時)

一、課前自主預習學案

速度變化快慢的描述——加速度

課型：新授課

【學習目標】

1. 理解加速度的意義，知道加速度是表示速度變化快慢的物理量。知道它的定義、公式、符號和單位，能用公式 $a = \Delta v / \Delta t$ 進行定量計算。
2. 知道加速度與速度的區別和聯繫，會根據加速度與速度的方向關係判斷物體是加速運動還是減速運動。
3. 理解勻變速直線運動的含義，能從勻變速直線運動的 $v-t$ 圖象理解加速度的意義。

【學習重點】

1. 加速度的概念建立和加速度與勻變速直線運動的關係。
2. 加速度是速度的變化率，它描述速度變化的快慢和方向。

【學習難點】

1. 理解加速度的概念，樹立變化率的思想。
2. 區分速度、速度的變化量及速度的變化率。
3. 利用圖象來分析加速度的相關問題。

【方法指導】

自主探究、交流討論、自主歸納

【知識鏈接】

【自主探究】

實例：某競賽用的跑車啟動時，4s 內速度達到 108km/h；某高速列車啟動時，120s 內速度達到 108km/h；自行車 4s 內速度達到 6 m/s；而 100 m 跑運動員起跑時，0.2s 內速度達到 12m/s 推算出這些物體啟動時，速度的增加量和 1 s 內速度的增加量，並填入下列表格：

啟動物體	速度增加量(m/s)	經歷的時間(s)	1 s 內速度的增加量(m/s)	速度增加的快慢程度(最快、較快、較慢、最慢)
A 競賽用跑車	30	4	7.5	較快
B 高速列車	30	120	0.25	最慢
C 自行車	6	4	1.5	較慢
D 運動員	12	0.2	60	最快



問題 1:速度大，速度變化量(Δv)一定大嗎?速度變化一定快嗎?

問題 2:速度變化量大，速度變化一定快嗎?

知識點一：加速度

不同的物體速度變化的快慢往往是不同的，為了描述物體運動中速度變化的快慢，人們引入了加速度的概念，再看下面的例子

案例 1、飛機的速度由 0 增加到 300km/h，飛機速度的變化量是多少？發生這一變化用時 30s，則物體的速度平均每秒增加多少？

案例 2、迫擊炮射擊時，炮彈在炮筒中的速度在 0.005s 的時間內就可以由 0 增加到 250m/s，炮彈速度的變化量與時間的比值是多少？

閱讀教材 p26 並填空

(1) 加速度定義：加速度等於速度的_____跟發生這一改變所用的比值，用 a 表示加速度。

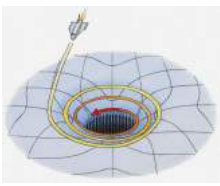
(2) 公式： $a=$ _____。

(3) 物理意義：表示速度_____的物理量。

(4) 單位：在國際單位制中，加速度的單位是_____，符號是_____，常用的單位還有 cm/s^2 。

注意：當發生變化的時間間隔趨近於零時，平均加速度就變為瞬時加速度

問題 1：做加速運動的火車，在 40s 內速度從 10m/s 增加到 20m/s，求火車加速度？



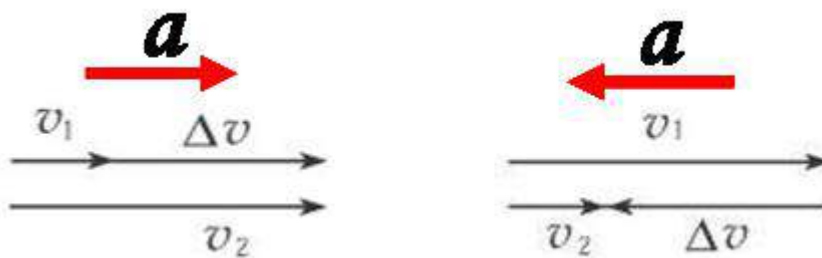
問題 2：汽車緊急剎車時做減速運動，在 2s 內速度從 10m/s 減小到零，求汽車的加速度？

知識點二：加速度的方向

直線運動中根據下圖自我歸納：1、 a 與 v_0 同向物體做_____運動。

2、 a 與 v_0 反向物體做_____運動。

3、加速度的方向和_____的方向總相同，加速度是向量，不但有大小，而且有方向，而負號只表示其_____，不表示其_____。



注意：在運動過程中，加速度保持不變的運動叫做勻變速運動，在這種運動中，平均加速度與瞬時加速度相等。

問題 3：籃球以 6m/s 的速度豎直向下碰地面，然後以 4m/s 速度豎直向上反彈，碰地的時間為 0.2 秒。

(1) 求籃球在這 0.2 秒內的速度變化 Δv 。

(2) 有的同學這樣計算球的加速度： $a = (v_2 - v_1) / t = (4 - 6) / 0.2 \text{m/s}^2 = -10 \text{m/s}^2$ 。他的方法對嗎？為什麼？正確的是多少？



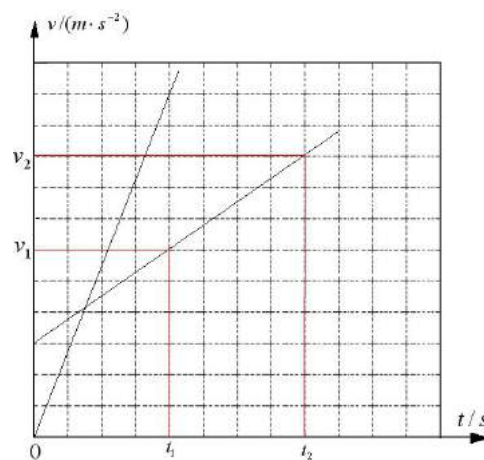
思考：

- 1、速度大，加速度小，有可能嗎？
- 2、速度變化量小，而加速度大，有可能嗎？
- 3、加速度大，而速度小，有可能嗎？

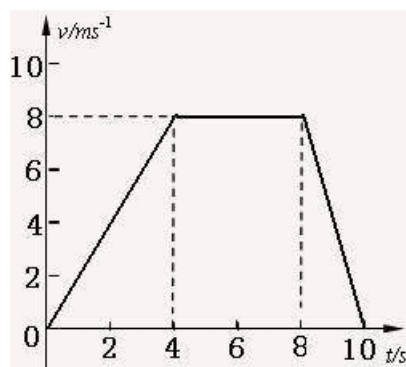
知識點三：從 $v-t$ 圖象看加速度

思考與討論：

- 1、速度—時間圖象描述了什麼問題？怎樣建立速度時間圖象？
- 2、右圖兩條直線分別是兩個物體運動的速度時間圖象，通過圖象比較兩物體運動的異同點？
- 3、在圖象中如何表示出物體運動加速度的大小？



問題：·如圖所示，是一電梯由底樓上升到頂樓過程中速度隨時間的變化圖象，電梯的運動速度如何變化的？各段時間內電梯的加速度各是多大？





二、新課教學：§1.5 速度變化快慢的描述——加速度

課題	§1.5 速度變化快慢的描述——加速度		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2017.09.18	課型	新授課		課時	3 課時
	2017.09.19					
	2017.09.20					

2.1 教材分析

加速度是力學教學的重要概念，也是高一年級物理課中較難懂的概念。在學生的經驗中，與加速度有關的現象不多，這就給學習加速度概念帶來困難。教材先列舉轎車和旅客列車的加速過程，讓學生討論它們速度的快慢以增強學生的感性認識。教材還展示飛機的起飛過程，要求學生從具體問題中了解“速度快”“速度變化大”“速度變化快”的含義不同，並且又在旁批中指出“物體運動的快慢”與“運動速度變化的快慢”不同。在此基礎上，通過飛機起飛和炮彈射出過程的具體數字運算引出平均加速度，進而說明瞬時加速度。同時指出了加速運動和減速運動中加速度與速度方向的關係。通過瞬時加速度得出直線運動的這一物理運動模型。在學習加速度概念後，又通過上節課學習的速度時間圖象進一步說明怎樣在圖象中找到加速度，讓學生通過速度時間圖象加深對加速度概念的認識和對圖象的理解，是對圖象認識的深化和提高。變化率是生活中的常用概念，教材在“科學漫步”欄目中深入、細緻地介紹了一般情況下的變化率，有助於學生理解速度是位置的變化率，加速度是速度的變化率。

要想正確理解加速度的物理意義，掌握加速度的定義公式，學生必須具有較高的抽象思維能力。可是，學生首次碰到加速度概念時是剛剛考入高中不久，不少學生抽象思維能力不高，難以理解加速度的意義和定義公式。為了降低難度，現行教材均把勻變速直線運動和加速度合為一節，只限於討論勻變速直線運動中的加速度，只研究勻變速直線運動的加速度定義、公式、意義、單位、方向。沒有研究加速度的測量方法，沒有討論加速度的合成與分解，沒有涉及加速度的成因，只在以後各章節中才把加速度的概念逐步擴充到一般變速運動中的瞬時加速度。因此，在確定加速度教學目標時，應該注意教材處理的這一實際情況，逐步到位，不能一步到位。否則，教學目標制定過高，學習難度太大，不僅不能達到預期的教學目標，影響教學效率的提高，而且易於在學生中產生物理難學的心裡障礙，對今後的物理學習也會產生負面影響。當然，也不能把教學目標制定得太低，這是不利於物理課堂教學效率提高的。



2.2 教學目標

一、知識與技能

- 1.知道加速度的物理意義.
- 2.掌握其定義公式和單位.
- 3.知道加速度的方向與速度變化量方向一致.
- 4.區別加速度、速度、速度變化量.

二、過程與方法

- 1.通過比值定義法，進一步了解加速度的物理意義.
- 2.通過對速度變化快慢描述的探索過程，體會一個量的變化與變化快慢的區別.

三、情感態度與價值觀

- 1.本節在物體運動快慢的基礎上進一步提出速度變化快慢的問題.
- 2.通過探服用比值定義法得出加速度的概念，感悟到探索問題解決問題的興趣和學無止境的觀點.
- 3.激發探索科學的興趣和毅力.

2.3 教學重點

- 1.加速度概念的建立和加速度與勻變速直線運動的關係.
- 2.加速度是速度的變化率，它描述速度變化的快慢和方向.

2.4 教學難點

- 1.理解加速度的概念，樹立變化率的思想.
- 2.區分速度、速度的變化量及速度的變化率.
- 3.利用圖象分析加速度的相關問題.

2.5 教學過程

導入新課

復習導入

教師通過課件展示圖 1-5-1 兩幅 $v-t$ 圖象，供同學們交流討論，並設疑對比思考.指導學生對兩個勻變速直線運動的 $v-t$ 圖象認真觀察，找出速度隨時間的變化規律.

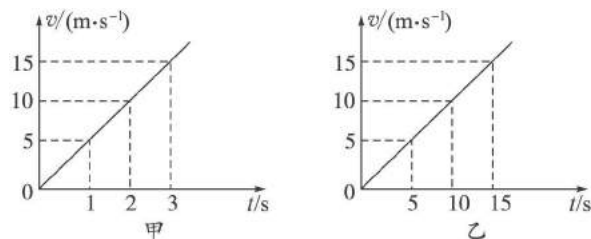


圖 1-5-1

學生歸納總結出：甲圖中，物體的速度每秒變化 5 m/s .

乙圖中，物體的速度每 5 s 變化 5 m/s .

引導學生體會速度的變化有快有慢，我們今天學習的加速度這一概念就是用來描述速度變化快慢的物理量，很自然地引出本節學習的內容.



問題導入

普通的小汽車和高檔跑車的速度都能達到 200 km/h，但它們從靜止到具有這一速度所經歷的時間不同，高檔跑車經歷的時間要遠小於普通的小汽車。哪個速度的變化快呢？速度變化的快慢是衡量汽車檔次的一個重要標準。這節課我們就來學習描述速度變化快慢的物理量——加速度。

影片導入

利用課件視頻資源，依次大螢幕播放下列影片片斷：



萬噸貨輪起航，10 s 內速度增加到 0.2 m/s 火箭發射時，10 s 內速度能增到約 10^2 m/s



以 8 m/s 的速度行駛的汽車在急剎車時 2.5 s 內能停下來



以 8 m/s 的速度飛行的蜻蜓能在 0.7 s 內停下來

圖 1-5-2

在以上片斷中，各物體的速度都發生了變化，你怎樣才能比較速度隨時間變化的快慢呢？

推進新課

一、加速度

利用多媒體投影播放賽車、高速列車、自行車、運動員等錄影，提出問題，讓學生思考討論。誰的速度“增加”得快？如何來表示增加的快慢？

課件展示：依次展示三個速度表格，分析比較速度改變的快慢。

表一：

時刻/s	0	5	10	15
甲 $v/(m \cdot s^{-1})$	20	25	30	35
乙 $v/(m \cdot s^{-1})$	10	30	50	70
丙 $v/(m \cdot s^{-1})$	35	30	25	20
丁 $v/(m \cdot s^{-1})$	50	35	20	5

交流討論：若物體在所用時間一樣的情況下，速度改變大的物體速度改變得快。



點評：讓學生從最簡單的例子入手，先比較相同時間內的速度改變量，為不同時間不同改變量作知識鋪墊。從簡單到複雜，從特殊到一般，正是物理學探究規律的順序。

表二：

	初速度 (km/h)	末速度 (km/h)	所用時間 (s)
轎車啟動	20	50	7
5 噸貨車啟動	20	50	38
10 噸貨車啟動	20	50	50

學生認知觀察表中數據並交流討論，若在速度改變相同的情況下，可以比較時間的長短，所用時間越短，速度改變得越快。

教師繼續引導學生分析數據，提高學生根據數據表來概括總結規律的分析能力。

教師設疑：若如下表所示，既無法用第一種方法，又無法用第三種方法比較，怎樣比較它們速度變化的快慢？認真觀察表三，通過計算說明這四個物體哪個速度改變得快。

表三：

	初速度 (m/s)	末速度 (m/s)	所用時間 (s)
A 自行車下坡	2	11	4
B 公共汽車出站	0	6	3
C 火車出站	0	20	100
D 飛機在空中飛行	300	300	10

很明顯，這幾個運動物體速度的改變量不同，速度改變的快慢也不同，且速度增加大的不一定就增加得快。為了描述物體運動中速度變化的快慢，人們引入了加速度的概念——加速度是用來描述速度變化快慢的物理量。

教師指導學生回憶怎樣描述物體運動位置的變化。例如在勻速直線運動中，物體從 A 點運動到 B 點，可以用 A、B 兩點座標的變化除以所用時間即速度的大小來描述位置變化的情況。

點評：利用速度的運算式類比，力求使學生猜想到可以用速度的改變量除以所用時間來描述速度變化的快慢。

教師設疑：在表三中，A 物體在 4 s 內速度從 2 m/s 增加到 11 m/s，怎樣描述物體運動的速度增加的快慢呢？

交流討論並總結：用物體速度的增加量除以所用的時間來描述這段過程中物體速度增加的快慢。

如果用符號 a 表示物體速度增加的快慢， Δv 表示物體的速度的變化量， Δt 表示物體的速度變化所用的時間，應如何用公式表達 A 物體的速度變化快慢呢？



$$\text{結論：} a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{11-2}{4} \text{ m/s}^2 = 2.25 \text{ m/s}^2$$

教師指導學生依次完成表三中 B、C、D 的計算：

$$\text{對 B：} a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{6-0}{3} \text{ m/s}^2 = 2 \text{ m/s}^2$$

$$\text{對 C：} a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{20-0}{100} \text{ m/s}^2 = 0.2 \text{ m/s}^2$$

$$\text{對 D：} a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{300-300}{10} \text{ m/s}^2 = 0$$

上述方法就是變速直線運動中，描述物體運動速度變化快慢的基本思路和基本方法。其中的 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 式是變速直線運動的加速度的基本定義式。在國際單位

中，加速度的單位是 m/s^2 ，讀作米每二次方秒。

明確：1. 定義：加速度等於速度的改變跟發生這一改變所用的時間的比值。

2. 運算式：
$$a = \frac{v_t - v_0}{t}$$

3. 單位及符號

米/秒² m/s^2 (國際單位制)

釐米/秒² cm/s^2

閱讀體會：課件展示閱讀材料，讓學生認真閱讀並體會計算加速度。

材料一：高級跑車 克萊斯勒 ME412

0—100 km/h 加速時間 2.9 s

發動機：V12 雙頂凸輪軸 48 氣門 4Turbo

排量：6.000c.c.

最大馬力：850/bhp/5，750rpm

峰值扭矩：117.3 kgm/2，500—4，500rpm 車重：1，310 kg

急速：400 km/h 以上

汽車性能知識參考網址：

<http://www.autoworld.com.cn/mantan.htm>

<http://auto.sohu.com/>

材料二：死亡加速度

西方交通管理部門為了交通安全，特製定了死亡加速度 500g (取 $g=10 \text{ m/s}^2$) 這一數值，以醒世人。意思是如果行車加速度超過此值，將有生命危險。那麼大的加速度，一般情況下車輛是達不到的。但如果發生交通事故時，將會達到這一數值。因為，一般車輛碰撞的時間短，大多為毫秒級。例如，兩輛摩托車時速 20 km 相向而行發生碰撞，碰撞時間為毫秒級，能產生多大加速度？

教師引導學生類比加速度與位移，有什麼共同的地方。引導學生歸納出加速



度既有大小又有方向，是向量。

說明：當物體加速時，則 $\Delta v=v_2-v_1>0$ ，時間 Δt 是標量，加速度 a 的計算值為正值，如果以初速度的方向為正方向（即初速度 v_0 取正值）， a 為正值則可表示 a 的方向與初速度的方向相同，或反過來說，若加速度 a 與初速度同向時，則這個直線運動為加速運動。

當物體是減速時，則 $\Delta v=v_2-v_1<0$ ，時間 t 是標量，加速度 a 的計算值為負值，如果仍以初速度的方向為正方向（即初速度 v_0 取正值）， a 為負值則可表示 a 的方向與初速度的方向相反，或反過來說，若加速度 a 與初速度反向時，則這個直線運動為減速運動。

在未學到“牛頓第二定律”之前，也可以用兩輛汽車以相同的速度變化率做勻加速運動和勻減速運動，雖然速度變化快慢相同，但速度的變化情況不同，前者速度越來越大，後者則反之。啟發學生思考，只憑速度變化快慢（速度變化率的大小）不能完全反映速度變化的規律，從而引出加速度不僅有大小，而且有方向，是向量。

雖然不必讓學生從速度變化的方向去判斷加速度的方向，但是應該讓學生知道：物體做勻加速運動時，加速度的方向跟速度的方向相同；做勻減速運動時，加速度的方向跟速度的方向相反。這是直線運動中（無往復運動）的普遍性結論。至於加速度的正、負問題，只是在特定的條件下（ v_0 取正值）判斷物體做勻加速還是勻減速運動的一種方法，這不是實質性的結論，所以教學中不必強化。也可類比 $v=\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 中速度 v 的方向與位移 Δx 的方向相同，理解 $a=\frac{\Delta v}{\Delta t}$ 中速度 a 的方向與速度變化量 Δv 的方向相同。

實驗與探究

通過實驗讓學生體會 1 m/s^2 加速度有多大。

實驗器材：高度約為斜面長度的十分之一的斜面（越光滑越好）。

體驗方法：把斜面的高度調節為斜面長度的十分之一（向學生說明），讓小球在斜面上滾下（注意觀察速度變化的快慢程度），小球在這個斜面上運動的加速度便大約是 1 m/s^2 。它的含義是說物體每秒鐘速度的改變量是 1 m/s 。

問題探究

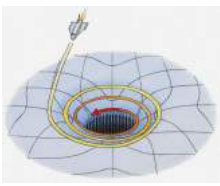
問題1：“上海磁懸浮列車的最高速度可達 430 km/h ，它的加速度一定很大”。這一說法對嗎？為什麼？

問題2：運載火箭在點火後的短時間內，速度的變化很小，它的加速度一定很小嗎？

歸納總結：1.不對，當勻速運動時，儘管速度很大，加速度可以為零。

2.不對，由公式 $a=\frac{\Delta v}{\Delta t}$ 可知，加速度等於速度的變化量和時間的比值，因而

加速度是速度對時間的變化率。所謂某一個量對時間的變化率，是指單位時間內該量變化的數值。變化率表示變化的快慢，不表示變化的大小。



加速度和速度的區別：

- 1.速度大，加速度不一定大；加速度大，速度不一定大。
- 2.速度變化量大，加速度不一定大。
- 3.加速度為零，速度可以不為零；速度為零，加速度可以不為零。

問題互動

判斷下列說法是否正確。

- 1.做勻變速直線運動的物體，它的加速度方向和速度方向總是相同。
錯.只有做勻加速直線運動的物體，它的加速度方向和速度方向相同。
- 2.做勻變速直線運動的物體，它的速度變化越大，加速度越大。
錯.速度變化大，但不知所用時間的多少。
- 3.做勻變速直線運動的物體，它的速度變化越快，加速度越大。
對。

師生探究：教師指導學生對下列問題分組探究。

探究1：某同學騎著自行車和學校百米冠軍賽跑。觀察並思考，起跑時誰的加速度比較大些？將觀察結果與同學交流一下，得出較一致的結論。

參考：創造條件，親自觀察，培養有目的的觀察能力；加強交流，善於交流，增強協作精神。比較方法：相同時間內，誰的速度變化得快，誰的加速度就大。

探究2：小球沿斜面的運動可近似看成是勻加速直線運動。猜想一下，加速度的大小與哪些因素有關？（比較加速度的大小時，可通過觀察小球滾動時速度改變的快慢來進行）

要求：（1）將猜想的結果互相討論，最後得出共同的猜想。若有條件，可以用實驗檢驗一下你的猜想。

（2）實驗探究時要注意加強交流與合作，檢驗猜想時要注意控制變數。

參考：（1）幾種可能猜想：小球的質量、斜面的粗糙程度、斜面的傾角、斜面的長短等（還有什麼可能，你自己去猜想，這裡給出的只是參考，並不一定是標準答案，要善於通過討論和交流最後得出正確的答案）。

（2）探究時，一定要先設計好實驗方案，注意體會控制變數法。可保持其他量不變，研究小球質量與加速度的關係；或研究粗糙程度與加速度的關係；研究傾角與加速度的關係；研究長度與加速度的關係等。

探究3：宇航員要從地球進入空間站，可以由太空梭來完成這一任務。太空梭在發射的過程中，會產生相當大的加速度，最大加速度可以達到 $8g$ （取 $g=9.8\text{ m/s}^2$ ），高重力加速度對人的身體會產生不良作用，甚至可能會產生危險。譬如，引起身體某些部位充血或缺血，如果大腦缺血，便會失去視覺和知覺。類似實驗表明，人體的姿勢與所能承受的加速度有關：當人的身體與加速度的方向垂直時，人可以經受 $15g$ 的加速度達幾分鐘之久，而當人的身體順著加速度方向時，最多只能經受 $6g$ 的加速度。

根據上述資訊，回答下列問題：



我國航太英雄楊利偉乘“神舟”五號升入太空和返回地面的過程，採取什麼姿勢

(站、坐、躺)較好?身體與加速度方向什麼關係?

答案：躺倒 垂直

二、從 v-t 圖象看加速度

教師指導學生認真觀察課本中的 v-t 圖象，並思考：速度—時間圖象描述了什麼問題?怎樣建立速度—時間圖象?

教師引導，學生討論後回答.學生在沒有學習斜率概念前，可以用陡度的“平緩”或“陡”來表述.

學生總結歸納：a 直線的傾斜程度更厲害，也就是更陡些，而 b 相對較平緩.所以，a 的速度變化快，即 a 的加速度大，b 的速度變化慢，加速度小 .

知識小結：速度—時間圖象是描述速度隨時間變化關係的圖象，它以時間軸為橫軸，以縱軸為速度軸，在坐標系中將不同時刻的速度以座標的形式描點，然後連線，就畫出了速度—時間圖象.

我們可以從直線上任意選擇間隔較大的兩點來找到這兩個點間的速度變化量 Δv ，時間間隔 Δt .

這樣就可以定量求加速度了，用加速度的定義式 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 就行了.

2.6 教學反思

本節課重點學習了加速度的概念及其特性，注意加速度是向量及這裡的“加”並不是“增加”的意思，它反映的是速度變化快慢的程度.

加速度是速度的變化與發生這一變化所用時間的比值.也就是速度對時間的變化率，在數值上等於單位時間內速度的變化.它描述的是速度變化的快慢和變化的方向.加速度的大小由速度變化的大小和發生這一變化所用時間的多少共同決定，與速度本身的大小以及速度變化的大小無必然聯繫.加速度大表示速度變化快，並不表示速度大，也不表示速度變化大.加速度是向量，它的方向就是速度變化量 Δv 的方向，與速度方向無必然聯繫.加速度是狀態量，與時刻（或位置）相對應.

可以從速度時間圖象中傾斜直線的陡緩定性看出加速度的大小，也可以從圖象中定量求出加速度的大小.



三、課後練習：§1.5 速度變化快慢的描述——加速度

【達標檢測】

1. 下列關於加速度的說法中正確的是 ()

- A. 加速度表示物體運動的快慢
B. 加速度表示物體速度變化的快慢
C. 物體運動速度越大，其加速度越大
D. 物體運動速度為零，其加速度一定也為零

2. 物體的加速度為 2m/s^2 ，表示這物體 ()

- A 每秒運動 2m
B 每經過 1 秒，其速度增大 2m/s^2
C 每經過 1 秒，其速度增大 2m/s
D 每經過 1 秒，其速度增大 2m

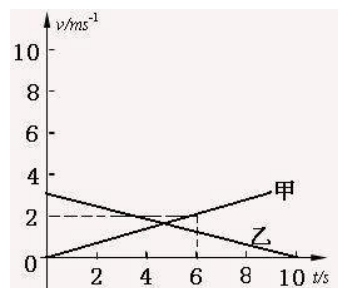
3. 下列關於速度和加速度的說法中，正確的是 ()

- A. 物體運動的速度改變越大，它的加速度一定越大
B. 物體運動的加速度為零，它的速度也一定為零
C. 物體運動的速度改變越小，它的加速度一定越小
D. 加速度的大小是表示物體運動速度隨時間變化率的大小

4. 一個小球以 3m/s 的速度水平向右運動，碰到牆壁後經過 0.1s 後以 2m/s 的速度沿同一直線反彈。則小球在這段時間內的平均加速度為 ()

- A. 10m/s^2 ，方向向右
B. 10m/s^2 ，方向向左
C. 50m/s^2 ，方向向右
D. 50m/s^2 ，方向向左

5. 如圖所示：為兩個物體的速度圖像，由圖說明在 $0-10\text{s}$ 甲、乙誰作加速運動，誰作減速運動；加速度各是多少；誰的加速度大。



6. 汽車以 108km/h 的速度行駛，急剎車後 6s 停止運動，那麼急剎車過程中汽車的加速度為多大？急剎車後 2s 時刻汽車的速度是多大？

學習反思：



第六課題：綜合複習（1 課時）

課題	綜合複習		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2017.09.20	課型	復習課		課時	2 課時

綜合複習一：《第一章 運動的描述》章末總結

【知識與技能】

1. 知道參考系的概念及運動的關係，理解質點的概念，能正確分析和建立坐標系。
2. 能區分時刻和時間間隔。
3. 掌握位移的概念，能區分位移和路程，知道向量和標量的定義及二者的區別。
4. 理解速度的概念，掌握平均速度，平均速率，瞬時速度，瞬時速率的概念。
5. 知道 s-t 圖像，能運用圖像解題。
6. 知道打點計時器的原理並學會使用打點計時器，會用打出的紙帶求瞬時速度。
7. 知道加速度的含義，知道勻變速直線運動，會根據 v-t 圖像分析加速度的大小變化。

【過程與方法】

1. 較多的運用生活實例引導學生思考，進而引入新的物理量。
2. 通過數學圖像指導學生學會應用 s-t v-t 圖像。
3. 初步了解實驗儀器結構，認真觀察實驗操作，大膽實驗，認真完成數據分析。

【情感態度與價值觀】

1. 物理是一門嚴密的科學，很多問題不要被習慣所左右。
2. 用圖像來描述物理問題既直觀又方便。
3. 物理又是一門實驗科學，養成願做實驗會做實驗的好習慣。

【教學過程】

★重難點一、基本物理量的區別與聯繫★

1、時刻和時間間隔的區別與聯繫

特別提醒：對於時間和時刻的表述，要有正確的理解，如第 1s 末、5s 時(第 5s 末)、第 10s 初(第 9s 末)等均為時刻；前 2s 內(0 至第 2s 末)、第 8s 內、第 1s 至第 8s 等均為時間。對於時刻和時間，可以借助時間軸來區分。

2、位移和路程的區別與聯繫

3、速度與速率的聯繫與區別



4、平均速度與瞬时速度的聯繫與區別

速度、平均速度、瞬時速度、平均速率

(1)速度有平均速度與瞬時速度之分，平均速度指在某一段時間或某一段位移物體運動的平均快慢，瞬時速度是指物體經過某一位置或某一時刻時運動的快慢。

(2)平均速率是物體通過的路程與通過這一路程所用時間的比值。

注意：速率是瞬時速度的大小，但平均速率不是平均速度的大小。

5、速度、速度變化量和加速度的比較

(1)加速度是描述物體速度變化快慢的物理量， $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ ，也稱為速度的變化率，

它不能理解為物體增加的速度。

(2)速度為零時，加速度可以不為零；反之加速度為零時，速度可以不為零。速度增大時，加速度可以減小；加速度增大時，速度也可以減小。

(3)加速度 a 的方向總是與速度變化量 Δv 的方向相同，在直線運動中， a 的方向可能與 v 方向相同，也有可能相反。

總之，速度 v 、速度變化量 Δv 、加速度 a 之間沒有必然的聯繫，即 v 大， Δv 不一定大， a 也不一定大。 Δ

【典型例題】一列火車從上海開往北京，下列敘述中，表示時間的是

- A·早上6時10分從上海發車
- B·列車預計在18時11分到達北京
- C·列車在9時45分到達途中南京站
- D·列車在南京站停車10分鐘

【答案】D

【典型例題】一個物體以 5m/s 的初速度垂直於牆壁的方向和牆壁相碰後，以 3m/s 的速度反向彈回來，若物體與牆壁相互作用的時間為 0.2s ，則此過程物體加速度為多少？

【答案】 40m/s^2 方向與初速度方向相反

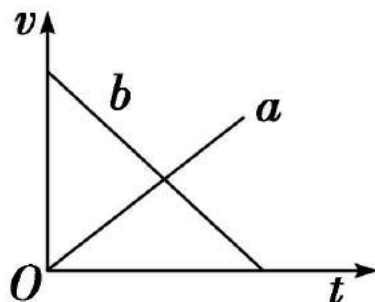
【解析】以初速度方向為正方向，則有： $v_0 = 5\text{m/s}$ ， $v = -3\text{m/s}$ ，

$$\text{由 } a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{-3 - 5}{0.2} \text{m/s}^2 = -40\text{m/s}^2 \text{。}$$

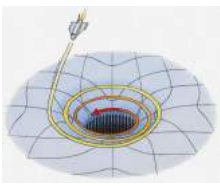
負號表示方向與初速度方向相反

★重難點二、 $v-t$ 圖象的理解及應用★

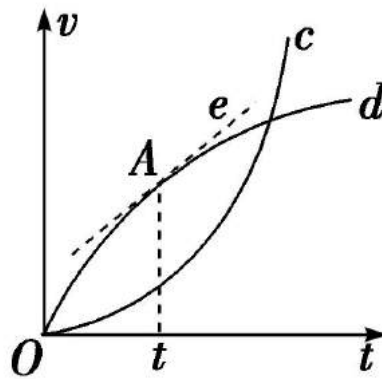
1.速度—時間圖象($v-t$ 圖象)為一傾斜直線，則表明物體的速度均勻變化，如圖中的圖線 a 和 b 表示。



2.圖象為曲線時表示物體的速度非均勻變化，如圖中的圖線 c 、 d 分別表示物



體的速度變化得越來越快和越來越慢。



3. 圖線的斜率等於物體的加速度，對於 $v-t$ 圖象為曲線的，某時刻的加速度等於該時刻過圖線的切線的斜率。如圖中直線 e 的斜率等於 A 點的加速度。

4. 圖象的應用

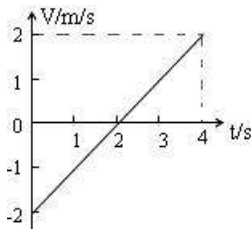
(1) 判斷物體的運動性質。甲圖中物體 a 做勻加速直線運動， b 做勻減速直線運動，它們的運動方向相同。

(2) 根據圖象的縱坐標確定物體在某時刻速度的大小和方向。縱坐標的絕對值為瞬時速度的大小，正負號表示瞬時速度的方向。

(3) 根據圖象中圖線的斜率確定物體運動加速度的大小和方向。若 $v-t$ 圖象為曲線，則曲線上某點的切線的斜率表示此時加速度的大小和方向，如圖乙中物體 d 的運動圖象所示。

【典型例題】 (多選) 某物體運動的 $V-t$ 圖像是一條直線，如圖所示，下列說法正確的是：()

- A. 物體在第 1s 末運動方向發生變化
- B. 物體在第 2s 內和第 3s 內的加速度大小相等，方向相反
- C. 物體在第 2s 末運動方向發生變化
- D. 物體在前 4s 內的加速度不變



【答案】 CD

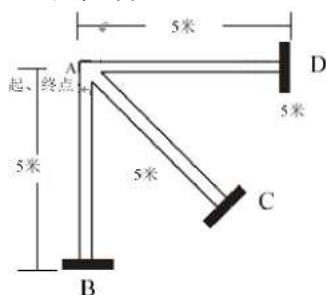


綜合複習二：模塊綜合檢測

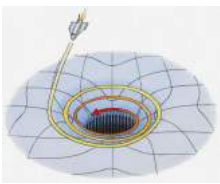
- 下列說法中，正確的是（ ）
 - 原子核很小，一定能看做質點
 - 王同學早晨 6:30 起床，6:30 表示物理學中的時間
 - 若物體運動路程不為零，則位移也不可能為零
 - 電火花計時器的工作電壓是交流 220V
- 關於速度和加速度的說法（ ）
 - 物體做加速運動，加速度可能減小
 - 速度越大，加速度越大
 - 加速度為 0，速度一定為 0
 - 物體具有加速度，一定要做加速運動
- 如圖跳傘運動員從一架勻速飛行的飛機上跳下。飛行員看見跳傘運動員在豎直向下做加速運動，地面觀察員看見跳傘運動員在做曲線運動，下列說法正確的是（ ）



- 飛行員以跳傘運動員為參考系，保持靜止
 - 飛行員以跳傘運動員為參考系，豎直向上做勻速直線運動
 - 飛行員以跳傘運動員為參考系，豎直向上做加速直線運動
 - 以上說法均不對
- “五米三向折返跑”的成績反映了人體的靈敏素質。測定時，受試者聽到口令後起跑，測試員同時開始計時，受試者從起點 A 全力跑向 5m 處的 B 點用手觸摸折返線處後返回 A 點，然後依次到 C 點、D 點最終返回 A 點。所用時間即為“五米三向折返跑”的成績。現測得受試者成績為 7.50s，該受試者在測試全過程中的路程和平均速度的大小分別為（ ）



- 0, 0
 - 15, 4m/s
 - 30m, 0
 - 30m, 4m/s
- 某校高新的同學分別乘兩輛汽車去市公園遊玩。兩輛汽車在平直的公路上運動，甲車內一同學看見乙車沒有運動，而乙車內一同學看見路旁的樹木向西運動。如果以地面為參考系，那麼，上述觀察說明（ ）



- A·甲車不動，乙車向東運動 B·乙車不動，甲車向東運動
C·甲車向西運動，乙車向東運動 D·甲乙兩車以相同的速度向東運動

6·在以下的哪些情況中可將物體看成質點處理 ()

A·研究自行車的運動時，因為車輪在轉動，所以無論研究哪方面，自行車都不能被視為質點

B·在大海中航行的船要確定它在大海中的位置，可以把它當做質點來處理

C·研究雜技演員在走鋼絲的表演時，雜技演員可以當作質點來處理

D·當物體的體積、質量都極小時，就一定要把物體當質點來處理。

7·一個學生在百米賽跑中，測得他在7s末的速度為9m/s，10s末到達終點時的速度為10.2m/s，則他在全程內的平均速度是 ()

- A·5.1m/s B·9.6m/s C·10m/s D·10.2m/s

8·下列關於時間和時刻的說法中，正確是： ()

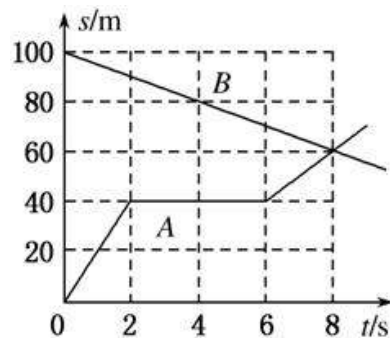
A·時間和時刻的區別在於長短不同，長的是時間，短的是時刻；

B·兩個時刻之間的間隔是一段時間；

C·第3秒末和第4秒初是兩個不同的時刻；

D·第3秒內和第4秒內經歷的時間不一樣。

9·(多選)如圖為A、B兩運動物體的位移圖象·下述說法中正確的是 ()



A·A、B兩物體開始時相距100m，同時相向運動

B·B物體做勻速直線運動，速度大小為5m/s

C·A、B兩物體運動8s時，在距A的出發點60m處相遇

D·A物體在運動中停了6s

10·(多選)檯球以10m/s的速度垂直撞擊框邊後以8m/s的速度反向彈回，若球與框邊的接觸時間為0.1s，(取初速度方向為正方向)下列說法正確的是 ()

()

A·此過程速度該變數為2m/s

B·此過程速度該變數-18m/s

C·檯球在水平方向的平均加速度大小為 20m/s^2 ，方向沿球彈回的方向

D·檯球在水平方向的平均加速度大小為 180m/s^2 ，方向沿球彈回的方向

11·(多選)奧運會比賽專案中，跳水是我國的傳統優勢專案·某運動員進行10m跳臺比賽時，下列說法正確的是(不計空氣阻力) ()

A·為了研究運動員的技術動作，可將正在比賽的運動員視為質點

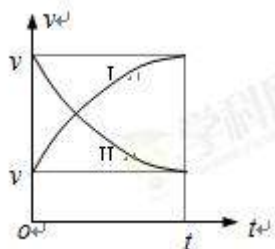
B·運動員在下落過程中，感覺水面在勻加速上升

C·前一半位移用的時間長，後一半位移用的時間短

D·前一半時間內位移大，後一半時間內位移小

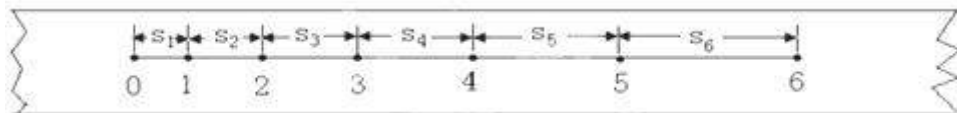


12. (多選) 從同一地點同時開始沿同一方向做直線運動的兩個物體 I、II 的速度圖象如圖所示。在 $0 \sim t_0$ 時間內，下列說法中正確的是



- A. I、II 兩個物體的加速度都在不斷減小
- B. I、II 兩物體的位移都在不斷增大
- C. I、II 兩個物體的平均速度大小都大於 $(v_1+v_2)/2$
- D. I、II 兩個物體的間距不斷增大

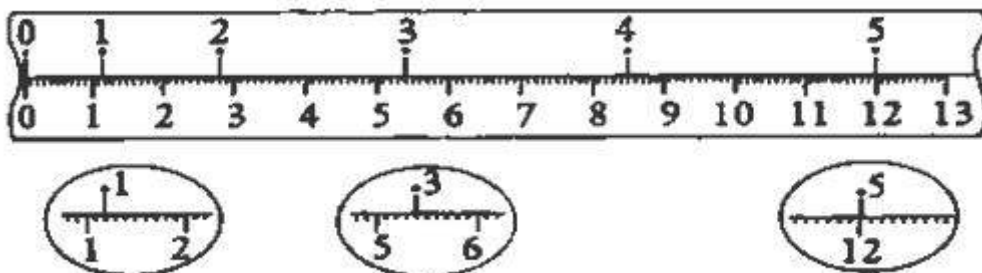
13. 如圖是“用打點計時器測速度”實驗中得到的一條紙帶，從 O 點開始每 5 個點取一個計數點（打點計時器的電源頻率是 50Hz），依照打點的先後依次編為 1、2、3、4、5、6，量得 $s_1=1.22\text{cm}$ ， $s_2=2.00\text{cm}$ ， $s_3=2.78\text{cm}$ ， $s_4=3.62\text{cm}$ ， $s_5=4.40\text{cm}$ ， $s_6=5.18\text{cm}$ 。



- (1) 相鄰兩計數點間的時間間隔為 $T=$ _____ s
- (2) 打點計時器打計數點 3 時，小車的速度大小 $V_3=$ _____ m/s

14. 在“用打點計時器測速度”的實驗中，打點計時器使用的交流電的頻率為 50Hz，記錄小車運動的紙帶如圖所示，在紙帶上選擇 0、1、2、3、4、5 的 6 個計數點，相鄰兩計數點之間還有四個點未畫出，紙帶旁並排放著帶有最小分度為毫米的刻度尺，零點跟“0”計數點對齊，由圖可以讀出三個計數點 1、3、5 跟 0 點的距離 d_1 、 d_2 、 d_3 分別填入下列表格中。

距離	d_1	d_2	d_3
測量值 / cm			

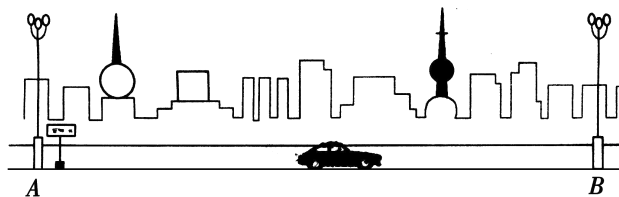


計算小車通過計數點“2”的瞬時速度為 $v_2=$ _____ m/s。通過計數點“4”的瞬時速度為 $v_4=$ _____ m/s，小車的加速度是 $a=$ _____ m/s^2 。

15. 如圖所示，兩路燈燈杆 A、B 相距 40m，一輛汽車用 3.2s 時間通過這兩根路燈燈杆，據此可以計算出汽車在這段位移中的平均速度為 _____ m/s。若燈杆 A 的近旁相距 0.42m 處有一塊路牌，汽車駛過路牌和燈杆的這一小段距離只



用了 0.03s，在這段時間裡的平均速度為_____m/s，可以認為汽車駛過燈杆 A 時的瞬時速度為_____m/s。

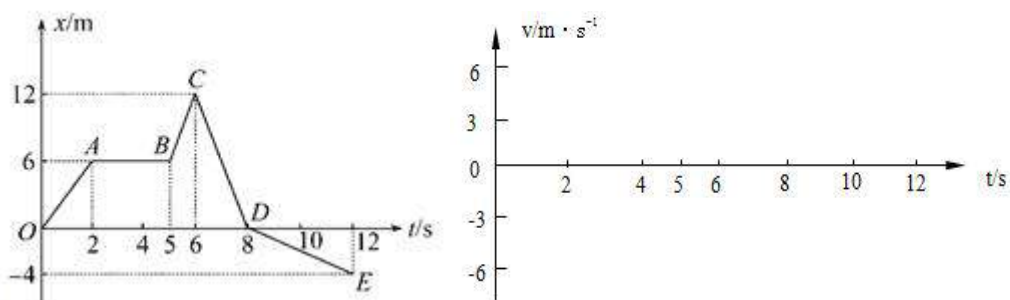


16. 一列長 50m 的隊伍，以 1.5m/s 速度經過一座全長為 100m 的橋，當隊伍的第一個人踏上橋到隊尾最後一人離開橋時，總共需要的時間是多少？

17. 某物體的位移—時間圖象如圖所示，若規定向東為正方向。

(1) 試求物體在 OA、CD、DE 各階段的速度大小及方向

(2) 作出 12 秒內的速度—時間圖象。



18. 一輛汽車沿平直的公路行駛，第 1s 內通過 5 m 的距離，第 2s 內和第 3s 內各通過 20m 的距離，第 4s 內又通過了 15m 的距離。求汽車在最初 2s 內的平均速度大小和這 4s 內的平均速度大小各是多少？

參考答案

1、D；2、A；3、C；4、C；5、D；6、B；7、C；8、B；9、ABC；10、BD；

11、BC；12、AB；

13、【答案】(1) 0.1；(2) 0.32

距離	d_1	d_2	d_3
測量值/cm	1.20	5.40	12.00

14、【答案】(1)

(2) $v_2=0.21\text{m/s}$

$v_4=0.33\text{m/s}$

15、【答案】12.5

14 14



16、【答案】 $T=100s$

【解析】

從隊伍的第一個人踏上橋到隊伍最後一個人離開橋，隊伍一共行走的路程為

$$x = x_{\text{隊}} + x_{\text{橋}} = 50m + 100m = 150m$$

根據速度公式： $v = \frac{s}{t}$ ，

當隊伍全部穿過大橋所需要的時間為 $t = \frac{x}{v} = 100s$ 。

17、【答案】(1) 3m/s，向東； -6m/s，向西； -1m/s，向西。(2) 圖線如圖；

【解析】

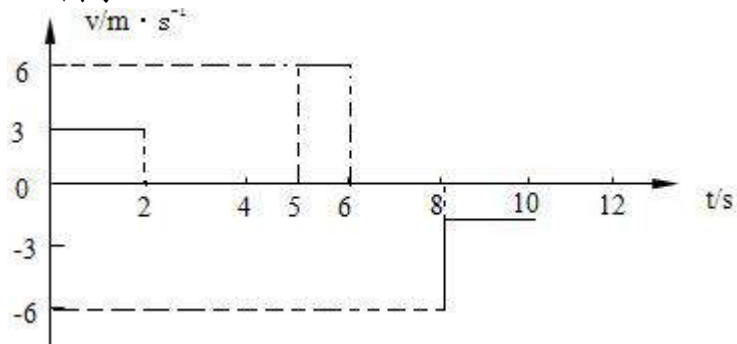
物體在 $t=0$ 開始從原點出發向東做勻速直線運動，歷時 2s，接著在 2s~5s 內靜止；第 6s 內繼續向東做勻速直線運動；在第 6s 末到第 8s 末勻速反向行駛，至 8s 末回到出發點；在第 8s 末至第 12s 末從出發點向西做勻速直線運動；由 x-t 圖象得各階段的速度如下：

$$\text{OA 段：} \quad v_1 = \frac{x_1}{t_1} = \frac{6}{2} \text{ m/s} = 3 \text{ m/s,} \quad \text{方向向東；}$$

$$\text{CD 段：} \quad v_4 = \frac{x_4}{t_4} = \frac{-12}{2} \text{ m/s} = -6 \text{ m/s} \quad \text{速度大小為 6 m/s，方向向西；}$$

$$\text{DE 段：} \quad v_5 = \frac{x_5}{t_5} = \frac{-4}{4} \text{ m/s} = -1 \text{ m/s} \quad \text{速度大小為 1 m/s，方向向西。}$$

V-t 圖象；



18、【答案】12.5m/s 15 m/s

【解析】汽車在最初 2s 內的平均速度為： $v_1 = \frac{5+25}{2} \text{ m/s} = 12.5 \text{ m/s}$

汽車在這 4s 內的平均速度為： $v_2 = \frac{5+20+20+15}{4} \text{ m/s} = 15 \text{ m/s}$



第二章：勻變速直線運動的研究（14 課時）

1.1 整章概述

一、教材分析

1· 本章教學內容範圍

在物理知識方面，本章主要講述了勻變速直線運動的規律（即質點的速度與時間的關係、位移與時間的關係、位移與速度的關係），以及勻變速直線運動的具體實例《自由落體運動》的相關知識及規律等知識。

在物理技能方面，本章主要涉及對實驗數據的處理；用文字、公式、圖像三種方式表述勻變速直線運動的規律；應用勻變速直線運動規律解釋或解決一些實際問題時對公式的合理選擇；使用打點計時器、頻閃照相或其他方法測量物體運動的位移和時間等技能。

在物理的思想方法方面，本章主要包括實驗探究物理規律的方法、應用圖像探索和表述物理規律的方法、物理模型方法、極限思想、微積分的思想、以及伽利略的科學研究方法。

2· 本章的教學內容在模組內容體系中的地位和作用

從知識技能角度講，勻變速直線運動的研究是高中物理課程運動學中的重要學習內容，本章的三個核心概念（速度、加速度、位移）和勻變速直線運動的規律是後面學習解決有關勻變速直線運動的基礎；另外，本章是為學習“相互作用和運動規律”、“拋體運動與圓周運動”等做準備、打基礎的一章，通過本章的學習，使學生知道描述運動的物理量，理解勻變速直線運動的規律及其圖象表述，並能應用運動規律求解有關問題，這些內容是進一步學習動力學和比較複雜的運動規律的基礎，也為學習電荷在電、磁場中的運動等內容奠定了基礎；本章所培養的學生的基本技能，對於今後的物理學習和研究有著重要的作用。

從物理方法角度講，本章有意識滲透了理想模型的方法、微積分的思想方法、圖像的方法。這些方法對學習力學，乃至高中物理都是重要的。這些方法對於將來從事文科專業研究的學生來說，是必備的科學素養；而微積分的思想方法和圖像的方法，對於將來從事理科專業研究的學生來說則是必備的專業素養。

從本章的教學內容的安排順序上看，既注意了知識的系統性，又注意了學生的認知規律，探究問題從生活實踐和物理實驗出發。對同一個問題，運用公式和圖象兩種數學工具，以便學生對比掌握，同時相對強調了圖象的作用和要求，無論學生將來從事何種工作，掌握最基本的應用圖象的知識，都是必須的。



通過本章的學習，學生不但要掌握勻變速直線運動規律，還要了解研究問題的基本思路和方法，培養學生的學習興趣，學習科學家探索科學的精神。因而本章的教學對實現高中物理課程標準具有重大意義。

3·本章教學內容總體教學目標

(1) 通過史實，初步了解近代實驗科學產生的背景，認識實驗對物理學發展的推動作用。

本條目要求學生從物理學的發展歷程，大致了解近代實驗科學產生的背景，了解科學家的主要觀點和研究方法，體會相關實驗的科學思想和方法等，從物理學史的角度認識實驗對於物理科學的重要性。本條目在教學中應突出實驗科學的重要性以及物理學與歷史、社會等人文科學的聯繫，以體現學科滲透的課程理念。

(2) 經歷勻變速直線運動的實驗研究過程，了解勻變速直線運動的規律，體會實驗在發現自然規律中的作用。

本條目不僅要求學生認識勻變速直線運動的特點，而且要求學生經歷勻變速直線運動的實驗研究過程，體會實驗在發現自然規律中的作用，這體現了“過程與方法”的培養目標，強調了物理實驗的重要性，反映了對科學探究過程的重視。同時，本條目還要求學生理解位移、速度和加速度等，了解勻變速直線運動的規律，這些是對物理知識的要求，也是“知識與技能”培養目標的體現。

(3) 能用公式和圖象描述勻變速直線運動，體會數學在研究物理問題中的重要性

本條目要求學生能用公式描述勻變速直線運動，其主要目的在於讓學生體會數學的簡潔、抽象、準確等特點，感受數學方法的奇妙，認識數學在研究物理問題中的重要性；同時，本條目還要求學生會用圖像描述勻變速直線運動，從而認識圖像法在研究物理問題中的作用，與數學公式相比，圖像法顯得直觀、形象、生動，讓人一目了然，從而使學生感受到圖像法的直觀的美。

4·本章教學內容重點和難點的分析

(1) 作出並初步分析勻變速直線運動的 $v-t$ 圖象

作出並初步分析勻變速直線運動的 $v-t$ 圖象，是本章的重點。主要原因有：第一，作圖象本身是對第一章相關內容的復習鞏固，在作圖象的過程中進一步增加對圖象的體驗；第二，初步分析勻變速直線運動的速度隨時間的變化規律，可以為後續得出速度時間關係和位移時間關係作好鋪墊。

(2) 勻變速直線運動的速度時間關係的得出

勻變速直線運動的速度時間關係的得出是本章的重點。主要原因有：第一，勻變速直線運動的速度時間關係時勻變速直線運動的基本規律；第二，該規律的得出過程是對加速度概念的鞏固和提高，也體現了圖像在探索物理規律中的重要性。



(3) 用 $v-t$ 圖象下的面積表示位移

用 $v-t$ 圖象下的面積表示位移，既是本章的重點，也是本章的難點。主要原因有：第一，勻變速直線運動的位移時間關係是勻變速直線運動的基本規律；第二，該方法體現了極限思想，高中階段第一次應用極限思想是由平均速度得出瞬時速度，用 $v-t$ 圖象下的面積表示位移可以進一步提高學生應用極限思想的意識。

(4) 位移公式和速度公式中物理量的正負

掌握位移公式和速度公式中物理量的正負，是本章的重點和難點。主要原因有：第一，該內容的掌握可以深化學生對向量的理解，以及如何應用正負號表示向量的方向；第二，有助於鞏固學生對勻變速直線運動特點和分類的理解；第三，該內容的掌握是熟練應用規律解決問題的前提。

(5) 勻變速直線運動規律的應用

勻變速直線運動規律的應用，是本章的重點和難點。主要原因有：第一，應用這些規律可以解決很多實際問題；第二，本章規律公式較多，在處理實際問題時靈活選擇合適的公式，對學生而言是困難的。

(6) 自由落體運動規律的得出

自由落體運動規律的得出，是本章的重點內容。主要原因有：第一，自由落體運動是日常生活中很多實際運動的理想模型，緊密聯繫學生實際，應用廣泛，具有較高的聯繫實際價值和學生的興趣培養價值；第二，自由落體運動規律的應用可以鞏固學生對勻變速直線運動規律的掌握；第三，研究自由落體運動的方法很多，可以借此培養學生實驗設計的能力和發散思維能力；第四，對自由落體運動的研究可以糾正學生認為“重的物體比輕的物體下落快”這一錯誤認識；第五，為下一節領會伽利略的科學研究方法作好知識準備。

(7) 領略伽利略的科學研究方法

領略伽利略的科學研究方法是本章教學的難點。主要體現在三個方面：第一，該內容的教育價值主要體現在“情感態度價值觀”目標的教育，這本身是教師教學的困難；第二，該內容涉及科學研究方法的領會，方法的領會很難通過教師的“灌輸”達到較好的效果。

二、本章的內容相適應的教學方式和教學方法

1. 在本章教學過程中，要做到以下幾點：

(1) 注意與初中物理的銜接。第一，要重視學生原有知識，因為本章中很多知識是在初中原有知識上的發展，比如初中講過勻速直線運動和位移時間圖象，教師可以適當復習這些內容；第二，降低臺階，逐步適應高中的教學要求和學習方式的轉變，不可盲目追求一步到位。第三，注重對比初高中物理對同一物理概念教學要求層次的差異，並且注重對比不同概念間的差異，引導學生掌握好本章中最基本、最核心的知識，從而為後續學習打好基礎。

(2) 重視物理學方法的教學。本章中涉及了建立理想模型、極限、圖象等重要的物理方法，要借助於具體實例，展現這些方法的使用過程，增加對它們



的體驗，以增強方法意識。還要注意引導學生有意識的運用這些方法來思考和研究自己身邊的物理現象。

(3) 多種教學方式綜合應用。本章內容與生活、技術、社會緊密聯繫。因此在教學中要緊密聯繫實際，特別是學生身邊的生活、現代科技。創設多樣化的教學情景，引起學生聯想，積極進行探究，幫助學生逐步適應自助、合作、探究等學習方式的掌握。建議認真思考“從生活走向物理，從物理走向社會”教學原則在本章中的貫徹實施。比如，學生對極限法求變速運動的位移的理解，可以先從人出生到死亡這一慢慢變老的過程說起，從整個過程上看人是在變老的，但我們截取較短的一段時間（比如一天的時間）看，人幾乎是不變的。這其實也體現了變與不變的思想。當然，本章教學中講授法仍然是合適的、重要的教學方法。

(4) 綜合使用實驗室實驗與視頻資料、網路資源等虛擬資源，發揮它們各自優勢。除了教材中介紹的打點計時器測速度外，還可以適當介紹借助各類感測器測速度的方法，比如，光電門、速度感測器等。

2. 針對以上要求，與本章內容相適應的教學方式和教學方法有：

(1) 學生自主實驗探究，分析實驗數據，得出結論或規律

例：第一節《實驗：探究小車速度隨時間變化的規律》

第五節《自由落體運動》中重力加速度的測量

(2) 引導學生閱讀，提出問題，師生共同討論、分析解決問題

例：第二節《勻變速直線運動的速度與時間的關係》

第三節《勻變速直線運動的位移與時間的關係》

第四節《勻變速直線運動的位移與速度的關係》

(3) 利用學生自創實驗、教師演示實驗來分析物理規律

例：第五節《自由落體運動》中演示觀察不同物體的下落快慢

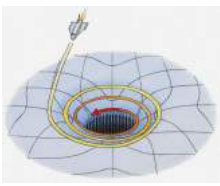
(4) 學生自主閱讀，教師做相應的補充

例：第六節《伽利略對自由落體運動的研究》



1.2 課題中與基本學力要求對應的教學內容

課題中與基本學力要求對應的教學內容	基本學力要求指標
<p style="text-align: center;">A 知識目標</p> <ol style="list-style-type: none">1. 根據相關實驗器材，設計實驗並熟練操作。會運用已學知識處理紙帶，求各點瞬時速度。2. 會用表格法處理數據，並合理猜想。巧用 $v-t$ 圖象處理數據，觀察規律。3. 掌握畫圖象的一般方法，並能用簡潔語言進行闡述。4. 知道勻速直線運動 $v-t$ 圖象。5. 知道勻變速直線運動的 $v-t$ 圖象的特點。6. 掌握勻變速直線運動的速度與時間關係的公式 $v=v_0+at$，並會進行計算。7. 知道勻速直線運動的位移與時間的關係8. 理解勻變速直線運動的位移及其應用9. 理解勻變速直線運動的位移與時間的關係及其應用10. 理解 $v-t$ 圖象中圖線與 t 軸所夾的面積表示物體在這段時間內運動的位移11. 理解勻變速直線運動的位移與速度的關係。12. 掌握勻變速直線運動的位移、速度、加速度和時間的關係，會用公式解決勻變直線運動的實際問題。13. 提高勻變速直線運動的分析能力，著重物理情景的過程，從而得到一般的學習方法和思維。14. 培養學生將已學過的數學規律運用到物理當中，將公式、圖象及物理意義聯繫起來加以運用，培養學生運用數學工具解決物理問題的能力。15. 理解自由落體運動的性質和物體做自由落體運動的條件。16. 理解自由落體運動的加速度，知道它的大小和方向。17. 掌握並能夠運用自由落體運動的規律。18. 了解伽利略對自由落體運動的研究思路和方法。19. 能夠合理設計實驗，並將實驗數據用圖線法處理。 <p style="text-align: center;">B 情意目標</p> <ol style="list-style-type: none">1. 通過對小車運動的設計，培養積極主動思考問題的習慣，並鍛煉思考的全面性、準確性與邏輯性。2. 通過對紙帶的處理、實驗數據的圖象展現，培養實事求是的科學態度，能靈活地運用科學方法來研究問題、解決問	<p>A-4 初步學會利用事實、經驗或科學理論進行邏輯推理作出假設。</p> <p>A-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> <p>B-7 了解伽利略和牛頓對科學的貢獻及其實驗方法在科學發展中的重要性</p>



題，提高創新意識。

3. 有將勻速直線運動 $v-t$ 圖象的知識應用於生活和生產實際的意識，勇於探究與日常生活有關的物理學問題。
4. 經歷微元法推導位移公式和公式法推導速度位移關係，培養自己動手能力，增加物理情感。
5. 體驗成功的快樂和方法的意義。
6. 既要聯繫的觀點看問題，還要具體問題具體分析。
7. 實踐出真知，實驗見規律性。
8. 去偽存真的科學態度、方法。
9. 激發了學生學習伽利略敢於向權威挑戰，善於觀察思考，知難而進的優秀質量。
10. 培養學生耐心細緻的意志質量，創新思想和互相協作的精神。

C 技能目標

1. 初步學習根據實驗要求設計實驗、完成某種規律的探究方法。對打出的紙帶，會用近似的方法得出各點瞬時速度。
2. 初步學會根據實驗數據進行猜測、探究、發現規律的探究方法。
3. 認識數學化繁為簡的工具作用，直觀地運用物理圖象展現規律，驗證規律。
4. 能從現實生活中發現一些勻速直線運動。
5. 能運用勻速直線運動 $v-t$ 圖象解決一些與生產和生活相關的實際問題。
6. 通過近似推導位移公式的過程，體驗微元法的特點和技巧，能把瞬時速度的求法與此比較。
7. 感悟一些數學方法的應用特點。
8. 利用多媒體課件與課堂學生動手實驗相互結合，探究勻變速直線運動規律的應用的方法和思維。
9. 加強感性認識，進一步上升到理性認識。
10. 類比得出自由落體運動的規律。
11. 經歷伽利略對自由落體運動的研究方法，感悟科學探究的方法。
12. 分組進行科學探究活動，完成實驗操作。
13. 培養學生進行數學推理和圖象處理數據的能力。



第一課題 §2.1 實驗：探究小車速度隨時間變化的規律（2 課時）

一、課前自主預習學案

實驗：探究小車速度隨時間變化的規律

課型：實驗課

【學習目標】

1. 會正確使用打點計時器打出的勻變速直線運動的紙帶。
2. 會用描點法作出 $v-t$ 圖象。
3. 能從 $v-t$ 圖象分析出勻變速直線運動的速度隨時間的變化規律。
4. 培養學生的探索發現精神。

【學習重點】

1. 圖象法研究速度隨時間變化的規律。
2. 對運動的速度隨時間變化規律的探究

【學習難點】

1. 各點瞬時速度的計算。
2. 對實驗數據的處理、規律的探究。

【方法指導】

探究實驗、討論、練習

【知識鏈接】

【自主學習】（A 級）

一·實驗目的

探究小車速度隨_____變化的規律。

三·實驗原理

利用_____打出的紙帶上記錄的數據，以尋找小車速度隨時間變化的規律。

三·實驗器材

打點計時器、低壓_____電源、紙帶、帶滑輪的長木板、小車、_____、細線、複寫紙片、_____。

四·實驗步驟

1. 如課本 34 頁圖所示，把附有滑輪的長木板平放在實驗桌上，並使滑輪伸出桌面，把打點計時器固定在長木板上沒有滑輪的一端，連接好電路。

2. 把一條細線拴在小車上，使細線跨過滑輪，下邊掛上合適的_____。把紙帶穿過打點計時器，並把紙帶的一端固定在小車的後面。

3. 把小車停在靠近打點計時器處，接通_____後，放開_____，讓小車拖著紙帶運動，打點計時器就在紙帶上打下一行小點，隨後立即關閉電源。換上新紙帶，重複實驗三次。



4. 從三條紙帶中選擇一條比較理想的，舍掉開頭比較密集的点跡，在後邊便於測量的地方找一個點做計時起點。為了測量方便和減少誤差，通常不用每打一次点的時間作為時間的單位，而用每打五次点的時間作為時間的單位，就是 $T=0.02\text{ s} \times 5=0.1\text{ s}$ 。在選好的計時起點下面表明 A，在第 6 點下面表明 B，在第 11 點下面表明 C.....，點 A、B、C..... 叫做計數點，兩個相鄰計數點間的距離分別是 x_1 、 x_2 、 x_3

5. 利用第一章方法得出各計數點的瞬時速度填入下表：

位置	A	B	C	D	E	F	G
時間 (s)	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
$v(\text{m/s})$							

6. 以速度 v 為_____軸，時間 t 為_____軸建立直角坐標系，根據表中的數據，在直角坐標系中描點。

7. 通過觀察思考，找出這些点的分佈規律。

五·注意事項

1. 開始釋放小車時，應使小車靠近打點計時器。

2. 先接通電源，計時器工作後，再放開小車，當小車停止運動時及時斷開電源。

3. 要防止鈎碼落地和小車跟滑輪相撞，當小車到達滑輪前及時用手按住它。

4. 牽引小車的鈎碼個數要適當，以免加速度過大而使紙帶上的點太少，或者加速度太小而使各段位移無多大差別，從而使誤差增大。加速度的大小以能在 60cm 長的紙帶上清楚地取得六七個計數點為宜。

5. 要區別計時器打出的點和人為選取的計數點。一般在紙帶上每 5 個點取一個計數點，間隔為 0.1 s。



二、新課教學：§2.1 實驗：探究小車速度隨時間變化的規律

課題	§2.1 實驗：探究小車速度隨時間變化的規律		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2017.09.25 2017.09.26	課型	新授課		課時	2 課時

2.1 教材分析

本節是個學生實驗，用打點計時器研究小車在重物牽引下的運動，探究小車的運動特點和規律。教學的核心是引導學生實際研究小車在運動中速度隨時間變化的規律，目的是讓學生通過科學探究活動來完成。通過實驗探索過程，體驗運動規律探索的方法。小車在重物牽引下運動看似簡單，但就其研究問題的過程和方法是具有基礎性和典型性的。重視獲取知識的過程，讓學生體驗一種從實驗研究中獲取數據，作出圖象，分析圖象，尋找規律的科學思維方法和能力。這種科學思維方法貫穿整個物理實驗，因此教學中必須讓學生親自動手做實驗。教材設計這個學生實驗為一節，建議用 2 課時完成。

2.2 教學目標

一、知識與技能

1. 根據相關實驗器材，設計實驗並熟練操作。會運用已學知識處理紙帶，求各點瞬時速度。
2. 會用表格法處理數據，並合理猜想。巧用 $v-t$ 圖象處理數據，觀察規律。
3. 掌握畫圖象的一般方法，並能用簡潔語言進行闡述。

二、過程與方法

1. 初步學習根據實驗要求設計實驗、完成某種規律的探究方法。對打出的紙帶，會用近似的方法得出各點瞬時速度。
2. 初步學會根據實驗數據進行猜測、探究、發現規律的探究方法。
3. 認識數學化繁為簡的工具作用，直觀地運用物理圖象展現規律，驗證規律。

三、情感態度與價值觀

1. 通過對小車運動的設計，培養積極主動思考問題的習慣，並鍛煉思考的全面性、準確性與邏輯性。
2. 通過對紙帶的處理、實驗數據的圖象展現，培養實事求是的科學態度，能靈活地運用科學方法來研究問題、解決問題，提高創新意識。

2.3 教學重點

1. 由實驗數據得出 $v-t$ 圖象。
2. 由 $v-t$ 圖象得出小車的速度隨時間變化的規律。



2.4 教學難點

1. 實驗探究過程注意事項.
2. 實驗數據的處理.

2.5 教學過程

情景導入

放眼所見，物體的運動規律各不相同.如圖 2-1-1，飛機著陸時的運動，火車出站時的運動，鳥兒在空中飛行.....這些物體遵循什麼樣的運動規律？



圖 2-1-1

速度是描述物體運動快慢的物理量，用它可以描述物體的具體運動情況，我們可以通過機動車的速度計得知機車某時刻的速度大小.在實驗中怎樣才能得知各個時刻物體運動速度的大小呢？通過本節課的學習我們將知道怎樣解決這一問題。

案例導入

我們利用課餘時間自己想辦法探究物體的運動規律.小明同學利用頻閃相機在公路旁拍攝了摩托車運動的情景，他拍攝的照片如圖 2-1-2 所示：



圖 2-1-2

你能根據照片分析出摩托車的運動情況嗎？你分析的依據是什麼？

復習導入

(展示課件) 打點計時器的構造如圖 2-1-3.



圖 2-1-3

復習舊知：1. 打點計時器的構造及工作原理.

2. 瞬时速度的測量：時間比較短時，可用紙帶上與待測點相鄰的兩點的平均速度來表示待測點的瞬時速度.

3. 用 $v-t$ 圖象進行實驗數據分析.

本節課我們將利用打點計時器來探究小車速度隨時間變化的規律.

推進新課

一、進行實驗



要探究一個物體的速度隨時間變化的規律，必須知道物體在一系列不同時刻的速度。直接測量瞬時速度是比較困難的，本實驗中我們用打點計時器先記錄物體在不同時刻的位置，再通過對紙帶的分析，計算得到各個時刻的瞬時速度。

問題探究

問題 1：如果探究得到小車在砝碼拉動下在平直的長木板上運動，紙帶上打出的點與點間的間隔距離近似相等，那麼小車做什麼運動？

結論猜想：紙帶上相鄰點間的時間間隔相同，而點與點間的距離近似相等，則小車做勻速直線運動。

問題 2：在探究小車帶動紙帶運動時，紙帶上的點與點間的距離不等，那麼小車做什麼運動？

結論猜想：紙帶上點與點間的距離不相等，說明相同時間內位移不相等，小車做變速運動。

點評：通過探究這兩個問題，培養學生利用所學物理知識大膽猜想的良好科學質量，通過回答問題提高學生語言概括表達能力。若要了解做變速運動小車的速度與時間的變化規律，就必須求出打每一個點時的速度。速度求出來了，由

加速度定義式 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 便可求出相鄰兩點間運動時的加速度，便可看出運動過程

中加速度是否變化，這些問題需要我們先進行完實驗才能處理。

1. 實驗目的

探究小車速度隨時間變化規律。

2. 實驗器材

①附有滑輪的長木板 ②小車 ③帶小鉤的細線 ④25 g 的鉤碼 3 個，也可以用 50 g 的鉤碼或用沙子和小桶代替鉤碼，用彈簧秤或天平稱量 ⑤打點計時器 ⑥紙帶 ⑦刻度尺

⑧學生電源、導線

3. 實驗原理

把紙帶跟運動的物體連接在一起，並穿過打點計時器。這樣紙帶上的點不但記錄了物體的運動時間，而且相應地表示運動物體在不同時刻的位置。研究這些點的情況，就可以了解物體的運動情況。

問題探究

小明與他的同伴在做探究小車速度隨時間變化的規律的實驗時，由於他的同伴不太明確該實驗的目的及原理，他從實驗室裡借取了如下器材：①打點計時器；②天平；③低壓直流電源；④細繩；⑤紙帶；⑥小車；⑦鉤碼；⑧碼錶；⑨一端附有定滑輪的長木板。

小明看後覺得不妥，讓我們共同討論一下，哪些器材必須使用，哪些多餘，還缺少什麼器材。

交流討論：1. 打點計時器是一種計時儀器，因此不需要碼錶來測時間，故⑧多餘。



2.打點計時器使用低壓交流電源，因此③低壓直流電源多餘，然後，器材中沒有低壓交流電源，故缺少低壓交流電源。

3.該實驗不需要測量小車或鈎碼的質量，故②天平多餘。

結論：必須使用的器材有：①④⑤⑥⑦⑨

多餘的器材有：②③

缺少的器材有：低壓交流電源。

方法小結：實驗器材的選取不能死記硬背，在記憶時要結合實驗目的和實驗過程。

4.實驗步驟

(1) 如圖 2-1-4 所示，把附有滑輪的長木板平放在實驗桌上，並使滑輪伸出桌面，把打點計時器固定在長木板上沒有滑輪的一端，連接好電路。

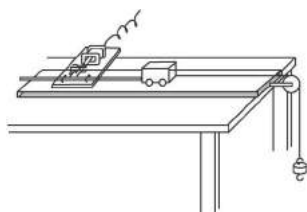


圖 2-1-4

(2) 把一條細繩拴在小車上，使細繩跨過滑輪，下邊掛上合適的鈎碼，放手後，看小車能否在木板上平衡地加速滑行，然後把紙帶穿過打點計時器，並把紙帶的一端固定在小車的後面。

(3) 把小車停在打點計時器處，先接通電源，後釋放小車，讓小車拖著紙帶運動，打點計時器就在紙帶上打下一列小點，再按同樣的方法（不改變鈎碼）打出兩條紙帶。從這三條紙帶中選用一條點跡清晰的，計為紙帶 I。

(4) 增加一個鈎碼，按上述方法打出紙帶 II。

(5) 在打紙帶 I 的基礎上減少一個鈎碼，仍按上述方法打出紙帶 III。

(6) 整理器材。

2.6 教學反思

本節課探究了小車速度隨時間變化的規律。通過對實驗原理及目的的探究得出實驗器材及實驗步驟，通過紙帶分析可以得到物體的運動規律，最終得出小車速度時間圖象為一條傾斜直線。

規律方法總結：

1. 因為打點計時器結合紙帶能記錄物體在一系列不同時刻的位置，所以通過紙帶分析可以得到物體的運動規律，電火花計時器及閃光照相的原理與之類似，也可以應用。

2. 求紙帶上某點速度時一般用一小段時間內的平均速度代替，在學完勻變速直線運動規律後，還有更準確的方法。



三、課後練習：§2.1 實驗：探究小車速度隨時間變化的規律

【達標檢測】

【A級練習】1. 在探究小車速度隨時間變化的規律的實驗中，按照實驗進行的先後順序，將下述步驟地代號填在橫線上_____。

- A. 把穿過打點計時器的紙帶固定在小車後面
- B. 把打點計時器固定在木板的沒有滑輪的一端，並連好電路
- C. 換上新的紙帶，再重做兩次
- D. 把長木板平放在實驗桌上，並使滑輪伸出桌面
- E. 使小車停在靠近打點計時器處，接通電源，放開小車，讓小車運動
- F. 把一條細線拴在小車上，細線跨過定滑輪，下邊吊著合適的鈎碼
- G. 斷開電源，取出紙帶

(B級) 2. 在下列給出的器材中，選出“探究小車速度隨時間變化的規律”的實驗中所需的器材並填在橫線上(填序號)。

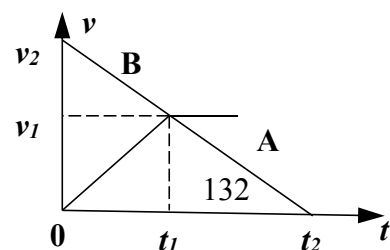
- ①打點計時器 ②天平 ③低壓交流電源 ④低壓直流電源 ⑤細線和紙帶
⑥鈎碼和小車 ⑦碼錶 ⑧一端有滑輪的長木板 ⑨刻度尺
- 選出的器材是_____

(C級) 3. 某同學在“探究小車速度隨時間變化的規律”的實驗中，算出小車經過各計數點的瞬時速度如表格中所示：

計數點序號	1	2	3	4	5	6
計數點對應時刻 (s)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
通過計數點的速度 (m/s)	44.0	62.0	81.0	100.0	110.0	138.0

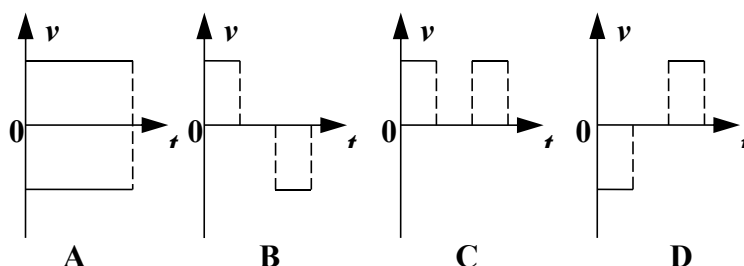
請作出小車的 $v-t$ 圖象，並分析運動特點。

(B級) 4. 兩做直線運動的質點 A、B 的 $v-t$ 圖象如圖所示，試分析它們的運動情況。



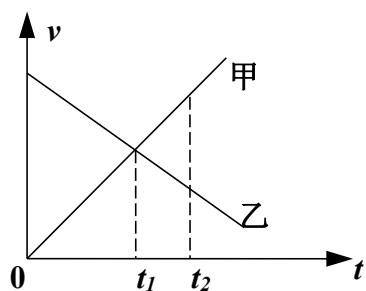


【B級練習】5. 一個人沿平直的街道勻速步行到郵局去發信，又以原速率步行返回原處，設出發時的方向為正，在下列四個圖中近似描述他的運動的是
()



第 5 題

(B級) 6. 甲、乙兩物體在同一直線上運動，它們的 $v-t$ 圖象如圖，可知
()



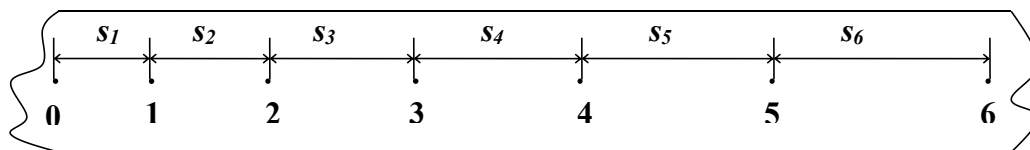
第 6 題圖

- A. 在 t_1 時刻，甲和乙的速度相同
- B. 在 t_1 時刻，甲和乙的速度大小相等，方向相反
- C. 在 t_2 時刻，甲和乙的速度方向相同，加速度方向也相同
- D. 在 t_2 時刻，甲和乙的速度相同，加速度也相同

【C級練習】7. 在“探究小車速度隨時間變化的規律”的實驗中，如圖給出了從 0 點開始，每 5 個點取一個計數點的紙帶，其中 0、1、2、3、4、5、6 都為計



數點。測得： $s_1=1.40\text{ cm}$ ， $s_2=1.90\text{ cm}$ ， $s_3=2.38\text{ cm}$ ， $s_4=2.88\text{ cm}$ ， $s_5=3.39\text{ cm}$ ， $s_6=3.87\text{ cm}$ 。那麼：



第 7 題圖

- (1) 在計時器打出點 1、2、3、4、5 時，小車的速度分別為： $v_1=$ cm/s ， $v_2=$ cm/s ， $v_3=$ cm/s ， $v_4=$ cm/s ， $v_5=$ cm/s 。
- (2) 在平面直角坐標系中作出速度—時間圖象。
- (3) 分析小車運動速度隨時間變化的規律。

(B 級) 8、為了計算加速度，最合理的方法是.....()

- A. 根據任意兩計數點的速度用公式○算出加速度
- B. 根據實驗數據畫出 $v-t$ 圖，量出其傾角，由公式 $a=\tan\alpha$ 求出加速度
- C. 根據實驗數據畫出 $v-t$ 圖，由圖線上相距較遠的兩點所對應的速度、時間，用公式 $a=\Delta v/\Delta t$ 算出加速度
- D. 依次算出通過連續兩計數點間的加速度，算出平均值作為小車的加速度

(C 級) 9、汽車沿平直的公路行駛，小明坐在汽車駕駛員旁，注視著速度計，並記下間隔相等的各時刻的速度值，如下表所示。

t/s	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
$v/(\text{km}\cdot\text{h}^{-1})$	20	30	40	50	50	50	50	35	20	5	0

從表中數據得到汽車在各段時間內的運動特點：在 $0\sim 15\text{ s}$ 內，汽車的速度在變化，每 5 s 速度增大 km/h ；在 $15\sim 30\text{ s}$ 內汽車速度不變，速度大小為 km/h ；在 $35\sim 45\text{ s}$ 內汽車速度在變化，每 5 s 速度減小 km/h 。

學習反思：



第二課題 §2.2 勻變速直線運動的速度與時間的關係 (2 課時)

一、課前自主預習學案

勻變速直線運動的速度和時間的關係

課 型：新授課

【學習目標】

1. 知道勻變速直線運動的 $v-t$ 圖象特點，理解圖象的物理意義。
2. 掌握勻變速直線運動的概念，知道勻變速直線運動 $v-t$ 圖象的特點。
3. 理解勻變速直線運動 $v-t$ 圖象的物理意義，會根據圖象分析解決問題。
4. 掌握勻變速直線運動的速度與時間關係的公式，能進行有關的計算。

【學習重點】

1. 理解勻變速直線運動 $v-t$ 圖象的物理意義
2. 掌握勻變速直線運動中速度與時間的關係公式及應用。

【學習難點】

1. 勻變速直線運動 $v-t$ 圖象的理解及應用。
2. 勻變速直線運動的速度—時間公式的理解及計算。

【方法指導】

自主探究、交流討論、自主歸納

【知識鏈接】在上一節實驗的基礎上，分析 $V-t$ 圖像是一條傾斜直線的意義——加速度不變，由此定義了勻變速直線運動。而後利用描述勻變速直線運動的 $V-t$ 圖像的傾斜的直線，進一步分析勻變速直線運動的速度與時間的關係： $v=v_0+at$

【自主探究】

一、勻變速直線運動

[討論與交流]

1、思考速度—時間圖象的物理意義。

如圖：勻速直線運動的 $v-t$ 圖象，如圖 2—2—1 所示。

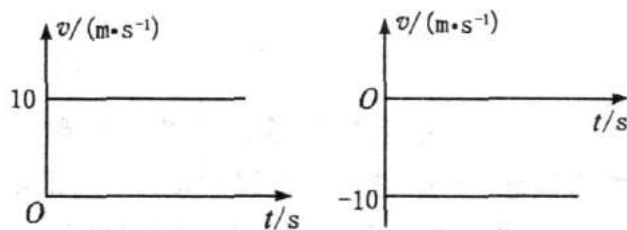


圖 2-2-1

思考討論如圖的兩個速度—時間圖象。在 $v-t$ 圖象中能看出哪些資訊呢？
思考討論圖象的特點，嘗試描述這種直線運動。

A 級：勻速直線運動是_____不變的直線運動，它的加速度



上節課我們自己實測得到的小車運動的速度-時間圖象，如圖 2—2—2 所示。

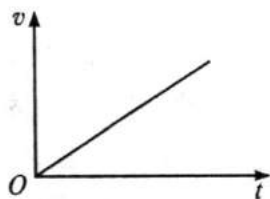


圖 2-2-2

請大家嘗試描述它的運動情況。

1、勻加速直線運動有什麼特點？

2、勻減速直線運動有什麼特點？

B 級 1、關於直線運動的位移、速度圖象，下列說法正確的是（ ）

- A、勻速直線運動的速度-時間圖象是一條與時間軸平行的直線
- B、勻速直線運動的位移-時間圖象是一條與時間軸平行的直線
- C、勻變速直線運動的速度-時間圖象是一條與時間軸平行的直線
- D、非勻變速直線運動的速度-時間圖象是一條傾斜的直線

二、速度與時間的關係式

數學知識在物理中的應用很多，除了我們上面採用圖象法來研究外，還有公式法也能表達質點運動的速度與時間的關係。

A 級填空：從運動開始(取時刻 $t=0$)到時刻 t ，時間的變化量就是 t ，所以 $\Delta t = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

請同學們寫出速度的變化量。

$$\Delta v =$$

因為 $a = \underline{\hspace{2cm}}$ 不變，

所以： $v =$

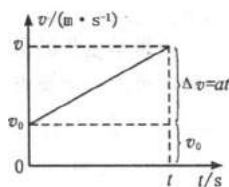


圖 2-2-16

如圖 2—2—16。我給大家在圖上形象地標出了初速度，速度的變化量。請大家從圖象上如何對公式加以理解？



A級1·對於公式 $v_t=v_0+at$ ，下列說法正確的是

- A.適用於任何變速運動
B.只適用於勻加速運動
C.適用於任何運動
D.適用於任何勻變速直線運動

你能獨立完成下面兩題嗎？

(B級)1:汽車以 40km/h 的速度勻速行駛，現以 0.6m/s^2 的加速度加速， 10s 後速度能達到多少？加速多長時間後可以達到 80km/h ？

2:某汽車在某路面緊急剎車時，加速度的大小是 6m/s^2 ，如果必須在 2s 內停下來，汽車的行駛速度最高不能超過多少？

交流討論：如圖 2—2—13 所示是一個物體運動的 $v-t$ 圖象。它的速度怎樣變化？請你找出在相等的時間間隔內，速度的變化量，看看它們是不是總是相等？物體所做的運動是勻加速運動嗎？

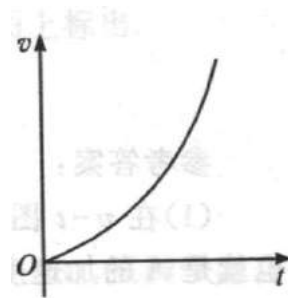


图 2-2-13



二、新課教學：§2.2 勻變速直線運動的速度與時間的關係

課題	§2.2 勻變速直線運動的 速度與時間的關係		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2017.09.27 2017.09.28	課型	新授課		課時	2 課時

2.1 教材分析

在上一節實驗的基礎上，分析 $v-t$ 圖像時一條傾斜直線的意義——加速度不變，由此定義了勻變速直線運動。而後利用描述勻變速直線運動的 $v-t$ 圖像的是傾斜直線，進一步分析勻變速直線運動的速度與時間的關係：無論時間間隔 Δt 大小， $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ 的值都不變，由此導出 $v = v_0 + at$ ，最後通過例題以加深理解，並用“說一說”使學生進一步加深對物體做變速運動的理解。

2.2 教學目標

（一）知識與技能

1. 知道勻速直線運動 $v-t$ 圖象。
2. 知道勻變速直線運動的 $v-t$ 圖象的特點。
3. 掌握勻變速直線運動的速度與時間關係的公式 $v = v_0 + at$ ，並會進行計算。

（二）過程與方法

1. 能從現實生活中發現一些勻速直線運動。
2. 能運用勻速直線運動 $v-t$ 圖象解決一些與生產和生活相關的實際問題。

（三）情感態度與價值觀

有將勻速直線運動 $v-t$ 圖象的知識應用於生活和生產實際的意識，勇於探究與日常生活有關的物理學問題。

2.3 教學重點

1. 勻變速直線運動的 $v-t$ 圖象，概念和特點。
2. 勻變速直線運動的速度與時間關係的公式 $v = v_0 + at$ ，並進行計算。

2.4 教學難點

會用 $v-t$ 圖象推導出勻變速直線運動的速度與時間關係的公式 $v = v_0 + at$ 。

2.5 教學過程

預習檢查：加速度的概念，及運算式 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$

導入新課：



上節課，同學們通過實驗研究了速度與時間的關係，小車運動的 $v-t$ 圖象。

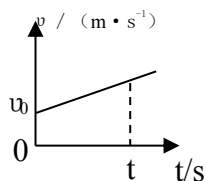
設問：小車運動的 $v-t$ 圖象是怎樣的圖線？（讓學生畫一下）

學生坐標軸畫反的要更正，並強調調，縱坐標取速度，橫坐標取時間。

$v-t$ 圖象是一條直線，速度和時間的這種關係稱為線性關係。

設問：在小車運動的 $v-t$ 圖象上的一個點 $P(t_1, v_1)$ 表示什麼？

學生畫出小車運動的 $v-t$ 圖象，並能表達出小車運動的 $v-t$ 圖象是一條傾斜的直線。



學生回答： t_1 時刻，小車的速度為 v_1 。

學生回答不準確，教師補充、修正。

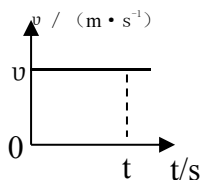
預習檢查

情境導入

精講點撥：

1、勻速直線運動圖像

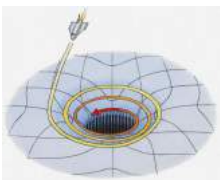
向學生展示一個 $v-t$ 圖象：



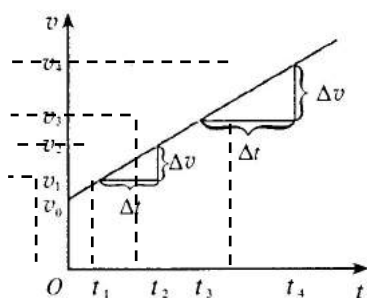
提問：這個 $v-t$ 圖象有什麼特點？它表示物體運動的速度有什麼特點？物體運動的加速度又有什麼特點？

在各小組陳述的基礎上教師請一位同學總結。

2、勻變速直線運動圖像



提問：在上節的實驗中，小車在重物牽引下運動的 $v-t$ 圖像是一條傾斜的直線，物體的加速度有什麼特點？直線的傾斜程度與加速度有什麼關係？它表示小車在做什麼樣的運動？



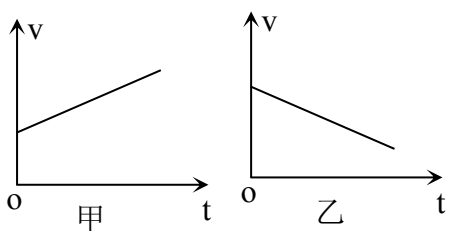
從圖可以看出，由於 $v-t$ 圖像是一條傾斜的直線，速度隨著時間逐漸變大，在時間軸上取取兩點 t_1, t_2 ，則 t_1, t_2 間的距離表示時間間隔 $\Delta t = t_2 - t_1$ ， t_1 時刻的速度為 v_1 ， t_2 時刻的速度為 v_2 ，則 $v_2 - v_1 = \Delta v$ ， Δv 即為時間間隔 Δt 內的速度的變化量。

提問： Δv 與 Δt 是什麼關係？

知識總結：沿著一條直線，且加速度不變的運動，叫做勻變速直線運動。勻變速直線運動的 $v-t$ 圖像是一條傾斜的直線。

提問：勻變速直線運動的 $v-t$ 圖線的斜率表示什麼？勻變速直線運動的 $v-t$ 圖線與縱坐標的交點表示什麼？

展示以下兩個 $v-t$ 圖象，請同學們觀察，並比較這兩個 $v-t$ 圖象。





知識總結：在勻變速直線運動中，如果物體的速度隨著時間均勻增加，這個運動叫做勻加速直線運動；如果物體的速度隨著時間均勻減小，這個運動叫做勻減速直線運動。

分小組討論

每一小組由一位同學陳述小組討論的結果。

學生回答：是一條平行於時間軸的直線。表示物體的速度不隨時間變化，即物體作勻速直線運動。作勻速直線運動的物體， $\Delta v = 0$ ， $\frac{\Delta v}{\Delta t} = 0$ ，所以加速度為零。

分小組討論

每一小組由一位同學陳述小組討論的結果。

由於 $v-t$ 圖像是一條直線，無論 Δt 選在什麼區間，對應的速度 v 的變化量 Δv 與時間 t 的變化量 Δt 之比 $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ 都是一樣的， $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ 表示速度的變化量與所用時間的比值，即加速度。所以 $v-t$ 圖像是一條傾斜的直線的運動，是加速度不變的運動。

學生回答： $v-t$ 圖線的斜率在數值上等於速度 v 的變化量 Δv 與時間 t 的變化量 Δt 之比，表示速度的變化量與所用時間的比值，即加速度。

$v-t$ 圖線與縱坐標的交點表示 $t=0$ 時刻的速度，即初速度 v_0 。

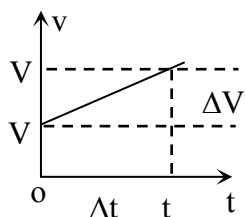
學生回答：甲乙兩個 $v-t$ 圖象表示的運動都是勻變速直線運動，但甲圖的速度隨時間均勻增加，乙圖的速度隨著時間均勻減小。



讓學生通過自身的觀察，發現勻加速直線運動與勻減速直線運動的不同之處，能幫助學生正確理解勻變速直線運動。

3、勻變速直線速度與時間的關係式

提問：除用圖象表示物體運動的速度與時間的關係外，是否還可以用公式表達物體運動的速度與時間的關係？



教師引導，取 $t=0$ 時為初狀態，速度為初速度 V_0 ，取 t 時刻為末狀態，速度為末速度 V ，從初態到末態，時間的變化量為 Δt ，則 $\Delta t = t - 0$ ，速度的變化量為 ΔV ，則 $\Delta V = V - V_0$

提問：能否直接從圖線結合數學知識得到速度與時間的關係式？

知識總結：勻變速直線運動中，速度與時間的關係式是 $V = V_0 + at$

勻變速直線運動的速度與時間關係的公式： $V = V_0 + at$ 可以這樣理解：由於加速度 a 在數值上等於單位時間內速度的變化量，所以 at 就是整個運動過程中速度的變化量；再加上運動開始時物體的速度 V_0 ，就得到 t 時刻物體的速度 V 。

4、例題

例題 1、汽車以 40 km/h 的速度勻速行駛，現以 0.6 m/s^2 的加速度加速， 10s 後速度能達到多少？加速後經過多長汽車的速度達到 80 km/h ？

例題 2、某汽車在某路面緊急剎車時，加速度的大小是 6 m/s^2 ，如果必須在 2s 內停下來，汽車的行駛速度最高不能超過多少？如果汽車以最高允許速度行駛，必須在 1.5s 內停下來，汽車剎車勻減速運動加速度至少多大？



分析：我們研究的是汽車從開始剎車到停止運動這個過程。在這個過程中，汽車做勻減速運動，加速度的大小是 6 m/s^2 。由於是減速運動，加速度的方向與速度方向相反，如果設汽車運動的方向為正，則汽車的加速度方向為負，我們把它記為 $a = -6 \text{ m/s}^2$ 。這個過程的 t 時刻末速度 V 是 0，初速度就是我們所求的最高允許速度，記為 V_0 ，它是這題所求的“最高速度”。過程的持續時間為 $t=2\text{s}$

學生回答：因為加速度

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}, \text{ 所以 } \Delta V = a \Delta t$$

$$V - V_0 = a \Delta t$$

$$V - V_0 = a t$$

$$V = V_0 + a t$$

學生回答：因為勻變速直線運動的 $v-t$ 圖像是一條傾斜的直線，所以 v 與 t 是線性關係，或者說 v 是 t 的一次函數，應符合 $y = kx + b$ 的形式。其中是圖線的斜率，在數值上等於勻變速直線運動的加速度 a ， b 是縱軸上的截距，在數值上等於勻變速直線運動的初速度 V_0 ，所以 $V = V_0 + a t$

同學們思考 3-5 分鐘，

讓一位同學說說自己的思路。其他同學糾正，補充。

讓同學計算。

展示某同學的解題，讓其他同學點評。

解：初速度 $V_0 = 40 \text{ km/h} = 11 \text{ m/s}$ ，加速度 $a = 0.6 \text{ m/s}^2$ ，時間 $t = 10 \text{ s}$ 。

10s 後的速度為 $V = V_0 + a t$

$$= 11 \text{ m/s} + 0.6 \text{ m/s}^2 \times 10\text{s}$$

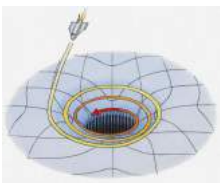
$$= 17 \text{ m/s} = 62 \text{ km/h}$$

由 $V = V_0 + a t$ 得

$$t = \frac{v - v_0}{a} = \frac{80 \text{ km/h} - 40 \text{ km/h}}{0.6 \text{ m/s}^2}$$

$$= \frac{40 \text{ km/h}}{0.6 \text{ m/s}^2} = \frac{11 \text{ m/s}}{0.6 \text{ m/s}^2} = 18\text{s}$$

同學們思考 3-5 分鐘，



讓一位同學說說自己的思路。其他同學糾正，補充。

讓同學計算。

展示某同學的解題，讓其他同學點評。

解：根據 $V = V_0 + at$ ，有

$$\begin{aligned}V_0 &= V - at \\ &= 0 - (-6\text{m/s}^2) \times 2\text{s} \\ &= 43 \text{ km/h}\end{aligned}$$

汽車的速度不能超過 43 km/h

根據 $V = V_0 + at$ ，有

$$\begin{aligned}a &= \frac{v - v_0}{t} = \frac{0 - 12\text{m/s}}{1.5\text{s}} \\ &= -9\text{m/s}^2\end{aligned}$$

汽車剎車勻減速運動加速度至少 9m/s^2

注意同一方向上的向量運算，要先規定正方向，然後確定各物理量的正負（凡與規定正方向的方向相同為正，凡與規定正方向的方向相反為負。）然後代入 $V-t$ 的關係式運算。

課堂小結

- 一、 利用 $V-t$ 圖象得出勻速直線運動和勻變速直線運動的特點。
- 二、 並進一步利用 $V-t$ 圖推導出勻變速直線運動的速度和時間的關係式。

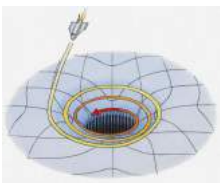
佈置作業

- (1) 請學生課後探討課本第 39 頁，“說一說”
- (2) 請學生課後探討課本第 39 頁“問題與練習”中的 1~4 題。

2.6 教學反思

在上一節實驗的基礎上，分析 $v-t$ 圖象時一條傾斜直線的意義——加速度不變，由此定義了勻變速直線運動。而後利用描述勻變速直線運動的 $v-t$ 圖象的是傾斜直線，進一步分析勻變速直線運動的速度與時間的關係：無論時間間隔 Δt

大小， $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ 的值都不變，由此導出 $v = v_0 + at$ 。



三、課後練習：§2.2 勻變速直線運動的速度與時間的關係

【達標檢測】（單項選擇題）

(B級)1. 以 6m/s 的速度在水平面上運動的小車，如果獲得 2m/s^2 的與運動方向同向的加速度，幾秒後它的速度將增加到 10m/s

- A. 5s B. 2s C. 3s D. 8s

(B級)2. 勻變速直線運動是 ()

- ①位移隨時間均勻變化的直線運動 ②速度隨時間均勻變化的直線運動
③加速度隨時間均勻變化的直線運動 ④加速度的大小和方向恒定不變的直線運動

- A. ①② B. ②③ C. ②④ D. ③④

③④

(B級)3. 下列說法，正確的有

A. 物體在一條直線上運動，若在相等的時間裡通過的位移相等，則物體的運動就是勻變速直線運動

B. 加速度大小不變的運動就是勻變速直線運動

C. 勻變速直線運動是速度變化量為零的運動

D. 勻變速直線運動的加速度是一個恒量

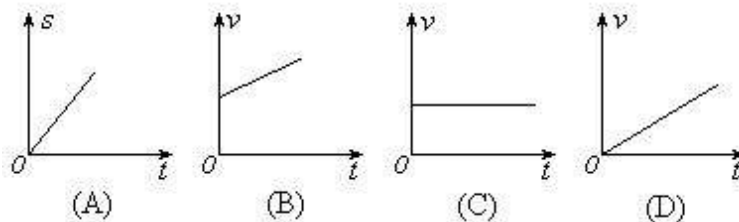
(B級)4. 物體做勻減速直線運動，則以下認識正確的是

A. 瞬时速度的方向與運動方向相反

B. 加速度大小不變，方向總與運動方向相反

C. 加速度大小逐漸減小 D. 物體位移逐漸減小

(A級)5. 一物體在水平面上運動，則在下圖所示的運動圖像中表明物體做勻加速直線運動的圖像的是



(C級)6. 一質點從靜止開始以 1m/s^2 的加速度勻加速運動，經 5s 後做勻速運動，最後 2s 的時間質點做勻減速運動直至靜止，則質點勻速運動時的速度是多大?減速運動時的加速度是多大?



(D級)7. 一火車以 2 m/s 的初速度， 1 m/s^2 的加速度做勻減速直線運動，求：
火車在第 3 s 末的速度是多少？

學習反思：

第三課題 §2.3 勻變速直線運動的位移與時間的關係 (2 課時)

一、課前自主預習學案

勻變速直線運動的位移與時間的關係

課型：新授課

【學習目標】

1. 知道勻速直線運動的位移與時間的關係。
2. 了解位移公式的推導方法，掌握位移公式 $x = v_0t + at^2/2$ 。
3. 理解勻變速直線運動的位移與時間的關係及其應用。
4. 理解 $v-t$ 圖象中圖線與 t 軸所夾的面積表示物體在這段時間內運動的位移。

【學習重點】

1. 理解勻變速直線運動的位移與時間的關係 $x = v_0t + at^2/2$ 及其應用。
2. 理解勻變速直線運動的位移與速度的關係 $v^2 - v_0^2 = 2ax$ 及其應用。

【學習難點】

1. $v-t$ 圖象中圖線與 t 軸所夾的面積表示物體在這段時間內運動的位移。
2. 微元法推導位移時間關係式。
3. 勻變速直線運動的位移與時間的關係 $x = v_0t + at^2/2$ 及其靈活應用。

【方法指導】

自主探究、交流討論、自主歸納

【知識鏈接】

1. 做勻速直線運動的物體，其位移公式為_____，其 $v-t$ 圖象為_____。在 $v-t$ 圖象中某段時間內位移的大小與_____相等。
2. 勻變速直線運動的 $v-t$ 圖象是_____，其中圖象的斜率表示物體的_____，圖象與坐標軸所圍面積是物體的_____。

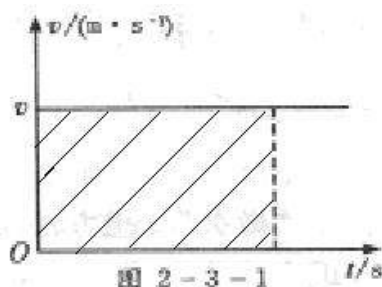


3. 勻變速直線運動中，速度與時間的關係式為_____。

【自主探究】

一、勻速直線運動的位移

閱讀教材 p37 第一段並觀察圖 2—3—1 所示。做勻速直線運動的物體在時間 t 內的位移與圖線和時間軸圍成的矩形面積有什麼關係？



對於勻變速直線運動，它的位移與它的 $v-t$ 圖象，是不是也有類似的關係呢？

[思考與討論]

學生閱讀教材 p37 思考與討論欄目，老師組織學生討論這一問題。

在“探究小車的運動規律”的測量記錄中，某同學得到了小車在 0, 1, 2, 3, 4, 5 幾個位置的瞬時速度。如下表：

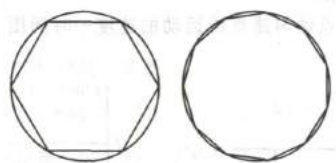
位置編號	0	1	2	3	4	5
時間 t/s	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
速度 $v/(m \cdot s^{-1})$	0.38	0.63	0.88	1.11	1.38	1.62

師：能否根據表中的數據，用最簡便的方法估算實驗中小車從位置 0 到位置 5 的位移？

要想提高估算的精確程度，想想你有什麼好的方法？

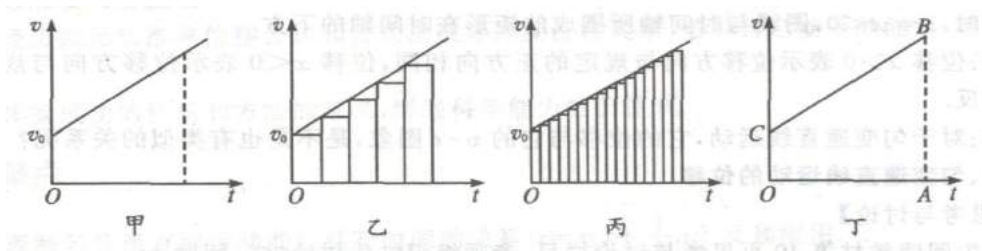
[交流與討論]

分割和逼近的方法在物理學研究中有著廣泛的應用。早在西元 263 年，魏晉時的數學家劉徽首創了“割圓術”。請同學們觀察下面兩個圖並體會**圓內正多邊形的邊數越多，其周長和面積就越接近圓的周長和面積。**





下面我們採用這種思想方法研究勻加速直線運動的速度—時間圖象。
一物體做勻變速直線運動的速度—時間圖象，如圖甲所示。



我們模仿劉徽的“割圓術”做法，來“分割”圖象中圖線與初、末時刻線和時間軸圍成的面積。請大家討論。

探究 1：我們先把物體的運動分成 5 個小段，例如 $t/5$ 算一個小段，在 $v-t$ 圖象中，每小段起始時刻物體的瞬時速度由相應的縱坐標表示(如圖乙)。各小段中物體的位移可以近似地怎麼表示？整個過程中的位移可以近似地怎麼表示？

探究 2：我們是把物體的運動分成了 10 個小段結果這怎樣呢？

探究 3：請大家想想當它們分成的小段數目越多長條矩形與傾斜直線間所夾的小三角形面積越小。這說明什麼？

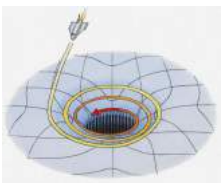
為了精確一些，我們可以怎麼做？

可以想像，如果把整個運動過程劃分得非常非常細，很多很多小矩形的面積之和，就能準確地代表物體的位移了。這時，“很多很多”小矩形頂端的“鋸齒形”就看不出來了，這些小矩形合在一起組成了一個梯形 OABC，梯形 OABC 的面積就代表做勻變速直線運動物體在 0(此時速度是 v_0)到 t (此時速度是 v)這段時間內的位移。

在圖丁中， $v-t$ 圖象中直線下面的梯形 OABC 的面積怎麼計算？

你能推導出 $x = v_0t + at^2/2$ 嗎？

在勻變速直線運動中平均速度 $v_{\text{平}} = (v_0 + v) / 2$ ，你也能推導出來嗎？



課堂檢測

1、一輛汽車以 1 m/s^2 的加速度行駛了 12s ，駛過了 180m 。汽車開始加速時的速度是多少？

認真審題，弄清題意後你能用自己的語言將題目所給的物理情景描述出來嗎？

你能確定研究的對象和研究的過程嗎？

你能畫物理過程示意圖，並把已知待求量在圖上標出來嗎？

試著自己寫出這題的解題過程？

2、在平直公路上，一汽車以 15m/s 的速度做勻速直線運動，從某時刻開始剎車，在阻力作用下，汽車以 2 m/s^2 的加速度做勻減速直線運動，問剎車後 5s 末、 10s 末車離開始剎車點各為多遠？



二、新課教學：§2.3 勻變速直線運動的位移與時間的關係

課題	§2.3 勻變速直線運動的 位移與時間的關係		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2017.10.10	課型	新授課		課時	2 課時

2.1 教材分析

高中物理引入極限思想的出發點就在於它是一種常用的科學思維方法，上一章教科書用極限思想介紹了瞬時速度和瞬時加速度。本節介紹 $v-t$ 圖線下面四邊形的面積代表勻變速直線運動的位移時，又一次應用了極限思想。當然，我們只是讓學生初步認識這些極限思想，並不要求會計算極限。按教科書這樣的方式來接受極限思想，對高中學生來說是不會有太多困難的。學生學習極限時的困難不在於它的思想，而在於它的運算和嚴格的證明，而這些，在教科書中並不出現。教科書的宗旨僅僅是“滲透”這樣的思想。

2.2 教學目標

1、知識與技能

- 1、知道勻速直線運動的位移與時間的關係
- 2、理解勻變速直線運動的位移及其應用
- 3、理解勻變速直線運動的位移與時間的關係及其應用
- 4、理解 $v-t$ 圖象中圖線與 t 軸所夾的面積表示物體在這段時間內運動的位移

2、過程與方法

- 1、通過近似推導位移公式的過程，體驗微元法的特點和技巧，能把瞬時速度的求法與此比較。
- 2、感悟一些數學方法的應用特點。

3、情感、態度與價值觀

- 1、經歷微元法推導位移公式和公式法推導速度位移關係，培養自己動手能力，增加物理情感。
- 2、體驗成功的快樂和方法的意義。

2.3 教學重點

- 1、理解勻變速直線運動的位移及其應用
- 2、理解勻變速直線運動的位移與時間的關係及其應用



2.4 教學難點

- 1、 $v-t$ 圖象中圖線與 t 軸所夾的面積表示物體在這段時間內運動的位移
- 2、微元法推導位移公式。

2.5 教學過程

(一) 預習檢查、總結疑惑

檢查落實了學生的預習情況並了解了學生的疑惑，使教學具有了針對性。

(二) 情景引入，展示目標

教師活動：直接提出問題學生解答，培養學生應用所學知識解答問題的能力和語言概括表述能力。

這節課我們研究勻變速直線運動的位移與時間的關係，（投影）提出問題：取運動的初始時刻的位置為座標原點，同學們寫出勻速直線運動的物體在時間 t 內的位移與時間的關係式，並說明理由

學生活動：學生思考，寫公式並回答： $x=vt$ 。理由是：速度是定值，位移與時間成正比。

教師活動：（投影）提出下一個問題：同學們在座標紙上作出勻速直線運動的 $v-t$ 圖象，猜想一下，能否在 $v-t$ 圖象中表示出作勻速直線運動的物體在時間 t 內的位移呢？

學生活動：學生作圖並思考討論。不一定或能。結論：位移 vt 就是圖線與 t 軸所夾的矩形面積。

總結：培養學生從多角度解答問題的能力以及物理規律和數學圖象相結合的能力

教師活動（展示目標）：討論了勻速直線運動的位移可用 $v-t$ 圖象中所夾的面積來表示的方法，勻變速直線運動的位移在 $v-t$ 圖象中是不是也有類似的關係，下面我們就來學習勻速直線運動的位移和時間的關係。

(三)、合作探究，精講點撥

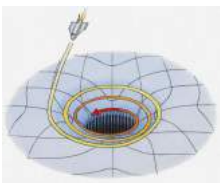
1、勻變速直線運動的位移

教師活動：（1）培養學生聯想的能力和探究問題大膽猜想，假設的能力
（2）（投影）啟發引導，進一步提出問題，但不進行回答：對於勻變速直線運動的位移與它的 $v-t$ 圖象是不是也有類似的關係？

學生活動：學生思考。

教師活動：我們先不討論是否有上述關係，我們先一起來討論課本上的“思考與討論”。

學生活動：學生閱讀思考，分組討論並回答各自見解。最後得出結論：學生 A 的計算中，時間間隔越小計算出的誤差就越小，越接近真值。



總結：培養以微元法的思想分析問題的能力和敢於提出與別人不同見解發表自己看法的勇氣。培養學生勤鑽細研分析總結得出物理規律的質量。

這種分析方法是把過程先微分後再累加（積分）的定積分思想來解決問題的方法，在以後的學習中經常用到。比如：一條直線可看作由一個個的點子組成，一條曲線可看作由一條條的小線段組成。

教師活動：（投影）提出問題：我們掌握了這種定積分分析問題的思想，下面同學們在座標紙上作初速度為 v_0 的勻變速直線運動的 $v-t$ 圖象，分析一下圖線與 t 軸所夾的面積是不是也表示勻變速直線運動在時間 t 內的位移呢？

學生活動：學生作 $v-t$ 圖象，自我思考解答，分組討論。

總結：培養學生用定積分的思想分析 $v-t$ 圖象中所夾面積表示物體運動位移的能力。

教師活動：（投影）學生作的 $v-t$ 圖解，讓學生分析講解。

（如果學生分析不出結論，讓學生參看課本圖 23-2，然後進行討論分析。）

學生活動：根據圖解分析講解，得出結論： $v-t$ 圖象中，圖線與 t 軸所夾的面積，表示在 t 時間內物體做勻變速直線運動的位移。

總結：培養學生分析問題的邏輯思維，語言表達，概括歸納問題的能力。

2、推導勻變速直線運動的位移—時間公式

教師活動：（投影）進一步提出問題：根據同學們的結論利用課本圖 2.3-2（丁圖）能否推導出勻變速直線運動的位移與時間的關係式？

學生活動：學生分析推導，寫出過程：

$$S_{\text{面積}} = \frac{1}{2}(OC + AB) \cdot OA$$

$$\text{所以 } x = \frac{1}{2}(v_0 + v)t$$

$$\text{又 } v = v_0 + at$$

$$\text{解得 } x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$$

總結：培養學生利用數學圖象和物理知識推導物理規律的能力

教師活動：（投影）展示學生推導過程並集體評價後教師說明：公式

$x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ 就是表示勻變速直線運動的位移與時間關係的公式。

教師活動：（投影）進一步把問題進行擴展：位移與時間的關係也可以用圖象表示，這種圖象叫做位移-時間圖象，即 $x-t$ 圖象。運用初中數學中學到的一次函數和二次函數知識，你能畫出勻變速直線運動 $x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ 的 $x-t$ 圖象嗎？（ v_0, a 是常數）

學生活動：學生在座標紙上作 $x-t$ 圖象。



總結：培養學生把數學課的知識在物理課中應用，體會物理與數學的密切關係，培養學生做關係式圖象的處理技巧。

教師活動：（投影）展示學生畫的草圖，讓學生分析作圖的過程。

學生活動：學生分析講解。

總結：培養學生結合數學圖象和物理知識分析問題的能力和語言概括表述能力。

教師活動：（投影）進一步提出問題：如果一位同學問：“我們研究的是直線運動，為什麼畫出來的 $x-t$ 圖象不是直線？”你應該怎樣向他解釋？

學生活動：學生思考討論，回答問題：

位移圖象描述的是位移隨時間的變化規律，而直線運動是實際運動。

總結：培養學生結合數學方法和物理規律辨析問題的能力。

3、對勻變速直線運動的位移—時間公式的應用

教師活動：（投影）例題（P42）：引導學生閱讀題目，進行分析。

學生活動：在老師的引導下，在練習本上寫出解答過程。

教師活動：（投影）學生的解答，進行適當點評。

2.6 教學反思

本節重點學習了對勻變速直線運動的位移—時間公式 $x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ 的推導，並學習了運用該公式解決實際問題。在利用公式求解時，一定要注意公式的向量性問題。一般情況下，以初速度方向為正方向；當 a 與 v_0 方向相同時， a 為正值，公式即反映了勻加速直線運動的速度和位移隨時間的變化規律；當 a 與 v_0 方向相反時， a 為負值，公式反映了勻減速直線運動的速度和位移隨時間的變化規律。代入公式求解時，與正方向相同的代入正值，與正方向相反的物理量應代入負值。



三、課後練習：§2.3 勻變速直線運動的位移與時間的關係

【達標檢測】

(A 級) 1. 某質點的位移隨時間的變化關係式為 $x=4t+2t^2$ ， x 與 t 的單位分別是米與秒，則質點的初速度與加速度分別是 ()

- A · 4m/s 與 2m/s^2 B · 0 與 4m/s^2
C · 4m/s 與 4m/s^2 D · 4m/s 與 0

(B 級) 2. 根據勻變速運動的位移公式 $x=v_0t+at^2/2$ 和 $x=\bar{v}t$ ，則做勻加速直線運動的物體，在 t 秒內的位移說法正確的是 ()

- A · 加速度大的物體位移大 B · 初速度大的物體位移大
C · 末速度大的物體位移大 D · 平均速度大的物體位移大

(C 級) 3. 做初速度為零的勻加速直線運動的物體，前一秒、前二秒、前三秒的位移之比是 ()

第一秒、第二秒、第三秒的位移之比又是 ()

- A. 1 : 2 : 4 B. 1 : 4 : 9 C. 1 : 3 : 5 D. 1 : 2 : 3

(B 級) 4. 一火車以 2m/s 的初速度， 0.5m/s^2 的加速度做勻加速直線運動，求：

- (1) 火車在第 3 s 末的速度是多少？
- (2) 在前 4 s 的平均速度是多少？
- (3) 在第 5 s 內的位移是多少？
- (4) 在第 2 個 4 s 內的位移是多少？

(B 級) 5. 以 10m/s 的速度行駛的汽車關閉油門後做勻減速運動，經過 6s 停下來，求汽車剎車後的位移大小。

(C 級) 6. 汽車以 10m/s 的速度勻速行駛，剎車後獲得大小為 2m/s^2 的加速度做勻減速運動，則剎車後 8s 內通過的位移為多少米？

學習反思：



第四課題 §2.4 勻變速直線運動的速度與位移的關係 (2 課時)

一、課前自主預習學案

勻變速直線運動的位移與速度的關係

課 型：新授課

【學習目標】

- 1、知道位移速度公式，會用公式解決實際問題。
- 2、掌握勻變速直線運動的位移、速度、加速度和時間之間的相互關係，會用公式解決勻變速直線運動的問題。

【學習重點】

會用公式解決勻變速直線運動的問題。

【學習難點】

靈活運用各種公式解決實際問題。

【方法指導】

自主探究、交流討論、自主歸納

【知識鏈接】1. 做勻變速直線運動的物體，其速度公式

為_____，其平均速度公式為_____，其位移公式為_____。

【自主探究】

勻變速直線運動的位移與速度的關係

[討論與交流]

射擊時，火藥在槍筒內燃燒，燃氣膨脹，推動彈頭加速運動。我們把子彈在槍筒中的運動看作勻加速直線運動，假設子彈的加速度是 $a=5 \times 10^5 \text{ m/s}^2$ ，槍筒長； $x=0.64\text{m}$ ，你能計算射出槍口時的速度。

反思：這個問題中，已知條件和所求結果都不涉及_____，它只是一個中間量。能不能根據 $v = v_0 + at$ 和 $x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ ，直接得到位移 x 與速度 v 的關係呢？



課堂練習：1、汽車以加速度 $a=2 \text{ m/s}^2$ 做勻加速直線運動，經過 A 點時其速度 $v_A=3\text{m/s}$ ，經過 B 點時速度 $v_B=15\text{m/s}$ ，則 A、B 之間的位移為多少？

2、由靜止開始做勻加速直線運動的物體，已知經過 s 位移時的速度是 v ，那麼經過位移為 $2s$ 時的速度是

- A. $2v$ B. $4v$ C. $\sqrt{2}v$ D. v

3、一艘快艇以 2 m/s^2 的加速度在海面上做勻加速直線運動，快艇的初速度是 6m/s 。求這艘快艇在 8s 末的速度和 8s 內經過的位移。

總結：公式 $v = v_0 + at$, $x = v_0t + \frac{1}{2}at^2$, $v_t^2 - v_0^2 = 2ax$ 中包含五個物理量，它們分

別為：初速度 v_0 和加速度 a ，運動時間 t ，位移 x 和末速度 v ，在解題過程中選用公式的基本方法為：

1. 如果題目中無位移 x ，也不讓求位移，一般選用 _____ 公式；
2. 如果題中無末速度 v ，也不讓求末速度，一般選用 _____ 公式；
3. 如果題中無運動時間 t ，也不讓求運動時間，一般選用 _____ 公式；

注：勻變速運動中的各公式均是向量式，注意各量的符號。

勻變速直線運動的平均速度

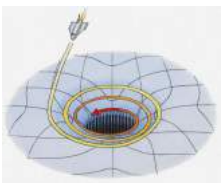
由勻變速直線運動的推導過程可知： $x = \frac{1}{2}(v_0 + v)t$ ，根據平均速度的定義

$\bar{v} = \frac{x}{t}$ ，可聯立得_____。即在勻變速直線運動中，物體運動的平均

速度等於_____。

又由勻速直線運動的速度公式 $v = v_0 + at$ ，代入平均速度公式得：

即勻變速直線運動的平均速度等於_____。



思考：

質點以初速度為 v_0 做勻加速直線運動，若末速度為 v ，則質點運動過程中，到達位移中點時的速度為多大？

課堂練習：如下圖：某質點做勻加速直線運動從 A 到 B 經過 1S，從 B 到 C 也經過 1S，AC 間距離為 10m，求質點經過 B 位置時的速度。

在連續相等的時間 (T) 內的位移之差為一恒定值，即： $\Delta x = aT^2$ (又稱勻變速直線運動的判別式)

推證： 設物體以初速 v_0 、加速度 a 做勻加速直線運動，自計時起時間 T 內的位移：

在第 2 個 T 內的位移

$$\text{即 } \Delta x = aT^2$$

$$\text{進一步推證可得 } a = \frac{\Delta x}{T^2} =$$

課堂練習：一質點做勻加速直線運動，在連續相等的兩個時間間隔內通過的位移分別為 24m 和 64m，每個時間間隔是 2S，求加速度 a 。



二、新課教學：§2.4 勻變速直線運動的速度與位移的關係

課題	§2.4 勻變速直線運動的 速度與位移的關係		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2017.10.11 2017.10.12	課型	新授課		課時	2 課時

2.1 教材分析

本節的內容是讓學生熟練運用勻變速直線運動的位移與速度的關係來解決實際問題。教材先是通過一個例題的求解，利用公式 $x=v_0t+at^2$ 和 $v=v_0+at$ 推導出了位移與速度的關係： $v^2-v_0^2=2ax$ 。到本節為止勻變速直線運動的速度—時間關係、位移—時間關係、位移—速度關係就都學習了。解題過程中應注意對學生思維的引導，分析物理情景並畫出運動示意圖，選擇合適的公式進行求解，並培養學生規範書寫的習慣，解答後注意解題規律。學生解題能力的培養有一個循序漸進的過程，注意選取的題目應由淺入深，不宜太急。對於涉及幾段直線運動的問題，比較複雜，引導學生把複雜問題變成兩段簡單問題來解。

2.2 教學目標

1 知識與技能

- (1) 理解勻變速直線運動的位移與速度的關係。
- (2) 掌握勻變速直線運動的位移、速度、加速度和時間的關係，會用公式解決勻變直線運動的實際問題。
- (3) 提高勻變速直線運動的分析能力，著重物理情景的過程，從而得到一般的學習方法和思維。
- (5) 培養學生將已學過的數學規律運用到物理當中，將公式、圖象及物理意義聯繫起來加以運用，培養學生運用數學工具解決物理問題的能力。

2 過程與方法

利用多媒體課件與課堂學生動手實驗相互結合，探究勻變速直線運動規律的應用的方法和思維。

3 情感態度與價值觀

既要聯繫的觀點看問題，還要具體問題具體分析。

2.3 教學重點

1. 速度公式、位移公式及位移與速度關係的公式的推導。
2. 會運用公式分析、計算。

2.4 教學難點

具體到實際問題當中對物理意義、情景的分析。



2.5 教學過程

(一) 預習檢查、總結疑惑

檢查落實了學生的預習情況並了解了學生的疑惑，使教學具有了針對性。

(二) 情景引入，展示目標

1. 通過下面一道題目，讓學生從不同角度，感受一題多解，拓展學生的物理思維。

一輛汽車以 20m/s 的速度行駛，駕駛員發現前方道路施工，緊急剎車並最終停止。已知汽車剎車過程的加速度大小是 5m/s^2 ，假設汽車剎車過程是勻減速直線運動，則汽車從開始剎車經過 5s 所通過的位移是多少？

(利用該題讓學生知道：①對勻減速直線運動，若取 v_0 方向為正方向時，則 $v_0 > 0$ ， $a < 0$ 。②對汽車剎車過程，在給定的時間內的汽車是否一直在做勻減速直線運動，還需要進行判斷。③讓學生感受到一題多解——公式法、圖象法和逆向思維法。)

2. 通過物理情景 1 的分析，讓學生尋找勻變速直線運動中位移與速度的關係。

【情景 1】射擊時，火藥在槍筒中燃燒。燃氣膨脹，推動彈頭做加速運動。若把子彈在槍筒中的運動看做勻加速直線運動，假設槍筒長 0.64m，子彈的加速度 $5 \times 10^5 \text{m/s}^2$ ，我們根據已知條件能否求出子彈射出槍口時的速度？

問題 1：能否根據題意，用前面的運動規律解決？

[學生活動]用公式 $x = \frac{1}{2}at^2$ ， $v = at$ 得出子彈離開槍口時的速度。

(三) 合作探究，精講點撥

問題 2：在這個問題中，已知條件和所求的結果都不涉及時間 t ，它只是一個中間量。能否根據前面學習的運動規律，得到位移 x 與速度 v 的關係呢？

[學生活動]用公式 $v = v_0 + at$ ， $x = v_0t + \frac{1}{2}at^2$ 進行推導。(請一位學生板演)

[教師活動]通過以上分析可以看到，如果說問題的已知量和未知量都不涉及時間，利用 $v^2 - v_0^2 = 2ax$ 求解，往往會使問題變得簡單、方便。

[學生活動]用公式 $v^2 - v_0^2 = 2ax$ 求解上面的問題，並與前面的方法進行比較。

(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：引導學生理解本節公式並對所學內容進行簡單的回饋糾正。



〔例1〕 通過測試得知某型號的卡車在某種路面上急剎車時加速度大小是 5m/s^2 。如果要求它在這種路面上行駛時在 22.5m 內必須停下，它的行駛速度不能超過多少千米每小時？

〔教師活動〕 分析問題，用公式 $v^2 - v_0^2 = 2ax$ 求解問題，並注意勻減速直線運動中加速度取負值。通過板書提醒學生解題規範化。

〔例2〕 美國“甘迺迪”號航空母艦上裝有幫助飛機起飛的彈射系統。已知“F-A-15”型戰鬥機在跑道上加速時可產生的最大加速度為 5.0m/s^2 ，起飛速度為 50m/s 。若要該飛機滑行 100m 後起飛，則：

- (1) 彈射系統必須使飛機具有多大的初速度？（可保留根號）
- (2) 假設某航空母艦不裝彈射系統，但要求“F-A-15”型戰鬥機能在它上面正常起飛，則該跑道至少多長？

〔教師活動〕 分析題意，已知條件，求什麼物理量，正確選取運動規律。

〔學生活動〕 用公式 $v^2 - v_0^2 = 2ax$ 求解問題，同時注意具體問題具體分析。

〔例3〕 駕駛手冊規定具有良好剎車性能的汽車在以 80km/h 的速率行駛時，可以在 56m 的距離內剎住；在以 48km/h 的速率行駛時，可以在 24m 的距離內剎住。假設對這兩種速率，駕駛員的反應時間（在反應時間內駕駛員來不及使用剎車，車速不變）與剎車產生的加速度都相同，則駕駛員的反應時間是多少？

〔教師活動〕 引導學生分析汽車在整個過程中運動規律，如何解決問題。

〔學生活動〕 根據題意的分析，正確選用運動規律求解。

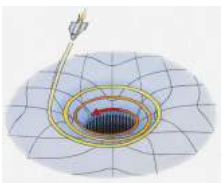
（五）發導學案、佈置預習

我們已經學習了運動學的一些公式，了解了運動學的過程，那麼若初速度等於零的過程又會怎樣呢？在下一節課我們一起來學習一種特殊的勻變速運動——自由落體運動。這節課後大家可以先預習這一部分，著重分析自由落體運動為什麼是勻變速運動，並完成本節的課後練習及課後延伸拓展作業。

（六）板書設計

2.4 勻變速直線運動的位移與速度的關係

勻變速直線運動的位移與速度的關係： $v^2 - v_0^2 = 2ax$



2.6 教學反思

本節課按教學設計基本完成了制定的課程目標，取得較好的效果。第一，教學重點突出，對速度公式、位移公式及位移和速度的關係式注重推導的過程。有效的突破教學難點，具體進行情景的分析。第二，能以教師為主導，學生為主體用代數方法推導出勻變速直線運動的規律。首先讓學生進行討論、推導，然後師生一起總結，體現了新課標對課堂教學的要求。第三，得到勻變速直線運動規律後提出注意問題，以練習的形式讓學生填空取得較好的效果。第四，在勻變速直線運動規律的運用方面注意分析做題的方法、步驟，建議學生解物理題要注意作出示意圖，標出已知量，更好地理解題意，再選擇公式，讓學生養成良好的習慣。第五，讓學生嘗試一題多解，靈活運用。第六，對幾個例題的分析提醒學生注意物體實際運動的過程，讓學生再次計算，體會由錯到對的過程中得到領悟，然後師生一起總結解題方法，效果較好。樹立嚴謹的學風，既用聯繫的觀點看問題，還要具體問題具體分析。



三、課後練習：§2.4 勻變速直線運動的速度與位移的關係

【達標檢測】

(B 級)1、一質點做勻加速直線運動，第三秒內的位移 2m，第四秒內的位移是 2.5m，那麼以下說法中不正確的是()

- A·這兩秒內平均速度是 2.25m/s B·第三秒末即時速度是 2.25m/s
C·質點的加速度是 0.125m/s^2 D·質點的加速度是 0.5m/s^2

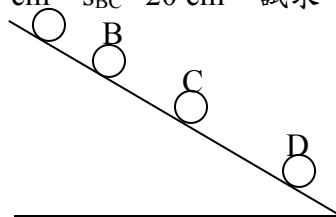
(B 級)2、物體由靜止從 A 點沿斜面勻加速下滑，隨後在水平面上做勻減速直線運動，最後停止於 C 點，如圖所示，已知 $AB=4\text{m}$ ， $BC=6\text{m}$ ，整個運動用時 10s，則沿 AB 和 BC 運動的加速度 a_1 、 a_2 大小分別是多少？

(B 級)3、某飛機起飛的速度是 50m/s ，在跑道上加速時可能產生的最大加速度是 4m/s^2 ，求飛機從靜止到起飛成功需要跑道最小長度為多少？

(B 級)4、一輛載滿乘客的客機由於某種原因緊急著陸，著陸時的加速度大小為 6m/s^2 ，著陸前的速度為 60m/s ，問飛機著陸後 12s 內滑行的距離為多大？

(C 級)5、從斜面上某位置，每隔 0.1 s 釋放一個小球，在連續釋放幾個後，對在斜面上的小球拍下照片，如圖所示，測得 $s_{AB}=15\text{ cm}$ ， $s_{BC}=20\text{ cm}$ ，試求

- (1) 小球的加速度.
- (2) 拍攝時 B 球的速度 $v_B=?$
- (3) 拍攝時 $s_{CD}=?$
- (4) A 球上面滾動的小球還有幾個？



(C 級)6、一個做勻加速直線運動的物體，初速度 $v_0=2.0\text{m/s}$ ，它在第 3 秒內通過的位移為 4.5m，則它的加速度為多少？



(C 級)7、一質點做初速度為零的勻加速直線運動，若在第 3 秒末至第 5 秒末的位移為 40m，則質點在前 4 秒的位移為多少？

學習反思：

第五課題 §2.5 自由落體運動 (2 課時)

一、課前自主預習學案

自由落體運動

課 型：新授課

【學習目標】

1. 認識自由落體運動，知道影響物體下落快慢的因素，理解自由落體運動是在理想條件下的運動，知道它是初速度為零的勻加速直線運動。
2. 能用打點計時器或其他實驗儀器得到相關的運動軌跡並能自主進行分析。
3. 知道什麼是自由落體的加速度，知道它的方向，知道在地球上的不同地方，重力加速度大小不同。

【學習重點】

自由落體運動的概念及探究自由落體運動的過程。

【學習難點】

能用打點計時器或其他實驗儀器得到相關的運動軌跡並能自主進行分析。

【方法指導】

自主探究、交流討論、自主歸納

【知識鏈接】

1. 物體做勻變速直線運動的位移公式為_____，速度與時間的關係式為_____。



【自主探究】

思考問題：

1. 重的物體一定下落得快嗎？請舉例說明？

猜想：物體下落過程的運動情況與哪些因素有關，質量大的物體下落的速度比質量小的快嗎？

(實驗小探究)

取兩枚相同的硬幣和兩張與硬幣表面面積相同的紙片，把其中一張紙片揉成紙團，在下述幾種情況下，都讓它們從同一高度自由下落，觀察下落快慢情況。

①從同一高度同時釋放一枚硬幣和一個與硬幣面積相同的紙片，可以觀察到誰下落得快？

②兩張完全相同的紙片，將其中一張卷緊後從同一高度同時釋放，可以觀察到誰下落得快？

③一塊面積較大的硬紙板和一枚硬幣，（紙板比軟硬幣重），從同一高度同時釋放它們，可以觀察到誰下落得快？



結論：物體下落過程的運動情況與物體_____無關。

(實驗演示)“牛頓管”的實驗

1、將羽毛和金屬片放入有空氣的玻璃管中，讓它們同時下落，觀察到的現象：

2、將羽毛和金屬片放入抽去空氣的玻璃管中，讓它們同時下落，觀察到的現象：

結論：影響落體運動快慢的因素是_____的作用，沒有空氣阻力時，只在重力作用下輕重不同的物體下落快慢_____。

閱讀課本並回答：(1)自由落體運動有什麼特點？

注意：若物體在下落過程中所受空氣阻力遠小於重力，則物體的下落也可看作自由落體運動。

[實驗探究]

按照教材第 43 頁的圖 2·5—1 裝置做實驗，將一系有紙帶的重物從一定的高度自由下落，利用打點計時器記錄重物的下落過程。在對紙帶進行數據處理，圖象法求物體運動的加速

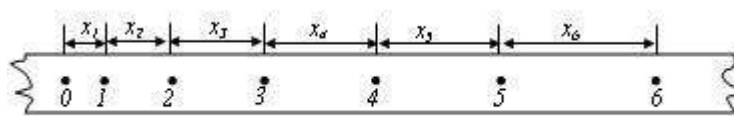


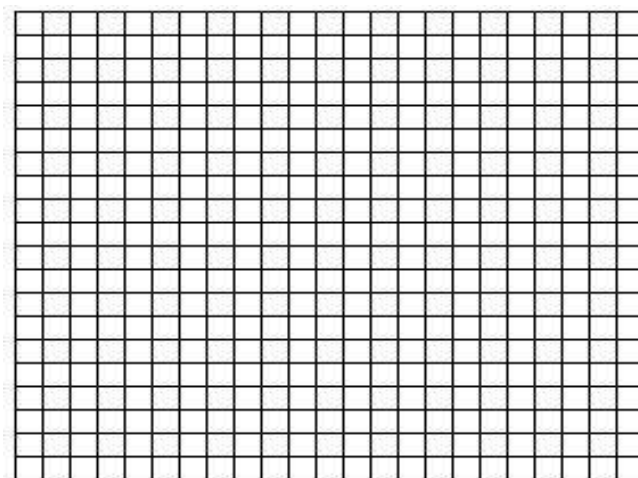
圖 2-4-1

位置							
時間 (s)							
v(m/s)							

根據勻變速直線運動的一個推論：在一段時間 t 內的平均速度等於這段時間中間時刻的瞬時速度，有 $v_1=(x_1+x_2)/2T$ ， $v_2=(x_2+x_3)/2T$ 求出各計數點的



瞬時速度後，由加速度的定義： $a=\Delta v/\Delta t$ 計算出該物體做勻變速直線運動的加速度；或選好計時起點作 $v-t$ 圖象，圖象的斜率即為該勻變速直線運動的加速度。



在對紙帶進行數據處理可知：**自由落體運動是運動。**

閱讀教材 p43 完成下列問題：

1. 自由落體運動的加速度它的方向如何？

2. 看教材第 44 頁列表，嘗試從表中尋找規律。



二、新課教學：§2.5 自由落體運動

課題	§2.5 自由落體運動		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2017.10.16	課型	新授課		課時	2 課時

2.1 教材分析

自由落體運動是自然界廣泛存在的物體自由下落的一種理想模型，是一種典型的勻變速直線運動，對自由落體運動的深入分析有利於學生更加深刻的理解勻變速直線運動，也為後面的平拋運動的學習打好基礎。這次新教材對這部分的內容分為二塊。一塊通過演示、實驗，分析得出自由落體運動的規律，明確重力加速度的意義，使學生對自由落體運動規律有具體、深入的認識。另一塊介紹落體運動的研究歷史，主要是介紹伽利略對自由落體運動的研究過程和他的科學思維方法，使學生對自由落體運動的認識上升到更高的層次。本人根據以往的教學經驗和學生的認識規律，對這部分教材做了調整。先介紹伽利略對自由落體運動的研究過程和他的科學思維方法，得出什麼叫自由落體，滲透人文教育。接著重點討論自由落體運動的性質。最後是對自由落體的規律運用。本節課是在知道了什麼是自由落體的基礎上通過實驗探究自由落體的運動性質。

2.2 教學目標

1、知識與技能

- (1) 理解自由落體運動的性質和物體做自由落體運動的條件。
- (2) 理解自由落體運動的加速度，知道它的大小和方向。
- (3) 掌握並能夠運用自由落體運動的規律。

2、過程與方法

- (1) 加強感性認識，進一步上升到理性認識。
- (2) 類比得出自由落體運動的規律。

3、情感、態度與價值觀

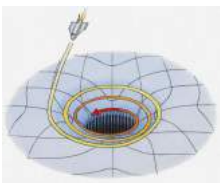
- (1) 實踐出真知，實驗見規律性。
- (2) 去偽存真的科學態度、方法。

2.3 教學重點

1. 自由落體運動的概念及探究自由落體運動的過程。
2. 掌握自由落體運動規律，並能運用其解決實際問題。

2.4 教學難點

演示實驗和探究實驗的技巧及自由落體運動規律的得出。



2.5 教學過程

設計思想：

- 1、先用遊戲激發學生學習興趣，順理成章地研究落體運動；
- 2、通過演示實驗讓學生自己總結出物體下落快慢不同的主要原因是空氣阻力，從而猜想若沒有空氣阻力會怎樣；
- 3、用牛頓管實驗驗證猜想，引入了新的理想運動模型：自由落體運動。講述1971年宇航員做的實驗，加深印象；
- 4、了解地球表面物體下落運動近似成自由落體運動的條件；
- 5、著手研究自由落體運動的規律，利用打點計時器進行研究，得到結論；
- 6、總結自由落體運動特點及重力加速度；
- 7、應用訓練

一、 引入：

教師在課前需要設計製作好“測反應時間尺”（在一約50cm長的尺有刻度的一面標上自由下落對應長度所用的時間）

遊戲

師：一般情況下，刻度尺是用來測量什麼物理量的？

生：測量物體長度的！

師：大家看到我手裡的這把尺子了沒有？我這把尺子跟普通尺子是不一樣，有特殊的功能，它可以測量出你的反應時間。不信？我請幾位同學上來試試。

找幾名同學上來做這個實驗。可通過比比誰的反應時間短來調動學生的積極性。

師：相信大家一定非常想知道這把尺為什麼能測出人的反應時間呢？是根據什麼原理呢？我可以告訴大家，尺子測時間的原理就是利用尺子下落過程中的運動特點製成的。而我們今天要研究的就是尺子下落這樣的運動。

師：像尺子下落這樣的運動是一種常見的運動。掛線上上的重物，如果把線剪斷，它就在重力的作用下，沿著豎直方向下落。從手中釋放的石塊，在重力的作用下也沿著豎直方向下落。

師：不同的物體下落快慢是否一樣呢？物體下落的快慢由哪些量決定？請大家結合日常生活經驗回答問題。

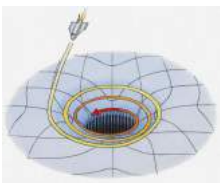
生：不同物體下落快慢應該是不一樣的，下落快慢應該是由質量決定，質量大的下落快，質量小的下落快慢。

師：這位同學回答得對不對呢？大家看我來做幾個實驗。

演示實驗

- 1、將一張紙和一張金屬片在同一高度同時釋放，結果金屬片先著地。

教師不發表意見，繼續做實驗。分別將實驗內容和實驗結果板書在黑板上。



2、將剛才的紙片緊緊捏成一團，再次與硬幣同時釋放，結果兩者幾乎同時落地。

3、將兩個完全一樣的紙片，一個捏成團，一個平展，則紙團下落快。

師：物體下落快慢是由質量決定嗎？

生：不是的！

師：為什麼這樣說？

生：第2個實驗和第三實驗都說明了這個問題，特別是第3個問題，質量一樣卻下落有快慢之分。

師：那你現在覺得物體下落快慢由什麼因素決定呢？

生：我想應該是空氣阻力。

猜想

師：如果影響物體下落快慢的因素是空氣阻力，那麼在沒有空氣阻力，物體的下落快慢應該是一樣的，這種猜想是不是正確呢？我們來做一個實驗驗證一下。

驗證

牛頓管實驗：

師：剛才的實驗現象驗證了我們的猜想，在沒有空氣阻力即物體只受重力的情況下，所有物體由靜止下落的快慢是一樣的。

師：1971年美國阿波羅15號宇航員在月球表面將錘子和羽毛同時釋放，它們同時落在月球表面，這是通過電視轉播過的。

二、自由落體運動

師：物體若在沒有空氣阻力的情況下由靜止下落，它的受力情況有什麼特點？

生：沒有空氣阻力，則物體只受重力。

師：很好！物理學中把這種只受重力作用，由靜止開始下落的運動叫做自由落體運動。

自由落體運動：在只受重力的情況下，由靜止開始下落的運動。

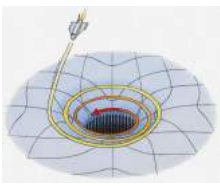
師：我們日常生活中見到的落體運動是自由落體運動嗎？比如開始測反應時間的尺子的下落運動是自由落體運動嗎？

生：肯定不是，因為在地球表面大氣層內，沒有空氣的情況是不存在的。

師：說得很好！在我們的日常生活環境下，自由落體運動是不存在的，只是一種理想運動模型。但利用忽略次要因素，抓住主要因素的物理研究方法，我們可以把日常生活中一些空氣阻力影響不大的落體運動近似看作自由落體運動。什麼樣才叫做阻力影響不大，就是阻力跟重力相比可以忽略。

近似條件：一般情況下，密度較大實心物體的下落都可以近似看成自由落體運動。

三、自由落體運動的運動規律



師：做自由落體運動的物體的運動規律是什麼呢？速度隨時間是如何變化的？位移隨時間又是如何變化的，我們該如何來研究它的運動規律呢？

生：利用打點計時器。先選擇一個物體，這個物體必須密度大，實心，體積不要太大，這樣的話就可以把這個物體由靜止開始下落的運動近似看成自由落體運動。接著用打點計時器來研究物體的運動規律。

師：請同學們自己設計並進行實驗，將紙帶的處理結果告訴我。

學生設計、操作並處理實驗結果

總結分析運動規律

師：實驗結論是什麼？

生：自由落體運動是初速度為零的勻加速直線運動。

師：如何得出這個結論？

生：根據實驗得到的紙帶，我猜想它是勻加速運動。於是我用勻變速直線運動的運動規律 $\Delta s = aT^2$ 來驗證紙帶，結果證明自由落體運動是勻變速直線運動。

師：回答得非常正確！自由落體運動是初速度為零的勻加速直線運動，這個結論我們要牢記。

師：那再計算一下自由落體的加速度大小是多少？方向如何？

生：我所算得的結果在 9.4 左右，方向是豎直向下，因為物體是豎直向下勻加速的，所以加速度方向應該與速度方向相同，豎直向下。

師：其他同學的結果呢？

生：我的也差不多。

關鍵點提問

師：大家用的是質量不同的重錘做的實驗，為什麼求出來的加速度結果差不多呢？

生：雖然重錘質量不同，但由於空氣阻力影響較小，均可以近似成自由落體運動，而我們已經知道：所有物體做自由落體運動的運動情況是完全一樣的。所以測出來的結果差不多是符合事實的。

2.6 教學反思

通過學生探究實驗和教師的演示實驗，激發學生的學習興趣，強調學生是學習的主人，突出學生的探究性學習。教學時可要求學生推導自由落體運動的公式，以培養學生自主性學習的能力，但不必過分要求學生深入地掌握和應用該知識。但是作為勻變速直線運動的特例應指導學生明白所有勻變速直線運動的公式和規律對自由落體都適用。



三、課後練習：§2.5 自由落體運動

【達標檢測】

- (B 級) 1. 關於自由落體運動的加速度 g ，下列說法中正確的是()
- A. 重的物體的 g 值大
 - B. 同一地點，輕重物體的 g 值一樣大
 - C. g 值在地球上任何地方都一樣大
 - D. g 值在赤道處大於在北極處
2. 一個鐵釘與一個小棉花團同時從同一高處下落，總是鐵釘先落地，這是因為()
- A. 鐵釘比棉花團重
 - B. 鐵釘比棉花團密度大
 - C. 棉花團的加速度比重力加速度小得多
 - D. 鐵釘的重力加速度比棉花團的大
3. 甲物體的重力是乙物體重力的 3 倍，它們從同一高度處同時自由下落，由下列說法正確的是()
- A. 甲比乙先著地
 - B. 甲比乙的加速度大
 - C. 甲、乙同時著地
 - D. 無法確定誰先著地
4. 自由落體運動的 $v-t$ 圖象應是圖 2-4-4 中的()

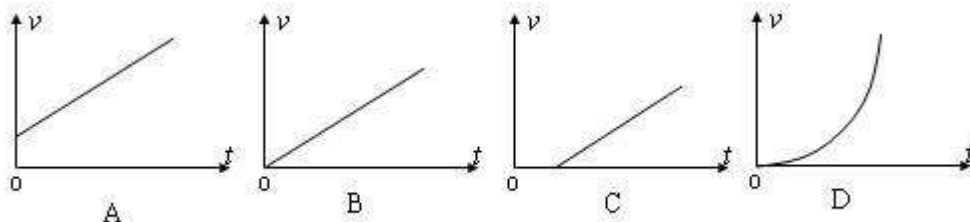


圖 2-4-4

- (C 級) 5. 一個物體從 20m 高的地方下落，到達地面時的速度是多大？落到地面用了多長時間？(取 $g=10\text{m/s}^2$)

學習反思：



第六課題 §2.6 伽利略對自由落體運動的研究 (2 課時)

一、課前自主預習學案

【學習目標】

本節是新教材注重過程與方法、情感態度和價值觀的一個標誌性內容。過去的教學過分注重對知識與技能的掌握，而忽略了對科學精神、科學研究方法的培養。因此，能否通過這節課的學習讓學生體會到人類對自然世界的探究思想和方法，感受到一位偉大的科學家的高尚情操，就成為這節課最終的目標。為了更好地落實新課標的精神，該教學策略採用了先讓學生收集相關資料，在課堂上經過討論和發表見解，充實和完善伽利略的研究過程與方法。引導學生一步步體會伽利略嚴謹的科學態度、不畏強權的探索精神和正確地解決問題的思路，樹立正確的科學觀念。

【學習重點】

了解抽象思維、數學推導和科學實驗相結合的科學方法

【學習難點】

體會“觀察現象→實驗探索→提出問題→討論問題→解決問題”的科學探究方式。

【方法指導】

自主探究、交流討論、自主歸納

【知識鏈接】

1、伽利略是怎樣研究自由落體的？

【學習過程】

課題：用滴水法測重力加速度。

過程與方法：1.讓水滴落到墊起來的盤子上，可以清晰地聽到水滴落到盤子內的聲音。細心地調整水龍頭的閥門，使第一個水滴碰到盤子聽到響聲的瞬間，注視到第二個水滴正好從水龍頭滴水處開始下落。

2.聽到某個響聲時開始計時，並數“0”，以後每聽到一次響聲，順次加1，直到數到“100”，停止計時，表上時間的讀數是40 s。

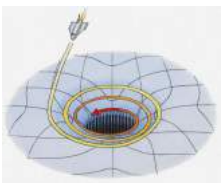
3.用米尺量出水龍頭滴水處到盤子的距離為78.56 cm。試根據以上的實驗及其得到的數據，計算出重力加速度的值。

數據處理：每滴水由釋放到落到盤子所需時間

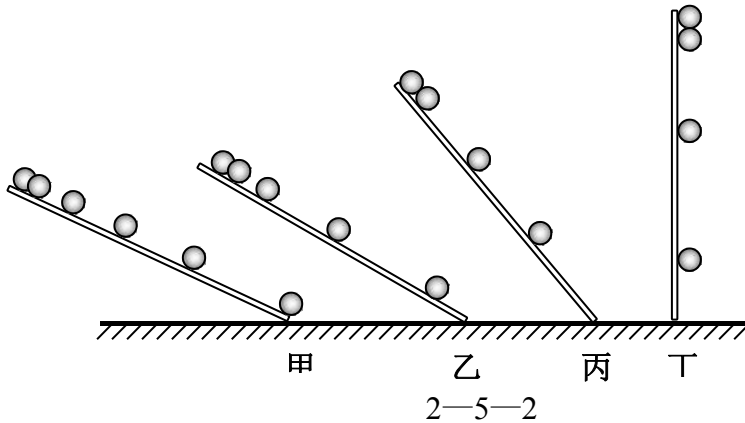
$$t = \frac{40}{100} \text{ s} = 0.4 \text{ s} \quad \text{①}$$

$$t \text{ 時間內水滴下落高度為 } 78.56 \text{ cm}，\text{ 設當地重力加速度為 } g，\text{ 則 } h = \frac{1}{2} g t^2 \quad \text{②}$$

把 $h = 78.56 \text{ cm} = 0.7856 \text{ m}$ 代入，解得 $g = 9.82 \text{ m/s}^2$ 。



1. 1591年，伽利略和他的兩個學生帶著兩個不同質量的鉛球（一個是另一個重量的10倍）登上了高為54.5米的比薩斜塔的頂部，如圖2—5—1所示，自由釋放這兩個小球，結果兩個球在同一瞬間砸向地面，伽利略這個實驗意在說明：輕、重物體下落的_____一樣（填“速度”或“加速度”）。
2. 伽利略對自由落體運動的研究，是科學實驗和邏輯思維的完美結合，如圖2—5—2所示，可大致表示其實驗和思維的過程，對這一過程的分析，下列說法正確的是（ ）



2—5—2



2—5—1

- A. 其中的甲圖是實驗現象，丁圖是經過合理的外推得到的結論
- B. 其中的丁圖是實驗現象，甲圖是經過合理的外推得到的結論
- C. 運用甲圖的實驗，可“沖淡”重力的作用，使實驗現象更明顯
- D. 運用丁圖的實驗，可“放大”重力的作用，使實驗現象更明顯



二、新課教學：§2.6 伽利略對自由落體運動的研究

課題	§2.6 伽利略對自由落體運動的研究		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2017.10.23 2017.10.24	課型	新授課		課時	2 課時

2.1 教材分析

本節內容是讓學生了解並學習伽利略研究自由落體運動的科學思維方法和巧妙的實驗構思.教材編寫的脈絡清楚，邏輯推理嚴謹，文字表述生動、通俗易懂，因此，適合於學生自主學習.

本節是新教材注重過程與方法、情感態度和價值觀的一個標誌性內容.過去的教學過分注重對知識與技能的掌握，而忽略了對科學精神、科學研究方法的培養.因此，能否通過這節課的學習讓學生體會到人類對自然世界的探究思想和方法，感受到一位偉大的科學家的高尚情操，就成為這節課最終的目標.為了更好地落實新課標的精神，該教學策略採用了先讓學生收集相關資料，在課堂上經過討論和發表見解，充實和完善伽利略的研究過程與方法.引導學生一步步體會伽利略嚴謹的科學態度、不畏強權的探索精神和正確地解決問題的思路，樹立正確的科學觀念.

2.2 教學目標

(一) 知識與技能：

- 1、了解伽利略對自由落體運動的研究思路和方法；
- 2、能夠合理設計實驗，並將實驗數據用圖線法處理。

(二) 過程和方法：

- 1、經歷伽利略對自由落體運動的研究方法，感悟科學探究的方法；
- 2、分組進行科學探究活動，完成實驗操作；
- 3、培養學生進行數學推理和圖象處理數據的能力。

(三) 情感、態度與價值觀：

- 1、激發了學生學習伽利略敢於向權威挑戰，善於觀察思考，知難而進的優秀質量；
- 2、培養學生耐心細緻的意志質量，創新思想和互相協作的精神。

2.3 教學重點

通過重現重大發現的歷史過程，讓學生親臨其境探究伽利略對自由落體運動研究的實驗，學習其科學思維方法和巧妙的實驗構思。



2.4 教學難點

- (1) 當無法驗證自由落體運動是初速度為零的勻加速直線運動時，如何引導學生巧妙設計斜面實驗間接驗證；
- (2) 引導學生在實驗過程中怎樣進行合理猜想、數學推理、合理外推等重要方法。

2.5 教學過程

(一) 預習檢查、總結疑惑

1、教師提問：我們在上一節課已經學習了自由落體運動知道：

- (1) 定義？（物體只在重力作用下從靜止開始下落的運動）
- (2) 實質？（初速度為 0 的勻加速直線運動）

2、教師指出：紙張比石頭下落得慢是由於空氣阻力的影響，但使人誤以為“重物比輕物下落得快”。這正是統治了兩千多年的亞裡士多德的觀點。

(二) 情景引入、展示目標

我們用手拿一個小球和一張紙片，放開後，小球和紙片從靜止開始下落。我們可以看到，小球先落地，紙片後落地。

西元前 4 世紀，古希臘偉大的思想家、哲學家亞裡士多德（Aristotle）根據與我們類似的觀察，直接得出結論：重的物體比輕的物體下落得快。

亞裡士多德的論斷流傳了近 2 000 年，直到 16 世紀，在意大利的比薩斜塔上，伽利略做了著名的兩個球同時落地的實驗。兩個輕重不同的小球同時落地的聲音，是那樣的清脆美妙，又是那樣的發聾振聵！它動搖了人們頭腦中的舊觀念，開創了實驗和科學推理之先河，將近代物理學以至近代科學推上了歷史的舞臺。

今天這節課我們就一起來經歷伽利略對自由落體運動的研究過程，領悟這位大師的科學精神、物理思想、研究方法，得其精髓，有所借鑒。

(三) 合作探究、精講點播

一、綿延兩千年的錯誤

亞裡士多德的觀點：物體越重，下落越快。

西元前，人們對物體下落的研究很少，憑著觀察認為重的物體比輕的物體下落得快。當時，著名的思想家亞裡士多德（Aristotle，前 384～前 322）經過了觀察和總結認為“物體下落的速度與重力成正比”。這一觀點正好應和了人們潛意識裡的想法；同時，它又是偉大的亞裡士多德提出的論斷，人們深信不疑。從那以後，人們判斷物體下落的快慢，甚至給孩子們上課時一直堅持這一觀點，這一觀點一直延續了 2 000 多年，從沒有人對它提出異議。

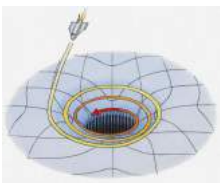
交流與討論：為什麼會有錯誤的認識呢？

錯誤認識的根源在於不注意探索事物的本質，思考不求甚解。

二、邏輯的力量

學生閱讀：

16 世紀末，義大利比薩大學的青年學者伽利略（Galileo Galilei，1564～



1642) 對亞裡士多德的論斷表示了懷疑.後來,他在 1638 年出版的《兩種新科學的對話》一書中對此作出了評論.

根據亞裡士多德的論斷,一塊大石頭的下落速度要比一塊小石頭的下落速度大.假定大石頭的下落速度為 8,小石頭的下落速度為 4,當我們把兩塊石頭捆在一起時,大石頭會被小石頭拖著而減慢,結果整個系統的下落速度應該小於 8;但兩塊石頭捆在一起,總的重力比大石頭還要重,因此整個系統下落的速度要比 8 還大.這樣,就從“重物比輕物落得快”的前提推斷出了互相矛盾的結論,這使亞裡士多德的理論陷入了困境.為了擺脫這種困境,伽利略認為只有一種可能性:重物與輕物應該下落得同樣快.(傳說伽利略在比薩斜塔上做過落體實驗,但後來又被嚴謹的考證否定了.儘管如此,來自世界各地的人們都要前往參觀,他們把這座古塔看作伽利略的紀念碑)

問題:伽利略是怎樣論證亞裡士多德觀點是錯誤的?

猜想:既然物體下落過程中的運動情況與物體質量無關,那麼為什麼在現實生活中,不同物體的落體運動,下落快慢不同呢?我們能否猜想是由於空氣阻力的作用造成的呢?如果沒有空氣阻力將會怎樣呢?

學生討論後回答.

三、猜想與假說

伽利略認為,自由落體是一種最簡單的變速運動.他設想,最簡單的變速運動的速度應該是均勻變化的.但是,速度的變化怎樣才算均勻呢?他考慮了兩種可能:一種是速度的變化對時間來說是均勻的,即經過相等的時間,速度的變化相等;另一種是速度的變化對位移來說是均勻的,即經過相等的位移,速度的變化相等.伽利略假設第一種方式最簡單,並把這種運動叫做勻變速運動.

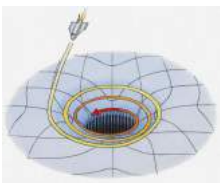
四、實驗驗證

實驗驗證是檢驗理論正確與否的唯一標準.任何結論和猜想都必須經過實驗驗證,否則不成理論.猜想或假說只有通過驗證才會成為理論.所謂實驗驗證就是任何人,在理論條件下去操作都能到得實驗結果,它具有任意性,但不是無條件的,實驗是在一定條件下的驗證,而與實際有區別.

閱讀:(課件投影)伽利略斜面實驗的情況

伽利略在《兩種新科學的對話》中說:

“用一塊木料製成長約 12 庫比特、寬半庫比特、厚三指的板條,在它的上面劃一條比一指略寬的槽,將這個槽做得很直,打磨得很光滑,在槽上裱一層羊皮紙(也要盡可能光滑).取一個堅硬、光滑並且很圓的銅球,放在槽中滾動.將這個木槽的一端抬高一到二庫比特,使槽傾斜.就像我要講的那樣把球放在槽頂沿槽滾下,記錄下降的時間.實驗要重複幾次,以便使測得的時間準確到兩次測定的結果相差不超過一次脈搏的十分之一,進行這樣的操作,肯定了我們的觀察是可靠的以後,將球滾下的距離改為槽長的四分之一,測定滾下的時間,我們發現它準確地等於前者的一半.下一步,我們用另一些距離進行試驗,把全長用的時間與全長的二分之一、三分之二、四分之三,或者其他任何分數所用



的時間相比較，像這樣的實驗，我們重複了整整一百次，結果總是經過的距離與時間的平方成比例，並且在各種不同坡度下進行實驗，結果也都如此……”

討論與交流：感受伽利略的探究過程，體會其科學方法

物體做自由落體運動的速度很快，在當時的實驗條件下，是很難測量其位移和相應的時間，有什麼方法可以使物體的速度可以慢一點又能研究勻變速直線運動的？

讓小球在傾斜的軌道上滾下，傾角不要太大可以嗎？

當時伽利略就是用這個方法。他設計一個斜面實驗，使物體的運動速度變慢，解決了測量的難題。伽利略在一塊木板上刻出一道直槽，槽內貼上羊皮紙使之平滑，用自製的水鐘測量時間，探究一個光滑黃銅小球沿傾斜直槽滑下時的運動情況。我們也可以模擬這個四百多年前的實驗，感受科學家的研究方法。

播放影片：

①用 形鋁型材，取長約 1.6 m 的一段為導軌，以節拍器為計時器。將導軌一端墊高，呈斜面狀，將小球開始運動處作出標記。

②調整時，啟動節拍器，隨節拍聲數數“3，2，1，0，1，2，3”，將小球在聽到節拍聲“0”時從原點釋放。一邊隨節拍聲數數，一邊用手順序指出當節拍器響時，小球大致的位置。

③不改變小球下落的初始位置，只要釋放小球的時刻準確，在隨後的各節拍聲響時，在小球經過的大體位置上作出標記；

④從尺規上讀出各標記到起始位置的間隔距離，並填入表格中；

⑤改變斜槽的傾斜角，重複實驗多次；

伽利略在當時有限的實驗條件研究出初速度為零的勻加速直線運動中位移和時間的關係。現在我們可以用什麼儀器比較精確的方法來記錄時間和位移進行研究呢？

桌面上有打點計時器、小車、木板，每兩位同學為一組，設計實驗，研究初速度為零的勻加速直線運動的位移和時間的關係，並設計表格記錄實驗數據。

學生活動：討論並設計實驗方案，5 分鐘後進行交流。

參考方案：

(s) 位移 (cm)	時間					
	傾角	0.02	0.04	0.06	0.08
	30°					
	45°					
	60°					
					

1.把小車軌道的一端墊高，呈斜面狀，把打點計時器固定在斜面最高點



上，紙帶穿過打點計時器的限位孔連在小車的尾部。

2. 打開打點計時器開關，然後把小車從某一位置由靜止開始釋放，打出一條紙帶。

3. 從紙帶第一點開始，測量從開始到每一個點的時間和位移，並填入表格中。

4. 改變木板的傾角，把小車從同一位置從靜止開始釋放，並對從打出的紙帶反映的數據填入表格中。

我們已經確定了實驗方案，下面進行實驗並對實驗數據進行處理。

學生活動：兩人為一組進行實驗，並對實驗數據進行處理。

從得到的實驗數據，我們得到什麼結論？

1、同一傾角時，在誤差允許的範圍內， $\frac{x_1}{t_1^2} = \frac{x_2}{t_2^2} = \frac{x_3}{t_3^2} = \frac{x_4}{t_4^2} = \frac{x_5}{t_5^2} = \text{常數}$

即 $x \propto t^2$ 。

2、傾角越大，常數越大。

我們得到的結論，與四百年前伽利略使用簡單儀器得到的結論完全一致。

伽利略根據斜面結果出發，認為：在初速度為零的勻加速直線運動中，經過的距離正比於時間的平方，即 $\frac{x}{t^2} = \text{恒量}$ ，恒量的數值隨著斜面傾角增大而增大。當斜面傾角增大到 90° ，即斜面與地面垂直時，小球將自由下落，成為自由落體， $x \propto t^2$ 的關係仍然成立，此時 $\frac{x}{t^2}$ 的比值為最大，這時小球仍然會保持勻變速直線運動的性質，自由落體運動是一種特殊的勻變速直線運動。

伽利略將實驗與邏輯思維相聯系進行科學研究的思想，開闢了一條科學研究之路。

五、伽利略的科學方法

對現象一般觀察—提出猜想—運用邏輯推理—實驗對推理驗證—對猜想進行修證（補充）—推廣應用。

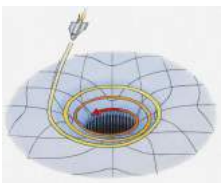
伽利略的科學思想方法的核心是把實驗和邏輯推理（包括數學推理）和諧地結合起來，從而有力地推進了人類科學認識的發展。

（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

（五）、發導學案、佈置作業

這節課著重分析科學家是如何設計實驗，給你最大的啟發是什麼？我們應該學習伽利略哪些優秀質量？課外討論，並寫成一篇小作文。



2.6 教學反思

本節課主要由兩部分組成：對科學家的了解；對伽利略科學方法的學習。這兩個方面主要是由學生通過查資料、預習，在老師的引導下，以學生為主體，進行學習的。知識講授的同時，給學生介紹物理學家、講授物理學史，不僅讓他們了解物理學家的工作，物理科學的發展過程，更重要的是通過了解科學發展的曲折性，以此撼動學生的心，讓他們從中獲得啟迪。在後面的教學過程中爭取設計的更科學，更有利於學生的學習，也希望大家提出寶貴意見，共同完善，共同進步！



三、課後練習：§2.6 伽利略對自由落體運動的研究

1. 伽利略以前的學者認為：物體越重，下落得越快，伽利略等一些物理學家否定了這種看法

(1) 如圖 2—5—3 所示：在一玻璃管中放中放一片羽毛和一個玻璃球，迅速導致玻璃管，可以看到，玻璃球先於羽毛達到底端，這主要是因為 ()

- A · 它們的重量不同
- B · 它們的密度不同
- C · 它們的材料不同
- D · 它們受到的空氣阻力不同



(2) 在一高塔頂端釋放大小相同的實心鐵球和實心鉛球，與此有關的下列說法中，

2—5—3

正確的是 ()

- ①它們受到的空氣阻力不同
 - ②它們的加速度相同
 - ③它們落地的速度不同
 - ④它們下落的時間相同
- A · ①③ B · ②④ C · ② D · ③

2. 伽利略對運動的研究，不僅確立了許多用於描述運動的基本概念，而且創立了一套對近代科學的發展極為有益的科學方法，或者說給出了科學研究過程的基本要素，這些要素包含了以下幾個環節：

- ①對現象的一般觀察；②_____；③運動邏輯得出結論；
- ④_____；⑤對假設進行修正的推廣；

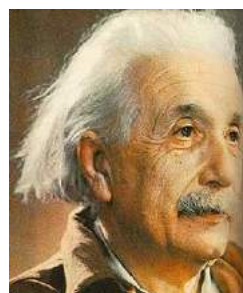
3. 請將圖 2—5—4 中三位科學的姓名按歷史年代先後順序排列：_____、_____、_____。通過查閱資料，簡要寫出他們在物理學上的主要貢獻各一項：_____



牛頓



伽利略



愛因斯坦

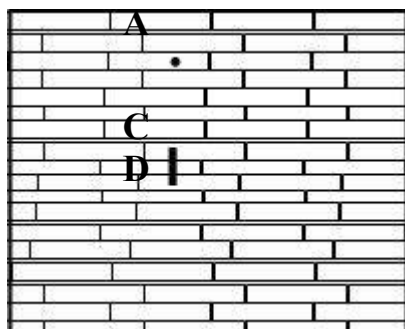
圖 2—5—4



4. 甲、乙兩物體做自由落體運動，已知甲物體重是乙物體重的 2 倍，而甲距地面的高度是乙距地面高度的一半，下列說法正確的是()
- A. 甲物體的加速度是乙物體加速度的 2 倍
 - B. 甲物體著地的速度是乙物體著地的速度的 $1/2$
 - C. 甲物體下落的時間是乙物體下落的時間的 $\sqrt{2}/2$
 - D. 甲、乙兩物體的末速度相同

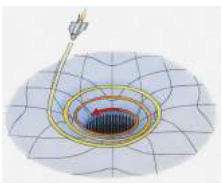
5. 有一種傻瓜相機的曝光時間（快門打開到關閉的時間）是固定不變的，為了估測相機的曝光時間，有位同學提出了下述實

驗方案：他從牆面上 A 點的正下方與 A 相距 $H=1.5\text{m}$ 處，使一個小石子自由落下，在小石子下落通過 A 點後，立即按動快門，對小石子照相，得到如圖 2-5-5 所示的照片，由於石子的運動，它在照片上留下一條模糊的痕跡 CD。已知每塊磚的平均厚度是 6cm ，已知當地的重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$ 。請從上述資訊和照片上選取估算相機曝光時間必要的理量。用符號表示，如 H 等，推出計算曝光時間的關係式，並估算出這個相機的曝光時間，（要求取一位有效數字）



2—5—5

8. 原地起跳時，先屈腿下蹲，然後突然蹬地。從開始蹬地到離地是加速過程（視為勻加速）
- 加速過程中重心上升的距離稱為“加速距離”。離地後重心繼續上升，（此過程運動特徵視為自由落體運動的逆過程）在此過程中重心上升的最大距離稱為“豎直高度”。現有下列數據：人原地上跳的“加速距離” $d_1 = 0.50\text{m}$ ，“豎直高度” $h_1 = 1.0\text{m}$ ；跳蚤原地上跳的“加速距離” $d_2 = 0.00080\text{m}$ ，“豎直高度” $h_2 = 0.10\text{m}$ 。假想人具有與跳蚤相等的起跳加速度，而“加速距離”仍為 0.50m ，則人上跳的“豎直高度”是多少？



学习反思:

§2.5 伽利略對自由落體運動的研究

1.速度;2.AC; 3. (1)D;(2)B; 4.提出假設;通過實驗對結論進行檢驗 5.伽利略;牛頓;愛因斯坦; 伽利略:建立了落體理論;牛頓:發現了萬有引力;愛因斯坦:創立了相對論

6.C 7.0.02s 8. 用 a 表示跳蚤起跳的加速度, v 表示離地時的速度, 則對加速過程和離地後上升過程分別有 $v^2=2ad_2$ 、 $v^2=2gh_2$, 若假想人具有和跳蚤相同的加速度 a , 令 V 表示在這種假想下人離地時的速度, H 表示與此相應的豎直高度, 則對加速過程和離地後上升過程分別有 $V^2=2ad_1$ 、 $V^2=2gH$, 由以上各式可得 $H=h_2d_1/d_2$, 代入數值得: $H=63\text{m}$



第七課題：綜合複習（2 課時）

課題	綜合複習		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2017.10.24 2017.10.25	課型	復習課		課時	2 課時

綜合複習一：《第二章 勻變速直線運動的研究》章末總結

★重難點一、勻變速直線運動規律的理解與應用★

1. 公式中各量正負號的確定

x 、 a 、 v_0 、 v 均為向量，在應用公式時，一般以初速度方向為正方向(但不絕對，也可規定為負方向)，凡是與 v_0 方向相同的向量為正值，相反的向量為負值。當 $v_0=0$ 時，一般以 a 的方向為正方向，這樣就把公式中的向量運算轉換成了代數運算。

2. 善用逆向思維法

特別對於末速度為 0 的勻減速直線運動，倒過來可看成初速度為 0 的勻加速直

線運動，這樣公式可以簡化〔如 $v=at$ ， $x=\frac{1}{2}at^2$ 〕，初速度為 0 的比例式也可以應用。

3. 注意

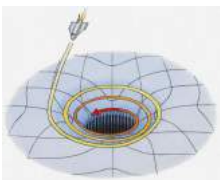
(1) 解題時首先選擇正方向，一般以 v_0 方向為正方向。

(2) 剎車類問題一般先求出剎車時間。

(3) 對於有往返的勻變速直線運動(全過程加速度 a 恒定)，可對全過程應用公式 $v = v_0 + at$ 、 $x = v_0t + \frac{1}{2}at^2$ 、……列式求解。

(4) 分析題意時要養成畫運動過程示意圖的習慣，特別是對多過程問題。對於多過程問題，要注意前後過程的聯繫——前段過程的末速度是後一過程的初速度；再要注意尋找位移關係、時間關係。

4. 勻變速直線運動的常用解題方法



常用方法	规律特点
一般公式法	$v = v_0 + at; x = v_0t + \frac{1}{2}at^2; v^2 - v_0^2 = 2ax.$ 使用时一般取 v_0 方向为正方向
平均速度法	$\bar{v} = \frac{x}{t}$ 对任何直线运动都适用，而 $= \frac{1}{2}(v_0 + v)$ 只适用于匀变速直线运动

中间时刻速度法	$v_{\frac{t}{2}} = \bar{v} = \frac{1}{2}(v_0 + v),$ 适用于匀变速直线运动
比例法	对于初速度为零的匀加速直线运动与末速度为零的匀减速直线运动，可利用比例法解题
图象法	应用 $v-t$ 图象，可把较复杂的问题转变为较简单的数学问题解决

巧用推论解题	$x_{n+1} - x_n = aT^2,$ 若出现相等的时间问题，应优先考虑用 $\Delta x = aT^2$ 求解
逆向思维法 (反演法)	把运动过程的“末态”作为“初态”的反向研究问题的方法，一般用于末态已知情况



【典型例題】物體做勻加速直線運動，在時間 T 內通過位移 x_1 到達 A 點，接著在時間 T 內又通過位移 x_2 到達 B 點，則物體（ ）

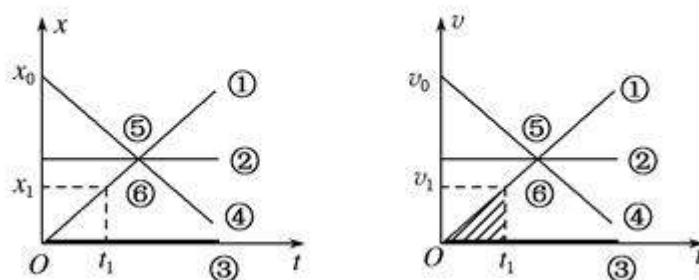
- A · 在 A 點的速度大小為 $\frac{2x_1 + x_2}{T^2}$ B · 在 B 點的速度大小為 $\frac{3x_2 - x_1}{2T}$
 C · 運動的加速度為 $\frac{2x_1}{T^2}$ D · 運動的加速度為 $\frac{x_1 + x_2}{T^2}$

【答案】B

★重難點二、 $x-t$ 圖象和 $v-t$ 圖象★

★ $x-t$ 圖象和 $v-t$ 圖象的比較

1. 如图是形状一样的 $x-t$ 图象与 $v-t$ 图象以及它们的对照表。



$x-t$ 圖	$v-t$ 圖
①表示物體做勻速直線運動(斜率表示速度 v)	①表示物體做勻加速直線運動(斜率表示加速度 a)
②表示物體靜止	②表示物體做勻速直線運動
③表示物體靜止	③表示物體靜止
④表示物體向反方向做勻速直線運動；初位置座標為 x_0	④表示物體做勻減速直線運動；初速度為 v_0
⑤交點的縱坐標表示三個運動質點相遇時的位置	⑤交點的縱坐標表示三個運動質點的速度相同
⑥ t_1 時間內物體的位移為 x_1	⑥ t_1 時刻物體的速度為 v_1 (圖中陰影部分面積表示質點在 $0 \sim t_1$ 時間內的位移)

2. 在圖象問題的學習與應用中首先要注意區分它們的類型，其次應從圖象所表達的物理意義，圖象的斜率、截距、交點、拐點、面積等方面的含義加以深刻理解。

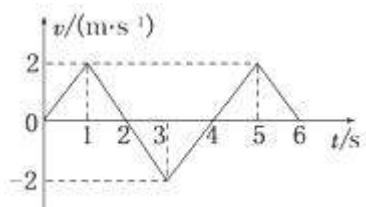
	$x-t$ 圖	$v-t$ 圖
點	對應某一時刻物體所處的位置	對應某一時刻物體的速度



斜率	斜率的大小表示速度大小 斜率的正負表示速度的方向	斜率的大小表示加速度的大小 斜率的正負表示加速度的方向
截距	直線與縱軸截距表示物體在 $t=0$ 時刻距離原點的位移，即物體的出發點；在 t 軸上的截距表示物體回到原點的時間	直線與縱軸的截距表示物體在 $t=0$ 時刻的初速度；在 t 軸上的截距表示物體速度為 0 的時刻
兩圖線的交點	同一時刻各物體處於同一位置	同一時刻各物體運動的速度相同

【典型例題】質點做直線運動的速度—時間圖像如圖所示，該質點()

- A · 在第 1 秒末速度方向發生了改變
- B · 在第 2 秒末加速度方向發生了改變
- C · 在前 2 秒內發生的位移為零
- D · 第 3 秒末和第 5 秒末的位置相同



【答案】D

★重難點三、紙帶問題的處理方法★

紙帶的分析與計算是近幾年高考中考查的熱點，因此應該掌握有關紙帶問題的處理方法。

1 · 判斷物體的運動性質

(1)根據勻速直線運動的位移公式 $x=vt$ 知，若紙帶上各相鄰的點的間隔相等，則可判定物體做勻速直線運動。

(2)由勻變速直線運動的推論 $\Delta x=aT^2$ 知，若所打的紙帶上在任意兩個相鄰且相等的時間內物體的位移差相等，則說明物體做勻變速直線運動。

2 · 求瞬時速度

根據在勻變速直線運動中，某段時間內的平均速度等於該段時間中間時刻的瞬

時速度： $v_n = \frac{x_n + x_{n+1}}{2T}$ ，即 n 點的瞬時速度等於 $(n-1)$ 點和 $(n+1)$ 點間的平均速

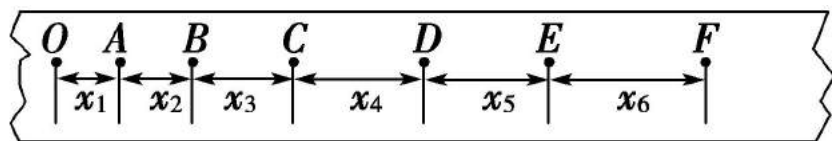
度。

3 · 求加速度



(1) 逐差法

雖然用 $a = \frac{\Delta x}{T^2}$ 可以根據紙帶求加速度，但只利用一個 Δx 時，偶然誤差太大，為此應採取逐差法。



如圖所示，紙帶上有六個連續相等的時間間隔 T 內的位移 x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 、 x_5 、 x_6 。由 $\Delta x = aT^2$ 可得：

$$x_4 - x_1 = (x_4 - x_3) + (x_3 - x_2) + (x_2 - x_1) = 3aT^2$$

$$x_5 - x_2 = (x_5 - x_4) + (x_4 - x_3) + (x_3 - x_2) = 3aT^2$$

$$x_6 - x_3 = (x_6 - x_5) + (x_5 - x_4) + (x_4 - x_3) = 3aT^2$$

$$\text{所以 } a = \frac{(x_6 - x_3) + (x_5 - x_2) + (x_4 - x_1)}{9T^2} = \frac{(x_6 + x_5 + x_4) - (x_3 + x_2 + x_1)}{9T^2}$$

(2) 兩段法

將如圖所示的紙帶分為 OC 和 CF 兩段，每段時間間隔是 $3T$ ，可得： $x_4 + x_5 + x_6 - (x_1 + x_2 + x_3) = a(3T)^2$ ，顯然，求得的 a 和用逐差法所得的結果是一樣的，但該方法比逐差法簡單多了。

(3) $v-t$ 圖象法

根據紙帶，求出各時刻的瞬時速度，作出 $v-t$ 圖象，求出該 $v-t$ 圖象的斜率 k ，則 $k = a$ 。

這種方法的優點是可以舍掉一些偶然誤差較大的測量值，有效地減少偶然誤差。

【典型例題】 在測定勻變速直線運動加速度的實驗中，選定一條紙帶如圖所示，從 0 點開始，每 5 個點取一個計數點的紙帶，其中 0、1、2、3、4、5、6 都為記數點。測得： $x_1 = 1.40\text{cm}$ ， $x_2 = 1.90\text{cm}$ ， $x_3 = 2.38\text{cm}$ ， $x_4 = 2.88\text{cm}$ ， $x_5 = 3.39\text{cm}$ ， $x_6 = 3.87\text{cm}$ 。

(1) (3分) 在計時器打出點 4 時，小車的速度分別為： $v_4 = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s。

(2) (3分) 該勻變速直線運動的加速度的大小 $a = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s²。

(結果均保留三位有效數字)



【答案】 0.313(0.314) ; 0.496

★重難點四、追及相遇問題★

1. 相遇和追擊問題的實質

研究的兩物體能否在相同的時刻到達相同的空間位置的問題

2. 畫出物體運動的情景圖，理清三大關係

(1) 時間關係： $t_A = t_B \pm t_0$

(2) 位移關係： $s_A = s_B \pm s_0$

(3) 速度關係

兩者速度相等。它往往是物體間能否追上或（兩者）距離最大、最小的臨界條件，也是分析判斷的切入點。



3. 兩種典型追擊問題

(1) 速度大者(勻減速)追速度小者(勻速)

- ①當 $v_1=v_2$ 時, A 末追上 B, 則 A、B 永不相遇, 此時兩者間有最小距離;
- ②當 $v_1=v_2$ 時, A 恰好追上 B, 則 A、B 相遇一次, 也是避免相撞剛好追上的臨界條件;
- ③當 $v_1>v_2$ 時, A 已追上 B, 則 A、B 相遇兩次, 且之後當兩者速度相等時, 兩者間有最大距離。

(2) 同地出發, 速度小者(初速度為零的勻加速)追速度大者(勻速)

- ①當 $v_1=v_2$ 時, A、B 距離最大;
- ②當兩者位移相等時, 有 $v_1=2v_2$ 且 A 追上 B。A 追上 B 所用的時間等於它們之間達到最大距離時間的兩倍。

4. 相遇和追擊問題的常用解題

畫出兩個物體運動示意圖, 分析兩個物體的運動性質, 找出臨界狀態, 確定它們位移、時間、速度三大關係。

- (1) 基本公式法——根據運動學公式, 把時間關係滲透到位移關係和速度關係中列式求解。
- (2) 圖象法——正確畫出物體運動的 $v-t$ 圖象, 根據圖象的斜率、截距、面積的物理意義結合三大關係求解。
- (3) 相對運動法——巧妙選擇參考系, 簡化運動過程、臨界狀態, 根據運動學公式列式求解。注意“革命要徹底”。
- (4) 數學方法——根據運動學公式列出數學關係式(要有實際物理意義)利用二次函數的求根公式中 Δ 判別式求解。

★追及問題的解題思路:

- (1)根據對兩物體運動過程的分析, 畫出兩物體運動的示意圖。
- (2)根據兩物體的運動性質, 分別列出物體的位移方程, 注意要將兩物體運動時間的關係反映在方程中。
- (3)由運動示意圖找出兩物體位移間的關聯方程, 這是關鍵。
- (4)聯立方程求解, 並對結果進行簡單分析。

【典型例題】甲、乙兩車在同一直線軌道上同向行駛, 甲車在前, 速度為 8m/s , 乙車在後, 速度為 16m/s , 當兩車相距 $s=16\text{m}$ 時, 甲車因故開始剎車, 加速度大小為 $a=2\text{m/s}^2$, 求

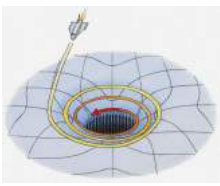
- (1) 如果乙車不採取措施, 乙車經過多長時間追上甲車?
- (2) 為避免相撞, 乙車立即開始剎車, 乙車的加速度大小為 6m/s^2 時, 此種情況能否相碰, 如果不能相碰, 請求出甲乙之間的距離存在的最值(最大值或最小值)?
- (3) 為避免兩車相碰, 乙車加速度至少為多大?

【答案】(1) 1.66s ; (2) 不能相碰, $\Delta x_{\min}=8\text{m}$; (3) $a=4\text{m/s}^2$

【解析】(1) 設經過時間 t , 乙車可追上甲車, 則 $v_{0\text{甲}}t - \frac{1}{2}at^2 + s_0 = v_{0\text{乙}}t$

代入數據解得: $t=(4\sqrt{2}-4)\text{s}=1.66\text{s}$ (負值舍掉)

(2) 當兩車的速度相等時距離最短, 即 $v=v_{0\text{甲}}-a_{\text{甲}}t=v_{0\text{乙}}-a_{\text{乙}}t$, 解得: $t=2\text{s}$, $v=4\text{m/s}$



此時兩車間距： $\Delta x_{\min} = \frac{v_{0甲}+v}{2}t+s_0 - \frac{v_{0乙}+v}{2}t = 8m$

(3) 當乙的加速度最小時，當兩車距離為零時達到共同速度，則滿足：

$$v = v_{0甲} - a_{甲}t = v_{0乙} - a_{乙}t$$

$$\frac{v_{0甲}+v}{2}t+s_0 - \frac{v_{0乙}+v}{2}t = 0$$

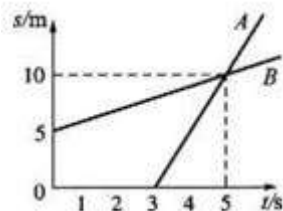
解得： $t=4s$ $a_{乙}=4m/s^2$

綜合複習二：模塊綜合檢測

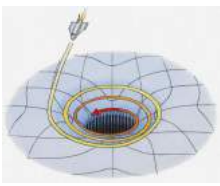
1. 關於速度、速度的改變量、加速度的關係,下列說法中正確的是 ()

- A. 物體的速度等於零,加速度一定等於零
- B. 物體的速度改變量大,加速度就大
- C. 物體的速度改變越快,加速度就越大
- D. 在加速直線運動中,加速度不可能減小

2. 物體 A、B 的 s-t 圖像如圖所示,由圖可知 ()



- A. 5s 內 A、B 的平均速度相等
 - B. 兩物體由同一位置開始運動,但物體 A 比 B 遲 3s 才開始運動
 - C. 在 5s 內物體的位移相同,5s 末 A、B 相遇
 - D. 從第 3s 起,兩物體運動方向相同,且 $v_A > v_B$
3. 汽車甲沿著平直的公路以速度 v_0 做勻速直線運動,當它路過某處的同時,該處有一輛汽車乙開始做初速度為零的勻加速直線運動去追趕甲車,根據上述的已知條件 ()
- A. 可求出乙車追上甲車時乙車的速度
 - B. 可求出乙車追上甲車時乙車所走的路程
 - C. 可求出乙車從開始啟動到追上甲車所用的時間
 - D. 不能求出上述三者中任何一個
4. 某質點的位移隨時間變化的關係式為 $x = 4t + 2t^2$, x 與 t 的單位分別是 m 與 s,則質點的初速度和加速度分別為 ()
- A. 4 m/s 和 2 m/s²
 - B. 0 和 4 m/s²
 - C. 4 m/s 和 4 m/s²
 - D. 4 m/s 和 0
5. 一輛汽車從車站以初速度為零勻加速直線開去,開出一段時間之後,司機發現一乘客未上車,便緊急剎車做勻減速運動.從啟動到停止一共經歷 $t=10s$,前進了 15m,在此過程中,汽車的最大速度為 ()
- A. 1.5 m/s
 - B. 3 m/s
 - C. 4 m/s
 - D. 無法確定
6. 一個石子從高處靜止釋放,作自由落體運動,已知它在第 1 秒內的位移大小是 s,則它在第 3 秒內的位移大小是 ()
- A. 3s
 - B. 5s
 - C. 7s
 - D. 9s
7. 石塊 A 自塔頂自由落下 s_1 時,石塊 B 自離塔頂 s_2 處自由落下,兩石塊同時



落地·則塔高為 ()

- A. $s_1 + s_2$ B. $\frac{(s_1 + s_2)^2}{4s_1}$ C. $\frac{s_1^2}{4(s_1 + s_2)}$ D. $\frac{(s_1 + s_2)^2}{s_1 - s_2}$

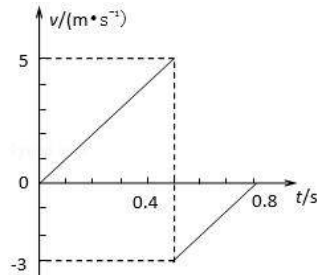
8·一個質點做勻加速直線運動，第3s內通過的位移是2m，第4s內通過的位移是2.5m，那麼，下列說法錯誤的是 ()

- A. 這2s內的平均速度是2.25m/s B. 第3秒末的瞬時速度是2.25m/s
C. 質點運動的加速度是0.125m/s² D. 第5秒內通過的位移是3m

9·(多選)甲乙兩物體分別從高10m處和高20m處同時由靜止自由下落，不計空氣阻力，下面幾種說法中正確的是()

- A·乙落地速度是甲落地速度的 $\sqrt{2}$ 倍
B·落地的時間甲是乙的2倍
C·下落1s時甲的速度與乙的速度相同
D·甲、乙兩物體在最後1s內下落的高度相等

10·(多選)小球從空中自由下落，與水平地面碰後彈到空中某一高度，其速度隨時間變化的關係如圖所示·取 $g=10\text{m/s}^2$ ·則()

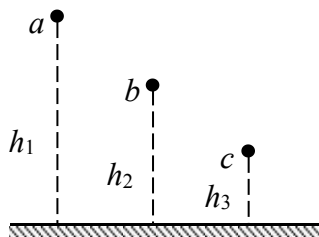


- A·小球第一次反彈初速度的大小為5m/s
B·小球第一次反彈初速度的大小為3m/s
C·小球能彈起的最大高度為0.45m
D·小球能彈起的最大高度為1.25m

11·(多選)汽車A在紅燈前停住，綠燈亮時起動，以 0.4m/s^2 的加速度做勻加速運動，經過30s後以該時刻的速度做勻速直線運動。設在綠燈亮的同時，汽車B以 8m/s 的速度從A車旁邊駛過，且一直以該速度做勻速直線運動，運動方向與A車相同，則從綠燈亮時開始 ()

- A·A車在加速過程中與B車相遇 B·A、B相遇時速度相同
C·相遇時A車做勻速運動 D·兩車只能相遇一次

12·(多選)如圖所示，在一個桌面上方有三個金屬小球a、b、c，離桌面高度分別為 $h_1:h_2:h_3=3:2:1$ 。若先後順次釋放a、b、c，三球剛好同時落到桌面上，不計空氣阻力，則 ()

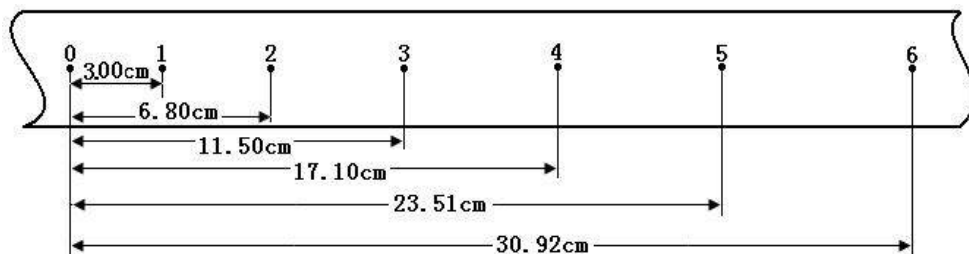


- A·三者到達桌面時的速度大小之比是 $\sqrt{3}:\sqrt{2}:1$
B·三者運動時間之比為3:2:1
C·b與a開始下落的時間差小於c與b開始下落的時間差



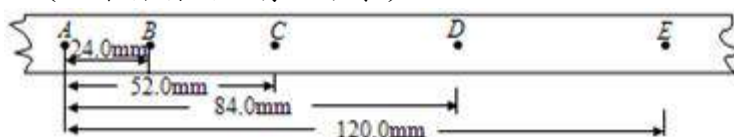
D·三個小球運動的加速度與小球受到的重力成正比，與質量成反比

13·在練習使用打點計時器的實驗中，某同學使小車做勻加速直線運動並打出一條點跡清晰的紙帶，從比較清晰的點起，每五個列印點取一個計數點（每兩個計數點間有四個實驗點未畫出），分別標明0、1、2、3、4、5、6，用刻度尺量得各計數點到0計數點之間的距離如下圖所示，已知電源的頻率為50Hz，計算結果均保留三位有效數字，則：



- (1) 打點計時器打計數點2時，小車的速度大小 $v_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s。
(2) 小車的加速度大小 $a = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s²。

14·在研究勻變速直線運動規律的實驗中，如圖所示為一次記錄小車運動情況的紙帶·圖中A、B、C、D、E為相鄰的計數點，相鄰計數點的時間間隔為 $T=0.1$ 秒，則：（結果保留兩位有效數字）

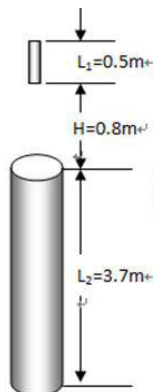


- (1) 根據實驗給出的數據可以判斷小車做 運動
(2) D點的瞬時速度大小為 m/s，DE段平均速度大小為 m/s
(3) 運動小車的加速度大小為 m/s²。

15·一電梯啟動時勻加速上升，加速度為 2m/s^2 ，制動時勻減速上升，加速度為 -1m/s^2 ，上升高度為52米·求：

- (1) 當上升的最大速度為 6m/s 時，電梯升到樓頂的時間是多少？
(2) 如果電梯先加速上升，然後勻速上升，最後減速上升，全程共用時間為16s，則上升的最大速度是多少？

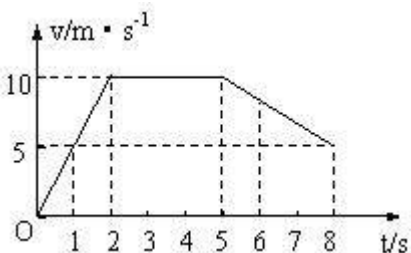
16·如圖所示，直杆長 $L_1=0.5\text{m}$ ，圓筒高為 $L_2=3.7\text{m}$ 。直杆位於圓筒正上方 $H=0.8\text{m}$ 處。直杆從靜止開始做自由落體運動，並能豎直穿越圓筒。（取 $g=10\text{m/s}^2$ ），試求：(1)直杆下端剛到圓筒上端的時間；(2)直杆穿越圓筒所用的時間。



17·如圖所示為某高樓電梯上升的速度-時間圖象，試求：
(1) 分別求出1—2s;5---8s兩段的加速度；



- (2) 分別求出 $t_1=1.2s$ 和 $t_2=6.5s$ 時刻的速度；
 (3) 求 0-8s 內上升的總高度是多少？



18. A、B 兩車在同一直線上向右勻速運動，B 車在 A 車前，A 車的速度大小為 $V_1=8m/s$ ，B 車的速度大小為 $V_2=20m/s$ ，如圖所示。當 A、B 兩車相距 $x_0=28m$ 時，B 車因前方突發情況緊急剎車（已知剎車過程的運動可視為勻減速直線運動），加速度大小為 $a=2m/s^2$ ，從此時開始計時，求：



- (1) A 車追上 B 車之前，兩者相距的最大距離
 (2) A 車追上 B 車所用的時間
 (3) 從安全行駛的角度考慮，為避免兩車相撞，在題設條件下，A 車在 B 車剎車的同時也應剎車的最小加速度

參考答案

- 1、C；2、D；3、A；4、C；5、B；6、B；7、B；8、C；9、AC；10、BC；
 11、CD；12、AC；
 13、【答案】(1) 0.425；(2) 0.880
 14、【答案】(1) 勻加速直線 (2) 0.34、0.36 (3) 0.40
 15、【答案】(1) 13.2s；(2) 4m/s

【解析】

$$(1) \text{ 勻加速直線運動的位移 } x_1 = \frac{v^2}{2a} = \frac{36}{4} m = 9m,$$

$$\text{ 勻加速直線運動的時間 } t_1 = \frac{v}{a} = 3s.$$

$$\text{ 勻減速直線運動的位移 } x_2 = \frac{v^2}{2a} = \frac{36}{2} m = 18m,$$

$$\text{ 勻減速直線運動的時間 } t_2 = \frac{v}{a} = 6s.$$

$$\text{ 勻速運動的位移 } x_3 = x - x_1 - x_2 = 25m, \text{ 則勻速直線運動的時間 } t_3 = \frac{x_3}{v} = \frac{25}{6} s \approx 4.2s.$$

則電梯升到樓頂的最短時間為 $t = t_1 + t_2 + t_3 = 13.2s$ 。

- (2) 設最大速度為 v 。



則勻加速直線運動的位移 $x_1 = \frac{v^2}{2a} = \frac{v^2}{4}$

勻加速直線運動的時間 $t_1 = \frac{v}{a} = \frac{v}{2}$.

勻速運動的位移 $x_2 = vt_2$

勻減速直線運動的位移 $x_3 = \frac{v^2}{2a'} = \frac{v^2}{2}$, 勻減速直線運動的時間 $t_3 = \frac{v}{a'} = v$.

因為 $x_1 + x_2 + x_3 = 52\text{m}$, $t_1 + t_2 + t_3 = 16\text{s}$

聯立解得 $v = 4\text{m/s}$.

16、【答案】 0.4s 0.6s

【解析】

設直杆下端到達圓筒上方的時間為 t_1 , 上端離開圓筒下方的時間為 t_2

根據自由落體運動規律有： $H = \frac{1}{2}gt_1^2$, $L_1 + H + L_2 = \frac{1}{2}gt_2^2$

代入數值解得： $t_1 = 0.4\text{s}$; $t_2 = 1\text{s}$ $t = t_2 - t_1 = 0.6\text{s}$

17、【答案】 (1) 1—2s $a_1 = 5\text{m/s}^2$, 5---8s $a_2 = -1.7\text{m/s}^2$

(2) $t_1 = 1.2\text{s}$ 時 $v_1 = 6\text{m/s}$, $t_2 = 6.5\text{s}$ 時 $v_2 = 7.5\text{m/s}$

(3) $x = 62.5\text{m}$

【解析】

(1) 根據圖象的斜率表示加速度，則有

在 1~2s 內的加速度為： $a_1 = \frac{\Delta v_1}{\Delta t_1} = \frac{10-5}{2-1}\text{m/s}^2 = 5\text{m/s}^2$

在 5~8s 內的加速度為： $a_2 = \frac{\Delta v_2}{\Delta t_2} = \frac{5-10}{8-5}\text{m/s}^2 = -\frac{5}{3}\text{m/s}^2 = -1.7\text{m/s}^2$

(2) $t_1 = 1.2\text{s}$ 時的速度 $v_1 = a_1 t_1 = 5 \times 1.2\text{m/s} = 6\text{m/s}$

$t_2 = 6.5\text{s}$ 時刻的速度為： $v_2 = v_5 - a_2 t_2 = 10 - \frac{5}{3} \times (6.5 - 5) = 7.5\text{m/s}$

(3) 由於在速度時間圖象中，圖象與坐標軸圍成的面積代表位移，時間軸上方位移為正，時間軸下方位移為負；所以由圖象中梯形的面積為：

$x = \frac{1}{2} \times 10 \times 2 + 10 \times 3 + \frac{1}{2} \times (10 + 5) \times 3 = 62.5\text{m}$

18、【答案】 (1) 64 m ; (2) 16 s ; (3) 0.25 m/s²

【解析】

(1) 當 A、B 兩車速度相等時，相距最遠

根據速度關係得： $v_1 = v_2 - at_1 \dots \textcircled{1}$

代入數據解得： $t_1 = 6\text{s}$

此時，根據位移公式得： $x_A = v_1 t_1 \dots \textcircled{2}$

$x_B = v_2 t_1 - \frac{1}{2} at_1^2 \textcircled{3}$

$\Delta x_m = x_B + x_0 - x_A$

代入數據解得： $\Delta x_m = 64\text{m}$

(2) B 車剎車停止運動所用時間： $t_0 = \frac{v_2}{a} = \frac{20}{2}\text{s} = 10\text{s}$



所發生位移： $x_B = \frac{v_2^2}{2a} = \frac{20^2}{2 \times 2} m = 100m$

此時： $x_A = v_1 t_0 = 80m$

則： $x_A < x_0 + x_B$ ，可見此時 A 車並未追上 B 車，而是在 B 車停止後才追上

之後 A 車運動時間為： $t_2 = \frac{x_0 + x_B - x_A}{v_1} = \frac{28 + 100 - 80}{8} s = 6s$

故所求時間為： $t = t_0 + t_2 = 16s$

(3) A 車剎車減速至 0 時剛好追上 B 車時，加速度最小 $\frac{v_2^2}{2a} + x_0 = \frac{v_1^2}{2a_A}$

代入數據解得： $a_A = 0.25 \text{ m/s}^2$



第三章：相互作用（12 課時）

1.1 整章概述

本章的地位

力學是高中物理的基礎。本章學習力的基本概念以及力的合成和分解的知識，這些知識是力學的基礎內容。物理學研究物質的運動，由於力影響運動，所以在高中的物理力學知識以及後續內容，都跟本章的知識有密切的聯繫。因此，學好力的基本概念，學習研究力的基本思維方法，是為學習高中物理打基礎，本章在整個高中物理中處於最基礎的地位。

高中物理知識的深廣度比初中要上一個臺階，但限於學生的知識基礎和思維能力，這個臺階不能太大。另外，受知識結構本身的制約，本章的教學不能一次到位。學生對物理概念和物理規律的理解要逐步深化，這是個漸變的過程。因此，教學要求要逐步達到，應該在不同階段提出不同層次的教學要求。否則，不僅欲速不達，還會挫傷學生學習的積極性。教師在本章的教學中要注意把握分寸，既要使學生對力的基本概念的認識得到提高，體會研究向量問題的思維方法，又要不脫離學生的知識水平和思維能力的實際。在教學過程中，要堅持“因材施教”和“循序漸進”的原則，這是發揮教師主導作用的基本點。

本章教學要求：

1. 力

①知道力的概念；

知道力是物體之間的相互作用，在具體問題中能找出施力物體和受力物體；

②知道力有大小和方向，在具體問題中能畫出力的圖示或力的示意圖。

2. 重力

①知道重力是由於物體受到地球的吸引而產生的；

②知道重力的大小和方向，用懸繩掛著的靜止物體、物體對豎直懸繩的拉力等於重力；用靜止的水平支持物支持物體，物體對水平支持物的壓力大小等於物體受到的重力，

③會用公式 $G=mg$ ($g=9.8\text{N/kg}$) 計算重力；

3. 重心

知道重心的概念以及規則的均勻物體重心的位置；

4. 彈力

①知道什麼是彈力以及彈力產生的條件；

②知道壓力、支持力、繩的拉力都是彈力，能在力的圖示(力的示意圖)中正確畫出它們的方向；知道形變越大，彈力越大；

③知道彈簧的彈力跟彈簧伸長(或縮短)的長度成正比。

5. 摩擦力



- ①知道滑動摩擦力產生的條件，會判斷滑動摩擦力的方向；
- ②知道滑動摩擦力跟壓力成正比，知道滑動摩擦因數跟什麼有關；
- ③知道靜摩擦產生的條件，會判斷靜摩擦力的方向。

6.力的合成

- ①理解力的合成和合力的概念；
- ②理解力的合成的平行四邊形定則，會用作圖法求共點力的合力；
- ③知道合力的大小與分力夾角間的關係。

7.力的分解

- ①理解力的分解和分力的概念；
- ②理解力的分解是力的合成的逆運算；
- ③會用作圖法求分力，會用直角三角形的知識計算分力。

本章的能力目標

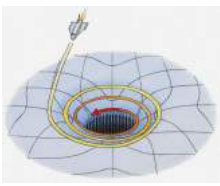
根據教學大綱的要求，高中物理教學既要傳授知識，又要培養能力。加強能力的培養，是高中物理教學的重要任務。根據教學大

- 1.觀察和實驗能力的培養。(在實驗課中和演示實驗中培養。)
- 2.科學思維能力的培養。(在教學中注意創設條件，“逼迫”學生獨立思考，這要靠教師的引導和鼓勵。)
- 3.理解能力的培養。(在建立每一個物理概念和物理規律時，重在理解：理解概念和規律的確切含義，理解使用條件，理解表達形式，理解與相關知識的區別和聯繫。)
- 4.語言表達能力的培養。培養學生能夠用精練、準確的科學的物理語言表達物理概念、物理過程和物理規律。

從本章開始要有意識地培養學生的能力。能力目標不是短期能夠達成的，但要堅持不懈地培養，持之以恆，對於提高學生的科學文化素質是大有好處的。

教材分析

- 1 關於力的定義。初中為“物體對物體的作用”強調了“受力者”的狀態，效果是形變和運動狀態的改變。而新教材強調了力是物體間的作用，較為全面地說明力的相互性，為牛頓第三定律的教學打下伏筆，並擴展了思路。新課本從施力者的受力情況入手，分析得出受力者的受力狀況，符合人們的生活經驗，容易為學生接受。教學中要注意調動學生的興趣。
- 2.關於重力。新教材在初中的基礎上對重力問題進行了概括。重新提出了“重量”一詞，重量就是重力的大小。教材介紹了用實驗求重心的方法(懸掛法)，這個實驗會引起學生興趣。教師在這裏可以多講兩句，為“質點”概念打下基礎。新教材把原必修本中的萬有引力部分去掉了，移到後面講，因為此時無法給學生講清為什麼重力不是萬有引力，而是由於萬有引力產生的。這樣的安排，使得教材體系順暢了。



3.關於彈力的概念。初中不專門講彈力，只是在力的測量時，用彈簧的伸長和外力的關係引入的，所以學生對彈力的認識是很膚淺的，在這裏是一個臺階。高中物理不僅要認識彈力，還要會判斷彈力的方向，為力的分析奠定基礎。彈力的引入採用了傳統的例子。新教材把原必修本中的壓瓶實驗移到課文後面，使得教師講課順暢多了。壓瓶實驗可以留給學生自己去做，以提高學生的興趣和動手能力。

胡克定律作為探索性實驗，應該讓學生親自去做。通過實驗，可以得出相應的規律。 $F=kx$ 的式子還是要介紹的，為後面簡諧運動的學習打下知識的基礎。

4.關於滑動摩擦。在初中講滑動摩擦力與壓力、接觸面粗糙程度有關，只作定性介紹，在高中給出了定量計算公式。為了突出重點，教材仍是先講靜摩擦，後講滑動摩擦，為了讓學生更全面地了解摩擦，還介紹了滾動摩擦。

5.關於力的合成。在初中只討論在一條直線上二力的合成。這節內容是本章的重點，強調了作圖法解題。同時介紹共點力的概念，說明力的合成適用於共點力，這是一節留有餘地、充分調動學生積極性的教材，教學中要注意不要上成注入式的課。

6.關於力的分解。這是初中物理未曾涉及的內容。從字面的含義上看力的分解是力的合成的逆過程(逆運算)，但實際上，力的分解比力的合成要複雜得多。因為力合成的解是唯一的，而力分解的解是無數的，要按照實際情況來決定，這就形成了高中物理的一個難點，學生往往在一些力的分解的題上束手無策。要通過練習讓學生學會進行合理分解。

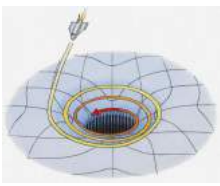
● **建議根據本章不同內容分別採用三種模式的教法。**

1.由教師提出問題，學生自學、討論、總結出概念和規律。

例如，力的基本概念這一節。

“力”是貫穿在整個力學中的至關重要的基本概念，學生要掌握這個概念，需要學習整個力學之後才能完整地理解和掌握，所以不要在第一節課講更多的內容。在第一節課的教學中，應抓住兩點：一是力的相互性，二是力的圖示法和示意法。前者是對力的進一步認識，後者是求力和表示力的重要方法。這些內容學生在初中基本都學過，因此，以自學為主。教師給出目標或問題，讓學生自找結論和方法。但目標和問題不要太過於簡單、籠統。例如，不要提問：“為什麼說力是物體間的相互作用？”“如何進行力的圖示？”等問題，而提出：“鼓掌時兩只手都有感覺嗎？為什麼？這說明了什麼？你還能舉出什麼例子？”“一個放在水平面上的物體受到 50 牛的水平力，如何表示？”讓學生讀書，提出方法，自己總結，然後用總結的方法練習做題，充分調動學生的積極性。這種教法適用於初中講過、在高中略有提高的內容，如重力、摩擦力等。

2.在教師的演示實驗或學生的小實驗中找到物理規律，學生總結後再應用解題。



例如，

①摩擦力一節，滑動摩擦是本章的重點之一，而靜摩擦力又是難點之一。初中講過滑動摩擦力，學生也知道滑動摩擦力和壓力、表面的粗糙程度有關。學生容易理解摩擦規律，但是要說清摩擦力的方向、壓力的方向，以及記住運算式： $F = \mu F_N$ 不容易。注意，滑動摩擦力用 F 表示，不再用 f 表示，壓力不用 N 而用 F_N 。過去叫滑動摩擦係數 μ ，現在改稱為動摩擦因數。

靜摩擦力主要講清產生原因、它的方向和最大靜摩擦力。

②重心雖在初中也講過，但很簡單，這部分內容，應用演示實驗：用一支點尋找物體上的支撐點，讓學生討論，就能進一步理解重心的意義。懸掛法求重心後，用支撐法再驗證，使學生有較深的印象，從而達到對重力集中作用在一點的概念的理解。

③彈力在初中雖有涉及，但沒有專門講解。這一節的教學，教師的主導作用要發揮在啟發學生思維上。第一使學生理解彈力的存在，用演示實驗給出現象；第二是關鍵的一步，要讓學生理解彈力的方向，壓力和拉力，注意分清施力和受力者。顯示微小形變的實驗佈置給學生去做，有條件的可以發一些玻璃管給學生，並指導學生安裝。

④胡克定律在初中未講過，但學生做過實驗之後，完全能自己總結出來。注意比例常數 k ，過去稱為倔強係數，現在改稱為勁度係數。

3.教師從已知知識引導學生獲取新知識，要用啟發的語言，引導學生求知新的知識，這類課應運用在初中未涉及的內容中。

例如，教學力的分解，教師只需指出力的分解是力的合成的逆運算，同樣要滿足平行四邊形定則，讓學生討論知道一個合力，可以分解為多少對分力？在什麼條件下分力是定值，在什麼條件下分力是不定的，知道正交分解的用途即可，不要搞得過深。

本章有兩個學生實驗：

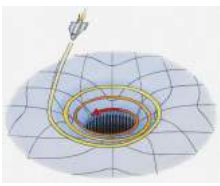
- 1.長度的測量；
- 2.驗證力的平行四邊形定則。

長度的測量是從原必修本中的“用卡尺觀察光的衍射現象”的實驗中分離出來的，這個實驗主要是要使學生會使用遊標卡尺。“驗證力的平行四邊形定則”就是原必修教材中的“互成角度的兩個力的合成。”

對學生實驗教師要重視起來，要使學生通過實驗有所收穫。實驗教學中應當使學生知道：

1.實驗儀器的結構和用法。在長度的測量中，只有卡尺，但要讓學生懂得為什麼 10 個分度的游標可以準確到 0.1mm，20 分度的可以準確到 0.05mm，那麼 50 分度的游標又可準確到多少？

2.實驗的原理和方法。這一點一定要讓學生在實驗前理解，否則實驗就達不



到預期的效果。例如，“驗證力的平行四邊形定則”的實驗，要記錄幾個數據：0點的位置，幾次兩分力的方向和大小的記錄。這些數據和位置是幹什麼的，學生一定要明白。

- 3.要培養學生做完實驗整理器材的習慣。
- 4.要求學生學會寫實驗報告，進行數據處理。

對教學的幾點建議

● 參閱其他新課程的課本

新課程的課本除人教版外還有廣東版、滬科版等

各種版本的課本都是的按《普通高中物理課程標準》編寫的，但各有各的特色，要把這些課本都當作教學資源合理使用；

以人教版本的課本為主，在教學中采各課本之長，使教學過程更加豐富多彩

A、各種實例圖片：

如講重力時以黑犀牛的體形，同時讓學生想像《格列佛遊記》中巨人的體型身材

重心的位置：古代汲水瓶、測試雙層汽車可傾斜面程度，上滾的圓錐為什麼會上升

摩擦力：底面不平的運動鞋力的合成分解中剪式千斤頂等

B、各種有特色的小實驗：

用木片（或塑膠片）製作平行四邊形模型，自製傾角儀、觀察微小形變裝置、研究可伸縮多用原珠筆、

利用網路資源：如“物理線上”的小欄目要求學生從網上查閱“微重力”的資料

實驗的作用與處理

本章中小實驗很多,且學生比較容易自己動手，在學習中要充分利用實驗的作用，讓學生既動手又動腦，同時使課堂更生動活潑。

1、用實驗探究引入課題

如：探究彈簧的伸長量與彈力的關係

- 2、體驗彈力：用彈簧拉力器讓學生拉體會與彈力與觀察彈性形變
- 3、彈簧拉物體，但物體仍靜止，在拉力作用下勻速運動和加速運動
- 4、兩彈簧秤拉重物，觀察力的合成與分解

2.要多創造條件讓學生自己動手

A.課堂上多設計學生動手的實驗

如:懸掛法測物體的重心(說明:適合於測平板形物體)

用裝滿水的玻璃瓶和一根玻璃管觀察在外力作用下玻璃瓶的微小形變

用支承法找碟子重心

橡皮的彈性形變(拉伸、壓縮、扭轉.....)

研究原珠筆中彈簧的作用（最好是二種或三種顏色可變換的原珠筆。

用橡皮筋，鉛筆、橡皮，細線等常見器材做力的合成分解等小實驗。



用圓軌體會力的作用

B 佈置學生課後進行觀察和利用身邊的材料、工具等完成小實驗

如：觀察動物的體形、體重與腿的粗細

製作懸掛法測重心的不規則的平板

試組裝自行車的滾動軸承

用紙板或木條製作平行四邊形法則的模型

課後觀察自行車（電動自行車、摩托車）彈簧的作用

觀察剪式千斤頂

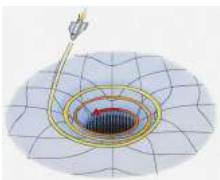
觀看電視時注意觀察跳板跳水中跳板的作用，同時比較跳板與跳臺的不同點

研究一下不同運動中的鞋：跑步鞋、籃球鞋、足球鞋、溜冰鞋、滑雪板……

比較它們的不同與作用。

1.2 課題中與基本學力要求對應的教學內容

課題中與基本學力要求對應的教學內容	基本學力要求指標
<p style="text-align: center;">A 知識目標</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 知道重力產生及定義。 2. 知道重力的方向以及重力的大小。 3. 知道物體重心的含義。 4. 了解力是物體對物體的作用，力的作用是相互的，認識力能使物體發生形變或運動狀態發生改變。 5. 知道力的三要素。 6. 了解四種基本相互作用。 7. 理解彈力的概念，知道彈力產生的原因和條件。 8. 知道壓力、支持力、繩的拉力都是彈力，會分析彈力的方向，能正確畫出彈力的示意圖。 9. 理解形變概念，了解放大法顯示微小形變。 10. 能說出胡克定律的內容並應用。 11. 知道什麼是靜摩擦力、最大靜摩擦力、滑動摩擦力。 12. 能計算靜摩擦力、滑動摩擦力的大小並會判斷它們的方向。 13. 理解合力、分力、力的合成、共點力的概念。 14. 理解力的合成本質上是從作用效果相等的角度進行力的相互替代。 15. 會用力的合成的平行四邊形定則進行力的合成。 16. 理解分力的概念，清楚分解是合成的逆運算。 17. 會用平行四邊形定則進行作圖並計算。 18. 了解力的分解具有唯一性的條件。 19. 掌握根據力的效果進行分解的方法和正交分解法。 <p style="text-align: center;">B 情意目標</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 有參與科技活動的熱情，有將力的知識應用於生活和生產實際 	<p>A-4 初步學會利用事實、經驗或科學理論進行邏輯推理作出假設。</p> <p>A-5 嘗試運用批判性思維對問題提出有創意的構想和具可行性的解決方案。</p> <p>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。</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>B-7 了解伽利略和</p>



- 的意識，勇於探究與日常生活有關的物理學問題。
2. 通過探究彈力與形變的關係以及數據的準確記錄，培養學生鍥而不捨的探究的精神和求真務實的科學精神。
 3. 通過靜摩擦力的探究過程，培養學生科學的思想方法。
 4. 培養學生善於交流的合作精神，在交流合作中發展能力，並形成良好的學習習慣和學習方法。
 5. 通過力的等效替代，使學生領略跨學科知識結合的奇妙，同時領會科學探究中嚴謹、務實的精神和態度。
 6. 讓學生積極參與課堂活動，設疑、解疑、探求規律，使學生始終處於積極探求知識的過程中，達到最佳的學習心理狀態。
 7. 培養學生參與課堂活動的熱情。
 8. 培養學生將所學知識應用與生產實踐的意識和勇氣。

C 技能目標

1. 能從現實生活中發現重力的特點。
2. 能運用重力的特點解決一些與生產和生活相關的實際問題。
3. 通過觀察微小變化的實例，初步接觸“放大的方法”
4. 學生通過設計實驗，並使用控制變數法對影響滑動摩擦力和靜摩擦力大小的因素進行實驗探究。
5. 培養學生的邏輯思維能力，培養學生利用知識解決實際問題的能力。
6. 培養學生的實驗能力，理解問題的能力，應用數學知識解決物理問題的能力；
7. 進行科學態度和科學方法教育，了解研究自然規律的科學方法，培養探求知識的能力。
8. 樹立等效觀點，形成等效思想，這是非常重要的處理問題的思想。
9. 強化“等效替代”的思想。
10. 培養學生觀察及設計實驗的能力。
11. 培養運用數學工具解決物理問題的能力。

牛頓對科學的貢獻及其實驗方法在科學發展中的重要性。



第一課題 §3.1 重力 基本相互作用 (1 課時)

一、課前自主預習學案

【學習目標】

1. 了解力是物體對物體的作用，力的作用是相互的，認識力能使物體發生形變或使物體運動狀態發生改變。
2. 知道力的三要素，會畫力的圖示和力的示意圖。
3. 知道重力的方向以及重力的大小與物體質量的關係。
4. 知道物體重心的含義。
5. 知道重力產生的原因及其定義。
6. 了解四種基本相互作用。

【學習重點】

1. 力的概念、圖示以及力的作用效果。
2. 重力的概念及重心的理解。

【學習難點】

1. 力的概念。
2. 重心的概念和位置。

【方法指導】

自主探究、交流討論、自主歸納

【知識鏈接】

【學習過程】

任務一、力和力的圖示

閱讀教材 p51 回答下列問題

- 1、物體運動狀態改變指的什麼？你能舉出例子嗎？如：
- 2、你還能舉出物體發生形變的例子嗎？如？
- 3、什麼原因可以使物體的運動狀態發生改變、使物體發生形變呢？
- 4、你能給力下一個定義嗎？



5、作用在運動物體上的力，如果力的方向與運動方向相同，將加快物體的運動，如果力的方向與運動方向相反，將阻礙物體的運動，這說明力的方向不同，它的作用效果也不一樣，可見，要把一個力完全表達出來，除了指明力的大小，還要指明力的方向。所以力是向量我們目前學習裏哪些向量？

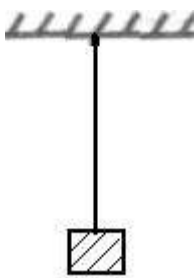
6、力的單位是什麼呢？

7、要想測量力的大小，我們可以用什麼工具呢？

8、要具體描述作用在物體上的一個力，我們可以採用什麼樣的方法？

做一做：

如圖所示，繩對物體豎直向上的拉力大小為 150N，用力的圖示法表示拉力。



如何畫力的示意圖？

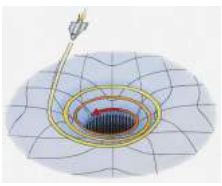
任務二、重力

1、重力產生的原因是什麼？

2、重力的大小可以用彈簧秤進行測量，可以根據公式 $G=mg$ 計算，（其中的 g 是我們以前所學的自由落體加速度，它的大小與物體所處的高度和緯度有關。當高度增加時， g 的值_____；當緯度增加時， g 的值_____）。

3、重力的方向總是指向哪？

4、重力的作用點稱為重心，從效果上看，我們可以認為各部分受到的重力集中在一個點上，這個點叫做物體的重心。物體的重心位置與什麼因素有關？是如何進行確定的呢？



做一做：

1、下列說法，正確的是.....()

- A. 重力就是地球對物體的吸引力
- B. 只有靜止的物體才受到重力
- C. 物體的各部分中，只有重心處受重力
- D. 重力是由於物體受到地球的吸引而產生的

任務三、四種基本相互作用

學生自己閱讀教材第 52 頁四種基本相互作用，請把自己閱讀的內容總結一下？



二、新課教學：§3.1 重力 基本相互作用

課題	§3.1 重力 基本相互作用		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2017.10.30	課型	新授課		課時	1 課時

2.1 教材分析

本章講述的是關於“力”的基礎知識，是學習靜力學的基礎和準備。內容包括重力、彈力、摩擦力、力的合成、力的分解。本章內容與初中學過的有關力學知識聯繫密切，是初中知識的擴展和深化，是今後學好其他力學知識的基礎。

所謂基礎性，就是要為學習力學知識打下扎實的基礎。從知識方面來說，就是理解力的初步概念，理解重力、彈力、摩擦力產生的條件和特性，會進行力的合成和分解。從運用方面說，是初步熟悉對一個物體的受力分析，會畫出正確的受力圖。

本節具有預備性，不論在知識上和運用上都要有一個“度”。比如在本章第二節提到：“用懸繩掛著的靜止物體，用靜止的水平支持物支持的物體，它們對豎直懸繩的拉力或對水平支持物的壓力，大小等於物體受到的重力。”在這一節就不要求從道理上把這一論斷說清楚。

2.2 教學目標

(一) 知識與技能

1. 知道重力產生及定義。
2. 知道重力的方向以及重力的大小。
3. 知道物體重心的含義。
4. 了解力是物體對物體的作用，力的作用是相互的，認識力能使物體發生形變或運動狀態發生改變。
5. 知道力的三要素。
6. 了解四種基本相互作用。

(二) 過程與方法

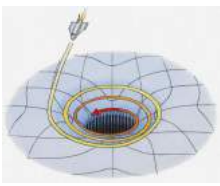
1. 能從現實生活中發現重力的特點。
2. 能運用重力的特點解決一些與生產和生活相關的實際問題。

(三) 情感態度與價值觀

有參與科技活動的熱情，有將力的知識應用於生活和生產實際的意識，勇於探究與日常生活有關的物理學問題。

2.3 教學重點

- 1、重力的方向以及重力的大小與物體質量的關係
- 2、力能使物體發生形變或運動狀態發生改變



2.4 教學難點

1. 力的作用效果與力的大小、方向、作用點三個因素有關。
2. 理解重心的概念。

2.5 教學過程

(一) 預習檢查、總結疑惑

勻速直線運動，勻速圓周運動，加速直線運動有何區別？

引入物體運動狀態發生變化的含義是什麼？

學生閱讀課本 P₅₄ 第一段後答：物體速度（大小、方向）發生變化

物體發生形變的含義是什麼？學生閱讀課本 P₅₄ 第二段後舉例。

(二) 情景引入、展示目標

同學們都平時都習慣這樣說，我們班要數某某同學的力量最大，某某同學腳部的力量最強，一腳可以把足球開出五、六十米。這種對力的說法符合物理角度對力的定義嗎？本節課我們將著手研究這個問題，並學習幾種簡單的力學問題。

(三) 合作探究、精講點播

一、力和力的圖示

(1) 力的描述：力是物體與物體的作用。（即力產生的條件是兩個或兩個以上的物體發生作用）

(2) 力的作用效果：使物體的運動狀態發生改變或是物體發生形變。

(3) 力的測量工具：測力計（彈簧秤）

(4) 力的單位：牛頓

(5) 力的量性：向量，遵循向量運算法則

(6) 力的圖示：按一定比例作出的帶箭頭的線段，線段的長短表示力的大小，箭頭的方向表示力的作用方向，箭頭或箭尾表示力的作用點。

二、重力

1、重力

提問：重力是怎樣產生的？

學生在預習後回答：地球上的一切物體都要受到地球的吸引，所以人跳起來總會落在地上，扔出去的東西總要落回地面。

提問：有的同學說物體的重力就是地球的吸引力，到底是不是呢？

學生猜疑：有的說是，有的說不是。

教師釋疑：嚴格地說，重力並不是地球的吸引力，而是吸引力的一部分，以後才會學到這些知識，現在知道就行了。所以說重力是由於地球的吸引而使物體受到的力，而不能說地球的吸引力就是物體的重力。由於兩者相差很小，通常可以用重力代替吸引力。

(1) **概念：**由於地球對物體的吸引而使物體受到的力，叫做重力。重力就是



重量。

一個物體受到10N的重力，可以說這個物體的重量是10N。

提問：重物受到的重力的施力物體和受力物體各是誰？

學生：施力物體是地球，受力物體是重物。

強調：地球上的任何物體在任何狀態下都受到重力的作用。因此，在今後的受力分析中重力肯定有。

在月球上，物體也會由於月球的吸引而受到相應的重力，到其他星球表面也一樣。

(2)產生條件：是由於地球的吸引。

2、重力的大小和方向

提問：重力的大小可以用彈簧秤來測量，為什麼？

學生：物體靜止時對彈簧秤的拉力大小等於其重力。

實驗：手提彈簧秤及其下掛的鉤碼，測出鉤碼的重力；在豎直方向上用不同的方式運動，觀察彈簧秤示數及其變化。

(引導學生根據實驗，並結合二力平衡知識得出結論)

(1)重力的大小：

重力的大小可以用彈簧秤測出。

在靜止的情況下，物體對豎直懸繩的拉力或對水平支持物的壓力，在數值上等於物體重力的數值。

動手實驗：用彈簧秤測量一個鉤碼、兩個鉤碼、三個鉤碼的重力的大小，觀察計算重力 G 與鉤碼的質量 m 的關係。

學生馬上得到： G 與 m 成正比。

重力大小與物體質量關係： $G=mg$ ($g=9.8\text{N/kg}$)

強調： g 值在地球的不同位置取值不同，一般情況下忽略這個差異，可認為 g 值是恒定的。

實驗：從靜止釋放的小石塊總是豎直下落，重錘線的方向總是豎直向下。

歸納：從靜止釋放的小石塊總是豎直下落，分析重錘線下重物的受力情況，可知重力的方向豎直向下。

(2)重力的方向：總是豎直向下。

強調：豎直向下不能說成垂直向下，豎直向下指的是與水平地面相垂直，不能籠統指垂直方向。

3、重心

(1)概念

物體的各部分都受到重力的作用。從效果上看，可以認為物體各部分受到的重力作用集中於一點，或各部分重力的等效作用點，或各部分所受到的重力的合力的作用點，叫物體的重心。

通俗點講，重心就是重力的作用點。把物體的全部質量集中到一點將不影響研究結果，這就是物理學的一種等效替代的思想。



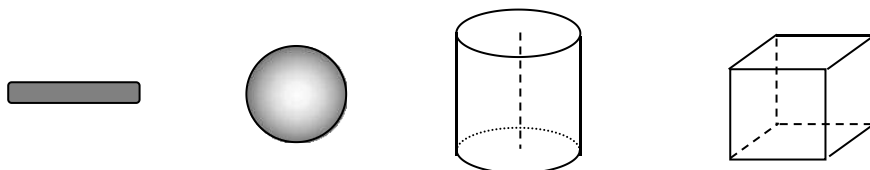
(2)與重心位置有關的因素：

- ①與物體的形狀有關；
- ②與物體的質量分佈有關。

質量分佈均勻的物體的重心，跟物體的形狀有關。

質量分佈均勻的有規則形狀的物體，其重心在此幾何中心上。

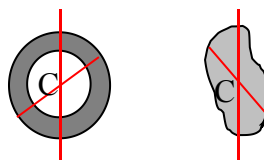
同學們在初中知識的基礎上，找出這些質量分佈均勻的物體的重心。(投影分析)



質量分佈均勻的形狀不規則的薄板形物體的重心可用二次懸掛法或尋找支點法找到。

學生動手找自己的不規則薄板的中心，並且說出其原理。

教師演示：木圓環，不規則形狀薄木板的重心。(參照課本中P5的實驗)



驗證：用懸掛法確定重心之後，在板上固定一條細線，讓其穿過重心C點，再在其重心C處拴上細繩提拉，驗證薄板可以水平平衡。也可以重心C為支點，讓薄板水平平衡。

演示講解：不倒翁的製作就是改變橢圓空腔的重心，增強對重心概念的印象。

演示：將一段均勻的直鐵絲，做成直角、四邊形、圓形等不同的形狀，用懸掛法尋找其重心的位置。

歸納：物體的重心可在物體之上，也可在物體之外。

物體的穩定程度與重心的高低及支承面的大小等有關。

簡單介紹一下不倒翁的原理，讓學生有一種印象，為以後學習平衡的種類奠定基礎。

鞏固練習：用卡車運輸一些有的輕、有的重物體，將這些物體怎樣堆放到卡車上較為合理。

(儘量將重的物體放在車的底部，整體的重心較低，行駛較安全)

三、基本相互作用

引力相互作用是是是所有物體之間都存在的一種相互作用。對於通常大小的物體，它們之間的引力非常微弱，常被忽略不計。

電磁相互作用包括靜止電荷之間以及運動電荷之間的相互作用。電和磁是



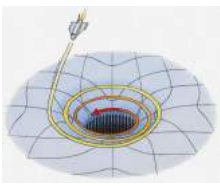
密切相關的，在一個參考系中觀察到的磁力可以和另一個參考系中的電力聯繫起來，電力和磁力可統一為電磁相互作用。

引力和電磁力能在宏觀世界裏顯示其作用。這兩種力是長程力，從理論上說，它們的作用範圍是無限的。但是，電磁力要比引力強得多。宏觀物體之間的相互作用，除引力外，所有接觸力都是大量原子、分子之間電磁相互作用的宏觀表現。

強相互作用和弱相互作用都是短程力。短程力的作用範圍在原子核尺度內。強作用力只在 10^{-15}m 範圍內有顯著作用，弱作用力的作用範圍不超過 10^{-16}m 。這兩種力只有在原子核內部和基本粒子的相互作用中才顯示出來，在宏觀世界裏不能覺察它們的存在。核子（質子、中子）、電子和中微子等參與弱相互作用。強相互作用是介子和重子（包括質子、中子）之間的相互作用，因為這種力將核子束縛在一起，核子物理學家們把它稱為核相互作用。

2.6 教學反思

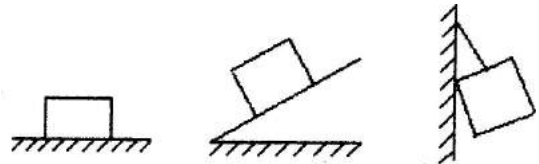
本節課的應用主要涉及力的概念、力的圖示、重力大小的計算和方向的判定，以及物體重心位置的確定。對四種基本相互作用只要作一般性的了解。這節課重點是對重物牽引下小車的運動進行探究，在探究過程中，涉及到了實驗的設計、操作以及作圖象的方法、原則，很好地提高了大家各方面的能力，同時又為後面學習這種勻變速運動打下了基礎。



三、課後練習：§3.1 重力 基本相互作用

【達標檢測】

1. 下列說法中正確的是()
- A、物體受到力的作用後，一定同時出現形變和運動狀態的改變。
B、力是物體間的相互作用 C、物體相互作用時，總是先施力後受力
D、由相距一定距離的磁鐵間有相互作用力可知，力可離開物體而獨立存在。
2. 下列關於重力的方向的說法，正確的是()
- A、重力的方向總是豎直向下的。 B、重力的方向總是指向地心。
C、重力的方向總是和支持物體的支持面垂直。
D、由於地球是一個大球體，所以重力的方向是無法確定的。
3. 關於物體的重心的說法，正確的是 ()
- A.物體的重心一定在物體上 B.重心就是物體內重力最大的部分
C.物體的重心位置跟物體的質量分佈情況和物體的形狀有關
D.用線懸掛的靜止物體，細線方向不一定通過物體的重心
4. 關於重力的大小和方向，下列說法中正確的是 ()
- A. 在地球上方的物體都要受到重力作用，所受的重力與它的運動狀態無關,也不管是否存在其他力的作用
B. 在地球各處的重力方向都是相同的
C. 向上運動的物體所受重力可能小於向下運動的同一物體所受重力
D. 對某一物體而言，其重力的大小總是一個恒量，不因物體從赤道移到南極而變化
5. 關於四種相互作用,下列說法中錯誤的是 ()
- A.使原子核內質子、中子保持在一起的作用是電磁相互作用
B.在天然放射現象中起作用的基本相互作用是弱相互作用
C.萬有引力和電磁相互作用是遠程力，強相互作用和弱相互作用是近程力
D.地球繞太陽旋轉而不離去是由於萬有引力作用
6. 如圖所示，畫出均勻矩形木塊在不同情況下所受重力的示意圖
7. 畫出放在水平地面上的質量為 3.0×10^6 kg 的木箱受重力的圖示。(g 取 10N/kg)。



學習反思：



第二課題 §3.2 彈力 (2 課時)

一、課前自主預習學案

【學習目標】

1. 知道彈力產生的條件。
2. 知道壓力、支持力、繩的拉力都是彈力，能在力的示意圖中畫出它們的方向。
3. 知道形變越大彈力越大，知道彈簧的彈力跟彈簧的形變量成正比，即胡克定律。會用胡克定律解決有關問題。

【學習重點】

1. 彈力有無的判斷和彈力方向的判斷。
2. 彈力大小的計算。

【學習難點】

彈力有無的判斷及彈力方向的判斷。

【方法指導】

自主探究、交流討論、自主歸納

【知識鏈接】

【學習過程】

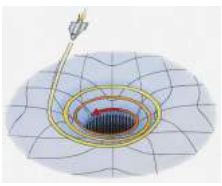
任務一、彈性形變和彈力

(看書 p54 獨立完成以下內容，有問題的小組討論解決)

(A 級) 1、(組內之間相互提問) 什麼叫做彈性形變？什麼叫做非彈性形變？

(弄清楚概念後，請舉出生活中有關彈性形變的例子，上課時看哪小組舉的多)

(B 級) 2、(先看書，然後脫離課本用自己的語言說一說) 什麼叫彈力？彈力產生的條件是什麼？



做一做：(B級) 1、關於彈力的產生，下列說法中正確的是.....()

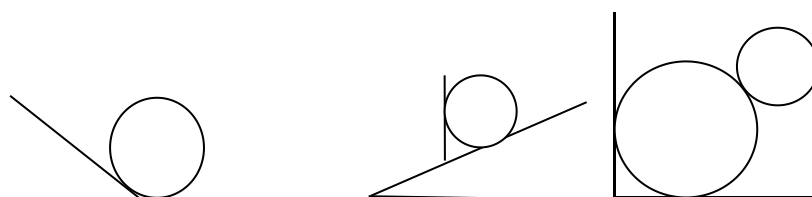
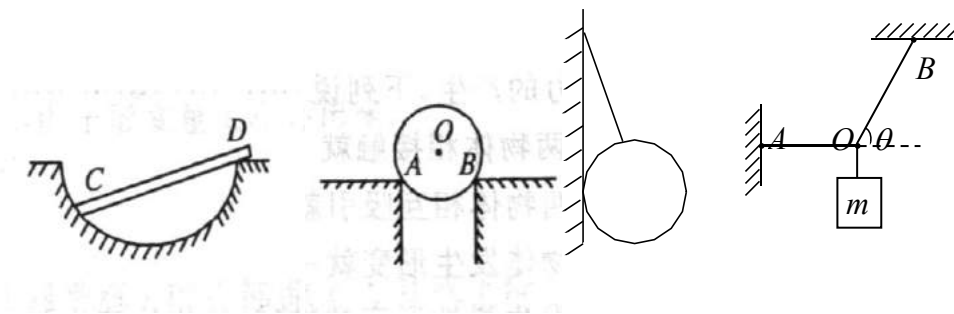
- A. 只要兩物體相接觸就一定產生彈力
- B. 只要兩物體相互吸引就一定產生彈力
- C. 只要物體發生形變就一定有彈力產生
- D. 只有發生彈性形變的物體才會對與它接觸的物體產生彈力作用

任務二、幾種彈力

(B級) 1、(小組討論完成) 常見彈力有幾種？舉例說明，分析它們是怎樣產生的以及它們的方向？

(A級) 2、(看書 p55 的演示，體現物理的一種什麼方法？)

做一做：(B級) 2、如圖所示圖中的球和棒均光滑，試分析它們所受到的彈力？(用鉛筆、直尺規範作圖，完成後組內交流，如有疑難上課時提出師生共同解決)。





任務三：胡克定律（高考涉及彈簧類問題很多，胡克定律是解決問題的關鍵）

（看書 p56 獨立完成以下內容）

（A 級）1、胡克定律的內容：

1、運算式：（你能分清各個字母的物理意義嗎？）

（B 級）3、不同的彈簧的勁度係數是不同的，生活中所說的彈簧的“硬”、“軟”指的就是勁度係數。彈簧的勁度係數與哪些因素有關？（小組討論完成）

做一做

（B 級）2、一根長 6cm 的橡皮條上端固定，下端掛 0.5N 物體時長度為 8cm，
要再拉長 1cm 則再掛多重物體？勁度係數是多少？



二、新課教學：§3.2 彈力

課題	§3.2 彈力		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2017.11.03	課型	新授課		課時	1 課時

2.1 教材分析

彈力是力學中最經常遇到的力之一，對彈力認識清楚與否，會直接影響到今後的學習。本節課的重點是彈力產生的原因及彈力的方向，難點是常見的彈力方向的確定。教材用實例引出了形變、彈性形變和彈力的概念，後又對常見彈力（壓力、支持力、拉力、提力、舉力等）的方向進行了分析和說明。這種先從感性認識出發，上升到理性認識，再通過實驗檢驗並進行具體運用的研究辦法十分重要，在教學過程中應注意滲透。

2.2 教學目標

知識與技能：

- 1、理解彈力的概念，知道彈力產生的原因和條件。
- 2、知道壓力、支持力、繩的拉力都是彈力，會分析彈力的方向，能正確畫出彈力的示意圖。
- 3、理解形變概念，了解放大法顯示微小形變。
- 4.能說出胡克定律的內容並應用。

過程與方法：

- 1、通過觀察微小變化的實例，初步接觸“放大的方法”

情感態度與價值觀：

- 1、通過探究彈力與形變的關係以及數據的準確記錄，培養學生鍥而不捨的探究的精神和求真務實的科學精神。

2.3 教學重點

彈力產生的條件、彈力的方向

2.4 教學難點

- 1· 在接觸的物體間是否有彈力
- 2· 彈力方向的確定

2.5 教學過程

(一) 用投影片出示本節課的學習目標

- 1· 知道形變的概念



2·理解彈力是因為形變的物體由於要恢復原狀，對與它接觸的物體會產生力的作用

3·會判斷彈力的方向

4·知道形變的種類

(二) 學習目標完成過程

1·彈力是怎樣產生的？

(1) 實驗演示：壓縮彈簧、海綿、用手彎曲竹片

觀察到什麼現象？

學生：看到形狀或體積改變

老師：對，這就是形變。

板書：物體的形狀或體積的改變叫形變

(2) 被壓縮的彈簧上放一黑板擦，放手，黑板擦被彈起；被彎曲的竹片上放一粉筆頭，放手，粉筆頭被彈起。

提問：為什麼黑板擦、粉筆頭被彈起？

引導學生回答：形變的物體要恢復原狀，對和它接觸的物體有力的作用，就被彈起。

提問：如果粉筆頭、黑板擦與形變物不接觸，會受到這個力嗎？

引導回答：不接觸一定不會受到這個力

學生總結什麼是彈力？

板書：發生形變的物體，由於要恢復原狀，對跟它接觸的物體產生地的作用，這種力叫彈力。

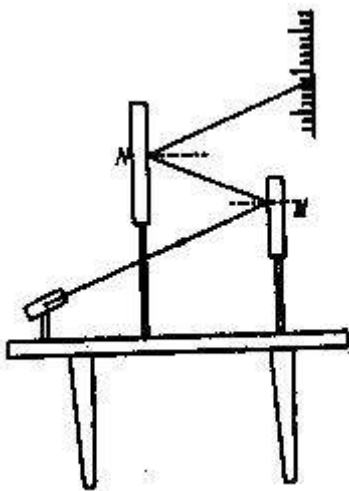
可見，彈力的產生需兩個條件：直接接觸併發生形變。

2·任何物體都會發生形變

實驗操作：顯示微小形變的裝置向學生作一簡單介紹。

(1) 入射光的位置不變，將光線經M、N兩平面鏡兩次反射，射到一個刻度尺上，形成一光亮點。用力壓桌面，同學會看到什麼現象？

學生：光點在刻度尺上移動？





學生分析：桌面有了形變，使M、N平面鏡的位置發生了微小的變化。

總結：我們通常用眼看到一些物體發生形變，還有一些物體眼睛根本觀察不到它的形變，比如一些比較堅硬的物體，但是這些物體都有形變，只不過形變很微小。所以，一切物體都在力的作用下會發生形變。

3·彈力的方向

一般情況下，凡是支持物對物體的支持力，都是支持物因發生形變而對物體產生彈力。所以支持力的方向總是垂直於支持面而指向被支持的物體。

例1：放在水平桌面上的書由於重力的作用而壓迫桌面，使書和桌面同時發生微小形變，要恢復原狀，對桌面產生垂直於桌面向下的彈力 F_1 ，這就是書對桌面的壓力；桌面由於發生微小的形變，對書產生垂直於書面向上的彈力 F_2 ，這就是桌面對書的支持力。

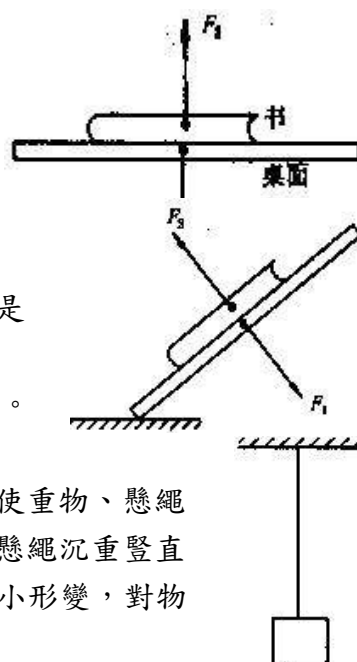
學生分析：靜止地放在傾斜木板上的書，書對木板的壓力和木板對書的支持力。並畫出力的示意圖。

結論：壓力、支持力都是彈力。壓力的方向總是垂直於支持面而指向被壓的物體，支持力的方向總是垂直於支持面而指向被支持的物體。

引導學生分析靜止時，懸繩對重物的拉力及方向。

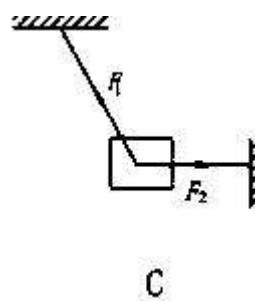
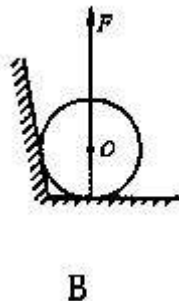
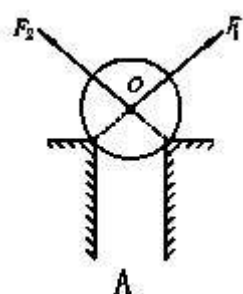
引導得出：懸掛物由於重力的作用而拉緊懸繩，使重物、懸繩同時發生微小的形變。重物由於發生微小的形變，對懸繩沉重豎直向下的彈力 F_1 ，這是物對繩的拉力；懸繩由於發生微小形變，對物產生豎直向上的彈力 F_2 ，這就是繩對物體的拉力。

結論：拉力是彈力，方向總是沿著繩而指向繩收縮的方向。

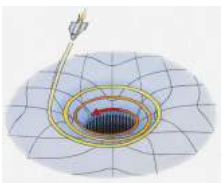


4·鞏固訓練（出示投影片）

(1) 畫出下列各靜止物體的彈力（接觸面光滑）



(2) 師生共評：彈力的方向總跟接觸的面垂直，面與面接觸，點與面接觸，都是垂直於面；點與點的接觸要找兩接觸點的公切面，彈力垂直於這個共切面指向被支持物。



強調：象B圖中，斜面與球間有無彈力？

對小球狀態進行分析：如果小球受到斜面彈力，小球在水平方向上不會靜止，會向右運動。由此可判定小球不受斜面的彈力。這是判定相接觸的物體間是否有彈力得基本方法，說明兩接觸物體接觸但沒有發生形變。

5·形變的種類

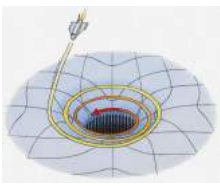
請同學閱讀P6，看形變的種類有哪些，舉例說明。

學生：形變分為拉伸形變、彎曲形變、扭轉形變。比如彈簧的伸長或縮短為拉伸形變，弓、跳板的形變為彎曲形變，金屬絲被扭轉為扭轉形變。

總結：產生彈力的大小與形變程度有關，形變程度越大，產生的彈力就越大。

2.6 教學反思

判斷彈力的方向及計算彈力的大小是這節課學習的重點。只有掌握了彈力方向的判斷方法，確定了彈力的方向，才能為今後的受力分析打下良好的基礎。彈力大小的計算在今後也將有許多實際的應用，方法有多種，主要有：利用平衡條件及動力學規律，利用公式 $F=kx$ 來計算。



三、課後練習：§3.2 彈力

【達標檢測】

(A 級單項) 1、關於彈性形變的概念，下列說法正確的是()

- A、物體形狀的改變叫彈性形變
- B、一根鐵絲用力折彎後的形變就是彈性形變
- C、物體在外力作用後能夠恢復原狀的形變叫彈性形變
- D、物體在外力作用後的形變叫彈性形變

(B 級單項) 2、關於彈力產生的條件，下列說法中正確的是()

- A 直接接觸的物體間一定會產生彈力 B 不直接接觸的物體間一定不會產生彈力
- C 只有發生彈性形變的物體間才會產生彈力
- D 發生彈性形變的物體間一定會產生彈力

(B 級多項) 3、關於彈力下列說法正確的是()

- A.靜止在水平面上的物體所受的重力就是它對水平面的壓力
- B.壓力、支持力、繩中的張力都屬於彈力
- C.彈力的大小與物體的形變程度有關,在彈性限度內形變程度越大,彈力越大
- D.彈力的方向總是與施力物體恢復形變的方向相同

(B 級多項) 4、關於彈力的方向，下列說法中正確的是()

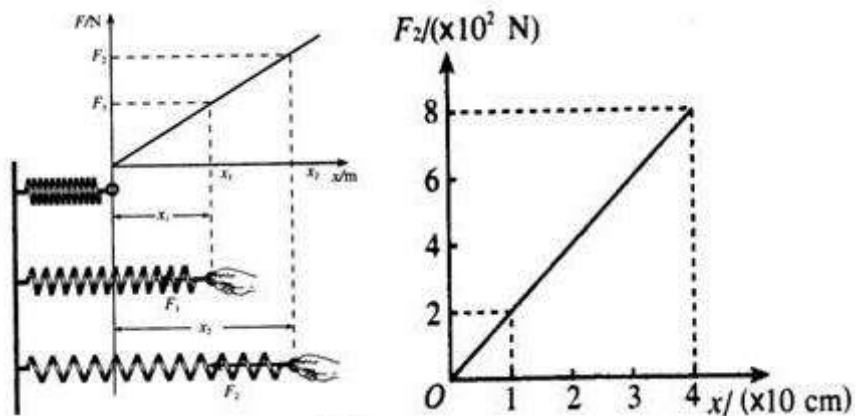
- A 壓力的方向總是垂直於接觸面而指向被壓的物體
- B 支持力的方向總是垂直於支持面而指向被支持的物體
- C 繩對物體拉力的方向有可能不沿繩的方向
- D 繩對物體拉力的方向總是沿著繩而指向繩收縮的方向

(B 級多項) 5、一個物體放在水平地面上，下列關於物體和地面受力情況的敘述中，正確的是()

- A.地面受到向下的彈力是因為地面發生了形變
- B.地面受到向下的彈力是因為物體發生了形變
- C.物體受到向上的彈力是因為地面發生了形變
- D.物體受到向上的彈力是因為物體發生了形變

(C 級) 多項 6、.如圖所示，是探究某根彈簧的伸長量 x 與所受拉力 F 之間的關係圖，下列說法中正確的是()

- A.彈簧的勁度係數是 2 N/m
- B.彈簧的勁度係數是 $2 \times 10^3\text{ N/m}$
- C.當彈簧受 $F_2=800\text{ N}$ 的拉力作用時，彈簧伸長為 $x_2=40\text{ cm}$
- D.當彈簧伸長為 $x_1=20\text{ cm}$ 時，彈簧產生的拉力是 $F_1=200\text{ N}$



(C級) 7、一彈簧受到 80 牛的拉力作用時彈簧伸長為 14 cm，彈簧受到 40 牛的壓力作用時，彈簧長度為 8 cm，試求該彈簧的勁度係數與原長

學習反思：



第三課題 §3.3 摩擦力 (3 課時)

一、課前自主預習學案

靜摩擦力

【學習目標】

1. 知道靜摩擦力的產生條件，會判斷靜摩擦力的方向。
2. 知道靜摩擦力的變化範圍及其最大值。
3. 知道最大靜摩擦力的概念。
4. 會根據物體的平衡條件簡單地計算靜摩擦力的大小。

【學習重點】

1. 靜摩擦力方向的判斷。
2. 靜摩擦力產生的條件和靜摩擦力大小的簡單計算。
3. 正確理解最大靜摩擦力的概念。

【學習難點】

1. 靜摩擦力有無的判斷和靜摩擦力方向的判斷。
2. 靜摩擦力大小的簡單計算。

【方法指導】

自主探究、交流討論、自主歸納

【學習過程】

任務一、摩擦力初步認識

(體驗一下：用力推地面上的課桌)

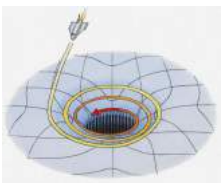
(A 級) 1、沒有推動和推動後感覺有點費勁是什麼原因？

(請同學們回顧初中對摩擦力的認識，再閱讀課本第 57 頁第一段，用自己的語言總結出摩擦力的概念)

(A 級) 2、摩擦力：

(小組討論)

(B 級) 3、相對運動趨勢的含義：



任務二、靜摩擦力

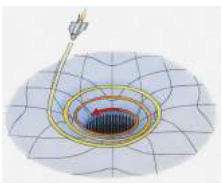
(看教材 57 頁第二、三段，小組互查一下問題)

(A 級) 1、說一說：靜摩擦力的定義：

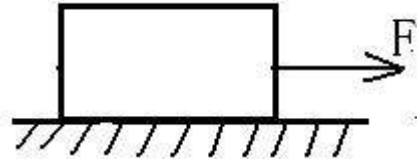
(B 級) 2、總結出靜摩擦力產生的條件？(小組可以討論完成) 你能舉例說明物體受到靜摩擦力作用嗎？

(B 級) 3、靜摩擦力大小、方向是怎樣確定的呢？(小組可以討論完成)

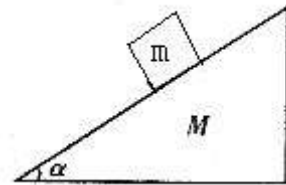
(C 級) 4、靜摩擦力能不能發生在運動的物體之間？靜摩擦力一定是阻力嗎？(小組可以討論完成，可舉例說明)



做一做：(A 級) 1、如圖所示，用了 5N 的力拉地面上物體，但沒有推動，試分析物體受到地面的靜摩擦力和方向



(B 級) 2、如圖所示，一質量為 m 的物塊放在傾角為 α ，物塊處於靜止狀態，判斷物體受到摩擦力的方向



任務三、靜摩擦力

(仔細閱讀教材 58 頁的演示實驗，熟悉實驗過程，課堂請同學到教室前演示)

(同學們邊觀察實驗邊思考)

1、什麼是最大靜摩擦力？最大靜摩擦力大小與什麼因素有關？

2、靜摩擦力的範圍是什麼？

3、靜摩擦力在我們生活中的意義？(小組可以討論完成)



滑動摩擦力

【學習目標】

1. 知道滑動摩擦力的產生條件，認識滑動摩擦的規律，知道動摩擦因數與相互接觸的物體的材料和接觸面的粗糙程度有關，會判斷滑動摩擦力的方向。
2. 能運用滑動摩擦力公式來計算滑動摩擦力。

【學習重點】

滑動摩擦力大小的計算以及方向的判斷。

【學習難點】

滑動摩擦力大小的計算以及方向的判斷。

【方法指導】

自主探究、交流討論、自主歸納

【學習過程】

任務一、滑動摩擦力

(看教材 57 頁相關內容，列舉生活中存在滑動摩擦力的實例，完成下列問題)

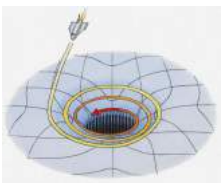
(A 級) 1、說一說：滑動摩擦力的定義：

(B 級) 2、總結出滑動摩擦力產生的條件？(小組可以討論完成)

(B 級) 3、如何判斷滑動摩擦力的方向？(小組可以討論完成)

做一做 1、判斷下列各情況下物體所受滑動摩擦力的方向。

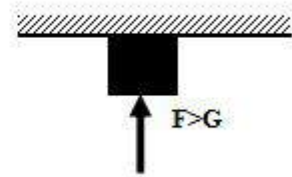
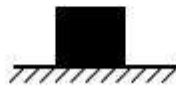
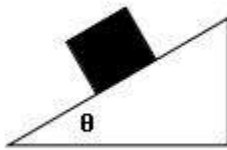




(C級) 4、滑動摩擦力可以提供動力嗎？(小組可以討論完成，可舉例說明)

5、(小組可以討論完成) 滑動摩擦力大小於哪些因素有關？滑動摩擦力大小計算公式？(要能說出公式中各物理量的含義)

思考：公式中物體對地面的壓力等於物體的重力嗎？看下面三個圖。



6、(閱讀教材 59 頁例題，先自己做，然後和書上的答案對比一下) 總結解題思路:



二、新課教學：§3.3 摩擦力

課題	§3.3 摩擦力		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2017.11.06	課型	新授課		課時	1 課時

2.1 教材分析

摩擦力是力學中的三大性質力之一，正確認識摩擦力對後面知識的學習有著至關重要的作用。在摩擦力這節課中，要求會計算滑動摩擦力的大小和判斷其方向，以及靜摩擦力的大小和方向的判斷。教師在教學過程中要將學生在初中所學過的相關概念與本節內容相結合，與生活中的實例相結合，逐步引導、循循善誘，對兩種摩擦力的大小和方向判定有個清晰的認識。在探究過程中要充分利用初中二力平衡的知識，在物體從靜止到運動的過程中認識靜摩擦力和滑動摩擦力大小變化情況，使學生的認識從感性到理性發生質的變化。對於動摩擦因數的教學最好通過實驗讓學生探究得出。由於本節課的特點，在整個教學過程中要充分體現新課標的探究精神，讓學生多用所學知識揭示生活中的相關現象本質。

2.2 教學目標

(一) 知識與技能

1. 知道什麼是靜摩擦力、最大靜摩擦力、滑動摩擦力。
2. 能計算靜摩擦力、滑動摩擦力的大小並會判斷它們的方向。

(二) 過程與方法

1. 學生通過設計實驗，並使用控制變數法對影響滑動摩擦力和靜摩擦力大小的因素進行實驗探究。
2. 培養學生的邏輯思維能力，培養學生利用知識解決實際問題的能力。

(三) 情感、態度與價值觀

通過靜摩擦力的探究過程，培養學生科學的思想方法。

2.3 教學重點

1. 滑動摩擦力的大小及方向的判斷。
2. 靜摩擦力的有無及方向的判斷。
3. 靜摩擦力產生的條件及規律。

2.4 教學難點

1. 靜摩擦力有無的判斷和方向的判斷。
2. 靜摩擦力大小的計算。



2.5 教學過程

活動導入

準備兩只碗，分別放入數量較多的玻璃小球，一只碗內是光滑乾淨的，另一只碗內是粘有灰塵的。請兩個同學把玻璃球從碗中用筷子夾出來，比賽看誰夾得快。然後讓兩位同學分別說出自己的感想，從而引出摩擦力的問題。

情景導入

(課件展示)播放運動員滑雪的錄影,如圖 3-3-1,讓學生說出滑雪要求的環境條件,然後導出摩擦力的概念。



圖 3-3-1

問題導入

粉筆在黑板上可以寫出字來,在玻璃上寫得出來嗎?試試看.想想若在外面的柏油路面上用粉筆寫字又會有何不同?為什麼?你認為摩擦力是一種什麼樣的力?

讓學生用自己的語言敘述摩擦力。

推進新課

學生在初中階段已經學習過摩擦力，通過直接提問使學生回憶並敘述摩擦力的概念。

概念：兩個相互接觸的物體，當它們發生相對運動或具有相對運動的趨勢時，就會在接觸面上產生阻礙相對運動或相對運動趨勢的力，這種力叫做摩擦力。本節課就來深入研究摩擦力。

請學生做個小實驗：要求學生用逐漸增大的水平力推動在教室中放置的桌子，直到推動一段距離。(設計意圖：讓學生體會並分析出桌子受到推力和摩擦力的作用，使學生產生對靜摩擦力和滑動摩擦力的感性認識)

學生活動：學生按老師要求推桌子，並感受推力大小變化。

問題：為什麼用力推桌子而桌子不一定運動？為什麼想讓桌子繼續運動還要繼續推？

初步引出對靜摩擦力和滑動摩擦力的感性認識。

一、靜摩擦力

由用力推桌子而不動，師生討論引導出靜摩擦力的概念：兩個相互接觸的物體之間有相對運動趨勢而又保持相對靜止時，在接觸面間所產生的阻礙相對運動趨勢的力叫靜摩擦力。

問題：靜摩擦力是一恒定的力嗎？怎樣求靜摩擦力的大小？怎樣判斷靜摩擦力的方向？



【實驗探究】 在水平桌面上放一木塊，用彈簧測力計沿水平方向用較小的力拉木塊但保持木塊不動，並不斷緩慢地增大拉力.注意提示學生觀察彈簧秤的示數變化.

實驗如圖 3-3-2：

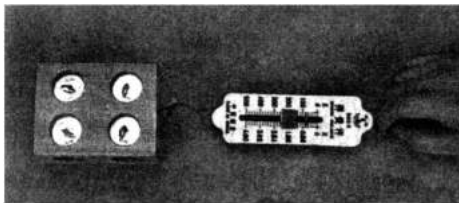


圖 3-3-2

實驗現象：我們可以看到隨著拉力的增大，彈簧秤的示數不斷增大.

結論：由二力平衡的知識可以知道，木塊受到的靜摩擦力大小等於彈簧秤的拉力，方向和拉力的方向相反.所以靜摩擦力不是一固定值，它隨外力的變化而變化，總是和外力大小相等、方向相反.

繼續試驗：在彈簧測力計指針下輕塞一個小紙團，它可以隨指針移動，並作為指針到達最大位置的標誌.在剛才實驗的基礎上繼續用力，當拉力達到一定的值時木塊開始移動，此時拉力會突然變小.要求學生記下剛才的最大值.

結論：靜摩擦力的增大有一個限度，這個限度就是最大靜摩擦力 F_{\max} ，其值等於物體剛剛開始運動時的拉力.兩物體間實際發生的靜摩擦力 F 在 0 與最大靜摩擦力 F_{\max} 之間.

問題：最大靜摩擦力的大小和什麼因素有關呢？（教師提出問題，由學生自主設計實驗驗證最大靜摩擦力大小的決定因素）

學生活動：學生設計實驗並探究，整理分析實驗數據.

參考設計：

1.裝置如上面的實驗，在木塊上面增加砝碼，驗證在不同的壓力作用下的最大靜摩擦力的大小；保持壓力不變，分別在桌面上、棉布面上、毛巾面上驗證最大靜摩擦力的值.

2.用手握一油瓶，手的握力恰好使得油瓶不下落，此時最大靜摩擦力等於瓶的重力.不斷增加瓶中的油，要想瓶恰不滑落，應該增加手的握力即壓力.由此判斷最大靜摩擦力和壓力的關係.換用不同粗糙程度的瓶子做實驗，驗證最大靜摩擦力和接觸面的粗糙程度的關係.

活動：學生交流討論並得出結論：

- 1.靜摩擦力大小值並不唯一；
- 2.最大靜摩擦力與壓力和接觸面有關係.

引導學生說一下生活中和生產中利用靜摩擦力的事例.

（課件展示）圖片示例：



圖 3-3-3

課堂訓練（課件展示）

1. 有關靜摩擦力的說法中正確的是（ ）

A. 只有靜止的物體才受靜摩擦力

B. 靜摩擦力與壓力成正比

C. 靜摩擦力可能與運動方向垂直

D. 靜摩擦力的方向與物體運動方向

一定相反

解析：受靜摩擦力作用的物體不一定靜止，故 A 錯。靜摩擦力的大小與壓力無關，而與物體的運動狀態及所受其他力的情況有關，故 B 錯。靜摩擦力的方向可與運動方向成任意角度，故 C 正確。靜摩擦力的方向與運動方向無關，但一定與相對運動方向相反，故 D 錯。

答案：C

2. 如圖 3-3-4 所示，用外力 F 水平壓在質量為 m 的物體上（設受力 F 的面絕對光滑），恰好使物體靜止，此時物體與牆之間的摩擦力為_____；如果 F 增大為 $3F$ ，物體與牆之間的摩擦力為_____。

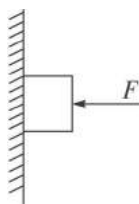


圖 3-3-4

解析：物體受向下的重力為 mg ，由二力平衡條件知靜摩擦力大小也為 mg ，方向向上，當推力增為 $3F$ 時，物體重力不變，則靜摩擦力也不變。

答案： mg mg

二、滑動摩擦力

概念：當一個物體在另一個物體表面上滑動的時候，會受到另一個物體阻礙它滑動的力，這種力叫做滑動摩擦力。滑動摩擦力的方向總是沿著接觸面，並且跟物體的相對運動方向相反。（可以通過復習回憶得出，或者通過演示實驗總結得出，也可以直接給出）

（提出要求）利用教材演示實驗儀器設計實驗，定量研究影響滑動摩擦力大小的因素。（設計意圖：使學生意識到應採用控制變數法進行多變量的研究；使學生體會摩擦力的大小的影響因素）

1. 引導學生進行實驗原理的探究。

（學生活動：思考並交流討論得出利用二力平衡定量測量滑動摩擦力的大小）



2.引導學生進行實驗方法的探究

(學生活動:思考並交流討論得出控制變數法)

3.組織學生利用已有器材進行實驗探究

(學生活動:學生進行分組實驗探究)

4.要求學生設計表格記錄數據,並通過對數據的分析初步得出自己的結論.

(學生活動:展示自己的數據,並對數據進行分析,最終定量得出壓力與滑動摩擦力的關係,對動摩擦因數有定性的認識)(設計意圖:培養學生實驗數據的分析處理能力)

小結:滑動摩擦力的計算公式 $f=\mu N$. (設計意圖:訓練學生語言表達及邏輯推理能力)

介紹動摩擦因數的物理意義及常見材料間的動摩擦因數.

課件展示:

幾種材料間的動摩擦因數			
材料	動摩擦因數	材料	動摩擦因數
鋼—鋼	0.25	鋼—冰	0.02
木—木	0.30	木頭—冰	0.03
木—金屬	0.20	橡膠輪胎—路面 (乾)	0.71
皮革—鑄鐵	0.28		

例題.滑雪是北方地區人們喜愛的一種運動.有的地方人們用鹿拉滑雪板進行滑雪比賽.已知滑雪板與冰面間的動摩擦因數為 0.02, 滑雪板和人的總質量為 180 kg.如果鹿拉著滑雪板做勻速直線運動, 求鹿的拉力大小.

解析:由於滑雪板做勻速直線運動, 可知鹿的拉力 F 與滑動摩擦力的大小相等, 即 $F=f$.同時, 滑雪板與冰面的壓力 N 與滑雪板和人的重力相等, 即 $N=G$.

由滑動摩擦力公式, 可求出鹿的拉力大小為

$$F=f=\mu N=\mu Mg=0.02\times 180\times 9.8\text{ N}=35.3\text{ N}.$$

答案:35.3 N

課堂訓練

質量為 2 kg 的物體, 靜止在水平面上.物體與地面間的動摩擦因數為 0.5, 最大靜摩擦力與滑動摩擦力大小視為相等.給物體一水平拉力.

(1)當拉力大小變為 5 N 時, 地面對物體的摩擦力是多大?

(2)當拉力大小變為 12 N 時, 地面對物體的摩擦力是多大?

(3)此後若將拉力又減小為 5 N (物體仍在滑動), 地面對物體的摩擦力是多大?

(4)若撤去拉力, 在物體繼續滑動的過程中, 地面對物體的摩擦力是多大? (取 $g=10\text{ N/kg}$)

解析:(1) 當拉力 $F=5\text{ N}$ 時, $F < f_{\max}$, 物體沒有滑動, 地面對物體的摩擦力為靜摩擦力, $f=F=5\text{ N}$;



(2) 當拉力 $F=12\text{ N}$ 時, $F > f_{\max}$, 物體滑動起來, 地面對物體的摩擦力為滑動摩擦力 $F_{\text{滑}} = \mu N = \mu mg = 0.5 \times 2 \times 10\text{ N} = 10\text{ N}$;

(3) 當拉力又減小為 5 N 時, 由於物體仍在地面上滑動, 所以物體受到地面的摩擦力仍是滑動摩擦力, 所以仍是 10 N ;

(4) 當拉力撤去後, 由於物體繼續在地面上滑動, 物體受到地面的摩擦力仍是滑動摩擦力, 所以仍為 10 N .

答案:(1) 5 N (2) 10 N (3) 10 N (4) 10 N

知識拓展

增大有益摩擦:

1. 增加物體表面的粗糙程度. 如: 鞋底、車輪胎、各種旋鈕表面都有花紋.
2. 增大壓力. 如: 電動機的皮帶拉得很緊, 以便增大壓力來增大摩擦力, 防止皮帶打滑.

減小有害摩擦:

1. 用滾動摩擦代替滑動摩擦: 用滾動軸承代替滑動軸承.
2. 減小表面粗糙程度: 加潤滑油.

2.6 教學反思

1. 兩個互相接觸的物體, 當它們要發生或已經發生相對運動時, 在接觸面上產生一種阻礙物體間相對運動的力, 叫摩擦力.

	靜摩擦力	滑動摩擦力	符號及單位
產生原因	表面粗糙有擠壓作用的物體間具有相對運動趨勢時	表面粗糙有擠壓作用的物體間發生相對運動時	摩擦力用 f 表示 單位: 牛頓 簡稱: 牛 符號: N
大小	始終與外力沿著接觸面的分量相等	$f = \mu N$	
方向	與相對運動趨勢相反	與相對運動方向相反	

2. 摩擦力的大小與壓力大小有關, 跟物體間接觸面的粗糙程度有關.

常用增大壓力和使接觸面更粗糙的方法增大有益摩擦. 減小有害摩擦的方法有: 使摩擦面光滑, 用滾動代替滑動, 使摩擦面脫離接觸 (加潤滑油、氣墊) 這三種方法.



三、課後練習：§3.3 摩擦力

靜摩擦力

【達標檢測】

(A 級) 1. 置於水平地面上的物體在沿水平方向的拉力作用下，仍處於靜止，則物體所受靜摩擦力的大小 []

- A. 與壓力成正比
- B. 等於水平拉力
- C. 小於滑動摩擦力
- D. 在物體上疊放另一物體，該物體受到的靜摩擦力不變

(B 級) 2. 用手握瓶子，瓶子靜止在手中，下面說法正確的是：

- A 手對瓶子的壓力恰好等於瓶子的重力
- B 手對瓶子的摩擦力恰好等於瓶子的重力
- C 手握得越緊，手對瓶子的摩擦力越大
- D 手對瓶子的摩擦力必須大於瓶子的重力

(A 級) 3. 關於靜摩擦力的下列說法中正確的是 ()

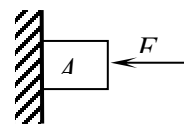
- A. 靜摩擦力的方向總是與物體運動方向相反
- B. 受靜摩擦力作用的物體一定是靜止的
- C. 靜摩擦力大小與壓力成正比
- D. 靜摩擦力不一定是阻力

(B 級) 4. 如圖所示，用力 F 把鐵塊壓在豎直牆上不動，那麼，當 F 增大時，

關於鐵塊對牆的壓力 N ，鐵塊受牆的摩擦力 F_f ，下列判

斷正確的是()

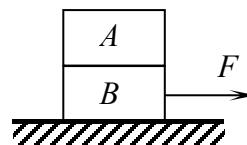
- A. N 增大， F_f 不變
- B. N 增大， F_f 增大
- C. N 變小， F_f 不變
- D. N 不變， F_f 不變



(C 級) 5. 如圖所示，兩個相同的立方體 A 和 B ，疊放在水平桌面上，今以水平

力 F 拉 B ，而兩立方體均保持靜止，則下列結論不正

確的是()





- A · A 和 B 之間不存在摩擦力作用
- B · A 和 B 之間存在靜摩擦力作用
- C · B 與桌面間存在靜摩擦力作用
- D · 若撤去外力 F ，則 A 和 B 之間， B 與水平面之間都不存在摩擦力

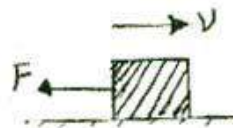
(B 級) 6、把物體放在水平地面上，已知物體重為 50N ，物體與地面間的動摩擦因數為 0.2 ，最大靜摩擦力為 12N ，在下列情況中，物體受到那種摩擦力？大小和方向如何？

- ①用 6N 的水平力向左推物體
- ②用 10N 的水平力向右推物體

滑動摩擦力

【達標檢測】

1. 一個物體沿著另一個物體表面滑動時，其所受摩擦力的大小 ()
 - A · 只與接觸面粗糙程度有關
 - B · 只與物體之間壓力大小有關
 - C · 與壓力，接觸面粗糙程度有關
 - D · 與接觸面面積及運動速度有關
2. 如圖所示，一個物體質量為 20kg ，沿水平面向右運動，同時受到一水平向左的大小為 10N 的力的作用。已知此物體與地面之間的動摩擦因數為 0.1 。則此物體與地面之間的滑動摩擦力，以下描述正確的是 ()
 - A · 10N ，方向向右
 - B · 10N ，方向向左
 - C · 20N ，方向向右
 - D · 20N ，方向向左
3. 關於滑動摩擦力，下列說法正確的是 []
 - A · 壓力越大，滑動摩擦力越大
 - B · 壓力不變，動摩擦因數不變，接觸面積越大，滑動摩擦力越大
 - C · 壓力不變，動摩擦因數不變，速度越大，滑動摩擦力越大
 - D · 動摩擦因數不變，壓力越大，滑動摩擦力越大
4. 下列關於摩擦力和動摩擦因數的說法，其中正確的是： ()
 - A · 兩接觸面間壓力越大，動摩擦因數越大
 - B · 兩物體間滑動摩擦力越大，動摩擦因數越大
 - C · 兩物體間的動摩擦因數與動摩擦力成正比，與兩物體間的壓力成反比
 - D · 兩物體間的動摩擦因數是由兩物體的材料和接觸面的粗糙程度等決定的，與動摩擦力和正壓力無關





- 5、關於摩擦力的有關說法，正確的是（ ）
- A、摩擦力的大小一定與接觸面上的壓力成正比 B、運動物體受到的摩擦力一定等於 μF_N
- C、在水平面上的物體受到的摩擦力一定與該物體的重力大小成正比
- D、以上說法都不正確
- 6、水平桌面上，重 200N 的物體，與桌面間的動摩擦因數為 0.1，最大靜摩擦力為 32N,當依次用 15N、30N、60N 的水平拉力拉此物體時，物體受到的摩擦力依次為 （ ）
- A · 15N、30N、20N B · 0N、0N、20N
- C · 0N、30N、20N D · 15N、30N、40N
- 7、已知一木箱重為 49000N，一個人在大小為 490N 的水平力的作用下推著它沿水平方向勻速滑行。則此木箱與地面之間的動摩擦因數為多少？
- 8、質量為 50kg 的物體放在水平地面上用 100N 的水平推力剛能使物體勻速前進，那麼，用 200N 的水平力推物體時，地面對物體的摩擦力為多少 N。
- 9、重 20N 的物塊，放在水平桌面上，用 $F=8N$ 的水平拉力拉物塊可以使其做勻速直線運動。求：
- (1) 物體所受的摩擦力多大？
 - (2) 物體和桌面間的動摩擦因數多大？
 - (3) 當水平拉力增大到 16N 時，物塊受到的摩擦力多大？
 - (4) 物塊在運動過程中突然撤去外力，在物塊停止運動前它受到的摩擦力多大？

學習反思：



第四課題 §3.4 力的合成 (2 課時)

一、課前自主預習學案

力的合成

【學習目標】

- 1、能從力的作用效果理解合力和分力的概念。
- 2、進一步理解向量和標量的概念，知道它們有不同的運算規則。
- 3、掌握力的平行四邊形定則，知道它是向量合成的普遍規則。會用作圖法和平行四邊形定則知識計算合力。
- 4、知道合力的大小與分力間夾角的關係。
- 5、初步體會等效代替的物理物理思想。

【學習重點】

平行四邊形定則。

【學習難點】

平行四邊形定則的應用。

【方法指導】

自主探究、交流討論、自主歸納

【學習過程】

任務一、合力和分力

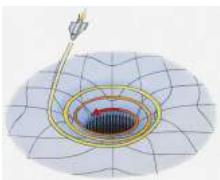
1、如果一個力的_____和幾個力_____的相同，那麼_
叫合力，_____叫分力。(小組內相互提問)

2、一個物體受到幾個力(分力)作用的同時，還受到合力的作用嗎?(你能回答嗎?)

任務三、實驗探究求合力的方法

(參閱教材 62 頁，根據提供的器材，同學們分小組討論，抓住合力和分力效果相同這一關鍵，設計實驗方案)

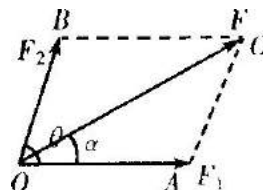
(提示)1、在這個實驗中一個力與兩個力等效的標誌是什麼?



2、看一下兩只彈簧秤的示數之和是不是等於一只彈簧秤的讀數

實驗結論：平行四邊形定則

求兩個互成角度的力的合力，可以用表示這兩個力的線段作鄰邊，作平行四邊形，它的_____就表示合力的_____和_____。這叫做力的平行四邊形定則。



例題：力 $F_1=45\text{ N}$ ，方向水平向右，力 $F_2=60\text{ N}$ ，方向豎直向上。求這兩個力合力的大小和方向。（作圖法和平行四邊形定則兩種方法求解；不會的可以參考教材 63 頁）

（拓展）如果改變兩個力之間的夾角，將兩個力之間的夾角改為 60° 和 120° ，則合力分別是多大？學生作圖求解

（小組討論）1、根據我們上面的計算，在兩個分力大小不變的情況下，改變兩個分力的夾角，合力怎樣變化？

2、兩個力的合力範圍？

3、合力一定大小任何一個分力嗎？

4、前面學習的都是兩個力的合成，如果是三個力或者三個以上的力的合成，應該怎樣進行處理？

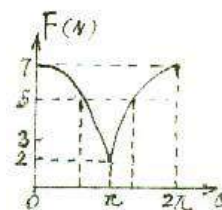


做一做：(A級) 1、兩個共點力的大小分別為 8 N、3 N，它們之間的夾角可任意變化，則其合力的大小可能是 ()

- A. 0 N B. 4 N C. 10 N D. 15 N

(B級) 2、4. 有兩個互成角度的共點力，夾角為 θ ，它們的合力 F 隨 θ 變化的關係如右圖所示，那麼這兩個力的大小分別是

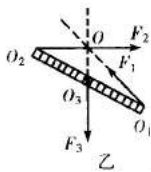
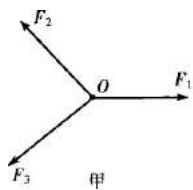
- A、1 牛和 6 牛 B、2 牛和 5 牛
C、3 牛和 4 牛 D、4.5 牛和 2.5 牛



任務二、共點力

(同學們自學課本上有關共點力的知識，完成下列幾個問題)

1、幾個力如果都作用在物體的_____，或者幾個力作用在物體上的不同點，但這幾個力的作用線延長後相交於_____，這幾個力就叫共點力，所以，共點力不一定作用在同一點上，如圖所示的三個力 F_1 、 F_2 、 F_3 均為共點力。



2、力的合成的平行四邊形定則有沒有適用條件，如果有，適用條件是什麼？



二、新課教學：§3.4 力的合成

課題	§3.4 力的合成		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2017.11.13	課型	新授課		課時	1 課時

2.1 教材分析

力的合成是解決力學的基礎和工具，力的合成不過關，後續課的學習中，對牛頓第二定律、物體平衡、動量定理、動能定理的理解和應用都無從談起。力的合成是向量的合成，是為以後物體受力分析作準備的一節課，理解力的合成需要掌握一種方法，那就是等效的方法。這節課從實驗入手，學生通過自己動手找出合力與分力之間的關係，這樣容易使學生接受。通過實驗和多個實例說明一個事實：由於兩個力作用在一個物體上，物體所表現出來的形變量或者運動狀態的改變跟一個力作用在這個物體上時，物體所表現出來的形變量或者運動狀態的變化相同。對於平行四邊形定則的教學，可以在初步的向量合成的基礎上進一步加深，可以先進行在一條直線上力的合成，然後再進行互成角度力的合成。平行四邊形定則讓學生在實驗過程中得出，讓學生自己發現規律，有利於鍛煉學生的能力。

對於共點力的教學，重點在於利用演示實驗和生活實例，形象地對比共點力和非共點力，在此基礎上建立共點力的圖景。

本節是學生未接觸過的全新內容。等效觀點、力的合成等內容，學生都感到彆扭。如果力的合成的平行四邊形定則掌握不好，後續課程中的合成、電場磁場的疊加就不能得心應手。因此這節課在物理學中的地位和作用至關重要。

2.2 教學目標

知識與技能

- 1.理解合力、分力、力的合成、共點力的概念。
- 2.理解力的合成本質上是從作用效果相等的角度進行力的相互替代。
- 3.會用力的合成的平行四邊形定則進行力的合成。

過程與方法

- 1.培養學生的實驗能力，理解問題的能力，應用數學知識解決物理問題的能力；
- 2.進行科學態度和科學方法教育，了解研究自然規律的科學方法，培養探求知識的能力；
- 3.樹立等效觀點，形成等效思想，這是非常重要的處理問題的思想。

情感態度與價值觀

- 1.培養學生善於交流的合作精神，在交流合作中發展能力，並形成良好的



學習習慣和學習方法.

2.通過力的等效替代,使學生領略跨學科知識結合的奇妙,同時領會科學探究中嚴謹、務實的精神和態度.

3.讓學生積極參與課堂活動,設疑、解疑、探求規律,使學生始終處於積極探求知識的過程中,達到最佳的學習心理狀態.

2.3 教學重點

- 1.運用平行四邊形定則求合力.
- 2.合力與分力的關係.

2.4 教學難點

運用等效替代思想理解合力概念是難點.

2.5 教學過程

導入新課

故事導入

據報導,因近日雨水較多路面太滑,一輛拖拉機在某地不慎落入路邊的一條水溝,司機閔師傅被壓在拖拉機後輪下面的水裏,當場昏迷,幸虧附近十幾個村民合力抬起車輪把閔師傅救出來抬到岸上才使閔師傅及時脫險.

除了十幾個村民抬起拖拉機外,我們還可以用吊車吊起拖拉機來達到同樣的目的.在這個例子中吊車的作用效果與十幾個村民的作用效果是相同的.

實驗導入

兩個女同學把一桶水抬到講桌上,然後再讓一個男同學自己把水提到講桌上.

在這個實驗中兩個女同學對水桶的作用效果和一個男同學的作用效果相同.

推進新課

一、力的合成

一個力與幾個力產生了同樣的效果,可以用這一個力代替那幾個力,這一個力是那幾個力的合力,那幾個力是這一個力的分力.

當一個物體受到幾個力共同作用時,我們常常可以求出這樣一個力,這個力的作用效果跟原來幾個力的作用效果相同,這個力就叫做那幾個力的合力.求幾個力的合力的過程叫做力的合成.下面我們來探究一下求幾個力的合力的方法.

演示 1:兩個彈簧秤互成角度地懸掛一個鉤碼,拉力分別為 F_1 和 F_2 ;再用一個彈簧秤懸掛同一個鉤碼,拉力為 F .

分析: F_1 和 F_2 共同產生的效果與力 F 產生的效果是相同的,即均使鉤碼處於靜止狀態.由於力 F 產生的效果與力 F_1 和 F_2 共同作用產生的效果相同,力 F 就叫做力 F_1 和 F_2 的合力.這種等效代替的方法是物理學中常用的方法.

問題:互成角度的兩個力的合力與分力的大小、方向是否有關?如果有



關，又有什麼樣的關係？

我們通過實驗來研究這個問題。

實驗設計：一根橡皮條，使其伸長一定的長度，可以用一個力 F 作用，也可以用 2 個力 F_1 和 F_2 同時作用。如能想辦法確定 F_1 和 F_2 以及 F 的大小和方向，就可知 F 與 F_1 和 F_2 間的關係。

演示 2：將如圖 3-4-1 所示實驗裝置安裝在貼有白紙的豎直平板上。

橡皮條 GE 在兩個力的共同作用下，沿直線 GC 伸長了 EO 這樣的長度，若撤去 F_1 和 F_2 用一個力 F 作用在橡皮條上，使橡皮條沿著相同的直線伸長相同的長度，則力 F 對橡皮條產生的效果跟力 F_1 和 F_2 共同作用產生的效果相同，力 F 等於 F_1 和 F_2 的合力，在力 F_1 和 F_2 的方向上各作線段 OA 和 OB ，根據選定的標度，使它們的長度分別表示力 F_1 和 F_2 的大小，再沿力 F 的方向作線段 OC ，根據選定的標度，使 OC 的長度表示 F 的大小。

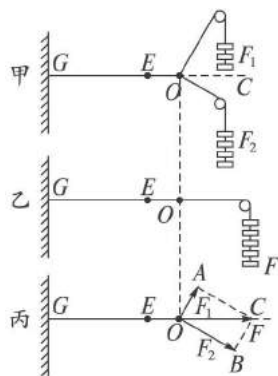


圖 3-4-1

學生實驗：將白紙釘在方木板上，用圖釘固定一橡皮筋，用兩只彈簧秤同時用力互成角度地沿規定方向拉橡皮筋，使橡皮筋的另一端伸長到 O 點，記下此時兩彈簧秤的示數，這就是分力的大小，再用一只彈簧秤通過細繩套也把橡皮筋拉到位置 O ，彈簧秤的讀數就是合力的大小，細繩的方向就是合力的方向。用力的圖示作出這 3 個力觀察找出 3 個力之間的關係。

演示 3：以 OA 、 OB 為鄰邊作平行四邊形 $OACB$ ，畫平行四邊形的對角線，發現對角線與合力很接近。

問題：由此看來，求互成角度的兩個力的合力，不是簡單地將兩個力相加減。那麼互成角度的兩個力 F_1 和 F_2 的合力的大小和方向是不是可以用以 F_1 和 F_2 的有向線段為鄰邊所作的平行四邊形的對角線來表示呢？下面請同學根據自己的實驗數據來驗證。

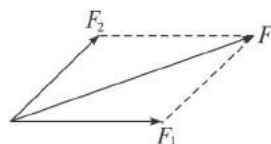


圖 3-4-2

結論：總結平行四邊形定則：求互成角度的兩個力的合力，可以用表示兩個力的有向線段為鄰邊作平行四邊形，這兩個鄰邊之間的對角線就表示合力的



大小和方向，這就是平行四邊形定則。如圖 3-4-2。

問題：合力 F 與 F_1 和 F_2 的夾角有什麼關係？

如果兩個分力的大小分別為 F_1 、 F_2 ，兩個分力之間的夾角為 θ ，當 $\theta=0^\circ$ 時，它們的合力等於多少？當 $\theta=180^\circ$ 時，它們的合力又等於多少？

平行四邊形定則的具體應用方法有兩種：

1. 圖解法

(1) 兩個共點力的合成：從力的作用點作兩個共點力的圖示，然後以 F_1 、 F_2 為邊作平行四邊形，對角線的長度即為合力的大小，對角線的方向即為合力的方向。

用直尺量出對角線的長度，依據力的標度折算出合力的大小，用量角器量出合力與其中一個力之間的夾角 θ 。

如圖 3-4-3 所示。

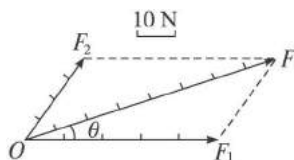


圖 3-4-3

圖 3-4-3 中 $F_1=50\text{ N}$ ， $F_2=40\text{ N}$ ，合力 $F=80\text{ N}$ 。

(2) 兩個以上力的合成：先求出任意兩個力的合力，再求出這個合力跟第三個力的合力，直到所有的力都合成進去，最後得到的結果就是這些力的合力。

2. 計算法

先依據平行四邊形定則畫出力的平行四邊形，然後依據數學公式（如余弦定理）算出對角線所表示的合力的大小和方向。

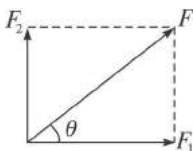


圖 3-4-4

當兩個力互相垂直時，如圖 3-4-4 有：

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$

$$\tan\theta = F_2/F_1$$

例 1 教材例題

例 2 如圖 3-4-5 所示，一個木塊放在水平桌面上，在水平方向共受到三個力即 F_1 、 F_2 和靜摩擦力作用，而且三個力的合力為零，其中 $F_1=10\text{ N}$ ， $F_2=2\text{ N}$ 。若撤去力 F_1 ，則木塊在水平方向受到的合力為多少？





圖 3-4-5

解析： F_1 和 F_2 的合力 $F_{12}=F_1-F_2=8\text{ N}$ ，方向向右，又因物體受三力作用且合力為零，故靜摩擦力 $f=8\text{ N}$ ，方向向左。

若撤去力 F_1 ，則木塊受 F_2 作用而有向左運動的趨勢，此時物體受到的靜摩擦力為 2 N ，方向向右，木塊仍保持靜止狀態，木塊在水平方向受到的合力為零。

答案：0

合力大小的範圍：

運用合力與分力關係模擬演示器，讓兩個力 F_1 和 F_2 之間的夾角 θ 由 $0^\circ \rightarrow 180^\circ$ 變化，可以得到：

(1) 合力 F 隨 θ 的增大而減小。

(2) 當 $\theta=0^\circ$ 時， F 有最大值 $F_{\max}=F_1+F_2$ ，當 $\theta=180^\circ$ 時， F 有最小值 $F_{\min}=F_1-F_2$ 。

(3) 合力 F 既可以大於，也可以等於或小於原來的任意一個分力。

一般地 $|F_1-F_2| \leq F \leq F_1+F_2$

問題：如何求多個力的合力？

引導學生分析：任何兩個共點力均可以用平行四邊形定則求出其合力，因此對多個共點力的合成，我們可以先求出任意兩個力的合力，再求這個合力跟第三個力的合力，直到把所有的力都合成進去，最後得到的結果就是這些力的合力。

3. 向量和標量

問題：我們學過許多物理量，如：長度、質量、時間、能量、溫度、力、速度等。這些物理量有什麼異同？

引導學生分析：力、速度是既有大小又有方向的物理量，而質量、時間、能量、長度等物理量只有大小，沒有方向，前者叫向量，後者叫標量，向量的合成遵守平行四邊形定則。

二、共點力

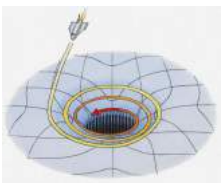
學生自學課本上有關共點力的知識，教師提示學生在閱讀的時候注意這樣幾個問題：

1. 什麼樣的力是共點力？
2. 你認為掌握共點力概念時應該注意什麼問題？
3. 力的合成的平行四邊形定則有沒有適用條件，如果有，適用條件是什麼？

注：這一部分知識相對簡單，可以通過學生自學，鍛煉學生的閱讀能力和自學能力。

參考答案：

1. 如果一個物體受到兩個或更多個力的作用，有些情況下這些力共同作用在同一個點上，或者雖然不是作用於同一個點上，但是他們的延長線交於一點，這樣的一組力叫做共點力。

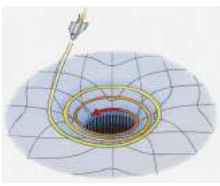


2. 掌握共點力時，不僅要看這幾個力是不是作用於一個點，還要看它們的延長線是不是交於一個點。

3. 力的合成的平行四邊形定則只適用於共點力作用的情況。

2.6 教學反思

學生習慣於代數運算，產生定勢思維，所以對向量運算特別不習慣，不易接受。因此在作用效果相同的基礎上理解合力與分力的關係，理解平行四邊形定則，是難點。平行四邊形定則的探索是應用的重點。所以，無論從課堂講解，還是實驗的設計操作、習題練習、課後作業等，都應圍繞平行四邊形定則展開。



三、課後練習：§3.4 力的合成

【達標檢測】

(A 級) 1. 兩個共點力的合力與分力的關係是.....()

- A. 合力大小一定等於兩個分力大小之和.
- B. 合力大小一定大於兩個分力大小之和.
- C. 合力大小可能比兩個分力的大小都大，可能都小，也可能比一個分力大，比另一個分力小.
- D. 合力大小一定大於一個分力的大小，小於另一個分力的大小.

(A 級) 2. 作用在同一點的兩個力，大小分別為 5N 和 2N，則它們的合力不可能是... ()

- A. 5N B. 4N C. 2N D. 9N

(B 級) 3. 兩個共點力，一個是 40N，另一個等於 F，它們的合力是 100N，則 F 的大小可能是... ()

- A. 20N B. 40N C. 80N D. 160N

(B 級) 3. 已知兩個共點力的合力 F 的最大值為 180N，合力 F 的最小值為 20N，則這兩個共點力的大小分別是..... ()

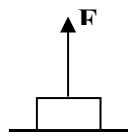
- A. 110N, 90N B. 200N, 160N
- C. 100N, 80N D. 90N, 70N

(B 級) 4. 兩個共點力同向時合力為 a，反向時合力為 b，當兩個力垂直時，合力大小為... ()

- A. $\sqrt{a^2 + b^2}$ B. $\sqrt{\frac{a^2 + b^2}{2}}$ C. $\sqrt{a + b}$ D. $\sqrt{\frac{a + b}{2}}$

(C 級) 5. 物體同時受到同一平面內的三個力作用，下列幾組力中，它們的合力不可能為零的是..... ()

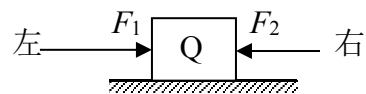
- A. 5N、7N、8N B. 2N、3N、5N
- C. 1N、5N、10N D. 1N、10N、10N



(B 級) 6. 一個重為 20 N 的物體置於光滑的水平面上，當用一個 F=5 N 的力豎直向上拉該物體時，如圖所示，物體受到的合力為..... ()

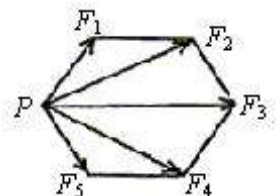
- A. 15 N B. 25 N
- C. 20 N D. 0

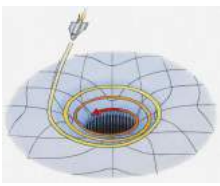
(C 級) 7. 如圖所示，一木塊放在水平桌面上，在水平方向共受到三個力即 F_1 、 F_2 和摩擦力的作用，木塊處於靜止狀態，其中 $F_1=10\text{ N}$ ， $F_2=2\text{ N}$ 。現撤去 F_1 保留 F_2 。則木塊在水平方向受到的合力為..... ()



- A. 10 N，方向向左 B. 6 N，方向向右
- C. 2 N，方向向左 D. 零

(C 級) 8. 如圖所示，有五個力作用於一點 P，構成一個正六邊形的





兩個鄰邊和三條對角線，設 $F_3=10\text{N}$ ，則這五個力的合力大小為..... ()

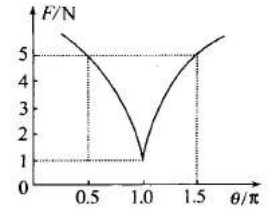
A · $10(2 + \sqrt{2})\text{N}$ B · 20N

C · 30N D · 0

(C級) · 兩個共點力 F_1 和 F_2 的大小不變，它們的合力 F 跟兩力 F_1 、 F_2 之間的夾角 θ 的關係如圖所示，則合力 F 大小的變化範圍是..... ()

A · $0\sim 1\text{N}$ B · $1\text{N}\sim 3\text{N}$

C · $1\text{N}\sim 5\text{N}$ D · $1\text{N}\sim 7\text{N}$

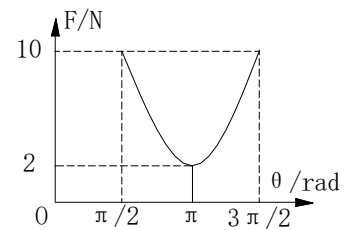


(B級) 4 · 兩個大小相等的共點力 F_1 、 F_2 ，當它們間的夾角為 90° 時合力大小為 20N ，則當它們間夾角為 120° 時，合力的大小為多少？

(C級) 在研究兩個共點力合成的實驗中得到如圖所示的合力 F 與兩個分力的夾角 θ 的關係圖。求：

(1) 兩個分力大小各是多少？

(2) 此合力的變化範圍是多少？



學習反思：



第五課題 §3.5 力的分解 (2 課時)

一、課前自主預習學案

力的分解

【學習目標】

1. 知道什麼是力的分解，了解力的分解的一般方法。
2. 知道平行四邊形定則和三角形定則都是向量運算法則。
3. 能用平行四邊形定則和三角形定則進行向量運算。

【學習重點】

1. 平行四邊形定則和三角形定則在力的分解中的應用。
2. 根據力的作用效果對力進行分解。
3. 正交分解法。

【學習難點】

應用平行四邊形定則和三角形定則進行向量運算。

【方法指導】

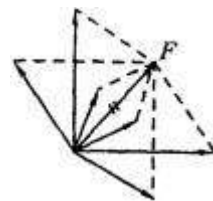
自主探究、交流討論、自主歸納

【學習過程】

任務一、力的分解

(閱讀教材 p64 頁完成下列問題)

- 1、拖拉機對耙的拉力產生哪兩個作用效果？
- 2、這兩個效果相當於兩個力分別分別產生的，也就是說，拖拉機實際拉耙的力 F 可以用兩個力 F_1 和 F_2 來替代。那麼，力 F_1 和 F_2 就叫做力 F 的____力。那麼，求一個實際的力的分力就叫做力的____。
- 3、為什麼說力的分解是力的合成的逆運算？(同樣遵循平行四邊形定則)
- 4、如圖一個已知的力可以分解成多少對不同的共點力？那麼我們應該怎樣研究一個力的分力呢？(小組討論)



(由於分力與合力相互替換的前提是相同作用效果，所以在分解某力時，其各個分力必須有各自的實際效果，比如：形變效果，在這個意義上講，力的分解

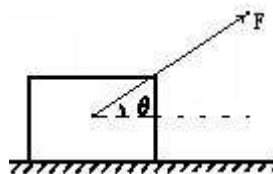


是唯一的。在解決具體的物理問題時，一般都按力的作用效果來分解。) 下面我們來分析幾個實例。

任務二、力的分解的實例 (力的分解原則：按力的作用效果來分解)

1、對放在水平面上物體所受斜向上拉力 F 的分解

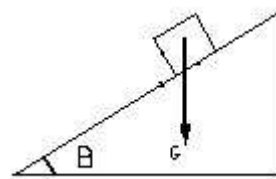
(1) 拉力 F 產生哪兩個作用效果？



(2) 兩分力大小分別是多少？(運用三角形知識求解)

2、對放在斜面上物體的重力 G 分解

(1) 重力 G 產生哪兩個作用效果？

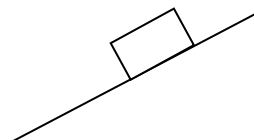


(2) 兩分力大小分別是多少？(運用三角形知識求解)

做一做：1、如圖所示，靜止在斜面上的物體受到哪幾個力的作用

()

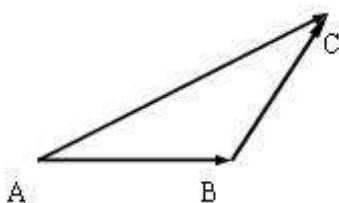
- A · 重力、下滑力、支持力
- B · 重力、下滑力、支持力、靜摩擦力
- C · 重力、支持力、靜摩擦力
- D · 以上都不對



3、三角支架懸物拉力的分解

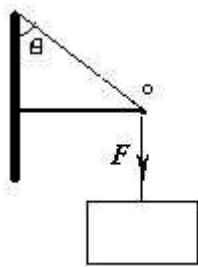
(親自做實驗體會) 讓學生用鉛筆支起圖中的繩子，可以使學生直觀地感受到手指受到的是拉力，手掌受到的是壓力，由此體會拉力的實際作用效果，從而正確畫出分力的方向。

(1) 拉力 F 產生哪兩個作用效果？

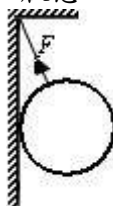




(2) 兩分力大小分別是多少？(運用三角形知識求解)



做一做：2、如圖甲，小球處於靜止狀態，如何分解拉力 F 。



(小組討論總結) 力的分解步驟：

任務三、向量相加法則

(閱讀教材 65 頁“向量相加法則”這部分內容，然後回答有關問題)

2. 既有_____，又有_____，並且相加時遵從平行四邊形法的物理量稱作向量。除力外，如位移、_____、_____等也是向量。
3. 兩個分向量首尾相接，剩餘的尾首相連的有向線段就是合向量，它恰與兩分向量的線段構成一個三角形，這個方法稱為三角形法則，它是平行四邊形法則的簡化。如圖



二、新課教學：§3.5 力的分解

課題	§3.5 力的分解		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2017.11.14	課型	新授課		課時	1 課時

2.1 教材分析

高中物理必修 1 第五章第二節力的分解是在學生學習了前一章力的基礎知識及力的合成之後而編排的。由於分解法是高中物理解決複雜問題的一種重要的方法。它為位移、速度、加速度等向量的分解奠定了基礎。並且它對向量運算普遍遵守的規律“平行四邊形定則”作了更加深入的了解。所以說本節內容具有基礎性和預備性。因此，力的分解這節課在整個教材中的地位也是顯而易見的。

2.2 教學目標

1、知識與技能

- (1) 理解分力的概念，清楚分解是合成的逆運算。
- (2) 會用平行四邊形定則進行作圖並計算。
- (3) 了解力的分解具有唯一性的條件。
- (4) 掌握根據力的效果進行分解的方法和正交分解法。

2、過程與方法

- (1) 強化“等效替代”的思想。
- (2) 培養學生觀察及設計實驗的能力。
- (3) 培養運用數學工具解決物理問題的能力。

3、情感態度與價值觀

- (1) 培養學生參與課堂活動的熱情。
- (2) 培養學生將所學知識應用與生產實踐的意識和勇氣。

2.3 教學重點

- (1) 理解力的分解是力的合成的逆運算。
- (2) 掌握運用平行四邊形定則進行力的分解。

2.4 教學難點

- (1) 力的分解具有唯一性的條件。
- (2) 力分解時如何判斷力的作用效果及確定兩分力的方向。



2.5 教學過程

〔新課導入〕

【演示實驗】

用一根細線提起一個重物 and 用兩根細線同時提起這個重物，在實驗演示之前先展示問題。

師：是一根細線容易斷還是兩根細線容易斷？

生：（非常肯定地回答）當然是一根細線容易斷。

實際演示，當兩根細線之間的夾角較大時，兩根細線中的一根先斷

通過實際實驗，和學生的認識形成較大的反差，可以激發學生興趣，引發學生進一步的思考。

師：我們學習完這一節課“力的分解”之後就會明白這個問題。

〔新課教學〕

一、力的分解

師：我們上一節課學習了力的合成，現在我們學習力的分解，大家根據力的合成的定義方法來定義一下什麼是力的分解。

生：求一個力分力的過程和方法叫做力的分解。

師：求合力的方法是什麼？

生：（一起回答）平行四邊形定則。

師：那麼求分力的方法是什麼？大家大膽地猜想一下。

學生探究討論力的分解的方法

生：（小聲、不敢肯定，有些猶豫）可能也是平行四邊形定則。

師：你得出這個結論的依據是什麼？

生：從邏輯角度講，這兩個分力的合力就是原來被分解的那個力，所以力的分解是力的合成的逆運算。因為力的合成遵循平行四邊形定則，那麼力的分解也應該遵循平行四邊形定則。

師：（微笑鼓勵）剛才這位同學分析得非常好，像這種方法，我們並沒有通過實驗來驗證結論，而是通過邏輯推理進行分析探究，這種研究問題的方法叫做理論探究。根據這個結論，要分解一個力，我們應該把這個力當成什麼？

生：我們要把這個力當成平行四邊形的對角線。

師：當用平行四邊形的對角線表示合力時，那麼分力應該怎樣表示？

生：分力應該是平行四邊形的兩個鄰邊。

師：如果對角線確定了以後，根據幾何學的知識，它的兩條鄰邊是不是就唯一確定了呢？

生：不是，當對角線確定了以後，它相鄰的邊有很多組。

師：同學們在練習本上作出一條對角線，然後作這條對角線相鄰的兩條邊，看能夠做多少條。

學生練習，體驗不加以限制的話，一個力的分力有無數組解

生：有無數組解。



師:這樣研究一個力的分力顯然是不可能的,也是不現實的,那麼我們應該怎樣研究一個力的分力呢?

生:可以放在具體受力環境中進行解決.

【演示實驗】參考實驗,可以進行實物投影(圖3-5-1)



圖 3-5-1

師:一個水平放置的薄木片,在它的上面放置一個小物體,可以觀察到什麼現象?

生:可以看到薄木片被壓彎.

師:這一個效果是由什麼原因引起的?

生:是由於物體本身的重力引起的,它產生了一個使物體向下壓的效果.

師:我們能不能把木片豎直放置而使物體靜止呢?如果不能,應該怎樣做才能使它靜止?

生:當然不能,應該用一個繩子拉住物體才能使它靜止.

師:為了使力的作用效果更容易被觀察到,我們用一根橡皮筋代替繩子,當木片豎直放置時(圖3-5-2),橡皮筋發生了形變,也就是受到了彈力;木片是不是發生了形變?



圖 3-5-2

繼續演示實驗

師:仔細觀察木片豎直放置時,木片的受力形變情況和橡皮筋的受力形變情況應該是怎樣的呢?

生:木片不發生彎曲,說明木片沒有受到物體力的作用;橡皮筋被拉長了,說明橡皮筋對物體有力的作用.

師:使橡皮筋發生形變的力是什麼力?

生:原因還是由於物體受到重力使橡皮筋發生了形變.

師:如果既不豎直放置木片,也不水平放置木片,而是讓木片與地面成一角度(圖3-5-3),我們再來看一下橡皮筋和木片的形變情況.

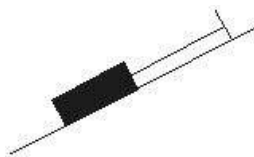


圖 3-5-3



生:木片和橡皮筋同時發生了形變,說明兩個物體都受到了力的作用.

多媒體投影例題

把一個物體放在傾角為 θ 的斜面上,物體受到豎直向下的重力,但它並不豎直下落.從力的作用效果來看,應該怎樣將重力分解?兩個分力的大小與斜面的傾角有什麼關係?

師:大家可以討論探究應該怎樣解決這個問題.

學生討論探究,自己獨立完成解答過程

生:根據剛才的分析,根據重力產生的效果,重力應該分解為這樣兩個力:平行於斜面使物體下滑的分力 F_1 、垂直於斜面使物體壓緊斜面的力 F_2 .

師:由幾何關係可知,這兩個力和重力之間的關係是怎樣的?

生: $F_1=G\sin\theta$, $F_2=G\cos\theta$.

師:由剛才那位同學推導出的公式知,這兩個分力的大小與物體本身的重力和斜面傾角 θ 有關,有什麼關係?

生:斜面傾角 θ 增大時, F_1 和 F_2 都減小.

師:下面我們再通過實驗驗證一下是不是這樣.

【實驗驗證】 通過抬高木片的一端使木片與地面間的夾角逐漸增大,通過觀察橡皮筋的形變量來看 F_1 的變化,通過觀察木片的形變程度的觀察來看 F_2 的變化.(注意:如果物體是一個木塊的話應該讓木塊和木片之間的摩擦很小,也可以用小車代替木塊來做實驗,因為滾動摩擦比滑動摩擦要小)

動畫模擬剛才實驗的過程,以便學生能夠更為全面地了解兩個分力的變化情況

投影展示橋樑的引橋,引發問題

師:我們知道,橋樑建設得越長,消耗的生產資料越多,為什麼橋樑的引橋還要建設那麼長呢?

生:增大引橋的長度的目的是減小橋與地面之間的夾角,從而使汽車的重力沿橋面方向的分力減小,減少交通事故的發生.

師:剛才這位同學分析得很好,為了加深對力的分解的認識,我們看以下的練習題.

【課堂訓練】

1.如果斜拉橋塔柱兩側的鋼索不能呈對稱分佈,如圖3-5-4所示,那麼怎樣才能保持塔柱所受的合力豎直向下呢?

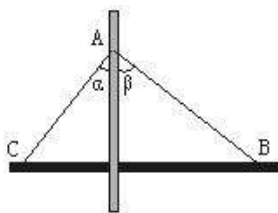


圖 3-5-4

解析:因為鋼索的斜向拉力會對塔柱產生兩個效果:一方面豎直向下壓塔柱,



另一方向沿水平方向拉塔柱，故可以把兩個斜向的拉力各分解為一個豎直向下的分力和一個水平方向的分力。要使一對鋼索對塔柱拉力的合力豎直向下，如圖 3-5-5 所示，只要它們的水平分力大小相等就可以了，即 $F_{1x}=F_{2x}$ ，而 $F_{1x}=F_1\sin\alpha$ ， $F_{2x}=F_2\sin\beta$

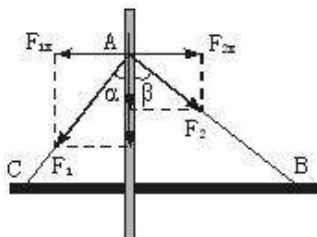


圖 3-5-5

所以有 $F_1\sin\alpha=F_2\sin\beta$ ，即 $\frac{F_1}{F_2}=\frac{\sin\beta}{\sin\alpha}$ 。

結論：兩側拉力大小應跟它們與豎直方向夾角的正弦成反比。

2. 在傾角 $\alpha=30^\circ$ 的斜面上有一塊豎直放置的擋板，在擋板和斜面之間放有一個重為 $G=20\text{ N}$ 的光滑圓球，如圖 3-5-6 所示。試求這個球對斜面的壓力和對擋板的壓力。

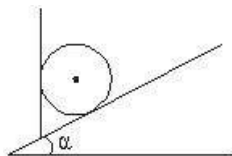


圖 3-5-6

答案： $\frac{20\sqrt{3}}{3}\text{ N}$ $\frac{40\sqrt{3}}{3}\text{ N}$

解析：球受到向下的重力作用，這個重力總欲使球向下運動，但是由於擋板和斜面的支持，球才保持靜止狀態，因此球的重力產生了兩個作用效果，如圖所示，根據作用效果分解為兩個分力：(1) 使球垂直壓緊斜面的力 F_2 ；(2) 使球垂直壓緊擋板的力 F_1 。由幾何知識可得 F_1 與 F_2 的大小。

如圖 3-5-7 所示，三個力可構成一個直角三角形。

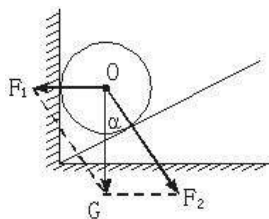


圖 3-5-7

由幾何關係得，球對擋板的壓力 $F_1=G\tan\alpha=\frac{20\sqrt{3}}{3}\text{ N}$ ，

其方向與擋板垂直。



$$\text{球對斜面的壓力 } F_2 = \frac{G}{\cos \alpha} = \frac{40\sqrt{3}}{3} \text{ N},$$

其方向與斜面垂直.

(注意:以上兩個例題可以根據學生的實際情況選用,其中第一個難度大些,可供學生整體水平較高的班級使用,第二個和我們的例題類似,可以在例題之後直接進行,如果再進一步地研究這個問題,可以使擋板緩慢地逆時針旋轉,讓學生求解在這種情況下重力的兩個分力的變化情況,鍛煉學生分析動態變化的問題的能力)

二、向量相加法則

師:通過這兩節課的學習,我們知道力是向量,力的合成與分解不能簡單地進行力的代數加減,而是根據平行四邊形定則來確定合力或者分力的大小和方向.前面我們學過的向量還有位移,位移的相加也遵循平行四邊形定則嗎?我們來看教材 69 頁“向量相加法則”這部分內容,然後回答有關問題.

學生閱讀課本有關內容,初步認識平行四邊形定則不僅僅適用於力的合成與分解,同樣也適用於其他向量的合成與分解,通過學生自己總結分析,可以提高學生物理知識的遷移能力、用一種方法解決不同問題的能力.

師:位移的向量合成是否遵守平行四邊形定則?

生:位移的合成也遵守平行四邊形定則.

師:什麼叫三角形定則?

生:把兩個向量首尾相接從而求出合向量的方法,叫做三角形定則.平行四邊形定則和三角形定則實質上是一樣的,只不過是一種規律的不同表現形式.

師:什麼叫做向量,除了位移和力,我們所學的哪些物理量還是向量?

生:既有大小又有方向,並且在相加時遵從平行四邊形定則(或三角形定則)的物理量叫做向量.除了位移和力之外,我們所學過的速度、加速度等都是向量.

師:什麼是標量,我們以前所學的哪些物理量是標量?

生:只有大小,沒有方向,求和時按照算術法則相加減的物理量叫做標量.我們以前所學過的質量、體積、距離、密度、時間等物理量都是標量.

【課堂訓練】

舉重運動中保持杠鈴的平衡十分重要.如圖 3-5-8 所示,若運動員舉起 1 800 N 的杠鈴後雙臂保持 106° 角,處於平衡狀態,此時運動員兩手受力各為多大?

($\sin 53^\circ = 0.8$, $\cos 53^\circ = 0.6$)

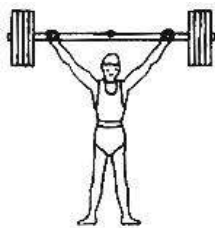


圖 3-5-8



答案:1 500 N

解析:方法一:取杠鈴為研究對象,受到重力和兩手對它的作用力,如圖 3-5-9 所示,為方便起見,把三個力畫成共點力.將兩個 F_N 分解為豎直方向和水平方向的分力 F_{N_x} 和 F_{N_y} ,如圖 3-5-10 所示,則有 $G=2F_{N_y}=2F_N\cos 53^\circ$,可解得 $F_N=1\ 500\text{ N}$.

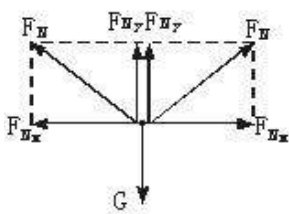
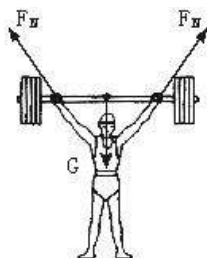


圖 3-5-9

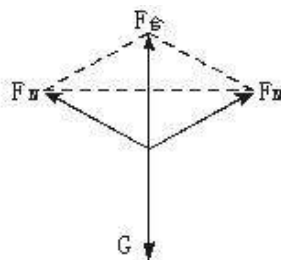


圖 3-5-10

10

方法二:將它們移到同一點,再把兩個 F_N 合成,得圖中所示的菱形,加一條輔助線後得到四個直角三角形,所以 $F_N=\frac{G}{2\cos 53^\circ}=\frac{900}{0.6}\text{ N}=1\ 500\text{ N}$.

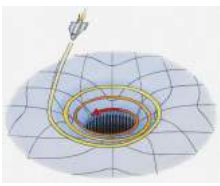
2.6 教學反思

對於力的分解,學生比較容易理解,而對於力的分解要按照力的實際作用效果進行分解這一點,較難理解.這節課多處增加了學生參與,並通過親身體會力的作用效果的這個小實驗,激發學生的學習興趣,培養學生動手操作和分析實際問題的能力、歸納問題的能力.

把物理公式與生活實際聯繫起來,用物理語言解釋生活現象.

通過分析日常生活中應用力的分解的現象,讓學生知道物理與生活是息息相關的,培養學生觀察生活現象、發現問題、建立物理模型、用物理模型解決問題、用物理語言解釋現象的能力.

對於正交分解的掌握,老師們可以根據各自的情況進行補充,因為正交分解的方法在今後的學習中經常用到,是最常見的一種處理力的方法,可以根據實際情況安排一節習題課,增加學生對力的分解知識的理解.



三、課後練習：§3.5 力的分解

【達標檢測】

(A 級) 1. 將一個 8N 的力分解成兩個分力，下列各組值不可能的有

- A. 1N 和 10N B. 10N 和 10N C. 10N 和 5N D. 20N 和 20N

(B 級) 2. 關於力的分解，下列說法中不正確的是()

- A. 一個力可以分解成兩個比它大的分力
B. 一個力可分解成兩個大小跟它相等的力
C. 如果一個力和它的一個分力的大小方向確定，那麼另一個分力就是唯一的
D. 如果一個力以及它的一個分力的大小和另一個分力的方向確定，這兩個分力就完全確定了

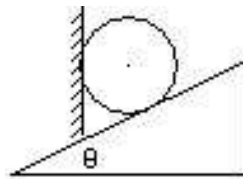
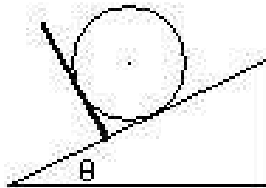
(B 級) 3. 放在斜面上的物體，所受重力 G 可以分解使物體沿斜面向下滑的分力 G_1 和使物體壓緊斜面的分力 G_2 ，當斜面傾角增大時()

- A. G_1 和 G_2 都增大 B. G_1 和 G_2 都減小 C. G_1 增大， G_2 減小 D. G_1 減小， G_2 增大

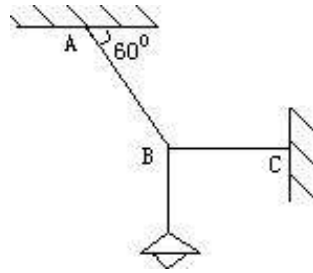
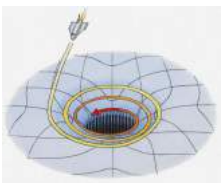
(A 級) 4. 下列說法中正確的是()

- A. 一個 2 N 的力可分解為 7 N 和 4 N 的兩個分力
B. 一個 2 N 的力可分解為 9 N 和 9 N 的兩個分力
C. 一個 6 N 的力可分解為 4 N 和 3 N 的兩個分力
D. 一個 8 N 的力可分解為 4 N 和 3 N 的兩個分力

(B 級) 5. 重力 G 的光滑球被豎直擋板擋住，靜止在傾角為 θ 的斜面上，如圖所示，如何分解重力 G (重力 G 產生兩個效果)？擋板和斜面分別對小球的用力的大小分別是多少？



(C 級) 6. 用兩根輕質的繩子 AB 和 BC 吊一個 0.5kg 的燈，如果 BC 繩處於平，AB 繩與水平夾角為 60° ，求繩 AB 和 BC 所受的拉力。($g=9.8\text{N/kg}$)



(C 級) 7、舉重運動中保持杠鈴的平衡十分重要。如圖所示，若運動員舉起 1800 N 的杠鈴後雙臂保持 106° 角，處於平衡狀態，此時運動員兩手受力各為多大? $(\sin 53^\circ = 0.8, \cos 53^\circ = 0.6)$



學習反思：

**第六課題：綜合複習（2 課時）**

課題	綜合複習		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2017.11.19 2017.11.20	課型	復習課		課時	2 課時

綜合複習一：《第三章 相互作用》章末總結**★重難點一、彈力與摩擦力的分析與計算★****1.彈力有無的判斷方法****(1)直接法**

對於物體形狀變化明顯的情況，可由形變情況直接判斷彈力是否存在，如彈簧、橡皮筋產生彈力的情況。

(2)假設法

假設與研究對象相接觸的物體施加了彈力，畫出假設狀態下的受力分析圖，判斷受力情況與物體的運動狀態是否矛盾，若矛盾，說明二者之間沒有彈力，若不矛盾，說明二者之間有彈力。

(3)狀態法

將與研究對象相接觸的物體撤離，看研究對象的運動狀態是否改變，若沒有改變，則無彈力作用，若發生改變，則有彈力存在。

2· 摩擦力**(1)對摩擦力的進一步理解·**

①摩擦力的方向與“相對運動”或“相對運動趨勢”方向相反，但並不一定與物體的運動方向相反。

②摩擦力阻礙的是物體的“相對運動”或“相對運動趨勢”，並不是阻礙物體的運動，摩擦力並不都是阻力。

(2)摩擦力有無的判斷方法.

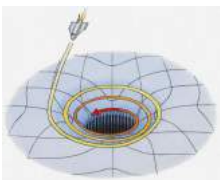
滑動摩擦力	條件判斷法：接觸面之間有壓力，接觸面粗糙且有相對運動
靜摩擦力	(1)條件判斷法：接觸面之間有壓力，接觸面粗糙且有相對運動趨勢 (2)假設法：假設接觸面光滑，不存在摩擦力，如果物體改變原來的運動狀態，則存在摩擦力

(3)摩擦力的計算方法·

①靜摩擦力：根據平衡知識求解·

②滑動摩擦力：用公式 $F = \mu F_N$ 求解·

3· 彈力和摩擦力的對比



	彈力	摩擦力
产生条件	相互接触并发生弹性形变	(1)相互接触、相互挤压 (2)接触面粗糙 (3)两物体有相对运动或相对运动的趋势
方向	与物体发生形变的方向相反	与相对运动或相对运动趋势的方向相反
大小计算方法	(1)弹簧弹力: 胡克定律 (2)发生微小形变物体的弹力: 二力平衡	(1)静摩擦力: 二力平衡 (2)滑动摩擦力: $F = \mu F_N$

特別提醒

1. 彈力或摩擦力的有無及方向判斷的特殊方法

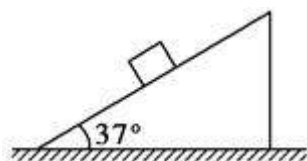
- (1)假設法;(2)結合物體運動狀態判斷;
(3)效果法;(4)相互作用法。

2. 摩擦力的“四個不一定”

- (1)受靜摩擦力的物體不一定靜止，受滑動摩擦力的物體不一定運動。
(2)靜摩擦力不一定比滑動摩擦力小。
(3)摩擦力不一定與運動方向相反，還可以與運動方向相同，甚至可以與運動方向成一定夾角。
(4)摩擦力不一定是阻力，還可以是動力。

【典型例題】如圖所示，在傾角為 37° 的固定斜面上靜置一個質量為 5 kg 的物體，物體與斜面間的動摩擦因數為 0.8 。求：

- (1)物體所受的摩擦力；($\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$)
(2)若用原長為 10 cm ，勁度係數為 $3.1 \times 10^3\text{ N/m}$ 的彈簧沿斜面向上拉物體，使之向上勻速運動，則彈簧的最終長度是多少？(取 $g = 10\text{ m/s}^2$)



【答案】(1) 30 N ；方向沿斜面向上 (2) 12 cm 。

【解析】(1) 物體受到的摩擦力為靜摩擦力 $f_1 = mg \sin 37^\circ = 50 \times 0.6 = 30\text{ N}$ ，方向

沿斜面向上。

(2) 因為物體向上勻速運動，故在斜面方向上的力相平衡
故 $F = f_2 + mg \sin 37^\circ$ ，而物體受到的滑動摩擦力 $f_2 = \mu N = \mu mg \cos 37^\circ$
又因為 $F = k(L - L_0)$ ，聯立以上各式，解之得 $L = 12\text{ cm}$ 。

★重難點二、物體受力分析★



1· 受力分析

把指定物體(研究對象)在特定的物理環境中受到的所有力找出來，並畫出受力示意圖，這就是受力分析。

對物體進行正確的受力分析是分析、求解力學問題的關鍵，要注意的是只分析它受到的力，而不分析它對別物體施加的力。

2· 受力分析的方法——整體法和隔離法

(1)整體法：以系統整體為研究對象進行受力分析的方法一般用來研究不涉及系統內部某物體的力和運動。

(2)隔離法：將所確定的研究對象從周圍物體中隔離出來進行分析的方法，來研究系統內物體之間的作用及運動情況。

3· 物體受力分析的一般思路

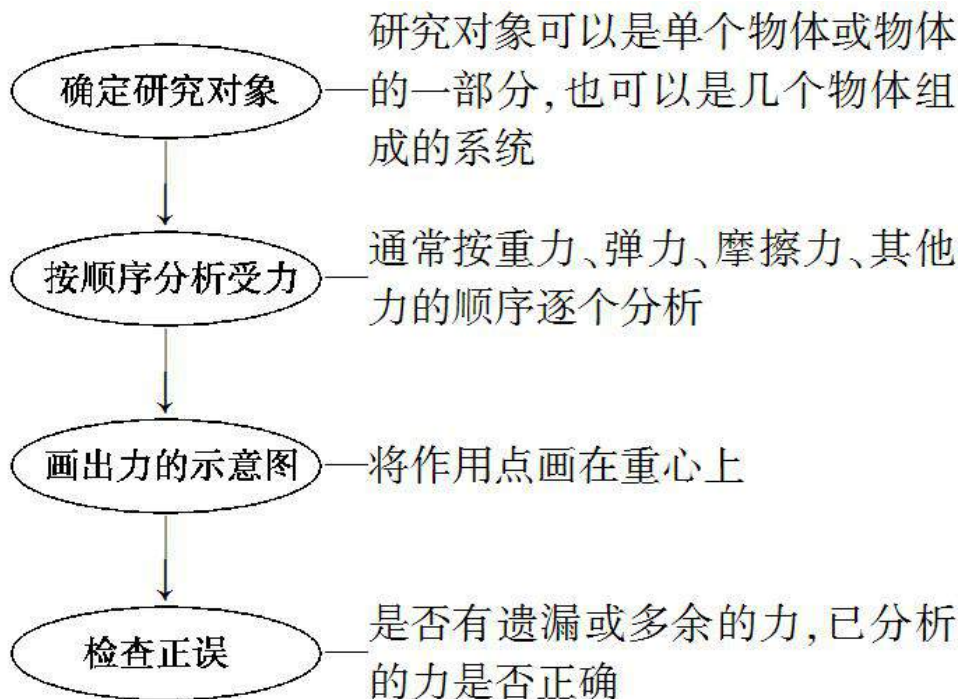
(1)明確研究對象，將它從周圍物體中隔離出來，研究對象可以是質點、結點、物體、物體系。

(2)按順序分析物體所受的力，根據不同力產生條件的不同，一般按照已知力、重力，對物體產生的效果確定與它接觸的物體之間是否有相互作用的彈力，最後再由已知力、重力、彈力共同的作用效果確定接觸面上的摩擦力，故稱之為順次效果法。

(3)正確畫出物體受力示意圖，畫每個力時不要求嚴格按比例畫出每個力的大小，但方向必須正確，另外注意同題中有多個研究對象時，一定要採用隔離法分別畫出它們的受力示意圖。

(4)檢查防止錯畫力、多畫力和漏畫力

4· 受力分析的步驟



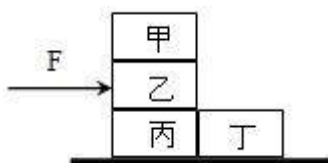
受力分析時要注意的問題



- (1) 只分析研究對象所受的力，不分析研究對象對其他物體施加的力，不要把作用在其他物體上的力錯誤地通過“力的傳遞”作用在研究對象上。
- (2) 每分析一個力，都應該找到施力物體，這是防止“多力”的有效措施之一。
- (3) 如果一個力的方向難以確定，可以用假設法分析。
- (4) 合力和分力不能重複地列為物體所受的力，因為合力與分力是等效替代關係。
- (5) 不要把“效果力”和“性質力”混淆重複分析，通常只分析“性質力”，不分析“效果力”。
- (6) 受力分析一定要結合物體的運動狀態，結合物體的運動狀態、利用力作用的相互性進行分析也是確保受力分析正確的有效途徑，特別是物體處於臨界狀態的受力分析。

【典型例題】如圖所示，用水平力 F 推乙物塊，使甲、乙、丙、丁四個完全相同的物塊一起沿水平地面以相同的速度勻速運動，各接觸面均粗糙，關於各物塊受到摩擦力，下列說法錯誤的是 ()

- A、甲物塊沒有受摩擦力的作用
- B、乙物體受到一個摩擦力的作用
- C、丙物體受到兩個摩擦力的作用
- D、丁物體沒有受到摩擦力的作用



【答案】D

★重難點三、力的正交分解法★

- (1) 定義：將已知力按互相垂直的兩個方向進行分解的方法。
- (2) 建立坐標軸的原則：一般選共點力的作用點為原點，以少分解力和容易分解力為原則(即儘量多的力在坐標軸上)；
- (3) 方法：物體受到多個力作用 F_1 、 F_2 、 F_3 ...求合力 F 時，可把各力沿相互垂直的 x 軸、 y 軸分解。

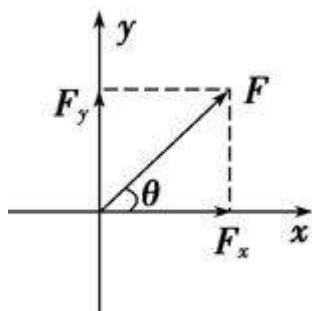
$$x \text{ 軸上的合力：} F_x = F_{x1} + F_{x2} + F_{x3} + \dots$$

$$y \text{ 軸上的合力：} F_y = F_{y1} + F_{y2} + F_{y3} + \dots$$

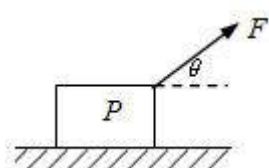
(4) 合力大小： $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$

(5) 合力方向：與 x 軸夾角設為 θ ，

$$\text{則 } \tan\theta = \frac{F_y}{F_x}。$$



【典型例題】如圖所示，質量為 $m=4.0\text{kg}$ 的物體 P 靜止在粗糙水平面上，與水平面間的動摩擦因數為 $\mu=0.60$ 。現用與水平面成 $\theta=37^\circ$ 、大小為 20N 的恒力 F 拉該物體，求物體 P 此時所受的支持力和摩擦力的大小。



【答案】見解析。

【解析】物體在豎直方向上合力為零，有：

$$N + F\sin\theta = mg$$

解得： $N = 28\text{N}$

則滑動摩擦力的大小為：

$$f = \mu N = 16.8\text{N}$$

因為 $F\cos\theta = 16\text{N} < 16.8\text{N}$ ，知物體不動，受到的摩擦力為靜摩擦力。

則 $f' = 16\text{N}$

★重難點四、平衡中的臨界和極值問題★

1. 臨界問題：

- (1) 臨界狀態：物體的平衡狀態將要發生變化的狀態。
- (2) 當某物理量發生變化時，會引起其他物理量的變化，從而使物體所處的平衡狀態“恰好出現”或“恰好不出現”，這類問題的描述中經常出現“剛好”“恰好”等詞語。
- (3) 處理這類問題的最有效方法是假設推理法，也就是先假設，再根據平衡條件及有關知識列平衡方程，最後求解。

2. 極值問題：也就是指平衡問題中，力在變化過程中的最大值和最小值問題。解決這類問題常用以下兩種方法：

- (1) 解析法：根據物體的平衡條件列方程，在解方程時，採用數學知識求極值或者根據物理臨界條件求極值
- (2) 圖解法：根據物體的平衡條件作出物體的受力分析圖，畫出平行四邊形或向量三角形進行動態分析，確定最大值或最小值。



★圖解法分析動態平衡問題

1·動態平衡問題的特點

通過控制某一物理量，使其他物理量發生緩慢變化，而變化過程中的任何一個狀態都看成是平衡狀態，物體所受合力為零。

2·圖解法分析三力動態平衡問題的思路

- (1)確定研究對象，作出受力分析圖。
- (2)明確三力的特點，哪個力不變，哪個力變化。
- (3)將三力的示意圖首尾連接，構造出向量三角形；或將某力根據其效果進行分解，畫出平行四邊形。
- (4)根據已知量的變化情況，確定有向線段(表示力)的長度變化，從而判斷各個力的變化情況。

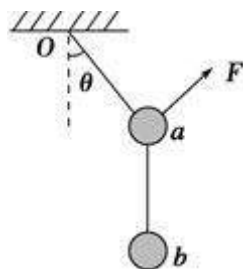
★平衡問題的常用處理方法

合成法	物体受三个共点力的作用而平衡，则任意两个力的合力一定与第三个力大小相等，方向相反
分解法	物体受三个共点力的作用而平衡，将某一个力按力的效果分解，则其分力和其他两个力满足平衡条件
正交分解法	物体受到三个或三个以上力的作用时，将物体所受的力分解为相互垂直的两组，每组力都满足平衡条件
力的三角形法	对受三力作用而平衡的物体，将力的矢量图平移使三力组成一个首尾依次相接的矢量三角形，根据正弦定理、余弦定理或相似三角形等数学知识求解未知力

★應用平衡條件解題的步驟

- (1)選取研究對象：根據題目要求，選取一個平衡體(單個物體或系統，也可以是結點)作為研究對象。
- (2)畫受力示意圖：對研究對象按受力分析的順序進行受力分析，畫出受力示意圖。
- (3)建立坐標系：選取合適的方向建立直角坐標系。
- (4)列方程求解：根據平衡條件列出平衡方程，解平衡方程，對結果進行討論。

【典型例題】 (多選) 如圖所示，將兩個質量均為 m 的小球 a 、 b 用細線相連懸掛於 O 點，用力 F 拉小球 a ，使整個裝置處於平衡狀態，且懸線 Oa 與豎直方向的夾角為 $\theta=30^\circ$ ，則 F 的大小 ()。



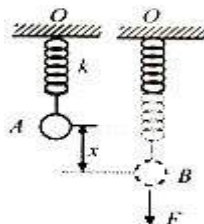
- A · 可能為 $\frac{\sqrt{3}}{3} mg$ B · 可能為 $\frac{\sqrt{3}}{2} mg$ C · 可能為 mg D · 可能為 $\sqrt{2} mg$

能為 $\sqrt{2} mg$

【答案】CD

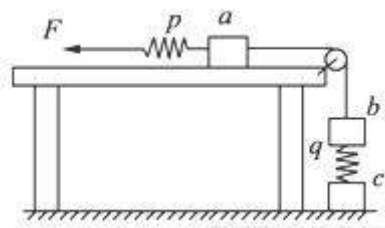
綜合複習二：模塊綜合檢測

1. 如圖所示，彈簧的勁度係數為 k ，小球的重力為 G ，平衡時球在 A 位置，現用力 F 將小球向下拉長 x 至 B 位置，則此時彈簧的彈力為 ()

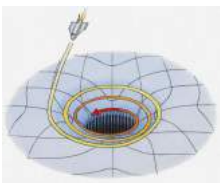


- A · $G - kx$ B · $kx - G$
C · $kx + G$ D · kx
2. 物體同時受到同一平面內的三個共點力的作用，下列幾組力的合力不可能為零的是 ()
- A · 5 N 7 N 8 N B · 5 N 2 N 3 N
C · 3 N 5 N 10 N D · 10 N 10 N 10 N

3. 三個質量均為 1 kg 的相同木塊 a 、 b 、 c 和兩個勁度均為 500 N/m 的相同輕彈簧 p 、 q 用輕繩連接如圖所示，其中 a 放在光滑水平桌面上。開始時 p 彈簧處於原長，木塊都處於靜止。現用水平力緩慢地向左拉 p 彈簧的左端，直到 c 木塊剛好離開水平地面為止， g 取 10 m/s^2 。該過程 p 彈簧的左端向左移動的距離是 ()



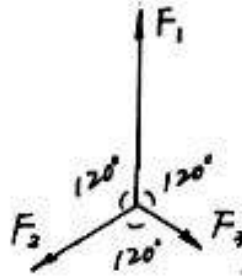
- A · 4 cm B · 6 cm C · 8 cm D · 10 cm
4. 在玉樹地震的救援行動中，千斤頂發揮了很大作用，如題圖所示是剪式千斤頂，當搖動把手時，螺紋軸就能迫使千斤頂的兩臂靠近，從而將汽車頂起。當



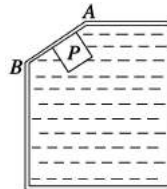
千斤頂兩臂間的夾角為 120° 時汽車對千斤頂的壓力為 $1.0 \times 10^5 \text{N}$ ，下列判斷正確的是（ ）



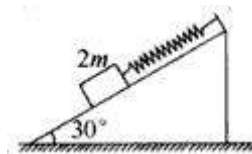
- A · 此時兩臂受到的壓力大小均為 $1.0 \times 10^4 \text{N}$
 - B · 此時千斤頂對汽車的支持力為 $2.0 \times 10^5 \text{N}$
 - C · 若繼續搖動把手，將汽車頂起，兩臂受到的壓力將減小
 - D · 若繼續搖動把手，將汽車頂起，兩臂受到的壓力將增大
- 5 · 如圖所示，三個共點力在同一平面內，互成 120° ，且 $F_1=90\text{N}$ ， $F_2=60\text{N}$ ， $F_3=30\text{N}$ ，則三個力的合力大小和方向是（ ）



- A · 30N ，沿 F_1 、 F_2 的角平分線方向
 - B · 60N ，沿 F_1 、 F_3 的角平分線方向
 - C · $30\sqrt{3}\text{N}$ ，在 F_1 、 F_3 之間與 F_1 的夾角為 30°
 - D · $30\sqrt{3}\text{N}$ ，在 F_1 、 F_2 之間與 F_1 的夾角為 30°
- 6 · 如圖所示，容器內盛有水，器壁 AB 呈傾斜狀，有一個小物塊 P 處於圖示狀態，並保持靜止狀態，則該物體受力情況正確的是



- A · P 可能只受一個力作用
 - B · P 可能只受三個力作用
 - C · P 不可能只受二個力
 - D · P 不是受到二個力就是受到四個力
- 7 · 用輕彈簧豎直懸掛質量為 m 的物體，靜止時彈簧伸長量為 L 。在下圖中，斜面的傾角為 30° ，現用該彈簧沿斜面方向拉住質量為 $2m$ 的物體，系統靜止時彈簧伸長量也為 L 。則物體所受摩擦力



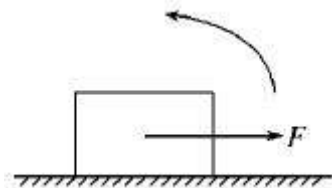
- A · 大小為 $\frac{mg}{2}$ ，方向沿斜面向下
- B · 大小為 $\frac{\sqrt{3}mg}{2}$ ，方向沿斜面向上
- C · 等於零
- D · 大小為 mg ，方向沿斜面向上



8. 一根輕質彈簧，當它上端固定，下端懸掛重為 G 的物體時，長度為 L_1 ；當它下端固定在水平地面上，上端壓一重為 G 的物體時，其長度為 L_2 ，則它的勁度係數是：()

- A. $\frac{G}{L_1}$ B. $\frac{G}{L_2}$ C. $\frac{G}{L_1 - L_2}$ D. $\frac{2G}{L_1 - L_2}$

9. (多選) 水平地面上的物體受重力 G 和水平作用力 F 保持靜止，如圖所示，現在使作用力 F 保持大小不變，方向沿逆時針方向緩慢轉過 180° ，而物體始終保持靜止，則在這個過程中，物體對地面的正壓力 F_N 和地面給物體的摩擦力 F_f 的變化情況是

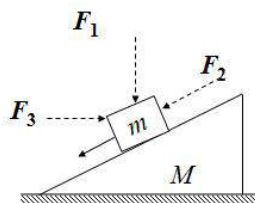


- A. F_f 不變
B. F_f 先變小後變大
C. F_N 先變小後變大
D. F_N 先變大後變小

10. (多選) 下列關於分力與合力的說法，正確的是

- A. 兩個力的合力，可能小於任何一個分力
B. 5N、2N、6N 三個共點力最大合力為 13N，最小合力為 1N
C. 將一個已知力進行分解，若已知兩個分力的大小，則只有唯一解
D. 合力是分力等效替代的結果

11. (多選) 一斜劈靜止於粗糙的水平地面上，在其斜面上放一滑塊 m ，若給 m 一個向下的初速度 v_0 ，則 m 正好保持勻速下滑。如圖所示，現在 m 下滑的過程中再加上一個力，則以下說法**錯誤**的是 ()



- A. 在 m 上加一豎直向下的力 F_1 ，則 m 將保持勻速運動， M 對地有水平向右的靜摩擦力的作用
B. 在 m 上加一個沿斜面向下的力 F_2 ，則 m 將做加速運動， M 對地有水平向左的靜摩擦力的作用
C. 在 m 上加一個水平向右的力 F_3 ，則 m 將做減速運動，在 m 停止前 M 對地有向右的靜摩擦力的作用
D. 無論在 m 上加什麼方向的力，在 m 停止前 M 對地都無靜摩擦力的作用

12. (多選) 不在同一直線上的兩個共點力 F_1 和 F_2 的大小不同，夾角為 θ ，它們的合力大小為 F ，則

- A. 合力 F 可能沿 F_1 和 F_2 夾角的角平分線
B. 保持 F_1 和 F_2 的大小不變，夾角 θ 增大，合力 F 一定減小
C. 保持夾角 θ 不變，若 F_1 和 F_2 中的一個減小，合力 F 一定減小



D. 保持夾角 θ 不變， F_1 和 F_2 同時增大一倍，合力 F 也增大一倍

13. “驗證力的平行四邊形定則”實驗如圖甲所示，其中A為固定橡皮筋的圖釘，O為橡皮筋與細繩的結點，OB與OC為細繩。圖乙顯示的是在白紙上根據實驗結果畫出的圖。

(1) 圖乙中的_____是力 F_1 和 F_2 的合力的理論數值；_____是力 F_1 和 F_2 的合力的實際測量值。

(2) 在實驗中，如果將細繩也換成橡皮筋，那麼實驗結果理論值是否會發生變化？答_____（選填“變大”、“不變”、“變小”）

(3) 本實驗採用的科學方法是（ ）

A. 理想實驗法 B. 等效替代法 C. 控制變數法 D. 物理模型法

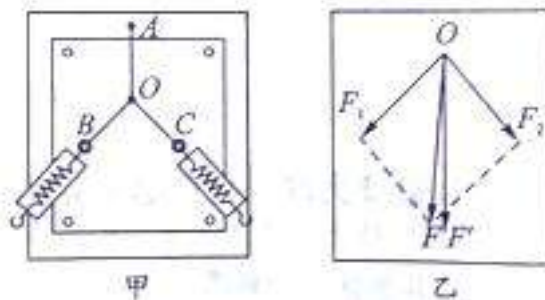
(4) 下列說法中正確的是（ ）

A. 兩個分力的值稍大一些較好，便於減小作圖誤差

B. 兩個分力的夾角越大越好，同時在實驗中應注意彈簧測力計與細線應始終平行紙板但不與紙面接觸

C. 兩分力的夾角應取 90° 較好，便於之後運算中採用畢氏定理以驗證平行四邊形定則

D. 在同一實驗中，兩次實驗操作O點的位置不能變動



14. 在做“驗證力的平行四邊形定則”實驗時：

(1) 除已有的器材(方木板、白紙、細繩套、刻度尺、三角尺、圖釘和鉛筆)外，還必須有_____和_____。

(2) 要使每次合力與分力產生相同的效果，必須()

A. 每次將橡皮條拉到同樣的位置

B. 每次把橡皮條拉直

C. 每次準確讀出彈簧測力計的示數

D. 每次記准細繩的方向

(3) 下面的措施中，哪些是不利於減小誤差，提高實驗的精度()

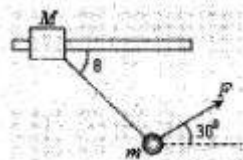
A. 橡皮條彈性要好，拉力要適當大些

B. 兩個分力 F_1 、 F_2 間的夾角要儘量大些

C. 拉橡皮條時，橡皮條細繩和彈簧測力計應平行貼近木板

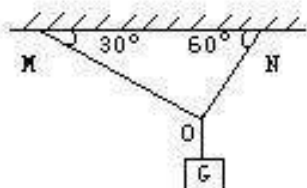
D. 拉橡皮條的細繩要細長，描出細繩拉力方向時，要在細繩正下方，稍遠的距離描點

15. 如圖所示，質量 $M=2\sqrt{3}\text{kg}$ 的木塊A套在水平杆上，並用輕繩將木塊與質量 $m=\sqrt{3}\text{kg}$ 的小球相連，今用跟水平方向成 $\alpha=30^\circ$ 的力 $F=10\sqrt{3}\text{N}$ ，拉著球帶動木塊一起向右勻速運動。

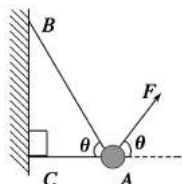


- (1) 運動過程中輕繩與水平方向夾角 θ ;
(2) 木塊與水平杆間的動摩擦因數 μ 。

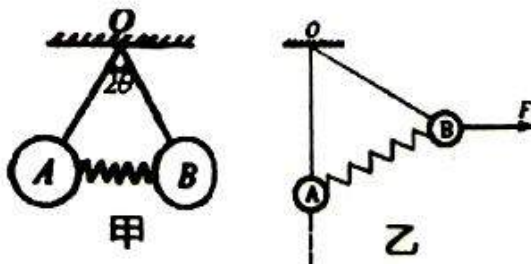
16. 如圖, 重為 200 牛的重物由 ON、OM 繩懸掛在天花板上, 已知 $\angle ONM=60^\circ$, $\angle OMN=30^\circ$, 請畫出受力分析圖並求繩 ON 和繩 OM 受到的拉力的大小?



17. 如圖所示, 物體的質量為 2 kg, 兩根輕繩 AB 和 AC 的一端連接於豎直牆上, 另一端系於物體上, 在物體上另施加一個方向與水平線成 $\theta=60^\circ$ 的拉力 F , 若要使兩繩都能伸直, 求拉力 F 的大小範圍。



18. 如圖甲所示, 質量均勻分佈的 A、B 兩球完全相同, 質量均為 m , 用兩根等長的細線懸掛在 O 點, 兩球之間固連著一根勁度係數為 k 的輕彈簧, 靜止不動時, 彈簧位於水平方向, 兩根細線之間的夾角為 2θ , 已知下列各情況中, 彈簧與 AB 兩球新連線始終共線, 求:



- (1) AB 兩球均靜止時, 彈簧的長度被壓縮了多少。
(2) 現對 B 施加一水平向右大小為 F 的恒力, 使得 OA 線豎直繃緊, 如圖乙, 求 AB 兩球均靜止時彈簧的形變量。
(3) 求上述 (2) 中 OB 線中張力的大小。



參考答案

- 1、C；2、C；3、C；4、C；5、D；6、D；7、C；8、D；9、BC；10、AD；
11、ABC；12、BD；
13、【答案】(1) F, F' ；(2) 不變；(3) B (4) AD
14、【答案】(1) 彈簧測力計；橡皮筋；(2) A；(3) B。

15、【答案】(1) 30° (2) $\frac{\sqrt{3}}{5}$

【解析】(1) 設細繩對 B 的拉力 T ，由平衡條件可得： $F \cos 30^\circ = T \cos \theta$ ，

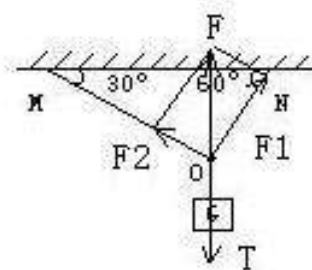
$$F \sin 30^\circ + T \cos \theta = mg, \text{ 解得 } T = 10\sqrt{3}N, \tan \theta = \frac{\sqrt{3}}{3}, \text{ 即 } \theta = 30^\circ$$

(2) 設細繩對 B 的拉力為 T' ，由牛頓第三定律， $T' = T$ ，對 A，由平衡條件可得：

$$T' \sin \theta + mg = F_N, T' \cos \theta = \mu F_N, \text{ 解得 } \mu = \frac{\sqrt{3}}{5}$$

16、【答案】 $\frac{\sqrt{3}}{2}G$ ； $\frac{G}{2}$

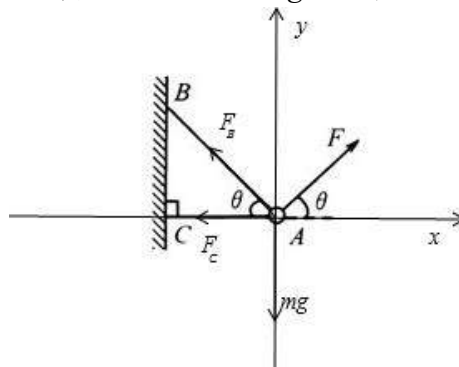
【解析】受力分析圖如右圖所示，以 O 點為研究對象，由於靜止，故 ON 繩的拉力 F_1 與 OM 繩的拉力 F_2 的合力 F 必彈力 T 平衡，由於 $T=G$ ，



故： $F_1 = G \cos 30^\circ (= \frac{\sqrt{3}}{2}G)$ $F_2 = G \sin 30^\circ (= \frac{G}{2})$

17、【答案】 $\frac{20}{\sqrt{3}}N \leq F \leq \frac{40}{\sqrt{3}}N$

【解析】對 A 球受力分析，受到拉力 F ，重力 mg ，兩根細繩的拉力 F_B 、 F_C ，



如圖所示，

根據平衡條件，有：

$$x \text{ 方向：} F \cos 60^\circ = F_C + F_B \cos 60^\circ$$

$$y \text{ 方向：} F \sin 60^\circ + F_B \sin 60^\circ = mg$$



解得： $F_B = \frac{2\sqrt{3}}{3}mg - F$ ； $F_C = F - \frac{\sqrt{3}}{3}mg$

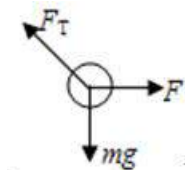
當 $F_B=0$ 時， F 最大，為： $F_{max} = \frac{2\sqrt{3}}{3}mg = \frac{40\sqrt{3}}{3}N$ ；

當 $F_C=0$ 時， F 最小，為： $F_{min} = \frac{\sqrt{3}}{3}mg = \frac{20\sqrt{3}}{3}N$ ；

故拉力 F 的範圍為： $\frac{20}{\sqrt{3}}N \leq F \leq \frac{40}{\sqrt{3}}N$.

18、【答案】 (1) $x_1 = \frac{mg \tan \theta}{k}$ (2) $x_2 = 0$ (3) $F_T = \sqrt{(mg)^2 + F^2}$

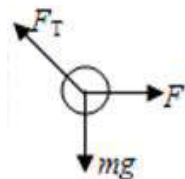
【解析】 (1) 取 B 球受力分析，如圖：



根據平衡條件，可知： $kx_1 = mg \tan \theta$ ，解得： $x_1 = \frac{mg \tan \theta}{k}$

(2) 當 OA 線處於豎直狀態時， A 球受到重力，豎直向上的拉力，彈簧中的彈力應為零，所以有 $x_2 = 0$.

(3) 小球受力如圖所示：



由平行四邊形定則可得： $F_T = \sqrt{(mg)^2 + F^2}$



第四章：牛頓運動定律（16 課時）

1.1 整章概述

1·總體概述

牛頓運動定律是力學的基石，是人類探索大自然的有效工具，“只有懂得了動力學的知識，才能根據物體所受的力確定物體的位置、速度變化的規律，才能夠創造條件來控制物體的運動”（新教材語）掌握好牛頓運動定律的相關知識，就能夠正確理解天體運動現象、還能夠幫助理解有關地理中的一些現象，為中學生正常開展航模、遙控等做理論準備，為增強中學生對宇宙探索的興趣，以至於將來從事此方面的工作，本章起著一個引路人的作用。

2·對比分析

新課標中：從知識、技能、情感態度和價值觀三方面分別用：了解、理解、解釋、應用、探究、認識、體會、知道等詞語表明對各部分知識的要求。

（2）課標教材與老教材的對比

老教材中本章內容的先後次序為：牛頓第一定律→物體運動狀態的改變→牛頓第二定律→牛頓第三定律→力學單位制→牛頓定律的應用→超重和失重→慣性系和非慣性系→牛頓定律的適用範圍。

新課標教材中本章內容的先後次序為：牛頓第一定律（以小字說明了物體運動狀態的改變；以科學漫步的形式介紹了慣性系和非慣性系，但不講慣性力）、→實驗：探究加速度與力、質量的關係→牛頓第二定律（老教材中這兩節放在一起）→力學單位制→牛頓第三定律→用牛頓定律解決問題（一）→用牛頓定律解決問題（二）（此節介紹共點力的平衡條件，超重和失重）。

老教材的編排次序，強調了知識體系的整體性，嚴謹性和系統性，忽視了學生在接受知識時的繼承性和循序漸進的規律，而新課標的編排次序更便於學生對知識的接受，體現了對學生的人文關懷，降低了難度，同時又兼顧了知識體系的整體性。

除了教材的編排次序發生了一些變化外，有些內容在新課標中的表述方式也發生了一些變化，如對慣性的說明：物體“都具有抵抗運動狀態變化的“本領”。但這種“本領”的大小是不一樣的”。這樣的變化更容易讓學生理解慣性是物體的固有屬性。再如對慣性系和非慣性系的說明：不再獨立成為一節內容，而是放在科學漫步中，既體現了對學生知識面的拓展，又降低了難度，同時在這部分，不直接給出牛頓定律的適用範圍，但通過仔細閱讀教材內容，可以從中“悟”出牛頓定律的適用範圍，體現了新教材的開放性，讓學生養成獨立思考，歸納總結的習慣。

對於本章中的重要實驗——牛頓第二定律的得出，新教材大大增加了篇幅，從日常生活中的事實提出問題——物體的加速度與物體受到的力以及物

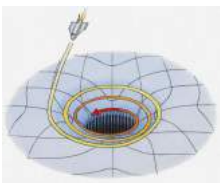


體的質量存在怎樣的定量關係？進一步進行大膽猜想，提出實驗方案，最後落實到如何測量相關物理量以及怎樣由結果得出結論。這種方式一改過去老教材中直接給出實驗方案，學生被動接受，學生的主觀性得不到體現，老師完全在講課本，學生的智力發展難以提高。新教材的這種變化，可以使學生很容易參與其中，並給學生一種模式——如何提出問題，如何解決問題。

作業的佈置與老教材相比沒有大的變化，似乎更平易近人，貼近生活了。如：老教材中有道題“有人認為，既然作用力與反作用力總是大小相等，方向相反，作用在一條直線上，這兩個力就是相互平衡的力。這種說法對不對？如果不對，錯在哪里？說明理由。”新教材中“小強說：“我記得在初中學過，如果兩個力的大小相等，方向相反，這兩個力就會相互平衡，看不到作用效果了。既然作用力和反作用力也是大小相等，方向相反的，它們也應該相互平衡呀！”應該怎樣解答小強的疑問？”

1.2 課題中與基本學力要求對應的教學內容

課題中與基本學力要求對應的教學內容	基本學力要求指標
<p style="text-align: center;">A 知識目標</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 理解力和運動的關係，知道物體的運動不需要力來維持。 2. 理解牛頓第一定律，知道它是邏輯推理的結果，不受力的物體是不存在的。 3. 理解慣性的概念，知道質量是慣性大小的量度。 4. 理解物體運動狀態的變化快慢，即加速度大小與力有關，也與質量有關。 5. 通過實驗探究加速度與力和質量的定量關係。 6. 培養學生動手操作能力。 7. 掌握牛頓第二定律的文字內容和數學公式。 8. 理解公式中各物理量的意義及相互關係。 9. 知道在國際單位制中力的單位“牛頓”是怎樣定義的。 10. 會用牛頓第二定律的公式進行有關的計算。 11. 了解什麼是單位制，知道力學中的三個基本單位。 12. 認識單位制在物理計算中的作用。 13. 知道作用力和反作用力的概念。 14. 理解牛頓第三定律的確切含義。 15. 能用牛頓第三定律解決簡單問題。 16. 進一步學習分析物體的受力情況，並能結合物體的運動情況進行受力分析。 17. 掌握應用牛頓運動定律解決動力學問題的基本思路方法。 	<p>A-4 初步學會利用事實、經驗或科學理論進行邏輯推理作出假設。</p> <p>A-5 嘗試運用批判性思維對問題提出有創意的構想和具可行性的解決方案。</p> <p>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。</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>



18. 能夠從物體的受力情況確定物體的運動情況。能夠從物體的運動情況確定物體的受力情況。
19. 理解共點力作用下物體平衡狀態的概念，能推導出共點力作用下物體的平衡條件。
20. 會用共點力平衡條件解決有關力的平衡問題。
21. 通過實驗認識超重和失重現象，理解產生超重、失重現象的條件和實質。
22. 進一步熟練掌握應用牛頓運動定律解決問題的方法和步驟。

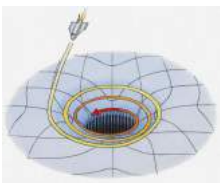
B 情意目標

1. 培養科學研究問題的態度。
2. 利用生活中的例子來認識慣性與質量的關係。鼓勵學生大膽發言，並學以致用。
3. 通過實驗探究激發學生的求知欲和創新精神。
4. 使學生養成實事求是的科學態度，樂於探究自然界的奧秘，能體驗探索自然規律的艱辛與喜悅。
5. 培養學生的合作意識，相互學習、交流、共同提高的學習態度。
6. 滲透物理學研究方法的教育，體驗物理方法的魅力。
7. 使學生理解建立單位制的重要性，了解單位制的基本思想。
8. 了解度量衡的統一對中國文化的發展所起的作用，培養學生的愛國主義情操。
9. 讓學生了解單位制與促進世界文化的交流和科技的關係。
10. 通過一些單位的規定方式，了解單位統一的重要性，並能運用單位制對計算過程或結果進行檢驗。
11. 培養學生將物理知識應用於生活和生產實踐的意識，勇於探究與日常生活有關的物理問題。
12. 利用高科技成果激發學生的求知欲。培養學生科學嚴謹的求實態度及解決實際問題的能力。
13. 培養學生合作交流的願望，能主動與他人合作的團隊精神，敢於提出與別人不同的見解。
14. 滲透“學以致用”的思想，有將物理知識應用於生產和生活實踐的意識，勇於探究與日常生活有關的物理問題。
15. 培養學生聯繫實際、實事求是的科學態度和科學精神。

C 技能目標

1. 培養分析問題的能力，要能透過現象了解事物的本質，不能不加研究、分析而只憑經驗，對物理問題決不能主觀臆斷。正確地認識力和運動的關係。
2. 使學生掌握在研究三個物理量之間關係時，用控制變數法實

B-7 了解伽利略和牛頓對科學的貢獻及其實驗方法在科學發展中的重要性。



現。

3. 指導學生根據原理去設計實驗，處理實驗數據，得出結論。
4. 幫助學生會分析數據表格，利用圖象尋求物理規律。
5. 以實驗為基礎，歸納得到物體的加速度跟它的質量及所受外力的關係，進而總結出牛頓第二定律。
6. 認識到由實驗歸納總結物理規律是物理學研究的重要方法。
7. 讓學生認識到統一單位的必要性。
8. 使學生了解單位制的基本思想。
9. 培養學生在計算中採用國際單位，從而使運算過程的書寫簡化。
10. 通過學過的物理量了解單位的重要性，知道單位換算的方法。
11. 通過生活中的作用力和反作用力的事例，體驗作用力和反作用力的不同作用效果。
12. 通過實驗探究得出牛頓第三定律,體會實驗在發現自然規律中的作用。
13. 培養學生利用物理語言表達、描述物理實際問題的能力。
14. 幫助學生提高資訊收集和處理能力，分析、思考、解決問題能力和交流、合作能力。
15. 幫助學生運用實例總結歸納一般問題解題規律的能力。讓學生認識數學工具在物理問題中的作用。
16. 培養學生的分析推理能力和實驗觀察能力。
17. 培養學生處理三力平衡問題時一題多解的能力。
18. 引導幫助學生歸納總結發生超重、失重現象的條件及實質。



第一課題 §4.1 牛頓第一定律 (1 課時)

一、課前自主預習學案

牛頓第一定律

【學習目標】

1. 知道伽利略的理想實驗及其主要推理過程和推論，知道理想實驗是科學研究的重要方法。
2. 理解牛頓第一定律的內容及意義。
3. 知道什麼是慣性，會正確地解釋有關慣性的現象。

【學習重點】

1. 對牛頓第一運動定律和慣性的正確理解。
2. 牛頓第一定律及其應用

【學習難點】

伽利略的理想實驗、牛頓第一定律的理解

【方法指導】

自主探究、交流討論、自主歸納

【學習過程】

任務一、對力和運動的關係的認識

- 1、對力和運動關係的看法（認真閱讀教材 p68 頁完成下列問題）

代表人物	對力和運動關係的看法
亞裏士多德	
伽利略	
笛卡兒	

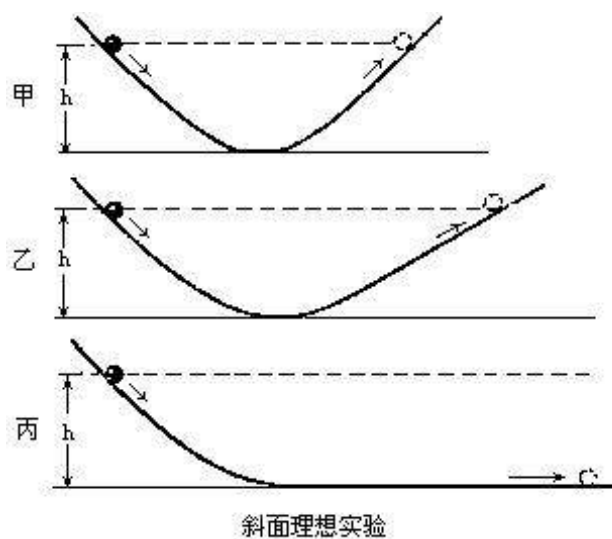
（提出問題）（1）靜止的物體若沒有力的作用就運動不起來；（2）運動的物體若去掉推力，就會停下來，但是不是去掉推力，物體就立即停下來？（3）設想：若果接觸面光滑，物體將會怎麼樣？

2. 伽利略的理想實驗



- ① (實驗事實) 兩個斜面，小球從一個斜面的某一高度滾下，將到達另一個斜面的某一高度
- ② (科學推想) 若另一個斜面光滑，則小球一定會滾到另一斜面的_____高度
- ③ (科學推想) 若降低另一個斜面的坡度，則小球高度，不過，在另一個斜面上將滾得更遠
- ④ (科學推想) 若把另一個斜面改成光滑的水平面，則物體將_____。

理想實驗是建立在可靠的基礎上的一種科學方法。



做一做： 1、伽利略理想實驗將可靠的事實和理論思維結合起來，能更深刻地反映規律，有關的實驗程式內容如下：

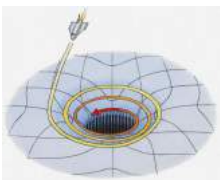
- (1) 減小第二個斜面的角度，小球在這個斜面上仍要達到原來的高度。
- (2) 兩個對接的光滑斜面，使靜止的小球沿一個斜面滾下，小球將滾上另一個斜面。
- (3) 如果沒有摩擦，小球將上升到釋放的高度。
- (4) 繼續減小第二個斜面的傾角，最後使它處於水平位置，小球沿水平面做持續的勻速運動。

請按程式先後次序排列，並指出它究竟屬於可靠事實，還是通過思維過程的推論，下列選項中正確的是：()

- A · 事實 2→事實 1→推論 3→推論 4
B · 事實 2→推論 1→推論 3→推論 4
C · 事實 2→推論 3→推論 1→推論 4
D · 事實 2→推論 1→推論 4

任務二、牛頓第一定律

1、牛頓的總結：一切物體總保持_____狀態或_____狀態，除非



迫使它改變這種狀態，這就是牛頓第一定律。

①牛頓第一定律反映了力不是_____，力是_____。

②牛頓第一定律不是實驗定律，是在可靠的實驗事實的基礎上，利用邏輯思維對事物進行分析的產物，**不能用實驗直接驗證。**

③提出了慣性的概念，它在牛頓運動定律中有極其重要的地位。

任務三、慣性

1、物體_____的性質，叫做慣性。

慣性是物體的_____，與物體的運動狀態、物體是否受力均無關；是慣性大小的量度，

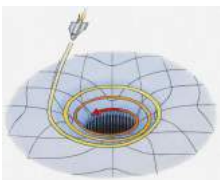
_____越大，慣性就越大；_____越小，慣性就越小。

①任何物體都有慣性，任何狀態下都有慣性（錯誤的說法：只有在勻速直線運動或靜止的狀態時才有慣性）

②慣性不是一種力（錯誤的說法：物體受到慣性力的作用，所以要保持原有的運動狀態）

③慣性有大小，慣性的大小只與物體的質量有關，質量大，慣性就大；或者說：質量是慣性大小的量度。（錯誤的說法：速度大的物體慣性大）

做一做：一列在平直鐵路上勻速行駛的火車，當車廂裏的人看到車廂內水平桌面上的小球突然向前運動時，說明火車是突然加速還是突然減速運動？



二、新課教學：§4.1 牛頓第一定律

課題	§4.1 牛頓第一定律		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2017.12.04	課型	新授課		課時	1 課時

2.1 教材分析

牛頓第一定律揭示了運動和力的關係，是牛頓物理學的基石，力學的第一原理，它破除了長達兩千年以來亞裏士多德的錯誤，改變了人類的自然觀和世界觀，本身還包含著力、慣性和參考系的科學概念，是物理學理論的支柱和基石。在教學中，不能把它看作牛頓第二定律的特殊情況，它意在引導學生了解科學的發現和發展。本節課採用的理想實驗法，在物理研究中具有十分重要的地位和作用。

本課程的教學設計，主要是讓學生通過動手實驗和利用貼近學生生活的實例，達到突破重難點的目的。

2.2 教學目標

(一) 知識與技能

- 1.理解力和運動的關係，知道物體的運動不需要力來維持。
- 2.理解牛頓第一定律，知道它是邏輯推理的結果，不受力的物體是不存在的。
- 3.理解慣性的概念，知道質量是慣性大小的量度。

(二) 過程與方法

培養分析問題的能力，要能透過現象了解事物的本質，不能不加研究、分析而只憑經驗，對物理問題決不能主觀臆斷。正確地認識力和運動的關係。

(三) 情感態度與價值觀

- 1.培養科學研究問題的態度。
- 2.利用生活中的例子來認識慣性與質量的關係。鼓勵學生大膽發言，並學以致用。

2.3 教學重點

- 1.理解力和運動的關係。
- 2.理解牛頓第一定律，知識慣性與質量的關係。

2.4 教學難點

慣性與質量的關係。



2.5 教學過程

導入新課

常識導入

1.我國公安交通部門規定，從1993年7月1日起，在各種小型車輛前排乘坐的人（包括司機）必須系好安全帶，為什麼？

2.常見的柴油機、電動機等機器的底座非常沉重，而參加作戰任務的戰鬥機卻要拋掉副油箱以減小質量，這是為什麼呢？你能解釋一下嗎？

情景導入

用多媒體播放牛耕地的畫面：牛耕地時，牛拉著犁前進；牛停止拉犁，犁也停止運動。邊播放邊介紹，牛拉犁，犁前進；牛停犁也停。由此看來，必須有力作用在物體上，物體才運動；沒有力作用在物體上，物體就不運動——兩千多年前古希臘科學家亞裏士多德就得出了這樣的結論，這個結論正確嗎？

學生討論，教師借機導入新課。

推進新課

一、理想實驗的魅力

自主探究

讓學生利用桌子上的器材，自主設計實驗，分別研究：

- 1.力推物動，力撤物停。
- 2.力撤物不停。

供選用器材：小車、小球、毛巾、玻璃板、斜槽、刻度尺等。

學生操作時，教師巡迴指導學生完成以下操作：

- 1.桌子上鋪毛巾，小車放在毛巾上，推它就動，不推就停；
- 2.將毛巾換成玻璃板，或直接用桌面，把小車在桌面或玻璃板上推一下，它運動一段時間才停下來。

學生操作結束後，教師可以讓一個學生說一下他的操作過程及看到的現象，由此可以得到結論。

結論：物體的運動不需要力來維持。

為了證明這個結論的正確性，再讓學生舉出一些其他的實例來說明。如：蹬一段時間自行車後停止蹬車，自行車還會滑行一段距離；在冰面上踢出去的冰塊要運動一段距離才停止運動；空中飛行的飛機制動後仍然還會向前滑翔；射出槍膛的子彈等等。

既然物體的運動不需要力來維持，剛才的兩個實驗為什麼會出現兩種現象呢？矛盾出現在哪里呢？下面用小球來做個對比實驗。

實驗探究

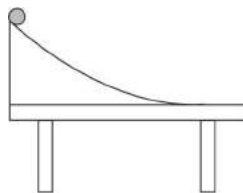




圖 4-1-1

A.使斜槽下端與桌子上鋪好的毛巾吻合，讓小球從斜槽上自由滾下，標出小球在毛巾上滾動的距離；

B.使斜槽下端直接與桌面吻合，讓小球從斜槽上同一位置自由滾下，標出小球在桌面上滾動的距離；

C.使斜槽下端與桌面上的玻璃吻合，讓小球從斜槽上同一位置自由滾下，標出小球在玻璃上滾動的距離。

通過觀察對比實驗，讓學生分析實驗，總結實驗：

接觸面越光滑，小球滾動的距離越遠。

結論：運動小球停下來的原因是受到摩擦力的作用。

為了引出伽利略的理想實驗，教師可繼續設疑：若接觸面光滑無摩擦小球會怎樣？

學生討論、交流，大膽猜想。（充分發揮學生的想像空間，發散思維）

在學生討論交流的基礎上，結合實驗進一步總結。

結論：物體的運動不需要力來維持。力撤物停的原因是因為摩擦力。若無摩擦力，運動物體會一直運動下去。最早發現這一問題的科學家是伽利略，他是怎樣研究這個問題的呢？

（課件展示）用多媒體播放伽利略的理想實驗（邊播放邊介紹）要動態出以下效果：

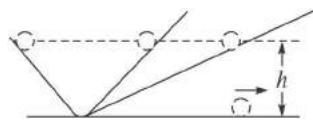


圖 4-1-2

A.對稱斜面，無摩擦小球滾到等高。

B.減小另一側斜面傾角，小球從同一位置自由釋放要滾到等高，滾動距離越遠。

C.把另一側斜面放平，小球要到等高，就會一直滾下去。

根據這一現象伽利略得出了：運動的物體若不受力，物體將勻速運動下去。

為了驗證這個理論的正確性，下面通過氣墊導軌實驗來驗證一下：

（介紹氣墊導軌、光電門工作原理）

演示 1：利用氣墊導軌消除摩擦，讓滑塊在導軌上滑動，利用光電門測出滑塊在不同位置的速度。

學生記錄數據並比較，感受伽利略理論的正確性。

讓學生閱讀課本找出：

- 1.伽利略的觀點。
- 2.笛卡兒的補充和完善。
- 3.牛頓第一定律。

對比三個人的觀點，他們都是敘述力和運動關係的，誰的更全面？



學生回答問題：

1.伽利略：物體不受力時，運動的物體一直做勻速直線運動。

2.笛卡兒：物體不受力時，物體將永遠保持靜止或運動狀態，永遠不會使自己沿曲線運動，而只保持在直線上運動。

3.牛頓：一切物體總保持勻速直線運動狀態或靜止狀態，除非作用在它上面的力迫使它改變這種狀態。

綜上所述，牛頓第一定律更全面、更完善。

二、牛頓物理學的基石——慣性定律

為了進一步加深對牛頓第一定律的理解，培養學生理解問題的能力，教師可繼續設疑：既然牛頓第一定律更完善，那麼它從幾個方面闡述了力和運動的關係？

讓學生討論交流並回答：

兩個方面：不受力時，物體保持勻速直線運動狀態或靜止狀態；受力時，力迫使它改變運動狀態。

在學生回答基礎上，進一步總結：

力不是維持物體運動狀態的原因，力是改變物體運動狀態的原因。

設疑：牛頓第一定律能否用實驗來驗證？

結論：不能，因為不受力作用的物體是不存在的。

受力但合力為零可看作不受力。在學生回答的基礎上，作出肯定，並指出：牛頓第一定律雖然所描述的是一種理想化狀態，但它卻正確揭示了自然規律。

三、慣性與質量

演示 2：在小車上豎放一長條木塊，讓小車在光滑玻璃板上運動，前面固定一個物體，當車被物塊擋住時，車上的木塊向前傾倒，為什麼？

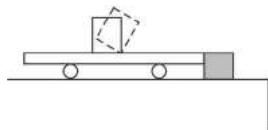


圖 4-1-3

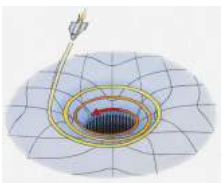
引導學生分析：木塊隨車一起運動，當車被擋住時，車停止運動，木塊的下半部分受到車的摩擦作用也隨車停止運動，而上半部分由於要保持原來的運動狀態，故向前傾倒。物體這種保持原來運動狀態不變的性質叫慣性。

舉例說明：①木塊立在靜止的車上，忽然拉動小車，木塊後傾。

②人站在勻速行駛的車廂內豎直向上跳起，仍落回原地。

總結：慣性是指物體具有保持原來勻速直線運動狀態或靜止狀態的性質。

從牛頓第一定律我們得知，一切物體都有保持它們原來的勻速直線運動或靜止狀態的性質，所以牛頓第一定律又叫慣性定律。當力迫使它改變這種狀態時，它就會有抵抗運動狀態改變的“本領”。這個“本領”與什麼因素有關？請大家通過實例分析。



討論交流：載重貨車啟動時，由靜止到高速得需要較長一段時間；百米衝刺到終點後，體重大的運動員較難停下來。

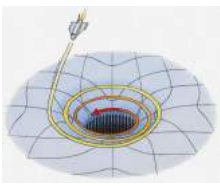
通過這樣的實例分析，使學生總結出：運動狀態變化的難易程度與質量有關。

結論：慣性大小與質量有關，質量大的物體慣性大；質量小的物體慣性小。

2.6 教學反思

通過本節的學習，我們知道了：

1. 歷史上幾位科學家對力和運動關係的看法和研究.
2. 伽利略得到力和運動關係的研究方法.
3. 牛頓第一定律的內容.
4. 慣性及應用慣性知識解決實際問題的方法.



三、課後練習：§4.1 牛頓第一定律

【達標檢測】

1. 根據牛頓第一定律，我們可以得到如下的推論 ()
 - A. 靜止的物體一定不受其他外力作用
 - B. 慣性就是質量，慣性是一種保持勻速運動或靜止狀態的特性
 - C. 物體的運動狀態發生了改變，必定受到外力的作用
 - D. 力停止作用後，物體就慢慢停下來
2. 伽利略的理想實驗證明了 ()
 - A. 要物體運動必須有力作用，沒有力作用物體將靜止
 - B. 要物體靜止必須有力作用，沒有力作用物體就運動
 - C. 物體不受外力作用時，一定處於靜止狀態
 - D. 物體不受外力作用時，總保持原來的勻速直線運動或靜止狀態
3. 關於慣性，下述哪些說法是正確的 ()
 - A. 慣性除了跟物體質量有關外，還跟物體速度有關
 - B. 物體只有在不受外力作用的情況下才能表現出慣性
 - C. 乒乓球可快速抽殺，是因為乒乓球的慣性小的緣故
 - D. 戰鬥機投入戰鬥時，必須丟掉副油箱，減小慣性以保證其運動的靈活性
4. 下列說法中正確的是 ()
 - A. 運動越快的汽車越不容易停下來，是因為汽車運動得越快，慣性越大
 - B. 小球由於重力的作用而自由下落時，它的慣性就不存在了
 - C. 一小球被豎直上拋，當拋出後能繼續上升，是因為小球受到了向上的推力
 - D. 物體的慣性是物體保持勻速直線運動狀態或靜止狀態的一種屬性，與物體的速度大小無關
5. 關於慣性，下列說法正確的是 ()
 - A. 慣性是一切物體的基本屬性
 - B. 物體的慣性與物體的運動狀態無關
 - C. 物體運動快，慣性就大
 - D. 慣性大小用物體的質量大小來量度
6. 關於牛頓第一定律，以下說法正確的是 ()
 - A. 牛頓第一定律是依靠實驗事實，直接歸納總結得出的
 - B. 牛頓第一定律是以可靠實驗為基礎，通過抽象出理想化實驗而得出的結論
 - C. 根據牛頓第一定律可知，力是維持物體運動的原因
 - D. 根據牛頓第一定律可知，力是改變物體速度的原因
7. 下列關於慣性的說法中，正確的是.....()
 - A. 人走路時沒有慣性，被絆倒時有慣性
 - B. 百米賽跑到終點時不能立即停下是由於慣性，停下時就沒有慣性了
 - C. 物體沒有受外力作用時有慣性，受外力作用後慣性被克服了
 - D. 物體的慣性與物體的運動狀態及受力情況均無關



第二課題 §4.2 實驗：探究加速度與力、質量的關係（3 課時）

一、課前自主預習學案

實驗：探究加速度與力、質量的關係

【學習目標】

- 1、學會用控制變數法研究物理規律，
- 2、學會怎樣由試驗結果得出結論，
- 3、探究加速度與力、質量的關係

【學習重點】

探究加速度與力、質量的關係

【學習難點】

由實驗結果得出結論，

【方法指導】

自主探究、交流討論、自主歸納

【學習過程】

（認真閱讀教材 p71-74 頁完成下列問題）

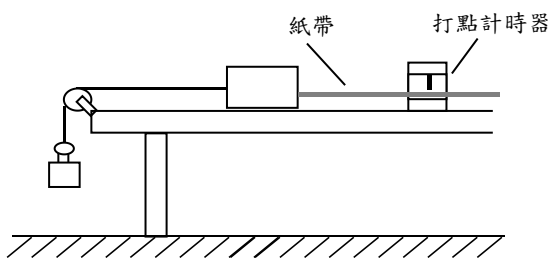
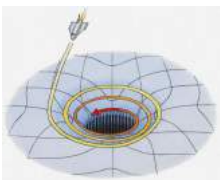
一、 實驗目的

- 1、探究加速度與力、質量的關係：當質量一定是，加速度與力成_____；當作用力一定是，加速度與質量成_____。

二、 實驗原理

- 1、採用控制變數法：當研究對象有兩個以上的參量發生牽連變化時，我們設法控制某些參量使之不變化，而研究其中_____的變化的方法。本試驗有 F m a 三個參量，研究加速度與力、質量的關係時，我們先控制一個變數。即當力不變時，加速度與_____的關係；當質量不變時，加速度與_____的關係。

- 2、要測量的物理量有：



三、 實驗器材

打點計時器，紙帶及複寫紙片，小車，一端附有定滑輪的長木板，小桶和砂，細繩，導線，天平，_____，砝碼。

四、 實驗步驟

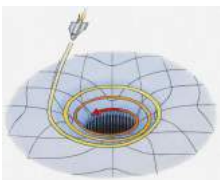
- 1、 用天平測出小車和小桶的質量 M 和 M' ，把數值記錄下來。
- 2、 按圖把實驗器材裝好，不掛小桶。
- 3、 平衡摩擦力：在長木板的不帶定滑輪的一端下面墊上一塊薄木塊，讓小車能在其上面做勻速運動。
- 4、 把細繩系在小車上並繞過滑輪懸掛小桶，先接通電源在放開小車，取下紙帶並標上號碼。
- 5、 保持質量不變，做上述試驗，把力對應的紙帶標好。
- 6、 保持力不變，做上述試驗，將質量對應的紙帶標好。
- 7、 計算出加速度，作出加速度與力的圖像及加速度與質量得到數的圖像。

表一：

物理量	1	2	3	4	5	6
質量 M						
$1/M$						
加速度 a						

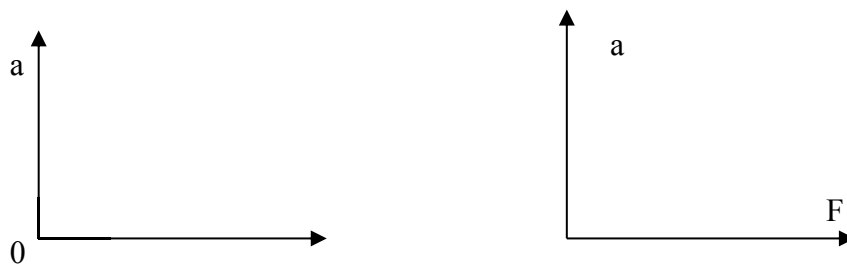
表二：

物理量	1	2	3	4	5	6
作用力 F						



加速度 a						
-------	--	--	--	--	--	--

畫出圖像：



實驗結論：物體的加速度與物體的_____成反比，與物體_____成正比。

五、典型例題

例題 1、再做“探究加速度與力、質量的關係”的實驗時，計算出個紙帶的加速度後，將加速度與力、質量的有關數值記入表中，如圖，

$a \text{ (m/s}^2\text{)}$	1.98	4.06	5.95	8.12
$F \text{ (N)}$	1.00	2.00	3.00	4.00

$a \text{ (m/s}^2\text{)}$	2.40	2.66	3.23	3.98
$1/M \text{ (kg}^{-1}\text{)}$	0.50	0.67	0.80	1.00

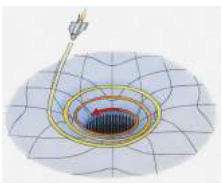
1、根據表中所列數據，分別劃出 $a-F$ 圖像和 $a-1/M$ 圖像。

2、從圖像可以判定：當 M 一定時， a 與 F 的關係是_____；

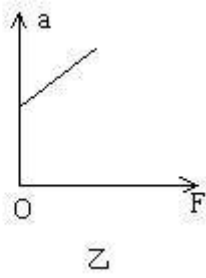
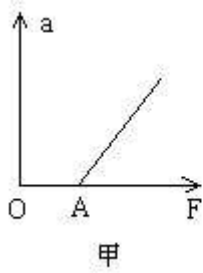
當 F 一定時， a 與 M 的關係是_____。

3、由 $a-F$ 圖像可知 $M=_____$ 。

4、由 $a-1/M$ 圖像可知 $F=_____$ 。



例題 2、某兩個同學分別按步驟做該實驗時，各自得到的圖像如圖甲和乙所示，則出現此種現象的原因甲是_____，乙是_____。





二、新課教學：§4.2 實驗：探究加速度與力、質量的關係

課題	§4.2 實驗：探究加速度與力、質量的關係		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2017.12.06	課型	新授課		課時	3 課時

2.1 教材分析

牛頓第二定律是動力學的核心規律，是本章重點和中心內容，而探究加速度與力和質量的關係是學習下一節的重要鋪墊。本節是探索規律的實驗，重點就是讓學生親身體驗探究過程。在教師的引導下學生動手、動腦進行設計研究，體會通過控制變數來研究物理規律的重要方法，在研究電阻、電容等實驗中都會用到此法。只有讓學生在實際的設計和操作中才能使學生體會到物理學研究的方法，達到掌握方法、提高能力的目的。

2.2 教學目標

（一）知識與技能

- 1.理解物體運動狀態的變化快慢，即加速度大小與力有關，也與質量有關。
- 2.通過實驗探究加速度與力和質量的定量關係。
- 3.培養學生動手操作能力。

（二）過程與方法

- 1.使學生掌握在研究三個物理量之間關係時，用控制變數法實現。
- 2.指導學生根據原理去設計實驗，處理實驗數據，得出結論。
- 3.幫助學生會分析數據表格，利用圖象尋求物理規律。

（三）情感態度與價值觀

- 1.通過實驗探究激發學生的求知欲和創新精神。
- 2.使學生養成實事求是的科學態度，樂於探究自然界的奧秘，能體驗探索自然規律的艱辛與喜悅。
- 3.培養學生的合作意識，相互學習、交流、共同提高的學習態度。

2.3 教學重點

- 1.怎樣測量物體的加速度。
- 2.怎樣提供和測量物體所受的力。

2.4 教學難點

指導學生選器材，設計方案，進行實驗，作出圖象，得出結論。



2.5 教學過程

導入新課

情景導入

多媒體播放十字路口紅綠燈時摩托車、載重汽車減速停止與加速啟動的畫面。

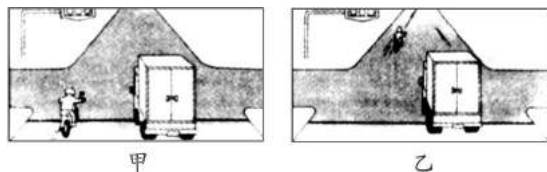


圖 4-2-1

通過以上畫面我們可以看出，摩托車啟動很快，而載重汽車啟動很慢，這是為什麼呢？

復習導入

復習提問：物體運動狀態的改變是指哪個物理量的改變？標誌物體運動狀態變化快慢的物理量是什麼？

回答：物體運動狀態的改變是指速度的改變，加速度是反映物體運動狀態變化快慢的物理量。

通過上一節學習，我們知道：物體的質量越大，物體的運動狀態越難改變；物體的質量越小，物體的運動狀態較易改變。請同學們根據上節所學知識及日常見聞實例猜測一下：加速度的大小與哪些物理量有關？

學生猜想：加速度的大小與物體的受力、質量有關。

推進新課

既然物體的加速度與物體的質量和它受到的力有關，到底存在怎樣的關係，請同學們討論一下，通過什麼實例可定性地說明它們之間的關係。

學生討論後回答：

1. 質量大的物體加速度小。如：並駕齊驅的大貨車與小汽車在相同的制動力下，小汽車停下來用的時間少。

2. 受力大的物體加速度大。如：賽車和普通小汽車質量相近，但賽車安裝了強大的發動機，牽引力大，提速很快。

點評：通過類似的實例使學生獲得感性認識，為下一步定量研究作好鋪墊。下面我們來定量探究一下這三個量之間的關係。

加速度的大小與物體的受力和物體的質量有關，那麼我們應用什麼方法來研究加速度的大小與物體的受力和物體的質量之間的定量關係呢？

學生思考後回答：可以先研究加速度與物體受力的關係，再研究加速度與物體的質量的關係。

教師總結：當研究三個物理量之間的關係時，先要保持某個量不變，研究另外兩個量之間的關係，再保持另一個量不變時，研究其餘兩個量之間的關係，然後綜合起來得出結論。這種研究問題的方法叫控制變數法，是物理學中研



究和處理問題時經常用到的方法。

下面通過控制變數法研究一下加速度與物體受力和質量的關係。

一、加速度與力的關係

讓學生閱讀課本，明確以下兩個方面內容：

1. 實驗的基本思路：保持物體的質量不變，測量不同力下的加速度，分析加速度與力的關係。

2. 實驗數據的分析：根據定性分析判斷結果：力越大，加速度越大，猜測 $a \propto F, F^n$ 。

(1) 設計表格，如：

次數 專案	1	2	3	4	5	6
F/N						
a/(m·s ⁻²)						

(2) 建立坐標系如圖 4-2-2：

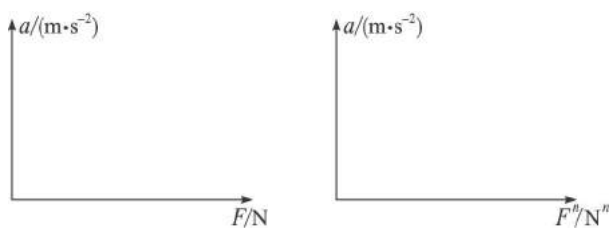


圖 4-2-2

(3) 描點

(4) 連線

通過得到的圖線，分析 a 與 F 的關係。實驗發現 a-F 圖像是一條過原點的直線。改變小車的質量重複上面步驟，看得出的圖象有什麼不同。

二、加速度與質量的關係

讓學生閱讀課本，明確以下兩個方面的內容：

1. 實驗的基本思路：保持物體受力不變，測量不同質量下的加速度，分析加速度與質量的關係。

2. 實驗數據的分析：根據定性分析判斷結果：質量越大，加速度越小，猜測 $a \propto \frac{1}{m}, \frac{1}{m^n}$

(1) 設計表格，如：

次數 專案	1	2	3	4	5	6
a/m·s ⁻²						
m/kg						



$\frac{1}{m} / \text{kg}^{-1}$						
$\frac{1}{m^n} / \text{kg}^{-n}$						

(2) 建立坐標系如圖 4-2-3： $a-\frac{1}{m}$ 或 $a-\frac{1}{m^n}$

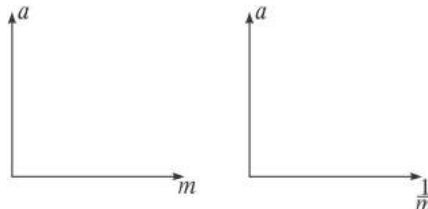


圖 4-2-3

(3) 描點

(4) 連線

得到圖線分析，分析 a 與 m 的關係。

為了增強學生做實驗的目的性，引導學生分析以下內容：

這個實驗需要測量的物理量有三個：物體的速度、物體所受的力、物體的質量。質量可用天平測量，本實驗要解決的主要問題是怎樣測量加速度和怎樣提供與測量物體受到的力。

三、制定實驗方案時的兩個問題

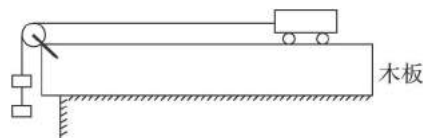


圖 4-2-4

1. 怎樣測量（或比較）物體的加速度，你能想到哪些方法？讓學生思考後回答：用如圖 4-2-4 所示的裝置：在一端有滑輪的長木板上，放一小車，通過細繩另一端的鈎碼拉小車。

(1) 讓物體做初速度為零的勻加速直線運動，用刻度尺測量物體運動的位移，用碼錶測量出運動的時間，由 $x = \frac{1}{2}at^2$ 公式算出。

(2) 讓物體做初速度為零的勻加速直線運動。在運動物體後安裝一條通過打點計時器的紙帶，根據紙帶上打出的點來測量加速度。

(3) 直接用加速度計測量。

總結：這些方法的共同特點是直接測出了加速度的大小，我們要探究的是加速度與其他量之間的比例關係，如果不直接測出加速度，我們能否找出加速度和質量之間的定量關係呢？

學生思考後回答：

① 如果測出兩個初速度為零的勻加速直線運動在相同時間內發生的位移



x_1 、 x_2 , 位移之比就是加速度之比.

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{x_1}{x_2}$$

②如果測出兩個初速度為零的勻加速直線運動物體在相同位移內所用時間 t_1 、 t_2 ，時間比的平方就是加速度之比的倒數.

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{t_2^2}{t_1^2}$$

2. 怎樣提供和測量物體所受的恒力.

現實中，除了真空中拋出或落下的物體（僅受重力）外，僅受一個力的物體幾乎是不存在的. 然而，一個單獨的力的作用效果與跟它大小、方向都相同的合力的作用效果是相同的，因此，實驗中力 F 的含義可以是物體所受的合力. 那麼，如何為一個運動的物體提供一個恒定的合力？如何測出這個合力呢？

交流討論：用前邊測加速度的器材，使物體做勻加速運動的力就是物體的合力，這個合力就等於鉤碼的重力. 通過改變鉤碼的個數就可以改變物體所受的合力，通過測量鉤碼的重力就可測得物體所受的合力.

注意事項：

(1) 在鉤碼質量遠小於小車質量的條件下，鉤碼的重力大小才近似等於小車所受合力. (至於為什麼，以後再討論)

(2) 小車在運動時還受到木板對它的滑動摩擦力，那麼我們如何減小滑動摩擦力，使物體所受的合力盡可能接近鉤碼的重力？

- 學生交流討論，大膽設想，並小組總結.

結論：(1) 換用接觸面光滑的木板.

(2) 平衡滑動摩擦力. 方法：將木板一端墊高，讓小車從木板上能勻速滑動.

根據上面討論的內容選定自己的實驗方案進行實驗，記錄實驗數據.

學生進行分組實驗，教師巡迴指導.

四、怎樣由實驗結果得出結論

學生分組實驗結束後，利用前面的方法處理實驗數據，分析得出實驗結論，讓小組代表發言.

教師對各小組學生的實驗方案、數據處理方法、實驗結論等情況進行評價，讓學生明確，只要設計方案合理，親身體驗探究過程，至於能否得出正確結果並不多麼重要.

2.6 教學反思

本節課以實驗為依據，採用控制變數法進行研究. 根據已掌握的物理知識自行設計實驗方案、探索物理規律是物理學研究的重要方法. 其基本思路是：

提出問題→猜想（作出假設）→進行實驗（收集數據）→數據分析→得出結論→反復驗證→得出定律.



三、課後練習：§4.2 實驗：探究加速度與力、質量的關係

【達標檢測】

1. 物體運動狀態的變化是指

A. 位移的變化 B. 速度的變化 C. 加速度的變化 D. 質量的變化

2. 以下物體在運動過程中，運動狀態不發生變化的是 ()

A. 小球做自由落體運動 B. 槍彈在槍筒中做勻加速運動

C. 沿斜坡勻速下滑的汽車 D. 汽車在水平面上勻速轉彎

3. 關於力和運動的關係，下列說法中正確的是 ()

A. 物體受力一定運動，力停止作用後物體也立即停止運動

B. 物體所受的合力越大，其速度越大

C. 物體受力不變時，其運動狀態也不變

D. 物體受外力的作用，其速度一定改變

4. 物體 A 的質量為 10 kg，物體 B 的質量為 20 kg，A、B 分別以 20 m/s 和 10 m/s 的速度運動，則 ()

A. A 的慣性比 B 大 B. B 的慣性比 A 大

C. A、B 的慣性一樣大 D. 不能確定

5. 關於力下列說法中確的是 ()

①力是使物體運動狀態改變的原因；②力是維持物體運動的原因；③力是改變物體慣性大小的原因；④力是使物體產生加速度的原因。

A. ①④ B. ①② C. ②③ D. ③④

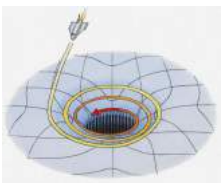
6. 下列說法中正確的是 ()

A. 物體不受力時，一定處於靜止狀態

B. 物體的速度等於零時，一定處於平衡狀態

C. 物體的運動狀態發生變化時，一定受到外力的作用

D. 物體的運動方向，一定是物體所受外力合力的方向



7. 一個物體受到四個力作用而靜止，當撤去其中的 F_1 ，而其他三個力不變時，物體將_____。

學習反思：



第三課題 §4.3 牛頓第二定律 (3 課時)

一、課前自主預習學案

牛頓第二定律 (課時 1)

【學習目標】

掌握牛頓第二定律的文字內容和數學公式
知道在國際單位制中力的單位“牛頓”是怎樣定義的
會用牛頓第二定律的公式進行有關的計算

【學習重點】

掌握牛頓第二定律的文字內容和數學公式
會用牛頓第二定律的公式進行有關的計算

【學習難點】

會用牛頓第二定律的公式進行有關的計算

【方法指導】

自主探究、交流討論、自主歸納

【學習過程】

任務一.牛頓第二定律的得出 (閱讀教材 p74 頁獨立完成下列填空)

- ① m 一定時，加速度與合外力成_____比；即：
 - ② F 一定時，加速度與質量成_____比；即：
 - ③ 綜合以上兩個因素，加速度與合外力和質量的關係表達為_____；
- 注意：實際物體所受的力往往不止一個，這時式中 F 指的是物體所受的合力
- ④ 如果 $k=1$ ，這樣牛頓第二定律可以表達為_____。
 - ⑤ 力的國際單位是_____，根據_____定義的。當物體的質量為

$m = 1\text{kg}$ ，在某力的作用下獲得的加速度為 $a = 1\text{m/s}^2$ ，由牛頓第二定律可得，

$$F = ma = \underline{\hspace{2cm}}$$

_____，我們就把它定義為 1 牛頓。

任務二、典型例題

(參閱教材 p75 頁分析，獨立完成，)

例 1、某質量為 1100kg 的汽車在平直路面試車，當達到 100km/h 的速度時關閉發動機，經過 70s 停下來，汽車受到的阻力是多大？重新起步加速時牽引力為 2000 N，產生的加速度應為多大？假定試車過程中汽車受到的阻力不變。



(小組討論) 總結牛頓第二定律應用時的一般步驟。

做一做：一個物體靜止在光滑水平面上，從某一時刻開始受到一個方向向右、大小為 5 N 的恒定外力作用，若物體質量為 5 kg，求物體的加速度。若 2 s 後撤去外力，物體的加速度是多少？物體 2 s 後的運動情況如何？

牛頓第二定律（課時 2）

【學習目標】

掌握牛頓第二定律的文字內容和數學公式

理解公式中各物理量的意義及相互關係

會用牛頓第二定律的公式進行有關的計算

【學習重點】

對牛頓第二定律的理解

會用牛頓第二定律的公式進行有關的計算

【學習難點】

對牛頓第二定律的理解

【方法指導】

自主探究、交流討論、自主歸納

【學習過程】

一. 牛頓第二定律

牛頓第二定律的表述：物體的加速度跟作用力成正比，跟物體的質量成反比。

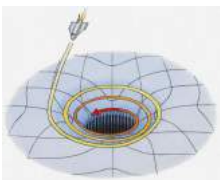
公式：_____

2、牛頓第二定律反映了加速度與力的關係

A、因果關係：公式 $F=ma$ 表明，只要物體所受合力不為零，物體就產生加速度，即力是產生加速度的_____。

B、向量關係：加速度與合力的方向_____。

C、瞬時對應關係：運算式 $F=ma$ 是對運動過程的每一瞬間都成立，加速度與力是同一時刻的對應量，即同時產生、同時變化、同時消失。



D、獨立對應關係：當物體受到幾個力的作用時，各力將獨立產生與其對應的加速度。但物體實際表現出來的加速度是物體各力產生的加速度_____的結果。

E、同體關係：加速度和合外力(還有質量)是同屬一個物體的，所以解題時一定把研究對象確定好，把研究對象全過程的受力情況都搞清楚。

3、 F _____ (可以或不可以) 突變， a _____ 突變， v _____ 突變。

4、牛頓第二定律只適用於慣性參考系，慣性參考系是指相對於地面靜止或勻速的參考系；牛頓第二定律只適用於宏觀低速運動的物體。

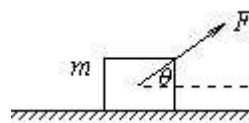
5、 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 是定義式、度量式； $a = \frac{F}{m}$ 是決定式。兩個加速度公式，一個是純粹從運動學(現象)角度來研究運動；一個從本質內因進行研究。

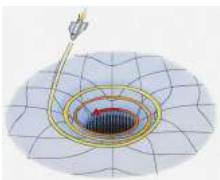
二、典型例題

例 2、一個物體，質量是 2 kg，受到互成 120° 角的兩個力 F_1 和 F_2 的作用。這兩個力的大小都是 10N，這兩個力產生的加速度是多大？

做一做、如圖所示，質量為 4 kg 的物體靜止於水平面上，物體與水平面間的動摩擦因數為 0.5，物體受到大小為 20N，與水平方向成 30° 角斜向上的拉力 F 作用時沿水平面做勻加速運動，求物體的加速度是多大？

(g 取 10 m/s^2)





二、新課教學：§4.3 牛頓第二定律

課題	§4.3 牛頓第二定律	設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2017.12.11 2017.12.12	課型	新授課	課時	3 課時

2.1 教材分析

牛頓第二定律是動力學部分的核心內容，它具體地、定量地回答了物體運動狀態的變化率，即加速度與它所受外力的關係，以及加速度與物體自身的慣性——質量的關係；況且此定律是聯繫運動學與力學的橋樑，它在中學物理教學中的地位和作用不言而喻，所以本節課的教學對力學是至關重要的。本節課是在上節探究結果的基礎上加以歸納總結得出牛頓第二定律的內容，關鍵是通過實例分析強化訓練讓學生深入理解，全面掌握牛頓第二定律，會應用牛頓第二定律解決有關問題。

2.2 教學目標

（一）知識與技能

1. 掌握牛頓第二定律的文字內容和數學公式。
2. 理解公式中各物理量的意義及相互關係。
3. 知道在國際單位制中力的單位“牛頓”是怎樣定義的。
4. 會用牛頓第二定律的公式進行有關的計算。

（二）過程與方法

1. 以實驗為基礎，歸納得到物體的加速度跟它的質量及所受外力的關係，進而總結出牛頓第二定律。
2. 認識到由實驗歸納總結物理規律是物理學研究的重要方法。

（三）情感態度與價值觀

滲透物理學研究方法的教育，體驗物理方法的魅力。

2.3 教學重點

牛頓第二定律應用

2.4 教學難點

牛頓第二定律的意義

2.5 教學過程

一、牛頓第二定律



師：通過上一節課的實驗，我們再一次證明了：物體的加速度與物體的合外力成正比，與物體的質量成反比。

師：如何用數學式子把以上的結論表示出來？

生： $a \propto F/m$

師：如何把以上式子寫成等式？

生：需要引入比例常數 k

$$a = kF/m$$

師：我們可以把上式再變形為 $F = kma$ 。

選取合適的單位，上式可以簡化。前面已經學過，在國際單位制中力的單位是牛頓。其實，國際上牛頓這個單位是這樣定義的：質量為 1 kg 的物體，獲得 1 m/s^2 的加速度時，受到的合外力為 1 N ，即 $1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$ 。

可見，如果各量都採用國際單位，則 $k=1$ ， $F=ma$

這就是牛頓第二定律的數學運算式。

師：牛頓第二定律不僅描述了 F 、 m 、 a 的數量關係，還描述了它們的方向關係，結合上節課實驗的探究，它們的方向關係如何？

生：質量 m 是標量，沒有方向。合力的方向與加速度方向相同。

師：對，我們如何用語言把牛頓第二定律表達出來呢？

生：物體的加速度跟所受的合力成正比，跟物體的質量成反比，加速度的方向跟合力的方向相同。

師：加速度的方向與合外力的方向始終一致，我們說牛頓第二定律具有同向性。

[討論與交流]

(多媒體演示課件)一個物體靜止在光滑水平面上，從某一時刻開始受到一個方向向右、大小為 5 N 的恒定外力作用，若物體質量為 5 kg ，求物體的加速度。若 2 s 後撤去外力，物體的加速度是多少？物體 2 s 後的運動情況如何？

學生進行分組討論

師：請同學們踴躍回答這個問題。

生：根據牛頓第二定律 $F=ma$ ，可得 $a=F/m$ ，代入數據可得 $a=1 \text{ m/s}^2$ ， 2 s 後撤去外力，物體所受的力為零，所以加速度為零。由於物體此時已經有了一個速度，所以 2 s 以後物體保持勻速直線運動狀態。

師：剛才這位同學說 2 s 後物體不再受力，那麼他說的對不對呢？

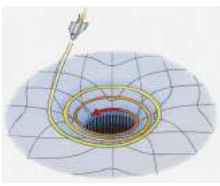
生：不對。因為此時物體仍然受到重力和水平地面對它的支持力。

師：那麼在這種情況下的加速度又是多少呢？

生：仍然是零，因為重力和支持力的合力為零，牛頓第二定律中物體所受的力是物體所受的合力，而不是某一個力。

師：非常好。以後我們在利用牛頓第二定律解題時一定要注意這個問題，即用物體所受的合力來進行處理。

[課堂訓練]



討論 a 和 F 合的關係，並判斷下麵哪些說法不對，為什麼。

- A. 只有物體受到力的作用，物體才具有加速度
- B. 力恒定不變，加速度也恒定不變
- C. 力隨著時間改變，加速度也隨著時間改變
- D. 力停止作用，加速度也隨即消失

答案：ABCD

教師點評：牛頓第二定律是表示力的瞬時作用規律，描述的是力的瞬時作用效果是產生加速度。物體在某一時刻加速度的大小和方向，是由該物體在這一時刻所受到的合外力的大小和方向來決定的。當物體所受到的合外力發生變化時，它的加速度隨即也要發生變化， $F=ma$ 對運動過程的每一瞬間成立，加速度與力是同一時刻的對應量，即同時產生、同時變化、同時消失。這就是牛頓第二定律的瞬時性。

師：根據牛頓第二定律，即使再小的力也可以產生加速度，那麼我們用一個較小的力來水平推桌子，為什麼沒有推動呢？這和牛頓第二定律是不是矛盾？

生：不矛盾，因為牛頓第二定律中的力是合力。

師：如果物體受幾個力共同作用，應該怎樣求物體的加速度呢？

生：先求物體幾個力的合力，再求合力產生的加速度。

師：好，我們看下麵一個例題。

多媒體展示例題

(例 1) 一物體在幾個力的共同作用下處於靜止狀態。現使其中向東的一個力 F 的值逐漸減小到零，又逐漸使其恢復到原值(方向不變)，則.....()

- A. 物體始終向西運動
- B. 物體先向西運動後向東運動
- C. 物體的加速度先增大後減小
- D. 物體的速度先增大後減小

生 1：物體向東的力逐漸減小，由於原來合力為零，當向東的力逐漸減小時，合力應該向西逐漸增大，物體的加速度增大，方向向西。當物體向東的力恢復到原值時，物體的合力再次為零，加速度減小。所以加速度的變化情況應該先增大後減小。

生 2：物體的加速度先增大後減小，所以速度也應該先增大後減小。

生 3：這種說法不對，雖然加速度是有一個減小的過程，但在整個過程中加速度的方向始終和速度的方向一致，所以速度應該一直增大，直到加速度為零為止。

師：對。一定要注意速度的變化和加速度的變化並沒有直接的關係，只要加速度的方向和速度的方向一致，速度就一直增大。

多媒體展示例題

(例 2) 某質量為 $1\,000\text{kg}$ 的汽車在平直路面上試車，當達到 72km/h 的速度時關閉發動機，經過 20s 停下來，汽車受到的阻力是多大？重新起步加速時牽引力為 $2\,000\text{N}$ ，產生的加速度應為多大？(假定試車過程中汽車受到的阻力不變)



生：物體在減速過程的初速度為 $72\text{km/h}=20\text{m/s}$ ，末速度為零，根據 $a=(v-v_0)/t$ 得物體的加速度為 $a=-1\text{m/s}^2$ ，方向向後。物體受到的阻力 $f=ma=-1000\text{N}$ 。當物體重新啟動時牽引力為 2000N ，所以此時的加速度為 $a_2=(F+f)/m=1\text{m/s}^2$ ，方向向車運動的方向。

師：根據以上的學習，同學們討論總結一下牛頓第二定律應用時的一般步驟。

1. 確定研究對象。
2. 分析物體的受力情況和運動情況，畫出研究對象的受力分析圖。
3. 求出合力。注意用國際單位制統一各個物理量的單位。
4. 根據牛頓運動定律和運動學規律建立方程並求解。

師：牛頓第二定律在高中物理的學習中佔有很重要的地位，希望同學們能夠理解牛頓第二定律並且能夠熟練地應用它解決問題。

【課堂訓練】

如圖 4—3—1 所示，一物體以一定的初速度沿斜面向上滑動，滑到頂點後又返回斜面底端。試分析在物體運動的過程中加速度的變化情況。

解析：在物體向上滑動的過程中，物體運動受到重力和斜面的摩擦力作用，其沿斜面的合力平行於斜面向下，所以物體運動的加速度方向是平行斜面向下的，與物體運動的速度方向相反，物體做減速運動，直至速度減為零。在物體向下滑動的過程中，物體運動也是受到重力和斜面的摩擦力作用，但摩擦力的方向平行斜面向上，其沿斜面的合力仍然是平行於斜面向下，但合力的大小比上滑時小，所以物體將平行斜面向下做加速運動，加速度的大小要比上滑時小。由此可以看出，物體運動的加速度是由物體受到的外力決定的，而物體的運動速度不僅與受到的外力有關，而且還與物體開始運動時所處的狀態有關。

2.6 教學反思

本節課通過對上節課探究實驗得到的結論進行歸納總結引出牛頓第二定律。牛頓第二定律的內容、比例式本身較簡單，但對牛頓第二定律深層理解和具體應用對學生來說有一定困難。本節課是通過多舉有針對性的實例，通過對實例的細緻分析來突破這些困難的。精講多練，注重總結歸納是本教學設計的特點。



三、課後練習：§4.3 牛頓第二定律

牛頓第二定律（課時 1）

【達標檢測】

1、下列對牛頓第二定律的運算式 $F=ma$ 及其變形公式的理解，正確的是：

A、由 $F=ma$ 可知，物體所受的合外力與物體的質量成正比，與物體的加速度成反比；

B、由 $m=F/a$ 可知，物體的質量與其所受的合外力成正比，與其運動的加速度成反比；

C、由 $a=F/m$ 可知，物體的加速度與其所受的合外力成正比，與其質量成反比；

D、由 $m=F/a$ 可知，物體的質量可以通過測量它的加速度和它所受到的合外力而求得。

2、在牛頓第二定律公式 $F=kma$ 中，有關比例常數 k 的說法正確的是：

A、在任何情況下都等於 1

B、 k 值是由質量、加速度和力的大小決定的

C、 k 值是由質量、加速度和力的單位決定的

D、在國際單位制中， k 的數值一定等於 1

3、已知甲物體受到 2N 的力作用時，產生的加速度為 4m/s^2 ，乙物體受到 3N 的力作用時，產生的加速度為 6m/s^2 ，則甲、乙物體的質量之比 $m_{\text{甲}}, m_{\text{乙}}$ 等於

A · 1 : 3

B · 2 : 3

C · 1 : 1

D · 3 : 2

4、一個物體受到 $F_1=4\text{N}$ 的力，產生 $a_1=2\text{m/s}^2$ 的加速度，要使它產生 $a_2=6\text{m/s}^2$ 的加速度，需要施加多大的力？

5、水平桌面上質量為 1kg 的物體受到 2N 的水平拉力，產生 1.5m/s^2 的加速度。

(1) 物體所受摩擦力為多大？

(2) 若水平拉力增至 4N，則物體將獲得多大的加速度？

牛頓第二定律（課時 2）



【達標檢測】

1、對靜止在光滑水平面上的物體施加一水平拉力，當力剛開始作用的瞬間（ ）

- A·物體立即獲得加速度，
- B·物體立即獲得速度，
- C·物體同時獲得速度和加速度，
- D·由與物體未來得及運動，所以速度和加速度都為零。

2、一小車在牽引力作用下在水平面上做勻速直線運動，某時刻起，牽引力逐漸減小直到為零，在此過程中小車仍沿原來運動方向運動，則此過程中，小車的加速度

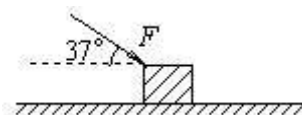
- A·保持不變
- B·逐漸減小，方向與運動方向相同
- C·逐漸增大，方向與運動方向相同
- D·逐漸增大，方向與運動方向相反

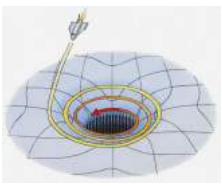
3、從牛頓第二定律知道，無論怎樣小的力都可以使物體產生加速度，可是當我們用一個微小的力去推很重的桌子時，卻推不動它，這是因為（ ）

- A·牛頓第二定律不適用於靜止的物體
- B·桌子的加速度很小，速度增量極小，眼睛不易覺察到
- C·推力小於靜摩擦力，加速度是負的
- D·桌子所受的合力為零

4、一物體質量為 1kg 的物體靜置在光滑水平面上，0 時刻開始，用一水平向右的大小為 2N 的力 F_1 拉物體，則物體產生的加速度是多大？若在 3 秒末給物體加上一個大小也是 2N 水平向左的拉力 F_2 ，則物體的加速度是多少？

5、地面上放一木箱，質量為 40kg，用 100N 的力與水平方向成 37° 角推木箱，如圖所示，恰好使木箱勻速前進。若用此力與水平方向成 37° 角向斜上方拉木箱，木箱的加速度多大？（取 $g=10\text{m/s}^2$ ， $\sin 37^\circ=0.6$ ， $\cos 37^\circ=0.8$ ）





學習反思：



第四課題 §4.4 力學單位制 (1 課時)

一、課前自主預習學案

力學單位制

【學習目標】

1. 知道什麼是單位制，知道基本單位和導出單位的含義及力學中三個基本單位。
2. 認識單位制在物理計算中的作用。
3. 知道在物理計算中必須採用同一單位制的單位，掌握用國際單位制的單位解題。

【學習重點】

1. 什麼是基本單位，什麼是導出單位。
2. 力學中的三個基本單位。
3. 單位制。

【學習難點】

統一單位後，計算過程的正確書寫。

【方法指導】

自主探究、交流討論、自主歸納

【學習過程】

任務一、基本概念（認真閱讀教材 p77-78 頁獨立完成下列問題）

1. 什麼是基本量，什麼是基本單位？力學中的基本單位都有哪些，分別對應什麼物理量？

2. 什麼是導出單位？你學過的物理量中哪些是導出單位？借助物理公式來推導。

3. 什麼是單位制？什麼是國際單位制？國際單位制中的基本單位共有幾個？它們分別是什麼？對應什麼物理量？

任務二、單位制在物理計算中的作用（認真閱讀並體會）



1、在物理計算中，如果所有的物理量都用同一單位制的單位表示，未知量的單位肯定也是_____表示，從而可省去計算過程中的單位帶入，使計算簡便。

2、物理公式在確定物理量間數量關係的同時，也確定了物理量間的_____關係。因此在解題中，可根據物理量的_____來粗略的判斷結果是否正確。如果所求的物理量的_____不對，結果一定錯誤。

注意：高中學習階段，要求計算時一律用力學國際單位制，故一定要掌握好力學國際單位制中物理量的單位(名稱和符號)。

例題：一個原來靜止的物體，質量是 7kg，在 14N 的恒力作用下，5s 末的速度是多大？5s 內通過的位移是多少？

【說明】題中的已知量都用國際單位制的單位來表示，得到的答案也是用國際單位制的單位來表示的，因此，解題時就沒有必要在式子中一一寫出各個物理量的_____，只要在式子末尾寫出所求量的_____就可以了。

做一做：一個原來靜止在光滑水平面上的物體，質量是 20kg，在兩個大小都是 50N 且互成 120° 角的水平外力作用下，3 s 末物體的速度是多大？3 s 內物體的位移是多少？



二、新課教學：§4.4 力學單位制

課題	§4.4 力學單位制		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2017.12.14	課型	新授課		課時	1 課時

2.1 教材分析

本節從牛頓第二定律數學運算式 $F=ma$ ，各物理量單位必須使用統一的國際單位制出發，引入新課，探究物理量的單位，培養學生邏輯推理、探究、創新的思維能力。由學生根據已學的物理量和日常生活中的事實，體驗數量後面必有單位，才能構成一個完整的概念。探究物理量單位如何確定及利用單位制對一些問題進行判斷。

2.2 教學目標

一、知識與技能

1. 了解什麼是單位制，知道力學中的三個基本單位；
2. 認識單位制在物理計算中的作用

二、過程與方法

1. 讓學生認識到統一單位的必要性。
2. 使學生了解單位制的基本思想。
3. 培養學生在計算中採用國際單位，從而使運算過程的書寫簡化。
4. 通過學過的物理量了解單位的重要性，知道單位換算的方法。

三、情感、態度與價值觀

1. 使學生理解建立單位制的重要性，了解單位制的基本思想。
2. 了解度量衡的統一對中國文化的發展所起的作用，培養學生的愛國主義情操。
3. 讓學生了解單位制與促進世界文化的交流和科技的關係。
4. 通過一些單位的規定方式，了解單位統一的重要性，並能運用單位制對計算過程或結果進行檢驗。

2.3 教學重點

1. 什麼是基本單位，什麼是導出單位。
2. 力學中的三個基本單位。
3. 單位制。



2.4 教學難點

統一單位後，計算過程的正確書寫

2.5 教學過程

(一) 預習檢查、總結疑惑

檢查落實知道了學生的預習情況並了解了學生的疑惑，使教學具有了針對性

(二) 情景導入、展示目標

展示張飛和姚明的圖片

師：大家都認識這兩個人吧。

生：認識，一個是張飛，一個是姚明。

師：那麼大家知道他們的身高是多少呢？

生：《三國演義》上說張飛身高9尺。

師：按照現在的計算方法，張飛的身高應該是多少？

生：三尺是1m，張飛的身高應該是3m。

師：姚明在當代應該是身高很高的人了，他的身高是多少？

生：2.26m。看起來張飛要比姚明高很多，打籃球一定挺厲害。

師：並不是張飛比姚明高，而是古代的尺和現代的尺不一樣。在我國有“伸掌為尺”的說法，我國三國時期(西元3世紀初)王肅編的《孔子家語》一書中記載有：“布指知寸，布手知尺，舒肘知尋。”兩臂伸開長八尺，就是一尋；從秦朝(約西元前221年)至清末(約西元1911年)的2000多年間，我國的“尺”竟由1尺相當於0.2309m到0.3558m的變化，其差別相當懸殊。

師：大家如果經常看NBA介紹時會發現姚明的身高並不是說成2.26m，而是怎樣介紹的呢？

生：我記得好像是幾英尺幾英寸，具體數值記不清了。

師：1英尺等於0.3048m，1英寸為2.54cm。大家如果不記得的話可以重新計算一下，也可以計算一下自己的身高是多少。大家知道尺和英尺是怎樣來得嗎？

生：不知道。

多媒體介紹

在古代，人們常用身體的某些器官或部位的尺度作為計量單位。在遙遠的古埃及時代，人們用中指來衡量人體的身長，認為健美的人身長應該是指長度的19倍。各個國家，地區以及各個歷史時期，都有各自的計量單位。僅以長度為例，歐洲曾以手掌的寬度或長度作為長度的計量單位，稱為掌尺。在英國，1掌尺相當於7.62cm而在荷蘭，1掌尺卻相當於10cm。英尺是8世紀英王的腳長，1英尺等於0.3048m。10世紀時英王埃德加把自己大拇指關節間的距離定為1英寸。1英寸為2.54cm。這位君王又別出心裁，想



出了“碼”這樣一個長度單位。他把從啟己的鼻尖到伸開手臂中指末端的距離——91 cm，定為1碼。到了1101年，亨利一世在法律上認定了這一度量單位，此後，“碼”便成為英國的主要長度單位，一直沿用了1.000多年。在我國亦有“伸掌為尺”的說法。我國三國時期(西元3世紀初)王肅編的《孔子家語》一書中記載有：“布指知寸，布手知尺，舒肘知尋。”兩臂伸開長八尺，就是一尋；從秦朝(約西元前221年)至清末(約西元1911年)的2000多年間，我國的“尺”竟由1尺相當於0.2309 m到0.3558 m的變化，其差別相當懸殊。

多媒體展示學習目標，強調重難點。

(三) 合作探究、精講點撥

[討論與交流]

單位的不統一會造成什麼樣的困難？

2.6 教學反思

通過本節課的學習，我們知道了什麼是基本單位，什麼是導出單位，什麼是單位制，知道了力學中的三個基本單位以及統一單位後，解題過程的正確書寫方法。



三、課後練習：§4.4 力學單位制

【達標檢測】

1. 完成下列單位換算：

- (1) $5 \text{ t} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kg}$.
- (2) $0.1 \text{ g} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kg}$.
- (3) $72 \text{ km/h} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}$.
- (4) $20 \text{ cm/s}^2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}^2$

2. 在力學中，選定 、 、 三個基本物理量的單位為基本單位。在國際單位制中三個力學基本單位是 、 、 。

3. 測量國際單位制規定的三個力學基本物理量分別可用的儀器是下列哪一組？

- A. 米尺、彈簧測力計、碼錶 B. 米尺、測力計、打點計時器
C. 量筒、天平、碼錶 D. 米尺、天平、碼錶

4. 下列說法錯誤的是 ()

- A. 在有關力學的計算中，只能採用國際單位制，不能採用其他單位制
B. 力學單位制中，選為基本單位的物理量有長度、物質的量和速度
C. 牛頓是國際單位制中的一個基本單位，因他在力學中出現頻率很高
D. 單位制中的導出單位可以用基本單位來表達

5. 下列說法正確的是 ()

- A. 在力學單位制中，若採用 cm 、 g 、 s 作為基本單位，則力的單位為牛頓
B. 在力學單位制中，若採用 m 、 kg 、 s 作為基本單位，則力的單位為牛頓
C. 牛頓是國際單位制中的一個基本單位
D. 牛頓是力學單位制中採用國際單位的一個導出單位

5. 現有下列物理量或單位，按下面的要求選擇填空。(填序號字母)

- A. 密度 B. 米/秒 C. 牛頓 D. 加速度 E. 質量
F. 秒 G. 釐米 H. 長度 I. 時間 J. 千克 K. 釐米/秒

(1) 屬於物理量的是 ADEHI

(2) 在國際單位制中，作為基本物理量有 EHI

(3) 屬於基本單位的是 FGJ ，屬於導出單位的是 BCK 。

(4) 在國際單位中屬於基本單位的是 FJ ，屬於導出單位的是 BC

6. 下列關於單位制及其應用的說法中正確的是 ()

- A. 基本單位和導出單位一起組成了單位制
B. 選用的基本單位不同，構成的單位制也不同
C. 基本單位採用國際單位制中的單位，其導出單位不一定是國際單位制中的單位

D. 物理公式可以確定物理量間的數量關係，也可以確定物理量間的單位關係

6. 下列說法中正確的是 ()



A · 質量是物理學中的基本物理量
單位

B · 長度是國際單位制中的基本

C · $\text{kg}\cdot\text{m/s}$ 是國際單位制中的導出單位
D · 時間的單位小時是國際單位制中的導出單位

8 · 下列單位中，是國際單位制中的加速度的單位的是 ()

A · cm/s^2

B · m/s^2

C · N/kg

D · N/m

9 · 下列哪組單位都是國際單位制中的基本單位 ()

A · 千克、秒、牛頓

B · 千克、米、秒

C · 克、千米、秒

D · 牛頓、克、米

10 · 關於力的單位，下列說法中正確的是 ()

A · 力的單位是根據公式 $F=ma$ 和基本單位推導出來的

B · 在國際單位制中，力的單位用“牛”是為了使牛頓第二定律公式中的比例係數 $k=1$

C · $1\text{N}=100000\text{g}\cdot\text{cm/s}^2$

D · 在力學中，N 是最重要的一個基本單位

11 · 一列車的質量為 800 t，以 72 km/h 的速度行駛，運動中所受的阻力是車重的 0.05 倍。若欲使列車在 200 m 內停下來，制動力應多大？(g 取 10m/s^2)

12 · 一輛質量為 2t 的汽車，在水平公路上以 54km/h 的速度勻速行駛。根據測試，這輛車在這種路面上緊急剎車時，汽車所受的制動力為 $1.2\times 10^4\text{N}$ 。求汽車剎車後 5 秒內的位移。

學習反思：



第五課題 §4.5 牛頓第三定律 (2 課時)

一、課前自主預習學案

牛頓第三定律

【學習目標】

1. 知道力的作用是相互的，理解作用力和反作用力的概念。
2. 知道牛頓第三定律的內容，能用它解決簡單的問題。
3. 能區分平衡力與作用力和反作用力。

【學習重點】

1. 知道力的作用是相互的，掌握作用力和反作用力。
2. 掌握牛頓第三定律並用它分析實際問題
3. 區別平衡力與作用力和反作用力。

【學習難點】

區別平衡力與作用力和反作用力。

【方法指導】

自主探究、交流討論、自主歸納

【學習過程】

任務一、作用力和反作用力

大家回憶一下力是怎樣定義的？怎麼理解相互作用？你能舉例說明嗎？

(觀察教材 p80 頁圖 4.5-1 和 4.5-2) 你能總結什麼是作用力和反作用力？

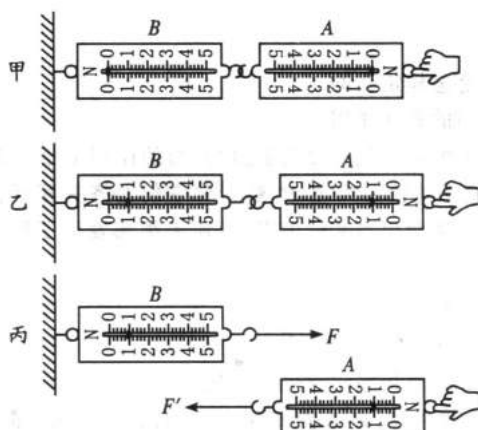
演示實驗

現在我們知道了作用力和反作用力的概念，那麼它們之間的關係是什麼呢？

①用手拉彈簧秤 A 之前，兩彈簧秤的示數均為零，說明兩彈簧秤間無作用力；當用手拉彈簧秤 A 時，可以看到兩個彈簧秤的指針_____移動。彈簧秤 B 的示數指出彈簧秤 A 對它的作用力 F 的大小，而彈簧秤 A 的示數指出彈簧秤 B 對它的反作用力 F' 的大小。可以看出，兩個彈簧秤的示數是_____的；改變手拉彈簧的力，彈簧秤的示數也隨著_____，但兩個示數總_____。

這說明作用力和反作用力大小總是_____，並且總是_____產生，同時_____，同時_____。

②分析彈簧秤 B 受到 A 的拉力 F 方向和彈簧秤 A 受到 B 的拉力 F' 方向，這說明作用力與反作用力方向_____，作用在同一條直線上。



總結

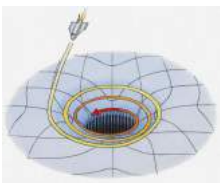
- (1)作用力和反作用力是發生在兩個物體之間的一對力。
- (2)任一物體既是對另一物體的施力物，同時也是另一物作用的受力物。
- (3)相互作用的一對力中，任何一個力都可作為作用力或者反作用力。

做一做

- 1、在水平粗糙地面上滑行的木塊，與地球之間的相互作用力有幾對？
A·一對 B·兩對 C·三對 D·四對
- 2、兩人分別用 10N 的力拉彈簧秤的兩端，則彈簧秤的示數是()
A·0 B·10N C·20N D·5N·

任務二、牛頓第三定律

- 1·內容：兩個物體之間的作用力和反作用力總是大小_____，方向_____，作用在_____直線上。
- 2·運算式：(作用力) $F = -F'$ (反作用力)，式中的“ $-$ ”號表示方向相反。
- 3·重要意義
 - ①牛頓第三定律獨立地反映了力學規律的一個重要側面，是牛頓第一、第二定律的重要補充，定量地反映出物體間相互作用時彼此施力所遵循的規律，即作用力和反作用力定律。
 - ②全面揭示了作用力和反作用力的關係，可歸納為三個性質和四個特徵。
三個性質是：



- A·異體性：作用力和反作用力分別作用在彼此相互作用的兩個不同的物體上，各自產生各自的作用效果；
- B·同時性：作用力和反作用力總是同時產生、同時變化、同時消失，不分先後；
- C·相互性：作用力和反作用力總是相互的，成對出現的。

四個特徵是：

- A·等值：大小總是相等的；
- B·反向：方向總是相反的；
- C·共線：總是在同一直線上；
- D·同性：力的性質總是相同的。

③牛頓第三定律揭示了力作用的相互性，兼顧施力、受力兩個方面，是正確分析物體受力的基礎。定律說明物體間力的作用是相互的，因而物體運動狀態的改變也必然相互關聯，借助定律可以從一個物體的受力分析過渡到另一個物體的受力分析。

④牛頓第三定律所闡明的作用力與反作用力的關係，不僅適用於靜止的物體之間，也適用於相對運動的物體之間，這種關係與作用力性質、物體質量大小、作用方式(接觸還是不接觸)、物體運動狀態及參考系的選擇均無關。

例 1、一個大漢(甲)跟一個女孩(乙)站在水平地面上手拉手比力氣，結果大漢把女孩拉過來了，對這個過程中作用於雙方的力的關係，不正確的說法是()

- A·大漢拉女孩的力一定比女孩拉大漢的力大。
- B·大漢拉女孩的力不一定比女孩拉大漢的力大。
- C·大漢拉女孩的力與女孩拉大漢的力一定相等。
- D·只有在大漢把女孩拉動的過程中，大漢的力才比女孩的力大。在可能出現的短

暫相持過程中，兩人的拉力一樣大。

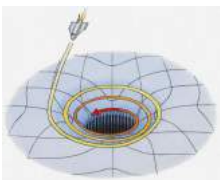
做一做：1、下列說法中，正確的是 ()

- A·拔河比賽時，勝方拉對方的力大於輸方拉對方的力
- B·馬能拉車前進是因為馬對車的拉力大於車對馬的拉力
- C·太陽對地球的引力與地球對太陽的引力大小一定相等
- D·用錘釘釘子，錘對釘的打擊力與釘對錘的作用力大小一定相等

2、用牛頓第三定律判斷下列說法是否正確：

- ①人走路時，只有地對腳的反作用力大於腳蹬地的作用力時，人才能往前進；
- ②物體 A 靜止在物體 B 上，A 的質量是 B 的質量的 10 倍，所以 A 作用於 B 的力大於 B 作用於 A 的力；
- ③以卵擊石，石頭沒損傷而雞蛋破了，是因為雞蛋對石頭的作用力小於石頭對雞蛋的作用力。

三、平衡力與作用力和反作用力的關係 (小組討論完成)



	一對平衡力	一對作用力與反作用力
不同之點		
相同點		



二、新課教學：§4.5 牛頓第三定律

課題	§4.5 力的分解		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2018.12.18	課型	新授課		課時	2 課時

2.1 教材分析

本節內容學生在初中已有一定基礎，教學中要利用實驗、視頻資料或課件，多舉例子，讓學生觀察、體會力是物體間的相互作用，並讓學生描述物體間的相互作用。

牛頓第三定律揭示了作用力和反作用力之間的關係，在第二章中已經涉及對力的相互性的分析和應用，具有很重要的實際意義。

2.2 教學目標

一、知識和技能

- (1)知道作用力和反作用力的概念；
- (2)理解牛頓第三定律的確切含義；
- (3)能用牛頓第三定律解決簡單問題；

二、過程和方法

- (1)通過生活中的作用力和反作用力的事例，體驗作用力和反作用力的不同作用效果；
- (2)通過實驗探究得出牛頓第三定律，體會實驗在發現自然規律中的作用。

三、情感和價值觀

培養學生將物理知識應用於生活和生產實踐的意識，勇於探究與日常生活有關的物理問題。

2.3 教學重點

對牛頓第三定律的理解和應用

2.4 教學難點

正確區別作用力與反作用力跟平衡力。

2.5 教學過程

從力的概念我們已經知道力的作用是相互的，有受力物體必有施力物體，那麼兩物體相互作用之間存在怎樣的關係是我們加深對力的概念的理解所必須探討的問題。



(一) 力是物體間的相互作用

【演示】先使玩具汽車的後輪（驅動輪）上緊發條，使它做逆時針轉動，然後抓住汽車頂部，把它按在墊著試管的薄木板上。在起點處，轉動的後輪給木板向右的作用力 f ，於是木板向右運動，這時木板對後輪有沒有作用力？再把汽車拿起，使木板制動，然後使後輪再轉動，把玩具汽車放在木板上，可以看到木板向右運動的同時，玩具汽車向在運動，說明後輪對木板施加向右的作用力的同時，木板對後輪施加向左的反作用力。這兩個均為摩擦力，且同時產生，同時消失。

通過學生的觀察，教師的引導得出結論：

1. 力是兩物體間的相互作用，我們把這一對相互作用的力稱為作用力和反作用

用力，且作用力和反作用力的性質相同，同時存在，同時消失。

【演示】把兩個相同的彈簧秤 A 和 B 連接在一起，用手拉彈簧秤 A，可以看到兩個彈簧秤的指針同時移動，彈簧秤 B 的示數指出彈簧秤 A 對它的拉力 F 的大小，而彈簧秤 A 的示數指出彈簧秤 B 對它的拉力 F' 的大小，可以看出兩彈簧秤的示數是相等的，改變手的拉彈簧秤的力，彈簧秤的示數隨著改變（同時增大，同時減小，同時為零），但兩個彈簧秤示數總相等，方向總相反。

2. 作用力和反作用力總是在一條直線上大小相等，方向相反，分別作用在兩相互作用的物體上。

(二) 牛頓第三定律

1. 牛頓第三定律的表述：兩個物體之間的作用力和反作用力總是大小相等，方向相反，作用在一條直線上。
2. 牛頓第三定律的數學運算式表述： $F=-F'$ （負號表示反作用力 F' 與作用力 F 的方向相反）
3. 對牛頓第三定律的深層理解：

(1) 有大小相等，方向相反，作用在兩個物體上，同時產生，同時消失，作用時間相同，力的性質相同，總是大小相等作用在同一條直線上等性質的力，不一定是作用力與反作用力。還必須具有是兩個物體之間的相互作用才可肯定其為作用力與反作用力的力。

(2) 定律中的“總是”這兩個字是強調對於任何物體，在任何條件下，這兩個相等的關係都成立即；

不管物體大小形狀如何，例如大物體與大物體之間，或大物體與小物體間，還是任何形狀的物位之間其相互作用力總是大小相等。

不管物體的運動狀態如何。例如靜止的物體之間，運動的物體之間或靜止物體與靜止的物體之間，其相互作用力都是大小相等，

(3) 作用力和反作用力的產生和消失是同時的。因為兩者中若有一個產生和消失，則另一個必須同時產生或消失。否則其間的相等關係就不成立了。可見認為作用力與反作用力的產生有先後的說法是不對的。



4. 作用力和反作用力跟平衡力的區別

作用力和反作用力跟平衡力雖有相似之處（力的大小相等，方向相反，作用在同一直線上）但更重要的是它們之間存在本質的區別。

(1) 作用物體不同。作用力和反作用力是作用在兩個不同物體上，而平衡力只作用在一個物體上。

(2) 力的性質不同。作用力和反作用力必是同性質的力，而平衡力可以是性質不同的一對力。

(3) 力的作用時間不同。作用力和反作用力同時產生，同時消失，而一對平衡力中的一個消失，另一個可以存在。

(4) 作用效果不同。作用力和反作用力在兩個不同物體上，效果可以不同，作用力和反作用不存在平衡問題。而一對平衡力的作用效果是使外同處於平衡狀態。

可見：作用力和反作用力“異體（相互作用的兩物體）、共線（作用在一條直線上）、等值（大小相等）、反向（方向相反）、同性（性質相同）、同存（同時存在同時消失）”，平衡力是“同體（作用在同一物體上）、共線、等值、反向”。

【例 1】一個大人跟一個小孩站在水平地面上手拉手比力氣，結果大人把小孩拉過來了。對這個過程中作用於雙方的力的關係，不正確的說法是（ ）

- A. 大人拉小孩的力一定比小孩拉大人的力大
- B. 大人拉小孩的力不一定比小孩拉大人的力大
- C. 大人拉小孩的力與小孩拉大人的力一定相同
- D. 地面對大人的最大摩擦力一定比地面對小孩的最大摩擦力大

【解析】作用力與反作用力總是大小相等的，大人與小孩手拉手比力氣時，無論是相持階段還是小孩被拉過來的過程中，大人拉小孩的力與小孩拉大人的力總是相等的。大人為什麼能把小孩拉過來呢？關鍵在於地面對兩者的最大靜摩擦力不同。答案為 A、B。

2.6 教學反思

兩物體間的相互作用力叫作用力和反作用力，它們總是大小相等，方向相反，作用在一條直線上，它們跟兩力平衡有本質區別。



三、課後練習：§4.5 牛頓第三定律

【達標檢測】

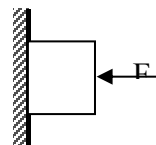
1、下面關於作用力和反作用力的說法中，正確的是 ()

- A·先有作用力，後有反作用力
- B·只有物體處於靜止狀態時，物體間才存在作用力和反作用力
- C·只有物體接觸時，物體間才存在作用力和反作用力
- D·兩物體間的作用力和反作用力一定是同性質的力

2·一本書靜放在水平桌面上，則()

- A·桌面對書的支持力的大小等於書的重力，它們是一對相互平衡力。
- B·書所受到的重力和桌面對書的支持力是一對作用與反作用力。
- C·書對桌面的壓力就是書的重力，它們是同一性質的力。
- D·書對桌面的壓力和桌面對書的支持力是一對平衡力。

3·用水平外力 F 將木塊壓在豎直牆面上而保持靜止狀態，如圖所示，下列說法中正確的是()



- A·木塊重力與牆對木塊的靜摩擦力平衡。
- B·木塊重力與牆對木塊的靜摩擦力是一對作用力和反作用力。
- C·外力 F 與牆對木塊的正壓力是一對作用力和反作用力。
- D·木塊對牆的壓力的反作用力與外力 F 大小相等。

4、兩個小球 A 和 B，中間用彈簧連結，並用細繩懸於天花板下，如圖所示，下面四對力中屬於平衡力的是 ()



- A·繩對 A 的拉力和彈簧對 A 的拉力 B·彈簧對 B 的拉力和 B 對彈簧的拉力
- C·彈簧對 A 的拉力和彈簧對 B 的拉力 D·B 的重力和彈簧對 B 的拉力

5·一物體受一對平衡力作用而靜止。若其中向東的力先逐漸減小至 0，後又逐漸恢復到

原來的值，則該物體()

- A·速度方向向東，速度大小不斷增大，增至最大時方向仍不變。
- B·速度方向向西，速度大小不斷增大，增至最大時方向仍不變。
- C·速度方向向東，速度大小先逐漸增大，後逐漸減小到 0。
- D·速度方向向西，速度大小先不斷增大，後逐漸減小到 0。

學習反思：



第六課題 §4.6 用牛頓運動定律解決問題（一）（2 課時）

一、課前自主預習學案

用牛頓運動定律解決問題（一）（課時 1）

【學習目標】

1. 能根據物體的受力情況推導物體的運動情況。
2. 掌握應用牛頓運動定律解決已知物體的受力情況確定物體的運動情況的基本思路和方法。

【學習重點】

1. 掌握應用牛頓運動定律解決已知物體的受力情況確定物體的運動情況的基本思路和方法。
2. 會用牛頓運動定律和運動學公式解決簡單的力學問題。

【學習難點】

掌握應用牛頓運動定律解決問題的基本思路和方法。

【方法指導】

自主探究、交流討論、自主歸納

【學習過程】

任務一、課前預習

1、牛頓第一定律：

_____，牛頓第一定律定義了力：物體的運動不需要力來維持，力是改變運動狀態的原因。

2、牛頓第二定律：



_____，牛頓第二定律確定了運動和力的關係，使我們能夠把物體的運動情況與物體的受力情況聯繫起來。

3、牛頓第三定律：

_____，牛頓第三定律說明了作用力與反作用力之間的關係，把相互作用的幾個物體聯繫起來了。

任務二、從物體的受力情況確定物體的運動情況（類型一）

如果已知物體的受力情況，可以由牛頓第二定律求出物體的_____，再通過_____規律確定物體的運動情況。

例題 1：一個靜止在光滑水平地面上的物體，質量是 2 kg，在 6.4 N 的水平拉力作用下沿水平地面向右運動。求物體在 4 s 末的速度和 4 s 內的位移。

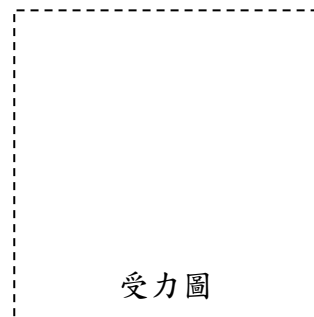
☆交流討論 1

(1) 從題目找出關於**物理情景**的描述。

(2) 研究對象是誰？它共受幾個力的作用，畫出受力圖。合力沿什麼方向？大小是多少？

(3) 物體的運動是勻變速運動嗎？依據是什麼？

(4) 完整寫出解答過程。



拓展一：例題 1 中如果物體與地面間的“**動摩擦因數是 0.21**”。求物體在 4s 末的速度和 4s 內的位移。(g=10m/s²)

☆交流討論 2

(1) 物體受到的**摩擦力**應該怎樣求？大小是多少？方向向哪？

(2) 畫出**受力圖**，寫出解答過程。

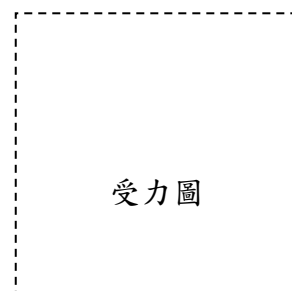




拓展二：將例題 1 中的“水平拉力”改為“斜向上與水平方向成 37° 角”，大小仍為 6.4 N ，其他條件均不變，求物體在 4 s 末的速度和 4 s 內的位移。已知 $\cos 37^\circ = 0.8$ ， $g = 10\text{ m/s}^2$ 。

☆交流討論 3

- (1) 從題目中找出關於**物理情景**的描述。
- (2) 研究對象是誰？它共受幾個力的作用，畫出受力圖。合力沿什麼方向？
- (3) 拉力與運動方向成一定夾角時，如何求合力？
- (4) 完整寫出解答過程。



拓展三：例題 1 中如果物體與地面間的“**動摩擦因數**是 0.21 ”。將“水平拉力”改為“斜向上與水平方向成 37° 角”，大小仍為 6.4 N ，其他條件均不變，求物體在 4 s 末的速度和 4 s 內的位移。已知 $\cos 37^\circ = 0.8$ ， $g = 10\text{ m/s}^2$ 。

☆交流討論 4

- (1) 從題目中找出關於**物理情景**的描述。
- (2) 研究對象是誰？它共受幾個力的作用，畫出受力圖。合力沿什麼方向？
- (3) 拉力與運動方向成一定夾角時，如何求合力？
- (4) 完整寫出解答過程。

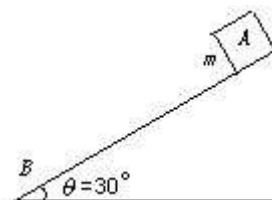


做一做 1、用 30 N 的水平外力 F ，拉一靜止放在光滑的水平面上質量為 20 kg 的物體，則第 3 秒末物體的速度和加速度分別是

- A · $v = 7.5\text{ m/s}$ ， $a = 1.5\text{ m/s}^2$ B · $v = 4.5\text{ m/s}$ ， $a = 1.5\text{ m/s}^2$
 C · $v = 4.5\text{ m/s}$ ， $a = 0$ D · $v = 7.5\text{ m/s}$ ， $a = 0$

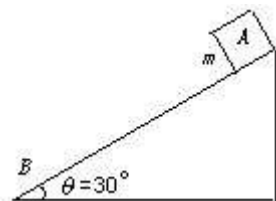
例題 2、一斜面 AB 長為 10 m ，傾角為 30° ，一質量為 2 kg 的小物體(大小不計)從斜面頂端 A 點由靜止開始下滑，如圖所示(g 取 10 m/s^2)

- (1) 若斜面與物體間光滑，求小物體下滑到斜面底端 B 點時的速度及所用時間。





(2)若斜面與物體間的動摩擦因數為 0.5,求小物體下滑到斜面底端 B 點時的速度及所用時間.



用牛頓運動定律解決問題（一）（課時 2）

【學習目標】

1. 能根據物體的運動情況推導物體的受力情況。
2. 掌握應用牛頓運動定律解決已知物體的運動情況確定物體的受力情況的基本思路和方法。

【學習重點】

1. 掌握應用牛頓運動定律解決已知物體的運動情況確定物體的受力情況的基本思路和方法。
2. 會用牛頓運動定律和運動學公式解決簡單的力學問題。

【學習難點】

掌握應用牛頓運動定律解決問題的基本思路和方法。

【方法指導】

自主探究、交流討論、自主歸納

【學習過程】

任務一、歸納總結（認真閱讀，並在做題中體會）

1. 兩類動力學問題

- (1) 已知物體的受力情況，求物體的運動情況。
- (2) 已知物體的運動情況，求物體的受力情況。

2. 應用牛頓第二定律解決問題的一般思路

- (1) 明確研究對象。
- (2) 對研究對象進行受力情況分析，畫出受力圖。



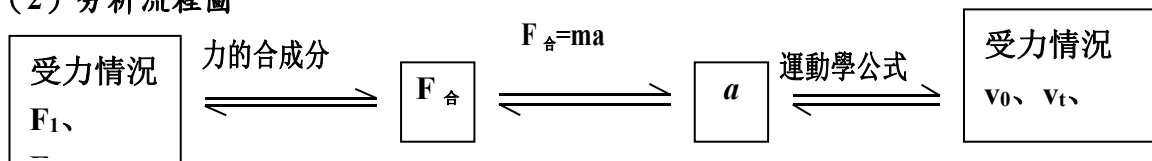
(3) 以加速度的方向為正方向，與正方向相同的力為正，與正方向相反的力為負，列牛頓第二定律的方程。

(4) 解方程時， F 、 m 、 a 都用國際單位制單位。

3. 分析兩類問題的基本方法

(1) 抓住受力情況和運動情況之間聯繫的橋樑——加速度。

(2) 分析流程圖



強調：牛頓第二定律是“橋樑”，受力分析和運動分析是基礎，正交分解是方法。

任務二、從運動情況確定受力情況（類型二）

如果已知物體的運動情況，根據_____公式求出物體的加速度，於是就可以由牛頓第二定律確定物體所受的_____。

例 1、從靜止開始做勻加速直線運動的汽車，經過 $t=10\text{s}$ ，發生位移 $x=30\text{m}$ 。已知汽車的質量 $m=4\times 10^3\text{kg}$ ，牽引力 $F=5.2\times 10^3\text{N}$ 。求：

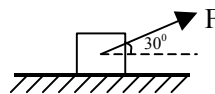
- (1) 汽車運動的加速度大小；
- (2) 運動過程中汽車所受的阻力大小

做一做：1、一輛質量為 1000kg 的小汽車正以 10m/s 的速度行駛，現在讓它在 12.5m 的距離內勻減速停下來，求所需阻力的大小。

2、質量為 40kg 的物體靜止在水平面上，當在 400N 的水平拉力作用下由靜止開始經過 16m 時，速度為 16m/s ，求物體受到的阻力是多少？



例題 2、如圖所示，質量為 0.5kg 的物體在與水平面成 30° 角的拉力 F 作用下，沿水平桌面向右做直線運動，經過 0.5m 的距離速度由 0.6m/s 變為 0.4m/s ，已知物體與桌面間的動摩擦因數 $\mu=0.1$ ，求作用力 F 的大小。（ $g=10\text{m/s}^2$ ）

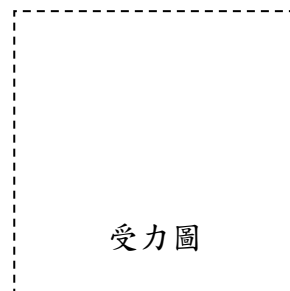


做一做：3 一個滑雪的人，質量是 75kg ，以 $v_0=2\text{m/s}$ 的初速度沿山坡勻加速滑下，山坡的傾角 $\theta=30^\circ$ ，在 $t=5\text{s}$ 的時間內滑下的路程 $x=60\text{m}$ ，求滑雪人受到的阻力（包括摩擦和空氣阻力）。

可以參考教材 p84 頁例 2 獨立完成

- (1) 從題目找出關於物理情景的描述。
- (2) 研究對象是誰？找出關於運動狀態的描述。
- (3) 求出人的加速度，並畫出受力圖。合力沿什麼方向？大小是多少？

- (4) 怎樣求人受的阻力？完整寫出解答過程。





二、新課教學：§4.6 用牛頓運動定律解決問題（一）

課題	§4.6 用牛頓運動定律解決問題（一）		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2018.01.02 2018.01.03	課型	新授課		課時	2 課時

2.1 教材分析

力和物體運動的關係問題，一直是動力學研究的基本問題，人們對它的認識經歷了一個漫長的過程，直到牛頓用他的三個定律對這一類問題作出了精確的解決。牛頓由此奠定了經典力學的基礎。牛頓三定律成為力學乃至經典物理學中最基本、最重要的定律。牛頓第一定律解決了力和運動的關係問題；牛頓第二定律確定了運動和力的定量關係；牛頓第三定律確定了物體間相互作用力遵循的規律。動力學所要解決的問題由兩部分組成：一部分是物體運動情況；另一部分是物體與周圍其他物體的相互作用力的情況。牛頓第二定律恰好為這兩部分的鏈接提供了橋樑。

應用牛頓定律解決動力學問題，高中階段最為常見的有兩類基本問題：一類是已知物體的受力情況，要求確定出物體的運動情況；另一類是已經知道物體的運動情況，要求確定物體的受力情況。要解決這兩類問題，對物體進行正確的受力分析是前提，牛頓第二定律則是關鍵環節，因為它是運動與力聯繫的橋樑。

2.2 教學目標

1·知識與技能：

- ①進一步學習分析物體的受力情況，並能結合物體的運動情況進行受力分析。
- ②掌握應用牛頓運動定律解決動力學問題的基本思路方法。
- ③能夠從物體的受力情況確定物體的運動情況。能夠從物體的運動情況確定物體的受力情況。

2·過程與方法

- ①培養學生利用物理語言表達、描述物理實際問題的能力。
- ②幫助學生提高資訊收集和處理能力，分析、思考、解決問題能力和交流、合作能力。
- ③幫助學生運用實例總結歸納一般問題解題規律的能力。讓學生認識數學工具在物理問題中的作用。

3·情態價值觀：



- ①利用高科技成果激發學生的求知欲。培養學生科學嚴謹的求實態度及解決實際問題的能力。
- ②培養學生合作交流的願望，能主動與他人合作的團隊精神，敢於提出與別人不同的見解。

2.3 教學重點

- 1、已知物體的受力情況，求物體的運動情況。
- 2、已知物體的運動情況，求物體的受力情況。

2.4 教學難點

- a) 物體的受力分析及運動狀態分析和重要的解題方法的靈活選擇和運用。
- b) 正交分解法。

2.5 教學過程

(一)預習檢查、總結疑惑

檢查落實了學生的預習情況並了解了學生的疑惑，使教學具有了針對性。

(二)情景導入、展示目標

[學生活動]同學們先思考例題一、例題二，簡單的寫出解題過程。

[提問]上述兩個例題在解題的方法上有什麼相同之處？有什麼不同之處？在第二個例題中為什麼要建立坐標系？在運動學中，我們通常是以初速度的方向為坐標軸的正方向；在解決靜力學的問題時，通常使儘量多的力在坐標軸上，在利用牛頓運動定律解決問題時要建立坐標系與上述的情況相比，有什麼不同嗎？

設計意圖：步步導入，吸引學生的注意力，明確學習目標。

(三)合作探究、精講點撥

[教師講解]大家可以看到上述兩個例題解題過程中都用到牛頓第二定律，但是例題一是已知物體的受力情況，求物體的運動情況的問題，而例題二是已知物體的運動情況求物體的受力情況的問題。所以我們發現，牛頓運動定律可以解決兩方面的問題，即從受力情況可以預見物體的運動情況和從運動情況可以判斷物體的受力情況。下面我們來分析兩種問題的解法。

從受力確定運動情況

例題一

基本思路：(1) 確定研究對象，對研究對象進行受力分析和運動分析，並畫出物體的受力示意圖；

(2) 根據力的合成與分解的方法，求出物體所受的合外力（包括大小和方向）；

(3) 根據牛頓第二定律列方程，求出物體的加速度；



(4) 結合給定的物體的運動的初始條件，選擇運動學公式，求出所需的運動參量。

強調：(1) 速度的方向與加速度的方向要注意區分；

(2) 題目中的力是合力還是分力要加以區分。

對應練習 1 答案：**解析** 設汽車剎車後滑動的加速度大小為 a ，由牛頓第二定律可得

$$\mu mg = ma, a = \mu g。$$

由勻變速直線運動速度—位移關係式 $v_0^2 = 2ax$ ，可得汽車剎車前的速度為

$$v_0 = \sqrt{2ax} = \sqrt{2\mu gx} = \sqrt{2 \times 0.7 \times 10 \times 14} \text{ m/s} = 14 \text{ m/s}。$$

正確選項為 C。

點評 本題以交通事故的分析為背景，屬於從受力情況確定物體的運動狀態的問題。求解此類問題可先由牛頓第二定律求出加速度 a ，再由勻變速直線運動公式求出相關的運動學量。

從運動情況確定受力

例題二

基本思路：(1) 確定研究對象，對研究對象進行受力分析和運動分析，並畫出物體的受力示意圖；

(2) 選擇合適的運動學公式，求出物體的加速度；

(3) 根據牛頓第二定律列方程，求出物體的所受的合外力；

(4) 根據力的合成與分解的方法，由合力求出所需的力。

對應練習 2 答案：**解析** 將運動員看作質量為 m 的質點，從 h_1 高處下落，剛接觸網時速度的大小為

$$v_1 = \sqrt{2gh_1} \text{ (向下)；}$$

彈跳後到達的高度為 h_2 ，剛離網時速度的大小為

$$v_2 = \sqrt{2gh_2} \text{ (向上)。$$

速度的改變量

$$\Delta v = v_1 + v_2 \text{ (向上)。$$

以 a 表示加速度， Δt 表示運動員與網接觸的時間，則

$$\Delta v = a \Delta t。$$

接觸過程中運動員受到向上的彈力 F 和向下的重力 mg ，由牛頓第二定律得

$$F - mg = ma。$$



由以上各式解得

$$F = mg + m \frac{\sqrt{2gh_1} + \sqrt{2gh_2}}{\Delta t},$$

代入數值得

$$F = 1.5 \times 10^3 \text{ N}。$$

點評 本題為從運動狀態確定物體的受力情況的問題。求解此類問題可先由勻變速直線運動公式求出加速度 a ，再由牛頓第二定律求出相關的力。本題與小球落至地面再彈起的傳統題屬於同一物理模型，但將情景放在蹦床運動中，增加了問題的實踐性和趣味性。題中將網對運動員的作用力當作恒力處理，從而可用牛頓第二定律結合勻變速運動公式求解。實際情況作用力應是變力，則求得的是接觸時間內網對運動員的平均作用力。

小結

牛頓運動定律 $F=ma$ ，實際上是揭示了力、加速度和質量三個不同物理量之間的關係，要列出牛頓定律的方程，就應將方程兩邊的物理量具體化，方程左邊是物體受到的合力，這個力是誰受的，方程告訴我們是質量 m 的物體受的力，所以今後的工作是對質量 m 的物體進行受力分析。首先要確定研究對象；那麼，這個合力是由哪些力合成而來的？必須對物體進行受力分析，求合力的方法，可以利用平行四邊形定則或正交分解法。方程右邊是物體的質量 m 和加速度 a 的乘積，要確定物體的加速度，就必須對物體運動狀態進行分析，由此可見，解題的方法應從定律本身的表述中去尋找。

在運動學中，我們通常是以初速度的方向為坐標軸的正方向；在解決靜力學的問題時，通常使儘量多的力在坐標軸上，在利用牛頓運動定律解決問題時，往往需要利用正交分解法建立坐標系，列出牛頓運動定律方程求解，一般情況坐標軸的正方向與加速度方向一致。

2.6 教學反思

牛頓運動定律 $F=ma$ ，實際上是揭示了力、加速度和質量三個不同物理量之間的關係，要列出牛頓定律的方程，就應將方程兩邊的物理量具體化，方程左邊是物體受到的合力，這個力是誰受的，方程告訴我們是質量 m 的物體受的力，所以今後的工作是對質量 m 的物體進行受力分析。首先要確定研究對象；那麼，這個合力是由哪些力合成而來的？必須對物體進行受力分析，求合力的方法，可以利用平行四邊形定則或正交分解法。方程右邊是物體的質量 m 和加速度 a 的乘積，要確定物體的加速度，就必須對物體運動狀態進行分析，由此可見，解題的方法應從定律本身的表述中去尋找。

在運動學中，我們通常是以初速度的方向為坐標軸的正方向；在解決靜力學的問題時，通常使儘量多的力在坐標軸上，在利用牛頓運動定律解決問題時，往往需要利用正交分解法建立坐標系，列出牛頓運動定律方程求解，一般情況坐標軸的正方向與加速度方向一致。



三、課後練習：§4.6 用牛頓運動定律解決問題（一）

用牛頓運動定律解決問題（一）（課時1）

【達標檢測】

1. 一個質量為 21kg 的物體同時受到兩個力的作用,這兩個力的大小分別為 2N 和 6N ,當兩個力的方向發生變化時,物體的加速度大小可能為()

- A. 1m/s^2 B. 2m/s^2 C. 3m/s^2 D. 4m/s^2

2. 一個物體從離地面一定的高度由靜止釋放,如果下落過程中受到的空氣阻力是物體重力的 0.2 倍,則物體下落的加速度大小是_____ m/s^2 。如果從地面上以一定的初速度豎直向上拋出一物體,受到的空氣阻力仍是重力的 0.2 倍,則物體上升時的加速度大小是_____ m/s^2 。(g 取 10 m/s^2)

3. 一個靜止在水平面上的物體,質量為 2 kg ,受水平拉力 $F=6\text{ N}$ 的作用從靜止開始運動,已知物體與平面間的動摩擦因數 $\mu=0.2$,求物體 2 s 末的速度及 2 s 內的位移。(g 取 10 m/s^2)

4. 質量為 20kg 的物體若用 20N 的水平力牽引它,剛好能在水平面上勻速前進。求:

(1) 若改用 50N 拉力沿與水平方向成 37° 的夾角向斜上方拉它,使物體由靜止出發在水平面上前進 2.3m 時,它的速度多大?

(2) 在前進 2.3m 時撤去拉力,又經過 3s 鐘,物體的速度多大?

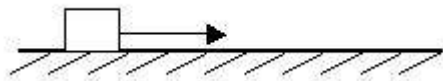
5. 如圖4-6-3示,一個滑雪運動員沿與水平成 30° 斜坡滑下,坡長 400m ,設下滑時運動員下滑時沒有使用滑雪杆,他受到的平均阻力(包括摩擦力和空氣阻力)為下滑分力的 $1/5$,求運動員從靜止開始到達坡底時的速度和時間。



用牛頓運動定律解決問題（一）（課時2）

【達標檢測】

1、質量為 1.5Kg 的物體在水平拉力 F 的作用下，從水平面上 A 點由靜止開始運動，運動一段距離後撤去該力，物體繼續滑行 $t=2.0\text{s}$ 停在 B 點，已知 AB 兩點的距離 $L=5.0\text{m}$ ，物體與水平面間的動摩擦因數為 0.20 ，求水平拉力 F 的大小？

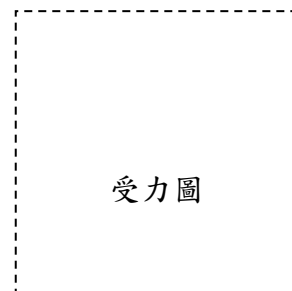


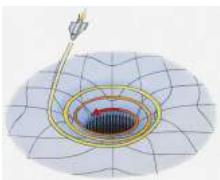
2、一架救災直升機從距離地面 16 m 的高處讓一箱物資由靜止開始落下，經 2 s 物資落地，已知物資的質量為 10 kg ，它下落過程中所受空氣阻力可認為大小不變。求空氣阻力的大小。（取 $g=10\text{ m/s}^2$ ）

（1）找出關於**物理情景**的描述。屬於哪一類型的問題？解題的思路應該是什麼？

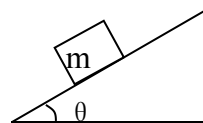
（2）研究對象是誰？受幾個力的作用，畫出受力圖。合力方向向哪？

（3）寫出解答過程。





3、如圖所示物體以初速沿斜面上滑時加速度大小為 6m/s^2 ，沿斜面自由下滑時加速度大小為 4m/s^2 ，試求物體與斜面間的動摩擦因數以及斜面的傾角。



4、航模興趣小組設計出一架遙控飛行器，其質量 $m=2\text{kg}$ ，動力系統提供的恒定升力 $F=28\text{N}$ 。試飛時，飛行器從地面由靜止開始豎直上升。設飛行器飛行時所受的阻力大小不變， g 取 10m/s^2 。

- (1) 第一次試飛，飛行器飛行 $t_1=8\text{s}$ 時到達高度 $H=64\text{m}$ 。求飛行器所阻力 f 的大小；
- (2) 第二次試飛，飛行器飛行 $t_2=6\text{s}$ 時遙控器出現故障，飛行器立即失去升力。求飛行器能達到的最大寬度 h ；

學習反思：



第七課題 §4.7 用牛頓運動定律解決問題（二）（2 課時）

一、課前自主預習學案

用牛頓運動定律解決問題（二）（課時 1）

【學習目標】

- 1、理解共點力作用下物體平衡狀態的概念，能推導出共點力作用下物體的平衡條件。
- 2、會用共點力平衡條件解決有關力的平衡問題。

【學習重點】

共點力作用下物體的平衡條件及應用。

【學習難點】

共點力平衡條件的應用。

【方法指導】

自主探究、交流討論、自主歸納

【學習過程】

任務一、課前預習

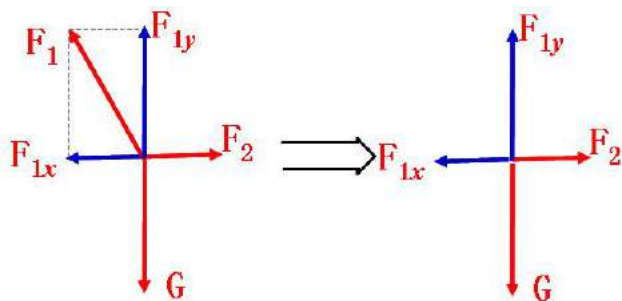
1、平衡狀態

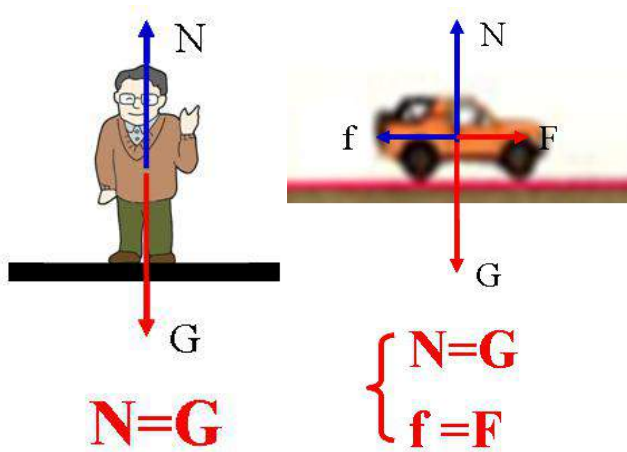
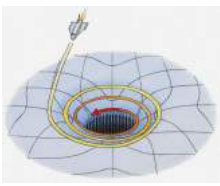
靜止狀態或勻速直線運動狀態，叫做平衡狀態。

2、共點力作用下物體的平衡條件：

由牛頓第二定律知：在共點力作用下物體的平衡條件是_____。

3、物體平衡的兩種基本模型





二力平衡條件:等大、反向、共線.

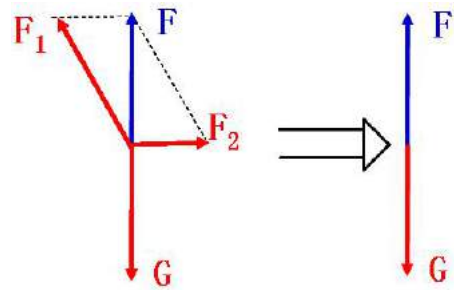
4、研究物體平衡的基本思路和基本方法

(1) 轉化為二力平衡模型——合成法

三力平衡條件:任意兩個力的合力與第三個力
等大、反向、共線。

據平行四邊形定則作出其中任意兩個力的合

力來代替這兩個力，從而把三力平衡轉化為二力平衡。這種方法稱為合成法。

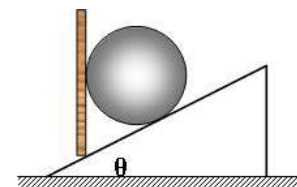


(2) 轉化為四力平衡模型——分解法

物體受三個共點力平衡時，也可以把其中一個力進行分解(一般採用正交分解法)，從而把三力平衡轉化為四力平衡模型。這種方法稱為分解法。

任務二、典型例題

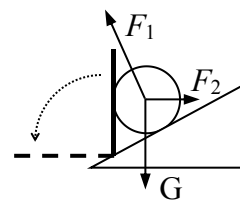
例1、如圖所示，在傾角為 θ 的斜面上，放一重力為 G 的光滑小球，球被豎直擋板擋住不下滑，求：球對斜面和擋板的彈力大小。



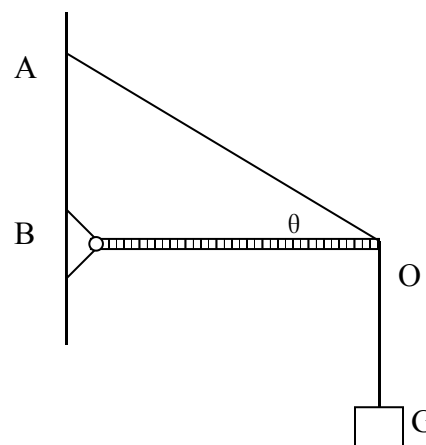


☆交流討論

拓展：重 G 的光滑小球靜止在固定斜面和豎直擋板之間。若擋板逆時針緩慢轉到水平位置，在該過程中，斜面和擋板對小球的彈力的大小 F_1 、 F_2 各如何變化？



例 2、城市中的路燈，無軌電車的供電線路等，經常用三解形的結構懸掛。圖為這類結構的一種簡化模型。圖中硬杆 OB 可繞通過 B 點且垂直於紙面的軸轉動，鋼索和杆的重量都可忽略。如果懸掛物的重量為 G ，角 AOB 等於 θ ，鋼索 OA 對 O 點的拉力和杆 OB 對 O 點的支持力各是多大？



- 1、節點 O 的受到幾個力的作用？
- 2、同學們把具體的解答過程寫出來。



用牛頓運動定律解決問題（二）（課時2）

【學習目標】

1. 通過實驗認識超重和失重現象，理解產生超重、失重現象的條件和實質。
2. 進一步熟練掌握應用牛頓運動定律解決問題的方法和步驟。

【學習重點】

發生超重、失重現象的條件及本質。

【學習難點】

超重、失重現象的實質

【方法指導】

自主探究、交流討論、自主歸納

【學習過程】

任務一、課前預習（閱讀教材 p86-87 頁完成下列問題）

1、超重：物體對支持物的壓力（或對懸掛物的拉力）_____物體所受重力的情況稱為超重現象。

2、失重：物體對支持物的壓力（或對懸掛物的拉力）_____物體所受重力的情況稱為失重現象。如果物體對支持物、懸掛物的作用力的_____，即物體正好以大於等於_____，方向_____的加速度運動，此時物體處於完全失重狀態。

在超重、失重、完全失重等物理現象中，物體所受的重力分別_____、_____、_____。

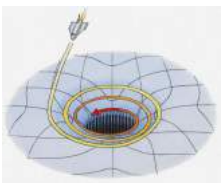
（填“變大”、“變小”或“不變”）

任務二、超重和失重（學生體驗）

一位同學甲站在體重計上靜止，另一位同學說出體重計的示數。注意觀察接下來的實驗現象。

1、甲突然下蹲時，體重計的示數是否變化？怎樣變化？

2、甲突然站起時，體重計的示數是否變化？怎樣變化？



3、當人下蹲和突然站起的過程中人受到的重力並沒有發生變化，為什麼體重計的示數發生了變化呢？

例題：人站在電梯中，人的質量為 m 。如果當電梯以加速度 a 。加速上升時，人對地板的壓力為多大？（可以參考教材例題獨立完成下列空）

1：選取人作為研究對象，分析人的受力情況：人受到_____力的作用，分別是_____。

2：取向上為正方向，根據牛頓第二定律寫出支持力 F 、重力 G 、質量 m 、加速度 a 的方程：

_____由此可得： $F = \text{_____}$ ，由於地板對人的支持力與人對地板的壓力是一對_____與_____力，根據牛頓第_____定律，人對地板的壓力，即 $F' = \text{_____}$ 由於 $F' \text{_____} mg$ （填 $<$ ， $=$ ， $>$ ）所以當電梯加速上升時，人對地板的壓力比人的重力_____。

總結：物體對支持物的壓力(或對懸掛物的拉力)大於物體受到的重力的現象稱為_____現象。

問題：1、物體處於超重現象時物體的加速度方向如何呢？

2、當物體的加速度方向向上時，物體的運動狀態分為兩種情況？

拓展：1、人以加速度 a 勻減速下降，這時人對地板的壓力又是多大？

2、人以加速度 a 勻加速向下運動，這時人對地板的壓力多大？



3. 人隨電梯以加速度 a 勻減速上升，人對地板的壓力為多大？

4. 人隨電梯以加速度 g 勻加速下降，這時人對地板的壓力又是多大？

總結：對超重和失重現象的歸納總結：

- ① 當物體具有_____加速度時，物體對測力計的作用力大於物體所受的重力，這種現象叫**超重**。
- ② 當物體具有_____加速度時，物體對測力計的作用力小於物體所受的重力，這種現象叫**失重**。
- ③ 物體對測力計的作用力的**讀數等於零**的狀態叫_____狀態。處於完全失重狀態的液體對器壁沒有壓強。
- ④ 物體處於**超重或失重**狀態時，物體所受的重力並沒有變化。



二、新課教學：§4.7 用牛頓運動定律解決問題（二）

課題	§4.7 用牛頓運動定律解決問題（二）		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2018.01.10	課型	新授課		課時	2 課時

2.1 教材分析

牛頓運動定律是經典力學的基礎，它在科學研究和生產技術中有著廣泛的應用。上一節課主要是以理論的分析為主，研究如何根據已知運動情況求解物體的受力情況和已知受力情況求解物體的運動情況。本節課是從應用角度學習牛頓運動定律，舉例說明了牛頓運動定律的兩個具體應用。物體的平衡是物體加速度為零的一種特殊情況，分析物體平衡時應該緊緊地抓住這一點，主要利用力的分解知識列出方程進行求解，主要用到的方法是力的正交分解和建立直角坐標系。超重和失重研究的是在豎直方向上物體的受力情況和物體運動情況的關係，要注意引導學生區別視重和實際重力。了解加速下落和減速上升其實加速度的方向是一樣的。

2.2 教學目標

知識與技能

- 1.理解共點力作用下物體平衡狀態的概念，能推導出共點力作用下物體的平衡條件。
- 2.會用共點力平衡條件解決有關力的平衡問題。
- 3.通過實驗認識超重和失重現象，理解產生超重、失重現象的條件和實質。
- 4.進一步熟練掌握應用牛頓運動定律解決問題的方法和步驟。

過程與方法

- 1.培養學生的分析推理能力和實驗觀察能力。
- 2.培養學生處理三力平衡問題時一題多解的能力。



3.引導幫助學生歸納總結發生超重、失重現象的條件及實質.

情感態度與價值觀

- 1.滲透“學以致用”的思想，有將物理知識應用於生產和生活實踐的意識，勇於探究與日常生活有關的物理問題.
- 2.培養學生聯繫實際、實事求是的科學態度和科學精神.

2.3 教學重點

- 1.共點力作用下物體的平衡條件及應用.
- 2.發生超重、失重現象的條件及本質.

2.4 教學難點

- 1.共點力平衡條件的應用.
- 2.超重、失重現象的實質.正確分析受力並恰當地運用正交分解法.

2.5 教學過程

〔新課導入〕

師：上一節課中我們學習了用牛頓運動定律解決問題的兩種方法，根據物體的受力情況確定物體的運動情況和根據物體運動情況求解受力情況.這一節我們繼續學習用牛頓運動定律解題.

師：我們常見的物體的運動狀態有哪些種類？

生：我們常見的運動有變速運動和勻速運動，最常見的是物體靜止的情況.

師：如果物體受力平衡，那麼物體的運動情況如何？

生：如果物體受力平衡的話，物體將做勻速直線運動或靜止，這要看物體的初速度情況.

〔新課教學〕

一、共點力的平衡條件

師：那麼共點力作用下物體的平衡條件是什麼？

生：因為物體處於平衡狀態時速度保持不變，所以加速度為零，根據牛頓



第二定律得：物體所受合力為零。

師：同學們列舉生活中物體處於平衡狀態的實例。

生 1：懸掛在天花板上的吊燈，停止在路邊的汽車，放在地面上的講桌以及放在講桌上的黑板擦等等。

生 2：豎直上拋運動的物體到達最高點的瞬間。

師：大家討論一下豎直上拋的物體到達最高點的瞬間是否處於平衡狀態。

學生討論，回答提問

生 1：豎直上拋的最高點物體應該處於平衡狀態，因為此時物體速度為零。

生 2：我不同意剛才那位同學的說法，物體處於平衡狀態指的是物體受合力為零的狀態，並不是物體運動速度為零的位置。處於豎直上拋最高點的物體只是在瞬間速度為零，它的速度立刻就會發生改變，所以不能認為處於平衡狀態。

師：剛才的同學分析得非常好，大家一定要區分到底是速度為零還是合外力為零時物體處於平衡狀態，經過討論分析我們知道應該是合外力為零時物體處於平衡狀態。為了加深同學們對這個問題的理解，我們通過一個例子來進一步探究物體的平衡是怎樣進行研究的。

多媒體投影課本中的例題、三角形的懸掛結構及其理想化模型

師：輕質細繩中的受力特點是什麼？

生：輕質細繩中的受力特點是兩端受力大小相等，內部張力處處相等。

師：節點 O 的受力特點是什麼？

生：節點 O 的受力特點是一理想化模型，所受合外力為零。

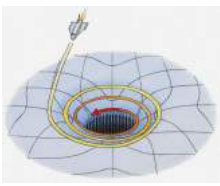
師：我們分析的依據是什麼？

生：上面的分析借助牛頓第二定律進行，是牛頓第二定律中合力等於零的特殊情況。

師：同學們把具體的解答過程寫出來。

投影學生的解答過程

解答：如圖 4-7-1 所示， F_1 、 F_2 、 F_3 三個力的合力為零，表示這三個力



在 x 方向的分向量之和及 y 軸方向的分向量之和也都為零，也就是：

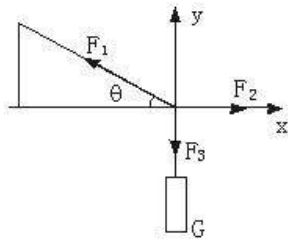


圖 4-7-1

$$F_2 - F_1 \cos \theta = 0$$

$$F_1 \sin \theta - F_3 = 0$$

由以上兩式解出鋼索 OA 受到的拉力 F_1

$$F_1 = \frac{F_3}{\sin \theta} = \frac{G}{\sin \theta}$$

硬杆 OB 的支持力 F_2

$$F_2 = F_1 \cos \theta = \frac{G}{\tan \theta}$$

師：在這個同學解題的過程中，他採用的是什麼方法？

生：正交分解法：將其中任意一個力沿其餘兩個力的作用線進行分解，其分力必然與其餘兩個力大小相等。

師：除了這種方法之外，還有沒有其他的方法？

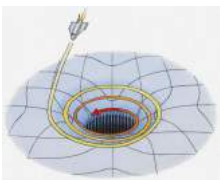
生 1：可以用力的合成法，任意兩個力的合力與第三個力大小相等，方向相反。

生 2：也可以用三角形法，將其中任意兩個力進行平移，使三個力首尾依次連接起來，應構成一閉合三角形。

師：總結：處理多個力平衡的方法有很多，其中最常見的就是剛才幾位同學分析的這三種方法，即正交分解法、力的合成法和三角形定則。這幾種方法到底採用哪一種方法進行分析就要看具體的題目，在實際操作的過程中大家可以靈活掌握。

【課堂訓練】

如圖 4-7-2 所示，質量為 m 的木塊在推力 F 的作用下，在水平地面上做



勻速直線運動.已知木塊與地面間的動摩擦因數為 μ , F 的方向與水平方向成 θ 角斜向下.那麼木塊受到的滑動摩擦力為下列各值的哪個

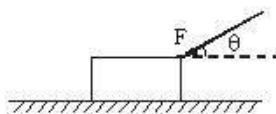


圖 4-7-2

- A. μmg B. $\mu (mg + F \sin \theta)$
C. $\mu (mg - F \sin \theta)$ D. $F \cos \theta$

解析：物體受力如圖 4-7-3 所示，水平方向有 $f = F \cos \theta$ ，故 D 正確.豎直方向有 $F_N = F \sin \theta + G$ ，由於勻速運動， $f = \mu F_N = \mu (F \sin \theta + G)$ ，故選項 B 正確.點評：要注意問題的多解性.

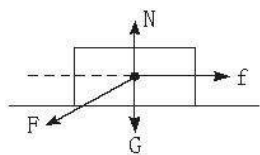


圖 4-7-3

答案：BD

二、超重和失重

【學生實驗】

一位同學甲站在體重計上靜止，另一位同學說出體重計的示數.注意觀察接下來的實驗現象.

學生活動：觀察實驗現象，分析原因

師：甲突然下蹲時，體重計的示數是否變化？怎樣變化？

生：體重計的示數發生了變化，示數變小了.

師：甲突然站起時，體重計的示數是否變化？怎樣變化？

生：體重計的示數發生了變化，示數變大.

師：當人下蹲和突然站起的過程中人受到的重力並沒有發生變化，為什麼



體重計的示數發生了變化呢？

生：這是因為當人靜止在體重計上時，人處於受力平衡狀態，重力和體重計對人的支持力相等，而實際上體重計測量的是人對體重計的壓力，在這種靜止的情況下，壓力的大小是等於重力的。而當人在體重計上下蹲或突然站起的過程中，運動狀態發生了變化，也就是說產生了加速度，此時人受力不再平衡，壓力的大小不再等於重力，所以體重計的示數發生了變化。

這位同學分析得非常好，我們把物體對支持物的壓力或對懸掛物的拉力叫做物體的視重，當物體運動狀態發生變化時，視重就不再等於物體的重力，而是比重力大或小。大家再看這樣一個問題：

多媒體投影例題：人站在電梯中，人的質量為 m 。如果當電梯以加速度 a 加速上升時，人對地板的壓力為多大？

學生思考解答

生1：選取人作為研究對象，分析人的受力情況：人受到兩個力的作用，分別是人的重力和電梯地板對人的支持力。由於地板對人的支持力與人對地板的壓力是一對作用力與反作用力，根據牛頓第三定律，只要求出地板對人的支持力就可以求出人對地板的壓力。

生2：取向上為正方向，根據牛頓第二定律寫出支持力 F 、重力 G 、質量 m 、加速度 a 的方程 $F - G = ma$ ，由此可得： $F = G + ma = m(g + a)$

人對地板的壓力 F' 與地板對人的支持力大小相等，即 $F' = m(g + a)$

由於 $m(g + a) > mg$ ，所以當電梯加速上升時，人對地板的壓力比人的重力大。

師：物體對支持物的壓力（或對懸掛物的拉力）大於物體受到的重力的現象稱為超重現象。物體處於超重現象時物體的加速度方向如何呢？

生：物體的加速度方向向上。

師：當物體的加速度方向向上時，物體的運動狀態是怎樣的？

生：應該是加速上升。



師：大家看這樣一個問題：

投影展示：人以加速度 a 減速下降，這時人對地板的壓力又是多大？

學生討論回答

生 1：此時人對地板的壓力也是大於重力的，壓力大小是： $F=m(g+a)$ 。

生 2：加速度向上時物體的運動狀態分為兩種情況，即加速向上運動或減速向下。

師：大家再看這樣幾個問題：

【投影展示】

1. 人以加速度 a 加速向下運動，這時人對地板的壓力多大？

2. 人隨電梯以加速度 a 減速上升，人對地板的壓力為多大？

3. 人隨電梯向下的加速度 $a=g$ ，這時人對地板的壓力又是多大？

師：這幾種情況物體對地板的壓力與物體的重力相比較哪一個大？

生：應該是物體的重力大於物體對地板的壓力。

師：結合超重的定義方法，這一種現象應該稱為什麼現象？

生：應該稱為失重現象。當物體對支持物的壓力和對懸掛物的拉力小於物體重力的現象稱為失重。

師：第三種情況中人對地板的壓力大小是多少？

生：應該是零。

師：我們把這種現象叫做完全失重，完全失重狀態下物體的加速度等於重力加速度 g 。

師：發生超重和失重現象時，物體實際受的重力是否發生了變化？

生：沒有發生變化，只是物體的視重發生了變化。

師：為了加深同學們對完全失重的理解，我們看下麵一個實驗，仔細觀察實驗現象。

課堂演示實驗：取一裝滿水的塑膠瓶，在靠近底部的側面打一小孔，讓其做自由落體運動。



生：觀察到的現象是水並不從小孔中噴出，原因是水受到的重力完全用來提供水做自由落體運動的加速度了。

師：現在大家就可以解釋人站在臺秤上，突然下蹲和站起時出現的現象了。

2.6 教學反思

本節課是牛頓運動定律的具體應用，分別是兩種特殊情況，一種是物體受合力為零時物體處於平衡狀態時的分析，應該注意三力合成與多力合成的方法，注意幾種方法的靈活運用，另一種情況就是物體在豎直方向上做變速運動時超重和失重現象。對於這兩種現象，我們應該注意以下幾個問題：物體處於“超重”或“失重”狀態，並不是說物體的重力增大了或減小了（甚至消失了），地球作用於物體的重力始終是存在的且大小也無變化。即使是完全失重現象，物體的重力也沒有絲毫變大或變小。當然，物體所受重力會隨高度的增加而減小，但與物體超、失重並沒有聯繫。超（失）重現象是指物體對懸掛物的拉力（或對支持物的壓力）大於（小於）重力的現象。

“超重”“失重”現象與物體運動的速度方向和大小均無關，只決定於物體的加速度方向。



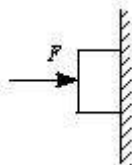
三、課後練習：§4.7 用牛頓運動定律解決問題（二）

用牛頓運動定律解決問題（二）（課時1）

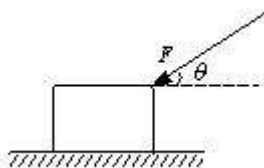
【達標檢測】

1. 若一個物體處於平衡狀態，則此物體一定是（ ）
A. 靜止 B. 勻速直線運動 C. 速度為零
D. 各共點力的合力為零
2. 大小不同的三個力同時作用在一個小球上，以下各組中可使小球平衡的是（ ）
A. 2 N, 3 N, 6 N B. 1 N, 4 N, 6 N
C. 35 N, 15 N, 25 N D. 5 N, 15 N, 25 N

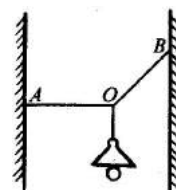
3. 如圖在水平力 F 的作用下，重為 G 的物體沿豎直牆壁勻速下滑，物體與牆之間的動摩擦因數為 μ ，物體所受摩擦力大小為
A. μf B. $\mu (F + G)$
C. $\mu (F - G)$ D. G



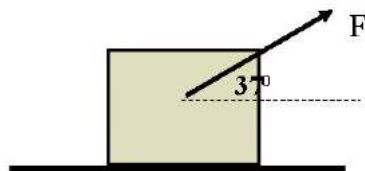
4. 如圖所示，一個重為 G 的木箱放在水平地面上，木箱與水平面間的動摩擦因數為 μ ，用一個與水平方向成 θ 角的推力 F 推動木箱沿地面做勻速直線運動，則推力的水平分力等於
A. $F \cos \theta$ B. $\mu G / (\cos \theta - \mu \sin \theta)$
C. $\mu G / (1 - \mu \tan \theta)$ D. G
D. $F \sin \theta$

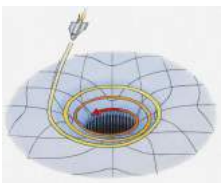


5. 如圖所示，電燈懸掛於兩牆之間，更換繩 OA，使連接點 A 向上移，但保持 O 點位置不變，則 A 點向上移時，繩 OA 的拉力
（ ） A. 逐漸增大 B. 逐漸減小 C. 先增大後減小 D. 先減小後增大

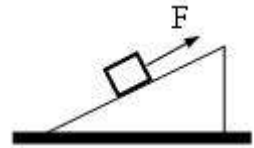


6. 質量為 5.5Kg 的物體，受到斜向右上方與水平方向成 37° 角的拉力 $F=25\text{N}$ 作用，在水平地面上勻速運動，求物體與地面間的動摩擦因數 ($g=10\text{m/s}^2$)。

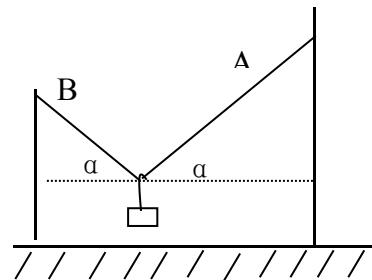




7、如圖所示，質量為 m 的木塊放在質量為 M 、傾角為 θ 的斜面體上，斜面體放在粗糙的水平地面上，用沿斜面向上的拉力 F 拉木塊，使木塊與斜面體都保持靜止，求地面對斜面體的摩擦力和支持力。



8、如圖所示，長為 5m 的細繩的兩端分別系於豎立在地面上相距為 4m 的兩杆的頂端 A 、 B ，繩上掛一個光滑的輕質掛鉤，其下連著一個重為 12N 的物體，平衡時，問：



- ①繩中的張力 T 為多少？
- ② A 點向上移動少許，重新平衡後，繩與水平面夾角，繩中張力如何變化？

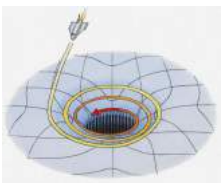
用牛頓運動定律解決問題（二）（課時 2）

【達標檢測】

1. 關於超重和失重，下列說法正確的是（ ）
A. 超重就是物體受的重力增加了 B. 失重就是物體受的重力減少了
C. 完全失重就是物體一點重力都沒有人
D. 不論超重、失重或安全失重，物體所受的重力是不變的
2. 下列說法中正確的是（ ）
A. 只要物體向上運動，速度越大，超重部分越大
B. 只要物體向下運動，物體就失重



- C· 只要物體具有豎直向上加速度，物體就處於超重狀態，與物體運動方向和速度大小無關
- D· 只要物體在豎直方向運動，物體就一定處於超重或失重狀態
- 3· 在一個封閉裝置中，用彈簧秤稱一物體的重力，根據讀數與實際重力之間的關係，以下說法中正確的是.....()
- A. 讀數偏大，表明裝置加速上升 B· 讀數偏小，表明裝置減速下降
- C. 讀數為零，表明裝置運動加速度等於重力加速度，但無法判斷是向上還是向下運動
- D· 讀數準確，表明裝置勻速上升或下降
- 4· 一個人站在磅秤上，在他蹲下的過程中，磅秤的示數將 ()
- A、先小於體重後大於體重，最後等於體重。
- B、先大於體重後小於體重，最後等於體重
- C、先小於體重，後等於體重
- D、先大於體重，後等於體重
- 5· 某人在以 $a=2\text{m/s}^2$ 勻加速下降的電梯中最多能舉起 $m_1=75\text{kg}$ 的物體，則此人在地面上最多可舉起多大質量的物體？若此人在一勻加速上升的電梯中最多能舉起 $m_2=50\text{kg}$ 的物體，則此電梯上升的加速度為多大？



6. 一個質量是 50 kg 的人站在升降機的地板上，升降機的頂部懸掛了一個彈簧秤，彈簧秤下面掛著一個質量為 $m=5\text{ kg}$ 的物體 A，當升降機向上運動時，他看到彈簧秤的示數為 40 N ， g 取 10 m/s^2 ，求此時人對地板的壓力。

學習反思：

**第八課題：綜合複習（2 課時）**

課題	綜合複習		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2018.01.11 2018.01.12	課型	復習課		課時	2 課時

綜合複習一：《第四章 牛頓運動定律》章末總結**【教學過程】****★重難點一、整體法、隔離法分析連接體問題★****1. 連接體**

兩個或兩個以上相互作用的物體組成的具有相同加速度的整體叫連接體。如幾個物體疊放在一起，或並排擠放在一起，或用繩子、細杆等連在一起。

2. 處理連接體問題的方法

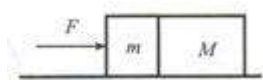
(1) 整體法：把整個系統作為一個研究對象來分析的方法。不必考慮系統內力的影響，只考慮系統受到的外力。

(2) 隔離法：把系統中的各個部分(或某一部分)隔離，作為一個單獨的研究對象來分析的方法。此時系統的內力就有可能成為該研究對象的外力，在分析時要特別注意。

(3) 整體法與隔離法的選用

求解各部分加速度都相同的連接體問題時，要優先考慮整體法；如果還要求物體之間的作用力，再用隔離法。求解連接體問題時，隨著研究對象的轉移，往往兩種方法交叉運用。一般的思路是先用其中一種方法求加速度，再用另一種方法求物體間的作用力或系統所受合力。無論運用整體法還是隔離法，解題的關鍵還是在於對研究對象進行正確的受力分析。

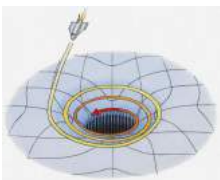
【典型例題】（多選）如圖所示，在光滑的桌面上有 M 、 m 的兩個物塊，現用力 F 推物塊，使 M 、 m 兩物塊在桌上一同向右加速，則 M 、 m 間的相互作用力為



A、若桌面光滑，作用力為 $\frac{MF}{M+m}$

B、若桌面光滑，作用力為 $\frac{mF}{M+m}$

C、若桌面的摩擦因數為 μ ， M 、 m 仍向右加速，則 M 、 m 間的相互作用力為 $\frac{MF}{M+m} + \mu Mg$



D、若桌面的摩擦因數為 μ ， M 、 m 仍向右加速，則 M 、 m 間的相互作用力為

$$\frac{MF}{M+m}$$

【答案】AD

★重難點二、動力學的臨界問題★

1.概念

(1)臨界問題：某種物理現象(或物理狀態)剛好要發生或刚好不發生的轉折狀態。

(2)極值問題：在滿足一定的條件下，某物理量出現極大值或極小值的情況。

2·關鍵字語

在動力學問題中出現的“最大”、“最小”、“剛好”、“恰能”等詞語，一般都暗示了臨界狀態的出現，隱含了相應的臨界條件。

3·常見類型

動力學中的常見臨界問題主要有三類：一是彈力發生突變時接觸物體間的脫離與不脫離的問題；二是繩子的繃緊與鬆弛的問題；三是摩擦力發生突變的滑動與不滑動問題。

4·解題關鍵

解決此類問題的關鍵是對物體運動情況的正確描述，對臨界狀態的判斷與分析，找出處於臨界狀態時存在的獨特的物理關係，即臨界條件。

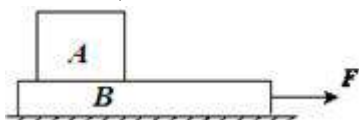
常見的三類臨界問題的臨界條件：

(1)相互接觸的兩個物體將要脫離的臨界條件是：相互作用的彈力為零。

(2)繩子鬆弛的臨界條件是：繩的拉力為零。

【典型例題】（多選）如圖所示， A 、 B 兩物塊的質量分別為 $2m$ 和 m ，靜止疊放在水平地面上， A 、 B 間的動摩擦因數為 μ ， B 與地面間的動摩擦因數為

$\frac{1}{2}\mu$ ，最大靜摩擦力等於滑動摩擦力，重力加速度為 g ，現對 A 施加一水平拉力 F ，則



A、當 $F < 2\mu mg$ 時， A 、 B 都相對地面靜止，

B、當 $F = \frac{5}{2}\mu mg$ 時， A 的加速度為 $\frac{1}{3}\mu g$

C、當 $F > 3mg$ 時， A 相對 B 滑動，

D、隨著 F 的增大， B 的加速度可能超過 $\frac{1}{2}\mu g$

【答案】BC

★重難點三、動力學的圖象問題★

物理圖象資訊量大，包含知識內容全面，好多習題已知條件是通過物理圖象給出的。

一、動力學問題中常見的有 $F-t$ 及 $a-F$ 等圖象。

1· $a-t$ 圖象，要注意加速度的正負，分析每一段的運動情況，然後結合物體的受力情況根據牛頓第二定律列方程。

2· $F-t$ 圖象要結合物體受到的力，根據牛頓第二定律求出加速度，分析每一



時間段的運動性質。

3. $a-F$ 圖象，首先要根據具體的物理情景，對物體進行受力分析，然後根據牛頓第二定律推導出兩個量間的函數關係式，由函數關係式結合圖象明確圖象的斜率、截距或面積的意義，從而由圖象給出的資訊求出未知量。

二、圖象在動力學中的應用

在物理學問題中，給出已知條件和資訊的方式有很多，諸如文字方式、表格方式、函數方式、圖象方式，其中圖象方式是最常見、最直觀的一種方式，運用圖象求解問題也會更加直觀、形象。

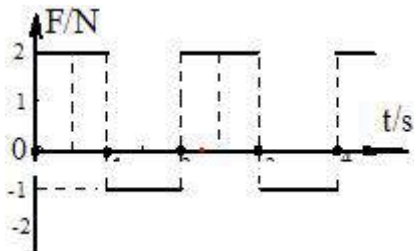
1. 常見的圖象形式

在動力學與運動學問題中，常見、常用的圖象是位移圖象($x-t$ 圖象)、速度圖象($v-t$ 圖象)和力的圖象($F-t$ 圖象)等，這些圖象反映的是物體的運動規律、受力規律，而絕非代表物體的運動軌跡。

2. 圖象問題的分析方法

遇到帶有物理圖象的問題時，要認真分析圖象，先從它的物理意義、點、線段、斜率、截距、交點、拐點、面積等方面了解圖象給出的資訊，再利用共點力平衡、牛頓運動定律及運動學公式去解題。

【典型例題】一物塊質量 $m=1\text{kg}$ 靜止置於光滑水平面上，受到一個如圖所示的力 F 的作用在水平面內運動，力 F 是一個週期性變化的力，規定向東為力 F 的正方向，求：



- (1) 第 1s 內和第 2s 內的加速度大小
- (2) $t=8.5\text{s}$ 時物塊離開出發點的位移大小

【答案】 (1) $a_1=2\text{m/s}^2$ ， $a_2=-1\text{m/s}^2$ ；(2) 24.25m

【解析】 (1) 根據 $F=ma$ ， $F_1=ma_1$ ， $a_1=2\text{m/s}^2$ ； $F_2=ma_2$ ， $a_2=-1\text{m/s}^2$ 。

(2) 0-1s 內， $x_1=\frac{1}{2}a_1t^2=1\text{m}$ ， $v_1=a_1t=2\text{m/s}$ 。

0-2s 內， $x_2=v_1t-\frac{1}{2}a_2t^2=0.5\text{m}$ ， $v_2=1\text{m/s}$ ；

同理： $x_3=2\text{m}$ ， $x_4=2.5\text{m}$ ， $x_5=3\text{m}$ ， $x_6=3.5\text{m}$ ， $x_7=4\text{m}$ ， $x_8=4.5\text{m}$ ， $x_{8.5}=2.25\text{m}$

$x=x_1+x_2+x_3+x_4+x_5+x_6+x_7+x_8+x_{8.5}=24.25\text{m}$ 。

★重難點四、動力學中的傳送帶問題★

1. 摩擦力是否影響傳送帶的運動

是因為帶動傳送帶的電動機在起作用(摩擦力不影響傳送帶的運動狀態)。

2. 分析該類問題的關鍵

分析物體與傳送帶間的滑動摩擦力方向，進而分析物體的運動規律，這是分析傳送帶問題的關鍵。

3. 常見的傳送帶模型

有兩種，一個是水平方向的傳送帶；另一個是與水平方向成一定角度的傳送帶。

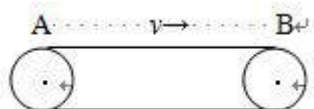


(1)物體在水平傳送帶上的運動有兩種可能：①若物體到達傳送帶的另一端時速度還沒有達到傳送帶的速度，則該物體一直做勻變速直線運動；②若物體到達傳送帶的另一端之前速度已經和傳送帶相同，則物體先做勻變速直線運動後做勻速直線運動。

(2)對傾斜傳送帶要分析最大靜摩擦力和重力沿斜面方向的分力的關係，如果最大靜摩擦力小於重力沿斜面的分力，則物體做勻變速運動；如果最大靜摩擦力大於重力沿斜面的分力，則物體做勻速運動。

【典型例題】如圖所示，一水平傳送裝置 A 、 B 兩端相距 $2m$ ，傳送帶以 $2m/s$ 的速度做勻速運動，已知某工件與傳送帶的動摩擦因數為 0.4 ，把工件輕輕放在 A 端（初速為零），求：（1）工件從 A 端運動到 B 端所需的時間

（2）傳送帶的速度至少為多大時，可使工件從 A 端運動到 B 端所需時間最短。（ g 取 $10m/s^2$ ）



【答案】（1） $1.25s$ ；（2） $4m/s$

【解析】（1）工件剛放在水平傳送帶上的加速度為 a_1

由牛頓第二定律得 $\mu mg = ma_1$ ，解得 $a_1 = 4m/s^2$

經 t_1 時間與傳送帶的速度相同，則 $t_1 = \frac{v}{a_1} = 0.5s$ ，

前進的位移為 $x_1 = \frac{1}{2}a_1t_1^2 = 0.5m$

此後工件將與傳送帶一起勻速運動至 B 點，用時 $t_2 = \frac{L_{AB} - x_1}{v} = 0.75s$

所以工件第一次到達 B 點所用的時間 $t = t_1 + t_2 = 1.25s$

（2）工件到達 B 端時間最短，工件應一直加速，則： $v^2 = 2aL$ ，

$v = \sqrt{2aL} = 4m/s$

綜合複習二：模塊綜合檢測

1. 下列關於慣性的說法中正確的是

- A. 速度越大的物體越難以停下來，所以速度大的物體慣性大
- B. 靜止的物體沒有慣性
- C. 物體在月球表面時的重力是在地球上的 $1/6$ ，所以物體在月球上慣性比在地球上小
- D. 行駛的汽車突然剎車時，乘客前傾是由於慣性造成的

2. 消防員用繩子將一不慎落入井中的兒童從井內加速向上提的過程中，不計繩子的重力，以下說法正確的是（ ）

- A. 繩子對兒童的拉力大於兒童對繩子的拉力
- B. 繩子對兒童的拉力大於兒童的重力
- C. 消防員對繩子的拉力與繩子對兒童的拉力是一對作用力與反作用力
- D. 消防員對繩子的拉力與繩子對兒童的拉力是一對平衡力

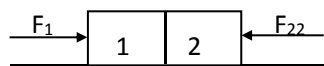


3. 關於物理量或物理量的單位，下列說法正確的是 ()

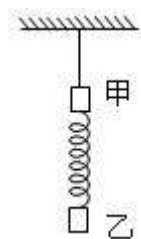
- A. $1\text{N}/\text{kg}=9.8\text{m}/\text{s}^2$
- B. “m”“kg”“s”都是國際單位制中的基本單位
- C. 後人為了紀念牛頓，把“牛頓”作為力學中的基本單位
- D. 在力學範圍內，國際單位制規定長度、質量、速度為三個基本物理量

4. 如圖所示，兩個質量相同的物體 1 和 2，緊靠在一起放在光滑的水平面上，如果它們分別受到水平推力 F_1 和 F_2 的作用，而且 $F_1 > F_2$ ，則 1 施於 2 的作用力的大小為 ()

- A. F_1
- B. F_2
- C. $(F_1 + F_2) / 2$
- D. $(F_1 - F_2) / 2$



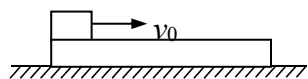
5. 如圖所示，物體甲、乙質量均為 m ，彈簧和懸線的質量可忽略不計，重力加速度為 g 。在懸線被燒斷的瞬間，甲、乙的加速度大小分別為 ()



- A. $0, g$
- B. g, g
- C. $0, 0$
- D. $2g, 0$

6. 如圖所示，長度為 2m 、質量為 1kg 的木板靜止在光滑水平面上，一木塊質量也為 1kg (可視為質點)，與木板之間的動摩擦因數為 0.2 。要使木塊在木板上從左端滑向右端而不至滑落，則木塊的初速度不能超過：

- A. $1\text{m}/\text{s}$
- B. $2\text{m}/\text{s}$
- C. $4\text{m}/\text{s}$
- D. $8\text{m}/\text{s}$



7. 某“蹦極”者從高高的跳臺上跳下後，由於綁在身上的彈性繩很長，足以使他在空中享受幾秒鐘的“自由落體運動”，當下落到一定距離時，人被拉伸的彈性繩向上拉起，之後又落下，如此反復，若不計空氣阻力的影響，在人下落到最低點的過程中，下列說法正確的是

- A. 當彈性繩達到原長後，人處於超重狀態
- B. 當彈性繩彈力剛好等於人的重力時，人的速度最大
- C. 當彈性繩剛好達到原長時，人的速度最大
- D. 當彈性繩從原長到人達到最低點過程中，人處於失重狀態

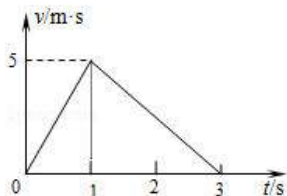
8. 對於一些實際生活中的現象，某同學試圖從慣性角度加以解釋，其中正確的是 ()

- A. 採用了大功率的發動機後，某些一級方程式賽車的速度甚至能超過某些老式螺旋槳飛機的速度，這表明，可以通過科學進步使小質量的物體獲得大慣性
- B. “強弩之末勢不能穿魯縞”，這表明強弩的慣性減小了
- C. 貨車運行到不同的車站時，經常要摘下或加掛一些車廂，這些會改變它的慣性



D·摩托車轉彎時，車手一方面要控制適當的控制速度，另一方面要將身體稍微向裏傾斜，這是為了通過調控人和車的慣性達到安全行駛目的

9·（多選）質量為 0.5kg 的物體由靜止開始沿光滑斜面下滑，下滑到斜面的底端後進入粗糙水平面滑行，直到靜止，它的 $v-t$ 圖象如圖所示。（ g 取 10m/s^2 ）那麼，下列說法中正確的是



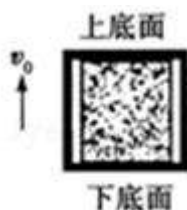
A·斜面的傾角為 60°
為 0.25

B·物體與水平面的動摩擦因數

C·物體在斜面上受到的合外力是 2.5N
力是 2.5N

D·物體在水平面上受到的合外力

10·（多選）如圖所示，一個箱子中放有一物體，已知靜止時物體對下底面的壓力等於物體的重力，且物體與箱子上表面剛好接觸。現將箱子以初速度 v_0 豎直向上拋出，已知箱子所受空氣阻力與箱子運動的速率成正比，且運動過程中始終保持圖示姿態。則下列說法正確的是



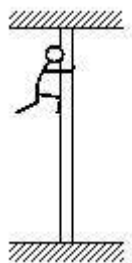
A·上升過程中，物體對箱子的下底面有壓力，且壓力越來越小

B·上升過程中，物體對箱子的上底面有壓力，且壓力越來越小

C·下降過程中，物體對箱子的下底面有壓力，且壓力可能越來越大

D·下降過程中，物體對箱子的上底面有壓力，且壓力可能越來越小

11·（多選）如圖所示，一名消防隊員在模擬演習訓練中，沿著長為 12m 的豎立在地面上的鋼管往下滑。已知這名消防隊員的質量為 60kg ，他從鋼管頂端由靜止開始先勻加速再勻減速下滑，滑到地面時速度恰好為零。如果他加速時的加速度大小是減速時的 2 倍，下滑的總時間為 3s ， g 取 10m/s^2 ，那麼該消防隊員（ ）



A·下滑過程中的最大速度為 4m/s

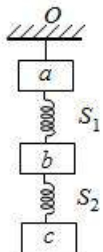
B·加速與減速過程的時間之比為 $1:2$

C·加速與減速過程中所受摩擦力大小之比為 $1:7$

D·加速與減速過程的位移之比為 $1:4$

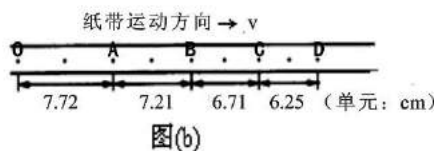
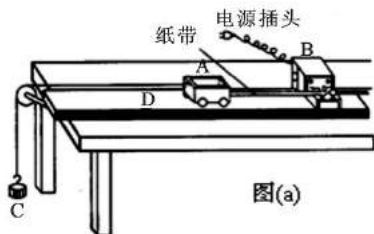


12. (多選) 如圖，物塊 a、b 和 c 的質量相同，a 和 b，b 和 c 之間用完全相同的輕彈簧 s_1 、 s_2 相連，通過系在 a 上的細繩懸掛與固定點 O，整個系統處於靜止狀態；現將細繩剪斷，將物塊 a 的加速度記為 a_1 ，將物塊 b 的加速度記為 a_2 ， s_1 、 s_2 相對原長的伸長量分別為 Δl_1 、 Δl_2 ，重力加速度大小為 g ，在剪斷瞬間



- A、 $a_1 = 3g$ B、 $a_2 = 0$ C、 $\Delta l_1 = 2\Delta l_2$ D、 $\Delta l_1 = \Delta l_2$

13. 某同學設計了一個“探究加速度與物體所受合力 F 及質量 m 的關係”的實驗。如圖 (a) 為實驗裝置簡圖，A 為小車，B 為電火花打點計時器，C 為鉤碼，D 為一端帶有定滑輪的長方形木板，還有 220V 交流電源沒有畫出。實驗中認為細繩對小車拉力 F 等於鉤碼的重力。當地重力加速度為 g 。



(1) 除了以上儀器外，還需要下列器材中的 ▲

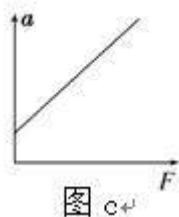
- A·碼錶 B·天平 C·毫米刻度尺 D·彈簧測力計

(2) 為了消除小車與水平木板之間摩擦力的影響應採取的做法是 ▲

- A·將木板不帶滑輪的一端適當墊高，使小車在鉤碼拉動下恰好做勻速運動
B·將木板帶滑輪的一端適當墊高，使小車在鉤碼拉動下恰好做勻速運動
C·將木板不帶滑輪的一端適當墊高，在不掛鉤碼的情況下使小車恰好做勻速運動
D·將木板不帶滑輪的一端適當墊高，在不掛鉤碼的情況下使小車能夠靜止在木板上

(3) 圖 (b) 為某次實驗得到的紙帶 (交流電的頻率為 50Hz)，由圖 (b) 中數據求出小車加速度大小為 m/s^2 ，A 點對應的小車速度大小為 m/s (保留兩位有效數字)。

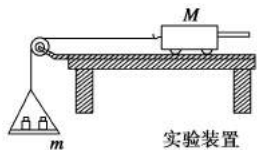
(4) 保持小車質量不變，改變鉤碼質量，進行多次測量。根據實驗數據作出了加速度 a 隨拉力 F 的變化圖線，如圖 (c) 所示，圖中直線沒有通過原點，其主要原因是 ▲。



14. 在“驗證牛頓運動定律”的實驗中，採用如圖所示的實驗裝置，小車及車中砝碼的質量用 M 表示，盤及盤中砝碼的質量用 m 表示，小車的加速度可由小車



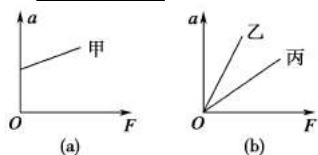
後拖動的紙帶打上的點計算出.



(1) 當 M 與 m 的大小關係滿足_____時, 才可以認為繩對小車的拉力大小等於盤及盤中砝碼的重力.

(2) 一組同學在做加速度與質量的關係實驗時, 保持盤及盤中砝碼的質量一定, 改變小車及車中砝碼的質量, 測出相應的加速度, 採用圖象法處理數據. 為了比較容易地檢查出加速度 a 與質量 M 的關係, 應該做 a 與_____的圖象.

(3) 如圖 (a), 甲同學根據測量數據做出的 $a-F$ 圖線, 說明實驗存在的問題是_____.

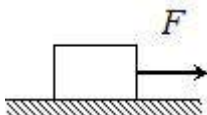


(4) 乙、丙同學用同一裝置做實驗, 畫出了各自得到的 $a-F$ 圖線, 如圖

(b) 所示, 兩個同學做實驗時的哪一個物理量取值不同?

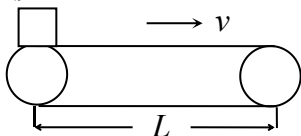
15. 如圖所示, 質量為 $m=2.0\text{kg}$ 的物體靜止在水平面上, 現用 $F=10\text{N}$ 的水平拉力拉物體, 使物體做勻加速直線運動, 經 $t=2.0\text{s}$ 物體的速度增大到 $v=4.0\text{m/s}$, 求:

- (1) 物體在此 2.0s 內通過的位移
- (2) 物體與桌面間的動摩擦因數 μ 。

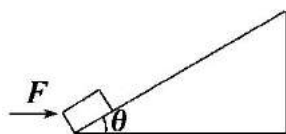


16. 如圖所示, 水平傳送帶以 $v=2\text{m/s}$ 的速度勻速運轉, 在其左端無初速度釋放一質量為 $m=1\text{kg}$ 的小滑塊, 滑塊可視為質點, 滑塊與傳送帶間的動摩擦因數 $\mu=0.2$, 傳送帶長 $L=2\text{m}$, 重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$ 。

求: (1) 滑塊從傳送帶左端到右端的時間? (2) 滑塊相對傳送帶滑行的位移?

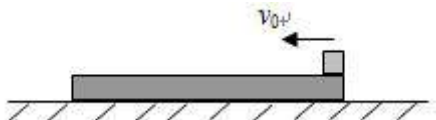


17. 如圖所示, 質量為 10kg 的物體在 $F=200\text{N}$ 的水平推力作用下, 從粗糙斜面的底端由靜止開始沿斜面運動, 斜面固定不動, 與水平地面的夾角 $\theta=37^\circ$, 力 F 作用 2s 後撤去, 物體在斜面上繼續上滑了 1.25s 後, 速度減為零. 求: 物體與斜面間的動摩擦因數 μ 和這個過程中物體的總位移 x . (已知 $\sin 37^\circ=0.6$, $\cos 37^\circ=0.8$, $g=10\text{m/s}^2$)





18. 如圖所示，一足夠長的木板靜止在水平面上，質量 $M=0.4\text{kg}$ ，長木板與水平面間的動摩擦因數 $\mu_1=0.1$ ，一質量 $m=0.4\text{kg}$ 的小滑塊以 $v_0=1.8\text{m/s}$ 的速度從長木板的右端滑上長木板，滑塊與長木板間動摩擦因數 $\mu_2=0.4$ ，小滑塊可看成質點，重力加速度 g 取 10m/s^2 ，求：



- (1) 小滑塊剛滑上長木板時，長木板的加速度大小 a_1 和小滑塊加速度大小 a_2 ；
- (2) 小滑塊與長木板速度相等時，小滑塊相對長木板上滑行的距離 L ；
- (3) 從小滑塊滑上長木板到最後靜止下來的過程中，小滑塊運動的總距離 S 。

參考答案

1、D；2、B；3、B；4、C；5、D；6、C；7、B；8、C；9、BC；10、BC；
11、BC；12、ABC；

13、【答案】(1) BC；(2) C；(3) 3.1, 1.9；(4) 平衡摩擦力過度
(或不帶滑輪的一端墊得過高)

14、【答案】(1) $M \gg m$ (2) $\frac{1}{M}$ ；(3) 平衡摩擦力時木板傾角過大；(4)
兩小車及車上砝碼的總質量不同

15、【答案】(1) $4m$ ；(2) $\mu=0.3$

【解析】

(1) 物體在 2s 內通過的位移 $x = \bar{v}t = \frac{v}{2}t = \frac{4}{2} \times 2\text{m} = 4\text{m}$ 。

(2) 物體的加速度 $a = \frac{v}{t} = \frac{4}{2}\text{m/s}^2 = 2\text{m/s}^2$ ，根據牛頓第二定律得，

$$F - \mu mg = ma,$$

代入數據解得 $\mu = 0.3$ 。

16、【答案】(1) 1.5s (2) 1m 。

【解析】(1) 滑塊運動的加速度 $a = \mu g = 2\text{m/s}^2$

釋放後經 t_1 時間達傳送帶速度， $t_1 = \frac{v}{a} = 1\text{s}$ ；位移 $s_1 = \frac{v^2}{2a} = 1\text{m}$

之後勻速運動的時間 $t_2 = \frac{L - s_1}{v} = 0.5\text{s}$

$$t = t_1 + t_2 = 1.5\text{s}$$

(2) 滑塊和傳送帶在 t_1 時間內有相對運動。

傳送帶的位移 $s_2 = vt_1 = 2\text{m}$

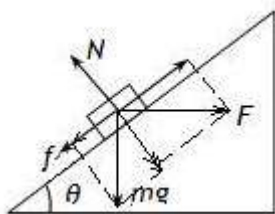
滑塊相對傳送帶的位移 $s = s_2 - s_1 = 1\text{m}$

17、【答案】 0.25 ； 16.25m

【解析】



當拉力作用在物體上時受力情況答圖所示，設加速運動時的加速度大小為 a_1 ，末速度為 v ，撤去拉力後減速運動時的加速度大小為 a_2 ，則：



$$N = mg \cos \theta + F \sin \theta,$$

$$F \cos \theta - f - mg \sin \theta = ma_1,$$

$$f = \mu N,$$

$$f + mg \sin \theta = ma_2.$$

由運動學規律可知 $v = a_1 t_1$ ， $v = a_2 t_2$ ，

聯立以上各式，代入數據得： $\mu = 0.25$

$$(2) \text{ 物體的總位移： } x = \frac{1}{2} a_1 t_1^2 + a_2 t_2^2,$$

代入數據得： $x = 16.25 \text{ m}$ 。

18、【答案】(1) 2 m/s^2 ； 4 m/s^2 ；(2) 0.27 m ；(3) 0.54 m

【解析】

(1) 小滑塊對長木板的滑動摩擦力 f_2 大於地面對長木板的滑動摩擦力 f_1 ，長木板向左加速；小滑塊向左減速，據牛頓第二定律：

$$\text{設向右為正：} \mu_2 mg - \mu_1 (M+m) g = Ma_1$$

$$\text{設向右為正：} \mu_2 mg = ma_2$$

$$\text{代入數據得：} a_1 = 2 \text{ m/s}^2$$

$$a_2 = 4 \text{ m/s}^2$$

(2) 小滑塊與長木板速度相等時，有： $v_0 - a_2 t = a_1 t$ ，

$$\text{代入數據得：} t = 0.3 \text{ s}$$

$$\text{小滑塊運動的距離為：} s_2 = v_0 t - \frac{1}{2} a_2 t^2 = 0.36 \text{ m}$$

$$\text{木板運動的距離為：} s_1 = \frac{1}{2} a_1 t^2 = 0.09 \text{ m}；$$

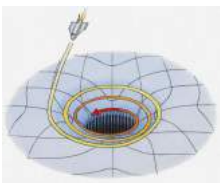
$$\text{所以：} L = s_2 - s_1 = 0.27 \text{ m}$$

(3) 此後以一起做勻減速運動，有： $v = a_1 t = 0.6 \text{ m/s}$

$$\text{據牛頓第二定律：} \mu_1 (M+m) g = (M+m) a_3$$

$$\text{加速度的大小為：} a_3 = 1 \text{ m/s}^2$$

$$\text{運動的距離為：} s_3 = \frac{v^2}{2a_3} = 0.18 \text{ m} \quad \text{所以小滑塊滑行的距離為：} s = s_2 + s_3 = 0.54 \text{ m}$$



第五章：曲線運動（16 課時）

1.1 整章概述

從學生思維發展的角度和知識內在的邏輯聯繫來看，學生在《必修1》中剛剛學習了力的分解與合成，這方面的基礎有利於理解拋體運動中的運動合成與分解。又與曲線運動相關。內容設置上有如下特點：

1· 重視情景創設

物理教學要緊密聯繫學生的生活實際，從學生的生活經驗和已有知識出發，創設生動有趣的情景，引導學生開展觀察、操作、猜想、推理、交流等活動，使學生通過學習活動，掌握基本的物理知識和技能，學會從物理的角度去觀察事物、思考問題，激發對物理的學習興趣以及學好物理的願望。為使學生較容易地進入狀態，也便於教師解決備課時經常遇到的如何引入新課的問題，全書安排了大量的情景設置，主要有以下幾類：

(1) 以圖片創設情境

例如：“曲線運動”圖 5.1-1---5.8-10 形形色色的曲線運動；

(2) 以問題創設情景

例如：“質點在平面內的運動”以蠟塊的運動為例提出怎樣在平面直角坐標系中研究物體的運動。

(3) 以活動創設情境

例如：“勻速圓周運動的向心力和向心加速度”感受向心力等。

2· 突出科學探究

“學習科學探究方法，發展自主學習能力，養成良好的思維習慣，能運用物理知識和科學探究方法解決一些問題。”

(1) 實驗探究

科學探究包括“提出問題、猜想與假設、制定計畫與設計實驗、實驗與收集證據、分析與論證、評估、交流與合作”七個要素。這類探究活動以科學實驗為主要形式，我們稱之為“實驗探究”。

教材設置的“實驗探究”有：研究曲線運動的速度方向、研究曲線運動的條件、比較平拋運動和自由落體運動、研究斜拋運動。

教材還設置了如下“學生實驗”：研究平拋運動。另外，教材設置的“活動”欄目中，也有不少實驗探究內容。如：運動的合成實驗、感受向心力等。

(2) 理論探究

除實驗探究外，也有不少探究活動則是屬於純理論性的探究，通常包括“提出問題、猜想與假設、思考與討論、推理與論證、檢驗與評估、應用與實踐、交流與合作”七個要素，我們稱之為“理論探究”。

教材設置的“理論探究”有：曲線運動的速度方向、平拋運動的分解。

另外，教材設置的“活動”、“討論交流”、“觀察與思考”欄目中，也有不少理論探究的內容。如：對小船渡河同時參與了兩個運動的觀察與思考等。



3·注重聯繫實際

(1) 教學內容

① 引入課題的情景。例如：以形形色色的曲線運動實例引入“曲線運動”；以常見的圓周運動實例引入“圓周運動”；

② 研究問題的載體。例如：以“小船渡河”實例研究運動的合成與分解；以“汽車過拱形橋”、“旋轉秋千”、“火車轉彎”等實例為載體分析圓周運動等。

③ 物理知識的應用。例如：求向心加速度和向心力

4·課外拓展豐富

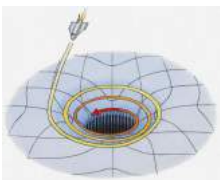
教科版《必修2》的課外拓展內容大多安排在“思考與討論”“做一做”欄目，其間設置了不少實際問題。

① 做一做。例如：顯示飛鏢運動速度方向

② 思考與討論。自行車大小齒輪後輪質點運動快慢比較，地球看成一個巨大的拱橋駕駛員與座椅的壓力

1.2 課題中與基本學力要求對應的教學內容

課題中與基本學力要求對應的教學內容	基本學力要求指標
<p style="text-align: center;">A 知識目標</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 知道曲線運動物體的位置確定方法，了解曲線運動物體的位移。 2. 知道曲線運動中速度的方向，理解曲線運動是一種變速運動。 3. 掌握運動的合成和分解的基本方法，能用於研究蠟塊的運動。 4. 知道物體做曲線運動的條件是所受的合外力與它的速度方向不在一條直線上。 5. 知道什麼是平拋運動及物體做平拋運動的條件。知道平拋運動的特點是初速度方向水平，只受豎直方向重力作用，運動軌跡是拋物線。 6. 掌握平拋運動的基本規律。理解平拋運動是勻變速運動，其加速度為 g。 7. 理解平拋運動可以看做水平方向的勻速直線運動與豎直方向的自由落體運動的合運動，並且這兩個分運動並不互相影響。 8. 掌握拋體運動的位置與速度的關係。 9. 知道平拋運動的條件及相應控制方法。 10. 知道用實驗獲得平拋運動軌跡的方法。 11. 知道判斷運動軌跡是否為拋物線的方法。 12. 知道測量初速度時需要測量的物理量。 	<p>A-4 初步學會利用事實、經驗或科學理論進行邏輯推理作出假設。</p> <p>A-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>



13. 會推導初速度的運算式，會計算平拋運動的初速度。
14. 知道什麼是勻速圓周運動。
15. 理解什麼是線速度、角速度和週期。
16. 理解線速度、角速度和週期之間的關係。
17. 理解速度變化量與加速度的概念。
18. 知道向心加速度大小與線速度，角速度的關係。
19. 能夠運用向量運算規則和相關數學知識推導出向心加速度的大小運算式。
20. 能夠應用向心加速度的相應運算式解決問題。
21. 理解向心力的概念、公式及物理意義。
22. 了解變速圓周運動的概念及受力特徵。
23. 了解研究一般圓周運動的方法。
24. 知道如果一個力或幾個力的合力的效果是使物體產生向心加速度，它就是圓周運動的物體所受的向心力，會在具體問題中分析向心力的來源。
25. 能運用勻速圓周運動規律分析和處理生產和生活中具體實例。
26. 知道向心力和向心加速度的公式也適用於變速圓周運動，會求變速圓周運動中物體在特殊點的向心力和向心加速度。

B 情意目標

1. 能領略曲線運動的奇妙與和諧，發展對科學的好奇心與求知欲。
2. 有參與科技活動的熱情，將物理知識應用於生活和生產實踐中。
3. 有參與實驗總結規律的熱情，從而能更方便地解決實際問題。
4. 通過實踐，鞏固自己所學的知識。
5. 通過重複多次實驗，進行共性分析、歸納分類，達到鑒別結論的教育目的，同時還能進行理論聯繫實際的教育。
6. 通過描述勻速圓周運動快慢的物理量的教學，使學生了解對於同一個問題可以從不同的側面進行研究，同時它們之間既有區別，又有聯繫，要學會全面地認識問題的方法。
7. 培養學生認識未知世界要有勇於猜想的勇氣和嚴謹的科學態度。
8. 感知物理源自生活，激發學生熱愛科學學習科學的熱情。
9. 在實驗中培養分析、解決問題的能力，提高思維水平。
10. 體會向量獨立性原理的應用，激發學習物理的興趣。
11. 培養學生的應用實踐能力和思維創新意識。



12. 運用生活中的幾個事例，激發學生的學習興趣、求知欲和探索動機。
13. 通過對實例的分析，建立具體問題具體分析的科學觀念。

C 技能目標

1. 體驗曲線運動與直線運動的區別。
2. 體驗曲線運動是變速運動及它的速度方向的變化。
3. 體驗用直線運動的思路來研究曲線運動。
4. 掌握平拋運動的特點，能夠運用平拋規律解決有關問題。
5. 通過例題分析再次體會平拋運動的規律。
6. 觀察現象→初步分析→猜測實驗研究→得出規律→重複實驗→鑒別結論→追求統一。
7. 利用已知的直線運動的規律來研究複雜的曲線運動，滲透物理學“化曲為直”“化繁為簡”的方法及“等效代換”“正交分解”的思想方法。
8. 在實驗教學中，進行控制的思想方法的教育：從實驗的設計、裝置、操作到數據處理，所有環節都應進行多方面實驗思想的教育，“實驗的精髓在於控制”的思想，在乎拋物體實驗中非常突出。如裝置中斜槽末端應保持水平的控制。木板要豎直放置的控制。操作上強調小球每次都從斜槽同一高度處由靜止開始釋放的控制。在測量小球位置時對實驗誤差的控制等。
9. 學會根據勻速圓周運動的有關公式分析和解決問題，進一步理解物理概念的學習方法。
10. 通過實驗感知使學生樹立實事求是的科學態度，建立科學的方法。
11. 經歷向量差法、比值定義法、極限法，滲透“無限逼近”的思維方法，嘗試用數學方法解決物理問題，感悟科學探究的方法。
12. 通過探究過程，引發學生思考，分析，歸納，從而培養學生的分析，歸納能力。
13. 自覺地將牛頓第二定律運用於圓周運動。
14. 運用運動的合成與分解和力的獨立性原理分析變速圓周運動。
15. 通過對勻速圓周運動的實例分析，滲透理論聯繫實際的觀點，提高學生的分析和解決問題的能力。
16. 通過勻速圓周運動的規律也可以在變速圓周運動中使用，滲透特殊性和一般性之間的辯證關係，提高學生的分析能力。



第一課題 §5.1 曲線運動 (2 課時)

一、課前自主預習學案

知識點一 曲線運動的位移和速度

[基礎梳理]

1. 曲線運動的位移

(1) 建立坐標系：研究在同一平面內做曲線運動的位移時，應選擇平面直角坐標系。

(2) 對於做曲線運動的物體，其位移應儘量用坐標軸方向的分向量來表示。

2. 曲線運動的速度

(1) 速度的方向：質點在某一點的速度，沿曲線在這一點的切線方向。

(2) 速度的描述：

曲線運動的速度可以分解為互相垂直的兩個分速度，在分解時遵循平行四邊形定則。在如圖 1 所示的分解圖中，兩個分速度的大小分別為 $v_x = v \cos \theta$ ， $v_y = v \sin \theta$ 。

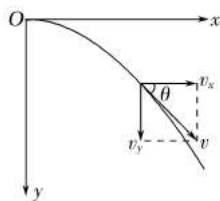


圖 1

3. 曲線運動的性質及分類

(1) 性質：速度是向量，由於速度方向時刻在發生變化，所以曲線運動一定是變速運動。

(2) 分類：

① 勻變速曲線運動：加速度恒定。

② 非勻變速曲線運動：加速度變化。

[典例精析]

【例 1】如圖 2 所示，小銳同學正在蕩秋千，他經過最低點 P 時的速度方向是()

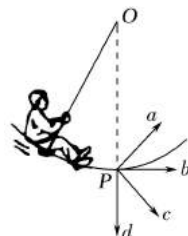


圖 2

A · a 方向 B · b 方向 C · c 方向 D · d 方向

解析 曲線運動中某一點的速度方向為該點的切線方向，故沿 b 方向。

答案 B

[即學即練]

1. 做曲線運動的物體，在運動過程中，一定發生變化的物理量是()



- A · 速率 B · 速度 C · 加速度 D · 合力

解析 曲線運動物體的速度方向一定變化，但大小可能變，也可能不變，B 正確，A 錯誤；做曲線運動的物體所受合外力一定不為零，一定具有加速度，但合外力、加速度可能不變，也可能變化，故 C、D 錯誤。

答案 B

2. 如圖 3 所示，物體沿曲線由 a 點運動至 b 點，關於物體在 ab 段的運動，下列說法正確的是()

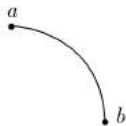


圖 3

- A · 物體的速度可能不變
B · 物體的速度不可能均勻變化
C · a 點的速度方向由 a 指向 b
D · ab 段的位移大小一定小於路程

解析 做曲線運動的物體速度方向時刻改變，即使速度大小不變，速度方向也在不斷發生變化，故選項 A 錯誤；做曲線運動的物體必定受到力的作用，當物體所受力為恒力時，物體的加速度恒定，速度均勻變化，故選項 B 錯誤； a 點的速度沿 a 點的切線方向，故選項 C 錯誤；做曲線運動的物體的位移大小必小於路程，故選項 D 正確。

答案 D

知識點二 運動描述的實例

[基礎梳理]

運動的合成與分解

(1) 合運動與分運動

① 如果物體同時參與了幾個運動，那麼物體實際發生的運動就是合運動，參與的幾個運動就是分運動。

② 運動的合成與分解：已知分運動求合運動，叫運動的合成；已知合運動求分運動，叫運動的分解。

③ 運動的合成與分解：運動的合成與分解包括位移、速度和加速度。向量的合成和分解遵循的法則：平行四邊形定則(或三角形定則)。

(2) 合運動與分運動的關係

- ① 等效性：各分運動的共同效果與合運動的效果相同；
② 等時性：各分運動和合運動同時發生和結束，時間相同；
③ 獨立性：各分運動之間互不相干，彼此獨立，互不影響。

[典例精析]

【例 2】 豎直放置的兩端封閉的玻璃管中注滿清水，內有一個蠟塊能在水中以 0.1 m/s 的速度勻速上浮。在蠟塊從玻璃管的下端勻速上浮的同時，使玻璃管水平勻速向右運動，測得蠟塊實際運動方向與水平方向成 30° 角，如圖 4 所示。若玻璃管的長度為 1.0 m ，在蠟塊從底端上升到頂端的過程中，玻璃管水平方向的移動速度和水平運動的距離為()

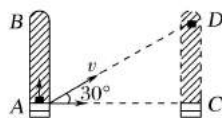


圖 4

A · 0.1 m/s, 1.73 m

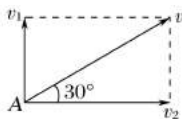
B · 0.173 m/s, 1.0 m

C · 0.173 m/s, 1.73 m

D · 0.1 m/s, 1.0 m

解析 設蠟塊沿玻璃管勻速上升的速度為 v_1 ，位移為 x_1 ，蠟塊隨玻璃管水平向右移動的速度為 v_2 ，位移為 x_2 ，如圖所示， $v_2 = \frac{v_1}{\tan 30^\circ} = \frac{0.1}{\frac{\sqrt{3}}{3}} \text{ m/s} \approx 0.173$

m/s。蠟塊沿玻璃管勻速上升的時間 $t = \frac{x_1}{v_1} = \frac{1.0}{0.1} \text{ s} = 10 \text{ s}$ 。由於合運動與分運動具有等時性，故玻璃管水平移動的時間為 10 s。水平運動的距離 $x_2 = v_2 t = 0.173 \times 10 \text{ m} = 1.73 \text{ m}$ ，故選項 C 正確。



答案 C

[即學即練]

3. 跳傘表演是人們普遍喜歡的觀賞性體育專案，如圖 5 所示，當運動員從直升飛機上由靜止跳下後，在下落過程中將會受到水平風力的影響，下列說法中正確的是()



圖 5

A · 風力越大，運動員下落時間越長，運動員可完成更多的動作

B · 風力越大，運動員著地速度越大，有可能對運動員造成傷害

C · 運動員下落時間與風力有關

D · 運動員著地速度與風力無關

解析 水平風力不會影響豎直方向的運動，所以運動員下落時間與風力無關，A、C 錯誤；運動員落地時豎直方向的速度是確定的，水平風力越大，落地時水平分速度越大，運動員著地時的合速度越大，有可能對運動員造成傷害，B 正確，D 錯誤。

答案 B

4. 如圖 6 所示，一艘炮艇沿長江由西向東快速行駛，在炮艇上發射炮彈射擊北岸正北方向的目標。要擊中目標，射擊方向應()

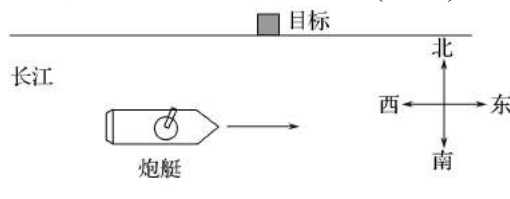




圖 6

- A · 對準目標
- B · 偏向目標的西側
- C · 偏向目標的東側
- D · 無論對準哪個方向都無法擊中目標

解析 炮彈的實際速度方向沿目標方向，該速度是船的速度與射擊速度的合速度，根據平行四邊形定則，知射擊的方向偏向目標的西側。故 B 正確，A、C、D 錯誤。

答案 B

知識點三 物體做曲線運動的條件

[基礎梳理]

1 · 物體做曲線運動的條件

(1) 動力學條件：當物體所受合力方向與速度方向不在同一直線上是物體做曲線運動的條件，這包含三層內容：

- ① 初速度不為零；
- ② 合力不為零；
- ③ 合力方向與速度方向不共線。

(2) 運動學條件：加速度與速度方向不共線。

2 · 曲線運動的軌跡特點

做曲線運動的物體的軌跡與速度方向相切而且向合力方向彎曲(如圖 7 所示)。即合力指向曲線的凹側。

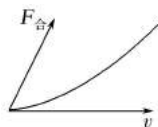


圖 7

[典例精析]

【例 3】 從光滑水平桌面的角 A 向角 B 發射一只乒乓球，要求參賽者在角 B 處用細管吹氣，將乒乓球吹進 C 處的圓圈中，趙、錢、孫、李四位參賽者的吹氣方向如圖 8 所示，其中可能成功的參賽者是()

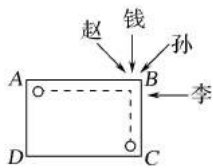


圖 8

- A · 趙
- B · 錢
- C · 孫
- D · 李

解析 乒乓球的初速度方向由 A 指向 B，如果在 B 處用細管吹氣對球施力使球由 A 運動到 C，球將做曲線運動，施力的方向只能指向曲線的凹側，即沿孫的方向。

答案 C

[即學即練]

5 · 撐開的帶有水滴的傘繞著傘柄在豎直面內旋轉，傘面上的水滴隨傘做曲線運動。若有水滴從傘面邊緣最高處 O 飛出，如圖 9 所示。則飛出傘面後的水滴可能()

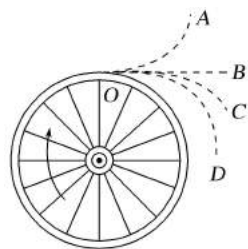


圖 9

- A · 沿曲線 OA 運動 B · 沿直線 OB 運動
C · 沿曲線 OC 運動 D · 沿圓弧 OD 運動

解析 雨滴在最高處離開傘邊緣，沿切線方向飛出，由於受重力軌跡向下偏轉，故 C 正確，A、B、D 錯誤。

答案 C

課堂自測 | 反馈训练 课堂达标

1. 關於物體的受力和運動，下列說法中正確的是()
A · 物體在不垂直於速度方向的合力作用下，速度大小可能一直不變
B · 物體做曲線運動時，某點的加速度方向就是通過這一點曲線的切線方向
C · 物體受到變化的合力作用時，它的速度大小一定改變
D · 做曲線運動的物體，一定受到與速度不在同一直線上的外力作用

解析 物體在垂直於速度方向的合力作用下，速度大小可能一直不變，故 A 錯誤；物體做曲線運動時，某點的速度方向就是通過這一點的曲線的切線方向，而不是加速度方向，故 B 錯誤；物體受到變化的合力作用時，它的速度大小可以不改變，故 C 錯誤；物體做曲線運動的條件，一定受到與速度不在同一直線上的外力作用，故 D 正確。

答案 D

2. 如圖 10 所示的陀螺，是漢族民間最早的娛樂工具，也是我們很多人小時候喜歡玩的玩具。從上往下看(俯視)，若陀螺立在某一點順時針勻速轉動，此時滴一滴墨水到陀螺，則被甩出的墨水徑跡可能如圖中的()

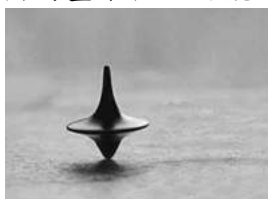
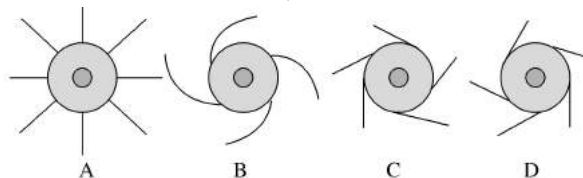


圖 10



解析 做曲線運動的物體，所受陀螺的束縛的力消失後，水平面內(俯視)應沿軌跡的切線飛出，A、B 不正確；又因陀螺順時針勻速轉動，故 C 不正確，D 正確。

答案 D

3. 在彎道上高速行駛的賽車後輪突然脫離賽車，關於脫離了賽車的後輪的運動情況，以下說法正確的是()



- A · 仍然沿著汽車行駛的彎道運動
- B · 沿著與彎道垂直的方向飛出
- C · 沿著脫離時輪子前進的方向做直線運動，離開彎道
- D · 上述情況都有可能

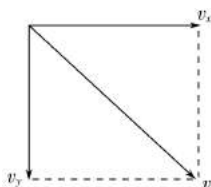
解析 曲線上某一點的速度方向沿曲線在這一點的切線方向，所以脫離了賽車的後輪將沿著脫離時輪子前進的方向做直線運動而離開彎道，故 C 正確。

答案 C

4. 某直升機空投物資時，可以停留在空中不動，設投出的物資離開飛機後由於降落傘的作用在空中能勻速下落，無風時落地速度為 5 m/s。若飛機停留在離地面 100 m 高處空投物資，由於風的作用，使降落傘和物資以 1 m/s 的速度勻速水平向北運動，求：

- (1) 物資在空中運動的時間；
- (2) 物資落地時速度的大小；
- (3) 物資在下落過程中水平方向移動的距離。

解析 如圖所示，



物資的實際運動可以看做是豎直方向的勻速直線運動和水平方向的勻速直線運動兩個分運動的合運動。

(1) 分運動與合運動具有等時性，故物資實際運動的時間與豎直方向分運動的時間相等。

$$\text{所以 } t = \frac{h}{v_y} = \frac{100}{5} \text{ s} = 20 \text{ s}。$$

(2) 物資落地時 $v_y = 5 \text{ m/s}$ ， $v_x = 1 \text{ m/s}$ ，由平行四邊形定則得 $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{1^2 + 5^2} \text{ m/s} = \sqrt{26} \text{ m/s}$ 。

(3) 物資在水平方向的位移大小為

$$x = v_x t = 1 \times 20 \text{ m} = 20 \text{ m}。$$

答案 (1) 20 s (2) $\sqrt{26} \text{ m/s}$ (3) 20 m



二、新課教學：§5.1 曲線運動

課題	§5.1 曲線運動		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2018.01.15	課型	新授課		課時	2 課時

2.1 教學目標

知識與技能

1. 知道曲線運動物體的位置確定方法，了解曲線運動物體的位移；
2. 知道曲線運動中速度的方向，理解曲線運動是一種變速運動；
3. 掌握運動的合成和分解的基本方法，能用於研究蠟塊的運動；
4. 知道物體做曲線運動的條件是所受的合外力與它的速度方向不在一條直線上。

過程與方法

1. 體驗曲線運動與直線運動的區別；
2. 體驗曲線運動是變速運動及它的速度方向的變化；
3. 體驗用直線運動的思路來研究曲線運動。

情感、態度與價值觀

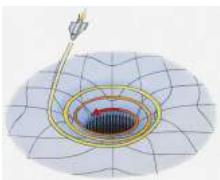
1. 能領略曲線運動的奇妙與和諧，發展對科學的好奇心與求知欲；
2. 有參與科技活動的熱情，將物理知識應用於生活和生產實踐中。

2.2 教學重點

1. 物體做曲線運動速度的方向的確定；
2. 通過描述運動的實例，了解研究曲線運動的方法；
3. 物體做曲線運動的條件。

2.3 教學難點

1. 用直線運動的思路來研究曲線運動，了解研究曲線運動的方法；



2. 物體微曲線運動的條件。

2.4 教學方法

探究、講授、討論、練習、歸納、推理法。

2.5 教學準備

音像資料、多媒體教學系統及課件、斜面、小鋼球、小木球、條形磁鐵、
演示紅蠟燭運動的有關裝置。

2.6 教學過程

〔新課導入〕

前面我們研究了直線運動，下面請同學們思考兩個問題：①什麼是直線運動？②物體做直線運動的條件是什麼？

在實際生活中，普遍發生的是曲線運動。下落的樹葉、運動員擲出的鐵餅、發射出的導彈、汽車拐彎等的運動是曲線運動，地球、月球、人造衛星等天體的運動也都是曲線運動。

從現在開始，我們研究質點沿曲線運動時所遵循的規律。這一節的任務是找出描述曲線運動的方法，下一節將根據牛頓運動定律得出質點做曲線運動的規律。這個思路與研究直線運動是一樣的。

那麼什麼是曲線運動呢？從本節課開始我們就來學習這個問題。

〔新課教學〕

一、曲線運動

【螢幕展示】導彈所做的運動、汽車轉彎時所做的運動、人造衛星繞地球的運動等幾種物體所做的曲線運動。

總結：它們的運動軌跡都是曲線。

【演示】演示平拋運動，該運動的特徵是什麼？（軌跡是曲線）



這裏我們看到一種我們前面沒有學過的運動形式，它與我們前面學過的運動形式有本質的區別。前面我們學過的運動的軌跡都是直線，而我們現在看到的這種運動的軌跡是曲線，我們把這種運動稱為曲線運動。

軌跡是曲線的運動叫曲線運動。

其實曲線運動是比直線運動普遍的運動情形，微觀世界裏如電子繞原子核旋轉；宏觀世界裏如天體運行；生活中如投標槍、擲鐵餅、跳高、既遠等均為曲線運動。

二、曲線運動的位移

1. 曲線運動的位置

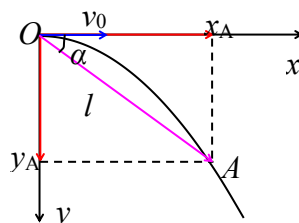
研究物體運動時，坐標系的選取是很重要的。在直線運動中有直線座標就能確定質點的位置，用座標的變化量可以確定質點的位移。

當我們把一個物體沿水平方向拋出，它不會一直在水平方向上運動，而是沿著一條曲線落向地面。這種情況下無法應用直線坐標系，而應該選擇平面直角坐標系。

例如，這個坐標系的原點可以選在物體離開手掌時的位置，同時讓 x 軸沿水平拋出的方向、 y 軸沿豎直向下的方向，如圖。

當物體運動到 A 點時，物體的位置可以用位置座標 x_A 、 y_A 表示。

做曲線運動的質點某時刻的位置用平面直角坐標 (x_A, y_A) 表示。



2. 曲線運動的位移

做曲線運動的質點相對於拋出點的位移是 OA ，可以用 l 表示。然而這類問題中位移向量 l 的方向在不斷變化，運算不太方便，所以要儘量用它在坐標軸方向的分向量來代表它。由於兩個分向量的方向是確定的，所以只用 A 點的座標就能表示它們，於是問題就簡單了。

(1) 大小

$$l = \sqrt{x_A^2 + y_A^2}$$

(2) 方向



設位移方向與 x 軸正方向的夾角為 α ，有

$$\tan \alpha = \frac{y_A}{x_A}$$

三、曲線運動的速度

在前面學習直線運動的時候我們已經知道了任何確定的直線運動都有確定的速度方向，這個方向與物體的運動方向相同，現在我們又學習了曲線運動，大家想一想我們該如何確定曲線運動的速度方向？

【思考與討論】

觀察下面兩圖中描述的現象，你能不能說清楚，砂輪打磨下來的熾熱微粒、飛出去的鏈球，它們沿著什麼方向運動？



射出的火星是砂乾與刀具磨擦出的微粒，由於慣性，以脫離砂輪時的速度沿切線方向飛出，切線方向即為火星飛出時的速度方向。對於鏈球也是同樣的道理，它們也會沿著脫離點的切線方向飛出。

運動員擲鏈球時，鏈球在運動員的牽引下做曲線運動，一旦運動員放手，鏈球即刻飛出。放手的時刻不同，鏈球飛出的方向也不一樣，可見做曲線運動的物體，不同時刻的速度具有不同的方向。所以，在研究曲線運動的速度時，我們首先考慮怎樣確定物體在某一時刻的速度方向。

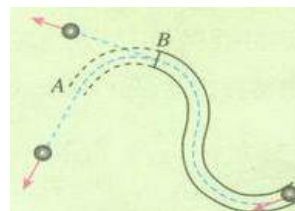
1. 曲線運動速度的方向

剛才的幾個物體的運動軌跡都是圈，我們總結曲線運動的方向沿著切線方向，但對於一般的曲線運動是不是也是這樣呢？下面我們來做個實驗看一看，一般的曲線運動是什麼情況。

【演示】

如圖所示，水平桌面上擺一條曲線軌道，它是由幾段稍短的軌道組合而成的。鋼球由軌道的一端滾入（通過壓縮彈簧射入或通過一個斜面滾入），在軌道的束縛下做曲線運動。在軌道的下面放一張白紙，蘸有墨水的鋼球從出口 A 離開軌道後在白紙上留下一條運動的痕跡，它記錄了鋼球在 A 點的運動方向。

拆去一段軌道，鋼球的軌道出口改在圖中 B 。同樣



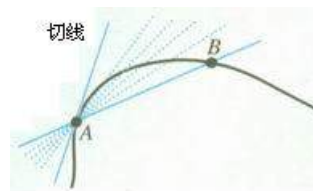


的方法可以記錄鋼球在軌道 B 點的運動方向。

白紙上的墨蹟與軌道（曲線）有什麼關係？

墨蹟與軌道只有一個交點，說明了墨蹟所在的直線為軌道所在曲線在該點的切線，也就是說質點在某一點（或某一時刻）的速度的方向是在曲線的這一點的切線方向。

在討論曲線運動的速度方向時要明確一個數學概念：曲線的切線。初中數學中我們已經知道圓的切線，對於其他曲線，切線指的是什麼？



如圖所示，過曲線上的 A 、 B 兩點作直線，這條直線叫做曲線的割線。設想 B 點逐漸向 A 點移動，這條割線的位置也就不斷變化。當 B 點非常非常接近 A 點時，這條割線就叫做曲線在 A 點的切線（tangent）。

質點在某一點（或某一時刻）的速度的方向，沿曲線在這一點的切線方向。

2· 曲線運動是變速運動

【思考討論】

①在曲線運動中如何求某點的瞬時速度？

分析：用與直線運動相同的思維方法來解決。

先求 AB 的平均速度， t 越小， v_{AB} 越接近 A 點的瞬時速度 v_A ，當 $t \rightarrow 0$ 時，即可求出 A 點的瞬時速度 v_A ， A 點的瞬時速度方向為該點的切線方向。

②在曲線運動中，曲線運動的速度和直線運動的速度最大的區別是什麼？

在運動的過程中，直線運動的速度方向始終在一條直線上，不會時刻發生變化，而曲線運動速度方向時刻在變。

直線運動的速度大小和方向都可以不變，加速度可以為零。曲線運動的方向時刻在變，加速度一定不為零。



由速度的性質知，速度是向量，既有大小又有方向。在勻變速運動中，速度大小發生變化，我們說這是變速運動，而在曲線運動中，速度方向時刻在改變，我們也說它是變速運動。

速度是向量，它既有大小，又有方向。不論速度的大小是否改變，只要速度的方向發生改變，就表示速度向量發生了變化，也就具有加速度。曲線運動中速度的方向時刻在變，所以曲線運動是變速運動。

速度大小、方向中的一個或兩個同時變化，就表示速度向量發生了變化。由於做曲線運動的物體，速度方向時刻改變，所以不論曲線運動物體的速度大小是否改變，它的速度向量都發生了變化，一定有加速度，是變速運動。

曲線運動→速度方向時刻改變→速度向量時刻改變→一定有加速度→合力一定不等於零→一定是變速運動。

曲線運動必有加速度，一定是變速運動。

3. 曲線運動的速度

(1) 分速度

速度是向量，它與其它向量一樣，可以用它在相互垂直的兩個分向量來表示，這兩個分向量叫分速度。

曲線運動速度相互垂直的兩個分向量叫分速度。

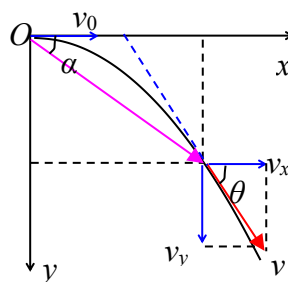
(2) 曲線運動的速度與分速度的關係

我們仍以被拋出的物體的運動為例，物體的速度記為 v ，沿曲線的切線方向， v_x 、 v_y 是它在兩個坐標軸方向的分速度。如果速度方向與 x 軸的夾角是 θ ，按照銳角三角函數的定義，兩個速度 v_x 、 v_y 與速度的關係是

$$v_x = v \cos \theta$$

$$v_y = v \sin \theta$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

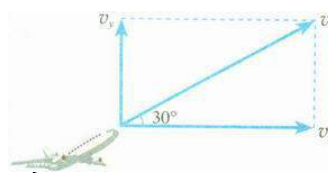




$$\tan \theta = \frac{v_y}{v_x}$$

【例題】飛機起飛時 $v=300 \text{ km/h}$ 的速度斜向上飛，飛行方向與水平面的夾角 $\theta=30^\circ$ 。求水平方向的分速度 v_x 和豎直方向的分速度 v_y 。

分析和解 飛機斜向上飛的運動可以看做它在水平方向和豎直方向的兩個分運動的合運動。把 $v=300 \text{ km/h}$ 按水平方向和豎直水平方向分解，如圖，可得



$$v_x = v \cos 30^\circ = 260 \text{ km/h}$$

$$v_y = v \sin 30^\circ = 150 \text{ km/h}$$

飛機在水平方向和豎直方向的分速度分別為 260 km/h 和 150 km/h 。

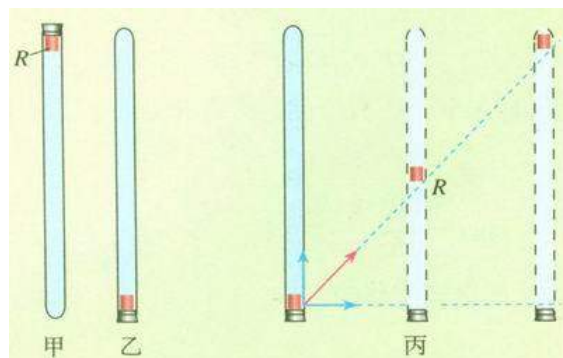
四、運動描述的實例

分析下面的實例，對於怎樣用物體的位置（位移）和速度描述它在平面中的運動，可以有些更清晰的認識。

【演示】

在一端封閉、長約 1m 的玻璃管內注滿清水，水中放一個紅蠟做的小圓柱體 R ，將玻璃管的開口端用膠塞塞緊（圖甲）。

將這個玻璃管倒置，（圖乙），蠟塊 R 就沿玻璃管上升。如果旁邊放一個米尺，可以看到蠟塊上升的速度大致不變，即蠟塊做勻速直線運動。

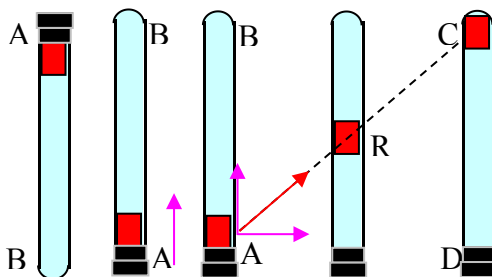


再次將玻璃管上下顛倒，在蠟塊上升的同時將玻璃管水平向右勻速移動，觀察蠟塊的運動。



這個實驗中，蠟塊既向上做勻速運動，又由於玻璃管的移動向右做勻速運動，在黑板的背景前我們看出蠟塊是向右上方運動的。那麼，蠟塊的“合運動”是勻速運動嗎？合運動的軌跡是直線嗎？這些都不是單憑觀察能夠解決的。

紅蠟塊可看成是同時參與了下面兩個運動，在玻璃管中豎直向上的運動和隨玻璃管水平向右的運動，紅蠟塊實際發生的運動是這兩個運動合成的結果。



1. 運動的合成和分解

(1) 合運動和分運動

①合運動：由幾個簡單運動組成的整體運動，叫做合運動。

上面的實驗中，紅蠟塊實際發生的運動，即蠟塊相對於黑板向右上方的運動叫做合運動。

②分運動：組成合運動的幾個簡單運動，叫做分運動。

上面的實驗中，蠟塊沿玻璃管的運動和它隨著玻璃管向右的運動，都叫做分運動；

明確了合運動和分運動的概念之後，我們就可以得出運動合成與分解的概念了

(2) 運動的合成和分解

①運動的合成

由分運動求合運動的過程叫做運動的合成（composition of motion）；

②運動的分解

由合運動求分運動的過程，叫做運動的分解（resolution of motion）。

③運動的合成和分解遵循平行四邊形定則



現在來考慮我們在對蠟塊的速度、位移進行分解與合成的時候是採用的什麼方法？或者說是在合成與分解的過程中合速度與分速度、合位移與分位移之間存在著什麼樣的聯繫？（合速度是兩個分速度通過平行四邊形定則求出來的，也就是它們之間是進行的向量加減，合位移與分位移之間也存在這種關係。）

也就是說在運動的合成與分解的過程中，統一的遵守著平行四邊形定則。之所以會出現這種規律，其根本在於我們在運動的合成與分解中所合成與分解的各個物理量都是向量，而向量的加減是遵循平行四邊形定則的。

（3）運動合成的兩個重要特性

現在來考慮各個分運動之間有什麼關係？（就蠟塊的運動來說，當玻璃管上下顛倒後靜止時，在豎直方向上蠟塊做的是勻速直線運動，當玻璃管上下顛倒後增加了一個向右的勻速直線運動後，蠟塊豎直方向的運動仍然為勻速直線運動，也就是說，蠟塊在豎直方向上的分運動並不會受到其他分運動的影響。）

實際上不僅僅蠟塊豎直方向上的分運動不受其他分運動的影響，在運動的過程中，雖然體現出來的是合運動的運動效果，但各個分運動仍然保持各自的獨立性，並不會因為參與了運動合成而改變自己的狀態，在運動的合成的過程中，各個分運動是互不影響的。我們把這個特點稱為運動的合成與分解的獨立性原理。

①運動的獨立性

任一分運動都不會因另一方向上的分運動而受到影響，亦即組成合運動的所有分運動都是各自獨立的。

運動的獨立性是運動疊加的基礎，也是解題中的重要依據之一。

②運動的同時性



現在再來想一下，在運動的合成與分解的過程中，合運動和各個分運動之間有什麼關係？（合運動和分運動總是同時開始同時結束，沒有合運動也就沒有分運動，反之也成立，即沒有分運動也就沒有合運動。）

很好，對於運動的合成與分解過程的這個特點，我們把它稱為運動的合成與分解的同時性原理。也就是說，在物體的運動過程中，合運動持續的時間和各分運動所持續的時間是致的。這是合運動與分運動之間的關係。

合運動和組成它的所有分運動，在運動過程中到達對應位置所經歷的時間都是相等的，這就是運動的同時性。

2. 蠟塊運動的分析

對於直線運動，很明顯，其運動軌跡就是直線，直接建立直線坐標系就可以解決問題，但如果是一個運動軌跡不確定的運動還能這樣處理嗎？很顯然是不能的，這時候我們可以選擇平面內的坐標系了。比如選擇我們最熟悉的平面直角坐標系。下面我們就來看一看怎樣在乎面直角坐標系中研究物體的運動。

(1) 蠟塊的位置

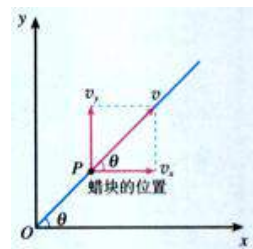
建立如圖所示的平面直角坐標系：選蠟塊開始運動的位置為原點，水平向右的方向和豎直向上的方向分別為 x 軸和 y 軸的正方向。

在觀察中我們已經發現蠟塊在玻璃管中是勻速上升的，所以我們設蠟塊勻速上升的速度為 v_y ，玻璃管向右勻速運動的速度為 v_x ，從蠟塊開始運動的時刻開始計時，我們就可以得到蠟塊在 t 時刻的位置 $P(x, y)$ ，我們該如何得到點 P 的兩個座標呢？

蠟塊在兩個方向上做的都是勻速直線運動，所以 x 、 y 可以通過勻速直線運動的位移公式 $x=vt$ 獲得，即：

$$x=v_x t$$

$$y=v_y t$$





這樣我們就確定了蠟塊運動過程中任意時刻的位置，然而要知道蜻塊做的究竟是什麼運動這還不夠，我們還要知道蠟塊的運動軌跡是什麼樣的。下面我們就來探究這個問題。

(2) 蠟塊的位移

在直線運動中我們要確定物體運動的位移，我們只要知道物體的初末位置就可以了，對於曲線運動也是一樣的。在前面建立坐標系的時候我們已經說過了，物體開始運動的位置為座標原點，現在我們要找任意時刻的位移，只要再找出任意時刻 t 物體所在的位置就可以了。

實際上這個問題我們已經解決了，前面我們已經找出物體在任意時刻的位置 $P(x, y)$ ，請同學們想一下在座標中物體位移應該是怎麼表示的呢？

在坐標系中，線段 OP 的長度就代表了物體位移的大小。現在我找一位同學來計算一下這個長度。

$$OP = \sqrt{x^2 + y^2}$$

我們在前面的學習中已經知道位移是向量，所以我們要計算物體的位移僅僅知道位移的大小是不夠的，我們還要再計算位移的方向。這應該怎樣來求呢？

因為坐標系中的曲線就代表了物體運動的軌跡，所以我們只要求出該直線與 x 軸的夾角 θ 就可以了，它的正切值為

$$\tan\theta = \frac{y}{x}$$

這樣就可以求出 θ ，從而得知位移的方向。

現在我們已經知道了蠟塊做的是直線運動，並且求出了蠟塊在任意時刻的位移，但我們還不知道蠟塊做的是什麼樣的直線運動，要解決這個問題，我們還要求出蠟塊的速度。

(3) 蠟塊的速度



根據我們前面學過的速度定義，物體在某過程中的速度等於該過程的位移除以發生這段位移所需要的時間，即前面我們已經求出了蠟塊在任意時刻的位移的大小，所以我們可以直接計算蠟塊的位移，直接套入速度公式我們可以得到什麼樣的速度運算式？帶入公式可得：

$$v = \frac{OP}{t} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

根據三角函數的關係，還可以確定速度 v 的方向，即角 θ 的正切

$$\tan\theta = \frac{v_y}{v_x}$$

分析這個公式我們可以得到什麼樣的結論？

v_x 、 v_y 都是常量， $\sqrt{v_x^2 + v_y^2}$ 也是常量。也就是說蠟塊的速度是不發生變化的，即蠟塊做的是勻速運動。

速度 v 和兩個分速度 v_x 、 v_y 的關係也可以根據三角函數的關係和畢氏定理導出。

(4) 蠟塊的運動軌跡

我們在數學課上就已經學過了怎樣在座標中表示一條直線或曲線。在數學上，關於 x 、 y 兩個變數的方程就可以代表一條直線或曲線，現在我們要找的蠟塊運動的軌跡，實際上我們只要找到表示蠟塊運動軌跡的方程就可以了。觀察我們剛才得到的關於蠟塊位置的兩個方程，發現在這兩個關係式中，除了 x 、 y 之外還有一個變數，那我們應該如何來得到蠟塊的軌跡方程呢？

根據數學上的消元法，我們可以從這兩個關係式中消去變數 t ，就可以得到關於 x 、 y 兩個變數的方程了。實際上我們前面得到的兩個關係式就相當於我們在數學上學到的參數方程，消 t 的過程實際上就是消參數的過程。

從這兩個關係式中消去變數 t ，得到

$$y = \frac{v_y}{v_x}x$$



現在我們對上式進行數學分析，看看它究竟代表的是一條什麼樣的曲線呢？

由於蠟塊在 x 、 y 兩個方向上做的都是勻速直線運動，所以 v_y 、 v_x 都是常量，所以 $\frac{v_y}{v_x}$ 也是常量，可見 $y = \frac{v_y}{v_x}x$ 代表的是一條過原點的傾斜直線。

在物理上這代表什麼意思呢？

這也就是說，蠟塊相對於黑板的運動軌跡是直線，即蠟塊做的是直線運動。

五、物體做曲線運動的條件

為什麼有些物體做直線運動，有些物體做曲線運動呢？下面我們通過幾個實驗來研究以下這個問題。

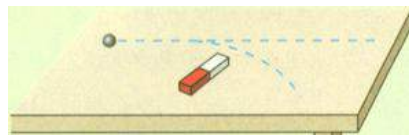
【演示】

如圖所示的裝置放在水平桌面上，在斜面頂端放置一鋼球，放開手讓鋼球自由滾下，觀察鋼球在桌面上的運動情況，記住鋼球的運動軌跡。（鋼球做直線運動，速度逐漸減小。）

請同學們來分析鋼球在桌面上的受力情況？（鋼球受豎直向下的重力，豎直向上的支持力，還受到滑動摩擦力的作用。）

摩擦力的方向如何？（摩擦力的方向與運動方向在同一直線上，但與運動方向相反）

在剛才的實驗中，鋼球的運動路徑旁邊放一塊磁鐵，重複剛才的實驗操作，觀察鋼球在桌面上的運動情況？（鋼球做曲線運動）



分析鋼球在桌面上的受力情況？（鋼球受豎直向下的重力，豎直向上的支持力，還受到方向與運動方向相反的滑動摩擦力的作用，此外還受到磁鐵的吸引力。）



引力的方向如何？（引力的方向隨著鋼球的運動不斷改變，但總是不與運動方向在同一直線上。）

把上次實驗用的鋼球改為同等大小的木球重複上次實驗，觀察木球運動情況？（木球做直線運動，速度不斷減小。）

分析木球在桌面上的受力情況？（木球受豎直向下的重力、豎直向上的支持力，還受到方向與運動方向相反的滑動摩擦力的作用，木球並不受到磁鐵給它的吸引力。）

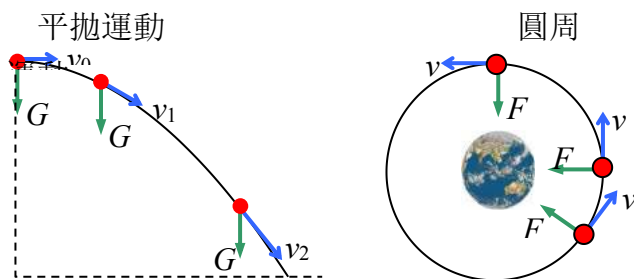
隨手拋出一個粉筆頭，觀察粉筆頭的運動狀態？（粉筆頭做曲線運動）

分析粉筆頭的受力情況？（受豎直向下的重力的作用。）

在以上幾個實驗中，第一個鋼球只受到與運動方向在同一條直線上與運動方向垂直的力的作用，做的是直線運動，木球同樣也受到這樣的力的作用，也是做直線運動，而第二個鋼球受到一個與運動方向成一定夾角的力的作用，做的是曲線運動；粉筆頭受的重力與它的運動方向也不在同一條直線上，粉筆頭做曲線運動。由此我們可以得出什麼樣的情況下物體會做曲線運動？

1. 當物體所受合力的方向與它的速度方向不在同一直線上時，物體做曲線運動

拋出的石子，由於所受重力的方向與速度的方向不在一條直線上，所以石子做曲線運動；人造地球衛星繞地球運行，由於地球對它的引力與速度的方向不在同一直線上，所以衛星做曲線運動。



2. 做曲線運動的物體，它的加速度方向跟它的速度方向也不同一直線上

因加速度方向跟它所受合力方向相同，所以，做曲線運動的物體，它的加速度方向跟它的速度方向也不同一直線上。



3·物體做直線運動和曲線運動條件的理論解釋

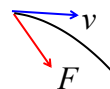
物體做直線運動和曲線運動條件，可以根據牛頓第二定律來解釋。

當合力的方向與物體的速度方向在同一直線上時，產生的加速度也在這條直線上，物體就做直線運動。

如果合力的方向跟速度方向不在同一條直線上，而是成一角度，產生的加速度也是跟速度的方向不在一條直線上，而是成一夾角，這時，合力不但可以改變速度的大小，而且可以改變速度的方向，使物體就做曲線運動。做曲線運動的物體所受的合力，可分解為切向力和法向力，切向力改變速度的大小，法向力改變速度的方向。

4·曲線運動軌跡彎曲的特點

實例分析：將物體拋出後物體在重力的作用下做曲線運動。



結論：（1）做曲線運動的物體，所受的合力偏在速度的哪一側，軌跡就向哪一側彎曲；（2）曲線運動的軌跡一定夾在速度與力向量之間。

〔佈置作業〕

教材第7頁“問題與練習”。

2.7 板書設計

一、曲線運動

定義：運動軌跡是曲線的運動叫做曲線運動。

二、物體做曲線運動的條件

當物體所受的合力方向跟它的速度方向不在同一直線上時，物體將做曲線運動。

三、曲線運動速度的方向

質點在某一點的速度，沿曲線在這一點的切線方向。

四、曲線運動的性質

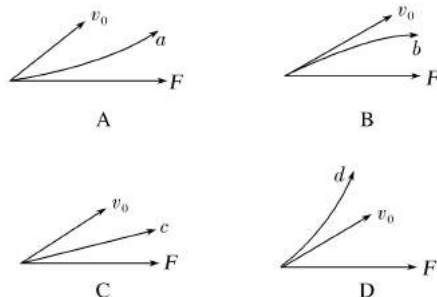
曲線運動過程中速度方向始終在變化，因此曲線運動是變速運動。

設計實驗方案找出水滴的速度方向。



三、課後練習：§5.1 曲線運動

1. 若已知物體運動的初速度 v_0 的方向及它受到的恒定的合外力 F 的方向，圖中 a 、 b 、 c 、 d 表示物體運動的軌跡，其中正確的是()



解析 合外力 F 與初速度 v_0 不共線，物體一定做曲線運動，C 錯；物體的運動軌跡向合外力 F 方向偏轉，且介於 F 與 v_0 的方向之間，A、D 錯，B 對。

答案 B

2. 關於物體做曲線運動，下列說法中，正確的是()

- A. 物體做曲線運動時所受的合外力可能為零
- B. 物體所受的合外力不為零時一定做曲線運動
- C. 物體有可能在恒力的作用下做曲線運動
- D. 物體只可能在變力的作用下做曲線運動

答案 C

3. 物體在 5 個恒力作用下恰做勻速直線運動，若突然使其中一個力 F_3 減小為原來的 $\frac{1}{3}$ ，則它不可能做()

- A. 勻加速直線運動
- B. 勻減速直線運動
- C. 勻變速曲線運動
- D. 變加速曲線運動

解析 將 F_3 變為原來的 $\frac{1}{3}$ 後，物體受合外力大小為 $\frac{2F_3}{3}$ ，方向與 F_3 相反，但方向與速度方向關係不確定。

答案 D

4. 關於合運動、分運動的說法正確的是()

- A. 合運動的位移為分運動位移的向量和
- B. 合運動的位移一定比其中的一個分位移大
- C. 合運動的速度一定比其中的一個分速度大
- D. 合運動的時間一定比分運動的時間長

解析 位移是向量，其運算滿足平行四邊形定則，A 正確；合運動的位移可大於分位移，也可小於分位移，還可等於分位移，B 錯誤，同理可知 C 錯誤；合運動和分運動具有等時性，D 錯誤。

答案 A

5. 如圖 1 所示，一名 92 歲的南非婦女從距地面大約 2 700 米的飛機上，與跳傘教練綁在一起跳下，成為南非已知的年齡最大的高空跳傘者。假設沒有風的時候，落到地面所用的時間為 t ，而實際上在下落過程中受到了水平方向的風的影響，則實際下落所用時間()



圖 1

- A · 仍為 t B · 大於 t C · 小於 t D · 無法確定

解析 水平風力並不影響跳傘者在豎直方向的運動規律，有風與無風的情況下，下落時間均為 t ，故 A 正確。

答案 A

6 · 帆板在海面上以速度 v 朝正西方向運動，帆船以速度 v 朝正北方向航行，以帆板為參照物()

- A · 帆船朝正東方向航行，速度大小為 v
B · 帆船朝正西方向航行，速度大小為 v
C · 帆船朝南偏東 45° 方向航行，速度大小為 $\sqrt{2}v$
D · 帆船朝北偏東 45° 方向航行，速度大小為 $\sqrt{2}v$

解析 以帆板為參照物，即把帆板看做靜止，則帆船相對於帆板有向東的速度 v 及向北的速度 v ，由向量合成可知，二者的合速度 $v_{\text{合}} = \sqrt{2}v$ ，方向北偏東 45° 。

答案 D

7 · (多選)某同學在研究運動的合成時做了如圖 2 所示活動：用左手沿黑板推動直尺豎直向上運動，運動中保持直尺水平，同時，用右手沿直尺向右移動筆尖。若該同學左手的運動為勻速運動，右手相對於直尺的運動為初速度為零的勻加速運動，則關於筆尖的實際運動，下列說法中正確的是()

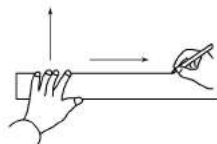


圖 2

- A · 筆尖做勻速直線運動
B · 筆尖做勻變速直線運動
C · 筆尖做勻變速曲線運動
D · 筆尖的速度方向與水平方向夾角逐漸變小

解析 由題意知，筆尖的初速度豎直向上，水平向右的加速度恒定，故做勻變速曲線運動，選項 A、B 錯誤，C 正確；由於豎直方向速度大小恒定，水平方向速度大小逐漸增大，故筆尖的速度方向與水平方向的夾角逐漸變小，D 正確。

答案 CD

8 · 如圖 3 所示，一玻璃筒中注滿清水，水中放一軟木做成的木塞 R(木塞的直徑略小於玻璃管的直徑，輕重大小適宜，使它在水中能勻速上浮)。將玻璃管的開口端用膠塞塞緊(圖甲)。現將玻璃管倒置(圖乙)，在木塞勻速上升的同



時，將玻璃管水平向右由靜止做勻加速直線運動。觀察木塞的運動，將會看到它斜向右上運動，經過一段時間，玻璃管移到圖丙中虛線所示位置，木塞恰好運動到玻璃管的頂端，則能正確反映木塞運動軌跡的是()

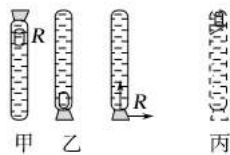
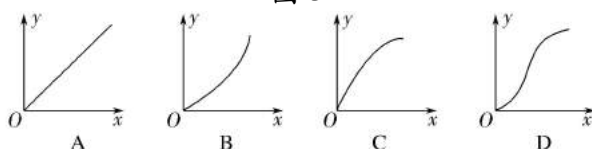


圖 3



解析 曲線向加速度方向彎曲，故 C 正確。

答案 C

9. 無風時氣球勻速豎直上升，速度為 3 m/s。現吹水平方向的風，使氣球獲 4 m/s 的水平速度，氣球經一定時間到達某一高度 h ，則有風後()

- A. 氣球實際速度的大小為 7 m/s
- B. 氣球的運動軌跡是曲線
- C. 若氣球獲 5 m/s 的水平速度，氣球到達高度 h 的路程變長
- D. 若氣球獲 5 m/s 的水平速度，氣球到達高度 h 的時間變短

解析 有風時，氣球實際速度的大小 $v = \sqrt{3^2 + 4^2}$ m/s = 5 m/s，A 錯誤；氣球沿合速度方向做勻速直線運動，軌跡為直線，B 錯誤；水平速度增大，但氣球飛行的時間不變，水平方向的位移增大，豎直方向的位移不變，合位移增大，故氣球到達高度 h 的路程變長，C 正確，D 錯誤。

答案 C

10. 過山車是大型遊樂園裏的一種比較刺激的娛樂專案。如圖 4 所示，翻滾過山車(可看成質點)從高處沖下，過 M 點時速度方向如圖所示，在圓形軌道內經過 A 、 B 、 C 三點，下列說法中正確的是()

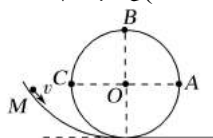
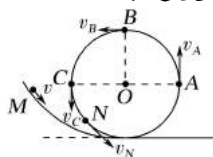


圖 4

- A. 過 A 點時的速度方向沿 AB 方向
- B. 過 B 點時的速度方向沿水平方向
- C. 過 A 、 C 兩點時的速度方向相同
- D. 圓形軌道上與 M 點速度方向相同的點在 AB 段上

解析 翻滾過山車經過 A 、 B 、 C 三點的速度方向如圖所示。



由圖可以判斷選項 B 正確，選項 A、C 錯誤；用直尺和三角板作 M 點速度方向的平行線且與圓相切於 N 點，則過山車過 N 點時的速度方向與過 M 點時的速度方向相同， N 點不在 AB 段上，選項 D 錯誤。

答案 B



11. 一人一猴在玩雜技，如圖 5 所示，直杆 AB 長 12 m，猴子在直杆上由 A 向 B 勻速向上爬，同時人頂著直杆水平勻速移動，已知在 10 s 內，猴子由 A 運動到 B ，而人也由甲位置運動到了乙位置，已知 $x=9$ m，求：

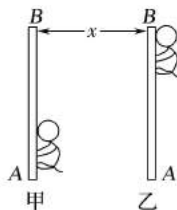


圖 5

- (1) 猴子對地的位移；
- (2) 猴子對人的速度和猴子對地的速度；
- (3) 若猴子從靜止開始勻加速上爬，其他條件不變，試在圖中畫出猴子運動的軌跡。

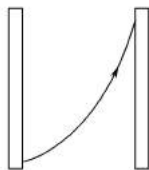
解析 (1) 相對於地面，猴子參與沿杆上升和隨杆水平移動的兩個運動，在爬到杆頂的過程中，滿足 $x_{\text{猴}} = \sqrt{x_{\text{杆}}^2 + x^2} = \sqrt{12^2 + 9^2} \text{ m} = 15 \text{ m}$ 。

(2) 由於猴子和人在水平方向運動情況相同，保持相對靜止，因此

$$\text{猴子對人的速度 } v_1 = \frac{12}{10} \text{ m/s} = 1.2 \text{ m/s},$$

$$\text{猴子對地的速度 } v_{\text{猴}} = \sqrt{v_{\text{人}}^2 + v_1^2} = \sqrt{\left(\frac{9}{10}\right)^2 + 1.2^2} \text{ m/s} = 1.5 \text{ m/s}.$$

(3) 由於猴子向上勻加速運動，加速度(或外力)方向向上，因此，運動軌跡向上彎曲，其軌跡如圖所示。



答案 (1) 15 m (2) 1.2 m/s 1.5 m/s (3) 見解析圖



第二課題 §5.2 平拋運動 (2 課時)

一、課前自主預習學案

知識點一 拋體運動

[基礎梳理]

1. 拋體運動的特點

(1) 初速度不為零。

(2) 物體只受重力的作用，加速度為重力加速度，方向豎直向下。

(3) 拋體運動是勻變速曲線(或直線)運動。

2. 平拋運動

(1) 定義：以一定的初速度沿水平方向拋出的物體只在重力作用下的運動。

(2) 性質：平拋運動是加速度為 g 的勻加速曲線運動，其運動軌跡是拋物線。

(3) 平拋運動的條件：① $v_0 \neq 0$ ，沿水平方向；② 只受重力作用。

[典例精析]

【例 1】對於拋體運動，以下說法正確的是()

A. 物體一定做曲線運動

B. 物體一定做直線運動

C. 物體可能做直線運動

D. 物體可能做非勻變速運動

解析 由於拋體運動是指以某一初速度拋出，在空氣阻力可忽略情況下的運動，物體的加速度為重力加速度且保持不變，但初速度方向與重力加速度的方向關係並未限制，因此，物體可能做直線運動，也可能做曲線運動，但一定做勻變速運動，故 C 正確，A、B、D 錯誤。

答案 C

拋體運動具有以下兩大特點：

(1) 理想化特點：物理上提出的“拋體運動”是一種理想化的模型，即把物體看成質點，拋出後只考慮重力作用，忽略空氣阻力。

(2) 勻變速特點：拋體運動的加速度恒定，始終等於重力加速度，這是拋體運動的共同特點，其中加速度與速度方向不共線的拋體運動是一種勻變速曲線運動。

知識點二 平拋運動的方法和規律

[基礎梳理]

1. 研究方法：平拋運動可以分解為水平方向的勻速直線運動和豎直方向的自由落體運動。

2. 基本規律(如圖 1 所示)

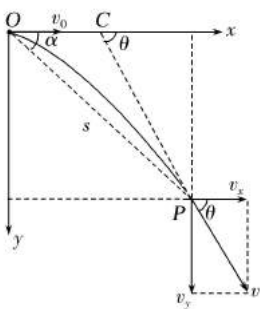
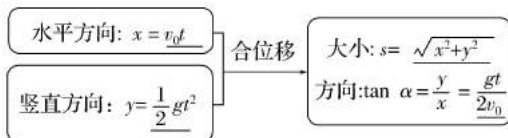


圖 1

(1) 位移關係



(2) 速度關係



3. 平拋運動的幾個重要推論

(1) 平拋運動的時間

由 $y = \frac{1}{2} g t^2$ 得 $t = \sqrt{\frac{2y}{g}}$, 知做平拋運動的物體在空中運動的時間只與下落的高度有關, 與初速度的大小無關。

(2) 平拋運動的速度偏向角為 θ

如圖 2 所示, 則 $\tan \theta = \frac{v_y}{v_x} = \frac{g t}{v_0} = \frac{\frac{1}{2} g t^2}{\frac{1}{2} v_0 t} = \frac{y}{x}$ 。

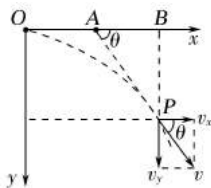


圖 2

平拋運動的位移偏向角為 α , 則 $\tan \alpha = \frac{y}{x} = \frac{1}{2} \tan \theta$ 。

可見位移偏向角與速度偏向角不等, $\tan \alpha = \frac{1}{2} \tan \theta$ 。

(3) 如圖 2 所示, 從 O 點拋出的物體經時間 t 到達 P 點, 則 $OB = v_0 t$,

$$AB = PB \cot \theta = \frac{1}{2} g t^2 \cdot \frac{v_x}{v_y} = \frac{1}{2} g t^2 \cdot \frac{v_0}{g t} = \frac{1}{2} v_0 t,$$

可見 $AB = \frac{1}{2} OB$, 所以 A 為 OB 的中點。



[典例精析]

【例2】將物體以初速度 v_0 水平拋出，某時刻物體的水平分位移與豎直分位移大小相等，下列說法正確的是()

- A · 該時刻物體的水平分速度與豎直分速度相等
- B · 該時刻物體的速率等於 $\sqrt{5}v_0$
- C · 物體運動的時間為 $\frac{v_0}{g}$
- D · 該時刻物體位移大小等於 $\frac{\sqrt{2}v_0^2}{g}$

解析 設物體的運動時間為 t ，根據題意可列方程 $v_0t = \frac{1}{2}gt^2$ ，解得 $t = \frac{2v_0}{g}$ ，可知 C 錯誤；當 $t = \frac{2v_0}{g}$ 時，豎直分速度 $v_y = gt = 2v_0 \neq v_0$ ，由於 $v_x = v_0$ ，該時刻物體瞬時速度為 $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{5}v_0$ ，可見選項 A 錯誤，B 項正確；當 $t = \frac{2v_0}{g}$ 時，物體的水平分位移與豎直分位移相等， $x = v_0t = \frac{2v_0^2}{g} = y$ 。則該時刻物體位移大小為 $s = \sqrt{x^2 + y^2} = \frac{2\sqrt{2}v_0^2}{g}$ ，選項 D 錯誤。

答案 B

【例3】如圖3所示，從距地面 20 m 高處以 10 m/s 的速度水平拋出一小石塊，若不計空氣阻力，則小石塊(g 取 10 m/s^2)()

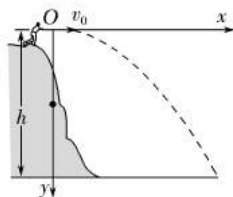


圖 3

- A · 經 2 s 落地
- B · 水平射程為 40 m
- C · 落地時速度大小為 20 m/s
- D · 落地時速度與地面垂直

解析 在豎直方向，小石塊做自由落體運動，由 $h = \frac{1}{2}gt^2$ ，將 $h = 20 \text{ m}$ 代入得， $t = 2 \text{ s}$ ，A 選項正確；由 $x = v_0t$ 知，水平射程為 20 m，B 選項錯誤；在豎直方向，由 $v_y = gt$ 知， $v_y = 20 \text{ m/s}$ ，落地速度 $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 10\sqrt{5} \text{ m/s}$ ，C 選項錯誤；由於水平方向速度不為 0 (或由 $\tan \beta = \frac{v_y}{v_x}$ 知， $\tan \beta = 2$) 知，落地速度與地面不垂直，D 選項錯誤。

答案 A

[即學即練]

1. 一個質量為 m 的物體，從距地面高度為 h 處以初速度 v_0 水平拋出，不計空氣阻力，物體在空中運動的水平位移是由下列哪個選項中的物理量決定的()

- A · 質量 m 和初速度 v_0
- B · 初速度 v_0 和高度 h



C · 質量 m 和高度 h

D · 高度 h

解析 水平位移 $x = v_0 t$ ，而時間取決於平拋的豎直高度， $h = \frac{1}{2} g t^2$ ，故 $x = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}$ ，因此，水平位移取決於 v_0 和 h 。

答案 B

知識點三 一般的拋體運動

[基礎梳理]

1. 定義：初速度沿斜向上或斜向下方向的拋體運動。
2. 一般拋體運動只受重力，因此為勻變速運動。
3. 性質：斜拋運動可以看成是水平方向的勻速直線運動和豎直方向的豎直上拋或豎直下拋運動的合運動。

[典例精析]

【例 4】 迫擊炮是步兵的一種傳統裝備，也是火炮家族中最小的一個炮種(如圖 4 所示)。它適合步兵在較複雜的地形上和惡劣氣候條件下使用。與平射火炮相比，它可以繞過障礙物(如山坡、樹林等)消滅遮蔽物後的敵人，摧毀敵方障礙物及輕型土木工事。當炮體達到最高點時()



圖 4

- A · 速度為 0，加速度向下
- B · 速度為 0，加速度為 0
- C · 具有水平方向的速度和豎直向下的加速度
- D · 具有水平方向的速度和加速度

解析 炮體做斜拋運動可以分解為水平方向的勻速直線運動和豎直上拋運動。因物體只受重力，且方向豎直向下，所以水平方向的分速度不變，豎直方向上的加速度也不變，所以只有 C 選項正確。

答案 C

知識點四 平拋運動與斜面的結合問題

[基礎梳理]

斜面上的平拋運動問題是一種常見的題型，在解答這類問題時除要運用平拋運動的位移和速度規律，還要充分運用斜面傾角，找出斜面傾角同位移和速度與水平方向夾角的關係，從而使問題得到順利解決。常見的模型如下：

方法	內容	斜面	總結
分解速度	水平： $v_x = v_0$ 豎直： $v_y = gt$ 合速度： $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$		分解速度，構建速度三角形



<p>分解位移</p>	<p>水平：$x=v_0t$ 豎直：$y=\frac{1}{2}gt^2$ 合位移：$s=\sqrt{x^2+y^2}$</p>		<p>分解位移，構建位移三角形</p>
-------------	---	--	---------------------

[典例精析]

【例5】如圖5所示，以 $v_0=10\text{ m/s}$ 的水平速度拋出的物體，飛行一段時間後，垂直地打在傾角為 30° 的斜面上，不計小球飛行中受到的空氣阻力，重力加速度 $g=10\text{ m/s}^2$ 。可知物體完成這段飛行的時間是()

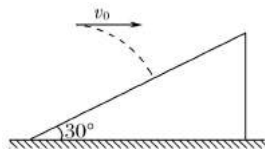
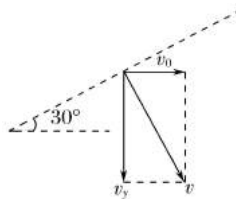


圖5

- A. $\frac{\sqrt{3}}{3}\text{ s}$ B. $\frac{2\sqrt{3}}{3}\text{ s}$ C. $\sqrt{3}\text{ s}$ D. 2 s

解析 作出小球落在斜面上時合速度 v 跟水平分速度 v_0 、豎直分速度 v_y 間的向量圖形如圖所示。由圖可知 $v_y = \frac{v_0}{\tan 30^\circ}$ ，又因為 $v_y = gt$ ，解以上兩式可得 $t = \frac{v_0}{g \tan 30^\circ} = \frac{10 \times \sqrt{3}}{10}\text{ s} = \sqrt{3}\text{ s}$ 。即本題的選項 C 正確。



答案 C

【例6】跳臺滑雪是勇敢者的運動，運動員在專用滑雪板上，不帶雪杖在助滑路上獲得高速後水平飛出，在空中飛行一段距離後著陸，這項運動極為壯觀。設一位運動員由 a 點沿水平方向躍起，到山坡 b 點著陸，如圖6所示。測得 a 、 b 間距離 $L=40\text{ m}$ ，山坡傾角 $\theta=30^\circ$ ，山坡可以看成一個斜面。試計算：(不計空氣阻力， g 取 10 m/s^2)

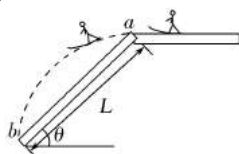


圖6

- (1) 運動員起跳後他在空中從 a 到 b 飛行的時間；
- (2) 運動員在 a 點的起跳速度大小。

解析 (1) 運動員做平拋運動，其位移為 L ，將位移分解，其豎直方向上的位移 $L \sin \theta = \frac{1}{2}gt^2$

$$\text{所以 } t = \sqrt{\frac{2L \sin \theta}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 40 \times \sin 30^\circ}{10}}\text{ s} = 2\text{ s}$$

(2) 水平方向上的位移 $L \cos \theta = v_0t$



故運動員在 a 點的起跳速度 $v_0 = 10\sqrt{3}$ m/s。

答案 (1)2 s (2) $10\sqrt{3}$ m/s

| 課堂自測 |

反饋訓練 課堂达标

1. 關於平拋運動，下列說法中正確的是()

- A. 平拋運動是非勻變速運動
- B. 平拋運動是勻速運動
- C. 平拋運動是勻變速曲線運動
- D. 平拋運動的物體落地時的速度一定是豎直向下的

解析 平拋運動的物體只受重力作用，產生恒定的加速度，是勻變速運動，其初速度方向與合外力方向垂直不共線，是曲線運動，故平拋運動是勻變速曲線運動，A、B 項錯誤，C 項正確；平拋運動可以分解為水平方向的勻速直線運動和豎直方向的自由落體運動，故落地時的速度是水平方向的分速度和豎直方向的分速度的合速度，其方向一定與豎直方向(或水平方向)有一定的夾角，D 項錯誤。

答案 C

2. 如圖 7 所示，將小球從座標原點沿水平軸 Ox 拋出，經一段時間到達 P 點，其座標為 (x_0, y_0) 。作小球軌跡在 P 點的切線並反向延長與 Ox 軸相交於 Q 點，則 Q 點的橫坐標為()

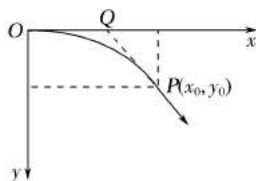


圖 7

- A. $\frac{x_0}{5}$
- B. $\frac{3x_0}{10}$
- C. $\frac{x_0}{2}$
- D. $\frac{3x_0}{4}$

解析 本題由平拋運動的推論，即：平拋運動的物體在任意時刻瞬时速度的反向延長線一定通過此時水平位移的中點，可推斷出答案應選 C 項。

答案 C

3. 如圖 8 所示，在網球的網前截擊練習中，若練習者在球網正上方距地面 H 處，將球以速度 v 沿垂直球網的方向擊出，球剛好落在底線上。已知底線到網的距離為 L ，重力加速度取 g ，將球的運動視做平拋運動，下列敘述正確的是()

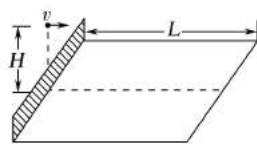


圖 8

- A. 球的速度 v 等於 $L \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}}$
- B. 球從擊出至落地所用時間為 $\sqrt{\frac{2H}{g}}$
- C. 球從擊球點至落地點的位移等於 L
- D. 球從擊球點至落地點的位移與球的質量有關



解析 由平拋運動的規律可知， $H = \frac{1}{2}gt^2$ ， $t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$ ，B 正確，球在水平方向做勻速直線運動，由 $x = vt$ 得， $v = \frac{x}{t} = L \cdot \sqrt{\frac{g}{2H}}$ ，故 A 錯誤；由擊球點到落地點的位移大於 L ，且與球的質量無關，C、D 項錯誤。

答案 B

4. 如圖 9 所示，位於同一高度的小球 A、B 分別以 v_1 和 v_2 的速度水平拋出，都落在了傾角為 30° 的斜面上的 C 點，小球 B 恰好垂直打到斜面上，則 v_1 、 v_2 之比為()

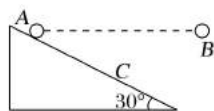


圖 9

A · 1 : 1

B · 2 : 1

C · 3 : 2

D · 2 : 3

解析 小球 A 做平拋運動，根據分位移公式，有 $x = v_1 t$ ，

$$y = \frac{1}{2}gt^2, \text{ 又 } \tan 30^\circ = \frac{y}{x},$$

$$\text{聯立得 } v_1 = \frac{\sqrt{3}}{2}gt.$$

小球 B 恰好垂直打到斜面上，則有 $\tan 30^\circ = \frac{v_2}{v_y} = \frac{v_2}{gt}$ ，

$$\text{則得 } v_2 = \frac{\sqrt{3}}{3}gt,$$

故 $v_1 : v_2 = 3 : 2$ 。

答案 C

二、新課教學：§5.2 平拋運動

課題	§5.2 平拋運動		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2018.01.17	課型	新授課		課時	2 課時

2.1 教學目標

知識與技能

1. 知道什麼是平拋運動及物體做平拋運動的條件。知道平拋運動的特點是初速度方向水平，只受豎直方向重力作用，運動軌跡是拋物線；

2. 掌握平拋運動的基本規律。理解平拋運動是勻變速運動，其加速度為 g 。理解平拋運動可以看做水平方向的勻速直線運動與豎直方向的自由落體運動的合運動，並且這兩個分運動並不互相影響；

3. 掌握拋體運動的位置與速度的關係。



過程與方法

1. 掌握平拋運動的特點，能夠運用平拋規律解決有關問題；
2. 通過例題分析再次體會平拋運動的規律。

情感、態度與價值觀

1. 有參與實驗總結規律的熱情，從而能更方便地解決實際問題；
2. 通過實踐，鞏固自己所學的知識。

2.2 教學重點

分析歸納拋體運動的規律。

2.3 教學難點

應用數學知識分析歸納拋體運動的規律。

2.4 教學方法

探究、講授、討論、練習

2.5 教學準備

平拋運動演示儀、自製投影片

2.6 教學過程

〔新課導入〕

理論上通過運動的合成與分解能夠研究曲線運動的規律，這節課我們就來完成這一項任務，通過運動的合成與分解來研究一種生活中常見的運動——拋體運動。

〔新課教學〕

一、平拋運動

1. 拋體運動

以一定的速度將物體拋出，在空氣阻力可以忽略的情況下，物體只受重力的作用，它的運動叫做拋體運動（projectile motion）。



2. 平拋運動

(1) 概念

將物體用一定的初速度沿水平方向拋出，不考慮空氣阻力，物體只在重力作用下所做的運動，叫做平拋運動。

(2) 形成平拋運動的條件：①物體具有水平方向的初速度；②運動過程中物體只受重力。

(3) 平拋運動的性質

【思考】平拋運動是勻變速運動還是非勻變速運動？



分析：只受重力 \rightarrow 加速度恒為 $g \rightarrow$ 相同時間內的速度變化量相同（均豎直向下） \rightarrow 勻變速運動。

合外力（重力）方向與速度方向不再一條直線上 \rightarrow 曲線運動。

平拋運動是勻變速曲線運動。

本節課的重點是研究平拋運動的規律，所用的方法是運動的合成和分解。

二、平拋運動的速度

1. 平拋運動的分解

【思考】怎樣研究平拋物體的運動呢？

用運動的分解來研究，可將平拋運動分解為水平方向和豎直方向的兩個分運動來研究。

(1) 水平分運動是勻速直線運動

水平方向物體不受力，但物體有一個初速度，因此在水平方向上由於慣性，物體做勻速直線運動。

(2) 豎直分運動是自由落體運動

在豎直方向上物體的初速度為 0，且只受重力作用，物體做自由落體運動。

平拋運動在豎直方向上是自由落體運動，水平方向的速度大小並不影響平拋物體在豎直方向上的運動。

2. 平拋運動的速度

物體拋出後速度的大小和方向都在不斷地變化。如果想知道拋體在某一時刻運動速度的大小和方向，可以通過兩個分運動在這一時刻的速度來求得。

例如，初速度為 v_0 的平拋運動，水平初速度為 v_0 ，水平方向受力為 0；豎直初速度為 0，豎直方向受力為重力。

(1) 分速度

建立右圖所示的坐標系，用 v_x 和 v_y 分別表示物體在時刻 t 的水平分速度和豎直分速度，在這兩個方向上分別應用運動學的規律，有

$$v_x = v_0$$

$$v_y = gt$$

(2) 合速度

根據 v_x 和 v_y 的值，按照畢氏定理可以求得物體在這個時刻的速度（即合速度）大小和方向。

合速度 v 是由水平分運動的速度 v_x 和豎直分運動的速度 v_y 合成的。

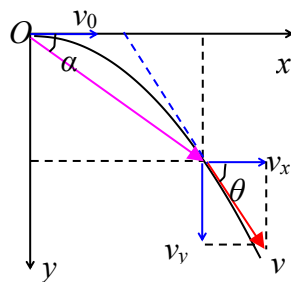
合速度的大小：

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 + (gt)^2}$$

這個式子表示，拋體在下落過程中速度 v 越來越大，這與日常經驗是一致的。

合速度的方向：

用 v 與 x 軸正方向夾角 θ 來表示：





$$\tan \theta = \frac{v_y}{v_x} = \frac{gt}{v_0}$$

這個式子表示，速度 v 在拋體下落的過程中與水平方向夾角的正切越來越大。對於銳角來說，角越大，它的正切也就越大，所以隨著拋體的下落，解 θ 越來越大。也就是說，拋體下落的方向越來越接近豎直向下的方向，這也與日常經驗一致。

例題 1 一個物體以 10 m/s 的速度從 10 m 的高度水平拋出，落地時速度方向與地面的夾角 θ 是多少（不計空氣阻力）。

分析 按題意作圖。物體在水平方向不受力，所以加速度為 0，速度總等於初速度 $v_0 = 10 \text{ m/s}$ ；在豎直方向的加速度為 g ，初速度為 0，可以應用勻變速運動的規律。

解 以拋出時物體的位置為原點建立坐標系， x 軸沿初速度方向， y 軸豎直向下。

落地時，物體在水平方向的速度

$$v_x = v_0 = 10 \text{ m/s}$$

落地時物體在豎直方向的速度記為 v_y ，在豎直方向應用勻變速運動的規律，有

$$v_y^2 - 0 = 2gh$$

由此解出

$$v_y = \sqrt{2gh} = 14.1 \text{ m/s}$$

$$\tan \theta = \frac{v_y}{v_x} = 1.41$$

$$\theta = 55^\circ$$

物體落地時速度與地面的夾角是 55° 。

三、平拋運動的位移

1. 平拋運動的位置

首先研究以速度 v_0 水平拋出的物體的位置隨時間變化的規律。

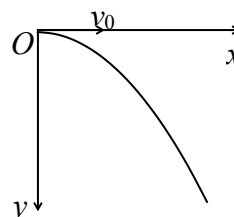
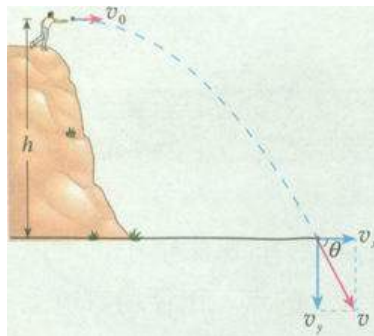
用手把小球水平拋出，小球從離開手的瞬間（此時速度為 v_0 ，方向水平）開始，做平拋運動。我們以小球離開手的位置為座標原點；以水平拋出的方向為 x 軸的方向，豎直向下的方向為 y 軸的方向，建立坐標系（如右圖），並從這一瞬間開始計時。

小球在拋出後的運動過程中，由於只受重力的作用，即在水平方向不受力，所以小球在水平方向沒有加速度，水平方向的分速度保持 v_0 不變。也就是說，小球的水平座標隨時間變化的規律是

$$x = v_0 t$$

(1)

小球在豎直方向受重力的作用，根據牛頓第二定律，它在豎直方向產生加速度 g ，小球在豎直方向的初速度是 0。根據運動學的規律，小球在豎直方向的座標與隨時間變化的規律是





$$y = \frac{1}{2}gt^2 \quad (2)$$

小球的位置是用它的座標 x 、 y 描述的，所以 (1) (2) 兩式確定了小球在任意時刻 t 的位置。

2. 平拋運動的位移

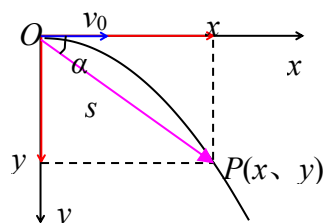
合位移大小：

$$s = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{(v_0 t)^2 + \left(\frac{1}{2}gt^2\right)}$$

合位移的方向：

合位移方向與 x 軸正方向的夾角 α 來表示，有

$$\tan \alpha = \frac{y}{x} = \frac{gt}{2v_0} = \frac{1}{2} \tan \theta$$



四、平拋運動的規律

1. 拋體的軌跡

例題 2 討論物體以速度 v_0 水平拋出後運動的軌跡。

分析 在初中數學中已經學過，直角坐標系中的一條曲線可以用包含 x 、 y 兩個變數的一個關係式來描述，如圖。研究這個關係式可以得知曲線的性質。

從圖的例子中可以看出，曲線中並不包含時間 t ，因此，為了得到只含 x 、 y 的關係式，應該從 (1) (2) 兩式中消去 t 。

解 建立研究平拋運動的直角坐標系。以速度 v_0 水平拋出的物體，其 x 、 y 座標隨時間變化的規律分別為前面的 (1) (2) 兩式。

從 (1) 中解出 $t = \frac{x}{v_0}$ ，代入 (2) 式，得到

$$y = \frac{g}{2v_0^2}x^2 \quad (3)$$

式中 g 、 v_0 都是與 x 、 y 無關的常量，所以 $\frac{g}{2v_0^2}$ 也是常量。這正是初中數學中的拋物線方程 $y = ax^2$ ，二次函數的圖像是一條拋物線！“拋物線”的名稱就是這樣得到的。

平拋物體運動的軌跡是一條拋物線。

2. 結論

設合速度的反向延長線與 x 軸的交點的橫坐標為 x' ，則

$$\tan \theta = \frac{y}{x - x'} = \frac{gt}{v_0}$$

將 $x = v_0 t$ 、 $y = \frac{1}{2}gt^2$ 代入，得 $x' = \frac{1}{2}v_0 t = \frac{1}{2}x$

故合速度的反向延長線交於該時刻橫坐標的中點。

3. 平拋運動的計算公式

設拋出點距地面的高度為 h ，水平初速度為 v_0 。

(1) 平拋運動的飛行時間 t



根據 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 有 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$

所以飛行時間 t 只取決於下落的高度 h 。

(2) 平拋運動飛行的水平距離 x

$$x = v_0 t = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

所以飛行的水平距離 x 由 v_0 、 h 共同決定。

五、一般的拋體運動

在第四章牛頓運動定律的學習中我們已經體會到，已知物體受力情況而想知道它的運動情況時，要先對物體所受的力進行分析，然後應用牛頓定律得到物體的加速度，進而根據運動學的規律得到物體的位置與時間的關係。

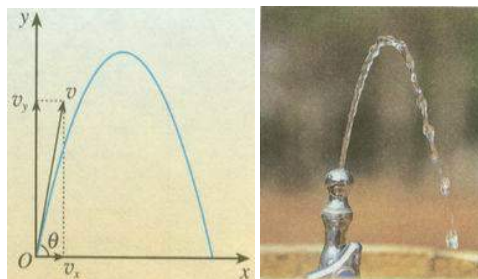
在研究拋體運動時，我們的思路基本相同。不同的是，拋體的運動發生在平面內，需要在 x 、 y 兩個方向上分別受力分析，在兩個方向上分別應用牛頓定律和運動學的規律，然後再根據要求做綜合處理。

如果物體拋出時的速度 v_0 不沿水平方向，而是斜向上方或斜向下方的（這種情況常稱為斜拋），它的受力情況與平拋完全相同，即在水平方向仍不受力，加速度仍是 0；在豎直方向仍只受重力，加速度仍為 g 。但是，斜拋運動沿水平方向和豎直方向的初速度與平拋不同，分別是 $v_x = v_0 \cos\theta$ 和 $v_y = v_0 \sin\theta$ 。因此，斜拋運動可以看成是水平方向速度為 $v_0 \cos\theta$ 的勻速運動和豎直方向初速度為 $v_0 \sin\theta$ 的豎直上拋或豎直下拋運動的合運動。下圖是根據這一規律描繪的斜拋運動的軌跡。

【說一說】

1. 嘗試導出表達右圖所示斜拋物體軌跡的關係式。討論這個關係式中物理量之間的關係，看看能夠得出哪些結論。

2. 以上討論都有一個前提，即空氣的阻力可以忽略。如果速度不大，例如用手拋出一個石塊，這樣處理的誤差不大。但是物體在空氣中運動時，速度越大，阻力也越大，所以，研究炮彈的運動時就不能忽略空氣的阻力。炮彈運動的實際軌跡大致是怎樣的？



1. 斜拋運動的分運動

我們可以把斜向初速度分解為水平方向和豎直方向，水平方向由於不受力，仍然做勻變速直線運動，豎直方向由於受到重力作用，做的是加速度為 g 的豎直上拋或豎直下拋運動。

2. 斜拋運動的位置

我們以斜向上拋為例，與平拋類似建坐標系，如圖。

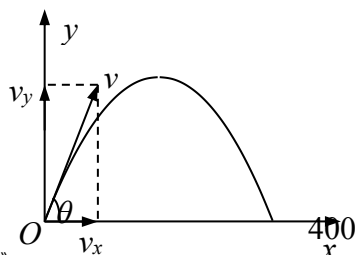
因為 $v_x = v \cos\theta$ ， $v_y = v \sin\theta$ 。所以

$$x = v \cos\theta \cdot t$$

$$y = v \sin\theta \cdot t - \frac{1}{2}gt^2$$

3. 斜拋運動的速度

在任意時刻兩個方向的速度分別為





$$v_x = v \cos \theta$$

$$v_y = v \sin \theta - gt$$

物體的實際速度（即合速度）為

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}, \text{ 方向根據兩個分速度決定。}$$

〔小結〕

具有水平速度的物體，只受重力作用時，所做的運動為平拋運動，平拋運動是一種勻變速曲線運動。平拋運動可分解為水平方向的勻速直線運動和豎直方向的自由落體運動。平拋運動的位移等於水平位移和豎直位移的向量和，平拋運動的瞬時速度等於水平分運動的速度和豎直分運動速度的向量和。飛行時間只由豎直分運動即自由落體運動決定，即飛行時間 t 決定於高度 h ，與水平方向的分運動無關。飛行的水平距離 x 由 v_0 、 h 共同決定。

如果物體受到恒定合外力作用，並且合外力跟初速度垂直，形成類似平拋運動，只需把公式中的 g 換成 a ，可類似平拋運動的方法進行研究。

〔佈置作業〕

教材第 12 頁“問題與練習”。

2.7 板書設計

一、拋體的位置

任意一點的位置 $P(x,y)$ ，其中 $x=vt$ $y=\frac{1}{2}gt^2$

任意時刻的位移： $s=\sqrt{x^2+y^2}=\sqrt{(vt)^2+(\frac{1}{2}gt^2)^2}$

方向 $\tan\alpha=\frac{y}{x}=\frac{\frac{1}{2}gt^2}{vt}=\frac{gt}{2v}$

二、拋體的軌跡

$$y=\frac{g}{2v_0^2}x^2$$

三、拋體的速度

任意時刻的速度由 $v_x=v_0, v_y=gt$ 得 $v_t=\sqrt{v_0^2+2gh}$

四、斜拋的運動規律

(斜上拋、斜下拋、斜上拋和斜下拋)：

處理方法：運動的合成與分解

活動與探究

課題：平拋運動的特點

內容：自製一個能自動噴出墨水的注射器代替小鋼球，讓注射器做平拋運動的



同時自動噴出墨水，在座標紙上就記錄下注射器的運動軌跡。

具體做法：用一次性注射器（優點是針頭在正中，且不易摔碎）.在活塞尾端和管套端用橡皮筋拴上,其鬆緊程度可調整,使抽入水後在橡皮筋的彈力作用下能自動噴出較強的水流即可.為了防止針管在軌道上滑動,可在針管外貼一周橡皮膏(或套上一適當的膠套)，使學生的思維方式得到昇華。

三、課後練習：§5.2 平拋運動

1. 關於從同一高度以不同初速度水平拋出的物體，比較它們落到水平地面上的時間(不計空氣阻力)，以下說法正確的是()

- A. 速度大的時間長
- B. 速度小的時間長
- C. 一樣長
- D. 質量大的時間長

解析 水平拋出的物體做平拋運動，由 $y = \frac{1}{2}gt^2$ 得 $t = \sqrt{\frac{2y}{g}}$ ，其下落的時間由下落的高度決定，從同一高度以不同初速度水平拋出的物體，落到水平地面上的時間相同，A、B、D 錯誤，C 正確。

答案 C

2. 遊樂場內兩支玩具槍在同一位置先後沿水平方向各射出一顆子彈，打在遠處的同一個靶上，A 為甲槍子彈留下的彈孔，B 為乙槍子彈留下的彈孔，兩彈孔在豎直方向上相距高度為 h ，如圖 1 所示，不計空氣阻力。關於兩槍射出子彈的初速度大小，下列判斷正確的是()

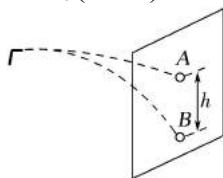


圖 1

- A. 甲槍射出的子彈初速度較大
- B. 乙槍射出的子彈初速度較大
- C. 甲、乙兩槍射出的子彈初速度一樣大
- D. 無法比較甲、乙兩槍射出的子彈初速度的大小

解析 甲、乙兩槍射出的子彈均做平拋運動，且在豎直方向上下落的高度 $h_A < h_B$ ，由 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 得 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ ，則 $t_A < t_B$ ，兩子彈在水平方向上的位移相同，由 $v_0 = \frac{x}{t}$ 得 $v_{0A} > v_{0B}$ ，故 A 選項正確。

答案 A

3. 關於平拋運動，下列說法中正確的是()
- A. 平拋運動是一種變加速運動
 - B. 做平拋運動的物體加速度隨時間逐漸增大
 - C. 做平拋運動的物體每秒內速度增量相等
 - D. 做平拋運動的物體每秒內位移增量相等

解析 平拋運動是勻變速曲線運動，其加速度為重力加速度 g ，故加速度的大小和方向恒定，在 Δt 時間內速度的改變量為 $\Delta v = g\Delta t$ ，因此可知每秒內速



度增量大小相等、方向相同，選項 A、B 錯誤，C 正確；由於水平方向的位移 $x = v_0 t$ ，每秒內水平位移增量相等，而豎直方向的位移 $h = \frac{1}{2} g t^2$ ，每秒內豎直位移增量不相等，所以選項 D 錯誤。

答案 C

4. 從離地面 h 高處投出 A、B、C 三個小球，A 球自由下落，B 球以速度 v 水平拋出，C 球以速度 $2v$ 水平拋出，它們落地時間 t_A 、 t_B 、 t_C 的關係是()

A. $t_A < t_B < t_C$

B. $t_A > t_B > t_C$

C. $t_A = t_B = t_C$

D. $t_A = t_B = t_C$

解析 平拋運動物體的飛行時間僅與高度有關，與水平方向的初速度大小無關，故 $t_B = t_C$ ，而平拋運動的豎直運動為自由落體運動，所以 $t_A = t_B = t_C$ ，D 正確。

答案 D

5. 物體在某一高度以初速度 v_0 水平拋出，落地時速度為 v ，則該物體在空中運動的時間為(不計空氣阻力)()

A. $\frac{v - v_0}{g}$

B. $\frac{v + v_0}{g}$

C. $\frac{\sqrt{v^2 - v_0^2}}{g}$

D. $\frac{\sqrt{v_0^2 + v^2}}{g}$

解析 落地時的豎直分速度大小 $v_y = \sqrt{v^2 - v_0^2}$ ，與時間 t 的關係為 $v_y = gt$ ，聯立兩式求得 $t = \frac{\sqrt{v^2 - v_0^2}}{g}$ ，故選 C。

答案 C

6. 如圖 2 所示，在光滑的水平面上有一小球 A 以初速度 v_0 運動，同時刻在它的正上方有一小球 B 以初速度 v_0 水平拋出，並落於 C 點，忽略空氣阻力，則()

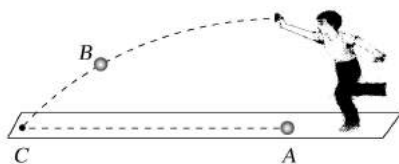


圖 2

A. 小球 A 先到達 C 點

B. 小球 B 先到達 C 點

C. 兩球同時到達 C 點

D. 無法確定

解析 B 球做平拋運動，可分解為水平方向勻速直線運動和豎直方向自由落體運動，由於 B 球在水平方向的分速度為 v_0 ，與 A 球 v_0 相等，故同時到達 C 點。

答案 C

7. 從距地面高為 h 處水平拋出質量為 M 的小球，小球落地點與拋出點的水平距離剛好等於 h 。不計空氣阻力，拋出小球的速度大小為()

A. $\sqrt{\frac{gh}{2}}$

B. \sqrt{gh}

C. $\sqrt{2gh}$

D. $\sqrt{3gh}$

解析 根據平拋物體的運動規律可知，豎直方向 $h = \frac{1}{2} g t^2$ ，水平方向 $h =$



$v_0 t$ ，聯立解得： $v_0 = \sqrt{\frac{1}{2}gh}$ ，選項 A 正確。

答案 A

8·電影《智取威虎山》中有精彩而又刺激的解放軍戰士滑雪的鏡頭。假設某戰士從弧形的雪坡上沿水平方向飛出後，又落回到傾斜的雪坡上，如圖 3 所示，若傾斜的雪坡傾角為 θ ，戰士飛出時的水平速度大小為 v_0 ，且他飛出後在空中的姿勢保持不變，不計空氣阻力，重力加速度為 g ，則()

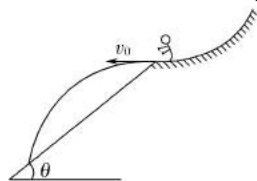


圖 3

- A·如果 v_0 不同，該戰士落到雪坡時的位置不同，速度方向相同
- B·如果 v_0 不同，該戰士落到雪坡時的位置不同，但空中運動時間相同
- C·該戰士剛要落到雪坡上時的速度大小是 $\frac{v_0}{\cos \theta}$
- D·該戰士在空中經歷的時間是 $\frac{v_0 \tan \theta}{g}$

解析 根據 $\tan \theta = \frac{y}{x} = \frac{\frac{1}{2}gt^2}{v_0 t} = \frac{gt}{2v_0}$ ，解得平拋運動的時間為 $t = \frac{2v_0 \tan \theta}{g}$ ，D 錯誤；則水平位移為 $x = v_0 t = \frac{2v_0^2 \tan \theta}{g}$ ，知初速度不同，水平位移不同，落點位置不同。因為速度與水平方向的夾角正切值為 $\tan \alpha = \frac{v_y}{v_0} = \frac{gt}{v_0} = 2 \tan \theta$ ，因為 θ 為定值，則速度與水平方向的夾角 α 為定值，則落在斜面上的速度方向相同，故 A 正確，B 錯誤；該戰士剛要落到雪坡上時的速度大小為 $v = \frac{v_0}{\cos \alpha} \neq \frac{v_0}{\cos \theta}$ ，故 C 錯誤。

答案 A

9·一水平固定的水管，水從管口以不變的速度源源不斷地噴出，水管距地面高 $h = 1.8 \text{ m}$ ，水落地的位置到管口的水平距離 $x = 1.2 \text{ m}$ 。不計空氣及摩擦阻力，水從管口噴出的初速度大小是()

- A·1.2 m/s
- B·2.0 m/s
- C·3.0 m/s
- D·4.0 m/s

解析 水平噴出的水做平拋運動，根據平拋運動規律 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 可知，水在空中的時間 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 0.6 \text{ s}$ ，根據 $x = v_0 t$ 可知水平速度為 $v_0 = 2.0 \text{ m/s}$ 。因此選項 B 正確。

答案 B

10·一水平拋出的小球落到一傾角為 θ 的斜面上時，其速度方向與斜面垂直，運動軌跡如圖 4 中虛線所示。小球在豎直方向下落的距離與在水平方向通過的距離之比為()

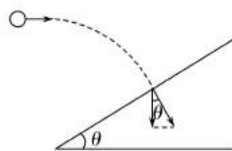


圖 4

- A · tan θ B · 2tan θ C · $\frac{1}{\tan \theta}$ D · $\frac{1}{2 \tan \theta}$

解析 小球在豎直方向下落的距離與水平方向通過的距離之比即為平拋運動合位移與水平方向夾角的正切值。小球落在斜面上速度方向與斜面垂直，故速度方向與水平方向夾角為 $\frac{\pi}{2} - \theta$ ，由平拋運動結論：平拋運動速度方向與水平方向夾角正切值為位移方向與水平方向夾角正切值的 2 倍，可知：小球在豎直方向下落的距離與水平方向通過的距離之比為 $\frac{1}{2} \tan \left[\frac{\pi}{2} - \theta \right] = \frac{1}{2 \tan \theta}$ ，D 項正確。

答案 D

11. 一個做平拋運動的物體，從運動開始發生水平位移為 s 的時間內，它在豎直方向的位移為 d_1 ，緊接著物體在發生第二個水平位移 s 的時間內，它在豎直方向發生的位移為 d_2 。已知重力加速度為 g ，則平拋運動的物體的初速度為()

- A · $s \sqrt{\frac{g}{d_2 - d_1}}$ B · $s \sqrt{\frac{g}{d_1}}$ C · $\frac{2s \sqrt{2gd_1}}{d_1 - d_2}$ D · $2s \sqrt{\frac{3g}{2d_2}}$

解析 設初速度為 v_0 ，兩段時間均為 $t = \frac{s}{v_0}$ ，豎直方向，在第一個水平位移 s 時間內， $d_1 = \frac{1}{2}gt^2$ ，在第二個水平位移 s 時間內， $d_2 = \frac{1}{2}g(2t)^2 - \frac{1}{2}gt^2 = \frac{3}{2}gt^2$ ，由以上各式解得 $v_0 = s \sqrt{\frac{g}{d_2 - d_1}}$ ，A 選項正確。

答案 A

12. 如圖 5 所示，一架裝載救援物資的飛機，在距水平地面 $h = 500 \text{ m}$ 的高處以 $v = 100 \text{ m/s}$ 的水平速度飛行。地面上 A、B 兩點間的距離 $x = 100 \text{ m}$ ，飛機在離 A 點的水平距離 $x_0 = 950 \text{ m}$ 時投放救援物資，不計空氣阻力， g 取 10 m/s^2 。

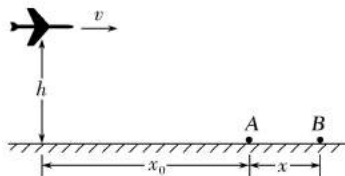


圖 5

- (1) 求救援物資從離開飛機到落至地面所經歷的時間；
- (2) 通過計算說明，救援物資能否落在 AB 區域內。

解析 (1) 由 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 得 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 10 \text{ s}$

故救援物資從離開飛機到落至地面所經歷的時間為 10 s 。

(2) $x = vt = 1000 \text{ m}$



由於 $x-x_0=1\ 000\text{ m}-950\text{ m}=50\text{ m}<100\text{ m}$ ，

所以在 AB 範圍內。

故救援物資能落在 AB 區域內。

答案 (1)10 s (2)能

13.《憤怒的小鳥》是一款時下非常流行的遊戲，故事也相當有趣，如圖 6 甲，為了報復偷走鳥蛋的肥豬們，鳥兒以自己的身體為武器，如炮彈般彈射出去攻擊肥豬們的堡壘。某同學將小鳥被彈弓沿水平方向彈出的過程簡化為如圖 乙所示，小鳥可看作質點，試求：

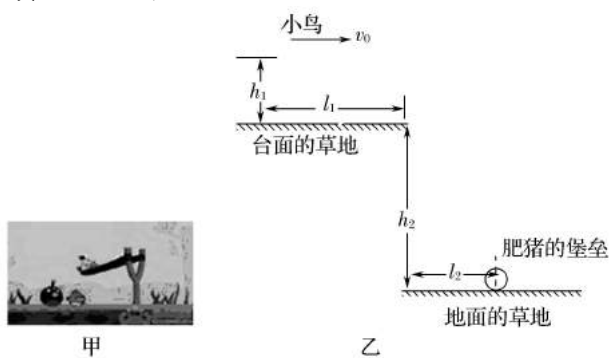


圖 6

(1)如果小鳥要落到地面的草地上，小鳥的初速度 v_0 至少多大？(用題中所給的符號 h_1 、 l_1 、 h_2 、 l_2 表示)；

(2)若 $h_1=0.8\text{ m}$ ， $l_1=2\text{ m}$ ， $h_2=2.4\text{ m}$ ， $l_2=1\text{ m}$ ，小鳥飛出能否直接打中堡壘？請用計算結果進行說明。(取重力加速度 $g=10\text{ m/s}^2$)

解析 (1)根據 $\begin{cases} h_1 = \frac{1}{2}gt^2 \\ l_1 = v_0t \end{cases}$ 得出 $v_0 = l_1\sqrt{\frac{g}{2h_1}}$

(2)假設小鳥落到地面的草地，那麼時間 $h_1+h_2 = \frac{1}{2}gt^2$

代入數據得出 $t=0.8\text{ s}$

那麼總的飛行水平距離為 $x = v_0t = l_1\sqrt{\frac{g}{2h_1}} \times t = 4\text{ m}$

而肥豬的堡壘實際距離出發點為 $l_1+l_2=3\text{ m}$

小鳥的飛行水平距離大於肥豬的堡壘實際距離，因而不能打中堡壘。

答案 (1) $l_1\sqrt{\frac{g}{2h_1}}$ (2)不能



第三課題 §5.3 實驗：研究平拋運動（2 課時）

一、課前自主預習學案

知識點一 描繪平拋運動的軌跡

[基礎梳理]

1. 實驗器材

斜槽、小球、方木板、圖釘、刻度尺、鉛垂線、鉛筆、座標紙、鐵架臺。

2. 實驗步驟

(1)按圖 1 甲所示安裝實驗裝置，使斜槽末端水平。

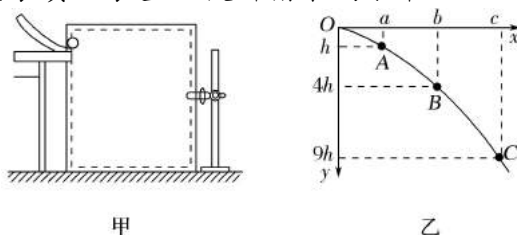


圖 1

(2)以水平槽末端端口上小球球心位置為座標原點 O ，過 O 點畫出豎直的 y 軸和水平的 x 軸。

(3)使小球從斜槽上同一位置由靜止滾下，把筆尖放在小球可能經過的位置上，如果小球運動中碰到筆尖，就用鉛筆在該位置畫上一點。用同樣方法，在小球運動路線上描下若干點。

(4)將白紙從木板上取下，從 O 點開始通過畫出的若干點描出一條平滑的曲線，如圖乙所示。

3. 注意事項

(1)實驗中必須調整斜槽末端的切線水平(將小球放在斜槽末端水平部分，若小球靜止，則斜槽末端水平)。

(2)方木板必須處於豎直平面內，固定時要用鉛垂線檢查座標紙豎線是否豎直。

(3)小球每次必須從斜槽上同一位置由靜止釋放。

(4)座標原點不是槽口的端點，應是小球出槽口時球心在木板上的投影點。

(5)小球開始滾下的位置高度要適中，以使小球做平拋運動的軌跡由座標紙的左上角一直到達右下角為宜。

[典例精析]

【例 1】 在做“研究平拋物體的運動”的實驗時，讓小球多次沿同一軌道運動，通過描點法畫出小球做平拋運動的軌跡，為了能較準確的描繪運動軌跡，下面列出了一些操作要求。將你認為正確的選項前面的字母填在橫線上：

- _____。
- A. 通過調節使斜槽的末端保持水平
 - B. 每次釋放小球的位置可以不同
 - C. 每次必須由靜止釋放小球



- D·記錄小球位置用的木條(或凹槽)每次必須嚴格地等距離下降
- E·小球運動時不應與木板上的白紙(或座標紙)相接觸
- F·將球的位置記錄在紙上後，取下紙，利用直尺將點連成折線

解析 保證小球做平拋運動必須通過調節使斜槽的末端保持水平，因為要畫同一運動的軌跡，必須每次釋放小球的位置相同，且由靜止釋放，以保證獲得相同的初速度，記錄小球位置用的木條(或凹槽)，不必嚴格的等距離下降，因為本實驗要求只描繪運動軌跡，研究其運動規律是從軌跡上研究，實驗要求小球滾下時不能碰到木板平面，避免因摩擦而使運動軌跡改變，最後軌跡應連成平滑的曲線。

答案 ACE

知識點二 判斷平拋運動的軌跡是不是拋物線

[基礎梳理]

方法一 公式法

1·原理：若平拋運動的軌跡是拋物線，則當以拋出點為座標原點，建立直角坐標系後，軌跡上各點的座標應具有 $y=ax^2$ 的關係，而且同一軌跡 a 是一個特定的值。

2·驗證方法

用刻度尺測量幾個點的 x 、 y 兩個座標，分別代入 $y=ax^2$ 中求出常量 a ，看計算得到的 a 值在誤差允許的範圍內是否是一個常數。

方法二 圖象法

建立 $y-x^2$ 坐標系，根據所測量的各個點的 x 、 y 座標值分別計算出對應的 y 值和 x^2 值，在 $y-x^2$ 坐標系中描點，連接各點看是否在一條直線上，並求出該直線的斜率即為 $y=ax^2$ 中的 a 值。

[典例精析]

【例2】 如圖2為一平拋運動的軌跡，各點的座標如圖所示，單位為釐米。則該軌跡是否為一拋物線？

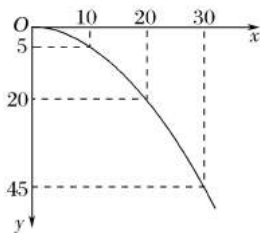


圖2

解析 將三點的座標分別代入 $y=ax^2$ 方程，算出 a 值都為 0.05，由此知該軌跡為拋物線。

答案 是

知識點三 計算平拋運動的初速度

[基礎梳理]

計算平拋運動的初速度可以分為兩種情況

- 1·平拋軌跡完整。(即含有拋出點)

在軌跡上任取一點，測出該點離原點的水平位移 x 及豎直位移 y ，就可求出初速度 v_0 。



因 $x = v_0 t$, $y = \frac{1}{2} g t^2$, 故 $v_0 = x \sqrt{\frac{g}{2y}}$ 。

2. 平拋軌跡殘缺(即無拋出點)

在軌跡上任取三點 A 、 B 、 C (如圖 3 所示), 使 A 、 B 間及 B 、 C 間的水平距離相等, 由平拋運動的規律可知 A 、 B 間與 B 、 C 間所用時間相等, 設為 t , 則

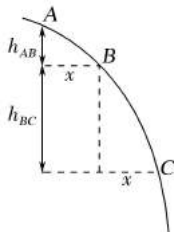


圖 3

$$\Delta h = h_{BC} - h_{AB} = g t^2$$

$$\text{所以 } t = \sqrt{\frac{h_{BC} - h_{AB}}{g}}$$

$$\text{所以初速度 } v_0 = \frac{x}{t} = x \sqrt{\frac{g}{h_{BC} - h_{AB}}}$$

[典例精析]

【例 3】在研究平拋運動的實驗中, 用一張印有小方格的紙記錄軌跡, 小方格的邊長 $L = 1.25 \text{ cm}$, 若小球在平拋運動途中的幾個位置如圖 4 中 a 、 b 、 c 、 d 所示, 則小球平拋的初速度為 $v_0 = \underline{\hspace{2cm}}$ (用 L 、 g 表示), 其值是 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。(g 取 9.8 m/s^2)

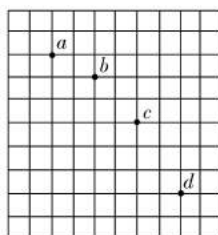


圖 4

解析 由 $\Delta x = a T^2$, 得 $T = \sqrt{\frac{L}{g}}$, 故 $v_0 = \frac{2L}{T} = 2\sqrt{gL}$; 代入數據得 $v_0 = 0.70 \text{ m/s}$ 。

答案 $2\sqrt{gL}$ 0.70 m/s

课堂自测

反馈训练 课堂达标

1. “研究平拋物體的運動”實驗中, 為了描出物體的運動軌跡, 實驗應有下列各個步驟:

A. 以 O 為原點, 畫出與 y 軸相垂直的水平 x 軸。

B. 把事先做好的有缺口的紙片用手按在豎直木板上, 使由斜槽上滾下拋出的小球正好從紙片的缺口中通過, 用鉛筆在白紙上描下小球穿過這個缺口的位置。

C. 每次都使小球從斜槽上固定的標誌位置開始滾下, 用同樣的方法描出小球經過的一系列位置, 並用平滑的曲線把它們連接起來, 這樣就描出了小球做平拋運動的軌跡。

D. 用圖釘把白紙釘在豎直木板上, 並使木板的左上角固定在斜槽上。



E. 把斜槽末端正上方距離一個小球半徑處定為 O 點，在白紙上把 O 點描下來，利用重錘線在白紙上畫出過 O 點向下的豎直線，定為 y 軸。

(1) 在上述實驗中，缺少的步驟 F 是 _____ ；

(2) 正確的實驗步驟順序是 _____ 。

答案 (1) 安裝好斜槽，使其末端水平

(2) FDEABC

2. 某物理實驗小組利用如圖 5 所示裝置測量小球做平拋運動的初速度。在地面上沿拋出的速度方向水平放置一把刻度尺，讓懸掛在拋出點處的重錘的投影落在刻度尺的零刻度線上，則利用小球在刻度尺上的落點位置，就可以直觀地得到小球做平拋運動的初速度。下列各圖表示四位同學在刻度尺旁邊分別製作的速度尺規(圖中 P 點為重錘的投影位置)，其中可能正確的是()

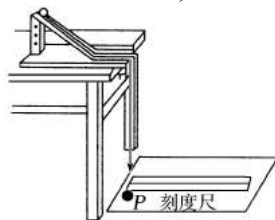
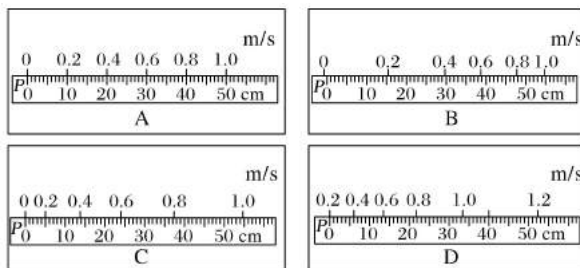


圖 5



解析 設小球做平拋運動的豎直高度為 h ，由 $h = \frac{1}{2}gt^2$ ，得 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ ；在水平方向有 $x = v_0t$ ，即平拋運動的水平位移 $x = v_0\sqrt{\frac{2h}{g}}$ ，可見 x 與 v_0 成正比，在速度尺規上的速度值應該是均勻分佈的，選項 A 正確。

答案 A

3. 如圖 6 甲是“研究平拋運動”的實驗裝置圖。

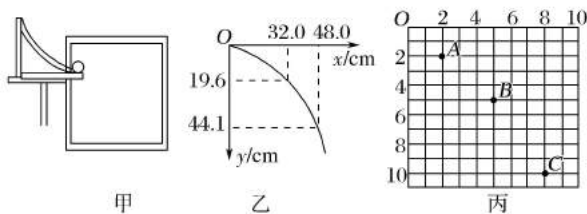


圖 6

(1) 實驗前應對實驗裝置反復調節，直到斜槽末端切線 _____。每次讓小球從同一位置由靜止釋放，是為了每次平拋 _____。

(2) 圖乙是正確實驗取得的數據，其中 O 為拋出點，則此小球做平拋運動的初速度為 _____ m/s。

(3) 在另一次實驗中將白紙換成方格紙，每小格的邊長 $L = 5$ cm，通過實驗，記錄了小球在運動途中的三個位置，如圖丙所示，則該小球做平拋運動的



初速度為_____ m/s；B 點的豎直分速度為_____ m/s。

解析 (1)平拋運動的初速度是水平的，所以斜槽末端必須調成水平；為了保證小球每次的軌跡相同，所以必須從同一位置靜止釋放。

$$(2) \text{由 } x=v_0t, y=\frac{1}{2}gt^2 \text{ 得 } v_0=x\cdot\sqrt{\frac{g}{2y}},$$

將(32.0,19.6)代入得

$$v_0=0.32\times\sqrt{\frac{9.8}{2\times 0.196}} \text{ m/s}=1.6 \text{ m/s}。$$

(3)由圖丙可知，小球由 A→B 和 B→C 所用的時間相等，且有 $\Delta y=gT^2$ ， $x=v_0T$ ，解得 $v_0\approx 1.5 \text{ m/s}$ ， $v_{By}=\frac{v_{AC}}{2T}\approx 2 \text{ m/s}$ 。

答案 (1)水平 初速度相同 (2)1.6 (3)1.5 2

二、新課教學：§5.3 實驗：研究平拋運動

課題	§5.3 實驗：研究平拋運動		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2018.01.22	課型	新授課		課時	2 課時

2.1 教學目標

知識與技能

1. 知道平拋運動的條件及相應控制方法；
2. 知道用實驗獲得平拋運動軌跡的方法；
3. 知道判斷運動軌跡是否為拋物線的方法；
4. 知道測量初速度時需要測量的物理量；
5. 會推導初速度的運算式，會計算平拋運動的初速度。

過程與方法

1. 觀察現象→初步分析→猜測實驗研究→得出規律→重複實驗→鑒別結論→追求統一；

2. 利用已知的直線運動的規律來研究複雜的曲線運動，滲透物理學“化曲為直”“化繁為簡”的方法及“等效代換”“正交分解”的思想方法；

3. 在實驗教學中，進行控制的思想方法的教育：從實驗的設計、裝置、操作到數據處理，所有環節都應進行多方面實驗思想的教育，“實驗的精髓在於控制”的思想，在乎拋物體實驗中非常突出。如裝置中斜槽末端應保持水平的控制；木板要豎直放置的控制；操作上強調小球每次都從斜槽同一高度處由靜止開始釋放的控制；在測量小球位置時對實驗誤差的控制等。

情感、態度與價值觀



通過重複多次實驗，進行共性分析、歸納分類，達到鑒別結論的教育目的，同時還能進行理論聯繫實際的教育。

2.2 教學重點

平拋運動實驗的設計、裝置、操作及數據處理。

2.3 教學難點

1. 平拋運動的條件及相應控制方法；
2. 用實驗獲得平拋運動軌跡的方法。

2.4 教學方法

探究、實驗。

2.5 教學準備

平拋運動演示儀、多媒體課件。

2.6 教學過程

〔新課導入〕

上節課我們學習了平拋運動的理論知識，本節課我們通過實驗來進一步探究平拋運動的特點，分析平拋運動的軌跡，計算平拋運動的初速度等。

〔新課教學〕

在這個實驗中，我們首先設法描繪某物體做平拋運動的軌跡，然後通過這個軌跡研究平拋運動的特點。現在假定已經用某種方法得到了一個物體做平拋運動的軌跡，我們看一看可以進行哪些研究。

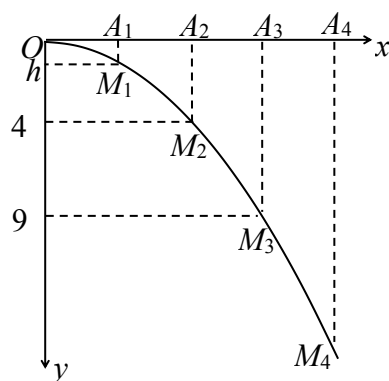
一、判斷平拋運動的軌跡是不是拋物線

在 x 軸上作出等距離的幾個點 A_1 、 A_2 、 A_3 ……把線段 OA_1 的長度記為 l ，那麼 $OA_2=2l$ 、 $OA_3=3l$ ……由 A_1 、 A_2 、 A_3 ……向下作垂線，垂線與拋體軌跡的交點記為 M_1 、 M_2 、 M_3 ……如果軌跡的確是一條拋物線， M_1 、 M_2 、 M_3 ……各點的 y 座標與 x 座標間的關係應該具有 $y=ax^2$ 的形式（ a 是一個待定的常量）。

用刻度尺測量某點的 x 、 y 座標，代入 $y=ax^2$ 中求出常量 a ，於是知道了代表這個軌跡的一個可能的關係式。

測量其他幾個點的 x 、 y 座標。怎樣通過這些測量值來判斷這條曲線是否是一條拋物線？

假定由 A_1 、 A_2 、 A_3 ……向下作垂線，垂線與拋體軌跡的交點對應的縱坐標分別為 h 、 $4h$ 、 $9h$ ……，則軌跡上的點滿足二次函數 $y=ax^2$ ，則說明軌跡的形狀是拋物線。





二、計算平拋物體的初速度

本實驗的要求不高，可以不考慮空氣阻力的作用。這樣，拋體在豎直方向只受到重力的作用，因此它的加速度是常量，等於 g ，它的 y 座標的變化符合勻加速運動的規律：

$$y = \frac{1}{2}gt^2$$

根據曲線上某點的縱坐標可以計算出時間 t 。

為了得到拋體的初速度，還需要測量什麼量？進行怎樣的計算？

做平拋運動的物體在水平方向做勻速運動，若曲線上該點的橫坐標為 x ，則有：

$$x = v_0 t$$

$$\text{聯立解得： } v_0 = x \sqrt{\frac{g}{2y}}$$

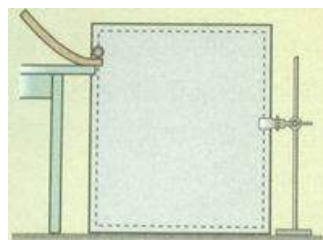
三、實驗操作

下面的參考案例介紹了獲得平拋運動軌跡的幾種方法，同學們可以選用其中的某一方法，也可以自己設計其他方法。

【參考案例】

要得到平拋運動的軌跡，有多種實驗方法，以下案例可供選擇，也可以在這些案例啟發下自行設計或改裝，形成自己的實驗方案。

1. 利用實驗室的斜面小槽等器材裝配如圖所示的裝置。鋼球從斜槽上滾下，沖過水平槽飛出後做平拋運動。每次都使鋼球在斜槽上同一位置滾下，鋼球在空中做平拋運動的軌跡就是一定的。設法用鉛筆描出小球經過的位置。通過多次實驗，在豎直白紙上記錄鋼球所經過的多個位置，連起來就得到鋼球做平拋運動的軌跡。



可以把筆尖放在小球可能經過的位置，如果小球能夠碰到筆尖，就說明位置找對了。

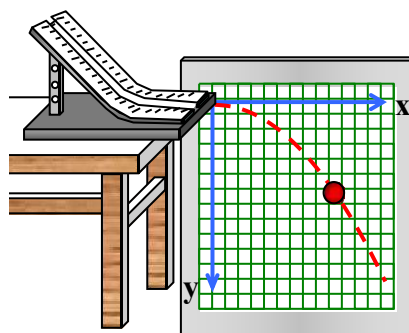
【實驗器材】方木板，白紙，圖釘，斜槽軌道(附擋球板和重垂線)，小鋼球，鉛筆，刻度尺。

【實驗步驟】

①將固定有斜槽的木板放在實驗桌上，實驗前要檢查木板是否水平，使槽末端 O 點的切線水平。

②用圖釘把座標紙釘在豎直的木板上，固定時要用重垂線檢查座標紙上的豎線是否豎直。

③選定斜槽末端所在的點為座標原點 O ，從座標原點 O 畫出豎直向下的 y 軸和水平向右的 x 軸。





④使小球由斜槽的某一固定位置自由滾下，並由 O 點開始做平拋運動。先用眼睛粗略地確定做平拋運動的小球在某一 x 值處的 y 值。然後使小球從開始時的位置滾下，在粗略確定的位置附近，用鉛筆較準確地確定小球通過的位置，並在座標紙上記下這一點。

⑤依次改變 x 的值，用同樣的方法確定其他各點的位置。

⑥取下座標紙，根據記下的一系列位置，用平滑的曲線畫出小球做平拋運動的軌跡。

⑦在軌跡上選取幾個不同的點，測出它們的橫坐標 x 和縱坐標 y ，根據重力加速度 g 的數值，利用公式 $v_0 = x\sqrt{\frac{g}{2y}}$ 算出小球做平拋運動的初速度，最後算出 V_0 的平均值。

【記錄及數據處理】

$g = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}^2$ 。

選點編號	x	y	$t = \sqrt{\frac{2y}{g}}$	v_0	\bar{v}_0
1					
2					
3					
4					
5					

【注意事項】

①固定斜槽時，要保證斜槽末端切線呈水平，使小球能穩定地停在槽口附近；

②小球每次要從槽中同一位置由靜止狀態開始滾下，可利用擋球板固定在適當位置。釋放的位置應能使小球從座標紙的左上方進入，從右下方出去，充分利用座標紙；

③教材中座標原點選在槽口位置，實際上座標原點應為槽口末端上方球圓心處；

④計算小球的初速度時，應選距拋出點稍遠一些的点為宜，以便於測量和計算。

⑤描軌跡時，應使平滑的曲線過多數點，且使不能在曲線上的點盡可能對稱分佈在曲線兩側。

2. 如所示，倒置的飲料瓶內裝著水，瓶塞內插著兩根兩端開口的細管，其中一根彎成水平，且水平端加接一段更細的硬管作為噴嘴。

水從噴嘴中射出，在空中形成彎曲的細水柱，它顯示了平拋運動的軌跡。設法把它描在背後的紙上就能進行分析處理了。

插入瓶中的另一根細管的作用，是保持從噴嘴射出水流的速度，使其不隨瓶內水面的下降而減小。這是因為該管上端與空氣相通， A 處水的壓強始終等於大氣壓，不受瓶內水面高低的影響。因此，在水面





降到 A 處以前的很長一段時間內，都可以得到穩定的細水柱。

3. 用數碼照相機或數碼攝像機記錄平拋運動的軌跡。

數碼相機大多具有攝像功能，每秒鐘拍攝約 15 幀照片。可以用它拍攝小球從水平桌面飛出後做平拋運動的幾張連續照片。如果用數學課上畫函數圖象的方格黑板做背景，就可以根據照片上小球的位置在方格紙上畫出小球的軌跡。

由於相鄰兩幀照片間的時間間隔是相等的，只要測量相鄰兩照片上小球的水平位移，就很容易判斷小球做平拋運動時在水平方向上的運動特點。

【說一說】

某同學使小球沿課桌水平飛出，用前面所說數碼照相機來拍攝小球做平拋運動的錄影（每秒 15 幀），並將小球運動的照片列印出來。請問：他大約可以得到幾幀小球正在空中運動的照片？

〔小結〕

本節課從理論上學習了怎樣判斷平拋運動的軌跡是不是拋物線的方法，推導了平拋運動初速度的計算公式。在實際操作中學會了怎樣得到平拋運動、得到平拋運動的軌跡，如何在實際中控制平拋運動，在實際中怎樣計算平拋運動的初速度等。

〔佈置作業〕

教材第 12 頁“問題與練習”。

2.7 板書設計

1. 研究平拋運動在豎直方向是自由落體運動。
2. 研究平拋運動在水平方向是勻速直線運動
3. 設計實驗獲得平拋運動的軌跡

三、課後練習：§5.3 實驗：研究平拋運動

1. (多選) 在做“研究平拋物體的運動”實驗時，下列說法正確的選項()
- A. 安裝有斜槽的木板時，一定要注意木板是否豎直
 - B. 安裝有斜槽的木板時，只要注意小球不和木板發生摩擦就可以
 - C. 每次實驗都要把小球從同一位置由靜止釋放
 - D. 實驗的目的是描出小球的運動軌跡，分析平拋運動的規律

解析 木板要豎直，保證描點準確，A 項正確，B 項錯誤；為保證小球每次做平拋運動的初速度相同，每次實驗都要把小球從同一位置由靜止釋放，C 項正確；實驗的目的是描出小球的運動軌跡，分析平拋運動的規律，進而求出初速度，D 項正確。

答案 ACD

2. 在“研究平拋運動”的實驗中，為了求平拋物體的初速度，需直接測的數據有()

- ① 小球開始滾下的高度
- ② 小球在空中飛行的時間



③運動軌跡上某點 P 的水平座標

④運動軌跡上某點 P 的豎直座標

A · ①②

B · ②③

C · ③④

D · ①④

解析 由平拋運動規律，豎直方向 $y = \frac{1}{2}gt^2$ ，水平方向 $x = v_0t$ ，因此 $v_0 = x\sqrt{\frac{g}{2y}}$ ，可見只要測得軌跡上某點 P 的水平座標 x 和豎直座標 y ，就可求出初速度 v_0 ，故 C 正確。

答案 C

3. 在“研究平拋運動”的實驗中，可以描繪平拋物體運動軌跡和求物體的平拋初速度，實驗簡要步驟如下：

A. 讓小球多次從_____位置上由靜止滾下，記下小球運動途中經過的一系列位置；

B. 安裝好器材，注意斜槽末端水平和木板豎直，記下小球在斜槽末端時球心在木板上的投影點 O 和過 O 點的豎直線，檢測斜槽末端水平的方法是_____。

C. 測出曲線上某點的座標 x 、 y ，用 $v_0 = \underline{\hspace{2cm}}$ 算出該小球的平拋初速度，實驗需要對多個點求 v_0 的值，然後求它們的平均值。

D. 取下白紙，以 O 為原點，以豎直線為 y 軸建立坐標系，用平滑曲線畫平拋軌跡。

上述實驗步驟的合理順序是_____ (只排列序號即可)。

解析 A 項中要記下小球運動途中經過的一系列位置，不可能在一次平拋中完成，每一次平拋一般只能確定一個位置，要確定多個位置，要求小球每次的軌跡重合，小球開始平拋時的初速度必須相同，因此小球每次必須從同一位置由靜止滾下。

B 項中用平衡法，即將小球放到斜槽末端任一位置，如果斜槽末端是水平的，小球受到的支持力和重力是平衡的。不論將小球放到斜槽末端任何位置，小球均不會滾動，如果斜槽末端不是水平的，小球將發生滾動。

C 項中運用 $x = v_0t$ 及 $y = \frac{1}{2}gt^2$ 聯立即可求得 $v_0 = x\sqrt{\frac{g}{2y}}$ 。

答案 同一 將小球放到斜槽末端任一位置，均不滾動 $x\sqrt{\frac{g}{2y}}$ BADC

4. 研究平拋運動的實驗裝置如圖 1 所示。

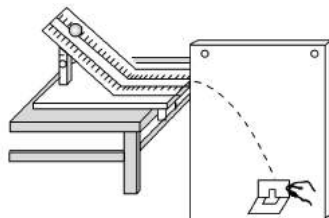


圖 1

(1) 實驗時，每次須將小球從軌道_____ (填字母)。

A · 同一位置釋放

B · 不同位置無初速釋放

C · 同一位置無初速釋放



(2)上述操作的目的是使小球拋出後_____ (填字母)。

- A · 只受重力
- B · 軌跡重合
- C · 做平拋運動
- D · 速度小些，便於確定位置

(3)實驗中已測出小球半徑為 r ，則小球做平拋運動的座標原點位置應是_____ (填字母)。

- A · 斜槽末端 O 點
- B · 斜槽末端 O 點正上方 r 處
- C · 斜槽末端 O 點正前方 r 處
- D · 斜槽末端 O 點正上方 r 處在豎直木板上的投影點

解析 做研究物體平拋運動實驗時，每次須將小球從軌道上同一位置由靜止釋放，只有這樣，才能使小球每次平拋的軌跡重合，描出的各點用平滑的曲線連接後，才是物體平拋運動的軌跡。小球做平拋運動的座標原點位置應為小球重心在豎直木板上的投影位置，所以，(1)選 C，(2)選 B，(3)選 D。

答案 (1)C (2)B (3)D

5. 某同學採用如圖 2 甲所示的實驗裝置做“研究平拋運動”的實驗。

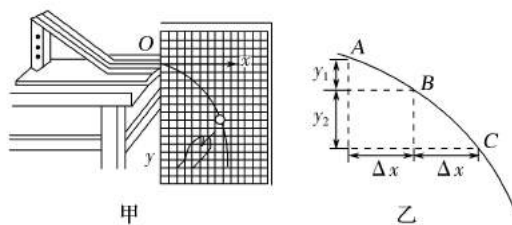


圖 2

(1)實驗時下列哪些操作是必須的_____ (填序號)

- ①將斜槽軌道的末端調成水平。
- ②用天平稱出小球的質量。
- ③每次都要讓小球從同一位置由靜止開始運動。

(2)實驗時此同學忘記在白紙上記錄小球拋出點的位置，於是他根據實驗中記錄的點跡描出運動軌跡曲線後，在該段曲線上任取水平距離均為 $\Delta x = 20.00$ cm 的三點 A 、 B 、 C ，如圖乙所示，其中相鄰兩點間的豎直距離分別為 $y_1 = 10.00$ cm， $y_2 = 20.00$ cm。小球運動過程中所受空氣阻力忽略不計。請你根據以上數據幫助他計算出小球初速度 $v_0 =$ _____ m/s。(g 取 10 m/s^2)

解析 (1)為了保證小球離開斜槽時的速度沿水平方向，斜槽的末端要調整成水平，①對；該實驗不用測小球的質量，②錯；為了保證小球每次離開斜槽時的速度都相同，每次都要讓小球從斜槽上同一位置由靜止開始運動，③對。

(2)由於 $x_{AB} = x_{BC} = \Delta x = 20.00$ cm，所以小球從 A 運動到 B 與從 B 運動到 C 的時間相同，設此時間為 t 。據 $y_2 - y_1 = gt^2$ 得 $t = \sqrt{\frac{y_2 - y_1}{g}} = \sqrt{\frac{10.00 \times 10^{-2}}{10}} \text{ s} = 0.1 \text{ s}$

故初速度 $v_0 = \frac{\Delta x}{t} = \frac{20.00 \times 10^{-2}}{0.1} \text{ m/s} = 2.00 \text{ m/s}$ 。

答案 (1)①③ (2)2.00

6. 某同學設計了一個研究平拋運動的實驗，實驗裝置示意圖如圖 3 所示，



A 是一塊平面木板，在其上等間隔地開鑿出一組平行的插槽(圖中 P_0P_0' 、 P_1P_1')，槽間距離均為 d 。把覆蓋複寫紙的白紙鋪貼在硬板 B 上實驗時依次將 B 板插入 A 板的各插槽中，每次讓小球從斜軌的同一位置由靜止釋放。每打完一點後，把 B 板插入後一槽中並同時向紙面內側平移距離 d 。實驗得到小球在白紙上打下的若干痕跡點，如圖所示。

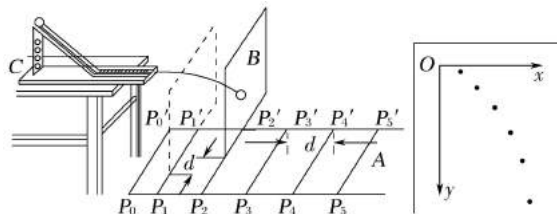


圖 3

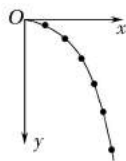
(1) 實驗前應對實驗裝置反復調節，直到_____。每次讓小球從同一位置由靜止釋放，是為了_____。

(2) 每次將 B 板向內側平移距離 d ，是為了_____。

(3) 在圖中繪出小球做平拋運動的軌跡。

解析 (1) 斜軌末端水平、 A 板水平、插槽 P_0P_0' 垂直斜軌並在斜軌末端正下方，使小球每次做平拋運動的初速度都相同；

(2) 使記錄紙上每兩點之間的水平距離等於小球在水平方向實際運動的距離；



(3) 如圖

答案 見解析

7. 小球 A 由斜槽滾下，從桌邊水平拋出，當它恰好離開桌邊緣時小球 B 從同樣高度處自由下落，頻閃照相機拍到了 B 球下落過程的四個位置和 A 球的第 1、2、4 個位置，如圖 4 所示。已知背景的方格紙每小格的邊長為 2.4 cm，頻閃照相機的閃光頻率為 10 Hz。

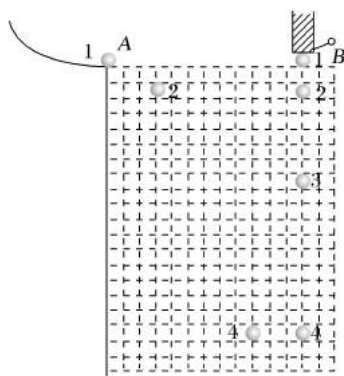


圖 4

(1) 請在圖中標出 A 球的第 3 個位置；

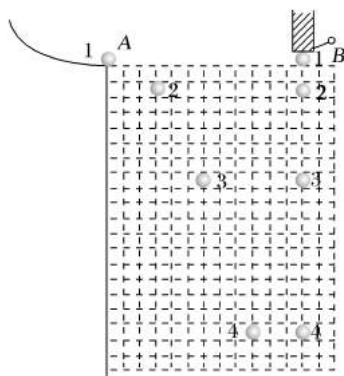
(2) 利用這張照片可求出當地的重力加速度大小為_____ m/s^2 ；

(3) A 球離開桌邊時的速度大小為_____ m/s 。

解析 (1) 平拋運動在豎直方向上做自由落體運動，所以相同時刻 A 球與 B 球等高，水平方向上相等時間內的位移相等，所以 2、3 兩個位置的水平和



3、4 兩個位置的水平位移相等，如圖所示。



(2) 根據 $\Delta y = 4L = gT^2$ ，解得 $g = \frac{4L}{T^2} = \frac{4 \times 0.024}{0.01} \text{ m/s}^2 = 9.6 \text{ m/s}^2$ 。

(3) 小球 A 離開桌邊時的速度 $v_0 = \frac{3L}{T} = \frac{3 \times 0.024}{0.1} \text{ m/s} = 0.72 \text{ m/s}$ 。

答案 (1) 見解析圖 (2) 9.6 (3) 0.72

8. 在研究平拋運動的實驗中，用一張印有小方格的紙記錄軌跡，小方格的邊長 $L = 1.25 \text{ cm}$ ，若小球在平拋運動途中的幾個位置如圖 5 中 a 、 b 、 c 、 d 所示，取 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ 。則

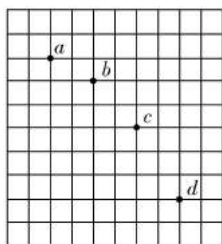


圖 5

(1) 寫出小球平拋運動的初速度的計算式(用 L 、 g 表示)，其值是多少？

(2) a 點是平拋小球拋出點的位置嗎？如果不是，那麼拋出點的位置怎樣確定？

解析 (1) 平拋運動的豎直分運動是自由落體運動，即初速度為零的勻加速直線運動，水平分運動是勻速直線運動，由水平方向 $ab = bc = cd$ 知相鄰兩點的時間間隔相等，設為 T ，豎直方向相鄰兩點間位移之差相等， $\Delta y = L$ ，由 $\Delta y = gT^2$ ，得 $L = gT^2$ ，時間 T 內，水平位移為 $x = 2L$ 。可得 $v_0 = \frac{x}{T} = \frac{2L}{\sqrt{\frac{L}{g}}} = 2\sqrt{gL} =$

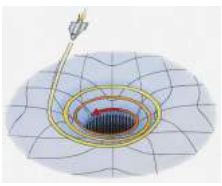
$2 \times \sqrt{1.25 \times 10^{-2} \times 9.8} \text{ m/s} = 0.70 \text{ m/s}$ 。

(2) 由於 ab 、 bc 、 cd 間豎直位移之比不滿足 $1:3:5$ 的關係，所以 a 點不是拋出點。

設小球運動到 b 點時豎直方向上的分速度為 v_b ，則有：

$$\begin{aligned} v_b &= \frac{3L}{2T} = \frac{3\sqrt{gL}}{2} = \frac{3}{2} \times \sqrt{9.8 \times 1.25 \times 10^{-2}} \text{ m/s} \\ &= 0.525 \text{ m/s} \end{aligned}$$

小球從拋出點運動到 b 點所用時間為 $t_b = \frac{v_b}{g}$



則拋出點到 b 點的水平距離為 $x_b = v_0 t_b = \frac{v_0 t_b}{g} = \frac{0.70 \times 0.525}{9.8} \text{ m} = 0.0375 \text{ m} = 3.75 \text{ cm}$

拋出點到 b 點的豎直距離為

$$y_b = \frac{v_b^2}{2g} = \frac{0.525^2}{2 \times 9.8} \text{ m} \approx 0.0141 \text{ m} = 1.41 \text{ cm}。$$

答案 (1) $v_0 = 2\sqrt{gL}$ 0.70 m/s (2) 見解析



第四課題 §5.4 圓周運動 (2 課時)

一、課前自主預習學案

知識點一 線速度

[基礎梳理]

1. 線速度

(1) 定義：質點做圓周運動通過的弧長 Δs 與所用時間 Δt 的比值叫做線速度。

(2) 物理意義：描述質點沿圓周運動的快慢。

(3) 大小： $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ ，單位：m/s。

(4) 方向：質點在圓周上某點的線速度方向沿圓周上該點的切線方向。

2. 勻速圓周運動

(1) 定義：如果物體沿著圓周運動，並且線速度的大小處處相等，這種運動叫做勻速圓周運動。

(2) 注意的問題：勻速圓周運動中的勻速指的是速度的大小即速率不變，不是速度不變。因為速度的方向是時刻變化的，所以勻速圓周運動是變速運動。

[典例精析]

【例 1】質點做勻速圓周運動，則()

A. 在任何相等的時間裏，質點的位移都相等

B. 在任何相等的時間裏，質點通過的路程都相等

C. 在任何時刻、質點的線速度都相同

D. 在任何相等的時間裏，質點運動的平均速度都相同

解析 由勻速圓周運動的定義知 B 正確；位移、線速度和平均速度是向量，其方向不同，故 A、C、D 錯。

答案 B

[即學即練]

1. 如圖 1 所示為自行車的車輪，A、B 為輻條上的兩點，當它們隨輪一起轉動時，回答下列問題：



圖 1

(1) 在圖上標出 A、B 兩點的線速度方向；

(2) 沿圓弧運動 A、B 兩點哪個快？

(3) 如果 B 點在任意相等的時間內轉過的弧長相等，B 做勻速運動嗎？

答案 (1) 兩點的線速度方向均沿各自圓周的切線方向(如圖)。



(2)在相同的時間內， A 運動的軌跡長， A 運動得快。

(3) B 運動的速率不變，但 B 運動的方向時刻變化，故 B 做變速運動。

知識點二 角速度

[基礎梳理]

1. 角速度

(1)定義：連接運動物體和圓心的半徑轉過的角度 $\Delta\theta$ 跟所用時間 Δt 的比值叫勻速圓周運動的角速度，用符號 ω 來表示。

(2)公式： $\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$ 。

(3)國際單位：弧度/秒，符號 rad/s 。

(4)角速度是向量。勻速圓周運動的角速度大小和方向都不變，因此勻速圓周運動是角速度不變的運動。

(5)物理意義：用來描述物體繞圓心轉動快慢的物理量。

2. 轉速與週期和頻率

(1)轉速：轉速是指物體單位時間所轉過的圈數。符號： n 表示轉速，單位是 r/s 或 r/min 。

(2)週期：做勻速圓周運動的物體，經過一周所用的時間叫做週期。符號用 T 表示，單位是秒(s)。

(3)頻率：單位時間內完成圓周運動的次數叫做頻率，用 f 表示，單位是赫茲，符號是 Hz 。當單位時間取 1 s 時 $f=n$ 。

(4)轉速、頻率與週期的關係：

若轉速的單位是 r/s ，週期單位是 s ，則： $f=n=\frac{1}{T}$ 。

[即學即練]

2. 如圖 2 所示，若鐘錶的指針都做勻速圓周運動，秒針和分針的週期各是多少？轉速之比是多少？角速度之比是多少？

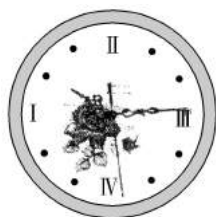


圖 2

解析 秒針的週期 $T_{\text{秒}}=1\text{ min}=60\text{ s}$ ，分針的週期 $T_{\text{分}}=1\text{ h}=3\ 600\text{ s}$ 。轉速 n 與週期 T 成反比，故 $\frac{n_{\text{秒}}}{n_{\text{分}}}=\frac{60}{1}$ 。

由 $\omega=2\pi n$ 知角速度與轉速成正比，即 $\frac{\omega_{\text{秒}}}{\omega_{\text{分}}}=\frac{60}{1}$ 。

答案 60 s $3\ 600\text{ s}$ $60:1$ $60:1$

**知識點三 圓周運動各物理量之間的關係**

[基礎梳理]

1. 線速度與角速度的關係

在圓周運動中， $v = \omega r$ ，即線速度的大小等於半徑與角速度大小的乘積。

2. 圓周運動中其他各量之間的關係

(1) v 、 T 、 r 的關係：物體在轉動一周的過程中，轉過的弧長 $\Delta s = 2\pi r$ ，時間為 T ，則 $v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{2\pi r}{T}$ 。(2) ω 、 T 的關係：物體在轉動一周的過程中，轉過的角度 $\Delta\theta = 2\pi$ ，時間為 T ，則 $\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{2\pi}{T}$ 。(3) ω 、 n 、 f 的關係：由於轉速和頻率意義相同，且都與週期互為倒數。則： $\omega = 2\pi n = 2\pi f$ 。

[典例精析]

【例 2】 做勻速圓周運動的物體，10 s 內沿半徑為 20 m 的圓周運動 100 m，試求該物體做圓周運動時，

- (1) 線速度的大小；
- (2) 角速度的大小；
- (3) 週期的大小。

解析 (1) 依據線速度的定義式 $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ 可得：

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{100}{10} \text{ m/s} = 10 \text{ m/s}。$$

(2) 依據 $v = \omega r$ 得： $\omega = \frac{v}{r} = \frac{10}{20} \text{ rad/s} = 0.5 \text{ rad/s}$

(3) 依據 $\omega = \frac{2\pi}{T}$ 得： $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{0.5} \text{ s} = 4\pi \text{ s}。$

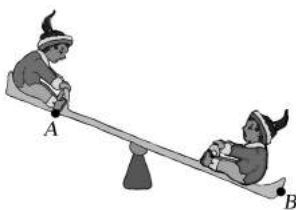
答案 (1) 10 m/s (2) 0.5 rad/s (3) 4π s**【例 3】** 如圖 3 所示，蹺蹺板的支點位於板的中點， A 、 B 是板上的兩個點，在蹺動的某一時刻， A 、 B 的線速度大小分別為 v_A 、 v_B ，角速度大小分別為 ω_A 、 ω_B ，則()

圖 3

A. $v_A = v_B$ ， $\omega_A \neq \omega_B$

B. $v_A \neq v_B$ ， $\omega_A = \omega_B$

C. $v_A = v_B$ ， $\omega_A = \omega_B$

D. $v_A \neq v_B$ ， $\omega_A \neq \omega_B$

解析 本題考查共軸物體做圓周運動的特徵。板和板上的小朋友繞同一個軸轉動，轉動過程中角速度相同，且半徑越大，線速度越大。**答案** B

[即學即練]

3. 甲、乙兩物體都做勻速圓周運動，其轉動半徑之比為 1:2，在相等的時間裏甲轉過 60° ，乙轉過 45° ，則它們的角速度之比為_____，線速度之比



為_____，週期之比為_____。

解析 由 $\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$ 得： $\frac{\omega_{甲}}{\omega_{乙}} = \frac{60^\circ}{45^\circ} = \frac{4}{3}$ ，

由 $v = \omega r$ 得： $\frac{v_{甲}}{v_{乙}} = \frac{\omega_{甲} \cdot r_{甲}}{\omega_{乙} \cdot r_{乙}} = \frac{4}{3} \times \frac{1}{2} = \frac{2}{3}$

由 $T = \frac{2\pi}{\omega}$ 得： $\frac{T_{甲}}{T_{乙}} = \frac{\omega_{乙}}{\omega_{甲}} = \frac{3}{4}$

答案 4:3 2:3 3:4

知識點四 常見傳動裝置及其特點

[基礎梳理]

1. 同軸傳動、皮帶傳動及齒輪傳動的特點

類型	圖示	特點	各物理量的關係
同軸傳動		A 點和 B 點的角速度相同	$\omega_A = \omega_B$ $\frac{v_A}{v_B} = \frac{r}{R}$ $T_A = T_B$
皮帶傳動		皮帶不打滑，兩輪邊緣線速度大小相等	$v_A = v_B$ $\frac{\omega_A}{\omega_B} = \frac{r}{R}$ $\frac{T_A}{T_B} = \frac{R}{r}$
齒輪傳動		兩個輪子在同一時間內轉過的齒數相等，但它們的轉動方向相反	$v_A = v_B$ $\frac{T_A}{T_B} = \frac{r_1}{r_2} = \frac{n_2}{n_1}$ $\frac{\omega_A}{\omega_B} = \frac{r_2}{r_1} = \frac{n_1}{n_2}$ 式中 n_1 、 n_2 分別表示兩齒輪的齒數

2. 求解傳動問題的基本思路

(1) 首先確定傳動裝置上大小相同的量：同輪或同軸不同輪上各點的角速度、週期、轉速相同；用皮帶相連的或直接接觸的輪子邊緣的線速度大小相同。

(2) 通過各物理量間的關係式結合已知的量的關係確定其他未知量的關係，常用的關係式為：

$$v = \omega r, v = \frac{2\pi r}{T} = 2\pi r n, \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi n。$$

[典例精析]

【例 4】 如圖 4 所示的傳動裝置中，B、C 兩輪固定在一起繞同一軸轉動，A、B 兩輪用皮帶傳動，三個輪的半徑關係是 $r_a = r_c = 2r_b$ 。若皮帶不打滑，則 A、B、C 三輪邊緣上 a、b、c 三點的角速度之比和線速度之比為()

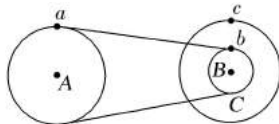




圖 4

- A. $\omega_a : \omega_b : \omega_c = 1 : 2 : 1$, $v_a : v_b : v_c = 1 : 2 : 1$
 B. $\omega_a : \omega_b : \omega_c = 2 : 2 : 1$, $v_a : v_b : v_c = 2 : 1 : 1$
 C. $\omega_a : \omega_b : \omega_c = 1 : 2 : 2$, $v_a : v_b : v_c = 1 : 1 : 2$
 D. $\omega_a : \omega_b : \omega_c = 2 : 2 : 1$, $v_a : v_b : v_c = 1 : 2 : 2$

解析 因皮帶不打滑，傳動帶邊緣上各處線速度大小相同，故 $v_a = v_b$ ，因輪 B 和 C 同軸，故角速度相等，即 $\omega_b = \omega_c$ ，再由線速度與角速度的關係式 $v = r\omega$ ，因 $r_a = r_c = 2r_b$ ，有

$\omega_b = 2\omega_a$ ， $v_c = 2v_b$ ，將以上各式聯繫起來有 $\omega_a : \omega_b : \omega_c = 1 : 2 : 2$ ， $v_a : v_b : v_c = 1 : 1 : 2$ ，故選項 C 正確。

答案 C

[即學即練]

4. (多選) 自行車的大齒輪、小齒輪、後輪的半徑不一樣，它們的邊緣有三個點 A 、 B 、 C ，如圖 5 所示。在自行車正常騎行時，下列說法正確的是()

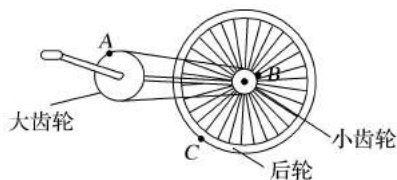


圖 5

- A. A 、 B 兩點的線速度大小相等
 B. B 、 C 兩點的角速度大小相等
 C. A 、 B 兩點的角速度與其半徑成反比
 D. A 、 B 兩點的角速度與其半徑成正比

解析 大齒輪與小齒輪類似於皮帶傳動，所以兩輪邊緣的點 A 、 B 的線速度大小相等，A 正確；小齒輪與後輪類似於同軸轉動，所以 B 、 C 兩點的角速度大小相等，B 正確； A 、 B 兩點的線速度大小相等，由 $v = \omega r$ 知 A 、 B 兩點的角速度與半徑成反比，C 正確。

答案 ABC

| 課堂自測 |

反馈训练 课堂达标

1. 在 G20 峰會“最憶是杭州”的文藝演出中，芭蕾舞演員保持如圖 6 所示姿式原地旋轉，此時手臂上 A 、 B 兩點角速度大小分別為 ω_A 、 ω_B ，線速度大小分別為 v_A 、 v_B ，則()



圖 6

- A. $\omega_A < \omega_B$ B. $\omega_A > \omega_B$ C. $v_A < v_B$ D. $v_A > v_B$

解析 由於 A 、 B 兩處在人自轉的過程中週期一樣，所以根據 $\omega = \frac{2\pi}{T}$ 可知，



A 、 B 兩處的角速度一樣， $\omega_A = \omega_B$ ，所以 A 、 B 選項錯誤；根據 $v = \omega r$ 可知 A 處轉動半徑較大，所以 A 處的線速度較大，即 $v_A > v_B$ 選項 D 正確。

答案 D

2. 下列關於甲、乙兩個做勻速圓周運動的物體的有關說法正確的是()

- A. 甲、乙兩物體線速度相等，角速度一定也相等
- B. 甲、乙兩物體角速度相等，線速度一定也相等
- C. 甲、乙兩物體週期相等，角速度一定也相等
- D. 甲、乙兩物體週期相等，線速度一定也相等

解析 由 $v = \omega r$ 知，若半徑不等，線速度相等，則角速度一定不相等， A 錯誤；同理可知， B 錯誤；由 $\omega = \frac{2\pi}{T}$ 可知，若週期相同，則角速度一定也相等，故 C 選項正確；由 $v = \frac{2\pi r}{T}$ 知，若半徑不等，週期相等，則線速度一定不相等， D 錯誤。

答案 C

3. (多選)如圖 7 所示，一個環繞中心線 AB 以一定的角速度轉動，下列說法正確的是()

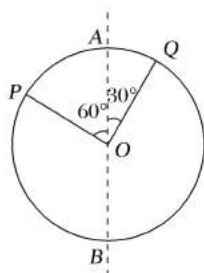


圖 7

- A. P 、 Q 兩點的角速度相同
- B. P 、 Q 兩點的線速度相同
- C. P 、 Q 兩點的角速度之比為 $\sqrt{3} : 1$
- D. P 、 Q 兩點的線速度之比為 $\sqrt{3} : 1$

解析 P 、 Q 兩點共軸轉動，則 ω 相等，故 A 正確， C 錯誤； P 轉動半徑 $r_P = R \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}R$ ， Q 轉動的半徑為 $r_Q = R \sin 30^\circ = \frac{R}{2}$ ，則 $\frac{r_P}{r_Q} = \frac{\sqrt{3}}{1}$ ，由 $v = \omega r$ 知， $v_P : v_Q = \sqrt{3} : 1$ ，故 D 正確， B 錯誤。

答案 AD

4. 某轉盤每分鐘轉 45 圈，在轉盤離轉軸 0.1 m 處有一個小螺帽，求小螺帽做勻速圓周運動的週期、角速度、線速度。

解析 由週期和轉速的關係可求週期

$$T = \frac{1}{n} = \frac{60}{45} \text{ s} = \frac{4}{3} \text{ s}$$

$$\text{角速度 } \omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{2\pi}{T} = \frac{3\pi}{2} \text{ rad/s}$$

$$\text{線速度 } v = \omega r = \frac{3\pi}{20} \text{ m/s}$$

答案 $\frac{4}{3} \text{ s}$ $\frac{3\pi}{2} \text{ rad/s}$ $\frac{3\pi}{20} \text{ m/s}$



二、新課教學：§5.4 圓周運動

課題	§5.4 圓周運動		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2018.01.24 2018.01.25	課型	新授課		課時	2 課時

2.1 教學目標

一、知識與技能

1. 知道什麼是勻速圓周運動。
2. 理解什麼是線速度、角速度和週期。
3. 理解線速度、角速度和週期之間的關係。

二、過程與方法

學會根據勻速圓周運動的有關公式分析和解決問題，進一步理解物理概念的學習方法。

三、情感態度與價值觀

通過描述勻速圓周運動快慢的物理量的教學，使學生了解對於同一個問題可以從不同的側面進行研究，同時它們之間既有區別，又有聯繫，要學會全面地認識問題的方法。

2.2 教學重點

1. 什麼是勻速圓周運動；
2. 描述勻速圓周運動的物理量以及各物理量之間的聯繫。

2.3 教學難點

理解描述勻速圓周運動快慢的各個物理量之間的聯繫

2.4 教學方法

探究、實驗。

2.5 教學準備

多媒體課件

2.6 教學過程

導入新課

演示導入



演示機械式鐘錶時針、分針、秒針的運動情況（可以撥動鐘錶的調節旋鈕），讓學生觀察後說出不同指針運動的特點，從而引出圓周運動的概念。

情景導入

課件展示生活中常見的圓周運動：



觀覽車



脫水桶

生活中，我們一定見過很多類似的運動，它們的運動軌跡是一些圓，我們把這種運動叫做圓周運動。

推進新課

引導學生列舉生活中的圓周運動。

參考案例：

1. 田徑場彎道上賽跑的運動員的運動；
2. 風車的轉動；
3. 地球的自轉與公轉；
4. 自行車的前後輪、大小齒輪轉動等。

研究物體的運動時，我們往往關心的是物體的運動快慢。對於做直線運動的物體，我們用單位時間內的位移來描述物體的運動快慢。

問題：對於圓周運動又如何描述它們的運動快慢呢？

一、線速度

演示 1：在臺式電風扇的葉片上分別標記紅、藍兩種顏色的點，到中間軸的距離不等。用手撥動葉片轉動，注意要慢，讓學生明顯觀察到兩點的運動軌跡。

讓學生仔細觀察，說出哪個點運動得快，你是怎麼比較的。

討論交流

我們發現，兩個點在相同的時間內通過的弧長不相等，通過的弧長長的點運動得快，通過的弧長短的點運動得慢。這樣，做圓周運動的物體通過的弧長與所用時間的比值能夠描述物體運動的快慢，我們把它稱之為線速度。

定義：做圓周運動的質點通過的弧長 s 與通過這段弧長所用時間 t 的比值叫做圓周運動的線速度。

$$v = \frac{s}{t}$$

物體沿著圓周運動，並且線速度的大小處處相等，這種運動叫做勻速圓周運動。

佈置作業

教材“問題與練習”1、2、5。



板書設計

一、描述勻速圓周運動的有關物理量

1. 線速度

(1) 定義：做圓周運動的物體通過的弧長與所用時間的比值

(2) 公式： $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ (s 為弧長, 非位移)

(3) 物理意義

2. 角速度

(1) 定義：做圓周運動的物體的半徑掃過的角度與所用時間的比值

(2) 公式： $\omega = \frac{\Delta \theta}{\Delta t}$

(3) 單位：rad/s

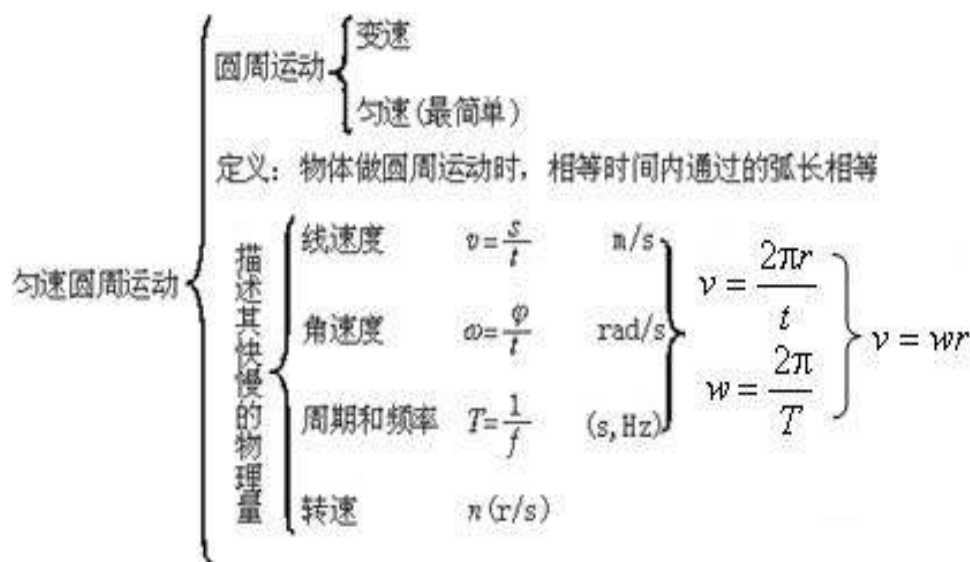
(4) 物理意義

3. 轉速和週期

二、線速度、角速度、週期間的關係

$$v = r\omega \quad \omega = \frac{2\pi}{T}$$

2.7 板書設計





三、課後練習：§5.4 圓周運動

1. 關於勻速圓周運動，下列說法正確的是()

- A. 勻速圓周運動是勻速運動
- B. 勻速圓周運動的速度不變
- C. 任意相等時間內通過的位移相等
- D. 任意相等時間內通過的路程相等

解析 由線速度定義知，勻速圓周運動的速度大小不變，也就是速率不變，但速度方向時刻改變，故 A、B 錯誤；做勻速圓周運動的物體在任意相等時間內通過的弧長即路程相等，但位移不一定相等，C 錯，D 正確。

答案 D

2. 如圖 1 所示，當時鐘正常工作時，比較時針、分針和秒針轉動的角速度和週期。則秒針的()



圖 1

- A. 角速度最大，週期最大
- B. 角速度最小，週期最小
- C. 角速度最小，週期最大
- D. 角速度最大，週期最小

解析 時針轉一圈需 12 小時，分針需 1 小時，秒針只需 1 分鐘，角速度 $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ，所以秒針週期最小，角速度最大。所以 D 正確，A、B、C 錯誤。

答案 D

3. 甲、乙兩個做勻速圓周運動的質點，它們的角速度之比為 3:1，線速度之比為 2:3，那麼下列說法中正確的是()

- A. 它們的半徑之比為 2:9
- B. 它們的半徑之比為 1:2
- C. 它們的週期之比為 2:3
- D. 它們的轉速之比為 1:3

解析 由 $v = \omega r$ ，得 $r = \frac{v}{\omega}$ ， $\frac{r_{甲}}{r_{乙}} = \frac{v_{甲}\omega_{乙}}{v_{乙}\omega_{甲}} = \frac{2}{9}$ ，A 正確，B 錯誤；由 $T = \frac{2\pi}{\omega}$ ，得 $T_{甲} : T_{乙} = \frac{2\pi}{\omega_{甲}} : \frac{2\pi}{\omega_{乙}} = \frac{1}{3}$ ，C 錯誤；由 $\omega = 2\pi n$ 得 $n_{甲} : n_{乙} = \omega_{甲} : \omega_{乙} = 3 : 1$ ，D 錯誤。

答案 A

4. 一般的轉動機械上都標有“轉速 100 r/min”，該數值是轉動機械正常工作時的轉速，不同的轉動機械上標有的轉速一般是不同的，下列有關轉速的說法正確的是()

- A. 轉速越大，說明該轉動機械正常工作時轉動的線速度一定越大
- B. 轉速越大，說明該轉動機械正常工作時轉動的角速度一定越大



C·轉速越大，說明該轉動機械正常工作時轉動的週期一定越大

D·轉速越大，說明該轉動機械正常工作時轉動的頻率一定越小

解析 因為 $v = \omega r$, $\omega = \frac{2\pi}{T}$, $n = \frac{1}{T}$, 故 $v = 2\pi n \cdot r$, 線速度與 n 、 r 都有關，

故 A 錯誤； $\omega = 2\pi n$, B 正確； $T = \frac{1}{n}$, n 越大, T 越小, $n = f$, n 越大, f 越大，

C、D 錯誤。

答案 B

5·(多選)某手錶上秒針的長度是分針長度的 1.2 倍，則()

A·秒針的角速度是分針角速度的 1.2 倍

B·秒針的角速度是分針角速度的 60 倍

C·秒針尖端的線速度是分針尖端線速度的 1.2 倍

D·秒針尖端的線速度是分針尖端線速度的 72 倍

解析 由 $\omega = \frac{2\pi}{T}$ 知秒針、分針、時針的角速度之比 $\omega_1 : \omega_2 : \omega_3 =$

$\frac{1}{60} : \frac{1}{3600} : \frac{1}{12 \times 3600} = 720 : 12 : 1$, 故 A 錯, B 對；秒針針尖線速度與分針針

尖線速度之比 $\frac{v_1}{v_2} = \frac{\omega_1 r_1}{\omega_2 r_2} = \frac{720}{12} \times \frac{1.2}{1} = \frac{72}{1}$, 故 C 錯, D 對。

答案 BD

6·如圖 2 所示，當正方形薄板繞著過其中心 O 並與板垂直的轉動軸轉動時，板上 A 、 B 兩點的()

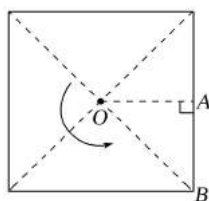


圖 2

A·角速度之比 $\omega_A : \omega_B = 1 : \sqrt{2}$

B·角速度之比 $\omega_A : \omega_B = \sqrt{2} : 1$

C·線速度之比 $v_A : v_B = 1 : \sqrt{2}$

D·線速度之比 $v_A : v_B = \sqrt{2} : 1$

解析 正方形薄板繞著過其中心 O 並與板垂直的轉動軸轉動時 $\omega_A = \omega_B$, 根據 $v = \omega r$, 可得 $v_A : v_B = 1 : \sqrt{2}$, 選項 C 正確。

答案 C

7·(多選)如圖 3 所示，圓盤繞過圓心且垂直於盤面的軸勻速轉動，其上有 a 、 b 、 c 三點，已知 $Oc = \frac{1}{2}Oa$, 則下列說法中正確的是()

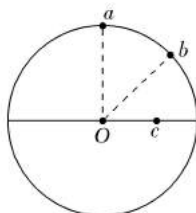


圖 3

A· a 、 b 兩點線速度相同



- B · a 、 b 、 c 三點的角速度相同
- C · c 點的線速度大小是 a 點線速度大小的一半
- D · a 、 b 、 c 三點的運動週期相同

解析 同軸轉動的不同點角速度相同，B 正確；根據 $T = \frac{2\pi}{\omega}$ 知， a 、 b 、 c 三點的運動週期相同，D 正確；根據 $v = \omega r$ 可知 c 點的線速度大小是 a 點線速度大小的一半，C 正確； a 、 b 兩點線速度的大小相等，方向不同，A 錯誤。

答案 BCD

8. 兩個小球固定在一根長為 1 m 的杆的兩端，杆繞 O 點逆時針旋轉，如圖 4 所示，當小球 A 的速度為 3 m/s 時，小球 B 的速度為 12 m/s。則小球 B 到轉軸 O 的距離是()

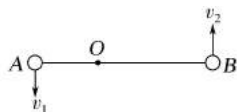


圖 4

- A · 0.2 m
- B · 0.3 m
- C · 0.6 m
- D · 0.8 m

解析 設小球 A 、 B 做圓周運動的半徑分別為 r_1 、 r_2 ，則 $v_1 : v_2 = \omega r_1 : \omega r_2 = r_1 : r_2 = 1 : 4$ ，又因 $r_1 + r_2 = 1$ m，所以小球 B 到轉軸 O 的距離 $r_2 = 0.8$ m，D 正確。

答案 D

9. 如圖 5 所示，甲、乙、丙三個輪子依靠摩擦傳動，相互之間不打滑，其半徑分別為 r_1 、 r_2 、 r_3 。若甲輪的角速度為 ω_1 ，則丙輪的角速度為()

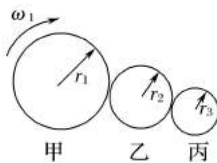


圖 5

- A · $\frac{r_1 \omega_1}{r_3}$
- B · $\frac{r_3 \omega_1}{r_1}$
- C · $\frac{r_3 \omega_1}{r_2}$
- D · $\frac{r_1 \omega_1}{r_2}$

解析 對甲輪邊緣的線速度 $v_1 = r_1 \omega_1$

對乙輪邊緣的線速度 $v_2 = r_2 \omega_2$

對丙輪邊緣的線速度 $v_3 = r_3 \omega_3$

由各輪邊緣的線速度大小相等得： $r_1 \omega_1 = r_2 \omega_2 = r_3 \omega_3$

所以 $\omega_3 = \frac{r_1 \omega_1}{r_3}$ ，A 選項正確。

答案 A

10. 如圖 6 所示，有一皮帶傳動裝置， A 、 B 、 C 三點到各自轉軸的距離分別為 R_A 、 R_B 、 R_C ，已知 $R_B = R_C = \frac{R_A}{2}$ ，若在傳動過程中，皮帶不打滑。則()

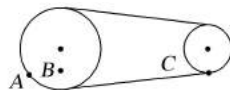


圖 6

- A · A 點與 C 點的角速度大小相等
- B · A 點與 C 點的線速度大小相等
- C · B 點與 C 點的角速度大小之比為 2 : 1



D·B 點與 C 點的週期之比為 1:1

解析 A 與 C 是兩輪邊緣上的點，有 $v_A = v_C$ ，B 選項正確；根據 $v_A = v_C$ 及關係式 $v = \omega R$ ，可得 $\omega_A R_A = \omega_C R_C$ ，所以 $\omega_A = \frac{1}{2} \omega_C$ ，A 選項錯誤；A 與 B 是同一輪上的兩點，有 $\omega_A = \omega_B$ ，所以 $\omega_B = \frac{1}{2} \omega_C$ ，C 選項錯誤；由 $T = \frac{2\pi}{\omega}$ 知， $T_B = 2T_C$ ，D 選項錯誤。

答案 B

11. 半徑為 R 的水平圓盤繞過圓心 O 的豎直軸勻速轉動， A 為圓盤邊緣上一點。在 O 的正上方有一個可視為質點的小球以初速度 v 水平拋出時，半徑 OA 方向恰好與 v 的方向相同，如圖 7 所示。若小球與圓盤只碰一次，且落在 A 點，重力加速度為 g ，則小球拋出時距 O 的高度 $h = \underline{\hspace{2cm}}$ ，圓盤轉動的角速度大小 $\omega = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

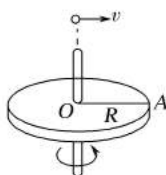


圖 7

解析 由平拋運動性質知： $R = vt$ ，①

$$h = \frac{1}{2}gt^2, \quad \text{②}$$

解①②得 $h = \frac{gR^2}{2v^2}$ ，

圓盤轉動的角速度滿足： $t = \frac{2n\pi}{\omega} (n=1, 2, \dots)$ ，③

解①②③得 $\omega = \frac{2\pi nv}{R} (n=1, 2, \dots)$ 。

答案 $\frac{gR^2}{2v^2}$ $\frac{2\pi nv}{R} (n=1, 2, \dots)$

12. 如圖 8 所示，在男女雙人花樣滑冰運動中，男運動員以自己為轉軸拉著女運動員做勻速圓周運動，若男運動員的轉速為 30 r/min，女運動員觸地冰鞋的線速度為 4.7 m/s，求：

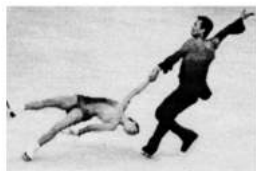


圖 8

- (1) 女運動員做圓周運動的角速度；
- (2) 女運動員觸地冰鞋做圓周運動的半徑。

解析 (1) 男運動員與女運動員轉動的角速度相同，所以女運動員的角速度為

$$\omega = 2\pi n = 30 \times 2\pi / 60 \text{ rad/s} \approx 3.14 \text{ rad/s}。$$

(2) 由 $v = \omega r$ 得 $r = \frac{v}{\omega} = \frac{4.7}{3.14} \text{ m} \approx 1.5 \text{ m}。$



答案 (1)3.14 rad/s (2)1.5 m

13. 觀察自行車的主要傳動部件，了解自行車是怎樣用鏈條傳動來驅動後輪前進的，如圖 9，其中乙圖是鏈條傳動的示意圖，兩個齒輪俗稱“牙盤”，試分析並討論：

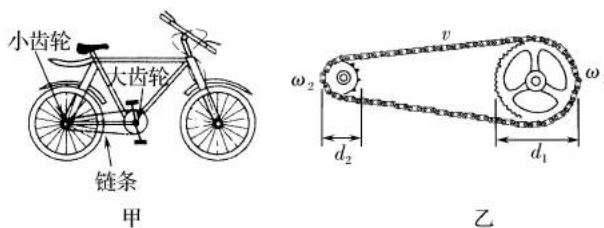


圖 9

(1) 同一齒輪上各點的線速度大小、角速度是否相等？

(2) 兩個齒輪相比較，其邊緣的線速度大小是否相同？角速度是否相同？轉速是否相同？

(3) 兩個齒輪的轉速與齒輪的直徑有什麼關係？你能推導出兩齒輪的轉速 n_1 、 n_2 與齒輪的直徑 d_1 、 d_2 的關係嗎？

解析 (1) 同一齒輪上各點繞同一軸轉動，角速度相等，但同一齒輪上各點到軸的距離不一定相等，由 $v = \omega r$ 可知，只有 r 相等的點線速度大小相等， r 不同的點線速度大小一定不相等。

(2) 因為鏈條不打滑，兩輪邊緣的點線速度大小一定相同；由 $v = r\omega$ 可知，兩輪半徑 r 不等， $r_1 > r_2$ ，故 $\omega_1 < \omega_2$ ，角速度不同；由 $\omega = 2\pi n$ 知， $n_1 < n_2$ ，轉速不同。

(3) 由 $v = r\omega$ 和 $\omega = 2\pi n$ ，得 $v = 2\pi r \cdot n = \pi d \cdot n$ ，而 v 相同，故 $n_1 d_1 = n_2 d_2$ ， $\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1}$ ，說明轉速與直徑成反比。

答案 見解析



第五課題 §5.5 向心加速度 (2 課時)

一、課前自主預習學案

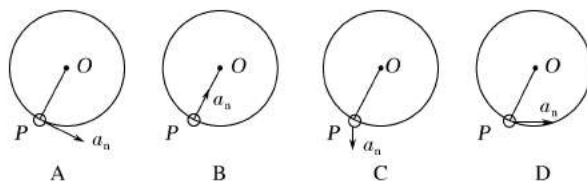
知識點一 向心加速度的方向

[基礎梳理]

1. 圓周運動的速度方向不斷變化，一定是變速運動，必定有加速度。
2. 向心加速度：任何做勻速圓周運動的物體的加速度都指向圓心，這個加速度叫做向心加速度。
3. 向心加速度的方向：總指向圓心，方向時刻改變。
4. 向心加速度的作用：向心加速度的方向總是與速度方向垂直，故向心加速度的作用只改變速度的方向，不改變速度的大小。
5. 圓周運動的性質：不論向心加速度 a_n 的大小是否變化，其方向時刻改變，所以圓周運動的加速度時刻發生變化，圓周運動是變加速曲線運動。

[即學即練]

1. 如圖所示，細繩的一端固定，另一端系一小球，讓小球在光滑水平面內做勻速圓周運動，關於小球運動到 P 點時的加速度方向，下列圖中可能的是 ()



解析 做勻速圓周運動的物體的加速度就是向心加速度，其方向指向圓心，B 正確。

答案 B

知識點二 向心加速度的大小

[基礎梳理]

1. 向心加速度公式

(1) 基本公式：① $a_n = \frac{v^2}{r}$ ，② $a_n = \omega^2 r$ 。

(2) 拓展公式：① $a_n = \frac{4\pi^2}{T^2} r$ ，② $a_n = \omega v$ ，③ $a_n = 4\pi^2 n^2 r$ ，④ $a_n = 4\pi^2 f^2 r$ 。

2. 向心加速度的物理意義：描述線速度方向變化的快慢。

3. 向心加速度的公式也適用於非勻速圓周運動，且無論是勻速圓周運動還是非勻速圓周運動，向心加速度的方向都指向圓心。

4. (1) 注意在選用物理公式解題時，一定要理解公式的含義，明確各物理量的意義。

(2) 由 $a_n = \frac{v^2}{r}$ 知： r 一定時， $a_n \propto v^2$ ； v 一定時， $a_n \propto \frac{1}{r}$ ； a_n 一定時， $r \propto v^2$ ；

(3) 由 $a_n = r\omega^2$ 知： r 一定時， $a_n \propto \omega^2$ ； ω 一定時， $a_n \propto r$ ； a_n 一定時， $r \propto \frac{1}{\omega^2}$ 。



[典例精析]

【例1】圖1為質點 P 、 Q 做勻速圓周運動時向心加速度隨半徑變化的圖象，其中表示質點 P 的圖象是雙曲線的一支，表示質點 Q 的圖象是過原點的一條直線。由圖象可知()

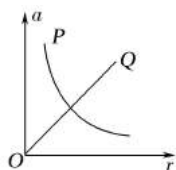


圖1

- A · 質點 P 的線速度大小不變
- B · 質點 P 的角速度大小不變
- C · 質點 Q 的角速度隨半徑變化
- D · 質點 Q 的線速度大小不變

解析 根據圖象提供的曲線的性質建立起質點做勻速圓周運動的向心加速度 a 隨半徑 r 變化的函數關係，再根據這個函數關係，結合向心加速度的計算公式作出判斷，由 $a = \frac{v^2}{r}$ 和 $a = \omega^2 r$ 知當 v 一定時 $a \propto \frac{1}{r}$ ；當 ω 一定時 $a \propto r$ ，所以選項A正確。

答案 A

【例2】如圖2所示，一個大輪通過皮帶拉著小輪轉動，皮帶和兩輪之間無滑動，大輪的半徑是小輪的2倍，大輪上的一點 S 與轉動軸的距離是半徑的 $\frac{1}{3}$ ，當大輪邊緣上 P 點的向心加速度為 12 cm/s^2 時，大輪上的 S 點和小輪邊緣上的 Q 點的向心加速度分別為多大？

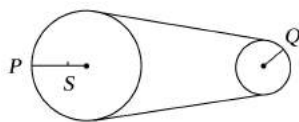


圖2

解析 同一輪子上的 S 和 P 點角速度相同，即 $\omega_S = \omega_P$ ，由向心加速度公式 $a_n = \omega^2 r$ ，可得 $\frac{a_S}{a_P} = \frac{r_S}{r_P}$

$$\text{所以 } a_S = a_P \cdot \frac{r_S}{r_P} = 12 \times \frac{1}{3} \text{ cm/s}^2 = 4 \text{ cm/s}^2$$

又因為皮帶不打滑，所以皮帶傳動的兩輪邊緣各點線速度大小相等： $v_P = v_Q$

$$\text{由向心加速度公式 } a_n = \frac{v^2}{r} \text{ 可得 } \frac{a_P}{a_Q} = \frac{r_Q}{r_P}$$

$$\text{所以 } a_Q = a_P \cdot \frac{r_P}{r_Q} = 12 \times \frac{2}{1} \text{ cm/s}^2 = 24 \text{ cm/s}^2$$

答案 4 cm/s^2 24 cm/s^2

[即學即練]

2. 如圖3所示， O 、 O' 為兩個皮帶輪， O 輪的半徑為 r ， O' 輪的半徑為 R ，且 $R > r$ ， M 點為 O 輪邊緣上的一點， N 點為 O' 輪上的任意一點，當皮帶輪轉動時，(設轉動過程中不打滑)則()

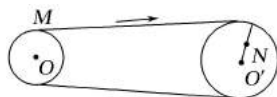


圖 3

- A · M 點的向心加速度一定大於 N 點的向心加速度
- B · M 點的向心加速度一定等於 N 點的向心加速度
- C · M 點的向心加速度可能小於 N 點的向心加速度
- D · M 點的向心加速度可能等於 N 點的向心加速度

解析 在 O' 輪的邊緣上取一點 Q ，則 Q 點和 N 點在同一個輪子上，其角速度相等，即 $\omega_Q = \omega_N$ ，又 $r_Q \geq r_N$ ，由向心加速度公式 $a_n = \omega^2 r$ 可知 $a_Q \geq a_N$ ；由於皮帶轉動時不打滑， Q 點和 M 點都在由皮帶傳動的兩個輪子邊緣，這兩點的線速度大小相等，即 $v_Q = v_M$ ，又 $r_Q > r_M$ ，由向心加速度公式 $a_n = \frac{v^2}{r}$ 可知， $a_Q < a_M$ ，所以 $a_M > a_N$ ，選項 A 正確。

答案 A

課堂自測

反饋訓練 課堂达标

1. 關於向心加速度，下列說法正確的是()
 - A · 向心加速度是描述線速度變化的物理量
 - B · 向心加速度只改變線速度的方向，不改變線速度的大小
 - C · 向心加速度大小恒定，方向時刻改變
 - D · 物體做非勻速圓周運動時，向心加速度的大小不可用 $a_n = \frac{v^2}{r}$ 來計算

解析 加速度是描述速度變化快慢的物理量，向心加速度是描述線速度方向變化快慢的物理量，因此 A 錯，B 對；只有勻速圓周運動的向心加速度大小才恒定，公式 $a = \frac{v^2}{r}$ 對任何圓周運動都適用，故 C、D 錯。

答案 B

2. 如圖 4 所示，一半徑為 R 的球體繞軸 O_1O_2 以角速度 ω 勻速轉動， A 、 B 為球體上兩點。下列說法中正確的是()

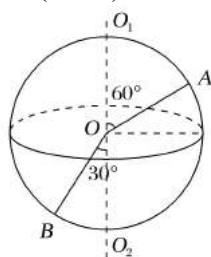


圖 4

- A · A 、 B 兩點具有相同的角速度
- B · A 、 B 兩點具有相同的線速度
- C · A 、 B 兩點具有相同的向心加速度
- D · A 、 B 兩點的向心加速度方向都指向球心

解析 A 、 B 兩點隨球體一起繞軸 O_1O_2 轉動，轉一周所用的時間相等，故角速度相等，有 $\omega_A = \omega_B = \omega$ ，選項 A 正確； A 點做圓周運動的平面與軸 O_1O_2 垂直，交點為圓心，故 A 點做圓周運動的半徑為 $r_A = R \sin 60^\circ$ ；同理， B 點做圓周



運動的半徑為 $r_B = R \sin 30^\circ$ ，所以 A 、 B 兩點的線速度分別為 $v_A = \omega r_A = \frac{\sqrt{3}}{2} \omega R$ ， $v_B = \omega r_B = \frac{1}{2} \omega R$ ，顯然 $v_A > v_B$ ，選項 B 錯誤； A 、 B 兩點的向心加速度分別為 $a_A = \omega^2 r_A = \frac{\sqrt{3}}{2} R \omega^2$ ， $a_B = \omega^2 r_B = \frac{1}{2} R \omega^2$ ，顯然， A 、 B 兩點的向心加速度不相等，且它們的向心加速度方向指向各自平面的圓心，並不指向球心，故選項 C、D 錯誤。

答案 A

3. 如圖 5 所示，一小物塊以大小為 $a = 4 \text{ m/s}^2$ 的向心加速度做勻速圓周運動，半徑 $R = 1 \text{ m}$ ，則下列說法正確的是()

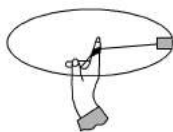


圖 5

- A · 小物塊運動的角速度為 4 rad/s
- B · 小物塊做圓周運動的週期為 $\pi \text{ s}$
- C · 小物塊在 $t = \frac{\pi}{4} \text{ s}$ 內通過的位移大小為 $\frac{\pi}{20} \text{ m}$
- D · 小物塊在 $\pi \text{ s}$ 內通過的路程為零

解析 因為 $a = \omega^2 R$ ，所以小物塊運動的角速度 $\omega = \sqrt{\frac{a}{R}} = 2 \text{ rad/s}$ ，週期 $T = \frac{2\pi}{\omega} = \pi \text{ s}$ ，選項 A 錯，B 正確；小物塊在 $\frac{\pi}{4} \text{ s}$ 內轉過角度為 $\frac{\pi}{2}$ ，通過的位移為 $\sqrt{2} \text{ m}$ ，在 $\pi \text{ s}$ 內轉過一周，通過的路程為 $2\pi \text{ m}$ ，選項 C、D 錯誤。

答案 B

4. 滑板運動是深受青少年喜愛的運動，如圖 6 所示，某滑板運動員恰好從 B 點進入半徑為 2 m 的 $\frac{1}{4}$ 圓弧軌道，該圓弧軌道在 C 點與水平光滑軌道相接，運動員滑到 C 點時的速度大小為 10 m/s 。求他到達 C 點前、後瞬間的加速度(不計各種阻力)。

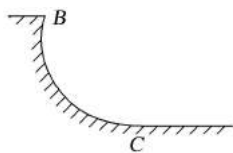


圖 6

解析 運動員到達 C 點前的瞬間做圓周運動，加速度大小 $a_n = \frac{v^2}{r} = \frac{10^2}{2} \text{ m/s}^2 = 50 \text{ m/s}^2$ ，方向為該位置指向圓心，即豎直向上。運動員到達 C 點後的瞬間做勻速直線運動，加速度為 0。

答案 50 m/s^2 ，方向豎直向上 0



二、新課教學：§5.5 向心加速度

課題	§5.5 向心加速度		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2018.01.29	課型	新授課		課時	2 課時

2.1 教學目標

1.知識與技能：

- (1).理解速度變化量與加速度的概念。
- (2).知道向心加速度大小與線速度，角速度的關係。
- (3).能夠運用向量運算規則和相關數學知識推導出向心加速度的大小運算式。
- (4).能夠應用向心加速度的相應運算式解決問題。

2 過程與方法：

- (1). 通過實驗感知使學生樹立實事求是的科學態度，建立科學的方法。
- (2). 經歷向量差法、比值定義法、極限法，滲透“無限逼近”的思維方法，嘗試用數學方法解決物理問題，感悟科學探究的方法。
- (3). 通過探究過程，引發學生思考，分析，歸納，從而培養學生的分析，歸納能力。

3.情感、態度與價值觀：

- (1).培養學生認識未知世界要有勇於猜想的勇氣和嚴謹的科學態度。
- (2).感知物理源自生活，激發學生熱愛科學學習科學的熱情。

2.2 教學重點

- 1.向心加速度的定義。
- 2.向心加速度的公式及其應用。

2.3 教學難點

- 1.向心加速度的方向。
- 2.向心加速度公式推導過程。

2.4 教學方法

探究、實驗。



2.5 教學準備

教具準備：多媒體課件、實物投影儀等。

2.6 教學過程

設計情景導入新課

學習微課視頻後接著一起觀看我國運動員趙宏博，申雪冬奧會摘取金牌的一段視頻，請注意觀察女運動員做了什麼運動？

新課教學

一、探究勻速圓周運動加速度

1. 實驗感悟

提問：我們知道勻速圓周運動是線速度大小不變的運動，勻速圓周運動是不是變速運動？

追問：既然勻速圓周運動是變速運動，有沒加速度？

再追問：那麼勻速圓周運動加速度有什麼特點？我們又如何探究呢？

學生活動：思考得出有加速度，雖然學生知道有加速度，但問加速度有什麼特點以及怎麼探究對於這個未知領域，學生還是覺得难度大，但通過前面的學習，學生很容易在引導下想到用牛頓第二定律來探究勻速圓周運動的加速度，教師引導用實驗來探究勻速圓周運動的受力特點。

探究一：勻速圓周運動合外力的方向

學生實驗：

小組實驗一：

1. 手握細線一端，手指接近桌面，使小球在桌面上做勻速圓周運動

學生活動：實驗現象小球（近似）在桌面上做勻速圓周運動。

受力分析：小球受重力，支持力，繩子的拉力。

結論，小球在繩子拉力的作用下做勻速圓周運動，並且繩子的拉力是指向圓心。

小組實驗二：

小鋼球在燒杯底沿杯壁做勻速圓周運動

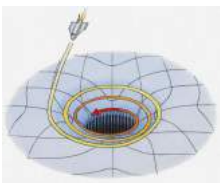
實驗現象小球（近似）沿杯壁做勻速圓周運動。

受力分析：小球受重力，支持力，杯壁的彈力。

結論，小球在杯壁的彈力的作用下做勻速圓周運動，並且杯壁的彈力是指向圓心

設計意圖：通過簡單的實驗，結合受力分析，應用所學習的知識，探究未知的領域。

學生體驗實驗：



結合書本給我們提出了一個地球繞太陽做近似的勻速圓周運動，地球受到一個像太陽給地球手拉手的一個吸引力而做勻速圓周運動，我們請兩位同學通過實驗來體會下這個力。

學生活動：參與課堂，進一步得出勻速圓周運動的合外力是指向圓心。

通過上面的實驗，我們感悟到做勻速圓周運動的物體受合外力都是指向圓心的，也就是勻速圓周運動的加速度是指向圓心的，我們能不能從理論上證明我們的感悟是否正確呢？

學生活動：又進入一個新的思考。

我們還可以從哪個角度來研究勻速圓周運動的加速度？

學生活動：學生應該想到加速度的定義式。

2.理論探究

提問：請問加速度的定義式是什麼？

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

學生回答：

提問：公式中各個字母的含義？

學生回答： Δv 為速度變化量， Δt 為經過的時間。

提問：加速度方向與定義式中哪個物理量有關？是什麼關係？

學生回答：與 Δv 有關，方向始終相同。

原來要研究勻速圓周運動加速度方向也就是要研究速度變化量的方向，終於找到了研究勻速圓周運動加速度的突破口！

探究二：探究勻速圓周運動速度變化量的大小和方向

設物體做勻速圓周運動的物體的線速度大小為 v ，半徑為 r ，經過 Δt ，物體從A點運動到B點，請畫出 Δt 內 Δv 的方向。

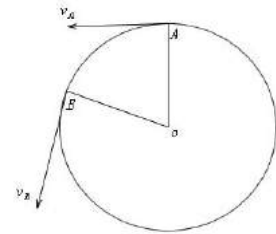
探究二：勻速圓周運動速度變化量 Δv 的大小和方向

第一步：

設質點沿半徑為 r 的圓做勻速圓周運動，其線速度大小為 v ，某時刻位於A點，速度為 v_A ，經過時間 Δt 後位於B點，速度為 v_B 。AB表示弦AB的長度（溫馨提示： v_A, v_B 大小相等，即線段長度相等。）

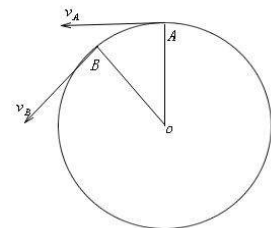
- 1.請在圖中畫出從A到B速度變化量 Δv ；
- 2.觀察 $\triangle OAB$ 與 v_A 、 v_B 、 Δv 三條線段圍成的三角形，2個三角形有什麼關係？
- 3.據兩個三角形的幾何關係請你求

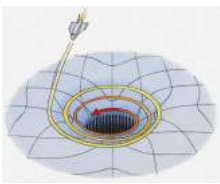
$\Delta v =$ _____（用含AB， r, v 的運算式表示）。



第二步：減小 Δt ，則 $\angle AOB$ 減小，如圖

- 1請在圖中畫出從A到B速度變化量 Δv ；
- 2.觀察 $\triangle OAB$ 與 v_A 、 v_B 、 Δv 三條線段圍成的三角形，2個三角形有什麼關係？





3. 觀察 Δv 與 v_A 所組成的角相對第一步在如何變化？

4. 據兩個三角形的幾何關係請你求出： $\Delta v =$ _____ (用含 AB, r, v 的運算式表示)

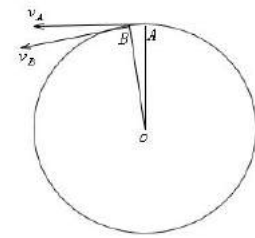
第三步：再減小 Δt , 當 Δt 很小很小時，則 $\angle AOB$ 也很小很小

(為方便作圖角取的仍然比較大)。

1. 請在圖中畫出從 A 到 B 速度變化量 Δv ；

2. 請你判斷：此時 Δv 的運算式和前面是一樣嗎？

3. 觀察此時 Δv 與 v_A 的所組成的接近多少度， Δv 與半徑 OA 是什麼關係， Δv 指向哪里？



設計目的：通過一步一步的深入體驗得出需要探究的結論，也主要是把逐漸逼近的思想通過一步二步三步減小理解的難度。

結論：當 Δt 很小很小時， Δv 的方向指向圓心，即勻速圓周運動的加速度指向圓心。

二·向心加速度

1. 定義：做勻速圓周運動的物體的加速度都是指向圓心，這個加速度叫做向心加速度。

2. 方向：始終指向圓心。

教師提問：我們解決了一個問題又迎來另外一個問題：向心加速度的大小是多少呢？

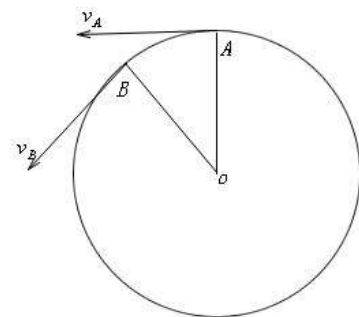
探究三：探究勻速圓周運動物體向心加速度的大小

設質點沿半徑為 r 的圓做勻速圓周運動，其線速度大小為 v, 某時刻位於 A 點，速度為 v_A ，經過時間 Δt 後位於 B 點，速度為 v_B 。請你試著利用剛剛求解的 Δv 來求解向心加速度的大小。

加速度公式：
$$a_n = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v}{r} \cdot \frac{\overline{AB}}{\Delta t}$$

當時間趨於零時，此時弧 \widehat{AB} 對應的圓心角 θ 很小，弧長和弦長相等，所以

$$\frac{\overline{AB}}{\Delta t} = \frac{\widehat{AB}}{\Delta t} = v$$
 代入上式可得
$$a_n = \frac{v}{r} \cdot v = \frac{v^2}{r}$$



利用 $v = \omega r$ 可得 $a_n = \omega^2 r$

三·向心加速度公式的理解與應用

1. 提問：向心加速度大小與半徑成什麼關係？

學生活動：學生容易得出一個成正比一個成反比，兩個結論是否矛盾？



1.鋪墊： $y=kx$ 這個關係式中， y 與 x 成正比，前提是什麼？

學生回答：前提是 k 為定值。

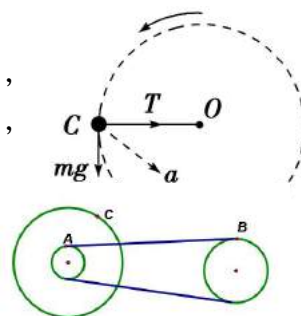
2. $a_n = \omega^2 r$ 得出與半徑成正比的條件是角速度不變

3.繼續分析教材中哪兩點成正比，哪兩點成反比？

學生回答：A.B 適用於向心加速度與半徑成反比，B.C 適用於向心加速度與半徑成正比。

探究四：向心加速度公式的應用

如圖為一皮帶傳動裝置，大輪與小輪固定在同一根軸上，小輪與另一中等大小的輪子間用皮帶相連（皮帶不打滑），小、中、大輪子的半徑之比是 1：2：3。A、B、C 分別為小、中、大輪子邊緣上的三點，求三個點向心加速度大小之比為多少？



設計目的：讓學生熟練公式，能應用向心加速度公式解決問題，能在不同的情況中選擇合適的公式快速的解決問題。

2.向心加速度公式適用於非勻速圓周運動嗎？

物體做非勻速圓周運動時，合加速度既有沿切線方向的分量，又有指向圓心的分量，由於沿切線方向的加速度始終與速度共線，所以只改變速度的大小不改變速度的方向，指向圓心的加速度只改變速度的方向不改變速度的大小，所以向心加速度仍然適用於非勻速圓周運動。

設計目的：讓學生了解向心加速度公式的適用範圍，為後面解決豎直面的變速圓周運動做準備。

佈置作業

(1) 完成教材 P22“問題與練習”第 2、3、4 題。

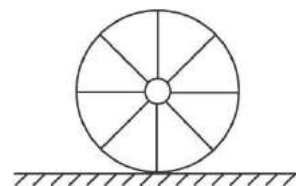
(2) 推薦課外查閱與討論

1.請同學們在網上查閱推導向心加速度的其他方法？

2.網上查閱用數學的方法證明向心加速度公式也適用非勻速圓周運動並查閱曲率半徑。

3.課題：研究電視畫面中汽車輪胎的正反問題。

過程：在電視畫面中我們常常會看到一輛向前賓士的汽車，它的輪子一會兒在正轉，一會兒又在倒轉。假設輪子的輻條如圖所示，請解釋造成這種現象的原因是什麼，並分析什麼情況下出現正轉現象，什麼情況下出現倒轉現象。（參考資料：電視畫面是每隔 $1/30$ s 更迭一幀，人的視覺暫留時間為 0.1 s）





2.7 板書設計

一、探究勻速圓周運動的加速度

1. 實驗感悟
2. 理論探究

二、向心加速度

1. 定義：
2. 方向：始終指向圓心。

3. 向心加速度公式：
$$a_n = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$$

三、向心加速度公式應用

1. 向心加速度與 r 的關係。
2. 向心加速度公式也適用於非勻速圓周運動。

三、課後練習：§5.5 向心加速度

1. 關於向心加速度的物理意義，下列說法中正確的是()
- A. 它描述的是線速度方向變化的快慢
 - B. 它描述的是線速度大小變化的快慢
 - C. 它描述的是角速度變化的快慢
 - D. 勻速圓周運動的向心加速度是恒定不變的

解析 向心加速度的方向和線速度的方向垂直，因此，它只描述線速度方向變化的快慢，對於勻速圓周運動，角速度是不變的，而向心加速度仍然存在，可見，向心加速度不是描述角速度變化的物理量，向心加速度的方向總是指向圓心，所以加速度方向時刻改變，故向心加速度不是恒定不變的。

答案 A

2. 下列關於向心加速度的說法中正確的是()
- A. 向心加速度的方向始終與速度的方向垂直
 - B. 向心加速度的方向不變
 - C. 在勻速圓周運動中，向心加速度是恒定的
 - D. 在勻速圓周運動中，向心加速度的大小不斷變化

解析 向心加速度指圓心，而速度沿切線方向，故二者相互垂直，A 項正確；而 a 的方向時刻變化，B、C 錯；在勻速圓周運動中， $a = \frac{v^2}{r}$ ， a 保持不變，D 錯誤。

答案 A

3. 如圖 1 所示，自行車的大齒輪、小齒輪、後輪的半徑之比為 4:1:16，在用力蹬腳踏板前進的過程中，下列說法正確的是()





圖 1

- A · 小齒輪和後輪的角速度大小之比為 16 : 1
- B · 大齒輪和小齒輪的角速度大小之比為 1 : 4
- C · 大齒輪邊緣和後輪邊緣的線速度大小之比為 1 : 4
- D · 大齒輪和小齒輪輪緣的向心加速度大小之比為 4 : 1

解析 大齒輪與小齒輪通過鏈條傳動，兩輪沿處線速度大小相等，又因為 $v=r\omega$ ，所以二者角速度大小與半徑成反比，B 正確；又 $a=\frac{v^2}{r}$ ，D 錯誤；小齒輪與後輪共軸轉動，角速度相等，A 錯誤；因 $\omega_{\text{後}}=\omega_{\text{小}}$ ，所以 $\frac{v_{\text{後}}}{r_{\text{後}}}=\frac{v_{\text{小}}}{r_{\text{小}}}$ ， $v_{\text{小}}=v_{\text{大}}$

所以 $\frac{v_{\text{後}}}{r_{\text{後}}}=\frac{v_{\text{大}}}{r_{\text{小}}}$ 即 $\frac{v_{\text{大}}}{v_{\text{後}}}=\frac{r_{\text{小}}}{r_{\text{後}}}=\frac{1}{16}$ ，C 錯誤。

答案 B

4 · 一小球被細線拴著做勻速圓周運動，若其軌道半徑為 R ，向心加速度為 a ，則()

- A · 小球相對於圓心的位移不變
- B · 小球的線速度為 \sqrt{Ra}
- C · 小球在時間 t 內通過的路程為 $\sqrt{\frac{a}{R}t}$
- D · 小球做圓周運動的週期為 $2\pi\sqrt{\frac{a}{R}}$

解析 位移是向量，方向在改變，故 A 錯誤；由 $a=\frac{v^2}{R}$ ，得 $v=\sqrt{aR}$ ，B 正確；由 $a=\omega^2R$ 得， $\omega=\sqrt{\frac{a}{R}}$ ， t 內路程 $s=R\omega t=t\sqrt{Ra}$ ，故 C 錯誤；由 $a=\frac{4\pi^2}{T^2}R$ ，得 $T=2\pi\sqrt{\frac{R}{a}}$ ，故 D 錯誤。

答案 B

5 · 甲、乙兩個物體都做勻速圓周運動，轉動半徑之比為 3 : 4，在相同的時間裏甲轉過 60 圈時，乙轉過 45 圈，則它們的向心加速度之比為()

- A · 3 : 4
- B · 4 : 3
- C · 4 : 9
- D · 9 : 16

解析 根據公式 $a=\omega^2r$ 及 $\omega=\frac{2\pi}{T}$ 有 $\frac{a_{\text{甲}}}{a_{\text{乙}}}=\frac{r_{\text{甲}}}{r_{\text{乙}}}\cdot\frac{T_{\text{乙}}^2}{T_{\text{甲}}^2}$ 。因為 $T_{\text{甲}}=\frac{t}{60}$ ， $T_{\text{乙}}=\frac{t}{45}$ ，所以 $\frac{a_{\text{甲}}}{a_{\text{乙}}}=\frac{3}{4}\times\frac{4^2}{3^2}=\frac{4}{3}$ ，B 項正確。

答案 B

6 · 如圖 2 所示，質量為 m 的木塊從半徑為 R 的半球形碗口下滑到碗的最低點的過程中，如果由於摩擦力的作用使木塊的速率不變，那麼()

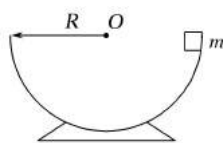


圖 2



- A · 加速度為零
- B · 加速度恒定
- C · 加速度大小不變，方向時刻改變，但不一定指向圓心
- D · 加速度大小不變，方向時刻指向圓心

解析 由題意知，木塊做勻速圓周運動，木塊的加速度大小不變，方向時刻指向圓心，D 正確，A、B、C 錯誤。

答案 D

7 · 高速列車已經成為世界上重要的交通工具之一，某高速列車時速可達 360 km/h。當該列車以恒定的速率在半徑為 2 000 m 的水平面上做勻速圓周運動時，則()

- A · 乘客做圓周運動的加速度為 5 m/s^2
- B · 乘客做圓周運動的加速度為 0.5 m/s^2
- C · 列車進入彎道時做勻速運動
- D · 乘客隨列車運動時的速度不變

解析 乘客隨列車以 360 km/h 的速率沿半徑為 2 000 m 的圓周運動，向心加速度 $a = \frac{v^2}{r} = \frac{100^2}{2\,000} \text{ m/s}^2 = 5 \text{ m/s}^2$ ，A 正確，B 錯誤；乘客隨列車運動時的速度大小不變，方向時刻變化，C、D 錯誤。

答案 A

8 · (多選)如圖 3 所示為一皮帶傳動裝置，右輪的半徑為 r ， a 是邊緣上的一點，左輪上的兩輪共用同一轉軸，大輪的半徑為 $4r$ ，小輪的半徑為 $2r$ ， b 點在小輪上，到小輪中心的距離為 r ， c 點和 d 點分別位於小輪和大輪的邊緣上，若在傳動過程中皮帶不打滑，則()

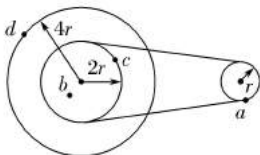


圖 3

- A · a 點和 b 點的線速度大小相等
- B · a 點和 b 點的角速度相等
- C · a 點和 c 點的線速度大小相等
- D · a 點和 d 點的向心加速度大小相等

解析 由題意可知， b 、 c 、 d 是固定在同一轉軸的兩輪上的點，因此 $\omega_b = \omega_c = \omega_d$ ， a 、 c 為用皮帶連接的兩輪邊緣上的點，皮帶不打滑時有 $v_a = v_c$ ，故選項 C 正確；由角速度與線速度的關係 $v = \omega r$ 並結合題中所給各點的半徑，易得 $\omega_a = 2\omega_c = 2\omega_b = 2\omega_d$ 及 $v_a = 2v_b$ ，由此排除 A、B 兩選項；由向心加速度 $a_n = \omega^2 r$ 可推得 $a_{na} = a_{nd}$ ，則選項 D 正確。

答案 CD

9 · (多選)一小球質量為 m ，用長為 L 的懸線(不可伸長，質量不計)固定於 O 點，在 O 點正下方 $\frac{L}{2}$ 處釘有一顆光滑的釘子。如圖 4 所示，將懸線沿水平方向拉直無初速度釋放後，當懸線碰到釘子後的瞬間，則()

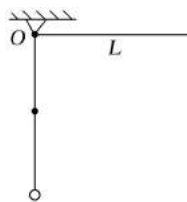


圖 4

- A · 小球的角速度突然增大
- B · 小球的線速度突然減小到零
- C · 小球的向心加速度突然增大
- D · 小球的向心加速度不變

解析 由於懸線與釘子接觸時小球在水平方向上不受力，故小球的線速度不可能發生突變，由於做圓周運動的半徑變為原來的一半，由 $v = \omega r$ 知，角速度變為原來的兩倍，A 正確，B 錯誤；由 $a_n = \frac{v^2}{r}$ 知，小球的向心加速度變為原來的兩倍，C 正確，D 錯誤。

答案 AC

10. 如圖 5 所示，一輛車以 30 m/s 的速率沿半徑為 60 m 的圓形跑道行駛，當轎車從 A 運動到 B 時，轎車和圓心的連線轉過的角度為 90° 。求：

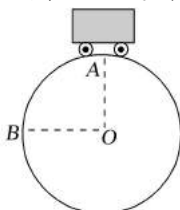
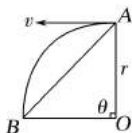


圖 5

- (1) 此過程中轎車的位移大小；
- (2) 此過程中轎車通過的路程；
- (3) 轎車運動的向心加速度大小。

解析 如圖所示，



$$v = 30 \text{ m/s}, r = 60 \text{ m}, \theta = 90^\circ = \frac{\pi}{2}$$

(1) 轎車的位移為從初位置 A 到末位置 B 的有向線段的長度，即 $x = \sqrt{2}r = \sqrt{2} \times 60 \text{ m} \approx 85 \text{ m}$ 。

(2) 路程等於弧長，即 $l = r\theta = 60 \times \frac{\pi}{2} \text{ m} = 94.2 \text{ m}$ 。

(3) 向心加速度大小： $a_n = \frac{v^2}{r} = \frac{30^2}{60} \text{ m/s}^2 = 15 \text{ m/s}^2$

答案 (1)85 m (2)94.2 m (3)15 m/s²



第六課題 §5.6 向心力 (2 課時)

一、課前自主預習學案

知識點一 向心力

[基礎梳理]

1. 定義

做勻速圓周運動的物體產生向心加速度的原因是它受到了指向圓心的合力，這個力叫做向心力。

2. 向心力的大小

$$F_n = ma_n = m \frac{v^2}{r} = m\omega^2 r = m\omega v = m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 r。$$

3. 向心力的方向

無論是否為勻速圓周運動，其向心力總是沿著半徑指向圓心，方向時刻改變，故向心力是變力。

4. 向心力的作用效果——改變線速度的方向。由於向心力始終指向圓心，其方向與物體運動方向始終垂直，故向心力不改變線速度的大小。

5. 向心力的來源

它可以是重力、彈力、摩擦力等各種性質的力，也可以是它們的合力，還可以是某個力的分力。

例如：(1)地球繞太陽做圓周運動，太陽對地球的引力提供向心力(圖 1 甲)；

(2)在光滑水平桌面上做勻速圓周運動的小球，繩對球的拉力提供向心力(圖 1 乙)；

(3)圓盤上隨圓盤一起勻速轉動的物塊，所受的靜摩擦力提供向心力(圖 1 丙)；

(4)在光滑漏斗內壁上做勻速圓周運動的小球，支持力與重力的合力提供向心力(圖 1 丁)。

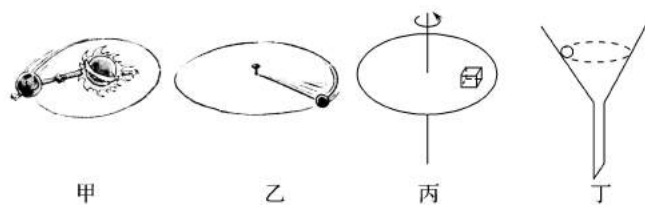


圖 1

總結：向心力不是特定性質的某種力，屬於效果力，不參於受力分析。

[典例精析]

【例 1】關於向心力的說法中正確的是()

- A. 物體由於做圓周運動還受到一個向心力
- B. 向心力可以是任何性質的力
- C. 做勻速圓周運動的物體其向心力是恒力
- D. 做圓周運動的物體所受各力的合力提供向心力

解析 力是改變物體運動狀態的原因，因為有向心力物體才做圓周運動，而不是因為做圓周運動才產生向心力，也不能說物體還受一個向心力，故 A



錯；向心力是效果力，可以是任何一種性質的力，故 B 對；物體做勻速圓周運動的向心力方向永遠指向圓心，其大小不變，方向時刻改變，故 C 錯；只有勻速圓周運動中，合力提供向心力，而非勻速圓周運動中向心力並非物體所受的合力，而是合力指向圓心的分力提供向心力，故 D 錯。

答案 B

[即學即練]

1. (2016·4 月浙江學考)如圖 2 為某中國運動員在短道速滑比賽中勇奪金牌的精彩瞬間。假定此時他正沿圓弧形彎道勻速率滑行，則他()



圖 2

- A. 所受的合力為零，做勻速運動
- B. 所受的合力恒定，做勻加速運動
- C. 所受的合力恒定，做變加速運動
- D. 所受的合力變化，做變加速運動

解析 做勻速圓周運動的物體所受的合力提供做圓周運動的向心力，大小恒定，方向始終指向圓心是變力，所以勻速圓周運動是變加速運動，D 對，A、B、C 錯。

答案 D

知識點二 圓周運動中的動力學問題

[基礎梳理]

1. 方法導向

做勻速圓周運動的物體，合外力提供向心力，故受力分析，求合外力是關鍵。

2. 解決圓周運動的一般步驟

(1) 確定做圓周運動的物體為研究對象，明確圓周運動的軌道平面、圓心位置和半徑。

(2) 對研究對象進行受力分析，畫出受力示意圖。運用平行四邊形定則或正交分解法求出外界提供的向心力 F_n 。

(3) 抓住所給的已知條件，是線速度 v 、角速度 ω ，還是週期 T ，根據向心力公式 $F_n = m\frac{v^2}{r} = m\omega^2 r = m\frac{4\pi^2}{T^2} r = mv\omega$ 選擇適當形式確定物體所需要的向心力。

(4) 根據題意由牛頓第二定律及向心力公式列方程求解。

[典例精析]

【例 2】如圖 3 所示，質量為 1 kg 的小球用細繩懸掛於 O 點，將小球拉離豎直位置釋放後，到達最低點時的速度為 2 m/s，已知球心到懸點的距離為 1 m，重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$ ，求小球在最低點時對繩的拉力的大小。

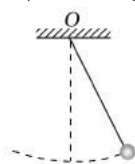


圖 3



解析 小球在最低點時做圓周運動的向心力由重



力 mg 和繩的拉力 F_T 提供(如圖所示), 即 $F_T - mg = \frac{mv^2}{r}$

$$\text{所以 } F_T = mg + m\frac{v^2}{r} = \left[1 \times 10 + \frac{1 \times 2^2}{1} \right] \text{N} = 14 \text{ N}$$

由牛頓第三定律得, 小球在最低點時對繩的拉力大小為 14 N。

答案 14 N

【例 3】 如圖 4 所示, 質量相等的 a 、 b 兩物體放在圓盤上, 到圓心的距離之比是 2:3, 圓盤繞圓心做勻速圓周運動, 兩物體相對圓盤靜止, a 、 b 兩物體做圓周運動的向心力之比是()

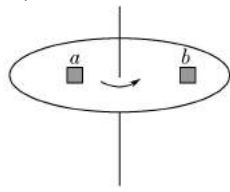


圖 4

A · 1:1

B · 3:2

C

· 2:3

D · 9:4

解析 a 、 b 隨圓盤轉動, 角速度相同, 由 $F = m\omega^2 r$ 知向心力正比於半徑, C 正確。

答案 C

[即學即練]

2. 如圖 5 所示, “旋轉秋千”中的兩個座椅 A 、 B 質量相等, 通過相同長度的纜繩懸掛在旋轉圓盤上。不考慮空氣阻力的影響, 當旋轉圓盤繞豎直的中心軸勻速轉動時, 下列說法正確的是()

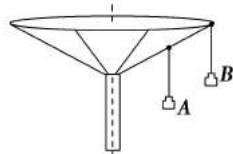


圖 5

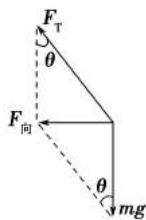
A · A 的速度比 B 的大

B · A 與 B 的向心加速度大小相等

C · 懸掛 A 、 B 的纜繩與豎直方向的夾角相等

D · 懸掛 A 的纜繩所受的拉力比懸掛 B 的小

解析 A 、 B 繞豎直軸勻速轉動的角速度相等, 即 $\omega_A = \omega_B$, 但 $r_A < r_B$, 根據 $v = \omega r$ 得, A 的速度比 B 的小, 選項 A 錯誤; 根據 $a = \omega^2 r$ 得, A 的向心加速度比 B 的小, 選項 B 錯誤; A 、 B 做圓周運動時的受力情況如圖所示, 根據 $F_{\text{向}} = m\omega^2 r$ 及 $\tan \theta = \frac{F_{\text{向}}}{mg} = \frac{\omega^2 r}{g}$ 知, 懸掛 A 的纜繩與豎直方向的夾角小, 選項 C 錯誤; 由圖知 $F_T = \frac{mg}{\cos \theta}$, 所以懸掛 A 的纜繩受到的拉力小, 選項 D 正確。



答案 D

知識點三 變速圓周運動和一般的圓周運動

[基礎梳理]

1. 概念：線速度大小改變的圓周運動叫做變速圓周運動。

2. 受力特點：

(1) 物體所受的合力 F 不指向圓心；將 F 分解為跟圓弧相切的分力 F_2 和指向圓心的分力 F_1 。如圖 6 所示，它產生兩個方向的效果。

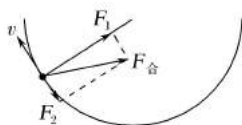


圖 6

$$F_{\text{合}} \begin{cases} \text{半徑方向的分力 } F_1 \xrightarrow{\text{產生向心加速度}} \text{改變速度的方向} \\ \text{切線方向的分力 } F_2 \xrightarrow{\text{產生切線方向加速度}} \text{改變速度的大小} \end{cases}$$

因此，變速圓周運動的合外力不等於向心力，只是沿半徑方向的分力 F_1 提供向心力。故利用公式求圓周上某一點的向心力和向心加速度的大小，必須用該點的瞬時速度值。

(2) 合力 F 與速度方向不垂直，它改變了物體速度的大小和方向。

3. 一般的曲線運動：軌跡既不是直線也不是圓周的曲線運動。如圖 7 所示，一般的曲線運動的每一小段都可以看作圓周運動的一部分，所以分析曲線運動某點的情況時，可以採用圓周運動的分析方法處理。

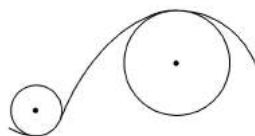


圖 7

[典例精析]

【例 4】如圖 8 所示，蕩秋千是小朋友很喜歡的遊戲，當秋千由上向下蕩時，



圖 8

(1) 此時小朋友做的是勻速圓周運動還是變速圓周運動？

(2) 繩子拉力與重力的合力指向懸掛點嗎？



答案 (1)秋千蕩下時，速度越來越大，做的是變速圓周運動。

(2)由於秋千做變速圓周運動，合外力既有指向懸掛點(圓心)的分力，又有沿切向的分力，所以合力不指向懸掛點。

[即學即練]

3. 用繩拴一沙袋，使沙袋在光滑水平面上做變速圓周運動，思考以下問題：

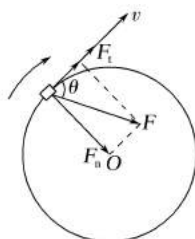


圖 9

(1)圖 9 表示做圓周運動的沙袋正在加速運動的情況，分析繩對沙袋的拉力方向並討論拉力的作用效果；

(2)如果將拉力按照其作用效果進行分解，兩個分力各產生了怎樣的加速度？分加速度的效果如何？

答案 (1)繩對沙袋的拉力方向不指向圓心，即不與沙袋的速度方向垂直，而是與沙袋的速度方向成一銳角 θ ，如題圖，拉力 F 有兩個作用效果，一是改變線速度的大小，二是改變線速度的方向。

(2)根據 F 產生的作用效果，可以把 F 分解為兩個相互垂直的分力：跟圓周相切的分力 F_t 和指向圓心的分力 F_n ； F_t 產生切線方向的加速度，改變線速度的大小， F_n 產生向心加速度，改變線速度的方向。

課堂自測

反馈训练 课堂达标

1. 下列關於向心力的說法中正確的是()

- A. 物體受到向心力的作用才可能做圓周運動
- B. 向心力是指向圓心方向的合力，是根據力的作用效果來命名的，但受力分析時應該畫出
- C. 向心力可以是重力、彈力、摩擦力等各種力的合力，也可以是其中某一種力或某幾種力的合力
- D. 向心力既改變物體運動的方向，也改變物體運動的快慢

解析 向心力是一種效果力，實際由某種或某幾種性質力提供，受力分析時不分析向心力，A、B 錯，C 對；向心力只改變物體線速度的方向，不改變線速度的大小，D 錯。

答案 C

2. 如圖 10 所示，洗衣機脫水筒在轉動時，衣服貼靠在勻速轉動的圓筒內壁上而不掉下來，則衣服()

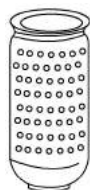


圖 10

- A. 受到重力、彈力、靜摩擦力和離心力四個力的作用



- B · 所需的向心力由重力提供
- C · 所需的向心力由彈力提供
- D · 轉速越快，彈力越大，摩擦力也越大

解析 衣服只受重力、彈力和靜摩擦力三個力作用，A 錯誤；衣服做圓周運動的向心力為它所受到的合力，由於重力與靜摩擦力平衡，故彈力提供向心力，即 $F_N = m\omega^2 r$ ，轉速越大， F_N 越大，C 正確，B、D 錯誤。

答案 C

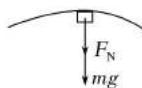
3 · 如圖 11 所示，某公園裏的過山車駛過離心軌道的最高點時，乘客在座椅裏面頭朝下，人體顛倒，若軌道半徑為 R ，人體重力 mg ，要使乘客經過軌道最高點時對座椅的壓力等於自身的重力，則過山車在最高點時的速度大小為 ()



圖 11

- A · 0
- B · \sqrt{gR}
- C · $\sqrt{2gR}$
- D · $\sqrt{3gR}$

解析 如圖所示，在最高點人受重力和座椅向下的壓力，兩個力的合力提供向心力，



$$\text{由 } F_N + mg = m\frac{v^2}{R}$$

$$\text{得：} v = \sqrt{2gR}。$$

答案 C

4 · 質量不計的輕質彈性杆 P 插入桌面上的小孔中，杆的另一端套有一個質量為 m 的小球，今使小球在水平面內做半徑為 R 的勻速圓周運動，且角速度為 ω ，如圖 12 所示，則杆的上端受到球對其作用力的大小為 ()

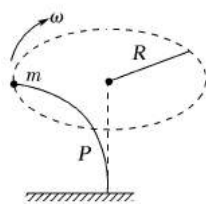


圖 12

- A · $m\omega^2 R$
- B · $m\sqrt{g^2 - \omega^4 R^2}$
- C · $m\sqrt{g^2 + \omega^4 R^2}$
- D · 不能確定

解析 對小球進行受力分析，小球受兩個力：一個是重力 mg ，另一個是杆對小球的作用力 F ，兩個力的合力產生向心力。由平行四邊形定則可得： $F = m\sqrt{g^2 + \omega^4 R^2}$ ，再根據牛頓第三定律，可知杆受到球對其作用力的大小為 $F = m\sqrt{g^2 + \omega^4 R^2}$ 。故選項 C 正確。

答案 C



二、新課教學：§5.6 向心力

課題	§5.6 向心力		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2018.01.31	課型	新授課		課時	2 課時

2.1 教材分析

本節先舉例說明物體做圓周運動時有向心力的作用，然後通過牛頓第二定律推導向心力的公式，並用圓錐擺實驗來驗證向心力的運算式，理論與實踐相結合，讓學生體會科學之美，進一步激發學生學習物理的積極性。

教材中的“做一做”通過質疑向心力是否只能改變速度的大小，進一步明確合力和向心力的特點和關係，運動形式也從勻速圓周運動推廣到變速圓周運動，進而擴展到一般曲線運動。教材在這裏將向量的獨立性原理應用於分析變速圓周運動（包括運動的合成與分解、力的獨立性原理等）。

這是圓周運動中很重要的一節，教師要善於利用已有知識讓學生自己動手推導向心力公式和進行正確的受力分析，進而獲取求向心力的思路和方法。

學生不僅要學會從線速度、角速度、週期等物理量來求向心力，還要會從本質，（即從物體受力分析角度）求向心力的來源，並靈活運用力的獨立性原理來理解物體做一般曲線運動的原因。

2.2 教學目標

知識與技能

- 1.理解向心力的概念、公式及物理意義。
- 2.了解變速圓周運動的概念及受力特徵。
- 3.了解研究一般圓周運動的方法。

過程與方法

- 1.自覺地將牛頓第二定律運用於圓周運動。
- 2.運用運動的合成與分解和力的獨立性原理分析變速圓周運動。

情感、態度與價值觀

- 1.在實驗中培養分析、解決問題的能力，提高思維水平。
- 2.體會向量獨立性原理的應用，激發學習物理的興趣。

2.3 教學重點

理解向心力的概念和公式

2.4 教學難點

掌握有關向心力的來源和相關特點



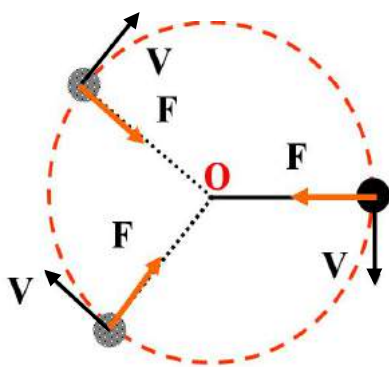
2.5 教學過程

導入新課

通過復習上一節向心加速度的定義和公式： $a_n = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r = \frac{4\pi^2}{T^2} r$ ，引入向心力的概念，並根據牛頓第二定律推導出向心力的運算式。

一、勻速圓周運動的向心力

1. 向心力為物體所受的合外力，即： $F = F_n$



2. 方向：始終與速度方向垂直，即始終沿半徑方向指向圓心。

3. 大小： $F = F_n = ma = \frac{mv^2}{r} = m\omega^2 r = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$

4. 引導學生用圓錐擺粗略驗證向心力的運算式

(1) 創設勻速圓周運動的情境

(2) 設計測量的計算方法

(設疑並思考) ①如何求物體的向心力及其合力？②如何測相關的物理量？(實驗器材、測量方法)

(3) 測量並計算物體所受的合力

$$F = mg \tan \theta \quad \left(\text{其中 } \tan \theta = \frac{r}{h} \right)$$

(4) 測量並計算物體做勻速圓周運動需要的向心力

$$F_n = \frac{mv^2}{r} \quad \text{或} \quad F_n = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$$

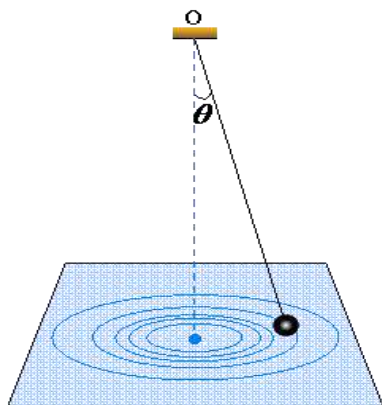


图5.6-1 用圆锥摆验证向心力的表达式

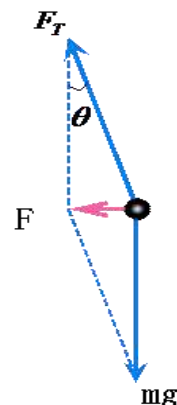


图5.6-2 从另一方面计算钢球受到的向心力

(5) 將 F 和 F_n 進行比較

(6) 得出結論： $F = F_n$

注意事項：

(1) 小球運動時不能接觸紙面，否則則不是圓錐擺

(2) 為減少誤差，測量週期 T 時用碼錶測出 n 圈的總時間 t ，則 $T = \frac{t}{n}$

(3) h 為懸點到軌道面的豎直高度，即運動小球的球心距懸點的豎直高度，而非懸點距紙面的高度。

通過實驗，引導學生思考生活中常見的圓周運動的向心力來源（多媒體課件）

(1) 月球圍繞地球公轉 (2) 彎道跑 (3) 花樣滑冰 (4) 車輛轉彎等

5.說明：

(1) 向心力是按效果命名，而非額外所受一個力，受力分析不能畫這個力

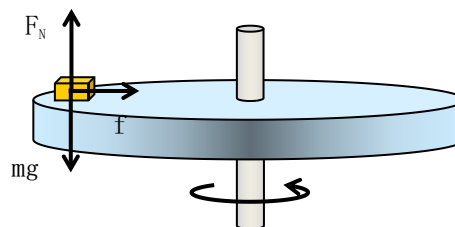
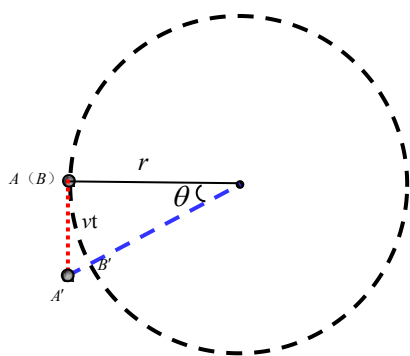
(2) 勻速圓周運動向心力合外力

(3) 向心力是變力，方向始終指向圓心

(4) 等式右邊的向心力公式是確定的，解題關鍵是通過受力分析找到等式左邊，即物體所受的合外力。

思考：

（如圖）一物塊隨水平轉盤勻速轉動，分析其向心力的來源。有同學認為，物塊 m 有向前運動的趨勢，故靜摩擦力的方向與相對運動趨勢方向相反，即向後，而不是與運動方向垂直，因此向心力不可能是靜摩擦力。這種觀點對麼？



分析：

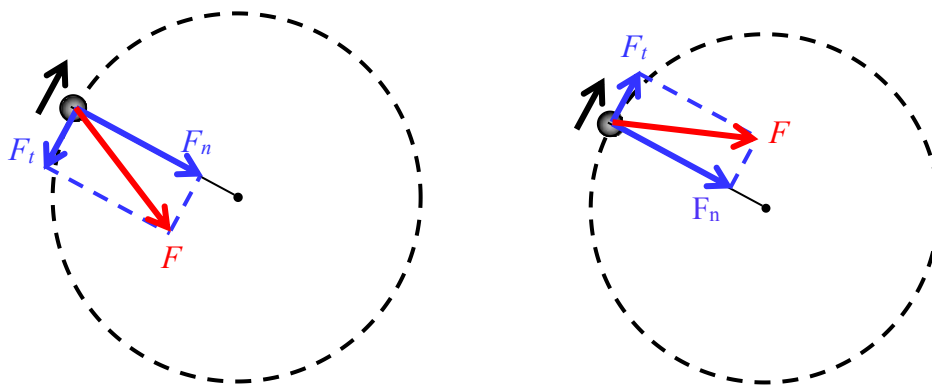
如圖： $\theta = \frac{BB'}{r} = \frac{vt}{r}$ ，而 $\tan \theta = \frac{vt}{r}$ ，當 θ 很小時， $\tan \theta \approx \theta$ ，故 O 、 B' 、 A' 共線，即物塊的相對運動趨勢是沿半徑向外，所以靜摩擦力沿半徑指向圓心。

二、變速圓周運動的向心力

1. 定義：當沿圓周運動的物體所受的合力不指向圓心時，物體做變速圓周運動。

2. 大小： $F_{\text{徑}} = F_n = \frac{mv^2}{r}$

(變速圓周運動的向心力不是合外力，而是合外力沿半徑方向的分力。)



(引導學生思考兩個分力的作用)

切向力 F_t ：垂直半徑方向的分力，產生切向加速度，只改變速度的大小

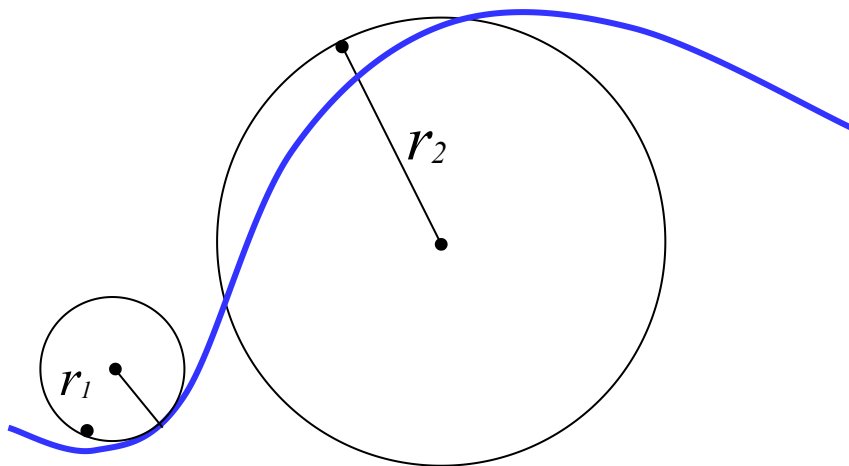
向心力 F_n ：沿著半徑方向指向圓心的分力，產生向心加速度，只改變速度的方向



三、一般曲線運動

在現實生活中，我們所見到的運動軌跡既不是直線也不是圓周的曲線運動，可以稱為一般曲線運動。

(引導學生思考) 這種曲線運動各個地方的彎曲程度不同，我們該如何研究？



課堂小結：

1. 向心力：

(1) 公式：
$$F = F_n = ma = \frac{mv^2}{r} = m\omega^2 r = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$$

(2) 向心力是效果力

(3) 勻速圓周運動：
$$F_{\text{合}} = F_n = \frac{mv^2}{r} = m\omega^2 r = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$$

2. 變速圓周運動的物體所受的合外力不指向圓心，切向的分力改變速度大小，半徑方向的分力改變速度方向（提供向心力）

3. 研究一般曲線運動可以採用圓周運動的分析方法。

2.6 板書設計

一、勻速圓周運動的向心力

1. 定義

2. 方向

3. 大小

4. 向心力的來源

二、變速圓周運動

1. 定義

2. 條件



3.向心力的來源

三、一般曲線運動

2.6 教學反思

向心力是比較抽象的概念，學生不太容易理解，在教學設計時應儘量採用一些生活中的現象和事例幫助其理解。本設計主要是通過多媒體展示，讓學生分析生活中的圓周運動中向心力的來源，加深對向心力和合外力關係的理解，並把力的獨立性原理應用於理解變速圓周運動和一般的曲線運動，教師應盡可能多地讓學生多思考多討論，充分體現以學生為主體的教學理念。

三、課後練習：§5.6 向心力

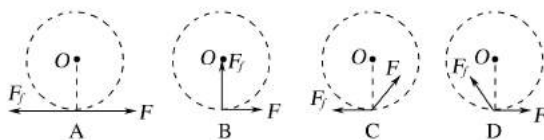
1. 下列關於向心力的說法中，正確的是()

- A. 物體由於做圓周運動產生了一個向心力
- B. 做勻速圓周運動的物體，其向心力為其所受的合外力
- C. 做勻速圓周運動的物體，其向心力不變
- D. 向心加速度決定向心力的大小

解析 向心力決定了向心加速度，D項錯誤；做勻速圓周運動的物體，向心力等於合力，其大小不變，方向時刻變化，故選B。

答案 B

2. 在水平冰面上，狗拉著雪橇做勻速圓周運動， O 點為圓心，能正確的表示雪橇受到的牽引力 F 及摩擦力 F_f 的圖是()



解析 摩擦力的方向與速度方向相反，雪橇受到的合力指向圓心，由此可知C圖正確。

答案 C

3. 如圖1所示為遊樂園中的“空中飛椅”設施，遊客乘坐飛椅從啟動、勻速旋轉，再到逐漸停止運動的過程中，下列說法正確的是()



圖 1

- A. 當遊客速率逐漸增加時，其所受合外力的方向一定與速度方向相同
- B. 當遊客做勻速圓周運動時，其所受合外力的方向總是與速度方向垂直
- C. 當遊客做勻速圓周運動時，其所受合外力的方向一定不變
- D. 當遊客做速率減小的曲線運動時，其所受合外力的方向一定與速度方向相反

解析 當遊客做加速圓周運動時，其所受的合外力的方向與速度方向成銳



角，但不是 0° ，選項 A 錯誤；當遊客做勻速圓周運動時，其所受的合外力的方向與運動方向始終垂直指向圓心，選項 B 正確，選項 C 錯誤；當遊客做減速圓周運動時，其所受的合外力的方向與運動方向成鈍角，但不是 180° ，選項 D 錯誤。

答案 B

4. 如圖 2 所示，質量相等的 A 、 B 兩物體緊貼在勻速轉動的圓筒的豎直內壁上，隨圓筒一起做勻速圓周運動，則下列關係中正確的有()

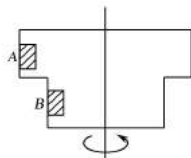


圖 2

- A. 線速度 $v_A < v_B$
- B. 運動週期 $T_A > T_B$
- C. 它們受到的摩擦力 $F_{fA} > F_{fB}$
- D. 筒壁對它們的彈力 $F_{NA} > F_{NB}$

解析 由於兩物體角速度相等，而 $r_A > r_B$ ，所以 $v_A = r_A\omega > v_B = r_B\omega$ ，A 項錯；由於 ω 相等，則 T 相等，B 項錯；因豎直方向受力平衡， $F_f = mg$ ，所以 $F_{fA} = F_{fB}$ ，C 項錯；彈力等於向心力，故 $F_{NA} = mr_A\omega^2 > F_{NB} = mr_B\omega^2$ ，D 項對。

答案 D

5. (多選)上海磁懸浮線路的最大轉彎處半徑達到 8 000 m，如圖 3 所示，近距離用肉眼看幾乎是一條直線，而轉彎處最小半徑也達到 1 300 m，一個質量為 50 kg 的乘客坐在以 360 km/h 的不變速率行駛的車裏，隨車駛過半徑為 2 500 m 的彎道，下列說法正確的是()



圖 3

- A. 乘客受到的向心力大小約為 200 N
- B. 乘客受到的向心力大小約為 539 N
- C. 乘客受到的向心力大小約為 300 N
- D. 彎道半徑設計的特別大可以使乘客在轉彎時更舒適

解析 由 $F_n = m\frac{v^2}{r}$ ，可得 $F_n = 200$ N，選項 A 正確；設計半徑越大，轉彎時乘客所需要的向心力越小，轉彎時就越舒適，D 正確。

答案 AD

6. 如圖 4 所示，圓盤上疊放著兩個物塊 A 和 B ，當圓盤和物塊繞豎直軸勻速轉動時，物塊與圓盤始終保持相對靜止，則()

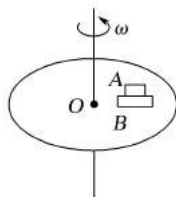


圖 4



- A · 物塊 A 不受摩擦力作用
- B · 物塊 B 受 5 個力作用
- C · 當轉速增大時, A 受摩擦力增大, B 受摩擦力減小
- D · A 對 B 的摩擦力方向沿半徑指向轉軸

解析 物塊 A 受到的摩擦力充當向心力, 物塊 B 受到重力、支持力、 A 對物塊 B 的壓力、 A 對 B 沿半徑向外的摩擦力和圓盤對 B 指向圓心的摩擦力共 5 個力, 當 n 增大時, A 、 B 所受摩擦力都增大, A 對 B 摩擦力方向沿半徑向外。

答案 B

7 · 質量為 m 的木塊從半徑為 R 的半球形的碗口下滑到碗的最低點的過程中, 如果由於摩擦力的作用使木塊的速率不變, 那麼()

- A · 因為速率不變, 所以木塊的加速度為零
- B · 木塊下滑過程中所受的合外力越來越大
- C · 木塊下滑過程中所受的摩擦力大小不變
- D · 木塊下滑過程中的加速度大小不變, 方向始終指向球心

解析 由於木塊沿圓弧下滑速率不變, 故木塊做勻速圓周運動, 存在向心加速度, 選項 A 錯誤; 由牛頓第二定律得: $F_{\text{合}} = ma_n = m\frac{v^2}{R}$, 而 v 的大小不變, 故合外力的大小不變, 選項 B 錯誤; 由於木塊在滑動過程中與接觸面的正壓力是變化的, 故滑動摩擦力在變化, 選項 C 錯誤; 木塊在下滑過程中, 速度的大小不變, 所以向心加速度的大小不變, 方向始終指向球心, 選項 D 正確。

答案 D

8 · (2016·紹興市調研)奧運會單杠比賽中有一個“單臂大回環”的動作, 難度係數非常大。假設運動員質量為 m , 單臂抓杠杆身體下垂時, 手掌到人體重心的距離為 l 。如圖 5 所示, 在運動員單臂回轉從頂點倒立轉至最低點過程中, 可將人體視為質量集中於重心的質點, 且不考慮手掌與單杠間的摩擦力, 重力加速度為 g , 若運動員在最低點的速度為 $2\sqrt{gl}$, 則運動員的手臂拉力為自身重力的()



圖 5

- A · 2 倍
- B · 3 倍
- C · 4 倍
- D · 5 倍

解析 對運動員在最低點受力分析, 由牛頓第二定律可得, $F - mg = m\frac{v^2}{l}$, 解得, $F = 5mg$, D 項正確。

答案 D

9 · 如圖 6 所示, 質量相同的鋼球①、②分別放在 A 、 B 盤的邊緣, A 、 B 兩盤的半徑之比為 2:1, a 、 b 分別是與 A 盤、 B 盤同軸的輪, a 、 b 輪半徑之比為 1:2。當 a 、 b 兩輪在同一皮帶帶動下勻速轉動時, 鋼球①、②受到的向心力大小之比為()

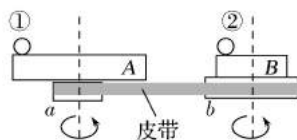


圖 6

A · 2 : 1

B · 4 : 1

C · 1 : 4

D · 8 : 1

解析 皮帶傳動，邊緣上的點線速度大小相等，所以 $v_a = v_b$ ， a 輪、 b 輪半徑之比為 1 : 2，所以 $\frac{\omega_a}{\omega_b} = \frac{2}{1}$ ，共軸上的點，角速度相等，兩個鋼球的角速度分別與共軸輪的角速度相等，則 $\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{2}{1}$ ，根據向心加速度 $a = \omega^2 r$ ， $\frac{a_1}{a_2} = \frac{8}{1}$ ，故 D 正確，A、B、C 錯誤。

答案 D

10. 如圖 7 所示，半徑為 r 的圓筒，繞豎直中心軸 OO' 旋轉，小物塊 a 靠在圓筒的內壁上，它與圓筒內壁間的動摩擦因數為 μ ，最大靜摩擦力與滑動摩擦力相同，要使 a 不下落，則圓筒轉動的角速度 ω 至少為()

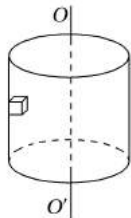


圖 7

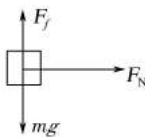
A · $\sqrt{\mu gr}$

B · $\sqrt{\mu g}$

C · $\sqrt{\frac{g}{r}}$

D · $\sqrt{\frac{g}{\mu r}}$

解析 對物塊受力分析知 $F_f = mg$ ， $F_n = F_N = m\omega^2 r$ ，又由於 $F_f \leq \mu F_N$ ，所以解這三個方程得角速度 ω 至少為 $\sqrt{\frac{g}{\mu r}}$ ，D 選項正確。



答案 D

11. 如圖 8 所示，在光滑杆上穿著兩個小球質量分別為 m_1 、 m_2 ，有 $m_1 = 2m_2$ ，用細線把兩球連起來，當盤架勻速轉動時，兩小球剛好能與杆保持無相對滑動，此時兩小球到轉軸的距離 r_1 與 r_2 之比為()

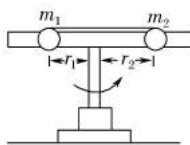


圖 8

A · 1 : 1

B · 1 : $\sqrt{2}$

C · 2 : 1

D · 1 : 2



解析 設兩球受繩子的拉力分別為 F_1 、 F_2 。

$$\text{對 } m_1: F_1 = m_1 \omega_1^2 r_1$$

$$\text{對 } m_2: F_2 = m_2 \omega_2^2 r_2$$

因為 $F_1 = F_2$ ， $\omega_1 = \omega_2$

$$\text{解得 } \frac{r_1}{r_2} = \frac{m_2}{m_1} = \frac{1}{2}。$$

答案 D

12. 如圖 9 所示，質量為 25 kg 的小孩靜止坐在秋千板上時，小孩離拴繩子的橫樑 2.5 m。如果秋千板擺到最低點時，速度為 3 m/s，問小孩對秋千板的壓力是多大？

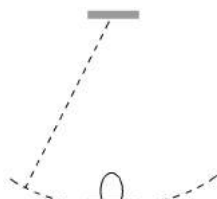


圖 9

解析 在最低點對小孩受力分析，
由牛頓第二定律得：

$$F_N - mg = m \frac{v^2}{r}$$

代入數據解得： $F_N = 340$ N

由牛頓第三定律知小孩對秋千板的壓力大小為 340 N。

答案 340 N

13. 如圖 10 所示，水平轉盤上放有質量為 m 的物體(可視為質點)，連接物體和轉軸的繩子長為 r ，物體與轉盤間的最大靜摩擦力是其壓力的 μ 倍，轉盤的角速度由零逐漸增大，求：

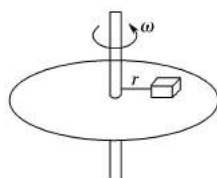


圖 10

(1) 繩子對物體的拉力為零時的最大角速度；

(2) 當角速度為 $\sqrt{\frac{3\mu g}{2r}}$ 時，繩子對物體拉力的大小。

解析 (1) 當恰好由最大靜摩擦力提供向心力時，繩子拉力為零，

設轉盤轉動的角速度為 ω_0 ，則 $\mu mg = m\omega_0^2 r$ ，得 $\omega_0 = \sqrt{\frac{\mu g}{r}}$

(2) 當 $\omega = \sqrt{\frac{3\mu g}{2r}}$ 時， $\omega > \omega_0$ ，所以繩子的拉力 F 和最大靜摩擦力共同提供向心力，此時， $F + \mu mg = m\omega^2 r$

即 $F + \mu mg = m \cdot \frac{3\mu g}{2r} \cdot r$ ，得 $F = \frac{1}{2} \mu mg$ 。



第七課題 §5.7 生活中的圓周運動 (2 課時)

一、課前自主預習學案

知識點一 鐵路的彎道

[基礎梳理]

1. 運動特點：火車轉彎時，實際是在做圓周運動，因而具有向心加速度、由於其質量很大，所以需要較大的向心力。

2. 向心力的來源：在修築鐵路時，要根據彎道的半徑和規定的行駛速度，適當選擇內外軌的高度差，使轉彎時所需的向心力幾乎完全由重力 G 和支持力 F_N 的合力提供，如圖 1 所示。

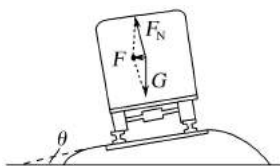


圖 1

[探究思考]

設火車轉彎時的運動是勻速圓周運動：



圖 2

(1)如圖 2 所示，如果軌道是水平的，火車轉彎時受到哪些力的作用？什麼力提供向心力？

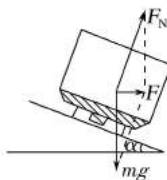
(2)(1)中獲得向心力的方法好不好？為什麼？若不好，如何改進？

(3)當軌道平面與水平面之間的夾角為 α ，轉彎半徑為 R 時，火車行駛速度多大軌道才不受擠壓？

答案 (1)軌道水平時，火車受重力、支持力、軌道對輪緣的彈力、向後的摩擦力，向心力由軌道對輪緣的彈力來提供。

(2)這種方法不好，因為火車的質量很大，行駛的速度也不小，輪緣與外軌的相互作用力很大，鐵軌和車輪極易受損。改進方法：在轉彎處使外軌略高於內軌，使重力和支持力的合力提供向心力，這樣外軌就不受輪緣的擠壓了。

(3)火車受力如圖所示，則



$$F_n = F = mg \tan \alpha = \frac{mv^2}{R}$$

$$\text{所以 } v = \sqrt{gR \tan \alpha}$$

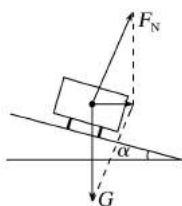


[即學即練]

1. (多選)為適應國民經濟的發展需要，我國鐵路正式實施第六次提速。火車轉彎可以看做是做勻速圓周運動，火車速度提高易使外軌受損。為解決火車高速轉彎時使外軌受損這一難題，你認為理論上可行的措施是()

- A. 減小彎道半徑
- B. 增大彎道半徑
- C. 適當減小內外軌道的高度差
- D. 適當增加內外軌道的高度差

解析 若火車轉彎時鐵軌不受擠壓，即由重力和支持力的合力提供向心力，火車轉彎平面是水平面。如圖所示，由牛頓第二定律 $mg \tan \alpha = m \frac{v^2}{r}$ 得： $v = \sqrt{gr \tan \alpha}$ ，所以要提速可增大轉彎半徑；適當增大軌道平面的傾角 α ，即適當增大內外軌道的高度差。



答案 BD

知識點二 拱形橋

[基礎梳理]

當汽車以相同的速率分別行駛在凸形橋的最高點和凹形橋的最低點時，汽車對橋的壓力的區別如下表所示。

內容	凸形橋	凹形橋
專案		
受力分析圖		
以 a 方向為正方向，根據牛頓第二定律列方程	$mg - F_{N1} = m \frac{v^2}{r}$ $F_{N1} = mg - m \frac{v^2}{r}$	$F_{N2} - mg = m \frac{v^2}{r}$ $F_{N2} = mg + m \frac{v^2}{r}$
超重失重狀態	失重	超重
牛頓第三定律	$F_{N1}' = F_{N1} = mg - m \frac{v^2}{r}$	$F_{N2}' = F_{N2} = mg + m \frac{v^2}{r}$
討論	v 增大， F_{N1}' 減小；當 v 增大到 \sqrt{gr} 時， $F_{N1}' = 0$	v 增大， F_{N2}' 增大，只要 $v \neq 0$ ， $F_{N1}' \leq F_{N2}'$

由列表比較可知，汽車在凹形橋上行駛對橋面及輪胎損害大，但在凸形橋上，最高點速率不能超過 \sqrt{gr} 。當汽車以 $v \geq \sqrt{gr}$ 的速率行駛時，將做平拋運動，不再落到橋面上。

[典例精析]

【例 1】 一輛質量為 $m = 2.0 \text{ t}$ 的小轎車，駛過半徑 $R = 90 \text{ m}$ 的一段圓弧形橋面，($g = 10 \text{ m/s}^2$)，求：

- (1) 若橋面為凹形，汽車以 20 m/s 的速度通過橋面最低點時，對橋面的壓力

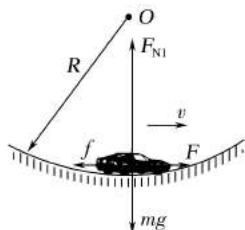


是多大？

(2)若橋面為凸形，汽車以 10 m/s 的速度通過橋面最高點時，對橋面的壓力是多大？

(3)汽車以多大速度通過凸形橋面頂點時，對橋面剛好沒有壓力？

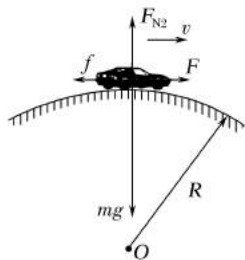
解析 (1)汽車通過凹形橋面最低點時，在水平方向受到牽引力 F 和阻力 f 。在豎直方向受到橋面向上的支持力 F_{N1} 和向下的重力 $G=mg$ ，如圖所示。



圓弧形軌道的圓心在汽車上方，支持力 F_{N1} 與重力 $G=mg$ 的合力為 $F_{N1}-mg$ ，這個合力就是汽車通過橋面最低點時的向心力，即 $F_{向}=F_{N1}-mg$ 。由向心力公式有 $F_{N1}-mg=m\frac{v^2}{R}$ ，解得橋面對汽車的支持力大小 $F_{N1}=m\frac{v^2}{R}+mg=(2000\times\frac{20^2}{90}+2000\times10)\text{N}\approx 2.89\times 10^4\text{N}$ 。

根據牛頓第三定律，汽車對橋面最低點的壓力大小是 $2.89\times 10^4\text{N}$ 。

(2)汽車通過凸形橋面最高點時，在水平方向受到牽引力 F 和阻力 f ，在豎直方向受到豎直向下的重力 $G=mg$ 和橋面向上的支持力 F_{N2} ，如圖所示。



圓弧形軌道的圓心在汽車的下方，重力 $G=mg$ 與支持力 F_{N2} 的合力為 $mg-F_{N2}$ ，這個合力就是汽車通過橋面頂點時的向心力，即 $F_{向}=mg-F_{N2}$ ，由向心力公式有 $mg-F_{N2}=m\frac{v^2}{R}$ ，解得橋面對汽車的支持力大小 $F_{N2}=mg-m\frac{v^2}{R}=(2000\times 10-2000\times\frac{10^2}{90})\text{N}\approx 1.78\times 10^4\text{N}$ 。

根據牛頓第三定律，汽車在橋的頂點時對橋面壓力的大小為 $1.78\times 10^4\text{N}$ 。

(3)設汽車速度為 v_m 時，通過凸形橋面頂點時對橋面的壓力為零。根據牛頓第三定律，這時橋面對汽車的支持力也為零，汽車在豎直方向只受到重力 G 的作用，重力 $G=mg$ 就是汽車駛過橋面頂點時的向心力，即 $F_{向}=mg$ ，由向心力公式有 $mg=m\frac{v_m^2}{R}$ ，解得 $v_m=\sqrt{gR}=\sqrt{10\times 90}\text{m/s}=30\text{m/s}$ ，汽車以 30 m/s 的速度通過橋面頂點時，對橋面剛好沒有壓力。

答案 (1) $2.89\times 10^4\text{N}$ (2) $1.78\times 10^4\text{N}$ (3)30 m/s

[即學即練]

2. 公路在通過小型水庫的洩洪閘的下游時，常常要修建凹形橋，也叫“過水路面”。如圖 3 所示，汽車通過凹形橋的最低點時()



圖 3

- A · 車對橋的壓力等於汽車的重力
- B · 車對橋的壓力小於汽車的重力
- C · 車的速度越大，車對橋面的壓力越小
- D · 車的速度越大，車對橋面的壓力越大

解析 汽車在凹形橋的最低點時受重力和支持力，設汽車的重力為 G ，汽車做圓周運動的半徑為 r ，橋對汽車的支持力大小為 F ，由牛頓第三定律知，汽車對橋的壓力大小也為 F ，由牛頓第二定律得 $F - G = m\frac{v^2}{r}$ ，當汽車通過凹形橋的最低點時 $v > 0$ ，所以 $F > G$ ，選項 A、B 錯誤；由上式可知，汽車的速度 v 越大， F 越大，選項 C 錯誤，選項 D 正確。

答案 D

知識點三 航天器中的失重現象和離心運動

[基礎梳理]

1. 航天器中的失重現象

(1) 航天器在近地軌道的運動

① 對於航天器，重力充當向心力，滿足的關係為 $mg = m\frac{v^2}{r}$ ，航天器的速度 $v = \sqrt{gr}$ 。

② 對於太空人，由重力和座椅對其的支持力的合力提供向心力，滿足的關係為 $mg - F_N = m\frac{v^2}{r}$ 。

由此可得 $F_N = 0$ 時，太空人處於完全失重狀態，對座椅無壓力。

③ 航天器內的任何物體之間都沒有壓力。

(2) 對失重現象的認識

航天器內的任何物體都處於完全失重狀態，但並不是物體不受重力，正因為受到重力作用才使航天器連同其中的太空人做環繞地球的圓周運動。

2. 離心運動

(1) 定義：做圓周運動的物體，在合力突然消失或者合力不足以提供它做圓周運動所需的向心力時，物體將做逐漸遠離圓心的運動，這種運動叫離心運動。

(2) 離心運動的受力特點：物體做離心運動並不是物體所受到離心力作用，而是由於外力不能提供足夠的向心力。所謂“離心力”也是由效果命名的，實際並不存在。

(3) 合外力與向心力的關係(如圖 4 所示)

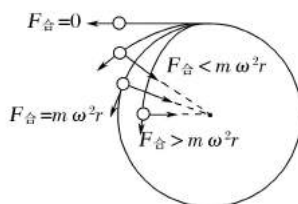


圖 4



①若 $F_{\text{合}} = m\omega^2 r$ 或 $F_{\text{合}} = m\frac{v^2}{r}$ ，物體做勻速圓周運動，即“提供”滿足“需要”。

②若 $F_{\text{合}} > m\omega^2 r$ 或 $F_{\text{合}} > m\frac{v^2}{r}$ ，物體做半徑變小的近心運動，即“提供過度”，也就是“提供”大於“需求”。

③若 $F_{\text{合}} < m\omega^2 r$ 或 $F_{\text{合}} < m\frac{v^2}{r}$ ，則外力不足以將物體拉回到原軌道上，而做離心運動，即“需要”大於“提供”或“提供不足”。

(4)離心運動的應用和防止

①應用：離心乾燥器；洗衣機的脫水筒；離心制管技術。

②防止：汽車在公路轉彎處必須限速行駛；轉動的砂輪、飛輪的轉速不能太高。

[即學即練]

3· 在下列各事例中，哪種情況將出現超重現象()

- A· 蕩秋千經過最低點時的小孩
- B· 汽車過凸形橋時
- C· 汽車過泥濘路時
- D· 在繞地球做勻速圓周運動的飛船中的儀器

解析 超重現象就是物體對支持物的壓力大於物體所受到的重力，選項 B 中汽車對橋面的壓力小於重力，處於失重狀態；汽車過泥濘路時，不超重也不失重，在繞地球做勻速圓周運動的飛船中的儀器是處於完全失重狀態。故選項 B、C、D 錯誤。

答案 A

4· 摩托車比賽轉彎時轉彎處路面常是外高內低，摩托車轉彎有一個最大安全速度，若超過此速度，摩托車將發生滑動。關於摩托車滑動的問題，下列論述正確的是()

- A· 摩托車一直受到沿半徑方向向外的離心力作用
- B· 摩托車所受外力的合力小於所需的向心力
- C· 摩托車將沿其線速度的方向沿直線滑去
- D· 摩托車將沿其半徑方向沿直線滑去

解析 摩托車只受重力、地面支持力和地面的摩擦力作用，沒有離心力，A 項錯誤；摩托車正常轉彎時可看做是做勻速圓周運動，所受的合力等於向心力，如果向外滑動，說明提供的向心力即合力小於需要的向心力，B 項正確；摩托車將在沿線速度方向與半徑向外的方向之間做離心運動，C、D 項錯誤。

答案 B

知識點四 豎直平面內的圓周運動的臨界問題

[基礎梳理]

1· 繩和內軌道模型

(1)最高點的最小速度

如圖 5 所示，若小球到達最高點時受到繩子的拉力或軌道的支持力恰好等於零，那麼這時小球做圓周運動所需要的向心力僅由小球的重力來提供。

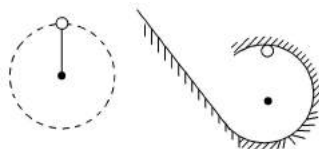


圖 5

根據向心力公式得 $mg = m \frac{v_{臨}^2}{R}$ ，即 $v_{臨} = \sqrt{Rg}$ 。

這個速度可理解為小球恰好能通過最高點或恰好通不過最高點時的速度，也可認為是小球通過最高點時的最小速度，通常叫臨界速度。

(2) 小球能通過最高點的條件

當 $v > \sqrt{Rg}$ 時，小球能通過最高點，這時繩子或軌道對球有作用力，為拉力或支持力。

當 $v = \sqrt{Rg}$ 時，小球剛好能通過最高點，此時繩子或軌道對球不產生作用力。

(3) 小球不能通過最高點的條件

當 $0 < v < \sqrt{Rg}$ 時，小球不能通過最高點，實際上小球還沒有到達最高點就已經脫離了軌道。

(4) 最低點對繩有最大拉力，對軌道有最大壓力

根據向心力公式得 $F_T - mg = \frac{mv^2}{R}$ 或 $F_N - mg = \frac{mv^2}{R}$ ，

即 $F_T = mg + \frac{mv^2}{R}$ 或 $F_N = mg + \frac{mv^2}{R}$ 。

根據牛頓第三定律可確定小球對繩的拉力和對軌道的壓力。

2. 細杆和管形軌道模型

(1) 最高點的最小速度

如圖 6 所示，細杆上固定的小球和管形軌道內運動的小球，由於杆和管在最高處能對小球產生向上的支持力，小球恰能到達最高點的最小速度 $v = 0$ ，此時物體受到的支持力 $F_N = mg$ 。

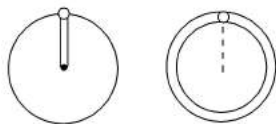


圖 6

(2) 小球通過最高點時，軌道對小球的彈力情況

① $v > \sqrt{Rg}$ ，杆或管的外側對球產生向下的拉力或壓力。

② $v = \sqrt{Rg}$ ，球在最高點只受重力，不受杆或管的作用力。

③ $0 < v < \sqrt{Rg}$ ，杆或管的內側對球產生向上的支持力。

[典例精析]

【例 2】如圖 7 所示，長為 L 的輕杆一端有一個質量為 m 的小球，另一端有光滑的固定軸 O ，現給球一初速度，使球和杆一起繞 O 軸在豎直平面內轉動，不計空氣阻力，則()

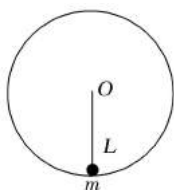




圖 7

- A · 小球到達最高點的速度必須大於 \sqrt{gL}
- B · 小球到達最高點的速度可能為 0
- C · 小球到達最高點受杆的作用力一定為拉力
- D · 小球到達最高點受杆的作用力一定為支持力

解析 由於杆對球有支撐作用，小球達最高點時速度可以為 0，故 B 正確，A 錯誤；當最高點速度為 \sqrt{gL} ，則只有重力提供做圓周運動的向心力，由此可見，此時杆對球的作用力為 0，若小球速度過大，又有飛出的趨勢時，對小球受力分析可知 $mg + F_{\text{拉}} = m\frac{v^2}{L}$ ，此時為拉力。若小球速度為 0，對小球受力分析可知， $mg + F_N = m\frac{v^2}{L} = 0$ ，則小球受到杆的支持力(即推力)為 mg 。

由以上分析可知，小球在最高點受到的力可能是拉力，可能是推力，可能是 0。

答案 B

课堂自测 反馈训练 课堂达标

1. 公路急轉彎處通常是交通事故多發地帶，如圖 8 所示，某公路急轉彎處是一圓弧，當汽車行駛的速率為 v_c 時，汽車恰好沒有向公路內外兩側滑動的趨勢。則在該彎道處()



圖 8

- A · 路面外側低內側高
- B · 車速只要低於 v_c ，車輛便會向內側滑動
- C · 車速雖然高於 v_c ，但只要不超出某一最高限度，車輛便不會向外側滑動
- D · 當路面結冰時，與未結冰時相比， v_c 的值變小

解析 汽車在公路轉彎處做圓周運動，需要外力提供向心力，當汽車行駛的速率為 v_c 時，汽車恰好沒有向公路內外兩側滑動的趨勢，即沒有指向公路兩側的摩擦力，此時的向心力由地面的支持力和重力的合力提供，故路面外側高內側低，選項 A 錯誤；當車速低於 v_c 時，車所需向心力 $\frac{mv^2}{r}$ 減小，車可能只是具有向內側滑動的趨勢，不一定能夠滑動，選項 B 錯誤；同理，當車速高於 v_c ，且不超出某一最高限度，車輛可能只是有向外側滑動的趨勢，不一定能夠滑動，當超過最大靜摩擦力時，才會向外側滑動，故選項 C 正確。當路面結冰時，與未結冰時相比，由於支持力和重力不變，則 v_c 的值不變，D 錯誤。

答案 C

2. 如圖 9 所示，在較大的平直木板上相隔一定距離釘幾個釘子，將三合板彎曲成拱橋形卡入釘子內形成拱形橋，三合板上表面事先鋪上一層牛仔布以增加摩擦，這樣玩具慣性車就可以在橋面上跑起來了。把這套系統放在電子秤上做實驗，關於實驗中電子秤的示數下列說法正確的是()



圖 9

- A · 玩具車靜止在拱橋頂端時的示數小一些
- B · 玩具車運動通過拱橋頂端時的示數大一些
- C · 玩具車運動通過拱橋頂端時處於超重狀態
- D · 玩具車運動通過拱橋頂端時速度越大(未離開拱橋)，示數越小

答案 D

3 · 一輛卡車在丘陵地區勻速行駛，地形如圖 10 所示，由於輪胎太舊，途中爆胎，爆胎可能性最大的地段應是()



圖 10

- A · a 處
- B · b 處
- C · c 處
- D · d 處

解析 將汽車運動看成是分段的部分圓周運動，根據牛頓第二定律可知，車胎在凹部受到的支持力 $F_N = mg + m \frac{v^2}{R}$ 大於在凸部受到的支持力。比較 b、d 兩點可看出，d 點所在圓弧的曲率半徑比 b 點的曲率半徑小，因此汽車以同樣速率通過 b、d 兩點時，在 d 點車胎受到的作用力最大，最易爆胎，選項 D 正確。

答案 D

4 · 長 $L = 0.5 \text{ m}$ 的輕杆，其一端連接著一個零件 A，A 的質量 $m = 2 \text{ kg}$ 。現讓 A 在豎直平面內繞 O 點做勻速圓周運動，如圖 11 所示。在 A 通過最高點時，求下列兩種情況下 A 對杆的作用力： $(g = 10 \text{ m/s}^2)$

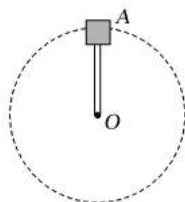


圖 11

- (1) A 的速率為 1 m/s ；
- (2) A 的速率為 4 m/s 。

解析 以 A 為研究對象，設其受到杆的拉力為 F ，則有 $mg + F = m \frac{v^2}{L}$ 。

(1) 代入數據 $v = 1 \text{ m/s}$ ，可得 $F = m \left[\frac{v^2}{L} - g \right] = 2 \times \left[\frac{1^2}{0.5} - 10 \right] \text{ N} = -16 \text{ N}$ ，即 A 受到杆的支持力大小為 16 N ，方向向上。根據牛頓第三定律可得 A 對杆的作用力為壓力，大小為 16 N ，方向向下。

(2) 代入數據 $v = 4 \text{ m/s}$ ，可得 $F = m \left[\frac{v^2}{L} - g \right] = 2 \times \left[\frac{4^2}{0.5} - 10 \right] \text{ N} = 44 \text{ N}$ ，即 A 受到杆的拉力大小為 44 N ，方向向下。根據牛頓第三定律可得 A 對杆的作用力為拉力，大小為 44 N ，方向向上。



二、新課教學：§5.7 生活中的圓周運動

課題	§5.7 生活中的圓周運動	設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2018.02.05	課型	新授課	課時	2 課時

2.1 教學目標

(一) 知識與技能

- 1.知道如果一個力或幾個力的合力的效果是使物體產生向心加速度，它就是圓周運動的物體所受的向心力，會在具體問題中分析向心力的來源.
- 2.能運用勻速圓周運動規律分析和處理生產和生活中具體實例.
- 3.知道向心力和向心加速度的公式也適用於變速圓周運動，會求變速圓周運動中物體在特殊點的向心力和向心加速度.

(二) 過程與方法

- 1.通過對勻速圓周運動的實例分析，滲透理論聯繫實際的觀點，提高學生的分析和解決問題的能力.
- 2.通過勻速圓周運動的規律也可以在變速圓周運動中使用，滲透特殊性和一般性之間的辯證關係，提高學生的分析能力.

(三) 情感態度與價值觀

1. 培養學生的應用實踐能力和思維創新意識；運用生活中的幾個事例，激發學生的學習興趣、求知欲和探索動機；
2. 通過對實例的分析，建立具體問題具體分析的科學觀念.

2.2 教學重點

- 1.理解向心力是一種效果力.
- 2.在具體問題中能找到向心力，並結合牛頓運動定律求解有關問題.

2.3 教學難點

- 1.具體問題中向心力的來源.
- 2.關於對臨界問題的討論和分析.
- 3.對變速圓周運動的理解和處理.

2.4 教學方法

講授法 分析歸納法 推理法 分層教學法


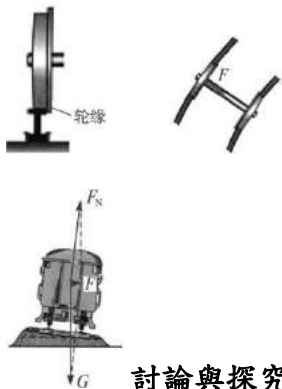
- 1.通過對勻速圓周運動的實例分析，滲透理論聯繫實際的觀點，提高學生的分析和解決問題的能力.
- 2.通過勻速圓周運動的規律也可以在變速圓周運動中使用，滲透特殊性和一般性之間的辯證關係，提高學生的分析能力.

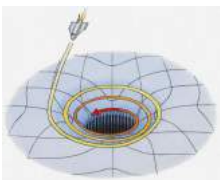
2.5 教學準備

投影儀 CAI 課件



2.6 教學過程

	教師活動	學生活動	設計意圖
教 學 過 程	<p>復習：一般曲線運動問題的處理方法</p> <p>情景導入</p> <p>賽車在經過彎道時都會減速，如果不減速賽車就會出現側滑，從而引發事故。</p> <p>課件展示自行車賽中自行車在通過彎道時的情景。</p>  <p>根據展示可以看出自行車在通過彎道時都是向內側傾斜，這樣的目的是什麼？賽場有什麼特點？</p> <p>下面大家考慮一下，火車在通過彎道時也不減速，那麼我們如何來保證火車的安全呢？</p> <p>推進新課</p> <p>一、鐵路的彎道</p> <p>課件展示觀察鐵軌和火車車輪的形狀。</p>  <p>討論與探究</p> <p>火車轉彎特點：火車轉彎是一段圓周運動，圓周軌道為彎道所在的水平軌道平面。</p>	<p>學生討論</p> <p>結論：賽車和自行車都在做圓周運動，都需要一個向心力。而向心力是車輪與地面的摩擦力提供的，由於摩擦力的大小是有限的，當賽車與地面的摩擦力不足以提供向心力時賽車就會發生側滑，發生事故。因此賽車在經過彎道時要減速行駛。而自行車在經過彎道時自行車手會將身體向內側傾斜，這樣身體的重力就會產生一個向裏的分力和地面的摩擦力一起提供自行車所需的向心力，因此自行車手在經過彎道時沒有減速。同樣道理摩托車賽中摩托車在經過彎道時也不減速，而是通過傾斜摩托車來達到同樣的目的。</p>	<p>檢查先學環節任務的完成情況。</p>



	<p>受力分析，確定向心力 (向心力由鐵軌和車輪輪緣的相互擠壓作用產生的彈力提供)。</p> <p>缺點：向心力由鐵軌和車輪輪緣的相互擠壓作用產生的彈力提供，由於火車質量大，速度快，由公式</p>		
	<p>教 師 活 動</p>	<p>學 生 活 動</p>	<p>設計意圖</p>

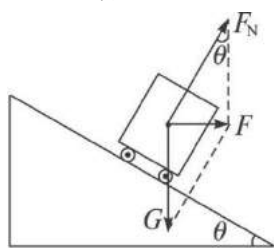


教
學
過
程

$F_{向}=mv^2/r$ ，向心力很大，對火車和鐵軌損害很大。

問題：如何解決這個問題呢？
（聯繫自行車通過彎道的情況考慮）

事實上在火車轉彎處，外軌要比內軌略微高一點，形成一個斜面，火車受的重力和支持力的合力提供向心力，對內外軌都無擠壓，這樣就達到了保護鐵軌的目的。



強調說明：向心力是水平的。

$$F_{向}=mv_0^2/r = F_{合} = mg \tan \theta$$

$$v_0 = \sqrt{gr \tan \theta}$$

要使火車轉彎時損害最小，應以規定速度轉彎，此時內外軌道對火車兩側車輪輪緣都無壓力。

二、拱形橋

課件展示交通工具（自行車、汽車等）過拱形橋。

問題情境：

質量為 m 的汽車在拱形橋上以速度 v 行駛，若橋面的圓弧半徑為 R ，試畫出受力分析圖，分析汽車通過橋的最高點時對橋的壓力。通過分析，你可以得出什麼結論？

畫出汽車的受力圖，推導出汽車對橋面的壓力。

學生討論

（1）當 $v = v_0$ ， $F_{向} = F_{合}$ 內外軌道對火車兩側車輪輪緣都無壓力。

（2）當 $v > v_0$ ， $F_{向} > F_{合}$ 時外軌道對外側車輪輪緣有壓力。

（3）當 $v < v_0$ ， $F_{向} < F_{合}$ 時內軌道對內側車輪輪緣有壓力。

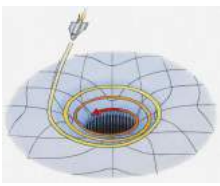
在最高點，對汽車進行受力分析，確定向心力的來源；由牛頓第二定律列出方程求出汽車受到的支持力；由牛頓第三定律求出橋面受到的壓力 $F_N' = G - \frac{mv^2}{R}$


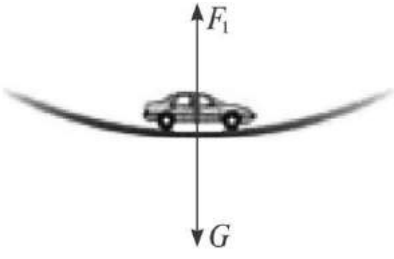
可見，汽車對橋的壓力 F_N' 小於汽車的重力 G ，並且，壓力隨汽車速度的增大而減小。

歸納勻速圓周運動解題思路

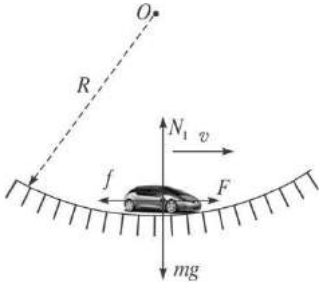
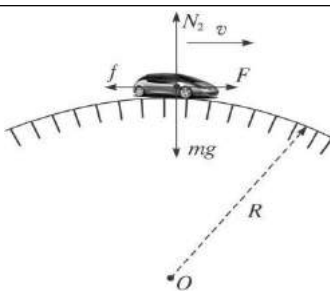
1. 明確研究對象，分析其受力情況；
2. 確定圓心；
3. 列方程求解，在一條直線上，簡化為代數運算；不在一條直線用平行四邊形定則向指向圓心方向合成；
4. 解方程並對結果進行必要的討論。

學生通過自主、合作、探究的方式對一些針對性問題的思考訓練，培養學生的思維和能力，通過展示和評價，讓學生體驗到成功的喜悅，提高學生學習物理的興趣。


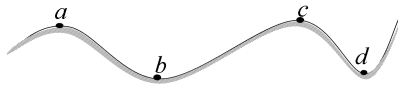


			
<p style="text-align: center;">教 師 活 動</p>	<p style="text-align: center;">教 師 活 動</p> <p>思維拓展 汽車通過凹形橋最低點時，汽車對橋的壓力比汽車的重力大還是小呢？學生自主畫圖分析，教師巡迴指導。</p>  <p>課堂訓練 一輛質量 $m=2.0\text{ t}$ 的小轎</p>	<p style="text-align: center;">學 生 活 動</p> <p>解答：(1) 汽車通過凹形橋面最低點時，在水平方向受到牽引力 F 和阻力 f。在豎直方向受到橋面向上的支持力 N_1 和向下的重力 $G=mg$，如圖所示。圓弧形軌道的圓心在汽車上方，支持力 N_1 與重力 $G=mg$ 的合力為 N_1-mg，這個合力就是汽車通過橋面最低點時的向心力，即 $F_{\text{向}}=N_1-mg$。由向心力公式有： $N_1-mg=m\frac{v^2}{R}$</p>	<p style="text-align: center;">設 計 意 圖</p> <p>學生通過自主、合作、探究的方式對一些針對性問題的思考訓練，培養學生的思維和能力，通過展示和評價，讓學生體驗到成</p>

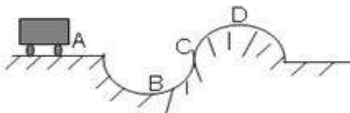


	<p>車，駛過半徑 $R=90\text{ m}$ 的一段圓弧形橋面，重力加速度 $g=10\text{ m/s}^2$。求：</p> <p>(1) 若橋面為凹形，汽車以 20 m/s 的速度通過橋面最低點時，對橋面壓力是多大？</p> <p>(2) 若橋面為凸形，汽車以 10 m/s 的速度通過橋面最高點時，對橋面壓力是多大？</p> <p>(3) 汽車以多大速度通過凸形橋面頂點時，對橋面剛好沒有壓力？</p> 	<p>解得橋面的支持力大小為 N_1</p> $m\frac{v^2}{R} + mg = (2\ 000 \times \frac{20^2}{90} + 2\ 000 \times 10)\text{ N} = 2.89 \times 10^4\text{ N}$ <p>根據牛頓第三定律，汽車對橋面最低點的壓力大小是 $2.98 \times 10^4\text{ N}$。</p> <p>(2) 汽車通過凸形橋面最高點時，在水平方向受到牽引力 F 和阻力 f，在豎直方向受到豎直向下的重力 $G=mg$ 和橋面向上的支持力 N_2，如圖所示。圓弧形軌道的圓心在汽車的下方，重力 $G=mg$ 與支持力 N_2 的合力為 $mg-N_2$，這個合力就是汽車通過橋面頂點時的向心力，即 $F_{\text{向}}=mg-N_2$，由向心力公式有 $mg-N_2=m\frac{v^2}{R}$</p>	<p>功的喜悅，提高學生學習物理的興趣。</p>
<p>教 學 過 程</p>	<p style="text-align: center;">教 師 活 動</p>  <p>說一說</p> <p>汽車不在拱形橋的最高點或最低點時，它的運動能用上面的方法求解嗎？</p> <p>汽車受到重力和垂直於支持面的支持力，將重力分解為平行於支持面和垂直於支持面的兩個分力，這樣，在垂直於支持面的方向上重力的分力和支持力的合力提供向心力。</p>	<p style="text-align: center;">學 生 活 動</p> <p>解得橋面的支持力大小為</p> $N_2 = mg - m\frac{v^2}{R} = (2\ 000 \times 10 - 2\ 000 \times \frac{10^2}{90})\text{ N} = 1.78 \times 10^4\text{ N}$ <p>根據牛頓第三定律，汽車在橋的頂點時對橋面壓力的大小為 $1.78 \times 10^4\text{ N}$。</p> <p>(3) 設汽車速度為 v_m 時，通過凸形橋面頂點時對橋面壓力為零。根據牛頓第三定律，這時橋面對汽車的支持力也為零，汽車在豎直方向只受到重力 G 作用，重力 $G=mg$ 就是汽車駛過橋頂點時的向心力，即 $F_{\text{向}}=mg$，</p>	<p style="text-align: center;">設 計 意 圖</p> <p>學生通過自主、合作、探究的方式對一些針對性問題的思考訓練，培養學生的思維和能力，通過展示和評價，讓學生體驗到成功的喜悅，</p>



	<p>三、航天器中的失重現象</p> <p>引導學生閱讀教材“思考與討論”中提出的問題情境，用學過的知識加以分析，發表自己的見解。上面“思考與討論”中描述的情景其實已經實現，不過不是在汽車上，而是在航天飛行中。</p>  <p>假設太空船質量為 M，它在地球表面附近繞地球做勻速圓周運動，其軌道半徑近似等於地球半徑 R，太空人質量為 m，太空船和太空人受到的地球引力近似等於他們在地面的重力。試求座艙對宇航員的支持力。此時飛船的速度多大？</p>	<p>由向心力公式有 $mg = m \frac{v_m^2}{R}$</p> <p>得 $v_m = \sqrt{gR} = \sqrt{10 \times 90} \text{ m/s} = 30 \text{ m/s}$</p> <p>汽車以 30 m/s 的速度通過橋面頂點時，對橋面剛好沒有壓力。</p> <p>學生：推導並得出結論——</p> <p>1. 一輛卡車在丘陵地勻速行駛，地形如圖所示，由於輪胎太舊，途中爆胎，爆胎可能性最大的地段應是()</p> <p>A. a 處 B. b 處 C. c 處 D. d 處</p> 	<p>提高學生學習物理的興趣。</p>
教	教師活動	學生活動	設計意圖



<p>學</p> <p>過</p> <p>程</p>	<p>通過求解，你可以得出什麼結論？</p> <p>其實在任何關閉了發動機，又不受阻力的飛行器中，都是一個完全失重的環境。其中所有的物體都處於完全失重狀態。</p> <p>課堂小結</p> <p>本節課中需要我們掌握的關鍵是：一個要從力的方面認真分析，搞清誰來提供物體做圓周運動所需的向心力，能提供多大的向心力，是否可以變化；另一個方面從運動的物理量本身去認真分析，看看物體做這樣的圓周運動究竟需要多大的向心力。如果供需雙方正好相等，則物體將做穩定的圓周運動；</p> <p>佈置作業</p> <p>教材“問題與練習”第 1、2、3、4 題。</p>	<p>如圖所示，質量 $m=2.0 \times 10^4 \text{kg}$ 的汽車以不變的速度先後駛過凹形橋面和凸形橋面，兩橋面的圓弧半徑均為 20m。由於輪胎太舊，如果受到超過 $3 \times 10^5 \text{N}$ 的壓力時就會出現爆胎，則：</p> <p>(1) 汽車在行駛過程中，在哪個位置最可能出現爆胎？</p> <p>(2) 為了使汽車安全過橋，汽車允許的最大速度是多少？</p> <p>(3) 若以 (2) 中所求得速度行駛，汽車對橋面的最小壓力是多少</p>  <p>練習：質量為 25kg 的小孩坐在秋千板上，小孩離系繩的橫樑 2.5m。如果秋千板擺到最低點時，小孩運動速度的大小是 5m/s，她對秋千板的壓力是多大？</p>	<p>應用學到的知識來解決實際問題，通過練習掌握公式的應用及理解公式各物理量的含義。</p>
---	---	--	--

2.7 板書設計

一、鐵路的彎道

1. 軌道水平：外軌對車的彈力提供向心力

軌道斜面：內外軌無彈力時重力和支持力的合力提供向心力

二、拱形橋

$$\text{拱形橋：} F_N = G - m \frac{v^2}{R}$$



凹形橋： $F_N = G + m \frac{v^2}{R}$

三、航天器的失重現象

三、課後練習：§5.7 生活中的圓周運動

1. 下列有關生活現象的說法正確的是()
- A. 航天器裏的宇航員處於完全失重狀態，因為宇航員不受到力的作用
 - B. 遊樂場中高速轉動的魔盤把人甩到邊緣上去是屬於離心現象
 - C. 汽車以一速度通過凹形橋最低點時對橋的壓力小於其重力
 - D. 汽車以一速度通過拱形橋最高點時對橋的壓力大於其重力

解析 完全失重是指物體對支持物或懸掛物的作用力為零，而不是不受力的作用，A 錯誤；遊樂場中高速轉動的魔盤把人甩到邊緣上是合外力不足以提供所需的向心力所產生的離心現象，B 正確；汽車通過凹形橋最低點時向心加速度豎直向上，產生超重現象，對橋的壓力大於其重力，C 錯誤；汽車以一速度通過拱形橋最高點時，處於失重狀態，對橋的壓力小於其重力，D 錯誤。

答案 B

2. 如圖 1 所示，汽車以一定的速度經過一個圓弧形橋面的頂點時，關於汽車的受力及汽車對橋面的壓力情況，以下說法不正確的是()



圖 1

- A. 在豎直方向汽車受到三個力：重力、橋面的支持力和向心力
- B. 在豎直方向汽車可能只受兩個力：重力和橋面的支持力
- C. 在豎直方向汽車可能只受重力
- D. 汽車對橋面的壓力小於汽車的重力

解析 一般情況下汽車受重力和支持力作用，且 $mg - F_N = m \frac{v^2}{r}$ ，故支持力 $F_N = mg - m \frac{v^2}{r}$ ，即支持力小於重力，A 項錯誤，B、D 項正確；當汽車的速度 $v = \sqrt{gr}$ 時，汽車所受支持力為零，C 項正確，故選 A。

答案 A

3. 如圖 2，洗衣機是現代家庭常見的電器設備，它是採用轉筒帶動衣物旋轉的方式進行脫水的，下列有關說法中錯誤的是()

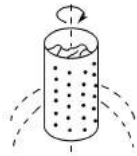


圖 2

- A. 脫水過程中，衣物是緊貼筒壁的
- B. 加快脫水筒轉動的角速度，脫水效果會更好
- C. 水能從桶中甩出是因為水滴需要的向心力太大的緣故
- D. 靠近中心的衣物脫水效果比四周的衣物脫水效果好

解析 衣物在轉動中的向心力是由筒壁對它的彈力提供的，所以脫水過程



中，衣物是緊貼筒壁的，選項 A 正確；由 $F=m\omega^2r$ 可知，角速度越大，需要的向心力也越大，脫水效果會更好；而靠近中心的衣物半徑小，向心力也小，脫水效果就差，故選項 B、C 正確，D 項錯誤。

答案 D

4. 如圖 3 所示，光滑的水平面上，小球在拉力 F 作用下做勻速圓周運動，若小球到達 P 點時 F 突然發生變化，下列關於小球運動的說法正確的是()

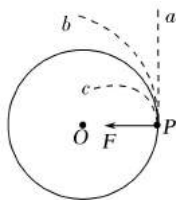


圖 3

- A. F 突然消失，小球將沿軌跡 Pa 做離心運動
- B. F 突然變小，小球將沿軌跡 Pa 做離心運動
- C. F 突然變大，小球將沿軌跡 Pb 做離心運動
- D. F 突然變小，小球將沿軌跡 Pc 逐漸靠近圓心

解析 F 突然消失時，小球將沿該時刻線速度方向，即沿軌跡 Pa 做離心運動，選項 A 正確； F 突然變小時，小球將會沿軌跡 Pb 做離心運動，選項 B、D 均錯誤； F 突然變大時，小球將沿軌跡 Pc 做近心運動，選項 C 錯誤。

答案 A

5. 如圖 4 所示是上海錦江樂園新建的“摩天轉輪”，它的直徑達 98 m，世界排名第五。遊人乘坐時，轉輪始終不停地勻速轉動，每轉一周用時 25 min。下列說法中正確的是()



圖 4

- A. 每時每刻每個人受到的合外力都不等於零
- B. 每個乘客都在做加速度為零的勻速運動
- C. 乘客在乘坐過程中對座位的壓力始終不變
- D. 乘客在乘坐到最低點時，有失重的感覺

解析 勻速圓周運動不是勻速運動，而是勻變速運動，物體所受合外力提供向心力，每時每刻指向圓心，其大小恒定，故選項 A 正確，選項 B 錯誤。人在乘坐過程中，人對座位的壓力在最低點時最大， $F_{\max}=mg+m\frac{v^2}{r}$ ，處於超重狀態；在最高點時最小， $F_{\min}=mg-m\frac{v^2}{r}$ ，處於失重狀態，選項 C、D 錯誤，故選 A。

答案 A

6. “天宮一號”繞地球做勻速圓周運動，關於在艙內所做的實驗下列說法中正確的是()

- A. 可以用天平測量物體的質量
- B. 可以用水銀氣壓計測艙內的氣壓
- C. 可以用彈簧測力計測拉力



D·在衛星內將重物掛於彈簧測力計上，彈簧測力計示數等於物體的重力

解析 衛星內物體處於完全失重狀態，此時放在天平上的物體對天平的壓力為零，因此不能用天平測物體的質量，故 A 錯；同理水銀也不會產生壓力，故水銀氣壓計也不能使用，故 B 錯；彈簧測力計測拉力遵從胡克定律，拉力的大小與彈簧伸長量成正比，故 C 正確；物體處於完全失重狀態，彈簧測力計示數等於零，D 錯誤。

答案 C

7·如圖 5 所示，可視為質點的、質量為 m 的小球，在半徑為 R 的豎直放置的光滑圓形軌道內做圓周運動，下列有關說法中不正確的是()

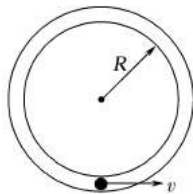


圖 5

A·小球能夠通過最高點時的最小速度為 0

B·小球能夠通過最高點時的最小速度為 \sqrt{gR}

C·如果小球在最高點時的速度大小為 $2\sqrt{gR}$ ，則此時小球對管道的外壁有作用力

D·如果小球在最高點時的速度大小為 \sqrt{gR} ，則小球通過最高點時與管道間無相互作用力

解析 因為管道內壁可以提供支持力，故最高點的最小速度可以為零。若在最高點 $v > 0$ 且較小時，球做圓周運動所需的向心力由球的重力跟管道內壁對球向上的力 F_{N1} 的合力共同提供，即 $mg - F_{N1} = m\frac{v^2}{R}$ ，當 $F_{N1} = 0$ 時， $v = \sqrt{gR}$ ，此時只有重力提供向心力，由此知，速度在 $0 < v < \sqrt{gR}$ 時，球的向心力由重力和管道內壁對球向上的彈力提供。當 $v > \sqrt{gR}$ 時，球的向心力由重力跟管道外壁對球的向下的彈力共同提供，綜上所述，A、C、D 正確。

答案 B

8·雜技演員表演“水流星”，在長為 1.6 m 的細繩的一端，系一個和水的總質量為 $m = 0.5 \text{ kg}$ 的盛水容器，以繩的另一端為圓心，在豎直平面內做圓周運動，如圖 6 所示，若“水流星”通過最高點時的速率為 4 m/s，則下列說法正確的是($g = 10 \text{ m/s}^2$)()

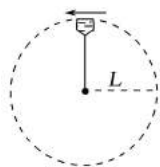


圖 6

A·“水流星”通過最高點時，有水從容器中流出

B·“水流星”通過最高點時，繩的張力及容器底部受到的壓力均為零

C·“水流星”通過最高點時，處於完全失重狀態，不受力的作用

D·“水流星”通過最高點時，繩子的拉力大小為 5 N

解析 水流星在最高點的臨界速度 $v = \sqrt{gL} = 4 \text{ m/s}$ ，由此知繩的拉力恰為零，且水恰不流出。



答案 B

9. 如圖 7 所示，長為 l 的輕杆，一端固定一個小球，另一端固定在光滑的水平軸上，使小球在豎直面內做圓周運動，關於最高點的速度 v ，下列說法不正確的是()



A. v 的極小值為 \sqrt{gl}

B. v 由零逐漸增大，向心力也增大

C. 當 v 由 \sqrt{gl} 逐漸增大時，杆對小球的彈力逐漸增大

D. 當 v 由 \sqrt{gl} 逐漸減小時，杆對小球的彈力逐漸增大

解析 由於是輕杆，即使小球在最高點速度為零，小球也不會掉下來，因此 v 的極小值是零，A 錯； v 由零逐漸增大，由 $F_n = \frac{mv^2}{l}$ 可知， F_n 也增大，B 對；當 $v = \sqrt{gl}$ 時， $F_n = \frac{mv^2}{l} = mg$ ，此時杆恰對小球無作用力，向心力只由其自身重力提供；當 v 由 \sqrt{gl} 增大時，則 $\frac{mv^2}{l} = mg + F$ ，故 $F = m\frac{v^2}{l} - mg$ ，杆對球的力為拉力，且逐漸增大；當 v 由 \sqrt{gl} 減小時，杆對球的力為支持力。此時， $mg - F' = \frac{mv^2}{l}$ ， $F' = mg - \frac{mv^2}{l}$ ，支持力 F' 逐漸增大，杆對球的拉力、支持力都為彈力，所以 C、D 也對。

答案 A

10. 汽車在水平地面上轉彎，地面對車的摩擦力已達到最大值。當汽車的速率增大到原來的 2 倍時，若使車在地面轉彎時仍不打滑，汽車的轉彎半徑應()

A. 增大到原來的 2 倍

B. 減小到原來的一半

C. 增大到原來的 4 倍

D. 減小到原來的四分之一

解析 汽車在水平路面上轉彎，向心力由靜摩擦力提供。設汽車質量為 m ，汽車與路面的動摩擦因數為 μ ，汽車的轉彎半徑為 r ，則 $\mu mg = m\frac{v^2}{r}$ ，由此得 $r \propto v^2$ ，故速率增大到原來的 2 倍，轉彎半徑應增大到原來的 4 倍，選項 C 正確。

答案 C

11. 如圖 8 所示為馬戲團中上演的飛車節目，在豎直平面內有半徑為 R 的圓軌道。表演者騎著摩托車在圓軌道內做圓周運動。已知人和摩托車的總質量為 m ，人以 $v_1 = \sqrt{2gR}$ 的速度過軌道最高點 B ，並以 $v_2 = \sqrt{3}v_1$ 的速度過最低點 A 。求在 A 、 B 兩點軌道對摩托車的壓力大小相差多少？

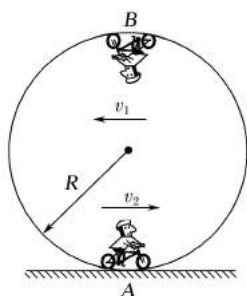


圖 8

解析 在 B 點， $F_B + mg = m\frac{v_1^2}{R}$ ，解得 $F_B = mg$ ，在 A 點， $F_A - mg = m\frac{v_2^2}{R}$ ，解之得 $F_A = 7mg$ ，所以在 A、B 兩點軌道對摩托車的壓力大小相差 $6mg$ 。

答案 $6mg$

12. (2016·杭州期末) 汽車若在起伏不平的公路上行駛時，應控制車速，以避免造成危險。如圖 9 所示為起伏不平的公路簡化模型圖，設公路為若干段半徑 r 為 50 m 的圓弧相切連接，其中 A、C 為最高點，B、D 為最低點，一質量為 2 000 kg 的汽車(作質點處理)行駛在公路上，($g = 10 \text{ m/s}^2$) 試求：

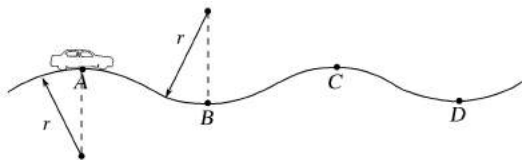


圖 9

(1) 當汽車保持大小為 20 m/s 的速度在公路上行駛時，路面的最高點和最低點受到壓力各為多大？

(2) 速度為多大時可使汽車在最高點對公路的壓力為零？

(3) 簡要回答為什麼汽車通過拱形橋面時，速度不宜太大？

解析 (1) 以汽車為研究對象，根據牛頓第二定律有：

$$\text{最高點：} mg - F_1 = m\frac{v^2}{r},$$

$$\text{得：} F_1 = mg - m\frac{v^2}{r} = 4\,000 \text{ N}$$

由牛頓第三定律知，汽車對路面的壓力 $F_1' = F_1 = 4\,000 \text{ N}$

$$\text{最低點：} F_2 - mg = m\frac{v^2}{r},$$

$$\text{得：} F_2 = mg + m\frac{v^2}{r} = 36\,000 \text{ N}$$

由牛頓第三定律知，汽車對路面的壓力 $F_2' = F_2 = 36\,000 \text{ N}$

(2) 汽車在最高點對公路的壓力為零時，由 $mg = m\frac{v^2}{r}$ 得：

$$v = \sqrt{gr} = 22.4 \text{ m/s}$$

(3) 若速度太大，則車對地面的壓力明顯減小甚至為 0，會給汽車剎車和轉彎帶來困難，甚至可能使汽車騰空拋出。

答案 (1) 4 000 N 36 000 N (2) 22.4 m/s

(3) 見解析



第八課題：綜合複習（2 課時）

課題	綜合複習		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2018.02.06	課型	復習課		課時	2 課時

綜合複習一：《第五章 曲線運動》章末總結

突破一 運動的合成與分解

1. 運算法則

利用平行四邊形定則或三角形定則，把曲線運動分解為兩個直線運動，然後運用直線運動的規律求解，合運動與分運動之間具有等效性、獨立性和等時性等特點。

2. 小船渡河模型

(1) 船的實際運動：是水流的運動和船相對靜水的運動的合運動。

(2) 三種速度：船在靜水中的速度 $v_{船}$ 、水的流速 $v_{水}$ 、船的實際速度 v 。

(3) 三種情況

情況	圖示	說明
渡河時間最短		當船頭垂直河岸時，渡河時間最短，最短時間 $t_{\min} = \frac{d}{v_{船}}$
渡河位移最短		當 $v_{水} < v_{船}$ 時，如果滿足 $v_{水} - v_{船} \cos \theta = 0$ ，渡河位移最短， $x_{\min} = d$
		當 $v_{水} > v_{船}$ 時，如果船頭方向(即 $v_{船}$ 方向)與合速度方向垂直，渡河位移最短，最短渡河位移為 $x_{\min} = \frac{d v_{水}}{v_{船}}$

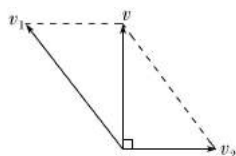
【例 1】 有一只小船正在過河，河寬 $d=300\text{ m}$ ，小船在靜水中的速度 $v_1=3\text{ m/s}$ ，水的流速 $v_2=1\text{ m/s}$ 。小船在下列條件過河時，求過河的時間。

(1) 以最短的時間過河；

(2) 以最短的位移過河。

解析 (1) 當小船的船頭方向垂直於河岸時，即船在靜水中的速度 v_1 的方向垂直於河岸時，過河時間最短，則最短時間 $t_{\min} = \frac{d}{v_1} = \frac{300}{3}\text{ s} = 100\text{ s}$ 。

(2) 因為 $v_1=3\text{ m/s} > v_2=1\text{ m/s}$ ，所以當小船的合速度方向垂直於河岸時，過河位移最短。此時合速度方向如圖所示，則過河時間 $t = \frac{d}{v} = \frac{d}{\sqrt{v_1^2 - v_2^2}} \approx 106.1\text{ s}$ 。



答案 (1)100 s (2)106.1 s

3·關聯物體速度的分解

解決“關聯”速度問題的關鍵在於：

(1)明確要分解速度的物體：該物體速度方向與繩(杆)速度方向有夾角。

(2)明確要分解的速度：物體的實際速度為合速度。

(3)明確要分解的方向：①沿著繩子(杆)伸長的方向分解。②沿著垂直繩子(杆)方向分解。

【例2】如圖1所示，當小車A以恒定的速度 v 向左運動時，對於B物體，下列說法正確的是()

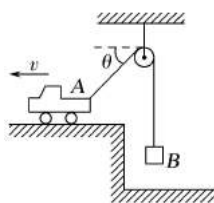


圖 1

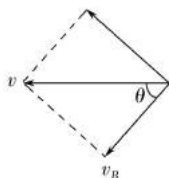
A·勻加速上升

B·勻速上升

C·B物體受到的拉力大於B物體受到的重力

D·B物體受到的拉力等於B物體受到的重力

解析 將小車的速度分解，如圖所示，合速度 v 沿繩方向的分速度等於物體B的速度 v_B ，所以 $v_B = v \cos \theta$ ，隨著小車的運動， θ 變小，速度 v_B 增大，但速度 v_B 增大不均勻，B物體做變加速運動；由牛頓第二定律知，B物體受到的拉力大於B物體受到的重力。



答案 C

突破二 平拋運動

1·平拋運動的規律：

平拋運動是勻變速曲線運動，其規律如下表

水平方向	$v_x = v_0 \quad x = v_0 t$	
豎直方向	$v_y = gt, \quad y = \frac{1}{2}gt^2$	
合速度	大小	$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 + g^2 t^2}$
	方向	與水平方向的夾角 $\tan \alpha = \frac{v_y}{v_x} = \frac{gt}{v_0}$
合位移	大小	$s = \sqrt{x^2 + y^2}$



	方向	與水平方向的夾角 $\tan \theta = \frac{y}{x} = \frac{gt}{2v_0}$
--	----	--

2. 解決平拋運動問題的三個常用方法

(1) 利用平拋運動的時間特點解題：

平拋運動可分解成水平方向的勻速直線運動和豎直方向的自由落體運動，只要拋出的時間相同，下落的高度和豎直分速度就相同。

(2) 利用平拋運動的偏轉角度解題

設做平拋運動的物體，當下落高度為 h 時，水平位移為 s ，速度 v_A 與初速度 v_0 的夾角為 θ ，則由圖 2 可得

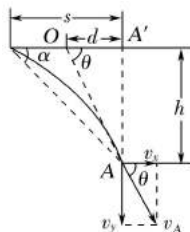


圖 2

$$\tan \theta = \frac{v_y}{v_x} = \frac{gt}{v_0} = \frac{v_0 gt}{v_0^2} = \frac{gs}{v_0^2} \quad \text{①}$$

將 v_A 反向延長與 s 相交於 O 點，設 $A'O = d$ ，則有

$$\tan \theta = \frac{h}{d} = \frac{\frac{1}{2}gt^2}{\frac{s}{v_0}t} = \frac{1}{2} \frac{g}{v_0} \frac{s}{d} \quad \text{代入①式解得 } d = \frac{1}{2}s$$

$$\tan \theta = \frac{h}{d}, \tan \alpha = \frac{h}{s} = \frac{h}{2d}, \text{ 所以 } \tan \theta = 2 \tan \alpha \quad \text{②}$$

①②兩式揭示了偏轉角和其他各物理量的關係，是平拋運動的一個規律，運用這個規律能巧解平拋運動的問題。

(3) 利用平拋運動的軌跡解題

平拋運動的軌跡是一條拋物線，已知拋物線上任一段的運動情況，就可求出水平初速度，其他物理量也就迎刃而解了。設圖 3 為某小球做平拋運動的一段軌跡，在軌跡上任取兩點 A 和 B ，分別過 A 點作豎直線和過 B 點作水平線相交於 C 點，然後過 BC 的中點 D 作垂線交軌跡於 E 點，過 E 點再作水平線交 AC 於 F 點，由於小球經過 AE 和 EB 的時間相等，設為單位時間 T ，則有 $T =$

$$\sqrt{\frac{\Delta y}{g}} = \sqrt{\frac{FC - AF}{g}}, v_0 = \frac{FE}{T} = FE \sqrt{\frac{g}{FC - AF}}。$$

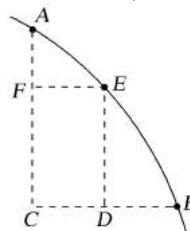


圖 3

【例 3】如圖 4 所示，某校組織同學玩投球遊戲。小球(視作質點)運動過程不計空氣阻力。已知 $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ 。



圖 4

(1) 假設小明同學將球以 $v_a = 3 \text{ m/s}$ 的速度水平拋出，小球拋出時距離地面的高度為 $h_a = 0.8 \text{ m}$ ，求小球落地時的速度 v ；

(2) 裁判老師要求小明把球投到距小球拋出點水平距離為 $x = 4 \text{ m}$ 外，則小球拋出時的初速度 v_b 至少應多大？

解析 (1) 小球做平拋運動，在豎直方向上做自由落體運動，則有：

$$v_y^2 = 2gh_a \text{。得：} v_y = 4 \text{ m/s}$$

$$\text{則小球落地時的速度為：} v = \sqrt{v_a^2 + v_y^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} \text{ m/s} = 5 \text{ m/s}$$

$$\text{落地速度與水平方向夾角為} \alpha \text{，則有：} \sin \alpha = \frac{v_y}{v} = \frac{4}{5}$$

$$\text{即：} \alpha = 53^\circ$$

(2) 由平拋運動規律有：

$$h_a = \frac{1}{2}gt^2$$

$$x = v_b t$$

$$\text{聯立得：} v_b = x \sqrt{\frac{g}{2h}} = 4 \times \sqrt{\frac{10}{2 \times 0.8}} \text{ m/s} = 10 \text{ m/s}$$

答案 (1) 5 m/s ，方向與水平方向夾角為 53° 斜向下

(2) 10 m/s

【例 4】 小球做平拋運動的軌跡如圖 5 所示， $y_1 = 15 \text{ cm}$ ， $y_2 = 25 \text{ cm}$ ， $\overline{EF} = 10 \text{ cm}$ ， D 為 BC 的中點。求小球拋出點的座標和初速度的大小。(取 $g = 10 \text{ m/s}^2$)

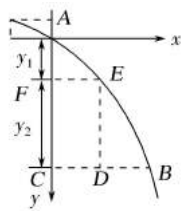


圖 5

解析 由題意可知，小球經過 AE 段、 EB 段的時間相等，由豎直方向勻變速運動規律得， $y_2 - y_1 = gt^2$ ，代入數據得， $t = 0.1 \text{ s}$ 。

$$\text{小球經 } E \text{ 點時的豎直方向速度 } v_{Ey} = \frac{y_1 + y_2}{2t} = 2 \text{ m/s} \text{，}$$

$$\text{小球的水平初速度 } v_0 = \frac{\overline{EF}}{t} = 1 \text{ m/s}$$

$$\text{小球由拋出到 } E \text{ 點的時間 } t_E = \frac{v_E}{g} = 0.2 \text{ s}$$

$$\text{小球由拋出到 } A \text{ 點的時間 } t_A = t_E - 0.1 \text{ s} = 0.1 \text{ s}$$

$$\text{小球拋出點的橫坐標 } x_0 = -v_0 t_A = -0.1 \text{ m} \text{，}$$



縱坐標 $y_0 = -\frac{1}{2}gt_1^2 = -0.05 \text{ m}$ 。

答案 $(-0.1 \text{ m}, -0.05 \text{ m}) \quad 1 \text{ m/s}$

突破三 解決圓周運動的基本方法

1. 分析物體的運動情況，明確圓周軌道在怎樣的一個平面內，確定圓心在何處，半徑是多大。

2. 分析物體的受力情況，弄清向心力的來源跟運用牛頓第二定律解直線運動問題一樣，解圓周運動問題，也要先選擇研究對象，然後進行受力分析，畫出受力示意圖。

3. 由牛頓第二定律 $F=ma$ 列方程求解相應問題，其中 F 是指向圓心方向的合外力(向心力)， a 是指向心加速度，即 $\frac{v^2}{r}$ 或 $\omega^2 r$ 或用週期 T 來表示的形式。

【例 5】 (2016·浙江第二次大聯考)如圖 6 所示為一種叫作“魔盤”的娛樂設施，當“魔盤”轉動得很慢時，人會隨著“魔盤”一起轉動，當“魔盤”轉動到一定速度時，人會“貼”在“魔鬼”豎直壁上，而不會滑下。若“魔盤”半徑為 r ，人與“魔盤”豎直壁間的動摩擦因數為 μ ，在人“貼”在“魔盤”豎直壁上隨“魔盤”一起轉動過程中，下列說法中正確的是()

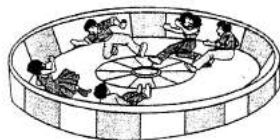


圖 6

- A. 人受重力、彈力、摩擦力和向心力作用
- B. 如果轉速變大，人與器壁之間的摩擦力變大
- C. 如果轉速變大，人與器壁之間的彈力不變
- D. “魔盤”的轉速一定大於 $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{\mu r}}$

解析 向心力不是一種性質力，故 A 選項錯誤；在轉速增大時，雖然向心力增大，彈力增大，但是摩擦力始終等於重力，故 B、C 選項錯誤；根據彈力提供向心力，設最小彈力為 N ，由 $\mu N = mg$ ， $N = m\omega^2 r$ ， $\omega = 2\pi n$ ，得最小轉速 $n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{\mu r}}$ ，故 D 選項正確。

答案 D

突破四 圓周運動的臨界問題

1. 臨界狀態：當物體從某種特性變化為另一種特性時發生質的飛躍的轉折狀態，通常叫做臨界狀態，出現臨界狀態時，既可理解為“恰好出現”，也可理解為“恰好不出現”。

2. 輕繩類：輕繩拴球在豎直面內做圓周運動，過最高點時，臨界速度為 $v = \sqrt{gr}$ ，此時 $F_{\text{繩}} = 0$ 。

3. 輕杆類：

(1) 小球能過最高點的臨界條件： $v = 0$ ；

(2) 當 $0 < v < \sqrt{gr}$ 時， F 為支持力。

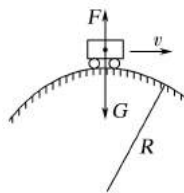


圖 7

- (3) 當 $v = \sqrt{gr}$ 時, $F = 0$;
 (4) 當 $v > \sqrt{gr}$ 時, F 為拉力。

4. 汽車過拱橋：如圖 7 所示，當壓力為零時，即 $G - m\frac{v^2}{R} = 0$ ， $v = \sqrt{gR}$ ，這個速度是汽車能正常過拱橋的臨界速度。 $v < \sqrt{gR}$ 是汽車安全過拱橋的條件。

5. 摩擦力提供向心力：如圖 8 所示，物體隨著水平圓盤一起轉動，汽車在水平路面上轉彎，它們做圓周運動的向心力等於靜摩擦力，當靜摩擦力達到最大時，物體運動速度也達到最大，由 $F_m = m\frac{v_m^2}{r}$ 得 $v_m = \sqrt{\frac{F_m r}{m}}$ ，這就是物體以半徑 r 做圓周運動的臨界速度。

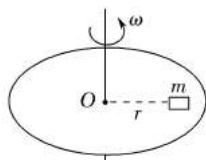


圖 8

【例 6】如圖 9 所示，細繩的一端系著質量為 $M = 2 \text{ kg}$ 的物體，靜止在水平圓盤上，另一端通過光滑的小孔吊著質量為 $m = 0.5 \text{ kg}$ 的物體， M 的中心點與圓孔的距離為 0.5 m ，並已知 M 與圓盤的最大靜摩擦力為 4 N ，現使此圓盤繞中心軸線轉動，求角速度 ω 在什麼範圍內可使 m 處於靜止狀態？(g 取 10 m/s^2)

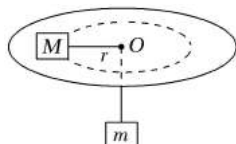


圖 9

解析 當 ω 取較小值 ω_1 時， M 有向 O 點滑動趨勢，此時 M 所受靜摩擦力背離圓心 O ，

$$\text{對 } M \text{ 有：} mg - F_{f\max} = M\omega_1^2 r,$$

$$\text{代入數據得：} \omega_1 = 1 \text{ rad/s}.$$

當 ω 取較大值 ω_2 時， M 有背離 O 點滑動趨勢，

此時 M 所受靜摩擦力指向圓心 O ，對 M 有：

$$mg + F_{f\max} = M\omega_2^2 r$$

$$\text{代入數據得：} \omega_2 = 3 \text{ rad/s}$$

所以角速度的取值範圍是： $1 \text{ rad/s} \leq \omega \leq 3 \text{ rad/s}$ 。

答案 $1 \text{ rad/s} \leq \omega \leq 3 \text{ rad/s}$

【例 7】如圖 10 所示， AB 為半徑為 R 的金屬導軌(導軌厚度不計)， a 、 b 為分別沿導軌上、下兩表面做圓周運動的小球(可看做質點)，要使小球不脫離導軌，則 a 、 b 在導軌最高點的速度 v_a 、 v_b 應滿足什麼條件？

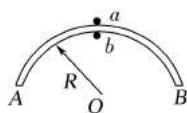


圖 10

解析 對 a 球在最高點，由牛頓第二定律得：

$$m_a g - F_{Na} = m_a \frac{v_a^2}{R} \quad \text{①}$$

要使 a 球不脫離軌道，則 $F_{Na} \geq 0$ ②

由①②得： $v_a \leq \sqrt{gR}$

對 b 球在最高點，由牛頓第二定律得：

$$m_b g + F_{Nb} = m_b \frac{v_b^2}{R} \quad \text{③}$$

要使 b 球不脫離軌道，

則 $F_{Nb} \geq 0$ ④

由③④得： $v_b \geq \sqrt{gR}$ 。

答案 見解析

綜合複習二：模塊綜合檢測

一、選擇題 I (共 10 小題，每小題 4 分，共 40 分。在每小題列出的四個備選項中只有一個是符合題目要求的，不選、多選、錯選均不得分。)

1. 下列關於運動和力的敘述中，正確的是()

- A. 做曲線運動的物體，其加速度方向一定是變化的
- B. 物體做圓周運動時，所受的合力一定指向圓心
- C. 物體所受合力方向與運動方向相反，該物體一定做直線運動
- D. 物體運動的速率在增加，所受合力方向一定與運動方向相同

解析 做曲線運動的物體，其速度一定變化，但加速度不一定變化，比如平拋運動，故 A 錯誤；物體做圓周運動，所受的合力不一定指向圓心，當是勻速圓周運動時，由於速度大小不變，所以加速度垂直於速度，因此合力一定指向圓心，故 B 錯誤；當物體所受合力方向與運動方向相反，則一定做減速直線運動，故 C 正確；物體運動的速率在增加，則一定有加速度存在，但不一定與運動方向相同，比如平拋運動，合力方向與運動方向不相同，故 D 錯誤。

答案 C

2. 小球在光滑水平面上以速度 v 做直線運動，當它經過磁鐵後的運動軌跡可能是()

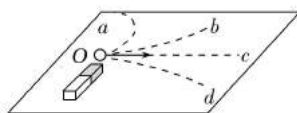


圖 1

A. Oa

B. Ob

C

Oc

D. Od

解析 速度方向是切線方向，合力方向是指向磁鐵的方向，兩者不共線，球在做曲線運動，故 D 正確，A、B、C 錯誤。

答案 D



3. 如圖 2 所示，滑板運動員以速度 v_0 從離地高度 h 處的平臺末端水平飛出，落在水平地面上。忽略空氣阻力，運動員和滑板可視為質點，下列表述正確的是()

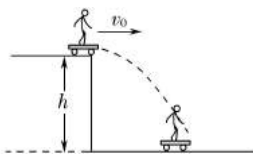


圖 2

- A. v_0 越大，運動員在空中運動時間越長
- B. v_0 越大，運動員落地瞬間速度越大
- C. 運動員落地瞬間速度與高度 h 無關
- D. 運動員落地位置與 v_0 大小無關

解析 運動員做平拋運動的時間由高度決定，A 項錯誤；在高度一定的情况下， v_0 越大，根據運動的合成判斷末速度也越大，B 項正確；運動員落地位置與 v_0 大小和高度有關。

答案 B

4. 如圖 3 所示，在風力發電機的葉片上有 A、B、C 三點，其中 A、C 在葉片的端點，B 在葉片的中點。當葉片轉動時，這三點()

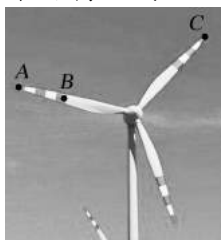


圖 3

- A. 線速度大小都相等
- B. 線速度方向都相同
- C. 角速度大小都相等
- D. 向心加速度大小都相等

解析 首先 A、B、C 屬於同軸轉動，故他們的角速度相等，故 C 正確；由 $v = \omega r$ 知，他們的半徑 r 不相等，故線速度的大小不相等，故 A 錯誤；由於是做圓周運動，故線速度的方向位於切線方向，故 B 錯誤；由 $a = \omega^2 r$ 知，半徑 r 不相等，故加速度 a 不相等，故 D 錯誤。

答案 C

5. 如圖 4 所示，過山車的軌道可視為豎直平面內半徑為 R 的圓軌道。質量為 m 的遊客隨過山車一起運動，當遊客以速度 v 經過圓軌道的最高點時()



圖 4

- A. 處於超重狀態
- B. 向心加速度方向豎直向下
- C. 速度 v 的大小一定為 \sqrt{gR}



D·座位對遊客的作用力為 $m\frac{v^2}{R}$

解析 遊客隨過山車一起做圓周運動，經最高點時加速度方向豎直向下指向圓心，遊客處於失重狀態，故 A 選項錯誤，B 選項正確；經最高點時的速度最小值，由 $mg = m\frac{v^2}{R}$ 求得 $v = \sqrt{gR}$ ，因遊客不一定處於最小速度，故 C 選項錯誤；設遊客對座位的作用力為 F ，有 $mg + F = m\frac{v^2}{R}$ ，則 $F = m\frac{v^2}{R} - mg$ ，由牛頓第三定律知，座位對遊客的作用力 $F' = F$ ，故 D 選項錯誤。

答案 B

6·某卡車在公路上與路旁障礙物相撞。處理事故的員警在泥地裏發現了一個小的金屬物體，經判斷，它是相撞瞬間車頂上一個松脫的零件被拋出而陷在泥裏的。為了判斷卡車是否超速，需要測量的量是()

- A·車的長度，車的重量
- B·車的高度，車的重量
- C·車的長度，零件脫落點與陷落點的水平距離
- D·車的高度，零件脫落點與陷落點的水平距離

解析 根據題意和實際情景分析，零件在卡車撞停時，由於慣性向前飛出，不計空氣阻力，視為做平拋運動，測出水平位移和高度，由 $h = \frac{1}{2}gt^2$ ， $s = v_0t$ ，得 $v_0 = s\sqrt{\frac{g}{2h}}$ ，故 D 正確。

答案 D

7·如圖 5 所示，一偏心輪繞垂直紙面的軸 O 勻速轉動， a 和 b 是輪上質量相等的兩個質點，則偏心輪轉動過程中 a 、 b 兩質點()

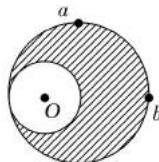


圖 5

- A·角速度大小相同
- B·線速度大小相同
- C·向心加速度大小相同
- D·向心力大小相同

解析 同軸轉動，角速度大小相等，選項 A 正確；角速度大小相等，但轉動半徑不同，根據 $v = \omega r$ 、 $a = \omega^2 r$ 和 $F = m\omega^2 r$ 可知，線速度、向心加速度和向心力大小均不同，選項 B、C、D 錯誤。

答案 A

8·以初速度 v_0 水平拋出一個物體，經過時間 t 物體的速度大小為 v ，則經過時間 $2t$ ，物體速度大小的運算式正確的是()

- A· $v_0 + 2gt$
- B· $v + gt$
- C· $\sqrt{v_0^2 + 2gt^2}$
- D· $\sqrt{v^2 + 2gt^2}$

解析 $2t$ 時刻物體的速度 $v' = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 + 2gt^2}$ ，C 正確，A 錯誤； t 時刻有 $v^2 = v_0^2 + (gt)^2$ ，故 $v' = \sqrt{v^2 + 3gt^2}$ ，B、D 錯誤。

答案 C



9. 未來的星際航行中，宇航員長期處於零重力狀態，為緩解這種狀態帶來的不適，有人設想在未來的航天器上加裝一段圓柱形“旋轉艙”，如圖 6 所示。當旋轉艙繞其軸線勻速旋轉時，宇航員站在旋轉艙內圓柱形側壁上，可以受到與他站在地球表面時相同大小的支持力。為達到上述目的，下列說法正確的是 ()

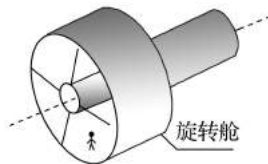


圖 6

- A. 旋轉艙的半徑越大，轉動的角速度就應越大
- B. 旋轉艙的半徑越大，轉動的角速度就應越小
- C. 宇航員質量越大，旋轉艙的角速度就應越大
- D. 宇航員質量越大，旋轉艙的角速度就應越小

解析 由題意知有 $mg = F = m\omega^2 r$ ，即 $g = \omega^2 r$ ，因此 r 越大， ω 越小，且與 m 無關，B 正確。

答案 B

10. 如圖 7 所示為足球球門，球門寬為 L 。一個球員在球門中心正前方距離球門 s 處高高躍起，將足球頂入球門的左下方死角(圖中 P 點)。球員頂球點的高度為 h ，足球做平拋運動(足球可看成質點，忽略空氣阻力)，則()



圖 7

- A. 足球位移的大小 $x = \sqrt{\frac{L^2}{4} + s^2}$
- B. 足球初速度的大小 $v_0 = \sqrt{\frac{g}{2h} \left(\frac{L^2}{4} + s^2 \right)}$
- C. 足球末速度的大小 $v = \sqrt{\frac{g}{2h} \left(\frac{L^2}{4} + s^2 \right) + 4gh}$
- D. 足球初速度的方向與球門線夾角的正切值 $\tan \theta = \frac{L}{2s}$

解析 足球位移大小為 $x = \sqrt{\left(\frac{L}{2} \right)^2 + s^2 + h^2} = \sqrt{\frac{L^2}{4} + s^2 + h^2}$ ，A 錯誤；根據平拋運動規律有： $h = \frac{1}{2}gt^2$ ， $\sqrt{\frac{L^2}{4} + s^2} = v_0 t$ ，解得 $v_0 = \sqrt{\frac{g}{2h} \left(\frac{L^2}{4} + s^2 \right)}$ ，B 正



確；根據平拋運動規律可得 $v = \sqrt{v_0^2 + 2gh} = \sqrt{\frac{g}{2h} \frac{L^2}{4} + s^2} + 2gh$ ，C 錯誤；足球初速度方向與球門線夾角正切值 $\tan \theta = \frac{s}{L} = \frac{2s}{L}$ ，D 錯誤。

答案 B

二、選擇題 II (本題共 3 小題，每小題 5 分，共 15 分。每小題列出的四個備選項中至少有一個是符合題目要求的。)

11. “玉兔號”月球車依靠太陽能電池板提供能量，如圖 8 所示 $ABCD$ 是一塊矩形電池板，能繞 CD 轉動， E 為矩形的幾何中心(未標出)，則電池板旋轉過程中()



圖 8

- A. B 、 E 兩點的轉速相同
- B. A 、 B 兩點的角速度不同
- C. A 、 B 兩點的線速度相同
- D. A 、 E 兩點的向心加速度相同

解析 矩形電池板繞 CD 軸轉動，整塊板角速度相同， A 、 B 、 E 均為電池板上的點，所以三者角速度、轉速均相同，A 對，B 錯； $\omega_A = \omega_B$ ， $r_A = r_B$ ，由 $v = \omega r$ 得 $v_A = v_B$ ，C 正確； $a = \omega^2 r$ ，因 $r_E \neq r_A$ ，所以 $a_A \neq a_E$ ，D 錯誤。

答案 AC

12. 一輕繩一端固定一個質量為 M 的小球，以另一端 O 為圓心，使小球在豎直面內做半徑為 R 的圓周運動，以下說法正確的是()

- A. 小球過最高點時，繩所受的彈力可以等於零
- B. 小球過最高點時的最小速率為 \sqrt{gR}
- C. 小球過最高點時的速率可小於 \sqrt{gR}
- D. 小球過最高點時，繩所受的彈力一定大於零

解析 小球剛好到達最高點的條件是繩的彈力為零，重力提供向心力，有 $mg = m \frac{v^2}{R}$ ，解得 $v = \sqrt{gR}$ ，即 \sqrt{gR} 是小球能夠過最高點的最小速率，當 $v > \sqrt{gR}$ 時，繩的彈力大於零，故 A、B 正確，C、D 錯誤。

答案 AB

13. 一小船在靜水中的速度為 3 m/s ，它在一條河寬為 150 m ，水流速度為 4 m/s 的河流中渡河，則該小船()

- A. 能到達正對岸
- B. 渡河的時間可能等於 50 s
- C. 以最短時間渡河時，它沿水流方向的位移大小為 200 m
- D. 以最短位移渡河時，位移大小為 200 m

解析 因為船在靜水中的速度小於河水的流速，由平行四邊形法則求合速度不可能垂直河岸，小船不可能垂直河岸正達對岸，故 A 錯誤；當船的靜水中



的速度垂直河岸時渡河時間最短： $t_{\min} = \frac{d}{v_{\text{船}}} = 50 \text{ s}$ ，故 B 正確；船以最短時間 50 s 渡河時沿河岸的位移： $x = v_{\text{水}} t_{\min} = 4 \times 50 \text{ m} = 200 \text{ m}$ ，即到對岸時被沖下 200 m，故 C 正確；小船若在 50 s 內渡河，到對岸時，它將被沖下的距離 $x = v_{\text{水}} t = 4 \times 50 \text{ m} = 200 \text{ m}$ 。此時位移 $\sqrt{150^2 + 200^2} = 250 \text{ m}$ ，故 D 錯誤。

答案 BC

三、非選擇題(共 5 小題，共 45 分)

14·(6 分)用頻閃照相技術拍下的兩小球運動的頻閃照片如圖 9 所示。拍攝時，光源的頻閃頻率為 10 Hz， a 球從 A 點水平拋出的同時， b 球自 B 點開始下落，背景的小方格為相同的正方形。重力加速度 g 取 10 m/s^2 ，不計阻力。

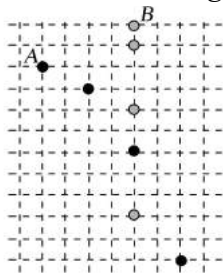


圖 9

(1)根據照片顯示的資訊，下列說法中正確的是_____。

- A·只能確定 b 球的運動是自由落體運動
- B·不能確定 a 球沿豎直方向的運動是自由落體運動
- C·只能確定 a 球沿水平方向的運動是勻速直線運動
- D·可以斷定 a 球的運動是水平方向的勻速直線運動和豎直方向的自由落體運動的合成

(2)根據照片資訊可求出 a 球的水平速度大小為_____ m/s；當 a 球與 b 球運動了_____ s 時它們之間的距離最小。

解析 (1)因相鄰兩照片時間間隔相等，水平位移相等，知小球在水平方向上做勻速直線運動，豎直方向上的運動規律與 b 球運動規律相同，知豎直方向上做自由落體運動，所以 D 正確，A、B、C 錯誤。

(2) $\Delta y = gT^2 = 10 \times 0.01 \text{ m} = 0.1 \text{ m}$ ，所以， $2L = 0.1 \text{ m}$

$$v_0 = \frac{2L}{t} = \frac{0.1 \text{ m}}{0.1 \text{ s}} = 1 \text{ m/s}$$

因為兩球在豎直方向上都做自由落體運動，所以位移之差恒定，當 a 與 b 在同一豎直線上時，距離最短，則： $t = \frac{4L}{v_0} = \frac{0.2}{1} \text{ s} = 0.2 \text{ s}$ 。

答案 (1)D (2)1 0.2

15·(8 分)飼養員對著長 $l = 1.0 \text{ m}$ 的水平細長管的一端吹氣，將位於吹氣端口的質量 $m = 0.02 \text{ kg}$ 的注射器射到動物身上，如圖 10 所示。注射器飛離長管末端的速度大小 $v = 20 \text{ m/s}$ 。可視為質點的注射器在長管內做勻變速直線運動，離開長管後做平拋運動。

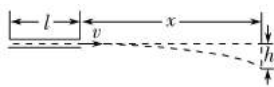


圖 10

- (1)求注射器在長管內運動時的加速度大小；
- (2)求注射器在長管內運動時受到的合力大小；



(3)若動物與長管末端的水平距離 $x=4.0\text{ m}$ ，求注射器下降的高度 h 。

解析 (1)由勻變速直線運動規律 $v^2-0=2al$

$$\text{得 } a = \frac{v^2}{2l} = 2.0 \times 10^2 \text{ m/s}^2$$

(2)由牛頓第二定律 $F=ma$

$$\text{得 } F = 4 \text{ N}$$

(3)由平拋運動規律

$$x=vt, \text{ 得 } t = \frac{x}{v} = 0.2 \text{ s}$$

$$\text{由 } h = \frac{1}{2}gt^2$$

$$\text{得 } h = 0.2 \text{ m}$$

答案 (1) $2.0 \times 10^2 \text{ m/s}^2$ (2)4 N (3)0.2 m

16·(9分)如圖 11 所示，一光滑的半徑為 R 的半圓形軌道放在水平面上，一個質量為 m 的小球以某一速度沖上軌道，然後小球從軌道口 B 處飛出，最後落在水平面上，已知小球落地點 C 距 B 處的距離為 $3R$ 。求小球對軌道口 B 處的壓力為多大？

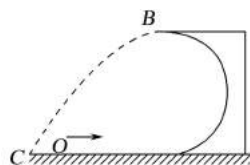


圖 11

解析 設小球經過 B 點時速度為 v_0 ，則：

小球平拋的水平位移為：

$$x = \sqrt{3R^2 - 2R^2} = \sqrt{5}R$$

$$v_0 = \frac{x}{t} = \frac{\sqrt{5}R}{\sqrt{\frac{4R}{g}}} = \frac{\sqrt{5gR}}{2}$$

對小球過 B 點時由牛頓第二定律得：

$$F + mg = m \frac{v_0^2}{R}$$

$$\text{解得 } F = \frac{1}{4}mg$$

$$\text{由牛頓第三定律 } F' = F = \frac{1}{4}mg$$

答案 $\frac{1}{4}mg$

17·(10分)如圖 12 為“快樂大沖關”節目中某個環節的示意圖。參與遊戲的選手會遇到一個人造山谷 ABO ， AO 是高 $h=3\text{ m}$ 的豎直峭壁， OB 是以 A 點為圓心的弧形坡 P ， $\angle OAB=60^\circ$ ， B 點右側是一段水平跑道。選手可以自 A 點借助繩索降到 O 點後再爬上跑道，但身體素質好的選手會選擇自 A 點直接躍上跑道。選手可視為質點，忽略空氣阻力，重力加速度 g 取 10 m/s^2 。

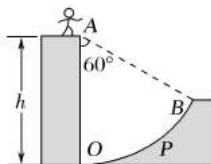


圖 12

- (1)若選手以速度 v_0 水平跳出後，能跳到水平跑道上，求 v_0 的最小值；
 (2)若選手以速度 $v_1=4\text{ m/s}$ 水平跳出，求該選手在空中運動的時間。

解析 (1) v_0 最小應至少要跳到 B 點，

由幾何關係可知，選手下降高度

$$H=h\cdot\cos 60^\circ=1.5\text{ m},$$

$$\text{水平位移 } x=h\cdot\sin 60^\circ=\frac{3\sqrt{3}}{2}\text{ m},$$

$$\text{由 } H=\frac{1}{2}gt^2, x=v_0t \text{ 知, } v_0=\frac{3\sqrt{10}}{2}\text{ m/s}.$$

(2)因為 $v_1 < v_0$ ，故選手應落在 OB 上，設下落時間為 t' ，落點為 B' ， $\angle OAB'$ 為 θ ，則

$$H'=h\cdot\cos \theta=\frac{1}{2}gt'^2, x'=h\cdot\sin \theta=v_1t',$$

解得 $t'=0.6\text{ s}$ 。

答案 (1) $\frac{3\sqrt{10}}{2}\text{ m/s}$ (2)0.6 s

18·(12分)有一水平放置的圓盤，上面放一勁度係數為 k 的彈簧，如圖 13 所示。彈簧的一端固定於軸 O 上，另一端連一質量為 m 的小物體 A ，物體與盤面間的動摩擦因數為 μ ，最大靜摩擦力近似等於滑動摩擦力。開始時彈簧未發生形變，長度為 R 。問：

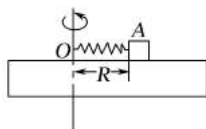


圖 13

- (1)圓盤的轉速 n_0 為多大時，物體 A 開始滑動？
 (2)當轉速達到 $2n_0$ 時，彈簧的伸長量 Δx 是多少？

解析 (1)圓盤開始轉動時，物體 A 所受的靜摩擦力提供向心力。由於最大靜摩擦力近似等於滑動摩擦力，則物體 A 不滑動的條件是 $\mu mg \geq m\omega_0^2 R$ ①，又因為 $\omega_0 = 2\pi n_0$ ②，由①②式得 $n_0 \leq \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\mu g}{R}}$ ，即當 $n_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\mu g}{R}}$ 時，物體 A 開始滑動。

(2)轉速達到 $2n_0$ 時，物體 A 已滑動，物體 A 停止滑動時由彈力和最大靜摩擦力的合力提供向心力，設彈簧伸長量為 Δx ，則物體 A 做圓周運動的半徑 $r=R+\Delta x$ ③，角速度 $\omega=2\pi\cdot 2n_0=2\omega_0$ ④

$$\text{又由牛頓第二定律知, } \mu mg+k\Delta x=m\omega^2 r \quad \text{⑤}$$

解③④⑤式得

$$\Delta x=\frac{3\mu mgR}{kR-4\mu mg}.$$



答案 (1) $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\mu g}{R}}$ (2) $\frac{3\mu mg R}{kR - 4\mu mg}$

第六章：萬有引力與航天（14 課時）

1.1 整章概述

一. 整體分析

“萬有引力定律”是高中物理必修二第五章的內容。這一章的知識內容與學生在必修一和必修二第四章的知識聯繫非常緊密。既有運動學也有動力學。特別是與第四章曲線運動中勻速圓周運動的知識聯繫緊密。在曲線運動之後再學萬有引力定律，這樣的安排，使得知識的學習環環相扣，水到渠成。萬有引力定律的學習，對學生以後學習庫侖力和帶電粒子在磁場中的運動是一個基礎。

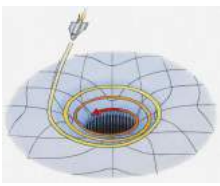
二. 章節分析

1. 知識地位：本章內容包括六小節，分別是行星的運動，太陽與行星間的引力，萬有引力定律，萬有引力的理論成就，宇宙航行，經典力學的限制性。下面將對前面四節內容進行分析。本章知識在整個高中物理知識中起到承上啟下的作用，承上，是在學生學習了相互作用力，牛頓運動定律，曲線運動之後安排的；啟下，為學生以後學習庫侖力和帶電粒子在磁場中的運動打下一定的基礎。隨著我國航天事業的飛速發展，這一內容成為熱點知識，與現代科學技術的聯繫非常緊密，關於這一內容的科學素材也較多，如我國神州系列飛船的發射，北斗衛星的繞地球運行等。通過了解學習這些素材更能使學生產生學習知識的濃厚興趣，激發他們探索未知宇宙知識的熱情，對學生以後的發展有一定的導向作用。

2. 知識結構體系：按照萬有引力定律的發現過程，以及萬有引力定律的發現在人類自然科學中的地位 and 作用的順序編排。先講開普勒三定律，再講太陽與行星間的引力，接著講萬有引力定律，最後講萬有引力定律的理論成就，課程編排由淺入深，由知識的獲得到知識的應用，邏輯條理分明，使得學生易於接受。

1.2 課題中與基本學力要求對應的教學內容

課題中與基本學力要求對應的教學內容	基本學力要求指標
<p style="text-align: center;">A 知識目標</p> <p>1. 知道地心說和日心說的基本內容。</p> <p>2. 知道所有行星繞太陽運動的軌道都是橢圓，太陽處在橢圓的一個焦點上。</p>	A-4 初步學會利用事



3. 知道所有行星的軌道的半長軸的三次方跟它的公轉週期的二次方的比值都相等，且這個比值與行星的質量無關，但與太陽的質量有關。
4. 理解人們對行星運動的認識過程是漫長複雜的，真理是來之不易的。
5. 理解太陽與行星間引力的存在。
6. 能根據開普勒行星運動定律和牛頓第三定律推導出太陽與行星間的引力運算式。
7. 知道萬有引力是一種普遍存在的力。知道萬有引力定律的發現過程，了解科學研究的一般過程。
8. 知道萬有引力定律的運算式，知道萬有引力定律是平方比定律，知道 G 的含義。
9. 了解卡文迪許實驗中扭秤的測量微小力的巧妙構思，知道卡文迪許實驗的意義在於直接驗證萬有引力定律。
10. 了解地球表面物體的萬有引力兩個分力的大小關係，計算地球質量。
11. 行星繞恒星運動、衛星的運動的共同點：萬有引力作為行星、衛星圓周運動的向心力，會用萬有引力定律計算天體的質量。
12. 了解萬有引力定律在天文學上有重要應用。
13. 了解人造衛星的有關知識。
14. 知道三個宇宙速度的含義，會推導第一宇宙速度。
15. 知道牛頓運動定律的適用範圍。
16. 了解經典力學在科學研究和生產技術中的廣泛應用。
17. 知道質量與速度的關係，知道高速運動中必須考慮速度隨時。

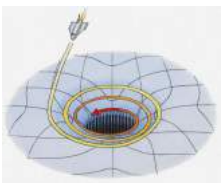
B 情意目標

1. 澄清對天體運動裊秘、模糊的認識，掌握人類認識自然規律的科學方法。
2. 感悟科學是人類進步不竭的動力。
3. 感受太陽與行星間的引力關係，從而體會大自然的奧秘。
4. 領略自然界的奇妙與和諧，蘊涵其中的規律之簡潔，發展對科學的好奇心與求知欲。
5. 體驗牛頓在前人基礎上發現萬有引力的思考過程，說明科學研究的長期性、連續性、艱巨性，體現科學精神與人文精神的結合。
6. 培養學生認真嚴禁的科學態度和大膽探究的心理質量。

實、經驗或科學理論進行邏輯推理作出假設。

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。



7. 體會物理學規律的簡潔性和普適性，領略物理學的優美。
8. 通過介紹我國在衛星發射方面的情況，激發學生的愛國熱情。
9. 感知人類探索宇宙的梦想。促使學生樹立獻身科學的人生價值觀。
10. 通過對牛頓力學適用範圍的討論，使學生知道物理中的結論和規律一般都有其適用範圍，認識知識的變化性和無窮性，培養獻身於科學的時代精神。

C 技能目標

1. 通過托勒密、哥白尼、第穀·布拉赫、開普勒等幾位科學家對行星運動的不同認識，了解人類認識事物本質的曲折性並加深對行星運動的理解。
2. 通過推導太陽與行星間的引力公式，體會邏輯推理在物理學中的重要性。
3. 體會推導過程中的數量關係。
4. 以學習萬有引力定律為載體，培養學生搜集、組織資訊的能力，掌握理論探究的基本方法。
5. 以學習萬有引力定律為載體，通過展現思維程式“提出問題→猜想與假設→理論分析→實驗觀測→驗證結論”培養學生探究思維能力。
6. 認識物理模型、理想實驗和數學工具在物理學發展過程中的作用。
7. 培養學生根據數據分析找到事物的主要因素和次要因素的一般過程和方法。
8. 培養學生根據事件的之間相似性採取類比方法分析新問題的能力與方法。
9. 培養學生歸納總結建立模型的能力與方法。
10. 通過用萬有引力定律推導第一宇宙速度，培養學生運用知識解決問題的能力。
11. 通過閱讀課文體會一切科學都有自己的局限性，新的理論會不斷完善和補充舊的理論，人類對科學的認識是無止境的。



第一課題 §6.1 行星的運動 (1 課時)

一、課前自主預習學案

知識點一 行星運動的兩種學說

[基礎梳理]

1. 地心說

- (1)地球是宇宙的中心，是靜止不動的；
- (2)太陽、月亮以及其他行星都繞地球運動；
- (3)地心說的代表人物是古希臘的科學家托勒密。

2. 日心說

- (1)宇宙的中心是太陽，所有行星在繞太陽做勻速圓周運動；
- (2)地球是繞太陽旋轉的行星，月球是繞地球旋轉的衛星，它繞地球做勻速圓周運動，同時還跟地球一起繞太陽旋轉；
- (3)天穹不轉動，因為地球每天自西向東自轉一周，造成天體每天東升西落的現象；
- (4)日心說的代表人物是哥白尼。

[即學即練]

1. 關於行星運動，下列說法正確的是()

- A. 地球是宇宙的中心，太陽、月亮及其他行星都繞地球運動
- B. 太陽是宇宙的中心，地球是圍繞太陽運動的一顆行星
- C. 太陽是靜止的，行星繞太陽做圓周運動
- D. 無論是日心說還是地心說，在研究行星運動時都是有局限性的

解析 宇宙是一個無限的空間，太陽系只是其中很小的一個星系，太陽也是運動的，日心說的核心是認為太陽是各行星運動的中心。

答案 D

知識點二 開普勒行星運動定律

[基礎梳理]

1. 開普勒三定律

(1)開普勒第一定律(橢圓軌道定律)

①內容：所有行星繞太陽運動的軌道都是橢圓，太陽處在橢圓的一個焦點上。

②特性：如圖 1 所示，金星、木星、水星、火星、土星、地球、天王星等行星繞太陽運動的軌道均是橢圓，太陽位於橢圓的其中一個焦點上。

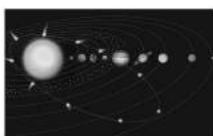


圖 1

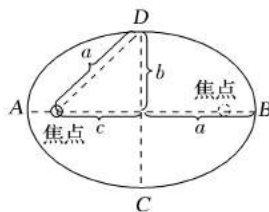


圖 2

③名稱介紹：如圖 2 所示。



若太陽在左焦點上，行星在軌道上運行，則 A 為近日點， B 為遠日點。

(2)開普勒第二定律(面積定律)

①內容：對任意一個行星來說，它與太陽的連線在相等的時間內掃過的面積相等。

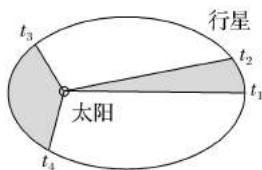


圖 3

②說明：如圖 3 所示。

當 $t_1 \rightarrow t_2$ 與 $t_3 \rightarrow t_4$ 的時間間隔相等時，行星與太陽的連線掃過的面積相等。

所以當離太陽比較近時，行星運行的速度比較大，而離太陽比較遠時，行星運行的速度比較小。

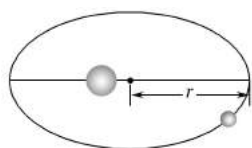


圖 4

(3)開普勒第三定律(週期定律)

①內容：所有行星的軌道半長軸的三次方與公轉週期的二次方的比值都相等。

②如圖 4 所示， r 為橢圓軌道的半長軸， T 為公轉週期。

數學運算式為 $\frac{r^3}{T^2} = k$ 。

2. 說明：(1)開普勒定律不僅適用於行星繞太陽的運動，也適用於衛星繞地球的運動。

(2)在開普勒第三定律中，所有行星繞太陽轉動的 k 值均相同，但對不同天體 k 值不相同， k 值的大小由中心天體決定。

[典例精析]

【例 1】火星和木星沿各自的橢圓軌道繞太陽運行，根據開普勒行星運動定律可知()

- A. 太陽位於木星運行軌道的中心
- B. 火星和木星繞太陽運行速度的大小始終相等
- C. 火星與木星公轉週期之比的平方等於它們軌道半長軸之比的立方
- D. 相同時間內，火星與太陽連線掃過的面積等於木星與太陽連線掃過的面積

解析 根據開普勒行星運動定律，火星和木星沿各自的橢圓軌道繞太陽運行時，太陽位於橢圓的一個焦點上，選項 A 錯誤；行星繞太陽運行的軌道不同，週期不同，運行速度大小也不同，選項 B 錯誤；火星與木星運行的軌道半長軸的立方與週期的平方之比是一個常量，選項 C 正確；火星與太陽連線在相同時間內掃過的面積相等，木星與太陽連線在相同時間內掃過的面積相等，但這兩個面積不相等，選項 D 錯誤。

答案 C

[即學即練]



2. 某行星繞太陽運行的橢圓軌道如圖 5 所示, F_1 和 F_2 是橢圓軌道的兩個焦點, 行星在 A 點的速率比在 B 點的大, 則太陽是位於()

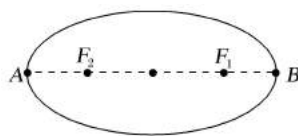


圖 5

- A · F_2 B · A C · F_1 D · B

解析 根據開普勒第二定律: 太陽和行星的連線在相等的時間內掃過相等的面積, 因為行星在 A 點的速率比在 B 點的速率大, 所以太陽在離 A 點近的焦點上, 故太陽位於 F_2 。

答案 A

知識點三 對天體運動的處理方法

[基礎梳理]

由於大多數行星繞太陽運動的軌道與圓十分接近, 因此, 在中學階段的研究中可以按圓軌道處理, 開普勒三定律就可以這樣表述:

1. 行星繞太陽運動的軌道十分接近圓, 太陽處在圓心。
2. 對某一行星來說, 它繞太陽做圓周運動的角速度(或線速度大小)不變, 即行星做勻速圓周運動。
3. 所有行星軌道半徑的三次方跟它的公轉週期的二次方的比值都相等, 即

$$\frac{r^3}{T^2} = k。$$

[典例精析]

【例 2】 兩顆小行星都繞太陽做圓周運動, 其週期分別是 T 、 $3T$, 則()

- A · 它們軌道半徑之比為 1:3
B · 它們軌道半徑之比為 $\sqrt[3]{9}:1$
C · 它們運動的速度大小之比為 $\sqrt[3]{3}:1$
D · 以上選項都不對

解析 由題意知 $\frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{3}$, 根據 $\frac{R_1^3}{T_1^2} = \frac{R_2^3}{T_2^2}$ 所以 $\frac{R_1}{R_2} = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^{\frac{2}{3}} = \frac{1}{\sqrt[3]{9}}$, A、B 錯; 又因為

$$v = \frac{2\pi R}{T}, \text{ 所以 } \frac{v_1}{v_2} = \frac{R_1 T_2}{R_2 T_1} = \frac{\sqrt[3]{3}}{1}, \text{ 故 C 正確。}$$

答案 C

[即學即練]

3. 已知兩個行星的質量 $m_1 = 2m_2$, 公轉週期 $T_1 = 2T_2$, 則它們繞太陽運轉軌道的半長軸之比 $\frac{a_1}{a_2}$ 為()

- A · $\frac{1}{2}$ B · 2 C · $\sqrt[3]{4}$ D · $\frac{1}{\sqrt[3]{4}}$

解析 由開普勒三定律知 $\frac{a^3}{T^2} = k$ 和行星的質量無關, 由 $\frac{a_1^3}{T_1^2} = \frac{a_2^3}{T_2^2}$, 得 $\frac{a_1}{a_2} =$



$$\sqrt[3]{\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2} = \sqrt[3]{\left(\frac{2}{1}\right)^2} = \sqrt[3]{4}, \text{ 所以 C 正確。}$$

答案 C

课堂自测

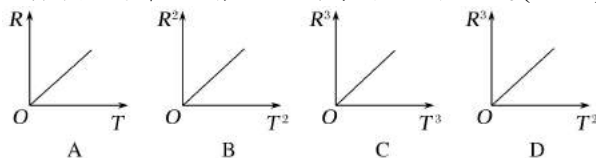
反馈训练 课堂达标

1. 根據開普勒定律，我們可以推出的正確結論有()
- A. 人造地球衛星的軌道都是橢圓，太陽在橢圓的一個焦點上
 - B. 衛星離地球越遠，速率越小
 - C. 衛星離地球越遠，週期越小
 - D. 同一衛星繞不同的行星運行， $\frac{a^3}{T^2}$ 的值都相同

解析 由開普勒三定律知 B 正確，A、C 錯誤；注意開普勒第三定律成立的條件是對同一行星的不同衛星，有 $\frac{a^3}{T^2} = \text{常量}$ 。

答案 B

2. 太陽系有八大行星，八大行星離地球的遠近不同，繞太陽運轉的週期也不相同。下列反映週期與軌道半徑關係的圖象中正確的是()



解析 由開普勒第三定律知 $\frac{R^3}{T^2} = k$ ，所以 $R^3 = kT^2$ ，D 正確。

答案 D

3. 如圖 6 所示是行星 m 繞恆星 M 運動情況的示意圖，下列說法正確的是()

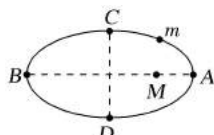


圖 6

- A. 速度最大點是 B 點
- B. 速度最小點是 C 點
- C. m 從 A 到 B 做減速運動
- D. m 從 B 到 A 做減速運動

解析 行星在近日點 A 比在遠日點 B 的速率要大，故行星從 A→B 做減速運動。

答案 C

4. 有兩顆行星環繞某恆星轉動，它們的運動週期之比為 27:1，則它們的軌道半徑之比為()

- A. 1:27
- B. 9:1
- C. 27:1
- D. 1:9

解析 由 $\frac{R_1^3}{T_1^2} = \frac{R_2^3}{T_2^2}$ 得 $\frac{R_1}{R_2} = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^{\frac{2}{3}} = 27^{\frac{2}{3}} = 9$ 。

答案 B



二、新課教學：§6.1 行星的運動

課題	§6.1 行星的運動		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2018.02.13	課型	新授課		課時	1 課時

2.1 教學目標

知識與技能

1. 知道地心說和日心說的基本內容。
2. 知道所有行星繞太陽運動的軌道都是橢圓，太陽處在橢圓的一個焦點上。
3. 知道所有行星的軌道的半長軸的三次方跟它的公轉週期的二次方的比值都相等，且這個比值與行星的質量無關，但與太陽的質量有關。
4. 理解人們對行星運動的認識過程是漫長複雜的，真理是來之不易的。

過程與方法

通過托勒密、哥白尼、第穀·布拉赫、開普勒等幾位科學家對行星運動的不同認識，了解人類認識事物本質的曲折性並加深對行星運動的理解。

情感、態度與價值觀

1. 澄清對天體運動神秘、模糊的認識，掌握人類認識自然規律的科學方法。
2. 感悟科學是人類進步不竭的動力。

2.2 教學重點

理解和掌握開普勒行星運動定律，認識行星的運動。學好本節有利於對宇宙中行星的運動規律的認識，掌握人類認識自然規律的科學方法，並有利於對人造衛星的學習。

2.3 教學難點

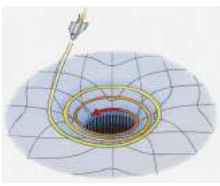
對開普勒行星運動定律的理解和應用，通過本節的學習可以澄清人們對天體運動神秘、模糊的認識。

2.4 教學方法

探究、講授、討論、練習

2.5 教學準備

教具準備、多媒體課件



2.6 教學過程

[新課導入]

【多媒體演示】天體運動的圖片流覽。

教師：在浩瀚的宇宙中有無數大小不一、形態各異的天體，如月亮、地球、太陽、夜空中的星星……由這些天體組成的廣袤無限的宇宙始終是我們渴望了解、不斷探索的領域。關於天體的運動，歷史上有過不同的看法。

(課件投影)中國古代天文學觀

我國古代先民看到北極星常年不動，以及北斗七星等拱極星的回轉，便以為星空是圓的，就像是一只倒扣著的半球大鍋，覆整在大地上，而北極則是這蓋天的頂，又認為地是方的，就像一張圍棋盤，此即“天圓地方”說。東漢時的天文學家張衡提出“渾天”說，認為天就像一個大雞蛋，地球就是其中的蛋黃。

中國古代通常將曆法和天文聯繫在一起，曆法注重天體運行的長時間段的重複週期，而不注重天體在三維空間中的運行情況，與古希臘人和中世紀的歐洲人不同，中國曆法家很少關心宇宙結構方面的討論，在漢朝的大部分時期，人們滿足於這樣的假設：有人居住的世界是一小塊中心區域，靠近平面大地中央，這個平面大地是一個繞著傾斜的軸旋轉的天球的直徑面，天體在該天球的內面移動，但它們靠何種機制來進行這種運動則沒有討論。

中國古代有豐富的天文記錄，西元前第二個千年的後期，甲骨文中已記載了新星現象，從約西元前 200 年開始，在官方檔中已有關於新星的連年記載，還有流星雨、彗星、日食、太陽黑子以及異乎尋常的雲、板光之類的記載，或對蓄星的跟蹤觀測的記錄，這些現象的觀測者都使用了製作精良的大型渾天儀和其他刻度儀器，所觀測的天體位置，其精確程度毫不遜色於歐洲在第穀之前的觀測。

學生閱讀後對探索宇宙產生興趣。

師：在廣袤無垠的宇宙中有著無數大小不一、形態各異的天體，如太陽、月亮、夜空中閃爍的星星……吸引了人們的注意，智麗的頭腦開始探索天體運動的奧秘，它們的運動是靠神的支配，還是物理規律的約束？經過不懈的努力，科學家們對它已有初步的了解，這一節讓我們循著前人的足跡學習行星運動的情況。

[新課教學]

一.“地心說”和“日心說”之爭

[討論與交流]

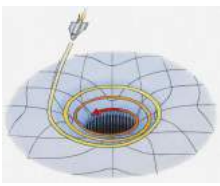
展示問題：

請閱讀教材第一段

1. 古人對天體運動存在哪些看法？

生：“地心說”和“日心說”。

師：2. 什麼是“地心說”？什麼是“日心說”？



生：“地心說”認為地球是宇宙的中心，是靜止不動的，太陽、月亮以及其他行星都繞地球運動，“日心說”則認為太陽是靜止不動的，地球和其他行星都繞太陽運動。

“地心說”的代表人物：托勒密(古希臘)。“地心說”符合人們的直接經驗，同時也符合勢力強大的宗教神學關於地球是宇宙中心的認識，故地心說一度佔據了統治地位。生：“日心說”戰勝了“地心說”，最終被接受。

[討論與交流]

展示問題：

師：“日心說”戰勝了“地心說”，最終真理戰勝了謬誤。請同學們閱讀第64頁《人類對行星運動規律的認識》，中托勒密：地心宇宙，哥白尼：攔住了太陽，推動了地球。交流討論，找出“地心說”遭遇的尷尬和“日心說”的成功之處。

生：地心說所描述的天體的運動不僅複雜而且問題很多，如果把地球從天體運動的中心位置移到一個普通的、繞太陽運動的位置，換一個角度來考慮天體的運動，許多問題都可以解決，行星運動的描述也變得簡單了。

“日心說”代表人物：哥白尼，“日心說”能更完美地解釋天體的運動。

二、開普勒行星運動定律

[做一做]

用圖釘和細繩畫橢圓

可以用一條細繩和兩圖釘來畫橢圓。如圖7·1—1所示，把白紙鑄在木板上，然後按上圖釘。把細繩的兩端系在圖釘上，用一枝鉛筆緊貼著細繩滑動，使繩始終保持張緊狀態。鉛筆在紙上畫出的軌跡就是橢圓，圖釘在紙上留下的痕跡叫做橢圓的焦點。

想一想，橢圓上某點到兩個焦點的距離之和與橢圓上另一點到兩個焦點的距離之和有什麼關係？

[課堂訓練]

(分四小組進行)

師：閱讀教材第二段到最後，並閱讀第64頁《人類對行星運動規律的認識》中第穀：天才觀察家，開普勒：真理超出期望，投影展示以下問題：

師：1. 古人認為天體做什麼運動？

生：古人把天體的運動看得十分神聖，他們認為天體的運動不同於地面物體的運動，天體做的是最完美、最和諧的勻速圓周運動。

師：2. 開普勒認為行星做什麼樣的運動？他是怎樣得出這一結論的？

生：開普勒認為行星做橢圓運動。他發現假設行星做勻速圓周運動，計算所得的數據與觀測數據不符，只有認為行星做橢圓運動，才能解釋這一差別。

師：3. 開普勒行星運動定律哪幾個方面描述了行星繞太陽運動的規律？具體表述是什麼？



生：開普勒行星運動定律從行星運動軌道，行星運動的線速度變化，軌道與週期的關係三個方面揭示了行星運動的規律。具體表述為：

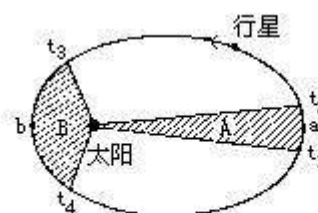
第一定律：所有行星繞太陽運動的軌道都是橢圓，太陽處在橢圓的一個焦點上。

師：這一定律說明了行星運動軌跡的形狀，不同的行星繞太陽運行時橢圓軌道相同嗎？

生：不同。

第二定律：對任意一個行星來說，它與太陽的連線在相等時間內掃過相等的面積。

教師：如圖所示，行星沿著橢圓軌道運行，太陽位於橢圓的一個焦點上。如果時間間隔相等，即 $t_2 - t_1 = t_4 - t_3$ ，那麼面積 $A =$ 面積 B 。由此可見，行星在遠日點 a 的速率最小，在近日點 b 的速率最大。



太陽和行星的連線在相等的時間內掃過相等的面積

開普勒第三定律：3. 所有行星的橢圓軌道的半長軸的三次方跟公轉週期的平方的比值都相等。由於行星的橢圓軌道都跟圓近似，在近似計算中，可以認為行星都以太陽為圓心做勻速圓周運動，在這種情況下，若用 R 代表軌道半徑， T 代表公轉週期，開普勒第三定律可以用下面的公式表示：

比值 k 是一個與行星無關的恒量，只與太陽有關。

太陽系九大行星的平均軌道半徑和週期

行星	平均軌道半徑(米)	週期(秒)
水星	5.79×10^{10}	7.60×10^6
金星	1.08×10^{11}	1.94×10^7
地球	1.49×10^{11}	3.16×10^7
火星	2.28×10^{11}	5.94×10^7
木星	7.78×10^{11}	3.74×10^8
土星	1.43×10^{12}	9.30×10^8
天王星	2.87×10^{12}	2.66×10^9
海王星	4.50×10^{12}	5.20×10^9
冥王星	5.9×10^{12}	7.82×10^9

$$\frac{R^3}{T^2} = k.$$

$$k_{水} = 3.36 \times 10^{18}$$

$$K_{金} = 3.35 \times 10^{18}$$

$$K_{地} = 3.31 \times 10^{18}$$

$$K_{火} = 3.36 \times 10^{18}$$

教師：給出太陽系九大行星平均軌道半徑和週期的數值，供學生課後驗證。

師：這一定律發現了所有行星的軌道的半長軸與公轉週期之間的定量關係，但是比值 k 是一個與行星無關的常量，那麼你能猜想出它可能跟誰有關嗎？

生：根據開普勒第三定律知：所有行星繞太陽運動的半長軸的三次方跟公轉週期二次方的比值是一個常數 k ，可以猜想，這個“ k ”一定與運動系統的物體有關。因為常數 k 對於所有行星都相同，而各行星是不一樣的，故跟行星無



關，而在運動系中除了行星就是中心天體——太陽，故這一常數“k”一定與中心天體——太陽有關。（通過後面的學習將知道k值與太陽質量的關係）

說明：(1)開普勒定律不僅適用於行星繞太陽運動，也適用於衛星繞著地球轉，不過比值式k中的k是不同的，與中心天體有關。

(2)開普勒定律是總結行星運動的現察結果而總結歸納出來的規律。它們每一條都是經驗定律，都是從行星運動所取得的資料中總結出來的規律。開普勒定律只涉及運動學、幾何學方面的內容。

(3)由於行星的橢圓軌道都跟圓近似，在近似計算中，可以認為，行星都以太陽為圓心做勻速圓周運動。在這種情況下，若用r代表軌道半徑，T代表公

轉週期，開普勒第三定律可以用下面的公式表示 $\frac{R^3}{T^2} = k$ 。

(4)開普勒關於行星運動的確切描述，不僅使人們在解決行星的運動學問題上有了依據，更澄清了人們對天體運動神秘、模糊的認識，同時也推動了對天體動力學問題的研究。

[課堂探究1]

師：引導學生深入探究：

1. 播放行星繞橢圓軌道運動的課件，使學生對行星的運動有一個簡單的感性認識。

2. 出示九大行星軌道掛圖，使學生對多數行星的軌道與圓十分接近有一個感性認識。

[討論與交流]

師：實際上，多數行星的軌道與圓十分接近，所以在中學階段的研究中能夠按圓處理。開普勒三定律適用於圓軌道時，應該怎樣表述呢？

生：行星的圓軌道的半徑的三次方跟它的公轉週期的二次方的比值都相等。

[課堂訓練]

1. 下列說法正確的是.....()

A. 地球是宇宙的中心，太陽、月亮及其他行星都繞地球運動

B. 太陽是宇宙的中心，所有天體都繞太陽運動

C. 太陽是靜止不動的，地球和其他行星都繞太陽運動

D. “地心說”和哥白尼提出的“日心說”現在看來都是不正確的

2. 已知木星繞太陽公轉的週期是地球繞太陽公轉週期的12倍。則木星繞太陽公轉軌道的

半長軸為地球公轉軌道半長軸的——倍。

參考答案

· 1. 答案：D

分析：“地心說”是錯誤的，所以A不正確。太陽系在銀河系中運動，銀河系也在運動，所以，B、C不正確，D正確。

2. 答案：5.24

[小結]

本節學習的是開普勒行星運動的三定律，其中第一定律反映了行星運動的軌跡是橢圓，第二定律描述了行星在近日點的速率最小，在遠日點的速率最



大，第三定律揭示了軌道半長軸與公轉週期的定量關係。在近似計算中可以認為行星都以太陽為圓心做勻速圓周運動。

[佈置作業]

教材第“問題與練習”1，2，3，4。

2.7 板書設計

1. 地心說和日心說
2. 第一定律：所有行星繞太陽運動的軌道都是橢圓，太陽處在橢圓的一個焦點上。
3. 第二定律：對任意一個行星來說，它與太陽的連線在相等時間內掃過相等的面積。
4. 開普勒第三定律：3. 所有行星的橢圓軌道的半長軸的三次方跟公轉週期的平方的比值都相等。

三、課後練習：§6.1 行星的運動

1. 下列說法正確的是()
- A. 地球是宇宙的中心，是靜止不動的
 - B. 太陽是宇宙的中心，是靜止不動的
 - C. 宇宙中的天體每時每刻都在運動，靜止是絕對的
 - D. 日心說認為太陽是靜止不動的，地球和其他行星都繞太陽運轉

答案 D

2. 發現“所有行星的軌道的半長軸的三次方跟公轉週期的二次方的比值都相等”的科學家是()

- A. 牛頓
- B. 第穀
- C. 開普勒
- D. 哥白尼

解析 所有行星的軌道的半長軸的三次方跟公轉週期的二次方的比值都相等，也就是開普勒第三定律，是開普勒發現的。

答案 C

3. 關於開普勒第三定律的公式 $\frac{r^3}{T^2}=k$ ，下列說法正確的是()

- ①公式適用於宇宙中所有圍繞星球運動的行星(或衛星)
 - ②公式只適用於繞太陽做橢圓軌道運行的行星
 - ③圍繞不同星球運行的行星(或衛星)，其 k 值相同
 - ④圍繞不同星球運動的行星(或衛星)，其 k 值不同
- A. ①③
 - B. ②③
 - C. ①④
 - D. ②④

答案 C

4. 關於開普勒第二定律，正確的理解是()

- A. 行星繞太陽運動時，一定是勻速曲線運動
- B. 行星繞太陽運動時，一定是勻變速曲線運動
- C. 行星繞太陽運動時，由於角速度相等，故在近日點處的線速度小於它在遠日點處的線速度



D·行星繞太陽運動時，由於它與太陽的連線在相等的時間內掃過的面積相等，故它在近日點的線速度大於它在遠日點的線速度

解析 行星的運動軌道是橢圓形的，故做變速曲線運動，A、B 錯；根據開普勒第二定律可知，在近日點時的線速度大，C 錯，D 對。

答案 D

5·如圖 1 所示，某行星沿橢圓軌道運行，遠日點離太陽的距離為 a ，近日點離太陽的距離為 b ，過遠日點時行星的速率為 v_a ，則過近日點時行星的速率為()

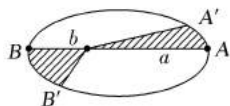


圖 1

A · $v_b = \frac{b}{a}v_a$

B · $v_b = \sqrt{\frac{a}{b}}v_a$

C · $v_b = \frac{a}{b}v_a$

D · $v_b = \sqrt{\frac{b}{a}}v_a$

解析 若行星從軌道的 A 點經足夠短的時間 t 運動到 A' 點，則與太陽的連線掃過的面積可看作扇形，其面積 $S_A = \frac{a \cdot v_a t}{2}$ ；若行星從軌道的 B 點也經時間 t

運動到 B' 點，則與太陽的連線掃過的面積 $S_B = \frac{b \cdot v_b t}{2}$ ；根據開普勒第二定律，得

$\frac{a \cdot v_a t}{2} = \frac{b \cdot v_b t}{2}$ ，即 $v_b = \frac{a}{b}v_a$ ，故 C 正確。

答案 C

6·兩行星運行週期之比為 1:2，則它們的軌道半長軸之比為()

A · $\frac{1}{2}$

B · $\frac{\sqrt{2}}{2}$

C · $\left(\frac{1}{2}\right)^2$

D · $\left(\frac{1}{2}\right)^3$

解析 由 $\frac{a^3}{T^2} = k$ ，可求得 $a_1 : a_2 = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{2}{3}}$ 。

答案 C

7·木星公轉週期約為 12 年，地球到太陽的距離為 1 天文單位，則木星到太陽的距離最接近()

A · 5 天文單位

B · 12 天文單位

C · 2 天文單位

D · 4 天文單位

答案 A

8·某行星繞太陽沿橢圓軌道運行，如圖 2 所示，在這顆行星的軌道上有 a、b、c、d 四個對稱點，若行星運動週期為 T ，則該行星()

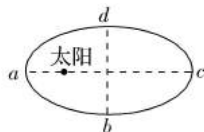


圖 2

A · 從 a 到 b 的運動時間等於從 c 到 d 的運動時間

B · 從 d 經 a 到 b 的運動時間等於從 b 經 c 到 d 的運動時間

C · a 到 b 的時間 $t_{ab} > T/4$



D. c 到 d 的時間 $t_{cd} > T/4$

解析 根據開普勒第二定律知行星在近日點速度最大，遠日點速度最小。行星由 a 到 b 運動時的平均速度大於由 c 到 d 運動時的平均速度，而弧長 ab 等於弧長 cd ，故 A 錯誤；同理可知 B 錯誤；在整個橢圓軌道上 $t_{ab} = t_{cd} < \frac{T}{4}$ ， $t_{cb} = \frac{T}{4}$ ，故 C 錯誤、D 正確。

答案 D

9. 兩顆人造衛星 A 、 B 繞地球做圓周運動，週期之比為 $T_A : T_B = 1 : 8$ ，則軌道半徑之比和運動速率之比分別為()

A. $R_A : R_B = 4 : 1$ ， $v_A : v_B = 1 : 2$

B. $R_A : R_B = 4 : 1$ ， $v_A : v_B = 2 : 1$

C. $R_A : R_B = 1 : 4$ ， $v_A : v_B = 1 : 2$

D. $R_A : R_B = 1 : 4$ ， $v_A : v_B = 2 : 1$

解析 已知兩衛星的週期關係，由開普勒第三定律得 $\frac{R_A^3}{T_A^3} = \frac{R_B^3}{T_B^3}$ ，故 $\frac{R_A}{R_B} = \left(\frac{T_A}{T_B}\right)^{\frac{2}{3}} = \frac{1}{4}$ ，由 $v = \frac{2\pi R}{T}$ 可得 $\frac{v_A}{v_B} = \frac{R_A T_B}{R_B T_A} = \frac{2}{1}$ ，故 D 正確。

答案 D

10. 如圖 3 所示，對開普勒第一定律的理解，下列說法中正確的是()



圖 3

A. 在行星繞太陽運動一周的時間內，它離太陽的距離是不變化的

B. 在行星繞太陽運動一周的時間內，它離太陽的距離是變化的

C. 太陽不一定在所有行星運動橢圓軌跡的焦點上

D. 某個行星繞太陽運動的軌道一定不在一個固定的平面內

解析 根據開普勒第一定律的內容可以判定；行星繞太陽運動的軌道是橢圓，有時遠離太陽，有時靠近太陽，所以它離太陽的距離是變化的，選項 A 錯誤，B 對；太陽一定在所有行星運動的橢圓軌跡的焦點上，C 錯；行星繞太陽運動在一定的軌道上，選項 D 錯誤。

答案 B

11. 據報導，美國計畫 2021 年開始每年送 15 000 名遊客去太空旅遊。如圖 4 所示，當航天器圍繞地球做橢圓軌道運行時，近地點 A 的速率_____ (選填“大於”“小於”或“等於”)遠地點 B 的速率。

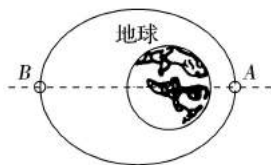
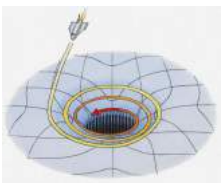


圖 4

解析 根據開普勒第二定律：對於每一個行星而言，太陽和行星的連線在相等的時間內掃過相等的面積，由此可知近地點 A 的速率大於遠地點 B 的速率。



答案 大於

12. 月球環繞地球運動的軌道半徑約為地球半徑的 60 倍，運行週期約為 27 天。應用開普勒定律計算：在赤道平面內離地多高時，人造地球衛星隨地球一起轉動，就像停留在天空中不動一樣？(結果保留三位有效數字，取 $R_{地}=6400 \text{ km}$)

解析 月球和人造地球衛星都環繞地球運動，故可用開普勒第三定律求解。當人造地球衛星相對地球不動時，則人造地球衛星的週期與地球自轉週期相同。

設人造地球衛星軌道半徑為 R 、週期為 T 。

根據題意知月球軌道半徑為 $60R_{地}$ ，

週期為 $T_0=27$ 天，則有：

$$\frac{R^3}{T^2} = \frac{60R_{地}^3}{T_0^2}, \text{ 整理得}$$

$$R = \sqrt[3]{\frac{T^2}{T_0^2} \times 60R_{地}} = \sqrt[3]{\frac{1}{27} \times 60R_{地}} \approx 6.67R_{地}。$$

衛星離地高度 $H=R-R_{地}=5.67R_{地}=5.67 \times 6400 \text{ km} \approx 3.63 \times 10^4 \text{ km}$ 。

答案 $3.63 \times 10^4 \text{ km}$



第二課題 §6.2 太陽與行星間的引力 (2 課時)

一、課前自主預習學案

知識點一 太陽與行星間的引力

[基礎梳理]

1. 兩個理想化模型

(1) 將行星繞太陽的橢圓運動看成勻速圓周運動。

(2) 將天體看成質點，且質量集中在球心上。

2. 太陽對行星的引力與行星對太陽的引力

遵循牛頓第三定律，其引力的大小與太陽的質量、行星的質量成正比，與兩者距離的二次方成反比，即 $F \propto \frac{Mm}{r^2}$ ，寫成等式 $F = G \frac{Mm}{r^2}$ 。式中 G 是比例係數，與太陽、行星都沒有(填“有”或“沒有”)關係，引力的方向沿著二者的連線。

[典例精析]

【例 1】關於行星的運動及太陽與行星間的引力，下列說法正確的是()

A. 太陽對行星的引力大於行星做勻速圓周運動的向心力

B. 太陽對行星的引力大小與行星的質量成正比，與行星和太陽間的距離成反比

C. 太陽對行星的引力是由實驗得出的

D. 太陽對行星的引力規律是由開普勒行星運動定律和行星繞太陽做勻速圓周運動的規律推導出來的

解析 行星圍繞太陽做圓周運動的向心力是太陽對行星的引力，它的大小與行星和太陽質量的乘積成正比，與行星和太陽間的距離的平方成反比，所以 A、B 錯誤。太陽對行星的引力規律是由開普勒行星運動定律和勻速圓周運動規律推導出來的，所以 C 錯誤，D 正確。

答案 D

[即學即練]

1. 把行星運動近似看作勻速圓周運動以後，開普勒第三定律可寫為 $T^2 = \frac{r^3}{k}$ ， m 為行星質量，則可推得()

A. 行星受太陽的引力為 $F = k \frac{m}{r^2}$

B. 行星受太陽的引力都相同

C. 行星受太陽的引力為 $F = k \frac{4\pi^2 m}{r^2}$

D. 質量越大的行星受太陽的引力一定越大

解析 行星受到的太陽的引力提供行星繞太陽做勻速圓周運動的向心力，由向心力公式可知 $F = m \frac{v^2}{r}$ ，又因為 $v = \frac{2\pi r}{T}$ ，代入上式得 $F = \frac{m4\pi^2 r}{T^2}$ 。由開普勒第三定律 $\frac{r^3}{T^2} = k$ ，得 $T^2 = \frac{r^3}{k}$ ，代入上式得 $F = k \frac{4\pi^2 m}{r^2}$ 。太陽與行星間的引力與太陽、行星的質量及太陽與行星間的距離有關，故選 C。



答案 C

知識點二 月一地檢驗

[基礎梳理]

(1)檢驗目的：維持月球繞地球運動的力與地球上蘋果下落的力是否為同一性質的力。

(2)檢驗方法：由於月球軌道半徑約為地球半徑的 60 倍，則月球軌道上物體受到的引力是它在地球上時受力的 $\frac{1}{60^2}$ 。根據牛頓第二定律，物體在月球軌道上運動時的加速度(月球公轉的向心加速度)應該是它在地球表面附近下落時的加速度(自由落體加速度)的 $\frac{1}{60^2}$ 。計算對比兩個加速度就可以分析驗證兩個力是否為同一性質的力。

(3)結論：加速度關係也滿足“平方反比”規律。證明兩種力為同種性質力。

[即學即練]

2. 月一地檢驗的結果說明()

- A. 地面物體所受地球的引力與月球所受地球的引力是同一種性質的力
- B. 地面物體所受地球的引力與月球所受地球的引力不是同一類型的力
- C. 地面物體所受地球的引力只與物體的質量有關，即 $G=mg$
- D. 月球所受地球的引力只與月球的質量有關

解析 通過完全獨立的途徑得出相同的結果，證明地球表面上的物體所受地球的引力和星球之間的引力是同一種性質的力，A 正確，B 錯誤；由公式 $F = G\frac{Mm}{r^2}$ ，知 C、D 錯誤。

答案 A

知識點三 萬有引力定律 引力常量

[基礎梳理]

1. 內容：自然界中任何兩個物體都相互吸引，引力的方向在它們的連線上，引力的大小與物體的質量 m_1 和 m_2 的乘積成正比、與它們之間距離 r 的二次方成反比。

2. 運算式：
$$F = G\frac{m_1m_2}{r^2}$$

公式的適用條件

- (1)兩個質點間。
 - (2)兩個質量分佈均勻的球體間，其中 r 為兩個球心間的距離。
 - (3)一個質量分佈均勻的球體與球外一個質點間， r 為球心到質點的距離。
3. 引力常量 $G=6.67\times 10^{-11}\text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$

(1)物理意義：引力常量在數值上等於兩個質量都是 1 kg 的質點相距 1 m 時的相互吸引力。

(2)引力常量測定的意義

卡文迪許利用扭稱裝置通過改變小球的質量和距離，得到了 G 的數值，驗證了萬有引力定律的正確性。引力常量的確定使萬有引力定律能夠進行定量的計算，顯示出真正的實用價值。

4. 萬有引力的特性

(1)普遍性：萬有引力存在於宇宙中任何兩個有質量的物體之間(天體間、地



面物體間、微觀粒子間)。

(2)相互性：兩個物體間相互作用的引力是一對作用力和反作用力，符合牛頓第三定律。

(3)宏觀性：天體間萬有引力很大，它是支配天體運動的原因。地面物體間、微觀粒子間的萬有引力很小，不足以影響物體的運動，故常忽略不計。

[典例精析]

【例2】對於萬有引力定律的運算式 $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ ，下列說法中正確的是

()

- A·公式中 G 為引力常量，與兩個物體的質量有關
- B·當 r 趨近於零時，萬有引力趨近於無窮大
- C· m_1 與 m_2 受到的引力大小總是相等的，方向相反，是一對平衡力
- D· m_1 與 m_2 受到的引力大小總是相等的，而與 m_1 、 m_2 是否相等無關

解析 公式中的 G 為比例係數，稱做引力常量，與兩個物體的質量無關，A 錯；當兩物體表面距離 r 越來越小，直至趨近於零時，物體不能再看做質點，運算式 $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ 已不再適用於計算它們之間的萬有引力，B 錯； m_1 與 m_2 受到彼此的引力為作用力與反作用力，此二力總是大小相等、方向相反，與 m_1 、 m_2 是否相等無關，C 錯，D 對。

答案 D

【例3】兩個質點之間萬有引力的大小為 F ，如果將這兩個質點之間的距離變為原來的一半，那麼它們之間萬有引力的大小變為()

- A· $\frac{F}{2}$
- B· $2F$
- C· $\frac{F}{4}$
- D· $4F$

解析 設兩質點的質量分別為 m_1 、 m_2 ，兩質點間的距離為 r ，由萬有引力定律得 $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ ，當質點之間的距離變為原來的一半時，它們之間的萬有引力 $F' = 4F$ ，選項 A、B、C 錯誤，選項 D 正確。

答案 D

[即學即練]

3·關於引力常量 G ，下列說法正確的是()

- A·在國際單位制中， G 在數值上等於兩個質量都為 1 kg 的質點相距 1 m 時的相互作用力
- B·牛頓發現萬有引力定律時，給出了引力常量的值
- C·引力常量 G 的測定，只適用於天體之間萬有引力的計算
- D· G 是一個沒有單位的比例常數，它的數值是人為規定的

解析 引力常量 G 最早是由卡文迪許通過精確的實驗測出的，不是人為規定的，故選項 B 錯誤；引力常量 G 在數值上等於兩個質量都為 1 kg 的質點相距 1 m 時的相互作用力， G 是一個有單位的比例常數，選項 A 正確，D 錯誤；引力常量 G 的測定，使萬有引力定律有了真正的實用價值，同時也證明了萬有引力的存在，對任何物體間萬有引力的計算都適用，故選項 C 錯誤。

答案 A



二、新課教學：§6.2 太陽與行星間的引力

課題	§6.2 太陽與行星間的引力		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2018.02.26	課型	新授課		課時	2 課時

2.1 教學目標

知識與技能

1. 理解太陽與行星間引力的存在；
2. 能根據開普勒行星運動定律和牛頓第三定律推導出太陽與行星間的引力運算式。

過程與方法

1. 通過推導太陽與行星間的引力公式，體會邏輯推理在物理學中的重要性；
2. 體會推導過程中的數量關係。

情感、態度與價值觀

感受太陽與行星間的引力關係，從而體會大自然的奧秘。

2.2 教學重點

據開普勒行星運動定律和牛頓第三定律推導出太陽與行星間的引力公式，記住推導出的引力公式。

2.3 教學難點

太陽與行星間的引力公式的推導過程。

2.4 教學方法

探究、講授、討論、練習。

2.5 教學準備

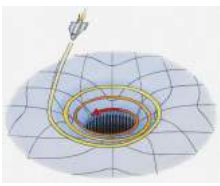
多媒體課件。

2.6 教學過程

[新課導入]

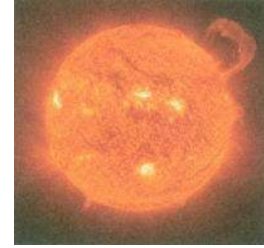
請同學們從運動的描述角度思考，開普勒行星運動定律的物理意義？

第一定律揭示了描述行星運動的參考系及其運動軌跡；第二定律揭示了行星在橢圓軌道上運動經過不同位置的快慢情況；第三定律揭示了不同行星雖然



橢圓軌道和環繞週期不同，但由於中心天體相同，所以共同遵循軌道半長軸的三次方與週期的二次方比值相同的規律。

開普勒定律發現之後，人們開始更深入地思考：是什麼原因使行星繞太陽運動？伽利略、開普勒以及法國數學家笛卡兒（René Descartes，1596—1650）都提出過自己的解釋。牛頓時代的科學家，如胡克、哈雷等對這一問題的認識更進一步。胡克等人認為，行星繞太陽運動是因為受到了太陽對它的引力，甚至證明了如果行星的軌道是圓形的，它所受引力的



大小跟行星到太陽距離的二次方成反比。但是我們現在關於運動的清晰概念是在他們以後由牛頓建立的。他們沒有這些概念，無法深入研究。

牛頓在前人對慣性研究的基礎上，開始思考“物體怎樣才會不沿直線運動”這一問題。他的回答是：以任何方式改變速度（包括改變速度的方向）都需要力。這就是說，使行星沿圓或橢圓運動，需要指向圓心或橢圓焦點的力，這個力應該就是太陽對它的引力。於是，牛頓利用他的運動定律把行星的向心加速度與太陽對它的引力聯繫起來了。

不僅如此，牛頓還認為，這種引力存在於所有物體之間，從而闡述了普遍意義下的萬有引力定律。

這一節和下一節，我們將追尋牛頓的足跡，用自己的手和腦，重新“發現”萬有引力定律。為了簡化問題，我們把行星的軌道當做圓來處理。

〔新課教學〕

人類對行星運動規律原因認識的過程

略微介紹十七世紀前以及伽利略，開普勒，笛卡兒的觀點。

17世紀前：行星理所應當的做這種完美的圓周運動

伽利略：一切物體都有合併的趨勢，這種趨勢導致物體做圓周運動。

開普勒：受到了來自太陽的類似與磁力的作用。

笛卡兒：在行星的周圍有旋轉的物質作用在行星上，使得行星繞太陽運動。

到牛頓這個時代的時候，科學家們對這個問題有了更進一步的認識，例如胡克、哈雷等，他們認為行星繞地球運動受到太陽對它的引力，甚至證明了行星軌道如果為圓形，引力的

大小跟太陽距離的二次方成反比，但無法證明在橢圓軌道下，引力也遵循這個規律。

牛頓在前人的基礎上，證明了如果太陽和行星的引力與距離的二次方成反比，則行星的軌跡是橢圓，並且闡述了普遍意義下的萬有引力定律。接下來我們就跟隨牛頓先生一起去研究這個萬有引力定律。

由於行星運動的橢圓軌道很接近與圓形軌道，所以我們把它理想化為一個圓形軌道，這樣就簡化了問題，易於我們在現有認知水平上來接受。

【思考討論】



①行星在橢圓軌道上運動是否需要力？這個力是什麼力提供的？這個力是多大？太陽對行星的引力，大小跟太陽與行星間的距離有什麼關係嗎？

②行星的實際運動是橢圓運動，但我們還不知道求出橢圓運動加速度的運動學公式，我們現在怎麼辦？把它簡化為什麼運動呢？

③既然把行星繞太陽的運動簡化為圓周運動。那麼行星繞太陽的運動可進一步簡化為勻速圓周運動嗎？為什麼？

以上的過程歸納為：行星做曲線運動→必受到力的作用→把行星繞太陽的運動簡化為圓周運動→進一步簡化為勻速圓周運動。

既然行星圍繞太陽運動的軌道是橢圓，即為曲線運動，那麼肯定有一個力要來維持這個運動，那麼這個力是由什麼來提供的呢？我們跟隨著科學家們一起去研究討論這個問題。

一、太陽對行星的引力

我們很容易想到，太陽對行星的引力 F 跟行星到太陽的距離 r 有關，然而它們之間有什麼定量關係？

根據開普勒行星運動第一、第二定律，行星以太陽為圓心做勻速圓周運動。太陽對行星的引力，就等於行星做勻速圓周運動的向心力。

1. 設行星的質量為 m ，速度為 v ，行星到太陽的距離為 r ，則行星繞太陽做勻速圓周運動的向心力

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

2. 天文觀測難以直接得到行星運動的速度 v ，但可得到行星公轉的週期 T ，它們之間的關係為

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

把這個結果代入上面向心力的運算式，整理後得到

$$F = \frac{4\pi^2 mr}{T^2}$$

3. 不同行星的公轉週期是不同的， F 跟 r 關係的運算式中不應出現週期 T ，所以要設法消去上式中的 T 。為此，可以把開普勒第三定律變形為 $T^2 = \frac{r^3}{k}$ ，代入上式便得到

$$F = 4\pi^2 k \frac{m}{r^2}$$

4. 在這個式子中可以看到，等號右邊除了 m 、 r 以外，其餘都是常量，對任何行星來說都是相同的。因而可以說太陽對行星的引力 F 與 $\frac{m}{r^2}$ 成正比，也就是

$$F \propto \frac{m}{r^2}$$

這表明：太陽對不同行星的引力，與行星的質量成正比，與行星和太陽間距離的二次方成反比。

二、行星對太陽的引力

就太陽對行星的引力來說，行星是受力星體。因而可以說，上述引力是與受力星體的質量成正比的。



根據牛頓第三定律，既然太陽吸引行星，行星也必然吸引太陽。就行星對太陽的引力 F_{\odot} 來說，太陽是受力星體。因此， F_{\odot} 的大小應該與太陽質量 M 成正比，與行星、太陽距離的二次方成反比。也就是

$$F_{\odot} \propto \frac{M}{r^2}$$

三、太陽與行星間的引力

由於 $F \propto \frac{m}{r^2}$ 、 $F_{\odot} \propto \frac{M}{r^2}$ ，而 F 和 F_{\odot} 的大小又是相等的，所以我們可以概括地說，太陽與行星間引力的方向沿著二者的連線，大小與太陽的質量、行星的質量成正比，與兩者距離的二次方成反比，即

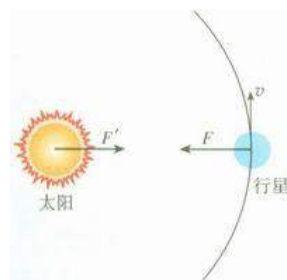
$$F \propto \frac{Mm}{r^2}$$

寫成等式就是

$$F = G \frac{Mm}{r^2}$$

式中 G 是比例係數，與太陽、行星都沒有關係。

太陽與行星間引力的方向沿著二者的連線。



開普勒用三句話根據了第穀積累的數千個觀測數據，展示了行星運動的規律性，與原始數據相比，既深刻又簡潔。我們利用數學的方法，結合牛頓運動定律，對開普勒定律做了加工，得到了 $F = G \frac{Mm}{r^2}$ ，揭示了控制行星運動的力，比開普勒定律更深刻、更簡潔。

然而， $F = G \frac{Mm}{r^2}$ 來源於開普勒定律，因此它只適用於行星與太陽間的力。牛頓從這裏又向前走了一大步，他的思想超越了行星與太陽，這就是下節要學習的——萬有引力定律。

【說一說】

如果要驗證太陽與行星之間引力的規律是否適用於行星與它的衛星，我們需要觀測這些衛星運動的哪些數據？觀測前你對這些數據的規律有什麼假設？

〔小結〕

本節課結合圓周運動及開普勒行星運動定律，分析了太陽對行星、行星對太陽及太陽與行星間的引力，最後得出了太陽與行星間引力的關係式，用我們所學的知識掌握了天體運動的規律，下節課我們還要將這一規律推廣到宇宙中各物體之間。

〔佈置作業〕

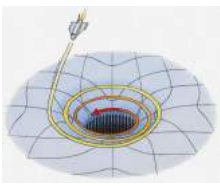
教材第 36 頁“問題與練習”。

2.7 板書設計

2· 太陽與行星間的引力

一、太陽對行星的引力

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



$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

$$F = 4\pi^2 k \frac{m}{r^2} \quad \text{即} \quad F \propto \frac{m}{r^2}$$

$$F = \frac{4\pi^2 m r}{T^2}$$

$$T^2 = \frac{r^3}{k}$$

太陽對不同行星的引力，與行星的質量成正比，與行星和太陽間距離的二次方成反比。

二、行星對太陽的引力

$$F \propto \frac{M}{r^2}$$

三、太陽與行星間的引力

$$F \propto \frac{m}{r^2}, \quad F \propto \frac{M}{r^2} \quad \text{即} \quad F \propto \frac{Mm}{r^2} \quad \text{即} \quad F = G \frac{Mm}{r^2}$$

式中 G 是比例係數，與太陽、行星都沒有關係。

太陽與行星間引力的方向沿著二者的連線。

三、課後練習：§6.2 太陽與行星間的引力

1. 牛頓時代的科學家們圍繞萬有引力的研究，經歷了大量曲折頑強而又閃爍智慧的科學實踐。在萬有引力定律的發現歷程中，下列敘述不符合史實的是 ()

- A. 開普勒研究了第穀的行星觀測記錄，提出了開普勒行星運動定律
- B. 牛頓將行星與太陽、地球與月球、地球與地面物體之間的引力推廣到宇宙中的一切物體，得出了萬有引力定律
- C. 卡文迪許在實驗室中準確地得出了引力常量 G 的數值
- D. 牛頓推導出了引力常量 G 的數值

解析 開普勒總結出了行星運動的三大規律，故 A 正確；牛頓將行星與太陽、地球與月球、地球與地面物體之間的引力規律推廣到宇宙中的一切物體，得出了萬有引力定律，故 B 正確；牛頓發現了萬有引力定律，卡文迪許在實驗室中準確地得出了引力常量 G 的數值，故 C 正確，D 不正確。

答案 D

2. 地球半徑為 R ，地球表面的重力加速度為 g ，若高空中某處的重力加速度為 $\frac{g}{2}$ ，則該處距地球表面的高度為 ()

- A. $(\sqrt{2}-1)R$
- B. R
- C. $\sqrt{2} R$
- D. $2R$

答案 A

3. 太陽質量是地球質量的 33 萬倍，若太陽對地球的引力大小為 F ，則地球對太陽的引力大小為 ()

- A. $33F$
- B. F
- C. $9F$
- D. $81F$

解析 地球對太陽的引力與太陽對地球的引力是一對相互作用力，等大、反向、共線，與發生相互作用的兩個物體的質量無關，故選 B。



答案 B

4. 地球可近似看成球形，由於地球表面上物體都隨地球自轉，所以有()

A. 物體在赤道處受到的萬有引力等於在兩極處的萬有引力，而重力比兩極處的小

B. 物體在赤道處的角速度比在南緯 30° 的角速度大

C. 地球上物體的向心加速度都指向地心，且赤道上物體的向心加速度比兩極處大

D. 地面上的物體隨地球自轉時提供向心力的是重力

解析 由 $F = G \frac{Mm}{R^2}$ 可知，物體在地球表面任何位置受到地球的引力都相

等，此引力的兩個分力一個提供了物體的重力，另一個提供了物體隨地球自轉的向心力。在赤道上，向心力最大，重力最小，選項 A 正確；地球表面各處的角速度均等於地球自轉的角速度，選項 B 錯誤；地球上只有赤道上的物體向心加速度指向地心，其他位置的向心加速度均不指向地心，選項 C 錯誤；地面上物體隨地球自轉的向心力是萬有引力的一個分力，但不是重力，選項 D 錯誤。

答案 A

5. 如圖 1 所示，兩球間的距離為 r ，兩球的質量分佈均勻，大小分別為 m_1 、 m_2 ，半徑分別為 r_1 、 r_2 ，則兩球間的萬有引力大小為()

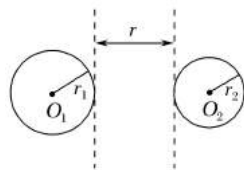


圖 1

A. $G \frac{m_1 m_2}{r^2}$

B. $G \frac{m_1 m_2}{r_1^2}$

C. $G \frac{m_1 m_2}{(r_1 + r_2)^2}$

D. $G \frac{m_1 m_2}{(r_1 + r_2 + r)^2}$

解析 兩球質量分佈均勻，可認為質量集中於球心，所以兩球心間距離應為 $r_1 + r_2 + r$ ，由公式知兩球間萬有引力應為 $F = G \frac{m_1 m_2}{(r_1 + r_2 + r)^2}$ ，所以 D 選項正確。

答案 D

6. 要使兩物體間的引力減小到原來的 $\frac{1}{4}$ ，下列方法可行的是()

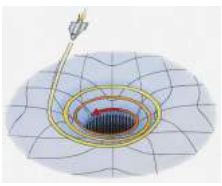
A. 兩物體的距離不變，質量各減小為原來的一半

B. 兩物體的距離變為原來的 2 倍，質量各減為原來的一半

C. 兩物體的質量各變為原來的一半，距離也減為原來的一半

D. 兩物體的質量都變為原來的 2 倍，距離不變

解析 由萬有引力公式 $F = G \frac{Mm}{r^2}$ 可知， r 不變， M 、 m 各減小一半後，其引力 F 變為原來的 $\frac{1}{4}$ ，選項 A 正確； r 變為原來的 2 倍， M 、 m 減為原來的一半，其引力將變為原來的 $\frac{1}{16}$ ，B 錯誤； M 、 m 、 r 都變為原來的一半， F 將不



變，C 錯誤； r 不變， M 、 m 變為原來的 2 倍，則引力變為原來的 4 倍，D 錯誤。

答案 A

7. 地球質量大約是月球質量的 81 倍，一飛行器位於地球與月球之間，當地球對它的引力和月球對它的引力大小相等時，飛行器距月球球心的距離與月球球心距地球球心之間的距離之比為()

A · 1 : 9 B · 9 : 1 C · 1 : 10 D · 10 : 1

解析 設月球質量為 m ，則地球質量為 $81m$ ，地月間距離為 r ，飛行器質量為 m_0 ，當飛行器距月球為 r' 時，地球對它的引力等於月球對它的引力，

$$\text{則 } G \frac{mm_0}{r'^2} = G \frac{81mm_0}{(r-r')^2},$$

所以 $\frac{r-r'}{r'} = 9$ ， $r = 10r'$ ， $r' : r = 1 : 10$ ，故選項 C 正確。

答案 C



第三課題 §6.3 萬有引力定律 (3 課時)

一、課前自主預習學案

知識點一 萬有引力和重力的關係

[基礎梳理]

1. 萬有引力的效果：

地球表面的物體受到的萬有引力 $F = G \frac{Mm}{R^2}$ 的效果有兩個，一個是重力 mg ，另一個是物體隨地球自轉需要的自轉向心力 $F_n = mr\omega^2$ ，如圖 1 所示，所以重力是萬有引力的一個分力。

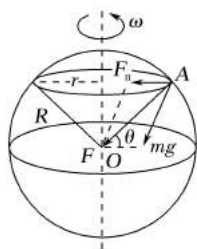


圖 1

2. 重力與緯度的關係：

地面上物體的重力隨緯度的升高而變大。在赤道上最小，在兩極最大。

3. 重力與高度的關係：

由於地球的自轉角速度很小，故地球自轉帶來的影響很小，一般情況下認為在地面附近： $mg = G \frac{Mm}{R^2}$ ，若距離地面的高度為 h ，則 $mg' = G \frac{Mm}{(R+h)^2}$ (R 為地球半徑， g' 為離地面 h 高度處的重力加速度)，所以距地面越高，物體的重力加速度越小，物體所受的重力也越小。

[典例精析]

【例 4】設地球表面重力加速度為 g_0 ，物體在距離地心 $4R$ (R 是地球的半徑) 處，由於地球的作用而產生的加速度為 g ，則 g/g_0 為()

A · 1 B · 1/9 C · 1/4 D · 1/16

解析 地球表面處的重力加速度和離地心高 $4R$ 處的加速度均由地球對物體的萬有引力產生，所以有

$$\text{地面上：} G \frac{Mm}{R^2} = mg_0,$$

$$\text{離地心 } 4R \text{ 處：} G \frac{Mm}{(4R)^2} = mg,$$

$$\text{由以上兩式得 } \frac{g}{g_0} = \left(\frac{R}{4R}\right)^2 = \frac{1}{16}.$$

答案 D

[即學即練]

4. 宇航員王亞平在“天宮 1 號”飛船內進行了我國首次太空授課，演示了一些完全失重狀態下的物理現象，若飛船質量為 m ，距地面高度為 h ，地球質量為 M ，半徑為 R ，引力常數為 G ，則飛船所在處的重力加速度大小為()



A · 0 B · $\frac{GM}{R+h}^2$ C · $\frac{GMm}{R+h}^2$ D · $\frac{GM}{h^2}$

解析 對飛船由萬有引力定律和牛頓第二定律得， $\frac{GMm}{R+h}^2 = mg'$ ，解得飛船所在處的重力加速度為 $g' = \frac{GM}{R+h}^2$ ，B 項正確。

答案 B

| 課堂自測 |

反馈训练 课堂达标

1. 在牛頓發現太陽與行星的引力過程中，得出太陽對行星的引力運算式後推出行星對太陽的引力運算式，是一個很關鍵的論證步驟，這一步驟採用的論證方法是()

- A · 假設法 B · 邏輯推理法
C · 控制變數法 D · 等效法

解析 對於太陽與行星之間的相互作用力，太陽和行星的地位完全相同，既然太陽對行星的引力符合關係式 $F \propto \frac{m_{\text{星}}}{r^2}$ ，依據等效法，行星對太陽的引力也符合關係式 $F \propto \frac{m_{\text{日}}}{r^2}$ ，故 D 項正確。

答案 D

2. 對於質量為 m_1 和質量為 m_2 的兩個物體間的萬有引力的運算式 $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ ，下列說法正確的是()

- A · 只有質量大的物體間存在萬有引力、質量小的物體間不存在萬有引力
B · 當兩物體間的距離 r 趨於零時，萬有引力趨於無窮大
C · m_1 和 m_2 所受引力大小總是相等的，而與 m_1 、 m_2 是否相等無關
D · 兩個物體間的引力總是大小相等、方向相反的，是一對平衡力

解析 任何兩個物體間都存在萬有引力，只是通常的兩個物體間引力很小，不足以影響物體的運動，可以忽略不計。當兩物體間的距離 r 趨近於零時，物體就不能再視為質點，萬有引力定律就不再適用，所以不能得出此時萬有引力趨於無窮大的結論，選項 B 錯誤；兩個物體之間的萬有引力是一對作用力與反作用力，它們總是大小相等、方向相反，分別作用在兩個物體上，所以選項 C 正確，D 錯誤。

答案 C

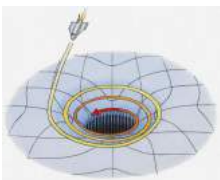
3. 假設某星球和地球都是球體，該星球的質量是地球質量的 2 倍，該星球的半徑是地球半徑的 3 倍，那麼該星球表面的重力加速度與地球表面處的重力加速度之比為()

- A · $\frac{2}{9}$ B · 18 C · $\frac{2}{3}$ D · 6

解析 根據 $mg = \frac{GMm}{R^2}$ ，可得 $g = \frac{GM}{R^2}$ ，然後根據兩星球的質量和半徑關係可得兩星球的表面重力加速度之比為 2:9，A 正確。

答案 A

4. 已知地球赤道長為 L ，地球表面的重力加速度為 g ，月球繞地球做圓周運動的週期為 T ，請根據以上已知條件，推算月球與地球間的近似距離。



解析 設地球表面一物體的質量為 m ，地球質量為 M ，地球半徑為 R ，在地球表面： $G\frac{Mm}{R^2}=mg$ ， $L=2\pi R$ ，設月球與地球間的距離為 r ，月球的質量為 m' ，由萬有引力定律和牛頓第二定律 $\frac{GMm'}{r^2}=m'(\frac{2\pi}{T})^2\cdot r$ ，由以上三式求出： $r=3\sqrt{\frac{L^2gT^2}{16\pi^4}}$ 。

答案 $3\sqrt{\frac{L^2gT^2}{16\pi^4}}$

二、新課教學：§6.3 萬有引力定律

課題	§6.3 萬有引力定律		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2018.02.28	課型	新授課		課時	3 課時

2.1 教學目標

(一) 知識和技能

- 1.知道萬有引力是一種普遍存在的力。知道萬有引力定律的發現過程，了解科學研究的一般過程。
- 2.知道萬有引力定律的運算式，知道萬有引力定律是平方比定律，知道 G 的含義。
- 3.了解卡文迪許實驗中扭秤的測量微小力的巧妙構思，知道卡文迪許實驗的意義在於直接驗證萬有引力定律。

(二) 過程和方法

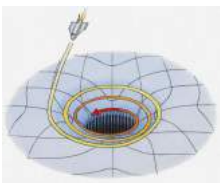
- 1.以學習萬有引力定律為載體，培養學生搜集、組織資訊的能力，掌握理論探究的基本方法。
- 2.以學習萬有引力定律為載體，通過展現思維程式“提出問題→猜想與假設→理論分析→實驗觀測→驗證結論”培養學生探究思維能力。
- 3.認識物理模型、理想實驗和數學工具在物理學發展過程中的作用。

(三) 情感、態度和價值觀

- 1.領略自然界的奇妙與和諧，蘊涵其中的規律之簡潔，發展對科學的好奇心與求知欲。
- 2.體驗牛頓在前人基礎上發現萬有引力的思考過程，說明科學研究的長期性、連續性、艱巨性，體現科學精神與人文精神的結合。

2.2 教學重點

萬有引力定律的發現。



2.3 教學難點

學生在參與重新“發現”萬有引力定律的過程中，利用自身的物理知識體系架起溝通天體運動和萬有引力定律的橋樑；

學生將搜集到的有效資訊及自己的思考歸納整理並向他人表述。

2.4 教學方法

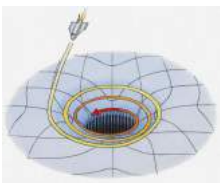
探究、講授、討論、練習

2.5 教學準備

電腦，實物投影儀，鐳射筆，平面鏡，相關課件。

2.6 教學過程

教 學 過 程	設 計 意 圖
<p>引入新課：</p> <p>新浪科技訊：北京時間2012年09月24日消息，據《每日郵報》報導，2012年8月30日發射升空的美國宇航局的姊妹衛星——輻射帶風暴探測器捕捉到地球發出的啁啾聲和口哨聲，這是地球傳入深空的歌聲。（播放視頻動畫，讓學生聆聽地球歌聲的同時，觀察地球繞太陽的運動。）當代科技已經能夠使人類走向太空，但是，其依據的基本原理卻是在牛頓時代奠定的。</p> <p>新課教學：</p> <p>一：歷史的回顧 （板書）</p> <p>開普勒發表了行星運動的三個定律，解決了描述行星運動的問題，但好奇的人們，面向天穹，深情地叩問：</p> <p>是什麼力支配著行星繞著太陽做和諧而有規律的運動呢？</p> <p>伽利略：一切物體都有合併的趨勢，這種趨勢導致物體做圓周運動；</p> <p>開普勒：受到了來自太陽的類似於磁力的作用。</p> <p>笛卡兒：在行星的周圍有旋轉的物質作用在行星上，使得行星繞太陽運動。</p> <p>牛頓時代的科學家，如胡克、哈雷等對這個問題有了更進一步的認識，胡克等人認為行星繞太陽運動是因為受到了太陽對它的引力，甚至證明了行星軌道如果為圓形，它所受到引力的的大小跟行星到太陽距離的二次方</p>	<p>創設情景，引起學生學習新知識的興趣。</p> <p>提出問題，引導學生閱讀、討論，發表見解。</p>



成反比。但是由於關於運動和力的清晰的概念是在他們以後由牛頓建立的，當時沒有這些概念，因此他們無法深入研究。

牛頓利用他的運動定律把行星的向心加速度與太陽對它的引力聯繫起來了。

不僅如此，牛頓還認為，這種引力存在於所有物體之間，從而闡述了普遍意義下的萬有引力定律。

本節課，我們將追尋牛頓的足跡，用自己的手和腦，重新“發現”萬有引力定律。

二、太陽與行星間引力 (板書)

書)

(一) 行星繞太陽運動的原因 (板書)

書)

太陽系的八大行星：

水，金，地球，火，木，土，天王星、海王星。

這八大行星都是以橢圓軌道繞著太陽轉，這是德國天文學家。物理學家開普勒經過二十多年的研究發現的。



問題：行星在橢圓軌道上運動是否需要力？這個力是什麼力提供的？

學生：行星在橢圓軌道上運動需要力，這個力可能是太陽與行星之間引力提供的。

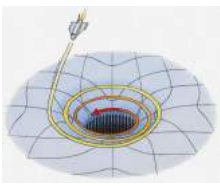
問題：行星的實際運動是橢圓運動，但我們還不知道求出橢圓運動加速度的運動學公式，我們現在怎麼辦？

學生：可以簡化為圓周運動。(猜測)

教師：多媒體展示八大行星的軌道數據：

行星	軌道半長軸 (10^6km)	軌道半短軸 (10^6km)
水星	57.9	56.7
金星	108.2	108.1
地球	149.6	149.5
火星	227.9	226.9
木星	778.3	777.4

由問題引導學生探究行星的運動所需要的向心力的來源，為萬有引力的教學做好鋪墊。



土星	1427.0	1424.8
天王星	2882.3	2879.1
海王星	4523.9	4523.8

觀察八大行星的軌道半長軸與半短軸的區別並結合開普勒第二定律的內容得到結論：行星繞太陽的運動可以看作是勻速圓周運動。（簡化模型）

太陽與行星之間引力提供其做圓周運動的向心力。

（板書）

（二）太陽對行星的引力

（板書）

1. 猜想： F 與 r 的定量關係。
2. 建模：簡化模型，按“圓”處理。
3. 演繹與推理

設行星的質量為 m ，速度為 v ，行星到太陽的距離為 r ，則行星繞太陽做勻速圓周運動的向心力

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

天文觀測中難以直接得到行星運動的速度 v ，但可以得到行星公轉的週期 T ，它們之間的關係為

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

把這個結果代入上面的向心力的運算式，整理後得到

$$F = \frac{4\pi^2 mr}{T^2}$$

教師：要尋找 F 跟 r 的關係，那麼運算式中就不應該出現週期 T ，所以要設法消去上式中的 T ，應該怎麼消呢？

學生：可以把開普勒第三定律 $\frac{r^3}{T^2} = k$ 變形為

$$T^2 = \frac{r^3}{k}, \text{ 代入上式得到： } F = 4\pi^2 k \frac{m}{r^2} \quad (1)$$

（板書）

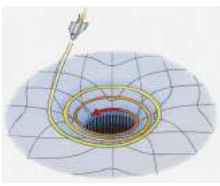
在這個式子中，等號右邊除了 m 、 r 以外，其餘都是常量，對於任何行星來說都是相同的。因此，上面運算式可以寫成

$$F \propto \frac{m}{r^2}$$

引導學生在做出符合實際的理想化假設基礎上，應用學過的牛頓定律、圓周運動知識進行演繹推理，得出太陽與行星間的引力。

猜想→建模→理論分析與推導。

學生自主推導，梳理推理的思路。



(板書)

教師：如果中心天體的質量發生變化，引力 F 變不變呢？

理想實驗1：太陽質量為 M 時，其對行星的引力為 F ，如果太陽的質量增加為 $2M$ 時，其對行星的引力為 $2F$ ，顯然， F 還應與中心天體的質量 M 有關，它們之間有什麼關係呢？怎樣研究 F 與 M 的關係呢？

(三) 行星對太陽的引力 (板書)

上面我們選擇行星為研究對象，研究的結果中並沒有出現太陽質量 M 。下面我們不妨嘗試以太陽為研究對象，看看行星對太陽的引力什麼特徵？

對於太陽對行星的引力，太陽是施力物，而根據牛頓第三定律，太陽也要受到行星大小相等，方向相反的引力作用，對於這個引力，太陽又是受力物。對稱性是許多物理規律的一個重要特性。如果太陽與行星，行星與衛星間的引力是同種性質的力，那麼行星對太陽的引力是不是也應該與太陽的質量成正比呢？如果這個猜想是正確的，那麼行星對太陽的引力又可以表示成什麼呢？

$$F' = 4\pi^2 k' \frac{M}{r^2} \quad (2) \quad (\text{板書})$$

由牛頓第三定律得出 (大膽假設)

$$F' \propto \frac{M}{r^2} \quad (\text{板書})$$

(四) 太陽與行星間的引力 (板書)

根據牛頓第三定律可知， F 和 F' 的大小相等，由

(1)、(2)可以得到

$$km = k'M \quad \text{即} \quad \frac{k}{M} = \frac{k'}{m} = C \quad (3)$$

將(3)代入(1)、(2)可以得到 $F = 4\pi^2 C \frac{Mm}{r^2}$

(4)

可以用令 $G = 4\pi^2 C$

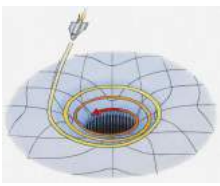
(4)式的結論也可以寫成

$$F = G \frac{Mm}{r^2} \quad (5) \quad (\text{板書})$$

思考及推導的過程中
你覺得有什麼精妙的地
方？

思考及推導的過程中
你覺得有什麼疑問？

理想實驗定性分析，
月—地檢驗定量驗證。



式中 G 是比例係數，與太陽、行星都沒有關係。

太陽與行星間引力的方向沿著二者的連線。

三、月地檢驗

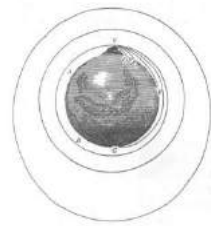
(一) 萬有引力的猜想

(板書)

問題：“天上”的引力與“人間”的重力是否可能為同一性質的力？

理想實驗2：設想有一個蘋果

大小的月球非常接近地球，以至於幾乎觸及地球上的最高的山頂，那麼使這個小月球保持軌道的向心力當然就應該等於它在山頂處所受的重力。如果小月球突然停止做軌道運動，它就應該山頂處的物體一



樣以相同的速度下落。如果它所受的向心力不是重力，那麼它就將在這兩種力的共同作用下以更大的速度下落，這與我們的經驗不符。可見，重力和月球所受的向心力是同一性質的力。

(二) 月—地檢驗

(板

書)

學生1：計算月球繞地球做勻速運動圓周運動的向心加速度 $a = \frac{1}{3600}g$ 。

分析並綜合：地面物體所受地球的引力與月球所受地球的引力，確實是同一種力。

學生2：向全班同學講述牛頓、蘋果和萬有引力的故事。

要點：蘋果在地面上加速下落是由於受重力的原因：月亮繞球地

球作圓周運動是由於受地球引力的原因，行星繞太陽作圓月運動是由於受太陽引力的原因。

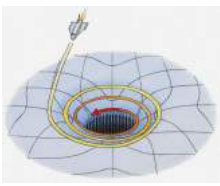
牛頓從一只蘋果領悟到了自然界中有萬有引力存在，從伽利略的慣性理論和拋物運動理論得到了月球繞地球運動的原理，將此理論推及整個太陽系。

討論：在太陽與行星系統中 $F = G \frac{Mm}{r^2}$ ；在地球與月球系統中 $F = G \frac{Mm}{r^2}$ ，如何檢驗兩種力是同一種性質

提出引力減小為原來的 $\frac{1}{4}$ 的問題，進一步幫助

學生認識平方反比關係，加深對定律的理解。且本題不設定確定的答案，讓學生列舉各種方法，一方面體會控制變數的思想，另一方面培養學生開放的解題思堆。

做一個小實驗，演示平面鏡的光杠杆放大原理，使學生對這一原理的



的力？

四、萬有引力定律

(板書)

內容：自然界中任何兩個物體都相互吸引，引力的方向在它們的連線上，引力的*大小*與物質的質量*M*和*m*的乘積成正比，與它們之間距離*r*的二次方成反比。

(板書)

方向：沿著兩個物體的連線的方向。

大小：跟兩個物體的質量*M*和*m*的乘積成正比，與它們之間的距離*r*的二次方成反比。

$$\text{運算式：} F = G \frac{Mm}{r^2}$$

(板書)

適用條件：兩個質點之間的相互作用。但當兩個物體間的距離遠大於物體本身的大小時，物體可以視為質點，同樣適用。(板書)

意義：(1) 第一次揭示了自然界中的一種基本相互作用規律 (2) 使人們建立了信心：人類有能力理解天地間各種事物。

討論：如何使兩物體間的萬有引力減小為原來的

$$\frac{1}{4} ?$$

學生發揮想像，各抒己見。

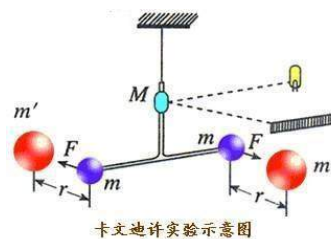
雖然牛頓發現了萬有引力定律，卻沒能在實驗室直接驗證出萬有引力的存在及其規律，人們也沒有辦法計算出兩個物體間萬有引力的*大小*。萬有引力定律正確性受到了懷疑。

五、引力常量

(板書)

牛頓發現萬有引力定律之後100多年，即1798年，終於由卡文迪許第一個精確測量得到了上述運算式中缺少的比例係數——萬有引力常量。

學生：向全班同學講述卡文迪許是如何利用他巧妙的裝置——扭秤測出萬有引力常量。

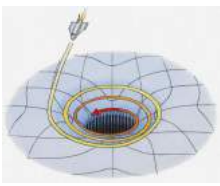


卡文迪許實驗示意圖

要點：卡文迪許實驗的原理，扭秤的巧妙構思(利用

理解更加清晰。

通過介紹牛頓力學的局限性，懂得真理的相對性，“終極真理”是不存在的，培養學生辯證唯物主義觀點。



動畫與實驗說明。)

實驗：利用鐳射筆和平面鏡演示光杠杆的放大原理。

G 為萬有引力常量， $G=6.67\times 10^{-11}\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$ 。

(板書)

意義：兩個質量各為一千克的物體相距一米，它們間的萬有引力為 $6.67\times 10^{-11}\text{N}$ 。

G 的測量證明了萬有引力的存在，“開創了測量弱力的新時代”，使得萬有引力定律有了真正的實用價值。

練習：估算同桌之間的萬有引力大小。

萬有引力對於科學文化發展起到了積極的推動作用，給人們探索自然的奧秘建立了極大的信心，人類有能力揭開宇宙神秘面紗的一角。

牛頓的著作——《自然哲學的數學原理》是科學發展歷史過程中一個重要的里程碑，它不僅奠定了天體力學的基礎，而且使經典力學形成一個體系完整、結構嚴謹的普遍的理論體系，被稱之為17世紀的物理、數學百科全書。

但是，絕對的真理是不存在的。在牛頓的時代，偉大的科學家不知原子、分子論，不知中子星、白矮星這樣大的物體，也不知元素週期表。因此，牛頓力學在高速度，大尺寸，強引力情況下不適用。

小結：

經過這節課的學習，我們了解了萬有引力定律的發現過程，知道了什麼是萬有引力定律，想要進一步應用萬有引力定律來解決天體運動的問題，且聽下回分解。

作業： P₄₁ 2,3

2.7 板書設計

一：歷史的回顧

二、太陽與行星間引力

(一) 行星繞太陽運動的原因

太陽與行星之間引力提供其做圓周運動的向心力。

(二) 太陽對行星的引力

$$F = 4\pi^2 k \frac{m}{r^2} \quad F \propto \frac{m}{r^2}$$



(三) 行星對太陽的引力

$$F' = 4\pi^2 k' \frac{M}{r^2} \quad F' \propto \frac{M}{r^2}$$

(四) 太陽與行星間的引力

$$F = G \frac{Mm}{r^2}$$

三、月地檢驗

(一) 萬有引力的猜想

重力和月球所受的向心力是同一性質的力。

(二) 月—地檢驗

四、萬有引力定律

內容：自然界中任何兩個物體都相互吸引，引力的方向在它們的連線上，引力的*大小*與物質的質量*M*和*m*的乘積成正比，與它們之間距離*r*的二次方成反比。

$$\text{運算式：} F = G \frac{Mm}{r^2}$$

適用條件：兩個質點之間的相互作用。

五、引力常量

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2。$$

三、課後練習：§6.3 萬有引力定律

1. 某星球與地球的質量比為*a*，半徑比為*b*，則該行星表面與地球表面的重力加速度之比為()

- A. $\frac{a}{b}$ B. ab^2 C. $\frac{a}{b^2}$ D. ab

解析 由 $\frac{GMm}{R^2} = mg$ ，解得 $g = \frac{GM}{R^2}$ ，則 $\frac{g_{\text{行}}}{g_{\text{地}}} = \frac{a}{b^2}$ ，故選項 C 正確。

答案 C

2. 設想把質量為*m*的物體放到地球的*中心*，地球的質量為*M*，半徑為*R*，則物體與地球間的萬有引力是()

- A. $G \frac{Mm}{R^2}$ B. 無窮大 C. 0

D. 無法確定

解析 當把物體放入地球中以後，地球不能再看成質點，由對稱性可知，地球各部分對物體的萬有引力合力為零，故選擇 C。

答案 C

3. 據報導，最近在太陽系外發現了首顆“宜居”行星，其質量約為地球質量的 6.4 倍，一個在地球表面重量為 600 N 的人在這個行星表面的重量將變為 960



N。由此可推知，該行星的半徑與地球半徑之比約為()

- A · 0.5 B · 2 C · 3.2 D · 4

解析 若地球質量為 M ，則“宜居”行星質量為 $M_{\text{行}} = 6.4M$ ，由 $mg = G \frac{Mm}{R^2}$ 得 $\frac{mg}{mg'} = \frac{M}{M_{\text{行}}} \cdot \frac{R_{\text{行}}^2}{R^2} = \frac{600}{960}$ ，故 $\frac{R_{\text{行}}}{R} = \sqrt{\frac{600M_{\text{行}}}{960M}} = \sqrt{\frac{600 \times 6.4M}{960M}} = 2$ ，選項 B 正確。

答案 B

4. 火星半徑約為地球半徑的一半，火星質量約為地球質量的 $\frac{1}{9}$ 。一位宇航員連同宇航服在地球上的質量為 50 kg。求：(取地球表面的重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$)

(1) 在火星上宇航員所受的重力為多少？

(2) 宇航員在地球上可跳 1.5 m 高，他以相同初速度在火星上可跳多高？

解析 (1) 由 $mg = G \frac{Mm}{R^2}$ ，得 $g = \frac{GM}{R^2}$ 。在地球上 $g = \frac{GM}{R^2}$ ，在火星上有 $g' = \frac{G \cdot \frac{1}{9}M}{\left(\frac{1}{2}R\right)^2}$ ，所以 $g' = \frac{40}{9} \text{ m/s}^2$ ，

那麼宇航員在火星上所受的重力 $mg' = 50 \times \frac{40}{9} \text{ N} \approx 222.2 \text{ N}$ 。

(2) 在地球上，宇航員跳起的高度為 $h = \frac{v_0^2}{2g}$ 即 $1.5 = \frac{v_0^2}{2 \times 10}$

在火星上，宇航員跳起的高度 $h' = \frac{v_0^2}{2g'} = \frac{v_0^2}{2 \times \frac{40}{9}}$ ，聯立以上兩式得 $h' = 3.375$

m。



第四課題 §6.4 萬有引力理論的成就 (2 課時)

一、課前自主預習學案

知識點一 “稱量”地球質量

[基礎梳理]

(1)稱量條件：不考慮地球自轉的影響。

(2)稱量原理：地面上物體的重力等於地球對該物體的萬有引力，即 $mg = G\frac{Mm}{R^2}$ 。

(3)稱量結果：地球的質量 $M = \frac{gR^2}{G}$ 。

注意 (1)上式中地面的重力加速度 g 和地球半徑 R 在卡文迪許之前就已知道，而卡文迪許在實驗室中測出了引力常量 G ，利用上式就可算出地球的質量 M 。這意味著人們在實驗室裏測出了地球的質量。

(2)通過萬有引力定律“稱量”地球的質量，其中的思想基礎與牛頓的月—地檢驗是一致的，即相信宇宙中天體運動和地面上物體的運動都服從相同的規律。

[典例精析]

【例 1】設地面附近的重力加速度 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ ，地球半徑 $R = 6.4 \times 10^6 \text{ m}$ ，引力常量 $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ ，試估算地球的質量。

解析 $M = \frac{gR^2}{G} = \frac{9.8 \times (6.4 \times 10^6)^2}{6.67 \times 10^{-11}} \text{ kg} \approx 6.0 \times 10^{24} \text{ kg}$ 。

答案 $6.0 \times 10^{24} \text{ kg}$

知識點二 計算天體的質量和密度

[基礎梳理]

1. 計算天體質量的方法

分析圍繞該天體運動的行星(或衛星)，測出行星(或衛星)的運行週期和軌道半徑，由萬有引力提供向心力即可求中心天體的質量。由 $\frac{GMm}{r^2} = m\frac{4\pi^2}{T^2}r$ ，得 $M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$ 。

2. 天體密度的計算方法

根據密度的公式 $\rho = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3}$ ，只要先求出天體的質量就可以代入此式計算天體的密度。

(1)由天體表面的重力加速度 g 和半徑 R ，求此天體的密度。

由 $mg = \frac{GMm}{R^2}$ 和 $M = \rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3$ ，得 $\rho = \frac{3g}{4\pi GR}$ 。

(2)若天體的某個行星(或衛星)的軌道半徑為 r ，運行週期為 T ，中心天體的



半徑為 R ，則由 $G\frac{Mm}{r^2} = mr\frac{4\pi^2}{T^2}$ 和 $M = \rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3$ ，得 $\rho = \frac{3\pi r^3}{GT^2 R^3}$ 。

注意 R 、 r 的意義不同，一般地 R 指中心天體的半徑， r 指行星或衛星的軌道半徑，若繞近地軌道運行，則有 $R=r$ ，此時 $\rho = \frac{3\pi}{GT^2}$ 。

[典例精析]

【例2】 地球表面的平均重力加速度為 g ，地球半徑為 R ，引力常量為 G ，可估算地球的平均密度為()

- A. $\frac{3g}{4\pi RG}$ B. $\frac{3g}{4\pi R^2 G}$ C. $\frac{g}{RG}$
D. $\frac{g}{RG^2}$

解析 忽略地球自轉的影響，對處於地球表面的物體，有 $mg = G\frac{Mm}{R^2}$ ，又地球質量 $M = \rho V = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho$ 。代入上式化簡可得地球的平均密度 $\rho = \frac{3g}{4\pi RG}$ 。

答案 A

[即學即練]

1. 假設在半徑為 R 的某天體上發射一顆該天體的衛星。若它貼近該天體的表面做勻速圓周運動的運行週期為 T_1 ，已知引力常量為 G 。

(1) 則該天體的密度是多少？

(2) 若這顆衛星距該天體表面的高度為 h ，測得在該處做圓周運動的週期為 T_2 ，則該天體的密度又是多少？

解析 (1) 設衛星的質量為 m ，天體的質量為 M ，衛星貼近天體表面運動時有 $G\frac{Mm}{R^2} = m\frac{4\pi^2}{T_1^2}R$ ， $M = \frac{4\pi^2 R^3}{GT_1^2}$ 。

根據數學知識可知天體的體積 $V = \frac{4}{3}\pi R^3$ ，故該天體密度

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{4\pi^2 R^3}{GT_1^2 \cdot \frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{3\pi}{GT_1^2}。$$

(2) 衛星距天體表面的高度為 h 時有

$$G\frac{Mm}{(R+h)^2} = m\frac{4\pi^2}{T_2^2}(R+h) \text{ 得}$$

$$M = \frac{4\pi^2 (R+h)^3}{GT_2^2}, \rho = \frac{M}{V} = \frac{4\pi^2 (R+h)^3}{GT_2^2 \cdot \frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{3\pi (R+h)^3}{GT_2^2 R^3}。$$

答案 (1) $\frac{3\pi}{GT_1^2}$ (2) $\frac{3\pi (R+h)^3}{GT_2^2 R^3}$

計算天體質量和密度的方法

萬有引力充當向心力，結合圓周運動向心加速度的三種表述方式可得三個不同的方程，即

$$\textcircled{1} F_{引} = G\frac{Mm}{r^2} = ma = m\frac{v^2}{r}, \text{ 即 } M = \frac{v^2 r}{G} (v、r \text{ 法})$$



$$\textcircled{2} F_{引} = G \frac{Mm}{r^2} = ma = m\omega^2 r, \text{ 即 } M = \frac{\omega^2 r^3}{G} (\omega、r \text{ 法})$$

$$\textcircled{3} F_{引} = G \frac{Mm}{r^2} = ma = m \frac{4\pi^2 r}{T^2}, \text{ 即 } M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2} (T、r \text{ 法})$$

上述三種運算式分別對應在已知環繞天體的線速度 v 、角速度 ω 、週期 T 時求解中心天體質量的方法。以上各式中 M 表示中心天體的質量， m 表示環繞天體的質量， r 表示兩天體間距離， G 表示引力常量。

知識點三 天體運動的分析與計算發現未知天體

[基礎梳理]

1. 基本思路：一般行星或衛星的運動可看作勻速圓周運動，所需向心力由中心天體對它的萬有引力提供。

2. 常用關係：

$$(1) G \frac{Mm}{r^2} = ma_n = m \frac{v^2}{r} = m\omega^2 r = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$$

(2) 忽略自轉時， $mg = G \frac{Mm}{R^2}$ (物體在天體表面時受到的萬有引力等於物體重力)，整理可得： $gR^2 = GM$ ，該公式通常被稱為“黃金代換式”。

3. 四個重要結論：設質量為 m 的天體繞另一質量為 M 的中心天體做半徑為 r 的勻速圓周運動。

$$(1) \text{ 由 } G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r} \text{ 得 } v = \sqrt{\frac{GM}{r}}, r \text{ 越大, } v \text{ 越小。}$$

$$(2) \text{ 由 } G \frac{Mm}{r^2} = m\omega^2 r \text{ 得 } \omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}, r \text{ 越大, } \omega \text{ 越小。}$$

$$(3) \text{ 由 } G \frac{Mm}{r^2} = m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 r \text{ 得 } T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}}, r \text{ 越大, } T \text{ 越大。}$$

$$(4) \text{ 由 } G \frac{Mm}{r^2} = ma_n \text{ 得 } a_n = \frac{GM}{r^2}, r \text{ 越大, } a_n \text{ 越小。}$$

4. 發現未知天體：

(1) 海王星的發現

英國劍橋大學的學生亞當斯和法國年輕的天文學家勒維耶根據天王星的觀測資料，利用萬有引力定律計算出天王星外“新”行星的軌道。1846年9月23日，德國的加勒在勒維耶預言的位置附近發現了這顆行星——海王星。

(2) 其他天體的發現

近100年來，人們在海王星的軌道之外又發現了冥王星、閩神星等幾個較大的天體。

[典例精析]

【例3】如圖1所示， a 、 b 、 c 是地球大氣層外圓形軌道上運動的三顆衛星， a 和 b 質量相等，且小於 c 的質量，則()

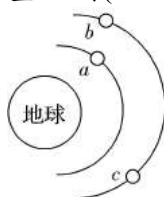




圖 1

- A. b 所需向心力最大
 B. b 、 c 的週期相同且大於 a 的週期
 C. b 、 c 的向心加速度大小相等，且大於 a 的向心加速度
 D. b 、 c 的線速度大小相等，且大於 a 的線速度

解析 因衛星運動的向心力是由它們所受的萬有引力提供，而 b 所受的引力最小，故 A 錯誤；由 $\frac{GMm}{r^2} = \frac{4\pi^2mr}{T^2}$ ，得 $T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$ ，所以 $T_a < T_b = T_c$ ，B 正確；由 $\frac{GMm}{r^2} = ma$ ，得 $a = \frac{GM}{r^2}$ ，所以 $a_a > a_b = a_c$ ，C 錯誤；由 $G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$ ，得 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ ，所以 $v_a > v_b = v_c$ ，D 錯誤。

答案 B

[即學即練]

2. 2016年3月30日，我國在西昌衛星發射中心用長征三號甲運載火箭，成功發射第22顆地球同步軌道衛星——北斗導航衛星。在2005年，我國還成功發射了“神州”六號載人飛船。飛船入軌後，環繞地球飛行77圈，歷時115個小時。假設飛船和該衛星都做圓周運動，那麼飛船和衛星在各自軌道上運行時()

- A. 飛船運動速度比衛星小
 B. 飛船運動的加速度比衛星小
 C. 飛船離地面的高度比衛星小
 D. 飛船運行的角速度比衛星小

解析 地球同步軌道衛星——北斗導航衛星的週期為24小時，“神州”六號載人飛船的週期為 $\frac{115}{77}$ 小時=1.5小時， $T_{衛} > T_{飛}$ ，由牛頓第二定律 $G\frac{Mm}{R^2} = m\frac{4\pi^2R}{T^2} = ma = m\frac{v^2}{R} = mR\omega^2$ 得： $R = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}}$ ， $a = \frac{GM}{R^2}$ ， $v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$ ， $\omega = \sqrt{\frac{GM}{R^3}}$ ，又 $R = R_{地} + h$ ，所以 C 正確，A、B、D 不正確。

答案 C

| 課堂自測 |

反饋訓練 課堂達標

1. 已知引力常量 G 、月球中心到地球中心的距離 R 和月球繞地球運行的週期 T ，僅利用這三個數據，可以估算出的物理量有()

- A. 月球的質量
 B. 地球的質量
 C. 地球的半徑
 D. 地球的密度

解析 由天體運動的受力特點，得 $G\frac{Mm}{R^2} = m\frac{4\pi^2}{T^2}R$ ，可得地球的質量 $M = \frac{4\pi^2R^3}{GT^2}$ 。由於不知地球的半徑，無法求地球的密度。故選 B。

答案 B

2. 一艘太空船繞一個不知名的行星表面飛行，要測定該行星的密度，僅僅需要()

- A. 測定飛船的運行週期
 B. 測定飛船的環繞半徑
 C. 測定行星的體積
 D. 測定飛船的運行速度



解析 取飛船為研究對象，由 $G\frac{Mm}{R^2} = m\frac{4\pi^2}{T^2}R$ 及 $M = \frac{4}{3}\pi R^3\rho$ ，知 $\rho = \frac{3\pi}{GT^2}$ ，A 對，故選 A。

答案 A

3. 2015年9月20日“長征六號”火箭搭載20顆小衛星成功發射。在多星分離時，小衛星分別在高度不同的三層軌道被依次釋放。假設釋放後的小衛星均做勻速圓周運動，則下列說法正確的是()



圖 2

- A. 20顆小衛星的軌道半徑均相同
- B. 20顆小衛星的線速度大小均相同
- C. 同一圓軌道上的小衛星的週期均相同
- D. 不同圓軌道上的小衛星的角速度均相同

解析 小衛星分別在不同的三層軌道上做勻速圓周運動，即它們的軌道半徑不同，A 錯誤；由 $G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$ 得 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ ，隨著軌道半徑的增大，衛星的線速度減小，B 錯誤；由 $G\frac{Mm}{r^2} = m\omega^2r$ 得 $\omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$ ，隨著軌道半徑的增大，衛星的角速度減小，D 錯誤；由 $G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{4\pi^2}{T^2}r$ 得 $T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$ ，隨著軌道半徑的增大，衛星的運行週期變大，半徑相同，則週期相同，故 C 正確。

答案 C

4. 據報導，“嫦娥一號”和“嫦娥二號”繞月飛行器的圓形工作軌道距月球表面分別約為 200 km 和 100 km，運行速度分別為 v_1 和 v_2 。那麼， v_1 和 v_2 的比值為(月球半徑取 1 700 km)()

- A. $\frac{19}{18}$
- B. $\sqrt{\frac{19}{18}}$
- C. $\sqrt{\frac{18}{19}}$
- D. $\frac{18}{19}$

解析 根據衛星運動的向心力由萬有引力提供，有 $G\frac{Mm}{(r+h)^2} = m\frac{v^2}{r+h}$ ，那麼衛星的線速度跟其軌道半徑的平方根成反比，則有 $\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{r+h_2}}{\sqrt{r+h_1}} = \sqrt{\frac{18}{19}}$ 。

答案 C



二、新課教學：§6.4 萬有引力理論的成就

課題	§6.4 萬有引力理論的成就		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2018.03.05	課型	新授課		課時	2 課時

2.1 教學目標

知識與技能

1. 了解地球表面物體的萬有引力兩個分力的大小關係，計算地球質量；
2. 行星繞恆星運動、衛星的運動的共同點：萬有引力作為行星、衛星圓周運動的向心力，會用萬有引力定律計算天體的質量；
3. 了解萬有引力定律在天文學上有重要應用。

過程與方法

1. 培養學生根據數據分析找到事物的主要因素和次要因素的一般過程和方法；
2. 培養學生根據事件的之間相似性採取類比方法分析新問題的能力與方法；
3. 培養學生歸納總結建立模型的能力與方法。

情感態度與價值觀

1. 培養學生認真嚴禁的科學態度和大膽探究的心理質量；
2. 體會物理學規律的簡潔性和普適性，領略物理學的優美。

2.2 教學重點

1. 地球質量的計算、太陽等中心天體質量的計算。
2. 通過數據分析、類比思維、歸納總結建立模型來加深理解。

2.3 教學難點

根據已有條件求中心天體的質量。

2.4 教學方法

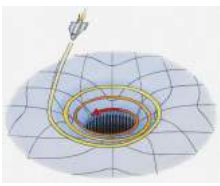
教師啟發、引導，學生自主閱讀、思考，討論、交流學習成果。

2.5 教學準備

多媒體課件

2.6 教學過程

[新課導入]



天體之間的作用力主要是萬有引力，引力常量的測出使萬有引力定律有了實際意義，萬有引力定律對天文學的發展起了很大的推動作用，揭示了天體運動的規律。這節課我們將舉例來學習萬有引力定律在天文學上的應用。

〔新課教學〕

一、“科學真是迷人”

地球的質量是多少？這不可能用天平稱量，但是可以通過萬有引力定律來“稱量”。

若不考慮地球自轉的影響，地面上質量為 m 的物體所受的重力 mg 等於地球對物體的引力，即

$$mg = G \frac{mM}{R^2}$$

式中 M 是地球的質量， R 是地球的半徑，也就是物體到地心的距離。由此得到

$$GM = R^2g \quad (\text{黃金代換式})$$

$$M = \frac{gR^2}{G}$$

地面的重力加速度 g 和地球半徑 R 在卡文迪許之前就已知道，一旦測得引力常量 G ，就可以算出地球的質量 M 。卡文迪許把他自己的實驗說成是“稱量地球的重量”，是不無道理的。

在實驗室裏測量幾個鉛球之間的作用力，就可以稱量地球，這不能不說是一個科學奇跡。難怪一位外行人、著名文學家馬克·吐溫滿懷激情地說：“科學真是迷人。根據零星的事實，增添一點猜想，竟能贏得那麼多收穫！”

二、計算天體的質量

1. 中心天體質量計算的公式

應用萬有引力定律還可以計算太陽等中心天體的質量。思考這個問題的出發點是：行星或衛星繞中心天體做勻速圓周運動的向心力是由它們之間的萬有引力提供的，由此可以列出方程，從中解出中心天體的質量。

設 M 是太陽的質量， m 是某個行星的質量， r 是行星與太陽之間的距離， ω 是行星公轉的角速度。

根據萬有引力提供行星繞太陽運動的向心力，有：

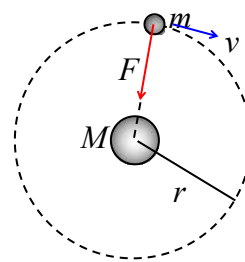
$$F = G \frac{Mm}{r^2} = ma = m\omega^2 r = m \frac{v^2}{r} = mr \frac{4\pi^2}{T^2} = mv\omega$$

行星的質量 m 在方程兩側被消去，所以只能求出中心天體的質量。將萬有引力和右側向心加速度的不同運算式聯立，得到中心天體質量的計算公式為

$$M = \frac{r^2 a}{G} = \frac{r^3 \omega^2}{G} = \frac{rv^2}{G} = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2} = \frac{r^2 v \omega}{G}$$

測出行星的公轉週期 T 和它與太陽的距離 r 等，就可以算出太陽的質量。

根據已知條件的不同，應選擇不同的計算公式來計算中心天體的質量。對同一個中心天體， M 是一個定值。所以





$$\frac{r^3}{T^2} = \frac{GM}{4\pi^2} = k$$

即在開普勒第三定律中， k 是由中心天體質量 M 決定的常量。

同樣的道理，如果已知衛星繞行星運動的週期和衛星與行星之間的距離，也可以算出行星的質量。目前，觀測人造衛星的運動，是測量地球質量的重要方法之一。

【課堂練習】地球質量的計算

已知月球到地球的球心距離為 $r=4\times 10^8\text{m}$ ，月亮繞地球運行的週期為 30 天，求地球的質量。

解：月球繞地球運行的向心力，由月地間的萬有引力提供，即有：

$$F = G \frac{Mm}{r^2} = mr \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2$$

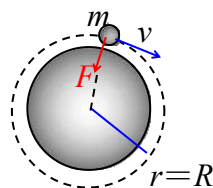
$$\text{得：} M_{\text{地}} = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2} = \frac{4 (3.14)^2 (4 \times 10^8)^3}{6.67 \times 10^{-11} (30 \times 24 \times 3600)^2} \text{kg} = 5.89 \times 10^{24} \text{kg}$$

太陽質量和地球質量的數量級希望同學們能記住，在今後判斷有關問題時可使用。

2. 天體平均密度的計算

利用環繞中心天體表面運行的行星或衛星，可以計算中心天體的平均密度。

設中心天體的半徑為 R ，平均密度為 ρ ，中心天體表面的重力加速度為 g 。行星或衛星的質量為 m ，軌道半徑為 r ，線速度為 v ，角速度為 ω ， T 為行星或衛星的週期。當行星或衛星環繞中心天體表面運行時，軌道半徑 r 近似認為與中心天體的半徑 R 相等。根據萬有引力提供向心力有



$$F = G \frac{(4\pi R^3/3)\rho m}{R^2} = ma = mg = m \frac{v^2}{R} = mR\omega^2 = mR \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 = mv\omega$$

由上式可得中心天體平均密度的計算公式為

$$\rho = \frac{3a}{4\pi RG} = \frac{3g}{4\pi RG} = \frac{3v^2}{4\pi R^2 G} = \frac{3\omega^2}{4\pi G} = \frac{3\pi}{GT^2} = \frac{3v\omega}{4\pi RG}$$

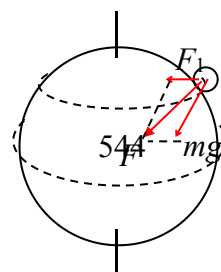
由上式還可得到一個有用的結論：對環繞任何中心天體表面的行星或衛星，有

$$\rho T^2 = \frac{3\pi}{G} \text{ 是一個普適常量。}$$

3. 星球表面附近的重力加速度

(1) 重力及重力加速度與緯度的關係

由於地球的自轉，地面上物體將隨地球一起做勻速圓周運動。地球對地面物體的萬有引力 F 的一個分力 F_1 提供物體做圓周運動的向心力，另一個分力表現為物體的重力 mg 。所以除赤道和兩極外，物體的重力並不嚴格指向地球的球心。同一物體的重力在赤道位置最小，兩極處最大。導





致赤道位置的重力加速度最小，隨緯度位置的增加而逐漸增大，兩極處最大。

$$\textcircled{1} \text{ 在兩極位置： } G_1 = G \frac{Mm}{R^2}$$

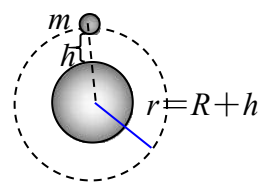
$$\textcircled{2} \text{ 在赤道位置： } G_2 = G \frac{Mm}{R^2} - mR\omega^2$$

(2) 重力加速度與高度的關係

設中心天體的質量為 M ，半徑為 R 。距星體表面高度為 h 處有一質量為 m 的物體。物體在該處的重力等於星體對它的萬有引力，該處的重力加速度為 g' ，則

$$F = G \frac{Mm}{(R+h)^2} = mg'$$

$$g' = \frac{GM}{(R+h)^2}$$



當 $h=0$ ，物體在星球表面時， $g = \frac{GM}{R^2}$ 。

由此可知：物體在地球表面處的重力加速度，一方面與緯度位置有關，另一方面還與高度有關。

三、發現未知天體

到了 18 世紀，人們已經知道太陽系有 7 顆行星，其中 1781 年發現的第七個行星——天王星的運動軌道有些“古怪”：根據萬有引力定律計算出來的軌道與實際觀測的結果總有一些偏差。有人據此認為萬有引力定律的準確性有問題。但另一些人則推測，在天王星軌道外面還有一顆未發現的行星，它對天王星的吸引使其軌道產生了偏離。到底誰是誰非呢？

有人問李政道教授，在他做學生時，剛一接觸物理學，什麼東西給他的印象最深？他毫不遲疑地回答，是物理學法則的普適性深深地打動了他。

物理學基本規律的簡潔性和普適性，使人充分領略了它的優美，激勵著一代又一代科學家以無限熱情獻身於對科學規律的探索。

英國劍橋大學的學生亞當斯和法國年輕的天文愛好者勒維耶相信未知行星的存在。他們根據天王星的觀測資料，各自獨立地利用萬有引力定律計算出這顆“新”行星的軌道。1846 年 9 月 23 日晚，德國的伽勒在勒維耶預言的位置附近發現了這顆行星，人們稱其為“筆尖下發現的行星”。後來，這顆行星命名為海王星。



用類似的方法，人們又發現了太陽系外的其他天體。1705 年英國天文學家哈雷根據萬有引力定律計算了一顆著名彗星的軌道並正確預言了它的回歸。

海王星的發現和哈雷彗星的“按時回歸”最終確立了萬有引力定律的地位，也成為科學史上的美談。諾貝爾物理學獎獲得者，物理學家馮·勞厄說：“沒有任何東西像牛頓引力理論對行星軌道的計算那樣，如此有力地樹立起人們對年輕的物理學的尊敬。從此以後，這門自然科學成了巨大的精神王國……”

海王星的軌道之外殘存著太陽系形成初期遺留的物質，近 100 年來，人們



在這裏發現了冥王星、卡戎等幾個較大的天體。但是，距離遙遠，太陽的光芒到達那裏已經太微弱了，從地球上很難看出究竟。儘管如此，黑暗寒冷的太陽系邊緣依然牽動著人們的心，搜尋工作從來沒有停止過。

〔小結〕

這節課我們主要掌握的知識點是萬有引力定律在天文學中的應用，解題時通常根據萬有引力提供向心力、地面（或某星球表面）物體的重力等於萬有引力來建立關係式。通過本節的學習，我們一方面應用了萬有引力，另一方面了解了萬有引力定律在天文學中具有的重要意義。

天體運動問題有行星或衛星繞著中心天體作勻速圓周運動，分為行星繞恒星與衛星繞行星兩種類型。基本思路是根據行星（或衛星）運動的情況，求出行星（或衛星）的向心加速度，而向心力是由萬有引力提供的，這樣，列出方程即可求得中心天體（太陽或行星）的質量。由此可知，計算中心天體質量的思路只有一條：萬有引力提供向心力，結合向心力公式計算。

〔佈置作業〕

教材第 40 頁“問題與練習”

2.7 板書設計

一、“科學真是迷人”

$$mg = G \frac{mM}{R^2}$$

$$M = \frac{gR^2}{G}$$

二、計算天體的質量

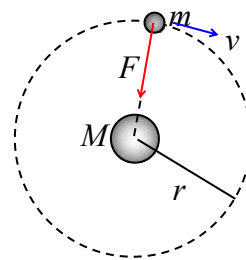
1. 中心天體質量計算的公式

設 M 是太陽的質量， m 是某個行星的質量， r 是行星與太陽之間的距離， ω 是行星公轉的角速度。

根據萬有引力提供行星繞太陽運動的向心力，有：

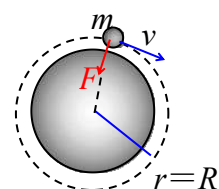
$$F = G \frac{Mm}{r^2} = ma = m\omega^2 r = m \frac{v^2}{r} = mr \frac{4\pi^2}{T^2} = mv\omega$$

$$M = \frac{r^2 a}{G} = \frac{r^3 \omega^2}{G} = \frac{rv^2}{G} = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2} = \frac{r^2 v \omega}{G}$$



2. 天體平均密度的計算

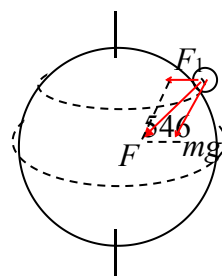
設中心天體的半徑為 R ，平均密度為 ρ ，中心天體表面的重力加速度為 g 。行星或衛星的質量為 m ，軌道半徑為 r ，線速度為 v ，角速度為 ω ， T 為行星或衛星的週期。當行星或衛星環繞中心天體表面運行時，軌道半徑 r 近似認為與中心天體的半徑 R 相等。根據萬有引力提供向心力有



$$F = G \frac{(4\pi R^3 / 3) \rho m}{R^2} = ma = mg = m \frac{v^2}{R} = mR \omega^2 = mR \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = mv\omega$$

由上式可得中心天體平均密度的計算公式為

$$\rho = \frac{3a}{4\pi R G} = \frac{3g}{4\pi R G} = \frac{3v^2}{4\pi R^2 G} = \frac{3\omega^2}{4\pi G} = \frac{3\pi}{GT^2} = \frac{3v\omega}{4\pi R G} \quad \rho T^2 = \frac{3\pi}{G} \text{ 是一}$$





個普適常量。

3. 星球表面附近的重力加速度

(1) 重力及重力加速度與緯度的關係

$$\textcircled{1} \text{ 在兩極位置： } G_1 = G \frac{Mm}{R^2}$$

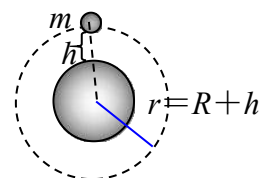
$$\textcircled{2} \text{ 在赤道位置： } G_2 = G \frac{Mm}{R^2} - mR\omega^2$$

(2) 重力加速度與高度的關係

$$F = G \frac{Mm}{(R+h)^2} = mg'$$

$$g' = \frac{GM}{(R+h)^2}$$

當 $h=0$ ，物體在星球表面時， $g = \frac{GM}{R^2}$ 。



三、發現未知天體

三、課後練習：§6.4 萬有引力理論的成就

1. 關於萬有引力定律應用於天文學研究的歷史事實，下列說法中正確的是 ()

A. 天王星、海王星和冥王星，都是運用萬有引力定律、經過大量計算後而發現的

B. 在 18 世紀已經發現的 7 個行星中，人們發現第七個行星——天王星的運動軌道總是同根據萬有引力定律計算出來的結果有比較大的偏差，於是有人推測，在天王星軌道外還有一個行星，是它的存在引起了上述偏差

C. 第八個行星，是牛頓運用自己發現的萬有引力定律，經大量計算而發現的

D. 冥王星是英國劍橋大學的學生亞當斯和勒維耶合作研究後共同發現的

答案 B

2. 宇航員乘飛船前往 A 星球，其中有一項任務是測量該星球的密度。已知該星球的半徑為 R ，引力常數為 G 。結合已知量有同學為宇航員設計了以下幾種測量方案。你認為不正確的是 ()

A. 當飛船繞星球在任意高度運行時測出飛船的運行週期 T

B. 當飛船繞星球在任意高度運行時測出飛船的運行週期 T 和飛船到星球的距離 h

C. 當飛船繞星球表面運行時測出飛船的運行週期 T

D. 當飛船著陸後宇航員測出該星球表面的重力加速度 g

解析 星球的質量： $M = \rho \cdot \frac{4\pi R^3}{3}$ ，飛船在任意高度 $\frac{GMm}{(R+h)^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} (R+h)$ ，可得： $\rho = \frac{3\pi}{GT^2 R^3} (R+h)^3$ ，從公式可以判定，飛船繞星球在任意高度運行



時，測出週期 T 和飛船到星球的距離 h ，故 A 錯誤，B 正確；飛船繞星球表面運行時： $h=0$ ， $\rho = \frac{3\pi}{GT^2}$ ，C 正確；著陸後： $\frac{GMm}{R^2} = mg$ ，可得： $\rho = \frac{3g}{4\pi GR}$ 。從公式中可以知道 ρ 與 g 有關，所以 D 項正確。

答案 A

3. “嫦娥二號”已於 2010 年 10 月 1 日發射，其環月飛行的高度距離月球表面 100 km，所探測到的有關月球的數據將比環月飛行高度為 200 km 的“嫦娥一號”更加翔實。若兩顆衛星環月的運行均可視為勻速圓周運動，運行軌道如圖 1 所示。則()

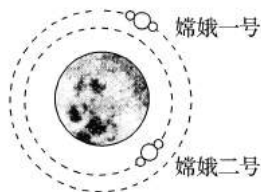


圖 1

- A. “嫦娥二號”環月運行的週期比“嫦娥一號”更小
- B. “嫦娥二號”環月運行的線速度比“嫦娥一號”更小
- C. “嫦娥二號”環月運行的角速度比“嫦娥一號”更小
- D. “嫦娥二號”環月運行的向心加速度比“嫦娥一號”更小

解析 根據 $G\frac{Mm}{r^2} = m\omega^2 \cdot r = m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 r = \frac{mv^2}{r} = ma$ 可得 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ ， $a = G\frac{M}{r^2}$ ， $\omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$ ， $T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$ ，可見，軌道半徑較小的“嫦娥二號”的線速度、加速度和角速度均較大，而週期較小。

答案 A

4. 星系由很多繞中心作圓形軌道運行的恆星組成。科學家研究星系的一個方法是測量恆星在星系中的運行速度 v 和離星系中心的距離 r ，用 $v \propto r^n$ 這樣的關係來表達，科學家們特別關心指數 n 。若作用於恆星的引力主要來自星系中心的巨型黑洞，則 n 為()

- A. 1
- B. 2
- C. $-\frac{1}{2}$
- D. $\frac{1}{2}$

解析 由 $G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$ 知， $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ ，故選 C。

答案 C

5. 土星外層上有一個環如圖 2 所示，為了判斷它是土星的一部分還是土星的衛星群，可以測量環中各層的線速度 v 與該層到土星中心的距離 R 之間的關係來判斷()

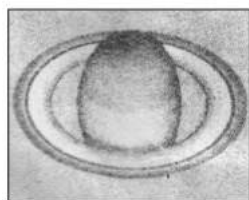




圖 2

- A · 若 $v \propto R$ ，則該層是土星的衛星群
 B · 若 $v^2 \propto R$ ，則該層是土星的衛星群
 C · 若 $v \propto \frac{1}{R}$ ，則該層是土星的一部分
 D · 若 $v^2 \propto \frac{1}{R}$ ，則該層是土星的衛星群

解析 若為土星的一部分，則它們與土星繞同一圓心做圓周運動的角速度應同土星相同，根據 $v = \omega R$ 可知 $v \propto R$ 。若為土星的衛星群，則由公式 $G \frac{Mm}{R^2} = m \frac{v^2}{R}$ 可得： $v^2 \propto \frac{1}{R}$ ，故應選 D。

答案 D

6 · 為了探測 X 星球，載著登陸艙的探測飛船在以該星球中心為圓心，半徑為 r_1 的圓軌道上運動，週期為 T_1 ，總質量為 m_1 。隨後登陸艙脫離飛船，變軌到離星球更近的半徑為 r_2 的圓軌道上運動，此時登陸艙的質量為 m_2 ，則()

- A · X 星球的質量為 $M = \frac{4\pi^2 r_1^3}{GT_1^2}$
 B · X 星球表面的重力加速度為 $g_x = \frac{4\pi^2 r_1}{T_1^2}$
 C · 登陸艙在 r_1 與 r_2 軌道上運動時的速度大小之比為 $\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{m_1 r_2}{m_2 r_1}}$
 D · 登陸艙在半徑為 r_2 軌道上做圓周運動的週期為 $T_2 = T_1 \sqrt{\frac{r_2^3}{r_1^3}}$

解析 由萬有引力提供向心力得 $G \frac{Mm_1}{r_1^2} = m_1 \frac{4\pi^2}{T_1^2} r_1$ ， $M = \frac{4\pi^2 r_1^3}{GT_1^2}$ ，A 錯誤；飛船在 r_1 處的重力加速度為 $g = \frac{4\pi^2 r_1}{T_1^2}$ ，在星球表面的重力加速度 $g_x > \frac{4\pi^2 r_1}{T_1^2}$ ，B 錯；由 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$ 知 $\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{r_2}{r_1}}$ ，C 錯；由 $\frac{r_1^3}{T_1^2} = \frac{r_2^3}{T_2^2}$ 得， $T_2 = T_1 \sqrt{\frac{r_2^3}{r_1^3}}$ ，D 正確。

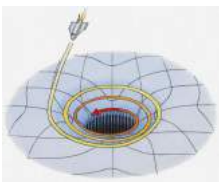
答案 D

7 · 據報導，中俄雙方將聯合對火星及其衛星“火衛一”進行探測。“火衛一”位於火星赤道正上方，到火星中心的距離為 9 450 km。“火衛一”繞火星 1 周需 7 h 39 min。若其繞行軌道可認為是圓形軌道，引力常量為 G ，由以上資訊不能確定的是()

- A · 火衛一的質量
 B · 火星的質量
 C · 火衛一的繞行速度
 D · 火衛一的向心加速度

解析 由 $\frac{GMm}{R^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} R$ ，已知 G 、 R 、 T 可求 M 但不能求 m ，故 A 不可確定；B 可確定；衛星的繞行速度為 $v = \frac{2\pi R}{T}$ ，故 C 可以確定；由衛星的 $a = \frac{4\pi^2}{T^2} R$ ，故 D 可以確定。

答案 A



8·如圖 3 所示，飛船從軌道 1 變軌至軌道 2。若飛船在兩軌道上都做勻速圓周運動，不考慮質量變化，相對於在軌道 1 上，飛船在軌道 2 上的()

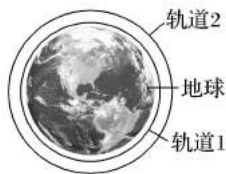


圖 3

- A·速度大 B·向心加速度大
C·運行週期長 D·角速度大

解析 飛船繞中心天體做勻速圓周運動，萬有引力提供向心力，即 $F_{引} = F_n$ ，所以 $G\frac{Mm}{r^2} = ma_n = \frac{mv^2}{r} = \frac{4\pi^2mr}{T^2} = m\omega^2r$ ，即 $a_n = \frac{GM}{r^2}$ ， $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ ， $T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$ ， $\omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$ (或用公式 $T = \frac{2\pi}{\omega}$ 求解)。

因為 $r_1 < r_2$ ，所以 $v_1 > v_2$ ， $a_{n1} > a_{n2}$ ， $T_1 < T_2$ ， $\omega_1 > \omega_2$ ，選項 C 正確。

答案 C

9·一物體從某行星表面某高度處自由下落。從物體開始下落計時，得到物體離行星表面高度 h 隨時間 t 變化的圖象如圖 4 所示，不計阻力。則根據 $h-t$ 圖象可以計算出()

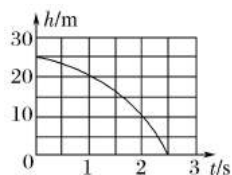


圖 4

- A·行星的質量
B·行星的半徑
C·行星表面重力加速度的大小
D·物體受到行星引力的

解析 由 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 得 $g_{行} = \frac{2h}{t^2}$ ，可計算出 $g_{行}$ 。根據 $G\frac{Mm}{R^2} = mg_{行}$ 得 $M = \frac{R^2g_{行}}{G}$ 。因半徑 R 未知，故行星的質量和物體受到行星的引力不可求出。

答案 C

10·一顆人造衛星靠近某行星表面做勻速圓周運動，經過時間 t ，衛星運行的路程為 s ，運動半徑轉過的角度為 1 rad，引力常量設為 G ，求：

- (1) 衛星運行的週期；
(2) 該行星的質量。

解析 (1) 衛星的角速度 $\omega = \frac{\theta}{t} = \frac{1}{t}$ rad/s，

週期 $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi t$ 。

- (2) 設行星的質量為 M ，半徑為 R ，



則有 $R = \frac{s}{\theta} = s$ ，由牛頓第二定律得： $\frac{GMm}{R^2} = m\omega^2 R$ ，解得： $M = \frac{s^3}{Gt^2}$ 。

答案 (1) $2\pi t$ (2) $\frac{s^3}{Gt^2}$

11. 假設地球自轉速度達到使赤道上的物體能“飄”起來(完全失重)。試估算一下，此時地球上的一天等於多少小時？(地球半徑取 $6.4 \times 10^6 \text{ m}$ ， g 取 10 m/s^2)

解析 物體剛要“飄”起來時，還與地球相對靜止，其週期等於地球自轉週期，此時物體只受重力作用，物體“飄”起來時，半徑為 $R_{\text{地}}$

據萬有引力定律： $mg = \frac{GMm}{R_{\text{地}}^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} R_{\text{地}}$

得： $T = \sqrt{\frac{4\pi^2 R_{\text{地}}}{g}} = \sqrt{\frac{4\pi^2 \times 6.4 \times 10^6}{10}} \text{ s} = 5024 \text{ s} = 1.4 \text{ h}$ 。

答案 1.4 h

12. 我國發射了繞月運行探月衛星“嫦娥三號”，該衛星的軌道是圓形的，若已知繞月球運動的週期 T 及月球的半徑 R ，月球表面的重力加速度為 $g_{\text{月}}$ ，引力常量為 G 。求：

- (1) 月球質量；
- (2) 探月衛星“嫦娥三號”離月球表面的高度；
- (3) 探月衛星的運行速度。

解析 (1) 由 $G \frac{Mm}{R^2} = mg_{\text{月}}$

得 $M = \frac{g_{\text{月}} R^2}{G}$

(2) 由 $G \frac{Mm}{(R+h)^2} = m(R+h) \frac{4\pi^2}{T^2}$

得 $h = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}} - R = \sqrt[3]{\frac{g_{\text{月}} R^2 T^2}{4\pi^2}} - R$

(3) 由 $v = \frac{2\pi(R+h)}{T}$

得 $v = \sqrt[3]{\frac{2\pi GM}{T}} = \sqrt[3]{\frac{2\pi g_{\text{月}} R^2}{T}}$ 。

答案 (1) $\frac{g_{\text{月}} R^2}{G}$ (2) $\sqrt[3]{\frac{g_{\text{月}} R^2 T^2}{4\pi^2}} - R$ (3) $\sqrt[3]{\frac{2\pi g_{\text{月}} R^2}{T}}$



第五課題 §6.5 宇宙航行 (2 課時)

一、課前自主預習學案

知識點一 宇宙速度

[基礎梳理]

宇宙速度	數值	意義
第一宇宙速度	<u>7.9 km/s</u>	這是衛星繞地球做圓周運動的最小發射速度，若 $7.9 \text{ km/s} \leq v < 11.2 \text{ km/s}$ ，物體繞 <u>地球</u> 運行(環繞速度)
第二宇宙速度	<u>11.2 km/s</u>	這是物體掙脫地球引力束縛的最小發射速度，若 $11.2 \text{ km/s} \leq v < 16.7 \text{ km/s}$ ，物體繞 <u>太陽</u> 運行
第三宇宙速度	<u>16.7 km/s</u>	這是物體掙脫太陽引力束縛的最小發射速度，若 $v \geq 16.7 \text{ km/s}$ ，物體將脫離太陽引力束縛在 <u>宇宙空間</u> 運行

說明：(1)關於第一宇宙速度有三種說法：第一宇宙速度是發射人造地球衛星所必須達到的最小速度，是衛星的最大環繞速度，也是近地衛星的環繞速度。

(2)若人造行星的發射速度大於 7.9 km/s 而小於 11.2 km/s (如圖 1 所示)，則衛星繞地球運動的軌跡為橢圓；若發射速度等於或大於 11.2 km/s 時，衛星就會脫離地球的引力，不再繞地球運行；若人造衛星的發射速度大於 11.2 km/s 而小於 16.7 km/s ，衛星繞太陽運動的軌跡為橢圓，成為一顆人造行星；如果發射速度大於或等於 16.7 km/s ，衛星將掙脫太陽引力的束縛，飛到太陽系以外的空間。

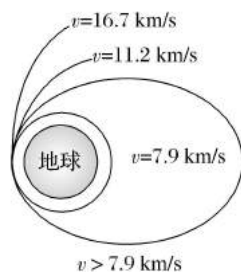


圖 1

[典例精析]



【例 1】 以下關於宇宙速度的說法中正確的是()

- A · 衛星繞地球做圓軌道運行的速度都是第一宇宙速度
- B · 衛星在橢圓軌道上運行時在近地點的速度是第二宇宙速度
- C · 第一宇宙速度是人造地球衛星做圓軌道運動的最大運行速度
- D · 地球上的物體無論以多大的速度發射都不可能脫離太陽的束縛

解析 第一宇宙速度，由 $\frac{GMm}{R^2} = m \frac{v^2}{R}$ 得： $v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$ 。所以當衛星的軌道半徑最小等於地球半徑 R 時，速度是最大的，故 A 錯誤；衛星在橢圓軌道上運行時在近地點的速度大於第一宇宙速度，故 B 錯誤；第一宇宙速度是人造地球衛星做圓軌道運行的最大速度，故 C 正確；當物體速度達到 16.7 km/s 時，物體脫離太陽的束縛，故 D 錯誤。

答案 C

[即學即練]

1 · 我國已成功發射繞月運行的探月衛星“嫦娥二號”，設該衛星的軌道是圓形的，且貼近月球表面，已知月球的質量約為地球質量的 $\frac{1}{81}$ ，月球的半徑約為地球半徑的 $\frac{1}{4}$ ，地球的第一宇宙速度約為 7.9 km/s，則該探月衛星繞月運行的速率約為()

- A · 0.4 km/s
- B · 1.8 km/s
- C · 11 km/s
- D · 36 km/s

解析 設地球質量、半徑分別為 M 、 R ，月球質量、半徑分別為 m 、 r ，則 $m = \frac{M}{81}$ ， $r = \frac{1}{4}R$ ，在星體表面，物體的重力近似等於萬有引力，若物體質量為 m_0 ，則 $\frac{GMm_0}{R^2} = m_0g$ ，即 $GM = gR^2$ ；在月球表面，滿足： $Gm = g'r^2$ ，由此可得： $g' = \frac{mR^2}{Mr^2}g = \frac{16}{81}g$ ，地球的第一宇宙速度 $v_1 = \sqrt{gR} = 7.9$ km/s，在月球表面，有 $v' = \sqrt{g'r} = \sqrt{\frac{16}{81}g \times \frac{1}{4}R} = \frac{2}{9}\sqrt{gR} = \frac{2}{9} \times 7.9$ km/s ≈ 1.8 km/s。

答案 B

知識點二 人造地球衛星的運動特點



[基礎梳理]

1. 人造地球衛星：

(1)概念：如圖 2 所示，當物體的初速度足夠大時，它將會圍繞地球旋轉而不再落回地面，成為一顆繞地球轉動的人造衛星。

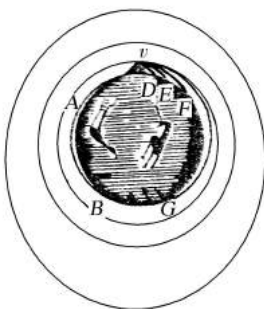


圖 2

(2)運動規律：一般情況下可認為人造衛星繞地球做勻速圓周運動。

(3)向心力來源：人造地球衛星的向心力由地球對它的萬有引力提供。

2. 所有衛星的軌道平面均過地心。

3. 衛星的向心加速度、線速度、角速度、週期與軌道半徑的關係：

根據萬有引力提供衛星繞地球運動的向心力，即有：

$$\frac{GMm}{r^2} = ma = m\frac{v^2}{r} = m\omega^2 r = m\left(\frac{4\pi^2}{T^2}\right)r$$

$$(1) a = \frac{GM}{r^2}, r \text{ 越大, } a \text{ 越小。}$$

$$(2) v = \sqrt{\frac{GM}{r}}, r \text{ 越大, } v \text{ 越小。}$$

$$(3) \omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}, r \text{ 越大, } \omega \text{ 越小。}$$

$$(4) T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}, r \text{ 越大, } T \text{ 越大。}$$

[典例精析]

【例 2】如圖 3 所示，在同一軌道平面上的幾顆人造地球衛星 A、B、C，下列說法正確的是()

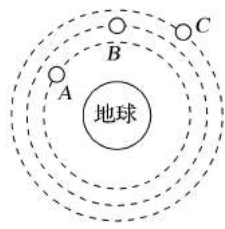


圖 3

- A · 根據 $v = \sqrt{gR}$ ，可知三顆衛星的線速度 $v_A < v_B < v_C$
- B · 根據萬有引力定律，可知三顆衛星受到的萬有引力 $F_A > F_B > F_C$
- C · 三顆衛星的向心加速度 $a_A > a_B > a_C$
- D · 三顆衛星運行的角速度 $\omega_A < \omega_B < \omega_C$

解析 由 $G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$ 得 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ ，故 $v_A > v_B > v_C$ ，選項 A 錯誤；衛星受的萬有引力 $F = G\frac{Mm}{r^2}$ ，但三顆衛星的質量關係不知道，故它們受的萬有引力大小不能比較，選項 B 錯誤；由 $G\frac{Mm}{r^2} = ma$ 得 $a = \frac{GM}{r^2}$ ，故 $a_A > a_B > a_C$ ，選項 C 正確；由 $G\frac{Mm}{r^2} = m\omega^2 r$ 得 $\omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$ ，故 $\omega_A > \omega_B > \omega_C$ ，選項 D 錯誤。

答案 C

[即學即練]

2 · 2012 年 9 月我國採用一箭雙星的方式發射了“北斗導航衛星系統”(BDS)。系統中的兩顆圓軌道半徑均為 21 332 km 的“北斗—M5”和“北斗—M6”衛星，其軌道如圖 4 所示。兩顆衛星的運動均可視為勻速圓周運動，下列說法正確的是()

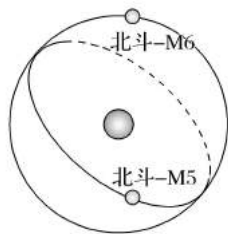


圖 4

- A · 兩顆衛星繞地球運行的向心加速度大小相等
- B · 兩顆衛星繞地球的運行速率均大於 7.9 km/s
- C · 北斗—M5 繞地球的運行週期大於地球的自轉週期



D·北斗—M6 繞地球的運行速率大於北斗—M5 的運行速率

解析 由牛頓第二定律 $G\frac{Mm}{r^2}=ma$ 和兩衛星半徑相等得兩衛星向心加速度大小相等，A 正確；近地衛星的運行速率為 7.9 km/s，又 $G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$ ，兩衛星軌道半徑大於近地衛星軌道半徑，所以其運行速率小於 7.9 km/s，B 不正確；由 $G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{4\pi^2r}{T^2}=m\frac{v^2}{r}$ 和同步衛星軌道半徑大於兩衛星軌道半徑得北斗—M5 繞地球的運行週期小於地球自轉週期，北斗—M6 與北斗—M5 運行速率相等，C、D 均不正確。

答案 A

[歸納總結] 解決這類問題的關鍵要熟記以下兩點

(1)若衛星(或行星)圍繞某一星球轉動，只要記住下列公式 $G\frac{Mm}{r^2}=ma=m\omega^2r$
 $=m\frac{v^2}{r}=m\frac{4\pi^2}{T^2}r$ 。

(2)繞同一中心天體做圓周運動的衛星(或行星)的 v 、 ω 、 T 、 a 各量都只與 r 有關，即 $a=\frac{GM}{r^2}\propto\frac{1}{r^2}$ ， $v=\sqrt{\frac{GM}{r}}\propto\frac{1}{\sqrt{r}}$ ， $\omega=\sqrt{\frac{GM}{r^3}}\propto\frac{1}{\sqrt{r^3}}$ ， $T=2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}\propto\sqrt{r^3}$ 。

知識點三 同步衛星

[基礎梳理]

1984年4月8日，我國成功地發射了一顆地球同步通訊衛星，8天後定位於東經125°的赤道上空。相對於地面靜止的、跟地球自轉同步的人造衛星叫作地球同步衛星，它的主要用途是通信，又稱為通信衛星。同步衛星有以下幾個特點。

- 1·週期一定：它的運動週期等於地球自轉的週期 $T=24\text{ h}$ 。
- 2·角速度一定：同步衛星繞地球運動的角速度等於地球自轉的角速度。

$$\omega=\frac{2\pi}{24\times 3600}\text{ rad/s}\approx 7.3\times 10^{-5}\text{ rad/s}。$$

- 3·繞行方向一定：同步衛星的運行方向與地球自轉方向一致。
- 4·離地高度一定：設同步衛星離地的高度為 h ，由萬有引力定律得



$$G \frac{Mm}{R+h} = m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 (R+h), \text{ 可得 } h = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}} - R =$$
$$\sqrt[3]{\frac{6.67 \times 10^{-11} \times 5.98 \times 10^{24} \times 24 \times 3600^2}{4 \times 3.14^2}} \text{ m} - 6.4 \times 10^6 \text{ m} \approx 3.6 \times 10^4 \text{ km}。$$

5. 運行速度一定：同步衛星繞地球做勻速圓周運動的運行速度 $v = \frac{2\pi}{T} \frac{R+h}{1} \approx 3.1 \text{ km/s}$ 。

6. 向心加速度大小一定：由於所有同步衛星到地心的距離相等，所以，它們繞地球運動的向心加速度大小都相等， $a \approx 0.23 \text{ m/s}^2$ 。

7. 軌道一定

(1) 因為同步衛星相對於地球靜止，繞行方向與地球自轉方向相同，只能在赤道的正上方。

(2) 由於同步衛星的週期、角速度、線速度是確定的，故軌道半徑也是確定的。

注意 (1) 所有同步衛星的週期 T 、軌道半徑 r 、環繞速度 v 、角速度 ω 及向心加速度 a 的大小均相同。

(2) 所有國家發射的同步衛星的軌道都與赤道為同心圓，它們都在同一軌道上運動且都相對靜止。

[典例精析]

【例3】我國“中星11號”商業通信衛星是一顆同步衛星，它定點於東經98.2度的赤道上空，關於這顆衛星的說法正確的是()

- A. 運行速度大於 7.9 km/s
- B. 離地面高度一定，相對地面靜止
- C. 繞地球運行的角速度比月球繞地球運行的角速度小
- D. 向心加速度與靜止在赤道上物體的向心加速度大小相等

解析 “中星11號”是地球同步衛星，距地面有一定的高度，運行速度要小於 7.9 km/s ，A 錯誤；其位置在赤道上空，高度一定，且相對地面靜止，B 正確；其運行週期為 24 小時，小於月球的繞行週期 27 天，由 $\omega = \frac{2\pi}{T}$ 知，其運行角速度比月球大，C 錯誤；同步衛星與靜止在赤道表面的物體具有相同的角速度，但半徑不同，由 $a = \omega^2 r$ 知，同步衛星的向心加速度大，D 錯誤。



答案 B

[即學即練]

3. 我國衛星移動通信系統首發星，被譽為中國版海事衛星的天通一號 01 星，在 2016 年 8 月 6 日在西昌衛星發射中心順利升空並進入距離地球約三萬六千公里的地球同步軌道。這標誌著我國邁入了衛星移動通信的“手機時代”。根據這一資訊以及必要的常識，尚不能確定該衛星的()

- A · 質量 B · 軌道半徑 C · 運行速率
D · 運行週期

答案 A

| 課堂自測 |

反馈训练 课堂达标

1. 假設地球的質量不變，而地球的半徑增大到原來半徑的 2 倍，那麼從地球發射人造衛星的第一宇宙速度的大小應為原來的()

- A · $\sqrt{2}$ 倍 B · $\frac{\sqrt{2}}{2}$ 倍 C · $\frac{1}{2}$ 倍
D · 2 倍

解析 因第一宇宙速度即為地球的近地衛星的線速度，此時衛星的軌道半徑近似的認為是地球的半徑，且地球對衛星的萬有引力充當向心力。故公式

$$G\frac{Mm}{R^2} = \frac{mv^2}{R} \text{ 成立，解得 } v = \sqrt{\frac{GM}{R}} \text{，因此，當 } M \text{ 不變，} R \text{ 增加為 } 2R \text{ 時，} v \text{ 減小}$$

為原來的 $\frac{\sqrt{2}}{2}$ 倍，即選項 B 正確。

答案 B

2. 我國發射的“天宮一號”和“神舟十號”在對接前，“天宮一號”的運行軌道高度為 350 km，“神舟十號”的運行軌道高度為 343 km。它們的運行軌道均視為圓周，則()

- A · “天宮一號”比“神舟十號”速度大
B · “天宮一號”比“神舟十號”週期長
C · “天宮一號”比“神舟十號”角速度大
D · “天宮一號”比“神舟十號”加速度大

解析 由題知“天宮一號”運行的軌道半徑 r_1 大於“神舟十號”運行的軌道半



徑 r_2 ，天體運行時萬有引力提供向心力。根據 $G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$ ，得 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ 。因

為 $r_1 > r_2$ ，故“天宮一號”的運行速度較小，選項 A 錯誤；根據 $G\frac{Mm}{r^2} = m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 r$ 得

$T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$ ，故“天宮一號”的運行週期較長，選項 B 正確；根據 $G\frac{Mm}{r^2} =$

$m\omega^2 r$ ，得 $\omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$ ，故“天宮一號”的角速度較小，選項 C 錯誤；根據 $G\frac{Mm}{r^2} =$

ma ，得 $a = \frac{GM}{r^2}$ ，故“天宮一號”的加速度較小，選項 D 錯誤。

答案 B

3. a 、 b 、 c 、 d 是在地球大氣層外的圓形軌道上運行的四顆人造衛星。其中 a 、 c 的軌道相交於 P ， b 、 d 在同一個圓軌道上， b 、 c 軌道在同一平面上。某時刻四顆衛星的運行方向及位置如圖 5 所示，下列說法中正確的是()

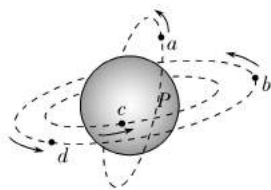


圖 5

- A. a 、 c 的加速度大小相等，且大於 b 的加速度
- B. b 、 c 的角速度大小相等，且小於 a 的角速度
- C. a 、 c 的線速度大小相等，且小於 d 的線速度
- D. a 、 c 存在 P 點相撞的危險

解析 由 $G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{v^2}{r} = m\omega^2 r = m\frac{4\pi^2}{T^2}r = ma_n$ 可知，選項 B、C 錯誤，選項 A

正確；因 a 、 c 軌道半徑相同，週期相同，只要圖示時刻不撞，以後就不可能相撞了，選項 D 錯誤。

答案 A

4. 關於我國發射的“亞洲一號”地球同步通訊衛星的說法，正確的是()

- A. 若其質量加倍，則軌道半徑也要加倍
- B. 它在北京上空運行，故可用於我國的電視廣播
- C. 它以第一宇宙速度運行



D·它運行的角速度與地球自轉角速度相同

解析 由 $G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$ 得 $r = \frac{GM}{v^2}$ ，可知軌道半徑與衛星質量無關，A 錯；同步衛星的軌道平面必須與赤道平面重合，即在赤道上空運行，不能在北京上空運行，B 錯；第一宇宙速度是衛星在最低圓軌道上運行的速度，而同步衛星在高軌道上運行，其運行速度小於第一宇宙速度，C 錯；所謂“同步”就是衛星保持與地面赤道上某一點相對靜止，所以同步衛星的角速度與地球自轉角速度相同，D 對。

答案 D

二、新課教學：§6.5 宇宙航行

課題	§6.5 宇宙航行		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2018.03.19	課型	新授課		課時	2 課時

2.1 教學目標

知識與技能

- 1·了解人造衛星的有關知識；
- 2·知道三個宇宙速度的含義，會推導第一宇宙速度。

過程與方法

通過用萬有引力定律推導第一宇宙速度，培養學生運用知識解決問題的能力。

情感、態度與價值觀

- 1·通過介紹我國在衛星發射方面的情況，激發學生的愛國熱情；
- 2·感知人類探索宇宙的梦想，促使學生樹立獻身科學的人生價值觀。

2.2 教學重點

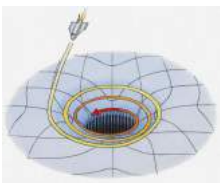
第一宇宙速度的推導。

2.3 教學難點

運行速率與軌道半徑之間對應的關係。

2.4 教學方法

探究、講授、討論、練習。



2.5 教學準備

多媒體課件

2.6 教學過程

〔新課導入〕

1957年前蘇聯發射了第一顆人造地球衛星，開創了人類航天時代的新紀元。我國在70年代發射第一顆衛星以來，相繼發射了多顆不同種類的衛星，掌握了衛星回收技術和“一箭多星”技術，1999年發射了“神舟”號試驗飛船。

隨著現代科學技術的發展，我們對人造衛星已有所了解，那麼地面上的物體在什麼條件下才能成為人造衛星呢？人造衛星的軌道半徑和它的運動速率之間有什麼關係呢？這節課，我們要學習有關人造地球衛星的知識。

〔新課教學〕

一、人造地球衛星

1. 牛頓的設想

在高山上用不同的水平初速度拋出一個物體，不計空氣阻力，它們的落地點相同嗎？

它們的落地點不同，速度越大，落地點離山腳越遠。因為在同一座高山上拋出，它們在空中運動的時間相同，速度大的水平位移大，所以落地點也較遠。

假設被拋出物體的速度足夠大，物體的運動情形又如何呢？

如果地面上空有一個相對於地面靜止的物體，它只受重力的作用，那麼它就做自由落體運動，如果物體在空中具有一定的初速度，且初速度的方向與重力的方向垂直，那麼它將做平拋運動，牛頓曾設想過：從高山上用不同的水平速度拋出物體，速度一次比一次大，落地點也一次比一次離山腳遠，如果沒有空氣阻力，當速度足夠大時，物體就永遠不會落到地面上來，它將圍繞地球旋轉，成為一顆繞地球運動的人造地球衛星，簡稱人造衛星。



2. 人造地球衛星

(1) 人造地球衛星

從地面拋出的物體，在地球引力的作用下繞地球旋轉，就成為繞地球運動的人造衛星。

(2) 人造地球衛星必須滿足的條件

地球對衛星的萬有引力恰好提供衛星作勻速圓周運動所需的向心力。

(3) 描述衛星運動的物理量

設地球的質量為 M ，衛星的質量為 m ，地球的半徑為 R ，衛星離地面的高度為 h ，則衛星的軌道半徑 $r=R+h$ ，設衛星在軌道上運動的向心加速度為 a ，



線速度為 v ，角速度為 ω ，週期為 T ，根據萬有引力提供人造衛星做圓周運動的向心力這一基本力學關係，得：

$$F = G \frac{Mm}{r^2} = ma = m\omega^2 r = m \frac{v^2}{r} = mr \frac{4\pi^2}{T^2}$$

①衛星的向心加速度

$$a = \frac{GM}{r^2}, r \uparrow \rightarrow a \downarrow。$$

②衛星運動的角速度

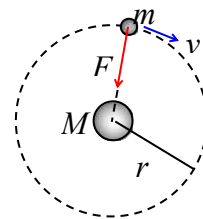
$$\omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}, r \uparrow \rightarrow \omega \downarrow。$$

③衛星運動的線速度

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}, r \uparrow \rightarrow v \downarrow。$$

④衛星運動的週期

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}}, r \uparrow \rightarrow T \uparrow。$$



當人造衛星環繞地球表面運動時， $r_{\min} = R$ ， $T_{\min} = 5060\text{s}$ 。所以不可能在地球上發射一顆週期是 80min 的衛星。

強調衛星的軌道與相關各量的一一對應性。

二、宇宙速度

設一顆人造衛星沿圓形軌道繞地球運轉，衛星繞地球運轉的向心力由地球的萬有引力來提供。由 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ 知，距地面越高的衛星運轉速率越小。

【思考討論】是向高軌道發射困難，還是向低軌道發射衛星困難呢？

向高軌道發射衛星比向低軌道發射衛星要困難，因為向高軌道發射衛星，火箭要克服地球對它的引力做更多的功。

1. 第一宇宙速度

物體在地面附近繞地球做勻速圓周運動的速度，叫做第一宇宙速度（first cosmic velocity），也叫做地面附近的環繞速度。

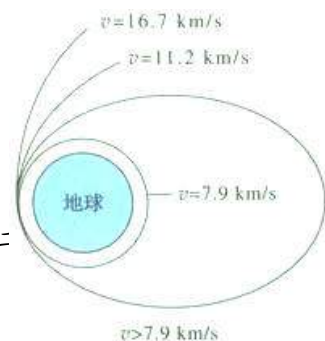
對於靠近地面運行的人造衛星，可以認為此時的 r 近似等於地球的半徑 R ，則

$$F = G \frac{Mm}{R^2} = m \frac{v_1^2}{R} = mg$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{GM}{R}} = \sqrt{Rg} = 7.9\text{km/s}$$

2. 第二宇宙速度

如果衛星進入地面附近的軌道速度大於 7.9km/s，此時衛星的運行軌道又如何呢？





①當人造衛星進入地面附近的軌道速度大於 7.9km/s ，而小於 11.2km/s ，它繞地球運動的軌跡就不是圓形，而是橢圓。②當物體的速度等於或大於 11.2km/s 時，衛星就會脫離地球的引力，不再繞地球運行。(此時軌道為拋物線)

從地面上發射人造天體，要使它脫離地球的引力，不再繞地球運行，所需要最小發射速度，叫第二宇宙速度。也叫做地面附近的脫離速度。

$$v_2 = \sqrt{2}v_1 = 11.2\text{ km/s}$$

3. 第三宇宙速度

達到第二宇宙速度的物體還受到太陽的引力。在地面附近發射一個物體，要使物體掙脫太陽引力的束縛，飛到太陽系外，必須使它的速度等於或大於 16.7 km/s ，這個速度叫做第三宇宙速度。(以大於第三宇宙速度發射的人造天體，其軌道為雙曲線)

從地面上發射人造天體，使它不僅能脫離地球的引力，而且還能脫離太陽系的引力束縛，這時所需要的最小發射速度，叫第三宇宙速度，也稱為逃逸速度。

$$v_3 = 16.7\text{ km/s}$$

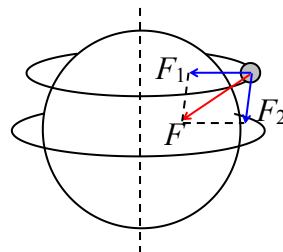
三、同步衛星簡介

(向學生介紹有關衛星的軌道問題：讓學生畫出他認為可能的軌道，逐一分析，得出衛星的軌道要想穩定，軌道必須在通過地球球心的大圓軌道內。介紹軌道平面、軌道傾角等概念；介紹極地軌道、赤道軌道等軌道類型)

同步衛星是指相對於地球靜止，即始終在地球某一位置的正上方。因而，同步衛星必須有一定的條件。

首先，衛星的運動方向必須與地球的自轉方向一致，且和地球自轉的角速度要相同。

如圖所示，假定衛星 m 在赤道上空以外的某空間隨地球轉動，其受力為地球對它的萬有引力 F ，將 F 分解為指向地軸的分力 F_1 ，該力作為衛星隨地球轉動的向心力，另一分力為 F_2 ，實際中找不到與 F_2 相平衡的力，所以衛星將落向赤道平面，此時地球對衛星的萬有引力全部作為向心力，所以同步衛星只能定點在赤道上空。



1. 地球同步衛星的特點

(1) 衛星的軌道平面與地球赤道平面重合，衛星位於地球赤道的正上方，運動方向與地球自轉方向一致。

(2) 衛星的週期與地球自轉的週期相同，或角速度與地球自轉的角速度相同。

【例題】已知地球半徑 $R=6400\text{km}$ ，運轉週期 $T=24\text{h}=24\times 3600\text{s}$ ，地球質量 $M=5.98\times 10^{24}\text{kg}$ ，求同步衛星的軌道高度 h ？

解析：同步衛星作勻速圓周運動所需的向心力同萬有引力提供，根據向心力公式有：



$$G \frac{Mm}{(R+h)^2} = m(R+h)\omega^2 = m(R+h) \frac{4\pi^2}{T^2}$$

$$h = \sqrt[3]{\frac{GM}{\omega^2}} - R = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}} - R$$

代入數值解得： $h=3.6 \times 10^7 \text{m}$ 。

(說明：可以用 $GM=R^2g$ 來計算)

2. 地球同步衛星的“五定”

定週期（運轉週期與地球自轉週期相同）；定軌道平面（軌道平面與赤道平面重合）；定高度（離地高度為 36000km），定速度（線速度均為 $3.1 \times 10^3 \text{m/s}$ ）；定點（每顆同步衛星都定點在世界衛星組織規定的位置上）。

四、夢想成真

探索宇宙的奧秘，奔向廣闊而遙遠的太空，是人類自古以來的夢想。

真正為人類邁向太空提供科學思想的，是生於 19 世紀中葉的俄羅斯學者齊奧爾科夫斯基。他指出，利用噴氣推進的多級火箭，是實現太空飛行最有效的工具。

地球是人類的搖籃，但是人類不會永遠生活在搖籃裏。

——齊奧爾科夫斯基

1957 年 10 月 4 日，世界上第一顆人造地球衛星在蘇聯發射成功。衛星重 83.6 kg，每 96min 繞地球飛行一圈。

幾年之後，1961 年 4 月 12 日，蘇聯空軍少校加加林進入了東方一號載人飛船。火箭點火起飛，飛船繞地球飛行一圈，歷時 108 min，然後重返大氣層，安全降落在地面，鑄就了人類進入太空的豐碑。



1969 年 7 月 16 日 9 時 32 分，阿波羅 11 號飛船在美國卡納維拉爾角點火升空，拉開人類登月這一偉大歷史事件的帷幕。

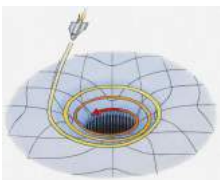
7 月 19 日，飛船進入月球軌道。7 月 20 日，指揮長阿姆斯特朗和駕駛員奧爾德林進入登月艙，與母船分離後於下午 4 時 17 分在月面著陸。10 時 56 分，阿姆斯特朗小心翼翼地踏上月面，並說出了那句載入史冊的名言：“對個人來說，這不過是小小的一步，但對人類而言，卻是巨大的飛躍。”人們祝賀說：“由於你們的成功，天空已成為人類世界的一部分。”



1992 年，中國載人航天工程正式啟動。2003 年 10 月 15 日 9 時，我國神舟五號太空船在酒泉衛星發射中心成功發射，把中國第一位太空人楊利偉送入太空。飛船繞地球飛行 14 圈後，於 10 月 16 日 6 時 23 分安全降落在內蒙古主著陸場。這次成功的發射實現了中華民族千年的飛天夢想，標誌著中國成為世界上第三個能夠獨立開展載人航天活動的國家，為進一步的空間科學研究奠定了堅實的基礎。



儘管人類已經跨入太空，登上月球，但是，相對於宇宙之宏大，地球和月亮不過是茫茫宇宙中的兩粒塵埃；相對於宇宙之久長，人類歷史不過是宇宙年輪上一道小小的刻痕……宇宙留給人們的思考和疑問深邃而廣闊。宇宙有沒有邊界？有沒有起始和終結？地外文明在哪里？……



愛因斯坦曾經說過：“一個人最完美和最強烈的情感來自面對不解之謎。”
你想加入破解它的行列嗎？

〔小結〕

通過本節課的學習，我們學習了繞地球飛行的衛星情況，了解了描述衛星的物理量的特點。知道了第一宇宙速度（環繞速度） $v_1=7.9\text{km/s}$ ；第二宇宙速度（脫離速度） $v_2=11.2\text{km/s}$ ；第三宇宙速度（逃逸速度） $v_3=16.7\text{km/s}$ 。要區分衛星的發射速度與衛星進入軌道後的環繞速度。

〔佈置作業〕

教材第44頁“問題與練習”。

2.7 板書設計

一、人造地球衛星

1· 牛頓的設想

2· 人造地球衛星

(1) 人造地球衛星

從地面拋出的物體，在地球引力的作用下繞地球旋轉，就成為繞地球運動的人造衛星。

(2) 人造地球衛星必須滿足的條件

地球對衛星的萬有引力恰好提供衛星作勻速圓周運動所需的向心力。

(3) 描述衛星運動的物理量

$$F = G \frac{Mm}{r^2} = ma = m\omega^2 r = m \frac{v^2}{r} = mr \frac{4\pi^2}{T^2}$$

① 衛星的向心加速度

$$a = \frac{GM}{r^2}, r \uparrow \rightarrow a \downarrow。$$

② 衛星運動的角速度

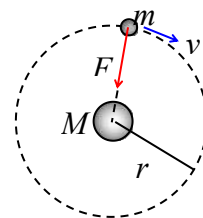
$$\omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}, r \uparrow \rightarrow \omega \downarrow。$$

③ 衛星運動的線速度

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}, r \uparrow \rightarrow v \downarrow。$$

④ 衛星運動的週期

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}}, r \uparrow \rightarrow T \uparrow。$$



二、宇宙速度

1· 第一宇宙速度

物體在地面附近繞地球做勻速圓周運動的速度，叫做第一宇宙速度（first cosmic velocity），也叫做地面附近的環繞速度。



對於靠近地面運行的人造衛星，可以認為此時的 r 近似等於地球的半徑 R ，則

$$F = G \frac{Mm}{R^2} = m \frac{v_1^2}{R} = mg$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{GM}{R}} = \sqrt{Rg} = 7.9 \text{ km/s}$$

2. 第二宇宙速度

從地面上發射人造天體，要使它脫離地球的引力，不再繞地球運行，所需要的最小發射速度，叫第二宇宙速度。也叫做地面附近的脫離速度。

$$v_2 = \sqrt{2}v_1 = 11.2 \text{ km/s}$$

3. 第三宇宙速度

從地面上發射人造天體，使它不僅能脫離地球的引力，而且還能脫離太陽系的引力束縛，這時所需要的最小發射速度，叫第三宇宙速度，也稱為逃逸速度。

$$v_3 = 16.7 \text{ km/s}$$

三、同步衛星簡介

1. 地球同步衛星的特點

(1) 衛星的軌道平面與地球赤道平面重合，衛星位於地球赤道的正上方，運動方向與地球自轉方向一致。

(2) 衛星的週期與地球自轉的週期相同，或角速度與地球自轉的角速度相同。

2. 地球同步衛星的“五定”

定週期（運轉週期與地球自轉週期相同）；定軌道平面（軌道平面與赤道平面重合）；定高度（離地高度為 36000km），定速度（線速度均為 $3.1 \times 10^3 \text{ m/s}$ ）；定點（每顆同步衛星都定點在世界衛星組織規定的位置上）。

四、夢想成真

三、課後練習：§6.5 宇宙航行

1. 關於地球的第一宇宙速度，下列表述正確的是()

- A. 第一宇宙速度是物體在地面附近繞地球做勻速圓周運動的速度
- B. 第一宇宙速度又叫脫離速度
- C. 第一宇宙速度跟地球的質量無關
- D. 第一宇宙速度跟地球的半徑無關

解析 第一宇宙速度又叫環繞速度，故 A 正確，B 錯誤；根據定義有



$G\frac{mM}{R^2} = m\frac{v^2}{R}$ ，得 $v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$ ，其中， M 為地球質量， R 為地球半徑，故 C、D 錯誤。

答案 A

2. 下列關於三種宇宙速度的說法正確的是()

A. 第一宇宙速度 $v_1 = 7.9 \text{ km/s}$ ，第二宇宙速度 $v_2 = 11.2 \text{ km/s}$ ，則人造衛星繞地球在圓軌道上運行時的速度大於等於 v_1 ，小於 v_2

B. 美國發射的“鳳凰號”火星探測衛星，其發射速度大於第三宇宙速度

C. 第二宇宙速度是在地面附近使物體可以掙脫地球引力束縛，成為繞太陽運行的人造行星的最大發射速度

D. 第一宇宙速度 7.9 km/s 是人造地球衛星繞地球做圓周運動的最大運行速度

解析 根據 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ 可知，衛星的軌道半徑 r 越大，即距離地面越遠，衛星的環繞速度越小， $v_1 = 7.9 \text{ km/s}$ 是人造地球衛星繞地球做圓周運動的最大運行速度，選項 D 正確；其餘繞地球在圓軌道上運行時的衛星的的速度都小於第一宇宙速度，選項 A 錯誤；美國發射的“鳳凰號”火星探測衛星，仍在太陽的引力範圍內，所以其發射速度小於第三宇宙速度，選項 B 錯誤；第二宇宙速度是物體掙脫地球束縛而成為一顆繞太陽運行的小行星的最小發射速度(在地面上發射)，選項 C 錯誤。

答案 D

3. 2013 年 6 月 11 日，“神舟十號”飛船在酒泉衛星發射中心發射升空，太空人王亞平進行了首次太空授課。在飛船進入圓形軌道環繞地球飛行時，它的線速度大小()

A. 等於 7.9 km/s

B. 介於 7.9 km/s 和 11.2 km/s 之間

C. 小於 7.9 km/s

D. 介於 7.9 km/s 和 16.7 km/s 之間

解析 衛星在圓形軌道上運動的速度 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ 。由於 $r > R$ ，所以 $v <$



$$\sqrt{\frac{GM}{R}} = 7.9 \text{ km/s}, \text{ C 正確。}$$

答案 C

4. 火星有兩顆衛星，分別是火衛一和火衛二，它們的軌道近似為圓。已知火衛一的週期為 7 小時 39 分，火衛二的週期為 30 小時 18 分，則兩顆衛星相比 ()

- A. 火衛一距火星表面較近
- B. 火衛二的角速度較大
- C. 火衛二的運動速度較大
- D. 火衛二的向心加速度較大

解析 火衛一： $G\frac{Mm_1}{r_1^2} = m_1a_1 = m_1\omega_1^2r_1 = \frac{m_1v_1^2}{r_1} = \frac{4m_1\pi^2}{T_1^2}r_1$ 。火衛二： $G\frac{Mm_2}{r_2^2} = m_2a_2 = m_2\omega_2^2r_2 = m_2\frac{v_2^2}{r_2} = m_2\frac{4\pi^2}{T_2^2}r_2$ 。因 $T_1 < T_2$ ，故 $r_1 < r_2$ ，A 正確； $\omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$ ， $\omega_1 > \omega_2$ ，B 錯； $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ ， $v_1 > v_2$ ，C 錯誤； $a = \frac{GM}{r^2}$ ， $a_1 > a_2$ ，D 錯。

答案 A

5. 星球上的物體脫離星球引力所需的最小速度稱為該星球的第二宇宙速度，星球的第二宇宙速度 v_2 與其第一宇宙速度 v_1 的關係是 $v_2 = \sqrt{2}v_1$ 。已知某星球的半徑為 r ，表面的重力加速度為地球表面重力加速度 g 的 $\frac{1}{6}$ ，不計其他星球的影響，則該星球的第二宇宙速度為()

- A. \sqrt{gr}
- B. $\sqrt{\frac{1}{6}gr}$
- C. $\sqrt{\frac{1}{3}gr}$
- D. $\frac{1}{3}gr$

解析 由第一宇宙速度公式可知，該星球的第一宇宙速度為 $v_1 = \sqrt{\frac{gr}{6}}$ ，結合 $v_2 = \sqrt{2}v_1$ 可得 $v_2 = \sqrt{\frac{1}{3}gr}$ ，C 正確。

答案 C

6. 2015 年 12 月，我國暗物質粒子探測衛星“悟空”發射升空進入高為 $5.0 \times 10^2 \text{ km}$ 的預定軌道。“悟空”衛星和地球同步衛星的運動均可視為勻速圓周運動。已知地球半徑 $R = 6.4 \times 10^3 \text{ km}$ 。下列說法正確的是()



圖 1

- A · “悟空”衛星的線速度比同步衛星的線速度小
- B · “悟空”衛星的角速度比同步衛星的角速度小
- C · “悟空”衛星的運行週期比同步衛星的運行週期小
- D · “悟空”衛星的向心加速度比同步衛星的向心加速度小

解析 由 $G\frac{mM}{r^2} = m\frac{v^2}{r} = m\frac{4\pi^2}{T^2}r = ma$ 可得： $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ ， $\omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$ ， $T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM}}$ ， $a = \frac{GM}{r^2}$ 。因 $r_{\text{悟}} < r_{\text{同}}$ ，可得 $v_{\text{悟}} > v_{\text{同}}$ ， $\omega_{\text{悟}} > \omega_{\text{同}}$ ， $T_{\text{悟}} < T_{\text{同}}$ ， $a_{\text{悟}} > a_{\text{同}}$ ，故 C 對，A、B、D 錯。

答案 C

7. 已知地球質量為 M ，半徑為 R ，自轉週期為 T ，地球同步衛星質量為 m ，引力常量為 G 。有關同步衛星，下列表述正確的是()

- A · 同步衛星距地面的高度為 $\sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}}$
- B · 同步衛星的運行速度大於第一宇宙速度
- C · 同步衛星運行時受到的向心力大小為 $G\frac{Mm}{R^2}$
- D · 同步衛星運行的向心加速度小於地球表面的重力加速度

解析 衛星受到的萬有引力提供向心力，大小為 $G\frac{Mm}{(R+h)^2}$ ，選項 C 錯誤；由 $G\frac{Mm}{(R+h)^2} = m\frac{4\pi^2}{T^2}(R+h)$ 可得衛星距地面的高度 $h = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}} - R$ ，選項 A 錯誤；由 $G\frac{Mm}{(R+h)^2} = m\frac{v^2}{R+h}$ 可得衛星的運行速度 $v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$ ，而第一宇宙速度 $v_1 = \sqrt{\frac{GM}{R}}$ ，選項 B 錯誤；由 $G\frac{Mm}{(R+h)^2} = ma$ 可得衛星的向心加速度



$a = G \frac{M}{R+h}^2$ ，而地球表面的重力加速度 $g = \frac{GM}{R^2}$ ，選項 D 正確。

答案 D

8. 我國首顆量子科學實驗衛星“墨子”已於酒泉成功發射，將在世界上首次實現衛星和地面之間的量子通信。“墨子”由火箭發射至高度為 500 千米的預定圓形軌道。此前 6 月在西昌衛星發射中心成功發射了第二十三顆北斗導航衛星 G7。G7 屬地球靜止軌道衛星(高度約為 36 000 千米)，它將使北斗系統的可靠性進一步提高。關於衛星以下說法中正確的是()

- A. 這兩顆衛星的運行速度可能大於 7.9 km/s
- B. 通過地面控制可以將北斗 G7 定點於西昌正上方
- C. 量子科學實驗衛星“墨子”的週期比北斗 G7 小
- D. 量子科學實驗衛星“墨子”的向心加速度比北斗 G7 小

解析 7.9 km/s 是地球衛星的最大環繞速度，所以 A 錯；地球靜止軌道衛星為地球同步衛星，只能定點在赤道上空，西昌在北半球，所以 B 錯；由

$G \frac{Mm}{r^2} = ma = m \frac{4\pi^2 r}{T^2}$ ，和 $r_{\text{墨子}} < r_{\text{同步}}$ 知：C 正確，D 錯誤。

答案 C

9. 甲、乙為兩顆地球衛星，其中甲為地球同步衛星，乙的運行高度低於甲的運行高度，兩衛星軌道均可視為圓軌道。以下判斷正確的是()

- A. 甲的週期小於乙的週期
- B. 乙的速度大於第一宇宙速度
- C. 甲的加速度小於乙的加速度
- D. 甲在運行時能經過北極的正上方

解析 地球衛星繞地球做圓周運動時，萬有引力提供向心力，由牛頓第二定律知 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{4\pi^2 r}{T^2}$ ，得 $T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}}$ 。 $r_{\text{甲}} > r_{\text{乙}}$ ，故 $T_{\text{甲}} > T_{\text{乙}}$ ，選項 A 錯誤；

貼近地表運行的衛星的速​​度稱為第一宇宙速度，由 $G \frac{Mm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$ 知 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ ，

$r_{\text{乙}} > R_{\text{地}}$ ，故 $v_{\text{乙}}$ 比第一宇宙速度小，選項 B 錯誤；由 $G \frac{Mm}{r^2} = ma$ ，知 $a = \frac{GM}{r^2}$ ，

$r_{\text{甲}} > r_{\text{乙}}$ ，故 $a_{\text{甲}} < a_{\text{乙}}$ ，選項 C 正確；同步衛星在赤道正上方運行，故不能通過北極正上方，選項 D 錯誤。



答案 C

10. 可以發射一顆這樣的人造衛星，使其圓軌道()
- A. 與地球表面上某一緯線(非赤道)是共面同心圓
 - B. 與地球表面上某一經線所決定的圓是共面同心圓
 - C. 與地球表面上的赤道是共面同心圓，且衛星相對地球表面是靜止的
 - D. 與地球表面上的赤道線是共面同心圓，但衛星相對地球表面一定是運動的

解析 人造衛星運行時，由於地球對衛星的引力是它做圓周運動的向心力，而這個力的方向必定指向圓心，即指向地心，也就是說人造衛星所在軌道圓的圓心一定要和地球的中心重合，故 A 錯誤；由於地球自轉，所以衛星的軌道平面也不可能和經線所決定的平面共面，所以 B 錯誤；相對地球表面靜止的就是同步衛星，它必須在赤道線平面內，且距地面有確定的高度，這個高度約為三萬六千千米，而低於或高於這個軌道的衛星也可以在赤道平面內運動，不過由於它們公轉的週期和地球自轉週期不同，就會相對於地面運動，故 C 正確，D 錯誤。

答案 C

11. 我國的“北斗二代”計畫在 2020 年前發射 35 顆衛星，形成全球性的定位導航系統，比美國的 GPS 還多 5 顆，多出的這 5 顆是在赤道上空的靜止高軌道衛星，主要是完成短信任務的，其他 30 顆跟美國 GPS 的 30 顆一樣，都是中軌道的運動衛星，如圖 2 所示，根據以上資訊，判斷下列說法正確的是()



圖 2

- A. 35 顆衛星之間是保持相對靜止的
- B. 多出的這 5 顆衛星運行週期各不相同
- C. 30 顆衛星比多出的 5 顆運行速度都要大
- D. 35 顆衛星運行速度都大於第一宇宙速度

答案 C



12. 未來將建立月球基地，並在繞月軌道上建造空間站。如圖 3 所示，關閉動力的太空梭在月球引力作用下向月球靠近，並將與空間站在 B 處對接，已知空間站繞月軌道半徑為 r ，週期為 T ，萬有引力常量为 G ，下列說法中不正確的是()

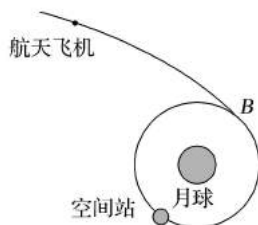


圖 3

- A. 圖中航天飛機正加速飛向 B 處
- B. 太空梭在 B 處由橢圓軌道進入空間站軌道必須點火減速
- C. 根據題中條件可以算出月球的質量
- D. 根據題中條件可以算出空間站受到月球引力的大小

解析 太空梭在飛向 B 處的過程中，飛機受到的引力方向和飛行方向之間的夾角是銳角，使飛機加速飛向 B 處，A 對；由運動的可逆性知，太空梭在 B 處先減速才能由橢圓軌道進入空間站軌道，B 對；設繞月球飛行的空間站質量為 m ， $G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{4\pi^2}{T^2}r$ ，可以算出月球質量 M ，C 對；空間站的質量不知，不能算出空間站受到的月球引力大小，D 錯。

答案 D

13. 在我國“嫦娥一號”月球探測器在繞月球成功運行之後，為進一步探測月球的詳細情況，又發射了一顆繞月球表面飛行的科學試驗衛星。假設該衛星繞月球做圓周運動，月球繞地球也做圓周運動，且軌道都在同一平面內。已知衛星繞月球運行的週期 T_0 ，地球表面處的重力加速度 g ，地球半徑 R_0 ，月心與地心間的距離 r ，引力常量为 G ，試求：

- (1) 月球的平均密度 ρ ；
- (2) 月球繞地球運動的週期 T 。

解析 (1) 設月球質量為 m ，衛星質量為 m' ，月球半徑為 R_m ，對於繞月球表面飛行的衛星，由萬有引力提供向心力有 $\frac{Gmm'}{R_m^2} = m'\frac{4\pi^2}{T_0^2}R_m$ ，解得 $m = \frac{4\pi^2 R_m^3}{GT_0^2}$



$$\text{又根據 } \rho = \frac{m}{\frac{4}{3}\pi R_m^3}, \text{ 解得 } \rho = \frac{3\pi}{GT_0^2}$$

(2) 設地球的質量為 M ，對於在地球表面的物體 m 表有 $\frac{GMm}{R_0^2} = m g$ ，即

$$GM = R_0^2 g$$

月球繞地球做圓周運動的向心力來自地球引力，即 $\frac{GMm}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$ ，解得 $T = \frac{2\pi r}{R_0} \sqrt{\frac{r}{g}}$ 。

$$\text{答案 (1) } \frac{3\pi}{GT_0^2} \quad (2) \frac{2\pi r}{R_0} \sqrt{\frac{r}{g}}$$

14. “神舟十一號”太空船與“天宮二號”成功對接，在發射時，“神舟十一號”太空船首先要發射到離地面很近的圓軌道，然後經過多次變軌，最終與在距地面高度為 H 的圓形軌道上繞地球飛行的“天宮二號”完成對接，假設之後整體保持在距地面高度仍為 H 的圓形軌道上繞地球繼續運動。已知地球半徑為 R_0 ，地面附近的重力加速度為 g 。求：

(1) 地球的第一宇宙速度；

(2) “神舟十一號”太空船在近地圓軌道運行的速度與對接後整體的運行速度之比。(用題中字母表示)

解析 (1) 設地球的第一宇宙速度為 v ，根據萬有引力定律和牛頓第二定律得 $G \frac{Mm}{R_0^2} = m \frac{v^2}{R_0}$ ，

$$\text{在地面附近有 } G \frac{Mm_0}{R_0^2} = m_0 g$$

$$\text{聯立以上兩式解得 } v = \sqrt{gR_0}$$

(2) 設“神舟十一號”在近地圓軌道運行的速度為 v_1 ，根據題意可知 $v_1 = v = \sqrt{gR_0}$ ，對接後，整體的運行速度為 v_2 ，根據萬有引力定律和牛頓第二定律得

$$G \frac{Mm'}{(R_0 + H)^2} = m' \frac{v_2^2}{R_0 + H}$$

$$\text{則 } v_2 = \sqrt{\frac{gR_0^2}{R_0 + H}}, \text{ 所以 } v_1 : v_2 = \sqrt{\frac{R_0 + H}{R_0}}$$



答案 (1) $\sqrt{gR_0}$ (2) $\sqrt{\frac{R_0+H}{R_0}}$

15. 有一探測衛星在地球赤道正上方繞地球做勻速圓周運動，已知地球質量為 M ，地球半徑為 R ，萬有引力常量為 G ，探測衛星繞地球運動的週期為 T 。求：

(1) 探測衛星繞地球做勻速圓周運動時的軌道半徑；

(2) 探測衛星繞地球做勻速圓周運動時的速度大小。

解析 (1) 設衛星質量為 m ，衛星繞地球運動的軌道半徑為 r ，根據萬有引力定律和牛頓運動定律得：

$$G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{4\pi^2 r}{T^2}$$

解得 $r = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}}$

(2) 設太空船繞地球做勻速圓周運動時的速度大小為 v ，

$$v = \frac{2\pi r}{T} = \sqrt[3]{\frac{2\pi GM}{T}}$$

答案 (1) $\sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}}$ (2) $\sqrt[3]{\frac{2\pi GM}{T}}$



第六課題 §6.6 經典力學的局限性 (2 課時)

一、課前自主預習學案

知識點一 從低速到高速

[基礎梳理]

1. 經典力學的基礎是牛頓運動定律。牛頓運動定律和萬有引力定律在宏觀、低速、弱引力的廣闊區域，包括天體力學的研究中，經受了實踐的檢驗，取得了巨大的成就。

2. 牛頓運動三定律和萬有引力定律把天體的運動與地面上物體的運動統一起來，是人類對自然界認識的第一次大綜合，是人類認識史上的一次重大飛躍。

3. 低速與高速的概念

(1) 低速：通常所見物體的運動，如行駛的汽車、發射的導彈、人造地球衛星及太空船等物體皆為低速運動物體。

(2) 高速：有些微觀粒子在一定條件下其速度可以與光速相接近，這樣的速度稱為高速。

4. 速度對質量的影響

(1) 在經典力學中，物體的質量不隨運動狀態的改變而改變。

(2) 愛因斯坦的狹義相對論指出，物體的質量隨速度的增大而增大，即 $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ ，其中 m_0 是物體靜止時的質量， m 是物體速度為 v 時的質量， c 是真

空中的光速。在高速運動時，質量的測量結果是與運動狀態密切相關的。

5. 速度對物理規律的影響

(1) 經典力學認為位移和時間的測量結果都與參考系無關。相對論認為，同一過程的位移和時間的測量與參考系有關，在不同的參考系中是不同的。

(2) 對於低速運動問題，一般用經典力學規律來處理。對於高速運動問題，經典力學已不再適用，需要用相對論知識來處理。

[典例精析]

【例 1】日常生活中，我們並沒發現物體的質量隨物體運動的速度變化而變化，其原因是()

- A. 運動中物體無法稱量質量
- B. 物體的速度遠小於光速，質量變化極小
- C. 物體的質量太大
- D. 物體的質量不隨速度的變化而變化

解析 根據狹義相對論 $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ 可知，在宏觀物體的運動中， $v \ll c$ ，所

以 m 變化不大，而不是因為物體的質量太大或無法測量，也不是因為質量不隨速度的變化而變化，正確選項是 B。

答案 B



[即學即練]

1. 經典力學不能適用於下列哪些運動()
- A. 火箭的發射
 - B. 太空船繞地球的運動
 - C. “勇氣號”宇宙探測器的運動
 - D. 以 0.99 倍光速運行的電子束

解析 經典力學在宏觀、低速運動的廣闊領地(包括天體力學的研究)中, 經受了實踐的檢驗, 取得了巨大的成就, 但在高速領域不再適用, 故選項 A、B、C 適用。

答案 D

知識點二 從宏觀到微觀

[基礎梳理]

1. 在經典力學中, 物體的粒子性和波動性是對立的、不相容的, 而電子、質子、中子等微觀粒子不僅具有粒子性同時還具有波動性, 它們的運動規律不能用經典力學來說明, 量子力學能很好地描述微觀粒子的運動規律。

2. 相對論和量子力學的出現, 說明人類對自然界的認識更加廣泛和深入, 而不表示經典力學失去了意義。它只是使人們認識到經典力學有它的適用範圍: 只適用於宏觀世界, 不適用於微觀世界, 只適用於低速運動, 不適用於高速運動。

知識點三 從弱引力到強引力

[基礎梳理]

1. 1915 年, 愛因斯坦創立了廣義相對論, 這是一種新的時空與引力的理論。在強引力的情況下, 牛頓的引力理論不再適用。

2. 經典力學的適用範圍

(1) 經典力學有它的適用範圍: 只適用於低速運動, 不適用於高速運動; 只適用於宏觀世界, 不適用於微觀世界; 只適用於弱引力情況, 不適用於強引力情況。

(2) 對於高速運動(速度接近真空中的光速), 需要應用愛因斯坦的相對論。當物體的運動速度遠小於真空中的光速時, 相對論物理學與經典物理學的結論沒有區別。

(3) 對於微觀世界, 需要應用量子力學。當普朗克常量可以忽略不計時, 量子力學和經典力學的結論沒有區別。

(4) 對於強引力情況, 需要應用愛因斯坦引力理論。當天體的實際半徑遠大於它們的引力半徑時, 愛因斯坦引力理論和牛頓萬有引力定律計算出的力的差異並不很大。

[典例精析]

【例 2】 關於經典力學、狹義相對論和量子力學, 下面說法中正確的是 ()

- A. 狹義相對論和經典力學是相互對立、互不相容的兩種理論
- B. 不管物體做高速運動還是低速運動時, 物體的運動均服從牛頓運動定律
- C. 經典力學適用於宏觀物體的運動, 量子力學適用於微觀粒子的運動
- D. 不論是宏觀物體, 還是微觀粒子, 經典力學和量子力學都是適用的



解析 相對論並沒有否定經典力學，而是認為經典力學是相對論理論在一定條件下的特殊情況，選項 A 錯誤；經典力學適用於宏觀物體的低速運動，對於微觀粒子的高速運動問題經典力學不再適用，但相對論、量子力學適用，故選項 C 正確，選項 B、D 錯誤。

答案 C

| 課堂自測 | 反馈训练 课堂达标

1. 下列說法正確的是()

- A. 牛頓運動定律就是經典力學
- B. 經典力學的基礎是牛頓運動定律
- C. 牛頓運動定律可以解決自然界中所有的問題
- D. 經典力學可以解決自然界中所有的問題

解析 經典力學並不等於牛頓運動定律，牛頓運動定律只是經典力學的基礎；經典力學並非萬能，也有其適用範圍，並不能解決自然界中所有的問題，沒有哪個理論可以解決自然界中所有的問題。因此只有搞清牛頓運動定律和經典力學的隸屬關係，明確經典力學的適用範圍，才能正確解決此類問題，所以選 B。

答案 B

2. 電子的靜止質量為 m_e ，加速後的電子相對實驗室的速率是 $\frac{4}{5}c$ (c 為光速)，在實驗室中觀察到的加速後電子的質量是多大？

解析 $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{m_e}{\sqrt{1 - \left(\frac{4c}{5c}\right)^2}} \approx 1.67m_e$ ，即以 $\frac{4}{5}c$ 運動的電子的質量約是

電子靜止質量的 1.67 倍。

答案 $1.67m_e$

二、新課教學：§6.6 經典力學的局限性

課題	§6.6 經典力學的局限性		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2018.03.22	課型	新授課		課時	2 課時

2.1 教學目標

知識與技能

1. 知道牛頓運動定律的適用範圍；
2. 了解經典力學在科學研究和生產技術中的廣泛應用；
3. 知道質量與速度的關係，知道高速運動中必須考慮速度隨時。

過程與方法

通過閱讀課文體會一切科學都有自己的局限性，新的理論會不斷完善和補充舊的理論，人類對科學的認識是無止境的。



情感、態度與價值觀

通過對牛頓力學適用範圍的討論，使學生知道物理中的結論和規律一般都有其適用範圍，認識知識的變化性和無窮性，培養獻身於科學的時代精神。

2.2 教學重點

牛頓運動定律的適用範圍。

2.3 教學難點

高速運動的物體，速度和質量之間的關係。

2.4 教學方法

探究、講授、討論、練習

2.5 教學準備

多媒體課件

2.6 教學過程

〔新課導入〕

經典力學的基礎是牛頓運動定律，萬有引力定律更是樹立了人們對牛頓物理學的尊敬。牛頓運動定律和萬有引力定律在宏觀、低速、弱引力的廣闊領域，包括天體力學的研究中，經受了實踐的檢驗，取得了巨大的成就。著名物理學家楊振寧曾讚頌道：“如果一定要舉出某個人、某一天作為近代科學誕生的標誌，我選牛頓《自然哲學的數學原理》在1687年出版的那一天。”

是的，從地面上物體的運動到天體的運動；從大氣的流動到地殼的變動；從攔河築壩，修建橋樑到設計各種機械；從自行車到汽車、火車、飛機等現代交通工具的運動；從投出籃球到發射導彈、人造衛星、太空船……所有這些都服從經典力學的規律。經典力學在如此廣闊的領域裏與實際相符合，顯示了牛頓運動定律的正確性和經典力學的魅力。

但是，像一切科學一樣，經典力學沒有也不會窮盡一切真理，它也有自己的局限性，它像一切科學理論一樣，是一部“未完成的交響曲”。那麼經典力學在什麼範圍內適用呢？有怎樣的局限性呢？這節課我們就來了解這方面的知識。

〔新課教學〕

一、從低速到高速

請同學們閱讀教材“從低速到高速”部分，回答低速與高速的概念、質速關係、速度合成的兩個公式。

1. 低速與高速

(1) 低速運動



經典力學中各種物體的運動，速度都遠小於真空中的光速。處理這些運動，經典力學完全適用。通常所見的物體的運動皆為低速運動，如行駛的汽車，發射的導彈、人造衛星及太空船等。

物體運動的速度遠小於光速的運動，稱為低速運動。

(2) 高速運動

有些微觀粒子在一定條件下其速度可以與光速相接近，這樣的速度稱為高速。

2. 質速關係

20世紀初，著名物理學家愛因斯坦建立了狹義相對論。狹義相對論闡述物體在以接近光的速度運動時所遵從的規律。它得出了一些不同於經典力學的觀念和結論。

例如，在經典力學中，物體的質量 m 是不隨運動狀態改變的，而狹義相對論指出，質量要隨著物體運動速度的增大而增大，即

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

式中 m_0 是物體靜止時的質量， m 是物體速度為 v 時的質量， c 是真空中的光速。

依上式計算，在低速運動中，如地球以 3×10^4 m/s 的速度繞太陽公轉時，它的質量增大十分微小，可以忽略，經典力學完全適用。但如果物體的速度接近光速 c ，如速度 $v = 0.8c$ 時，物體的質量約增大到靜止質量的 1.7 倍。這時，經典力學就不適用了。

3. 速度合成與時空觀

(1) 速度合成公式

一條河流中的水以相對於河岸的速度 $v_{\text{水岸}}$ 流動，河中的船以相對於河水的速度 $v_{\text{船水}}$ 順流而下，在經典力學中，船相對於岸的速度即為

$$v_{\text{船岸}} = v_{\text{船水}} + v_{\text{水岸}}$$

經驗告訴我們，這簡直是天經地義的，但是，仔細一看，這個關係式涉及兩個不同的慣性參考系，而速度總是與位移（空間長度）及時間間隔的測量相聯系，在牛頓看來，位移和時間的測量與參考系無關，正是在這種時空的觀念下，上式才成立，然而，相對論認為，同一過程的位移和時間的測量在不同的參考系中是不同的，因而上式不能成立，經典力學也就不再適用了。

(2) 時空觀

① 經典力學的絕對時空觀

經典力學認為時間和空間是相互獨立的，對時間間隔和空間間隔的測量不會因為參考系的運動而改變。

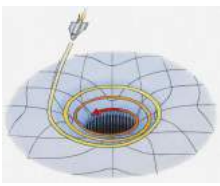
② 狹義相對論基本原理

A. 愛因斯坦相對性原理：物理定律在所有慣性參考系內都是等價的。

B. 光速不變原理：在所有慣性系中，光在真空中的速度恒等於 c 。

③ 狹義相對論時空觀

A. 同時性的相對性



在一個慣性系中測得是同時發生的兩件事，在另一慣性系中測量可能不是同時發生的。

B·時間測量（間隔）的相對性——時間延緩

若在一慣性系內同一地點，先後發生兩事件時間間隔 Δt_0 （稱原時或固有時），在以相對速率 v 運動的另一慣性系內測得時間間隔為 Δt ，則有

$$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

C·空間測量的相對性——長度收縮

當棒沿兩個慣性系相對運動方向放置，在相對棒靜止的慣性系內測得棒的長度為 Δl_0 （稱原長或固有長度），在相對棒以 v 運動的慣性系裏測得棒的長度為 Δl ，則有

$$\Delta l = \frac{\Delta l_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

二、從宏觀到微觀

1·經典力學只適用於宏觀世界，量子力學適用於微觀世界

19世紀末和20世紀初，物理學研究深入到微觀世界，發現了電子、質子、中子等微觀粒子，而且發現它們不僅具有粒子性，同時還具有波動性，它們的運動規律在很多情況下不能用經典力學來說明。20世紀20年代，建立了量子力學，它能夠正確地描述微觀粒子運動的規律性，並在現代科學技術中發揮了重要作用。這就是說，經典力學一般不適用於微觀粒子。

2·經典力學有它的適用範圍

相對論和量子力學的出現，說明人類對自然界的認識更加廣泛和深入，而不表示經典力學失去了意義，它只是使人們認識到經典力學有它的適用範圍。

經典力學只適用於低速運動，不適用於高速運動；只適用於宏觀世界，不適用於微觀世界。

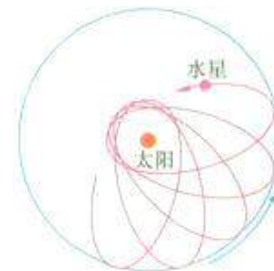
三、從弱引力到強引力

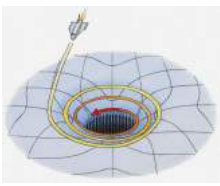
萬有引力定律的發現解釋了天體運動的規律，並預言和發現了海王星和冥王星，它還首次使地面物體的運動規律與天上的星體運動規律統一起來，把經典力學推上了當時科學的頂峰。

1·行星軌道的旋進

按牛頓的萬有引力定律推算，行星的運動應該是一些橢圓或圓，行星沿著這些橢圓或圓做週期性運動。然而，實際的天文觀測告訴我們，行星的軌道並不是嚴格閉合的，它們的近日點在不斷地旋進，如圖所示。

經典力學可以對此做出一些解釋。不過，水星旋進的實際觀測值比經典力學的預言值多。自19世紀以來，這個問題就引起了科學界的注意，但得不到令人滿意的解釋。1915年，愛因斯坦創立了廣義相對論，這是一種新的時空與引力的理論。他根據廣義相對論計算出水星近日點的旋進還應有每百年 $43''$ 的附加值，同時還預言光線在經過大質量星體附近時，如經過太陽附近時會發生偏轉等現象，這些都被觀測證實。





2·天體的引力半徑

假定一個球形天體的質量不變，並通過壓縮減小它的半徑，天體表面上的引力將會增加，當引力趨於無窮大時，被壓縮天體半徑接近的值——“引力半徑”。

根據牛頓萬有引力定律，假定一個球形天體的總質量不變，並通過壓縮減小它的半徑，天體表面上的引力將會增加。半徑減小到原來的二分之一，引力增到原來的四倍。愛因斯坦引力理論表明，這個力實際上增加得更快些。天體的半徑越小，這種差別越大。根據牛頓的理論，當天體被壓縮成半徑幾乎為0的一個點時，引力趨於無窮大。愛因斯坦的理論則不然，引力趨於無窮大發生在半徑接近一個“引力半徑”的時候。這個引力半徑的值由天體的質量決定，例如太陽的引力半徑為3 km，地球的引力半徑為1 m。

因此，只要天體的實際半徑遠大於它們的引力半徑，那麼由愛因斯坦和牛頓引力理論計算出的力的差異並不很大。但當天體的實際半徑接近引力半徑時，這種差異將急劇增大。這就是說，在強引力的情況下，牛頓引力理論將不再適用。所以，萬有引力定律只適用於弱引力。

對於這樣的科學發展過程，英國劇作家蕭伯納曾詼諧地說：“科學總是從正確走向錯誤。”這種調侃倒也不失為一種幽默的表述。

3·歷史上的科學成就與新的科學成就的關係

歷史上的科學成就不會被新的科學成就所否定，而是作為某些條件下的局部情形，被包括在新的科學成就之中。當物體的運動速度遠小於光速 c (3×10^8 m/s) 時，相對論物理學與經典物理學的結論沒有區別；當另一個重要常數即“普朗克常數” h (6.63×10^{-34} J·s) 可以忽略不計時，量子力學和經典力學的結論沒有區別。相對論與量子力學都沒有否定過去的科學，而只認為過去的科學是自己在一定條件下的特殊情形。

相對論和量子力學是哪一種更廣泛理論的特殊情形呢？我們現在還不知道……

〔小結〕

本節學習了經典力學的局限性：

(1) 從低速到高速：在經典力學中，物體的質量 m 是不隨運動狀態改變的，而狹義相對論指出，質量要隨著物體的運動速度的增大而增大。

(2) 從宏觀到微觀：相對論和量子力學的出現，並不說明經典力學失去了意義，只說明它有一定的適用範圍：只適用於低速運動，不適用於高速運動；只適用於宏觀世界，不適用於微觀世界。

(3) 從弱引力到強引力：相對論物理學與經典物理學的結論沒有區別，相對論與量子力學都沒有否定過去的科學，而只是認為科學在一定條件下有其特殊性，經典力學只適用於弱引力，不適用於強引力。

2.7 板書設計

6·經典力學的局限性

一、從低速到高速



1· 低速與高速

(1) 低速運動

物體運動的速度遠小於光速的運動，稱為低速運動。

(2) 高速運動

有些微觀粒子在一定條件下其速度可以與光速相接近，這樣的速度稱為高速。

2· 質速關係

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

3· 速度合成與時空觀

(1) 速度合成公式

$$v_{\text{船岸}} = v_{\text{船水}} + v_{\text{水岸}}$$

(2) 時空觀

① 經典力學的絕對時空觀

經典力學認為時間和空間是相互獨立的，對時間間隔和空間間隔的測量不會因為參考系的運動而改變。

② 狹義相對論基本原理

A· 愛因斯坦相對性原理：物理定律在所有慣性參考系內都是等價的。

B· 光速不變原理：在所有慣性系中，光在真空中的速度恒等於。

③ 狹義相對論時空觀

A· 同時性的相對性

B· 時間測量（間隔）的相對性——時間延緩

$$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

C· 空間測量的相對性——長度收縮

$$\Delta l = \frac{\Delta l_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

二、從宏觀到微觀

1· 經典力學只適用於宏觀世界，量子力學適用於微觀世界

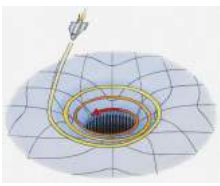
2· 經典力學有它的適用範圍

經典力學只適用於低速運動，不適用於高速運動；只適用於宏觀世界，不適用於微觀世界。

三、從弱引力到強引力

1· 行星軌道的旋進

2· 天體的引力半徑



假定一個球形天體的質量不變，並通過壓縮減小它的半徑，天體表面上的引力將會增加，當引力趨於無窮大時，被壓縮天體半徑接近的值——“引力半徑”。

3·歷史上的科學成就與新的科學成就的關係

三、課後練習：§6.6 經典力學的局限性

1·下列關於經典力學說法不正確的是()

A·按照經典力學，只要知道初始條件，就可以準確地確定體系已往和未來的運動狀態

B·按照經典力學，運動只存在一種方式，那就是連續變化

C·能量可以不連續變化

D·一切自然現象都服從力學原理，都只能按力學的規律以嚴格的確定性發生和演化

解析 按照經典力學，能量一定連續變化的，所以 C 錯。

答案 C

2·下列說法正確的是()

A·經典力學中物體的質量也是改變的

B·經典力學中的時間和空間是獨立於物體及其運動的

C·萬有引力定律適用於強作用力

D·物體的速度可以是任意值

解析 經典力學認為物體的質量是不變的，A 項錯誤；時間和空間是獨立於物體及其運動的，B 項正確；萬有引力定律適用於弱作用力，C 項錯誤；物體最大的速度為光速，D 項錯誤。

答案 B

3·對於經典力學理論，下述說法中正確的是()

A·由於相對論、量子論的提出，經典力學已經失去了它的意義

B·經典力學在今天廣泛應用，它的正確性無可懷疑，仍是普遍適用的

C·經典力學在歷史上起了巨大的作用，隨著物理學的發展而逐漸過時，成為一種古老的理論

D·經典力學在宏觀低速運動中，引力不太大時適用

解析 經典力學和其他任何理論一樣，有其自身的局限性和適用範圍，但對於低速宏觀物體的運動，經典力學仍然適用，並仍將在它適用範圍內大放異彩，所以 D 正確。

答案 D

4·牛頓運動定律不適用於下列哪些情況()

A·研究原子中電子的運動

B·研究“神舟”十號飛船的高速發射

C·研究地球繞太陽的運動

D·研究飛機從北京飛往紐約的航線

解析 牛頓力學屬於經典力學的範疇，適用於宏觀、低速運動的物體，要注意到低速和高速的標準是相對於光速而言的，則可判定牛頓運動定律適用於 B、C、D 中描述的運動，而 A 不適用。



答案 A

5. 相對論告訴我們，物體運動時的質量與其靜止時的質量相比()

- A. 運動時的質量比靜止時的質量大
- B. 運動時的質量比靜止時的質量小
- C. 運動時的質量與靜止時的質量相等
- D. 是兩個不同的概念，無法比較

解析 根據狹義相對論的質速關係 $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ 知，物體運動時的質量比靜

止時的質量大，A 正確，B、C、D 錯誤。

答案 A

6. 關於經典力學和相對論，下列說法正確的是()

- A. 經典力學和相對論是各自獨立的學說，互不相容
- B. 相對論是在否定了經典力學的基礎上建立起來的
- C. 相對論和經典力學是兩種不同的學說，二者沒有聯繫
- D. 經典力學包含於相對論之中，經典力學是相對論的特例

解析 當物體的運動速度遠小於光速 $c(3 \times 10^8 \text{ m/s})$ 時，相對論物理學與經典物理學的結論沒有區別，而當接近光速時，經典力學不再適用，相對論不是對經典力學的否定，而只是認為經典力學是相對論在一定條件下的特殊情形。所以選項 A、B、C 錯誤。

答案 D

7. 下面說法中正確的是()

①當物體的運動速度遠小於光速時，相對論物理學和經典力學的結論沒有區別 ②當物體的運動速度接近光速時，相對論物理學和經典力學的結論沒有區別 ③當普朗克常量 $h(6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s})$ 可以忽略不計時，量子力學和經典力學的結論沒有區別 ④當普朗克常量 h 不能忽略不計時，量子力學和經典力學的結論沒有區別

- A. ①③
 - B. ②④
 - C. ①④
 - D. ②
- ③

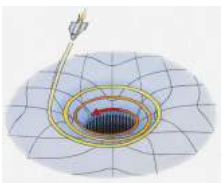
解析 普朗克常量是聯繫宏觀粒子與微觀粒子的紐帶。對宏觀粒子，普朗克常量可忽略不計；在運動速度遠小於光速的情況下，相對論物理學和經典力學的結論沒有區別，A 正確。

答案 A

8. 對於公式 $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ ，下列說法中正確的是()

- A. 式中的 m_0 是物體以速度 v 運動時的質量
- B. 當物體的運動速度 $v > 0$ 時，物體的質量 $m > m_0$ ，即物體的質量改變了，故經典力學不適用、不正確
- C. 當物體以較小速度運動時，質量變化十分微弱，當物體以接近光速的速度運動時，質量變化明顯
- D. 即使通常物體的運動速度不太大，質量的變化也能引起我們的感覺

解析 公式中 m_0 是靜止質量， m 是物體以速度 v 運動時的質量，A 錯誤；由公式可知，只有當 v 接近光速時，物體的質量變化才明顯，一般情況下物體



的質量變化十分微小，故經典力學仍然適用，故 B、D 錯誤，C 正確。

答案 C

9. 通過一個加速裝置對電子施加一個很大的恒力，使電子從靜止開始加速，則對這個加速過程，下列描述正確的是()

A. 根據牛頓第二定律，電子將不斷做勻加速直線運動

B. 電子先做加速運動，後以光速做勻速直線運動

C. 電子開始先近似於勻加速運動，後來質量增大，牛頓運動定律不再適用

D. 電子是微觀粒子，整個加速過程根本就不能用牛頓運動定律解釋

解析 電子在加速裝置中由靜止開始加速，開始階段速度較低，遠低於光速，此時牛頓運動定律基本適用，可以認為在它被加速的最初階段做勻加速運動。隨著電子的速度越來越大，接近光速時，相對論效應越來越大，質量加大，它不再做勻加速直線運動，牛頓運動定律不再適用。

答案 C



第七課題：綜合複習（2 課時）

課題	綜合複習		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2018.03.23	課型	復習課		課時	2 課時

綜合複習一：《第一章 運動的描述》章末總結

突破一 萬有引力定律的應用

1. 地球表面，萬有引力約等於物體的重力，由 $G\frac{Mm}{R^2}=mg$ ；①可以求得地球的質量 $M=\frac{gR^2}{G}$ ；②可以求得地球表面的重力加速度 $g=\frac{GM}{R^2}$ ；③得出一個代換式 $GM=gR^2$ ，該規律也可以應用到其他星球表面。

2. 應用萬有引力等於向心力的特點，即 $G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}=m\omega^2r=m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2r$ ，可以求得中心天體的質量和密度。

3. 應用 $G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}=m\omega^2r=m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2r$ 可以計算做圓周運動天體的線速度、角速度和週期。

【例 1】2013 年 12 月 2 日，我國成功發射探月衛星“嫦娥三號”，該衛星在環月圓軌道繞行 n 圈所用的時間為 t ，月球半徑為 R_0 ，月球表面處重力加速度為 g_0 。

(1)請推導出“嫦娥三號”衛星離月球表面高度的運算式；

(2)地球和月球的半徑之比為 $\frac{R}{R_0}=4$ ，表面重力加速度之比為 $\frac{g}{g_0}=6$ ，試求地球和月球的密度之比。

解析 (1)由題意知，“嫦娥三號”衛星的週期為 $T=\frac{t}{n}$ ，設衛星離月球表面的高度為 h ，由萬有引力提供向心力得：

$$G\frac{Mm}{(R_0+h)^2}=m(R_0+h)\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$$

$$\text{又 } G\frac{Mm'}{R_0^2}=m'g_0$$

$$\text{聯立解得：} h=\sqrt[3]{\frac{g_0R_0^2t^2}{4\pi^2n^2}}-R_0$$

(2)設星球的密度為 ρ ，由 $G\frac{Mm'}{R^2}=m'g$ 得 $GM=gR^2$



$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3}$$

聯立解得： $\rho = \frac{3g}{4\pi GR}$

設地球、月球的密度分別為 ρ_0 、 ρ_1 ，則： $\frac{\rho_0}{\rho_1} = \frac{g \cdot R_0}{g_0 \cdot R}$

將 $\frac{R}{R_0} = 4$ ， $\frac{g}{g_0} = 6$ 代入上式，解得 $\rho_0 : \rho_1 = 3 : 2$

答案 (1) $h = \sqrt[3]{\frac{g_0 R_0^2 t^2}{4\pi^2 n^2}} - R_0$ (2)3 : 2

突破二 人造衛星穩定運行時，各物理量的比較

1. 衛星在軌道上做勻速圓周運動，則衛星受到的萬有引力全部提供衛星做勻速圓周運動所需的向心力。

$$G \frac{Mm}{r^2} = \begin{cases} ma \\ m \frac{v^2}{r} \\ m\omega^2 r \\ mr \frac{4\pi^2}{T^2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = \frac{GM}{r^2} & r \text{ 越大, } a \text{ 越小} \\ v = \sqrt{\frac{GM}{r}} & r \text{ 越大, } v \text{ 越小} \\ \omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}} & r \text{ 越大, } \omega \text{ 越小} \\ T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM}} & r \text{ 越大, } T \text{ 越大} \end{cases}$$

2. 兩種特殊衛星

(1)近地衛星：衛星軌道半徑約為地球半徑，受到的萬有引力近似為重力，故有 $G \frac{Mm}{R^2} = m \frac{v^2}{R} = mg$ 。

(2)地球同步衛星：相對於地面靜止，它的週期 $T=24$ h，所以它只能位於赤道正上方某一確定高度 h ，故地球上所有同步衛星的軌道均相同，但它們的質量可以不同。

【例2】研究表明，地球自轉在逐漸變慢，3億年前地球自轉的週期約為22小時。假設這種趨勢會持續下去，地球的其他條件都不變，未來人類發射的地球同步衛星與現在的相比()

- A. 距地面的高度變大
- B. 向心加速度變大
- C. 線速度變大
- D. 角速度變大

解析 地球的自轉週期變大，則地球同步衛星的公轉週期變大。由 $\frac{GMm}{(R+h)^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} (R+h)$ ，

得 $h = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}} - R$ ， T 變大， h 變大，A正確。

答案 A

突破三 人造衛星的發射、變軌與對接

1. 發射問題

要發射人造衛星，動力裝置在地面處要給衛星以很大的發射初速度，且發射速度 $v > v_1 = 7.9$ km/s，人造衛星做離開地球的運動；當人造衛星進入預定軌道



區域後，再調整速度，使 $F_{引} = F_{向}$ ，即 $G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$ ，從而使衛星進入預定軌道。

2. 變軌問題

人造衛星在軌道變換時，速度發生變化，導致萬有引力與向心力相等的關係被破壞，繼而發生向心運動或離心運動，發生變軌。發射過程：如圖 1 所示，一般先把衛星發射到較低軌道 1 上，然後在 P 點點火，使衛星加速，讓衛星做離心運動，進入軌道 2，到達 Q 點後，再使衛星加速，進入預定軌道 3。

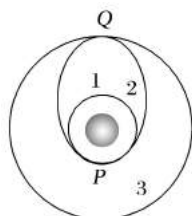


圖 1

回收過程：與發射過程相反，當衛星到達 Q 點時，使衛星減速，衛星由軌道 3 進入軌道 2，當到達 P 點時，再讓衛星減速進入軌道 1，再減速到達地面。

3. 對接問題

空間站實際上就是一個載有人的人造衛星，地球上的人進入空間站以及空間站上的人返回地面都需要通過太空船來完成。這就存在一個太空船與空間站對接的問題。

如圖 2 所示，飛船首先在比空間站低的軌道，通過控制軌道使飛船跟空間站恰好同時運行到兩軌道的相切點，便可實現對接。

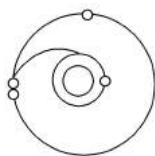


圖 2

【例 3】如圖 3 所示，發射地球同步衛星時，先將衛星發射至近地圓形軌道 1 運行，然後點火，使其沿橢圓軌道 2 運行，最後再次點火，將衛星送入同步圓形軌道 3 運行，設軌道 1、2 相切於 Q 點，軌道 2、3 相切於 P 點，則衛星分別在 1、2、3 軌道上正常運行時：

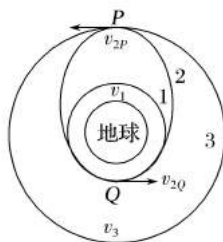


圖 3

(1)比較衛星經過軌道 1、2 上的 Q 點的加速度的大小，以及衛星經過軌道 2、3 上的 P 點的加速度的大小；

(2)設衛星在軌道 1、3 上的速度大小為 v_1 、 v_3 ，在橢圓軌道上 Q 、 P 點的速度大小分別是 v_{2Q} 、 v_{2P} ，比較四個速度的大小。

解析 (1)根據牛頓第二定律，衛星的加速度是由地球的引力產生的，即



$G\frac{Mm}{r^2}=ma$ 。所以，衛星在軌道 2、3 上經過 P 點的加速度大小相等，衛星在軌道 1、2 上經過 Q 點的加速度大小也相等。

(2) 1、3 軌道為衛星運行的圓軌道，衛星只受地球引力作用做勻速圓周運動，

$$\text{由 } G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$$

$$\text{得：} v=\sqrt{G\frac{M}{r}} \text{，因為 } r_1 < r_3 \text{。}$$

所以 $v_1 > v_3$ 。

由開普勒第二定律知，衛星在橢圓軌道上的運動速度大小不同，在近地點 Q 的速度大，在遠地點 P 的速度小，即 $v_{2Q} > v_{2P}$ 。在軌道 1 上經過 Q 時，有

$$G\frac{Mm}{r_1^2}=m\frac{v_1^2}{r_1} \text{，在軌道 2 上經過 } Q \text{ 點時，有 } G\frac{Mm}{r_1^2} < m\frac{v_{2Q}^2}{r_1} \text{，所以 } v_{2Q} > v_1 \text{；在軌道 2}$$

$$\text{上經過 } P \text{ 點時，有 } G\frac{Mm}{r_3^2} > m\frac{v_{2P}^2}{r_3} \text{，在軌道 3 上經過 } P \text{ 點時，有 } G\frac{Mm}{r_3^2} = m\frac{v_3^2}{r_3} \text{，所以}$$

$v_3 > v_{2P}$ 。綜合上述比較可得： $v_{2Q} > v_1 > v_3 > v_{2P}$ 。

答案 (1) 衛星經過軌道 1、2 上的 Q 點的加速度的大小相等，經過軌道 2、3 上的 P 點的加速度的大小也相等。

(2) $v_{2Q} > v_1 > v_3 > v_{2P}$

綜合複習二：模塊綜合檢測

一、選擇題(共 13 小題，每小題 4 分，共 52 分。在每小題列出的四個備選項中只有一個是符合題目要求的，不選、多選、錯選均不得分。)

1. 下列說法符合史實的是()

- A. 牛頓發現了行星的運動規律
- B. 開普勒發現了萬有引力定律
- C. 卡文迪許第一次在實驗室裏測出了萬有引力常量
- D. 牛頓發現了海王星和冥王星

解析 開普勒發現了行星的運動規律，卡文迪許第一次在實驗室裏測出了萬有引力常量，C 正確。

答案 C

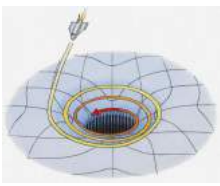
2. “奮進”號的宇航員在一次太空行走時丟失了一個工具包，關於工具包丟失的原因可能是()

- A. 宇航員鬆開了拿工具包的手，在萬有引力作用下工具包“掉”了下去
- B. 宇航員不小心碰了一下“浮”在空中的工具包，使其速度發生了變化
- C. 工具包太重，因此宇航員一鬆手，工具包就“掉”了下去
- D. 由於慣性，工具包做直線運動而離開了圓軌道

解析 工具包在太空中，萬有引力提供向心力處於完全失重狀態，當有其他外力作用於工具包時才會離開宇航員，B 選項正確。

答案 B

3. “嫦娥一號”月球探測器在環繞月球運動過程中，設探測器運行的軌道半



徑為 r ，運行速率為 v ，當探測器在飛越月球上一些環形山中的質量密集區上空時()

- A · r 、 v 都將略為減小
- B · r 、 v 都將保持不變
- C · r 將略為減小， v 將略為增大
- D · r 將略為增大， v 將略為減小

解析 由萬有引力提供向心力 $G\frac{Mm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$ 知，當探測器到達質量密集區時，萬有引力增大，探測器運行半徑將減小，速度增大，故 C 項正確。

答案 C

4 · 下列關於同步衛星的說法，正確的是()

- A · 同步衛星和地球自轉同步，衛星的高度和速率是確定的
- B · 同步衛星的角速度是確定的，但高度和速率可以選擇，高度增加，速率增大，且仍保持同步
- C · 一顆人造地球衛星的週期是 114 min，比同步衛星的週期短，所以這顆人造地球衛星離地面的高度比同步衛星高
- D · 同步衛星的速率比地球大氣層附近的人造衛星的速率大

解析 同步衛星和地球自轉同步，即它們的週期 T 相同，同步衛星繞地心近似做勻速圓周運動，所需向心力由衛星 m 和地球 M 之間的萬有引力提供。設地球半徑為 R ，同步衛星高度為 h ，因為 $F_{引} = F_{向}$ ，所以 $G\frac{Mm}{(R+h)^2} = m\frac{4\pi^2}{T^2}(R+h)$ ，得 $h = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}} - R$ ，可見 h 是一定的；由 $G\frac{Mm}{(R+h)^2} = m\frac{v^2}{R+h}$ 得： $v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$ ，可見 v 也是一定的，A 項正確；由於同步衛星的週期確定，即角速度確定，則 h 和 v 均隨之確定，不能改變，否則不能同步，B 項錯誤；由 $h = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}} - R$ 可知，當 T 變小時， h 變小，可見，人造衛星離地面的高度比同步衛星低，速率比同步衛星大，C、D 項錯誤。

答案 A

5 · 2016 年 10 月 19 日，“神舟十一號”飛船與“天宮二號”飛行器成功自動對接，太空人景海鵬、陳冬在“天宮二號”中處於完全失重狀態(如圖 1)，對於太空艙中的太空人，下列說法正確的是()



圖 1

- A · 太空人處於平衡狀態
- B · 太空人不受任何力的作用
- C · 太空人的加速度恒定不變
- D · 太空人受到地球的引力作用

答案 D

6 · 不可回收的航天器在使用後，將成為太空垃圾。如圖 2 所示是漂浮在地



球附近的太空垃圾示意圖，對此有如下說法，正確的是()

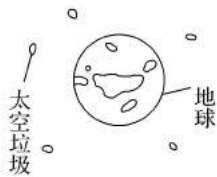


圖 2

- A · 離地越低的太空垃圾運行週期越大
- B · 離地越高的太空垃圾運行角速度越小
- C · 由公式 $v = \sqrt{gr}$ 得，離地越高的太空垃圾運行速率越大
- D · 太空垃圾一定能跟同一軌道上同向飛行的航天器相撞

解析 設地球質量為 M ，垃圾質量為 m ，垃圾的軌道半徑為 r 。由牛頓第

二定律可得： $G\frac{Mm}{r^2} = m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 r$ ，垃圾的運行週期： $T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$ ，由於 π 、 G 、 M

是常數，所以離地越低的太空垃圾運行週期越小，故 A 錯誤；由牛頓第二定律可得： $G\frac{Mm}{r^2} = m\omega^2 r$ ，垃圾運行的角速度 $\omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$ ，由於 G 、 M 是常數，所以

離地越高的垃圾的角速度越小，故 B 正確；由牛頓第二定律可得： $G\frac{Mm}{r^2} =$

$m\frac{v^2}{r}$ ，垃圾運行的線速度 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ ，由於 G 、 M 是常數，所以離地越高的垃圾

線速度越小，故 C 錯誤；由線速度公式 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ 可知，在同一軌道上的航天器與太空垃圾線速度相同，如果它們繞地球飛行的運轉方向相同，它們不會碰撞，故 D 錯誤。

答案 B

7. 如圖 3 所示， A 為靜止於地球赤道上的物體， B 為繞地球沿橢圓軌道運行的衛星， C 為繞地球做圓周運動的衛星， P 為 B 、 C 兩衛星軌道的交點。已知 A 、 B 、 C 繞地心運動的週期相同，相對於地心，下列說法中正確的是()

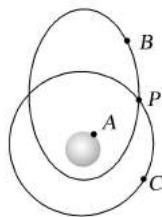


圖 3

- A · 物體 A 和衛星 C 具有相同大小的線速度
- B · 物體 A 和衛星 C 具有相同大小的加速度
- C · 衛星 B 在 P 點的加速度與衛星 C 在該點的加速度一定相同
- D · 衛星 B 在 P 點的線速度與衛星 C 在該點的線速度一定相同

解析 物體 A 和衛星 B 、 C 週期相同，故 A 和衛星 C 角速度相同，但半徑不同，根據 $v = \omega R$ 可知二者線速度不同，A 項錯；根據 $a = R\omega^2$ 可知，物體 A 和衛星 C 向心加速度不同，B 項錯；根據牛頓第二定律，衛星 B 和衛星 C 在 P 點的加速度 $a = \frac{GM}{r^2}$ ，故兩衛星在 P 點的加速度相同，C 項正確；衛星 C 做勻速



圓周運動，萬有引力完全提供向心力，衛星 B 軌道為橢圓，二者線速度的方向不同， D 項錯。

答案 C

8. (2016·金華、溫州、臺州部分學校 3 月聯考) 假設火星和地球都是球體，火星的質量 $M_{\text{火}}$ 和地球的質量 $M_{\text{地}}$ 之比為 p ，火星的半徑 $R_{\text{火}}$ 和地球的半徑 $R_{\text{地}}$ 之比為 q ，那麼火星表面處的重力加速度 $g_{\text{火}}$ 和地球表面處的重力的加速度 $g_{\text{地}}$ 之比等於()

A. $\frac{p}{q^2}$

B. pq^2

C. $\frac{p}{q}$

D. pq

解析 根據 $G\frac{Mm}{R^2} = mg$ 得 $g = \frac{GM}{R^2}$

$$\text{所以 } \frac{g_{\text{火}}}{g_{\text{地}}} = \frac{G\frac{M_{\text{火}}}{R_{\text{火}}^2}}{G\frac{M_{\text{地}}}{R_{\text{地}}^2}} = \frac{M_{\text{火}} \cdot R_{\text{地}}^2}{M_{\text{地}} \cdot R_{\text{火}}^2} = \frac{p}{q^2}$$

故 A 正確。

答案 A

9. 在圓軌道上做勻速圓周運動的國際空間站裏，一宇航員手拿一只小球相對於太空艙靜止“站立”於艙內朝向地球一側的“地面”上，如圖 4 所示。下列說法正確的是()

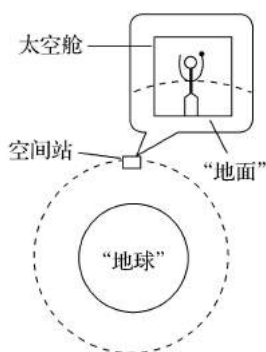
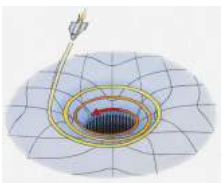


圖 4

- A. 宇航員相對於地球的速度介於 7.9 km/s 與 11.2 km/s 之間
- B. 若宇航員相對於太空艙無初速度釋放小球，小球將落到地面上
- C. 宇航員將不受地球的引力作用
- D. 宇航員對“地面”的壓力等於零

解析 7.9 km/s 是發射衛星的最小速度，是衛星環繞地球運行的最大速度，可見，所有環繞地球運轉的衛星、飛船等，其運行速度均小於 7.9 km/s，故 A 錯誤；若宇航員相對於太空艙無初速度釋放小球，由於慣性，小球仍具有原來的速度，所以地球對小球的萬有引力正好提供它做勻速圓周運動需要的向心力，即 $G\frac{Mm'}{r^2} = m'\frac{v^2}{r}$ ，其中 m' 為小球的質量，故小球不會落到“地面”上，而是沿原來的軌道繼續做勻速圓周運動，故 B 錯誤；宇航員受地球的引力作用，此引力提供宇航員隨空間站繞地球做圓周運動，故 C 錯誤；宇航員處於完全失重



狀態，所以對地面壓力為零，故 D 項正確。

答案 D

10. (2017·湖州高一聯考) 地球同步衛星運行在離地面高度約 $3.57 \times 10^4 \text{ km}$ 的赤道正上方的圓軌道，下列哪一組數據最接近該衛星在軌道處所受引力與它在地表發射前所受的引力比值(已知地球平均半徑值 $0.64 \times 10^4 \text{ km}$)()

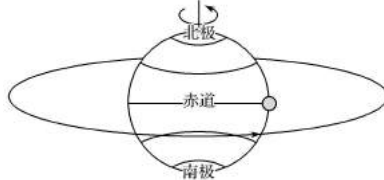


圖 5

- A · 0.02
- B · 0.18
- C · 0.72
- D · 0.85

解析 根據萬有引力公式，衛星距地心 $r = (3.57 \times 10^4 + 0.64 \times 10^4) \text{ km}$ 處的引力最接近地表重力的 0.02 倍，A 選項正確。

答案 A

11. 如圖 6 所示，拉格朗日點 L_1 位於地球和月球連線上，處在該點的物體在地球和月球引力的共同作用下，可與月球一起以相同的週期繞地球運動。據此，科學家設想在拉格朗日點 L_1 建立空間站，使其與月球同週期繞地球運動。以 a_1 、 a_2 分別表示該空間站和月球向心加速度的大小， a_3 表示地球同步衛星向心加速度的大小。以下判斷正確的是()

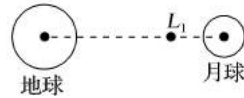


圖 6

- A · $a_2 > a_3 > a_1$
- B · $a_2 > a_1 > a_3$
- C · $a_3 > a_1 > a_2$
- D · $a_3 > a_2 > a_1$

解析 勻速圓周運動 $a = \omega^2 \cdot r$ ，月球與空間站繞地球角速度相等，月球半徑大於空間站運動半徑，因此 $a_2 > a_1$ ；月球和同步軌道衛星均由萬有引力提供向心力，根據 $a = \frac{GM}{r^2}$ ，可知，離地球越遠，向心加速度越小， $a_3 > a_2$ ，故 D 正確。

答案 D

12. 我國發射的第一顆探月衛星“嫦娥一號”，進入距月面高度 h 的圓形軌道正常運行。已知月球半徑為 R ，月球表面的重力加速度為 g ，萬有引力常量為 G ，則()

- A · 嫦娥一號繞月球運行的週期為 $2\pi \sqrt{\frac{R}{g}}$
- B · 嫦娥一號繞行的速度為 $\sqrt{g R+h}$
- C · 嫦娥一號繞月球運行的角速度為 $\sqrt{\frac{Rg}{(R+h)^3}}$
- D · 嫦娥一號軌道處的重力加速度 $\left(\frac{R}{R+h}\right)^2 g$

解析 設月球質量為 M ，衛星質量為 m ，在月球表面上，萬有引力約等於其重力有： $\frac{GMm}{R^2} = mg$ ，衛星在高為 h 的軌道上運行時，萬有引力提供向心力



有：

$$\frac{GMm}{R+h} = mg' = m \frac{v^2}{R+h} = m\omega^2(R+h) = m \frac{4\pi^2}{T^2}(R+h),$$

由上二式算出 g' 、 v 、 ω 、 T 可知 A、B、C 錯誤，D 正確。

答案 D

13. 有一太空船到了某行星附近(該行星沒有自轉運動)，以速度 v 接近行星表面勻速環繞，測出運動的週期為 T ，已知引力常數為 G ，則可得()

A. 該行星的半徑為 $\frac{vT}{\pi}$

B. 該行星的平均密度為 $\frac{3\pi}{GT^2}$

C. 無法求出該行星的質量

D. 該行星表面的重力加速度為 $\frac{4\pi^2 v^2}{T^2}$

解析 由 $T = \frac{2\pi R}{v}$ 可得： $R = \frac{vT}{2\pi}$ ，A 錯誤；由 $\frac{GMm}{R^2} = m \frac{v^2}{R}$ 可得： $M = \frac{v^3 T}{2\pi G}$ ，

C 錯誤；由 $M = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho$ 得： $\rho = \frac{3\pi}{GT^2}$ ，B 正確；由 $G \frac{Mm}{R^2} = mg$ 得： $g = \frac{2\pi v}{T}$ ，D 錯

誤。

答案 B

二、非選擇題(共 6 小題，共 48 分)

14. (5 分)甲、乙兩顆人造地球衛星，離地面的高度分別為 R 和 $2R$ (R 為地球半徑)，質量分別為 m 和 $3m$ ，它們都繞地球做勻速圓周運動，則：

(1)它們的週期之比 $T_{甲} : T_{乙} =$ _____。

(2)它們的線速度之比 $v_{甲} : v_{乙} =$ _____。

(3)它們的角速度之比 $\omega_{甲} : \omega_{乙} =$ _____。

(4)它們的向心加速度之比 $a_{甲} : a_{乙} =$ _____。

(5)它們所受地球的引力之比為 $F_{甲} : F_{乙} =$ _____。

答案 (1) $2\sqrt{2} : 3\sqrt{3}$ (2) $\sqrt{3} : \sqrt{2}$ (3) $3\sqrt{3} : 2\sqrt{2}$

(4) $9 : 4$ (5) $3 : 4$

15. (5 分)2003 年 10 月 15 日 9 時整，中國第一艘載人飛船“神舟五號”由“長征 2 號 F”運載火箭從甘肅酒泉衛星發射中心發射升空(如圖 7)，10 分鐘後，成功進入預定軌道，中國首位太空人楊利偉帶著中國人的千年企盼夢圓浩瀚太空，中國成為世界上第三個能夠獨立開展載人航天活動的國家。



圖 7

(1)火箭在加速上升過程中宇航員處於_____ (選填“超重”或“失重”)狀態。由於地球在自西向東不停地自轉，為節省燃料，火箭在升空後，應向_____ (選填“偏東”、“偏西”)方向飛行。

(2)2013 年 12 月“嫦娥三號”成功登月，已知月球表面沒有空氣，沒有磁場，引力為地球的 $\frac{1}{6}$ ，假如登上月球，你能夠_____ (填代號)

A. 用指南針判斷方向

B. 輕易躍過 3 m 高度



C · 乘坐熱氣球探險

D · 做托裏拆利實驗時發現內外水銀面高度差為 76 cm

答案 (1)超重 偏東 (2)B

16 · (8 分) 宇航員在某星球表面以初速度 v_0 豎直向上拋出一個物體，物體上升的最大高度為 h 。已知該星球的半徑為 R ，且物體只受該星球的引力作用。

(1) 求該星球表面的重力加速度；

(2) 如果要在這個星球上發射一顆貼近它表面運行的衛星，求該衛星做勻速圓周運動的線速度和週期。

解析 (1) 設該星球表面的重力加速度為 g' ，物體做豎直上拋運動，由題意得 $v_0^2 = 2g'h$ ，

$$\text{得 } g' = \frac{v_0^2}{2h}。$$

(2) 衛星貼近星球表面運行，

$$\text{則有 } mg' = m \frac{v^2}{R}，$$

$$\text{得 } v = \sqrt{g'R} = v_0 \sqrt{\frac{R}{2h}}；$$

$$\text{由 } T = \frac{2\pi R}{v}，$$

$$\text{得 } T = \frac{2\pi \sqrt{2Rh}}{v_0}。$$

$$\text{答案 (1)} \frac{v_0^2}{2h} \quad \text{(2)} v_0 \sqrt{\frac{R}{2h}} \quad \frac{2\pi \sqrt{2Rh}}{v_0}$$

17 · (10 分) “嫦娥三號”探測器於 2013 年 12 月 2 日凌晨在西昌發射中心發射成功。“嫦娥三號”經過幾次成功變軌以後，探測器狀態極其良好，成功進入繞月軌道。12 月 14 日 21 時 11 分，“嫦娥三號”探測器在月球表面預選著陸區域成功著陸，標誌著我國已成為世界上第三個實現地外天體軟著陸的國家。設“嫦娥三號”探測器環繞月球的運動為勻速圓周運動，它距月球表面的高度為 h ，已知月球表面的重力加速度為 g 、月球半徑為 R ，引力常量為 G ，則

(1) 探測器繞月球運動的向心加速度為多大；

(2) 探測器繞月球運動的週期為多大。

解析 (1) 對於月球表面附近的物體有 $\frac{GMm}{R^2} = mg$

$$\text{根據牛頓第二定律有 } \frac{GMm'}{R+h} = m'a$$

$$\text{解得 } a = \frac{gR^2}{R+h}$$

(2) 萬有引力提供探測器做勻速圓周運動的向心力有

$$\frac{GMm'}{R+h} = m' \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 (R+h)$$

$$\text{解得 } T = 2\pi \sqrt{\frac{R+h}{g}}$$

$$\text{答案 (1)} \frac{gR^2}{R+h} \quad \text{(2)} 2\pi \sqrt{\frac{R+h}{g}}$$



18·(10分)如圖8是發射地球同步衛星的簡化軌道示意圖，先將衛星發射至距地面高度為 h_1 的近地軌道I上。在衛星經過A點時點火實施變軌，進入遠地點為B的橢圓軌道II。已知地球表面重力加速度為 g ，地球自轉週期為 T ，地球的半徑為 R ，求：

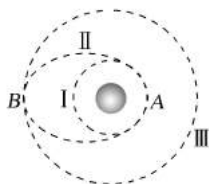


圖8

(1)近地軌道I上的速度大小；

(2)遠地點B距地面的高度。

解析 (1)設地球的質量為 M ，衛星的質量為 m ，衛星在近地軌道I上的速度為 v_1 ，在近地軌道I上：

$$\frac{GMm}{R+h_1} = m \frac{v_1^2}{R+h_1} \quad ①$$

$$\text{在地球表面：} G \frac{Mm}{R^2} = mg \quad ②$$

$$\text{由①②得：} v_1 = \sqrt{\frac{gR^2}{R+h_1}} \quad ③$$

(2)設B點距地面高度是 h_2 。

$$\text{在同步軌道III上：} G \frac{Mm}{R+h_2} = m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 (R+h_2) \quad ④$$

$$\text{由②④得 } h_2 = \sqrt[3]{\frac{gR^2T^2}{4\pi^2}} - R$$

$$\text{答案 (1)} \sqrt{\frac{gR^2}{R+h_1}} \quad \text{(2)} \sqrt[3]{\frac{gR^2T^2}{4\pi^2}} - R$$

19·(10分)天文學家將相距較近、僅在彼此的引力作用下運行的兩顆恆星稱為雙星。雙星系統在銀河系中很普遍。利用雙星系統中兩顆恆星的運動特徵可推算出它們的總質量。已知某雙星系統中兩顆恆星圍繞它們連線上的某一固定點分別做勻速圓周運動，週期均為 T ，兩顆恆星之間的距離為 r ，試推算這個雙星系統的總質量。(引力常數為 G)

解析 設兩顆恆星的質量分別為 m_1 、 m_2 ，做圓周運動的半徑分別為 r_1 、 r_2 ，角速度分別為 ω_1 、 ω_2 。根據題意有

$$\omega_1 = \omega_2 \quad ①$$

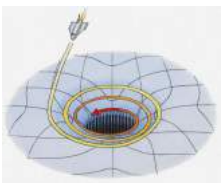
$$r_1 + r_2 = r \quad ②$$

根據萬有引力定律和牛頓定律，有

$$G \frac{m_1 m_2}{r^2} = m_1 \omega_1^2 r_1 \quad ③$$

$$G \frac{m_1 m_2}{r^2} = m_2 \omega_2^2 r_2 \quad ④$$

$$\text{聯立以上各式解得 } r_1 = \frac{m_2 r}{m_1 + m_2} \quad ⑤$$



根據角速度與週期的關係知 $\omega_1 = \omega_2 = \frac{2\pi}{T}$

⑥

聯立③⑤⑥式解得這個雙星系統的總質量

$$m_1 + m_2 = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$$

答案 $\frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$



第七章：機械能守恆定律（11 課時）

1.1 整章概述

一、本章教學內容範圍及變化

在物理知識方面，本章主要介紹了功、功率、重力勢能、彈性勢能、動能等基本概念；動能定理、機械能守恆定律、能量守恆與能源；一個探究性的實驗：探究功與速度的變化的關係，一個驗證性實驗：驗證機械能守恆定律。

在物理技能方面，打點計時器的使用、以及用打點計時器測量速度在前面的第二章和第四章學生已經接觸過，應該說學生並不陌生，在這一章裏面的兩個實驗中，一方面是對用打點計時器測量速度的鞏固另一方面也是一個具體的應用。在探究功與速度變化關係中，涉及應用打點計時器測量速度、在實驗數據處理上，作 $w-v$ 圖像和 $w-v^2$ 圖像，利用假想、猜測、驗證、歸納是一種常用的物理學研究方法，用圖像尋求相關物理量之間的關係充分的體現了探究的思想。驗證機械能守恆定律的實驗，雖然是驗證性的實驗，但仍然是按著探究的方式進行的，在培養學生的探究能力提出了很高的要求。

在物理思想方法方面，從第一節追尋守恆量，到後面的探究彈性勢能的運算式、探究功與速度的變化的關係、驗證機械能守恆定律的實驗無不體現探究的思想以及探究的方法。功和能是貫穿在整個物理學中的基本概念，能的轉化和守恆、以及在自然界中反映出的宏觀過程的方向性則揭示了物理學各部分的內在聯繫，有助於培養學生的物理思想和科學素質。

與原大綱教材相比本章在內容上的變化主要是：

(1) 第一節不再是功，而是追尋守恆量，這是一節增加的內容，與以往前幾個版本的教材都不相同。能量究竟是什麼，迄今為止人們還不能真正下一個定義，但這並不重要，人類在長期科學實踐中已經建立起各種形式能量的定量量度，如動能、重力勢能、彈性勢能、電能、磁能等等，能量並不是一個含糊不清、定性的概念。人類經過長期的研究後發現，能量有一個至為重要的性質，就是能量在任何過程中都守恆，即能量可以轉化，但總量保持不變，這一節要讓學成初步建立這樣一種思想。

(2) 原教材中的變力做功屬於閱讀材料，新教材中已經刪去了，但在第 5 節探究彈性勢能的運算式中，讓學生運用極限的思想探究彈簧的變力做功的計算方法，比原來要求更高。

(3) 功率一節中對物理知識在實際中的應用，就汽車爬坡“換擋”用以增加牽引力的問題，比原來教材更加貼近生活實際一些。



(4) 原教材功率之後是動能與動能定理，新教材功、功率之後，講的是重力勢能，用較大的篇幅講重力做功的特點，這一點與原來的人教社的讀本很相似。

(5) 彈性勢能原教材在重力勢能一節的最後，簡單的作了定性論述。新教材與原教材差異很大，改為探究彈性勢能的運算式，儘管不要求寫出具體的運算式，但在物理思想和方法上要求比原教材高了許多。

(6) 與原教材比較可發現在動能、動能定理之前增加了一節探究功與速度變化的關係，這是一個學生實驗，在正式學習動能定理之前，由學生自己探究力做功與速度變化有什麼關係，先有了一個初步的認識。得到動能定理不再是一個簡單的推導過程，突出了物理學的研究方法。

(7) 機械能守恆定律一節與原教材的區別，對於機械能守恆定律，原教材以自由落體這一特例加以推導，並且給出了機械能(不包括彈性勢能)守恆的條件：只有重力做功。新教材中是以物體沿光滑曲面下滑為背景進行的推導，由於對彈力做討論的比原教材深入，給出的機械能守恆的條件是：在只有重力或彈力做功的物體系統內。這樣更具有普遍性。

(8) 機械能守恆定律的實驗，原教材給出了具體的實驗操作步驟，新教材中則不然，雖然也是驗證性的實驗，但更突出了探究的成分，具體的實驗步驟、數據分析、結論及其可靠性，由學生自己根據實驗的原理安排探究，能力要求比原教材要高許多。

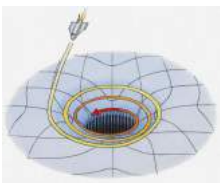
(9) 能量守恆定律與能源屬於本章的新增加內容，並且提到了能量耗散從能的轉換角度反映出自然界中宏觀過程的方向性。原教材中這一節在熱學部分。

二、本章教學內容在模組內容體系中的地位 and 作用

能的概念，功和能的關係以及各種不同形式的能相互轉化和守恆的規律，貫穿在全部物理學中，不僅僅是物理學，也是自然界最普遍、最重要的規律之一。本章討論的機械能的概念和機械能守恆定律，是學習各種不同形式的能量轉化規律的起點，也是以前學過的運動學和動力學知識的進一步綜合和擴展。這一章是力學教材的重點內容之一，而要求學生探究的地方有很多，在模組教學中的作用是綜合、提高，多方面的體現新課表的三個維度。

三、本章教學內容總體教學目標

本章中緊緊地圍繞著對問題的探究、逐步的深入，使學生對能量及其轉化有一個較為清晰地認識，同時體會科學研究的重要性、體驗科學研究的方法，盡享其中的愉悅，潛移默化的對學生滲透著物理思想，對其科學素質培養達到了潤物細無聲的效果。在本章教學的最後也要讓學生認識到，不排除存在尚未認識的能量形式的可能性，培養學生辯證唯物主義的思想。同時通過機械能守恆定律的教學，應該使學生認識應用守恆定律來研究物理問題時，可以只考慮過程的初始狀態和終了狀態，而可以不考慮兩個狀態之間過程的細節，可以簡化研究過程。這正是守恆定律的特點和優點。



四、本章教學內容重點和難點分析

由於能的轉化和守恆的特殊地位，決定了這一章內容的重要性。可以說每一節都是重點內容。具體地說

(1) 關於探究的方法：追尋守恆量、探究彈性勢能的運算式、探究功與速度的變化的關係，驗證機械能守恆定律的實驗，既是重點又是難點。

(2) 功率一節中對物理知識在實際中的應用，就汽車爬坡“換擋”用以增加牽引力的問題，比原來教材更加貼近生活實際一些，但同時也增加了難度，實際問題是很複雜的，非專業人士不好講得很清楚，能讓學生知道個大概的情況即可，如果有條件讓學生體驗一下，汽車確實在低速檔時可以獲得較大的牽引力就更好了。

(3) 探究彈性勢能的運算式中，怎樣計算拉力的功，是一個難點，儘管學生在前面運動學中接觸過這類處理問題的方法，但這種極限的思想本身就很難，應啟發學生進行類比、探究。

(4) 探究功與速度變化的關係，這個實驗本身並不重要，重要的是讓學生體驗這種探究的過程和探究過程中使用的方法，猜測、類比、驗證、歸納。應鼓勵學生根據感性認識先是大膽猜測、然後用圖像法探究相關量的關係，這種方法學生雖然在前面牛頓定律的學習中，作 $a-\frac{1}{m}$ 圖像時用過，但通過實驗數據的分析、比較要得出 $w-v^2$ ，仍然是教學的難點，可以根據學生的實際情況，適當啟發學生運用類比的思路。

另外，該實驗中有些細節學生可能注意不到，例如：為了增加小車運動的穩定性，拉小車的橡皮條，採用兩根同時拉，為什麼不用一根，不妨讓學生試一試；再有探究功與速度的變化關係中使用了橡皮條作為實驗的器材之一，而橡皮條的彈力對小車做功屬於變力做功，學生無法用現成的公式進行計算，在這種情況下實驗中採用了增加橡皮條的條數來替代拉力做功的倍數，這種替代法十分的巧妙的，是物理學研究問題的常用方法之一，大科學家庫倫在電學中研究點電荷的相互規律時，在尚不知電量的單位是什麼時，採用的就是兩個相同的小球接觸後電荷量均分的方法，來替代不同的電量的，這種方法應讓學生體會其中的精妙之處。

(5) 動能定理的應用不僅在力學中是重點，對於將來要學習選修教材的同學在後續課程中會不斷地再現、擴展、深化，對能的轉化與守恆及其在物理學中的地位，學生逐步的會有更加深刻地認識。

(6) 機械能守恆定律，與原教材比較，機械能守恆的條件增加了在彈力做功的物體系統內這一條件。這樣雖然更具有普遍性，但同時也增加了難度，什麼是系統？要讓學生有一個清楚地認識，否則不說系統，僅說有彈力做功時，物體的機械能不一定守恆。

(7) 能量守恆定律與能源一節中，能量耗散從能的轉換角度反映出自然界中宏觀過程的方向性，不宜講得太多，否則學生會更加糊塗。



五、本章的內容相適應的教學方式和教學方法

(1) 做好演示實驗，用好演示實驗。例如：追尋守恆量一節中，圖 7.1-1 的實驗很簡單，但對守恆這一基本思想建立有著深刻的意義，要把這個實驗做好，而不是簡單的演示，同時使學生知道在伽利略的實驗中就已經體現出了能量及其守恆的思想，重視“情感”目標的體現。

(2) 實際體驗。功率一節中，就汽車爬坡“換擋”用以增加牽引力的問題，比如汽車從地下車庫裏開出的過程中，掛高速擋與低速擋在實際中的差異最好讓學生體驗一下。

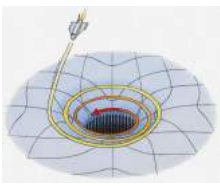
(3) 注意指導學生歸納。第 4 節中，重力的功求法，教材用了較大的篇幅，方法與第 5 節中彈力的功有類似的部分，都用到了極限的思想，在第 4 節中就要注意指導學生歸納。

(4) 利用啟發式教學。由於本章內容需要探究的地方很多，並且對抽象思維的程度要求很高，這樣以來自然的就增加了教學的難度，教學方法更要注重啟發式，讓學生自己去悟。

(5) 指導學生作適當的預習。要相信學生經過近一年的高中物理新課程的學習，探究的能力已經有了長足的進步，探究的過程中，有些環節學生可能會遇到困難，老師要把握好啟發的尺度，不要明示得太多，更不要包辦，否則就失去了探究的意義。力爭通過本章的學習使學生探究問題的能力能有一個小的飛躍，質得變化。

1.2 課題中與基本學力要求對應的教學內容

課題中與基本學力要求對應的教學內容	基本學力要求指標
<p style="text-align: center;">A 知識目標</p> <ol style="list-style-type: none">1. 了解“追尋守恆量”這一物理學的基本觀點和思想。2. 知道動能和勢能的概念。3. 會分析生活中有關機械能轉化的問題。4. 理解功的概念，知道力和物體在力的方向發生位移是做功的兩個不可缺少的因素。5. 理解正功和負功的概念，知道在什麼情況下力做正功或負功。6. 知道在國際單位制中，功的單位是焦耳 (J)，知道功是標量。7. 掌握合力做功的意義和總功的含義。8. 掌握公式 $W=Fl\cos\alpha$ 的應用條件，並能進行有關計算。9. 理解功率的定義及額定功率與實際功率的定義。10. $P=W/t$，$P=Fv$ 的運用。	<p>A-4 初步學會利用事實、經驗或科學理論進行邏輯推理作出假設。</p> <p>A-6 通過圖書館、互聯網、多媒體資源庫等不同途徑搜尋所需科學資訊，並初步學會對這些資訊進行分類與概</p>



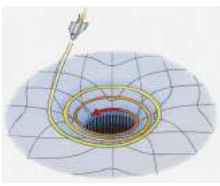
11. 理解重力勢能的概念，會用重力勢能的定義進行計算。
12. 理解重力勢能的變化和重力做功的關係，知道重力做功與路徑無關。
13. 知道重力勢能的相對性和系統性。
14. 理解彈性勢能的概念，會分析決定彈性勢能的相關因素。
15. 理解彈力做功與彈簧彈性勢能變化的關係。
16. 知道探究彈性勢能運算式的方法，了解計算變力做功的基本方法和思想。
17. 進一步掌握功和能的關係：即，功是能轉化的量度。
18. 會用打點計時器打下的紙帶計算物體運動的速度。
19. 學習利用物理圖像探究功與物體速度變化的關係。
20. 理解動能的概念，會用動能的定義式進行計算。
21. 理解動能定理及其推導過程。
22. 知道動能定理的適用條件，會用動能定理進行計算。
23. 知道什麼是機械能，知道物體的動能和勢能可以相互轉化。
24. 理解機械能守恆定律的內容，知道它的含義和適用條件。
25. 在具體問題中，判定機械能是否守恆，並能列出機械能守恆的方程式
26. 要弄清實驗目的，本實驗為驗證性實驗，目的是利用重物的自由下落驗證機械能守恆定律。
27. 要明確實驗原理，掌握實驗的操作方法與技巧、學會實驗數據的採集與處理，能夠進行實驗誤差的分析，從而使我們對機械能守恆定律的認識，不止停留在理論的推導上，而且還能夠通過親自操作和實際觀測，從感性上增加認識，深化對機械能守恆定律的理解。
28. 要明確紙帶選取及測量瞬時速度簡單而準確的方法。
29. 了解各種形式的能，知道確立能量守恆定律的兩類重要形式。
30. 理解能量守恆定律的內容，會用能量守恆的觀點分析、解釋一些實際問題。
31. 了解能量耗散，認識提高能量利用效率的重要性。
32. 知道能源短缺和環境惡化是關係到人類社會能否持續發展的大問題，增強節約能源和環境保護的意識。

B 情意目標

1. 通過“追尋守恆量”，使學生領會尋找守恆量是科學研究的重要思想方法，初步樹立能量轉化與守恆的觀點。
2. 通過展示生活中的一些物理現象，使學生進一步體會能量

括。

B-3 通過認識科學發展的歷史，了解科學的進化性和革命性。



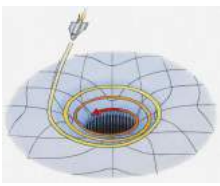
守恆的普遍性。

功與生活聯繫非常密切，通過探究功來探究生活實例。

3. 感知功率在生活中的實際應用，提高學習物理科學的價值觀。
4. 從對生活中有關的物理現象觀察、對已有知識的掌握得到物理結論，激發和培養學生探索自然規律的興趣。
5. 培養學生對科學的好奇心與求知欲。
6. 通過討論與交流等活動，培養學生有將自己的見解與他人交流的願望，敢於堅持正確觀點，勇於修正錯誤，發揚與他人合作的精神，分享探究成功後的喜悅。
7. 體會彈性勢能在生活中的意義，提高物理知識在生活中的應用意識，做到理論聯繫實際。
8. 體會學習的快樂，激發學習的興趣。通過親身實踐，樹立“實踐是檢驗真理的唯一標準”的科學理念。
9. 激發學生對物理問題進行理論探究的興趣。
10. 激發學生用不同方法處理同一問題的興趣，會選擇用最優的方法處理問題。
11. 通過有趣的演示實驗，激發學生的學習熱情，體會科學的魅力
12. 通過機械能守恆定律，感悟自然界的守恆思想，體會自然的對稱美、自然美。
13. 通過實驗及誤差分析，培養學生實事求是的科學態度，激發學生對物理規律的探知欲。
14. 使學生通過實驗體會成功的樂趣與成就感，激發對物理世界的求知欲。
15. 培養學生的團結合作精神和協作意識，敢於提出與別人不同的見解。
16. 學習科學家不畏艱辛的探索精神、體驗科學的和諧美，了解大量的能源消耗帶來的全球性環境問題，樹立環保意識。
17. 感知我們周圍能源的耗散對環境的影響，認識科技對人類社會發展的負面影響，提高節能意識和環保意識，並在個人所能及的範圍內對社會的可持續發展有所貢獻。

C 技能目標

1. 體會伽利略斜面實驗的思想方法，了解能量概念的引入過程。
2. 體會“追尋守恆量”這種變化之中抓不變的研究策略。
3. 理解正負功的含義，並會解釋生活實例。



4. $P=W/t$ 通常指平均功率， $\Delta t \rightarrow 0$ 時為瞬時功率。
5. 用 $P=Fv$ 分析汽車的啟動，注意知識的遷移。
6. 根據已有的知識，利用極限的思想證明重力做功與路徑無關。
7. 根據功和能的關係，推導重力勢能的運算式。使學生體會知識建立的方法。
8. 利用控制變數法定性確定彈簧彈性勢能的相關的因素。
9. 採用邏輯推理和類比的方法探究彈簧彈性勢能運算式。
10. 通過探究彈性勢能運算式的過程，讓學生體會微分思想和積分思想在物理學中的應用。
11. 通過用紙帶與打點計時器來探究功與物體速度相關量變化的關係，體驗知識的探究過程和物理學的研究方法。
12. 體驗實驗與理論探索相結合的探究過程。
13. 培養學生演繹推理的能力。
14. 培養學生的創造能力和創造性思維。
15. 通過科學探究機械能的過程，對物理現象（動能和勢能的轉化）的分析提出假設，再進行理論推導的物理研究方法。
16. 經歷歸納概括“機械能守恆條件”的過程，體會歸納的思想方法。
17. 通過學生自主學習，培養學生設計實驗、採集數據，處理數據及實驗誤差分析的能力。
18. 通過同學們的親自操作和實際觀測掌握實驗的方法與技巧。
19. 通過對紙帶的處理過程培養學生獲取資訊、處理資訊的能力，體會處理問題的方法，領悟如何間接測一些不能直接測量的物理量的方法。
20. 通過實驗過程使學生體驗實驗中理性思維的重要，既要動手，更要動腦。
21. 通過收集資訊、閱讀教材和資料、相互交流，感受物理規律得出的歷程，體會哲學和自然科學長期發展和進步歷程。
22. 通過能量守恆定律事例分析，提高分析問題和理論聯繫實際的能力。從可持續發展角度分析能源、資源及日常諸多現象，提出自己的觀點及其可行的做法。



第一課題 §7.1 追尋守恆量——能量 (1 課時)

一、課前自主預習學案

知識點一 追尋守恆量——能量

[基礎梳理]

1. 伽利略在斜面實驗中發現了一個啟發性的事實，無論斜面陡些，還是緩些，小球最後總會在斜面上的某點速度為零，這點距斜面底端的豎直高度與它出發時的高度相同。

在物理學中，我們把這一事實說成是“某個量是守恆的”並且把這個量叫做能量。

2. 動能和勢能

(1) 動能：物體由於運動而具有的能量。

(2) 勢能：相互作用的物體憑藉其位置而具有的能量。

3. 在伽利略的理想斜面實驗中，小球的勢能和動能可以相互轉化。

4. 能量的性質

(1) 能量是一個狀態量，是描述物體(或系統)運動狀態的一個物理量。

(2) 自然界中物質的運動是多種多樣的，相對於各種不同的運動形式有各種不同形式的能量。

(3) 各種不同形式的能量可以相互轉化，並且在轉化過程中，能量的總量是不變的。

[典例精析]

【例 1】 伽利略理想斜面實驗使人們認識到引入能量概念的重要性。在此理想實驗中，能說明能量在小球運動過程中不變的理由是()

- A. 小球滾下斜面時，高度降低，速度增大
- B. 小球滾上斜面時，高度增加，速度減小
- C. 小球總能準確地到達與起始點相同的高度
- D. 小球能在兩斜面之間來回運動

解析 在伽利略的理想斜面實驗中，當小球從斜面滾下時，小球的高度在降低，而速度卻在增大，小球的勢能轉化為動能；當小球滾上另一斜面時，小球的高度在增加，而速度卻在減小，小球的動能又轉化為勢能。小球總能達到與起始點相同的高度，說明在轉化過程中，能的總量保持不變。

答案 C

[即學即練]

1. 物質、能量、資訊是構成世界的基本要素，下面關於能量的認識中錯誤的是()

- A. 能量是一個守恆量
- B. 同一個物體可能同時具有多種形式的能量
- C. 物體對外做了功，它的能量一定發生了轉化
- D. 地面上滾動的足球最終停下來，說明能量消失了

解析 能量的概念是在人類對能量守恆的認識過程中形成的，它的重要特性就是守恆，物體對外做功的過程即是能量釋放的過程，功是能量轉化的標誌



和量度。地面上滾動的足球最終停下來，其機械能轉化為內能，能量並沒有消失。故選項 A、B、C 正確，D 錯誤。

答案 D

二、新課教學：§7.1 追尋守恆量——能量

課題	§7.1 追尋守恆量——能量		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2018.03.26	課型	新授課		課時	1 課時

2.1 教學目標

知識與技能

- 1、了解“追尋守恆量”這一物理學的基本觀點和思想；
- 2、知道動能和勢能的概念；
- 3、會分析生活中有關機械能轉化的問題；

過程與方法

- 1、體會伽利略斜面實驗的思想方法，了解能量概念的引入過程；
- 2、體會“追尋守恆量”這種變化之中抓不變的研究策略；

情感、態度與價值觀

- 1、通過“追尋守恆量”，使學生領會尋找守恆量是科學研究的重要思想方法，初步樹立能量轉化與守恆的觀點；
- 2、通過展示生活中的一些物理現象，使學生進一步體會能量守恆的普遍性；

2.2 教學重點

了解動能和勢能的概念，在動能和勢能的轉化過程中體會能量守恆

2.3 教學難點

認識到守恆是自然界的重要規律

2.4 教學方法

講授法、演示法

2.5 教學準備

多媒體課件



2.6 教學過程

教學環節	教師活動	學生活動	設計意圖
<p>一、引入新課</p> <p>1、守恆的含義</p> <p>2、守恆的普遍性</p>	<p>介紹本節課的學習任務和學習目標。</p> <p>提出問題：“守”是什麼意思？“恆”是什麼意思？兩個字組成的“守恆”一詞應是什麼意思？“守恆量”又是什麼意思？</p> <p>小結：“守恆”意為保持不變，“守恆量”也就是保持不變的量。</p> <p>案例1：放學後，兩個小孩在家中下象棋。下完棋後，當他們收拾象棋時，忽然發現少了3顆棋子，他們找啊找，發現門後有1顆，牆角有1顆，但還是少1顆。他們不放棄，繼續尋找，終於在地毯下找到了最後1顆棋子。</p> <p>問題：支撐兩個小孩能夠堅持找到最後1顆棋子的信念是什麼？</p> <p>小結：棋子的總數是不變的，我們可以說棋子的數量是守恆的。</p> <p>案例2：自來水公司抄表員最近發現，某社區一單元樓的自來水管道的總表讀數和各住戶家中分表讀數總和不一致。對於這個問題，你有什麼想法？</p> 	<p>積極思考，回答問題。</p> <p>積極思考，回答問題。</p> <p>積極思考，各抒己見，給出各種想法。</p>	<p>首先弄清“守恆量”的字面含義，明確“追尋守恆量”的學習任務。展示生活中的一些守恆關係的案例，使學生體驗守恆的普遍性。根據建構主義理論，學生在對生活案例的認識過程中完善自己對守恆量的認知結構。使學生體會生活中數量的守恆。</p>



問題：支撐你們提出這些想法的依據是什麼？

小結：流過管道總表的水的總體積和單元樓內消耗的水的總體積是守恆的。

案例 3：裝有沙子的 A、B 兩個小燒杯，將 A 中的沙子再倒入 B 中一些。兩個燒杯 A、B 和沙子的總質量如何變化？



問題：支撐你們有這種想法的依據是什麼？

小結：在上述過程中，A 燒杯和杯中沙子的總質量減少，B 燒杯和杯中沙子的總質量增加，但 A、B 兩燒杯和沙子的總質量是守恆的。

案例 4：化學反應方程式



問題：我們依據什麼來配平化學方程式？

小結：我們需要根據原子數守恆、電荷守恆來配平化學反應方程式。

總結：由此可見，事物在變化過程中，某些量總是保持不變的，這種現象叫做守恆。守恆現象在生活中是普遍存在的。

問題：那我們為什麼要追尋守恆量呢？

積極思考，回答問題。

積極思考，回答問題。

積極思考，回答問題。

積極思考，回答問題。

使學生體會生活中體積的守恆。

使學生體會生活中質量的守恆。

使學生體會化學中原子數和電荷的守恆。

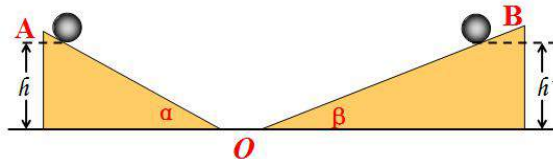


介紹諾貝爾物理學獎獲得者、德國物理學家勞厄的名言：物理學的任務是發現普遍的自然規律。因為這樣的規律的最簡單的形式之一表現為某種物理量的不變性，所以對於守恆量的尋求不僅是合理的，而且也是極為重要的研究方向。



小結：自然界中物質千變萬化，但這種變化是有規律的，守恆現象就是自然界中是普遍存在的一種客觀規律，物理學的研究任務就是要發現物質運動變化的規律性，而尋找守恆量也就是物理學研究的一個重要方向，我們在學習物理過程中追尋守恆量既是十分重要的，又是十分必要的。

課件展示伽利略斜面實驗。



問題：請描述小球從左側斜面高度 h 處靜止釋放後，如何運動？

問題：小球從 A 到 O，再從 O 到 B，高度 h 和速度 v 如何變化？

問題：小球從 A 到 O 過程中，高度 h 降低，速度 v 增加；從 O 到 B 過程中，高度 h 升高，速度 v 減小；到達右側高度 h' 與

引用物理學家勞厄的名言，強調追尋守恆量的重要性和必要性。

精確描述伽利略理想斜面實驗，經歷發現能量守恆的過程。

回憶伽利略理想斜面實驗。

積極思考，提問學生回答問題。

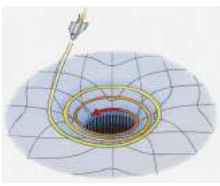
積極思考，回答問題。

積極回答問題。

二、新
課教學
1、分析
伽利略
斜面實
驗



<p>2、能量 概念</p> <p>3、動能</p>	<p>左側高度 h 什麼關係？</p> <p>問題：為什麼小球到達右側高度 h' 和左側高度 h 相同，什麼條件下才相同？</p> <p>問題：在斜面是光滑的條件下，小球能夠到達相同高度。如果我們將右側斜面的傾角減小，讓右側斜面平緩一些，小球到達的最大高度還同左側高度一樣嗎？</p> <p>問題：小球在光滑的斜面上似乎記得原來自己的高度一樣，不過“記得”兩個字不是物理語言。小球在運動過程中，它的高度 h 和速度 v 之間存在著怎樣的關係？</p> <p>問題：小球在運動過程中，它的高度 h 和速度 v 此消彼長，這其中是否存在著某個守恆量呢？</p> <p>問題：高度 h 守恆嗎？為什麼？</p> <p>問題：速度 v 守恆嗎？為什麼？</p> <p>問題：高度 h 和速度 v 之和守恆嗎？為什麼？</p> <p>問題：h 和 v 的單位不同，不能直接相加，因此它們的和守恆。既然這樣，是不是 h 和 v 背後隱藏著某個量，它同 h 和 v 的某種形式有關，是守恆量呢？這個守恆量是什麼呢？</p> <p>問題：回憶一下初中時候我們分析伽利略斜面實驗，那時候我們提過，與小球高度 h 和速度 v 有關的量分別是什麼來著？</p> <p>問題：與小球高度 h 有關的是重力勢能，與速度 v 有關的是動能，它們是能量的兩種存在形式，前面高度 h 和速度 v 背後隱藏的守恆量就是能量，你能給出能量的概念嗎？</p> <p>展示諾貝爾物理學獎獲得者、美國物理學家費曼的名言：有一個事實，如果你願意，也可以說一條定律，支配著至今所知的</p>	<p>積極回答問題。</p> <p>積極回答問題。</p> <p>積極思考，回答問題。</p> <p>積極思考。</p> <p>積極回答問題。</p> <p>積極回答問題。</p> <p>積極思考，回答問題。</p> <p>積極思考，回答問題。</p> <p>積極思考，回答問題。</p> <p>積極思考，回答問題。</p> <p>積極思考。</p> <p>全班大聲朗讀費曼的名言。</p>	<p>使學生領會能量的概念。</p>
--------------------------------	---	---	--------------------



<p>和勢能</p> <p>4、能量守恆的應用</p>	<p>一切自然現象.....這條定律稱做能量守恆定律。它指出某一個量，我們把它稱為能量，在自然界經歷的多種多樣的變化中它不變化。那是一個最抽象的概念.....</p> <p>小結：能量是一個非常抽象的概念，它是伴隨人類對能量守恆的認識同步發展起來的。伽利略斜面實驗中已經蘊含著能量的概念，但伽利略、以及後來的牛頓都沒有提出能量的概念。</p> <p>展示高高堆起來的巨石和高速行駛的賽車圖片。</p> <p>問題：巨石和賽車所具有的能量分別是什麼？</p> <p>問題：我們把相互作用的物體憑藉其位置而具有的能量叫勢能；物體由於運動而具有的能量叫動能。</p> <p>問題：常見的勢能有重力勢能，如巨石和小球憑藉其高度而具有的勢能，此外，還有一種勢能，當我們將彈簧拉伸或壓縮，彈簧具有的勢能叫什麼勢能？</p> <p>小結：動能、重力勢能和彈性勢能統稱機械能，各種能量之間是可以相互轉化的，但在轉化過程中，能量的總量是守恆的。</p> <p>問題：分析伽利略斜面實驗中，小球從A到O，從O到B能量是如何轉化的？</p> <p>小結：在理想斜面實驗中，斜面是光滑的，小球從左側斜面高度h處靜止釋放，A點具有最大重力勢能，動能為零；從A到O，重力勢能減小，動能增加，O點具有最小重力勢能，最大動能；從O到B，重力勢能增加，動能減小，B點具有最大重力勢能，動能為零，整個過程中機械能守恆。</p> <p>問題：若伽利略斜面不是光滑的，小球從左側斜面高度h處滾下，還能到達右側斜面高度h處嗎？機械能還守恆嗎？</p> <p>問題：既然機械能不守恆，機械能減小</p>	<p>積極思考，回答問題。</p> <p>積極回答</p> <p>積極思考，提問學生回答問題。</p> <p>積極思考，回答問題。</p> <p>積極思考，回答問題。</p>	
---	--	---	--



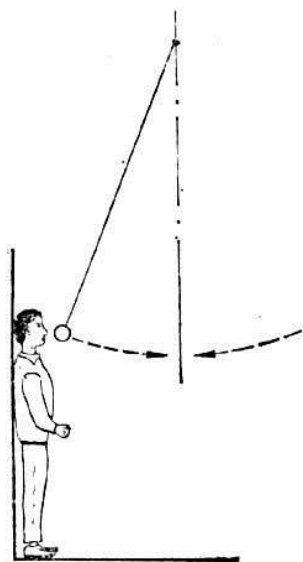
了，那減小的機械能跑哪兒去了呢？

問題：除了機械能、內能外，自然界還存在著哪些形式的能量呢？

小結：由於小球和斜面之間的摩擦，以及空氣阻力的影響，小球部分機械能轉化成了內能，機械能雖然不守恆，但總能量仍然是守恆的。因此，能量守恆依然是成立的，同時根據能量守恆定律，我們還可以用來發現新的能量存在形式和新物質。

應用 1：小球“碰鼻”遊戲

將一個小鐵球用細繩懸掛在黑板上，讓一個勇敢的學生將小鐵球拉到鼻尖處靜止釋放，其他學生觀察小鐵球的運動情況以及在小鐵球擺回來時該學生的反應。



問題：小球在擺動過程中，參加遊戲同學是否安全？為什麼會這樣？

小結：在小球運動過程中，忽略空氣阻力影響下，小球的動能和勢能相互轉化，機械能守恆，小球擺回來的最高點不會超過起始高度。由於空氣阻力的影響，小球擺回來的高度肯定沒有原來的高度高，因此，參與遊戲的同學是安全的。

應用 2：播放一段遊樂場過山車運動的情景片段，讓學生觀看。

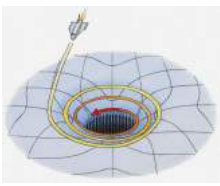
積極參與，觀察同學仔細觀看，回答問題。

積極回答問題。

認真觀看

激發學生的興趣，利用實驗說明小球運動的最高點不會超過起始高度，加深學生對能量守恆的直觀認識，在遊戲中體驗能量守恆。

密切聯繫學生生活，感受遊戲中能量的守恆。

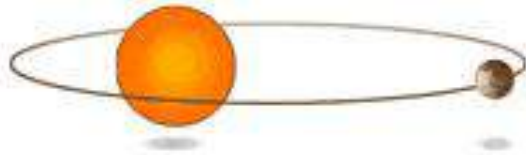


問題：過山車沿軌道向軌道最高點運動過程中，以及從軌道最高點向軌道最低點運動過程中，能量如何轉化？

問題：考慮到實際軌道並不是光滑的，過山車在上述運動過程中能量如何轉化？

小結：過山車運動過程中動能和重力勢能相互轉化，如果考慮到過山車和軌道之間的摩擦，動能、重力勢能和內能之間發生能量轉化，但總能量守恆。

應用 3：展示一幅行星繞太陽運行的 Gif 動態圖片。



問題：行星繞日運動，行星在近日點和遠日點哪個位置速度大？

問題：行星在近日點速度大，動能大；在遠日點速度小，動能小；從遠日點到近日點運動動能增加，從近日點到遠日點動能減小，增加的動能是由什麼能轉化而來的，減小的動能又轉化成了什麼能？

小結：行星繞日運行，伴隨著動能和引力勢能的轉化，行星從遠日點到近日點運動，引力勢能轉化為動能，引力勢能減小，動能增加；從近日點到遠日點運動，動能轉化為引力勢能，動能減小，引力勢能增加，

積極思考，回答問題。

積極思考，回答問題。

回憶開普勒行星運動定律。

積極回答問題。

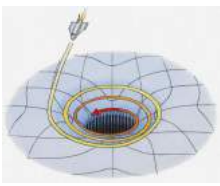
積極思考，回答問題。

認真觀察圖片。

使學生領會行星繞日運動過程中機械能守恆。

使學生領會彈性勢能和動能之間的轉化過程，機械能守恆。

三、課堂小結



但機械能守恆。
應用 4：展示一幅弓箭手拉弓射箭的 Gif 動態圖片。



問題：被拉伸的弓箭具有什麼能？當弓箭被射出去過程中，能量如何轉化？

小結：發生形變的弓箭具有彈性勢能，弓箭被射出去過程中，彈性勢能轉化為動能，總能量守恆。

應用 5：播放一段有關潭柘寺“怪坡”的新聞視頻片段。



問題：關閉發動機的汽車，沿怪坡的低處從靜止開始往高處運動，重力勢能如何變化？動能如何變化？機械能如何變化？

問題：汽車自動向坡頂運動，機械能增加，違反了能量守恆定律。如何解釋這一現象？

小結：“怪坡”所謂的下坡路是個假像，實際上汽車所在的下坡路實為上坡路，汽車空擋是從“怪坡”的高處向低處運動，並沒有違反能量守恆定律。

積極思考，回答問題。

認真觀看。

積極回答問題。

積極思考，回答問題。

在分析實際問題過程中，強化學生對能量守恆正確性的認識。

為功的學習埋下伏筆。



	<p>對本堂課的學習內容進行小結。</p> <p>總結：同學們從小開始，就已經在生活中逐步認識體會到了數量守恆、體積守恆和質量守恆等守恆現象，隨著認識的深入，今天又認識到了更抽象的能量守恆現象。能量的轉化和守恆定律是自然界普遍遵循的重要基本規律，今後，同學們在分析解決實際物理問題過程中，應積極利用能量轉化和守恆的觀點來思考問題。</p> <p>問題：不同形式的能量之間可以相互轉化，但轉化過程又是通過什麼方式來完成的呢？</p>		
作業	預習 7.2 節功		

2.7 板書設計

§7.1 追尋守恆量

能量：某種守恆量，變中有恆

動能：物體由於運動而具有的能

勢能：物體憑位置而具有的能

各種能量可相互轉化

2.8 教學反思

- 1、伽利略理斜面實驗，雖然以前做過，但起碼應當利用 flash 動畫展示一下小球運動的動態過程，這樣才能更加直觀地為能量概念的得出創造更加有效的教學情境。
- 2、課堂總結時，由於緊張，沒有按照教學設計，提出事前設計好的問題，為功的教學做好鋪墊。
- 3、今後教學過程中，要精煉教學語言，留出適當時間，讓學生自主提出生活中有關能量守恆的實例，並對其進行分析，這樣才能有效檢驗學生對能量守恆是否深刻領會。



三、課後練習：§7.1 追尋守恆量——能量

1. 一物體靜止在升降機的地板上，在升降機加速上升的過程中，下列說法正確的是()

- A. 合外力對物體不做功
- B. 地板對物體的支持力做正功
- C. 地板對物體的支持力做負功
- D. 重力對物體不做功

解析 升降機加速上升時，物體所受支持力方向向上，與位移同向，做正功；物體所受重力方向向下，與位移反向，做負功；物體所受合力方向向上，與位移同向，做正功。選項 B 正確。

答案 B

2. 如圖 1 所示表示撐杆跳高運動的幾個階段：助跑、撐杆起跳、越橫杆、落地(未畫出)。在這幾個階段中有關能量轉化情況的說法，錯誤的是()



圖 1

- A. 助跑階段，身體中的化學能轉化為人和杆的動能
- B. 起跳時，人的動能和化學能轉化為人和杆的勢能
- C. 越過橫杆後，人的重力勢能轉化為動能
- D. 落地後，人的能量消失了

解析 運動員在助跑、撐杆起跳、越橫杆、下落的幾個過程中，能量的轉化分別為化學能轉化為動能，化學能和動能轉化為勢能，重力勢能轉化為動能。故 A、B、C 正確；人落地後，人的動能會使地面發生形變及使溫度升高而轉化為內能，即人的能量並沒有消失，故 D 錯。

答案 D



第二課題 §7.2 功 (2 課時)

一、課前自主預習學案

知識點一 功

[基礎梳理]

1· 概念

一個物體受到力的作用，並在力的方向上發生了一段位移，我們就說這個力對物體做了功。

2· 做功的因素

力和物體在力的方向上發生的位移，是做功的兩個不可缺少的因素。

3· 功的大小

力對物體做的功等於力的大小、位移的大小、力和位移夾角的余弦這三者的乘積。

4· 計算式

$$W = Fl \cos \alpha。$$

5· 單位

在國際單位制中，功的單位是焦耳，簡稱焦，符號是 J。

6· 標矢性

功是標量，只有大小，沒有方向。

[典例精析]

【例 2】 如圖 1 所示，

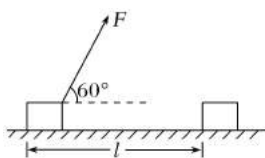


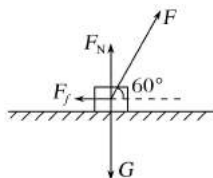
圖 1

一個人用與水平方向成 60° 角的力 $F = 40 \text{ N}$ 拉一個木箱，在水平地面上沿直線勻速前進了 8 m ，求：

(1) 拉力 F 對木箱所做的功；

(2) 摩擦力對木箱所做的功。

解析 如圖所示，木箱受到重力、支持力、



拉力和摩擦力的作用。其中重力和支持力的方向與位移的方向垂直，所以只有拉力和摩擦力對木箱做功。由於木箱做勻速直線運動，所以摩擦力跟拉力在水平方向上的分力大小相等、方向相反，拉力做正功，摩擦力做負功。

根據 $W = Fl \cos \alpha$ 可得

(1) 拉力對木箱所做的功為

$$W_1 = Fl \cos 60^\circ = 40 \times 8 \times 0.5 \text{ J} = 160 \text{ J}$$



(2) 摩擦力 F_f 對木箱所做的功為

$$W_2 = F_f \cos 180^\circ = F \cos 60^\circ \cos 180^\circ \\ = 40 \times 0.5 \times 8 \times (-1) \text{ J} = -160 \text{ J}$$

答案 (1) 160 J (2) -160 J

[即學即練]

2. 用水平恒力 F 作用於質量為 M 的物體上，使之在光滑的水平面上沿力的方向移動距離 s ，恒力做功為 W_1 ，再用該恒力作用於質量為 $m(m < M)$ 的物體上，使之在粗糙的水平面上移動距離 s ，恒力做功為 W_2 ，則兩次恒力做功的關係是()

A · $W_1 > W_2$

B · $W_1 < W_2$

C · $W_1 = W_2$

D · 無法判斷

解析 根據功的定義，力 F 所做的功只與 F 的大小及物體在力 F 的方向上發生的位移大小有關，必須要明確哪個力在哪個過程中做的功，與物體是否受其他力及物體的運動狀態等其他因素無關。雖然兩次恒力做功的過程中物體的質量不同、接觸面粗糙程度不同，但兩次的力、力方向上的位移均相同，由 $W = Fl \cos \alpha$ 知兩種情況下力所做的功相等。

答案 C

知識點二 正功和負功

[基礎梳理]

由 $W = Fl \cos \alpha$ 可知：

(1) 當 $\alpha = \frac{\pi}{2}$ 時， $W = 0$ ，力對物體不做功，力既不是阻力也不是動力。

(2) 當 $0 \leq \alpha < \frac{\pi}{2}$ 時， $W > 0$ ，力對物體做正功，做功的力是動(填“動”或“阻”)力。

(3) 當 $\frac{\pi}{2} < \alpha < \pi$ 時， $W < 0$ ，力對物體做負功，或說成物體克服這個力做功，做功的力是阻(填“動”或“阻”)力。

[典例精析]

【例 3】質量為 m 的物體，靜止在傾角為 θ 的斜面上，斜面沿水平方向向右勻速移動了距離 L ，如圖 2 所示，物體相對斜面靜止，則下列說法正確的是()

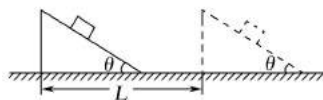


圖 2

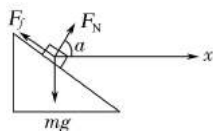
A · 重力對物體 m 做正功

B · 合力對物體 m 做正功

C · 摩擦力對物體 m 做負功

D · 支持力對物體 m 不做功

解析 物體的受力和位移如圖所示。支持力 F_N 與位移 x 的方向的夾角 $\alpha < 90^\circ$ ，故支持力做正功，選項 D 錯誤；重力 mg 與位移 x 的方向垂直，故重力不做功，選項 A 錯誤；摩擦力 F_f 與位移 x 的夾角大於 90° ，故摩擦力做負功，選項 C 正確；物體做勻速直線運動，所受合力為零，合力不做功，故選項 B 錯誤。



答案 C

[即學即練]

3. 一人乘電梯從1樓到20樓,在此過程中經歷了先加速,後勻速,再減速的運動過程,則電梯對人的支持力的做功情況是()

- A. 加速時做正功,勻速時不做功,減速時做負功
- B. 加速時做正功,勻速和減速時做負功
- C. 加速和勻速時做正功,減速時做負功
- D. 始終做正功

解析 在加速、勻速、減速的過程中,支持力與人的位移方向始終相同,所以支持力始終對人做正功,故D正確。

答案 D

知識點三 幾個力的總功的求法

[基礎梳理]

雖然力、位移都是向量,但功是標量,物體受到多個力的作用時,計算合力的功(即總功),要考慮這些力共同的效果,一般有以下兩種方法:

(1)先由 $W = Fl \cos \alpha$ 計算各個力對物體所做的功 W_1 、 W_2 、 W_3 、...然後求所有力做功的代數和,即 $W_{\text{合}} = W_1 + W_2 + W_3 + \dots$

(2)先由力的合成或根據牛頓第二定律求出合力 $F_{\text{合}}$,然後由 $W_{\text{合}} = F_{\text{合}} l \cos \alpha$ 計算總功,此時 α 為 $F_{\text{合}}$ 的方向與 l 的方向間的夾角。

[典例精析]

【例4】如圖3所示,質量為 $m = 2 \text{ kg}$ 的物體靜止在水平地面上,受到與水平地面夾角為 $\theta = 37^\circ$ 、大小 $F = 10 \text{ N}$ 的拉力作用,物體移動了 $l = 2 \text{ m}$,物體與地面間的動摩擦因數 $\mu = 0.3$, g 取 10 m/s^2 。求

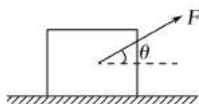
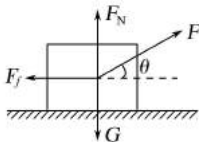


圖 3

- (1)拉力 F 所做的功 W_1 ;
- (2)摩擦力 F_f 所做的功 W_2 ;
- (3)重力 G 所做的功 W_3 ;
- (4)彈力 F_N 所做的功 W_4 ;
- (5)合力 $F_{\text{合}}$ 所做的功 W 。

解析 (1)對物體進行受力分析,如圖所示。



$$W_1 = Fl \cos \theta = 10 \times 2 \times 0.8 \text{ J} = 16 \text{ J}$$

$$(2) F_N = G - F \sin \theta = 20 \text{ N} - 10 \times 0.6 \text{ N} = 14 \text{ N}$$

$$F_f = \mu F_N = 0.3 \times 14 \text{ N} = 4.2 \text{ N}$$

$$W_2 = F_f l \cos 180^\circ = -4.2 \times 2 \text{ J} = -8.4 \text{ J}$$



$$(3) W_3 = Gl \cos 90^\circ = 0$$

$$(4) W_4 = F_N l \cos 90^\circ = 0$$

$$(5) W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 = 7.6 \text{ J}$$

也可由合力求總功

$$F_{\text{合}} = F \cos \theta - F_f = 10 \times 0.8 \text{ N} - 4.2 \text{ N} = 3.8 \text{ N}$$

$$F_{\text{合}} \text{ 與 } l \text{ 方向相同, 所以 } W = F_{\text{合}} l = 3.8 \times 2 \text{ J} = 7.6 \text{ J}$$

答案 (1)16 J (2)-8.4 J (3)0 (4)0 (5)7.6 J

课堂自测

反馈训练 课堂达标

1. 下列四幅圖片所描述的情景中, 人對物體做功的是()



將地面上的物體堆積起來

①



沿水平方向搬運一盆花

②



費了很大的勁也沒有將重物舉起

③



用拖把拖地

④

A · ①②

B · ②③

C · ②④

D · ①

④

解析 由功的定義式知道①、④中人對物體做功, 故選 D。

答案 D

2. 如圖 4 甲為一女士站立在臺階式自動扶梯上正在勻速上樓, 圖乙為一男士站立在斜面式自動扶梯上正在勻速上樓。下列關於勻速上樓過程, 兩人受到的力做功判斷正確的是()



甲



乙

圖 4

A · 甲圖中支持力對人做正功

B · 乙圖中支持力對人做正功

C · 甲圖中摩擦力對人做負功

D · 乙圖中摩擦力對人做負功

解析 甲圖中, 人勻速上樓, 不受靜摩擦力, 摩擦力不做功, 支持力向上, 與速度方向為銳角, 則支持力做正功, 故 A 正確, C 錯誤; 乙圖中, 支持力與速度方向垂直, 支持力不做功, 摩擦力方向與速度方向相同, 做正功, 故 B、D 錯誤。

答案 A

3. 以一定的初速度豎直向上拋出一個小球, 小球上升的最大高度為 h , 空氣阻力的大小恒為 f , 則從拋出至回到原出發點的過程中, 空氣阻力對小球做的功為()

A · 0

B · $-fh$

C · $-2fh$

D · $-4fh$

解析 由於上升和下降過程中阻力都是阻礙物體運動, 亦即上升過程和下降過程都是做負功, 所以全過程空氣阻力對物體做功 $W_f = -fh - fh = -2fh$ 。

答案 C



4. 如圖 5 所示，利用斜面從貨車上卸貨，每包貨物的質量 $m=20\text{ kg}$ ，斜面傾角 $\alpha=37^\circ$ ，斜面的長度 $l=0.5\text{ m}$ ，貨物與斜面間的動摩擦因數 $\mu=0.2$ ，求貨物從斜面頂端滑到底端的過程中受到的各個力所做的功以及合外力做的功。(取 $g=10\text{ m/s}^2$ ， $\sin 37^\circ=0.6$ ， $\cos 37^\circ=0.8$)

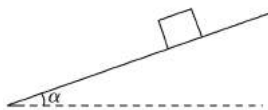
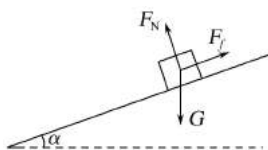


圖 5

解析 斜面上的貨物受到重力 G ，斜面支持力 F_N 和摩擦力 F_f 共三個力的作用。貨物位移的方向沿斜面向下，可以用正交分解法將重力分解，重力 G 對貨物做的功



$$W_1 = mgl \sin 37^\circ = 20 \times 10 \times 0.5 \times 0.6\text{ J} = 60\text{ J}。$$

支持力 F_N 對貨物沒有做功 $W_2 = 0$ 。

摩擦力 F_f 對貨物做負功

$$W_3 = \mu mg \cos 37^\circ \cdot l \cos 180^\circ = -0.2 \times 20 \times 10 \times 0.8 \times 0.5\text{ J} = -16\text{ J}。$$

所以，外力做的總功為

$$W = W_1 + W_2 + W_3 = (60 + 0 - 16)\text{ J} = 44\text{ J}。$$

若先計算合外力再求功，則合外力做的功

$$W = F_{\text{合}} l = (mg \sin 37^\circ - \mu mg \cos 37^\circ) l \\ = (20 \times 10 \times 0.6 - 0.2 \times 20 \times 10 \times 0.8) \times 0.5\text{ J} = 44\text{ J}。$$

答案 重力做的功 60 J 支持力做的功 0 摩擦力做的功 -16 J 合力做的功 44 J

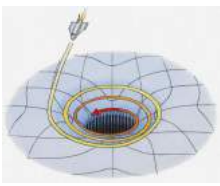
二、新課教學：§7.2 功

課題	§7.2 功		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2018.03.28	課型	新授課		課時	2 課時

2.1 教學目標

知識與技能

1. 理解功的概念，知道力和物體在力的方向發生位移是做功的兩個不可缺少的因素；
2. 理解正功和負功的概念，知道在什麼情況下力做正功或負功；
3. 知道在國際單位制中，功的單位是焦耳 (J)，知道功是標量；
4. 掌握合力做功的意義和總功的含義；
5. 掌握公式 $W = Fl \cos \alpha$ 的應用條件，並能進行有關計算。



過程與方法

理解正負功的含義，並會解釋生活實例。

情感、態度與價值觀

功與生活聯繫非常密切，通過探究功來探究生活實例。

2.2 教學重點

使學生掌握功的計算公式，理解力對物體做功的兩個要素

2.3 教學難點

2·難點是物體在力的方向上的位移與物體運動方向的位移容易混淆，需要講透、講白；

3·使學生認識負功的意義較困難，也是難點之一。

2.4 教學方法

教師啟發、引導，學生自主閱讀、思考，討論、交流學習成果。

2.5 教學準備

電腦、投影儀、CAI 課件、錄影片。

2.6 教學過程

〔新課導入〕

初中我們學過做功的兩個因素是什麼？

一是作用在物體上的力，二是物體在力的方向上移動的距離。

高中我們已學習了位移，所以做功的兩個要素我們可以認為是：①作用在物體上的力；②物體在力的方向上移動的位移。

一個物體受到力的作用，且在力的方向上移動了一段位移，這時，我們就說這個力對物體做了功。在初中學習功的概念時，強調物體運動方向和力的方向的一致性，如果力的方向與物體的運動方向不一致呢？相反呢？力對物體不做功？若做了功，又做了多少功？怎樣計算這些功呢？本節課我們來繼續學習有關功的知識，在初中的基礎上進行擴展。

〔新課教學〕

一、功的初步概念

1·功的初步概念

一個物體受到力的作用，如果在力的方向上發生一段位移，這個力就對物體做了功。

想一想：高中物理中功的概念與初中有什麼不同？

高中講“位移”，初中講“距離”；高中講“發生”一段位移，初中講“通過”一段距離。位移是向量，距離是標量。發生的一段位移並不要求物體非要沿著發生位移的路徑通過。



值得注意的是：要明確“誰對誰”做功，即是哪一個力對物體做功或哪個物體對哪個物體做功。

在認識能量的歷史過程中，人們建立了功（work）的概念，因而功和能是兩個密切聯繫的物理量，即如果物體在力的作用下能量發生了變化，那麼這個力一定對物體做了功。

2. 兩個必在



甲 貨物在起重机的作用下重力势能增加了

乙 列车在机车牵引下动能增加了

丙 握力器在手的压力下弹性势能增加了

做功的要素 學習初

中物理時我們就已經跨越了歷史的長河，認識到，一個物體受到力的作用，並在力的方向上發生了一段位移，這個力就對物體做了功。

起重機提起貨物，貨物在起重機拉力的作用下發生一段位移，拉力就對貨物做了功。列車在機車的牽引力作用下發生一段位移，牽引力就對列車做了功。用手壓縮彈簧時，彈簧在手的壓力下發生形變，也就是產生了一段位移，壓力就對彈簧做了功。人推車前進時，車在人的推力作用下發生了一段位移，推力對車做了功。

可見，力和物體在力的方向上發生的位移，是做功的兩個不可缺少的因素。

【鞏固練習】

人提水桶水平行走時人對水桶是否做功？人提水桶沿樓梯上樓時人對水桶是否做功？在光滑水平地面上滾動的小球，重力是否做功？

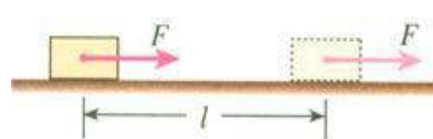
3. “做功”與“做工”的區別

物理學中的“做功”必須滿足做功的兩個必要因素。日常生活中的“做工”泛指一切消耗腦力和體力的過程。因而：“做工”不一定“做功”，“做功”一定“做工”。

二、功的計算

1. 力的方向與物體的運動方向一致

在物理學中，如果力的方向與物體運動的方向一致，如圖所示，我們就說：功等於力的大小與位移大小的乘積。用 F 表示力的大小，用 l 表示位移的大小，用 W 表示力 F 所做的功，則有

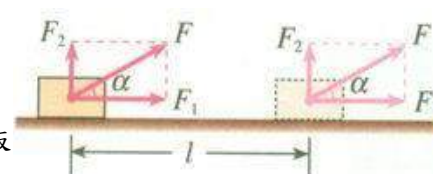


$$W = Fl$$

如果物體在力的作用下位移增加了 Δl ，那麼力所做的功相應地增加 $\Delta W = F\Delta l$ 。

2. 力的方向與物體的運動方向成某一角度

當力 F 的方向與運動方向成某一角度





時，可以把力 F 分解為兩個分力：跟位移方向一致的分力 F_1 ，跟位移方向垂直的分力 F_2 。設物體在力 F 的作用下發生的位移的大小是 l ，則分力 F_1 所做的功等於 $F_1 l$ 。分力 F_2 的方向跟位移的方向垂直，物體在 F_2 的方向上沒有發生位移， F_2 所做的功等於 0。因此，力 F 對物體所做的功 W 等於 $F_1 l$ ，而 $F_1 = F \cos \alpha$ ，所以

$$W = Fl \cos \alpha \quad (1)$$

這就是說，力對物體所做的功，等於力的大小、位移的大小、力與位移夾角的余弦這三者的乘積。

功的公式還可理解成在位移方向的分力與位移的乘積，或力與位移在力的方向的分量的乘積。

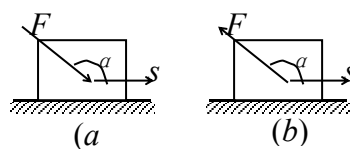
3. 說明

①公式中的力 F 為恒力

②公式中的位移 l 為物體作直線運動時移動的位移

③公式中的夾角 α 為力和位移向量間的夾角

找力 F 和位移 l 之間的夾角時，我們可以把力 F 和 l 的箭尾移到同一點，看它們之間的夾角是多少。在右邊的(a)圖中， F 與 l 之間的夾角為 $(\pi - \alpha)$ ；(b)圖中， F 與 l 之間的夾角為 α 。力 F 和位移 l 之間的夾角應在 $0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$ 的範圍之內。



④講“功”一定要指明是哪個力對哪個物體的功，功是標量

⑤做功與運動狀態無關及是否受到其他力的作用無關

a. 水平推力 F 推著質量為 m 的物體在光滑水平面上前進了 l ；b. 水平推力 F 推著質量為 $2m$ 的物體在粗糙水平面上前進了 l ；c. 沿傾角為 θ 的光滑斜面的推力 F 將質量為 m 的物體向上推了 l 。這三種情況下力 F 對物體做的功是相同的。

⑥做功與參考系有關

一個力做的功與參考系的選擇有關，而一對作用力與反作用力的總功與參考系的選擇無關。

⑦在 SI 制中，功的單位為焦。

$$1\text{J} = 1\text{N} \cdot \text{m}$$

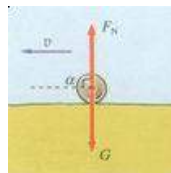
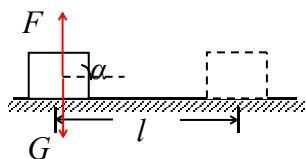
三、正功和負功

1. 正功和負功

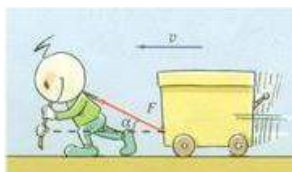
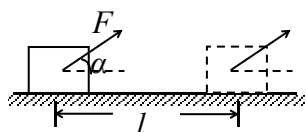
通過上面的學習，我們已明確了 α 是力 F 和位移 l 之間的夾角，並且知道了它的取值範圍是 $0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$ 。那麼，在這個範圍之內， $\cos \alpha$ 可能大於 0，可能等於 0，還有可能小於 0，從而得到功 W 也可能大於 0、等於 0、小於 0。功大於 0，功等於 0，功小於 0 有什麼含義呢？下邊，請同學們閱讀課文中的正功和負功一段。



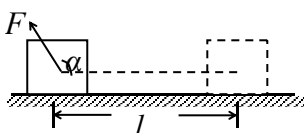
①當 $\alpha=\pi/2$ 時， $\cos\alpha=0$ ， $W=0$ 。力 F 和位移 l 的方向垂直時，力 F 不做功；



②當 $\alpha<\pi/2$ 時， $\cos\alpha>0$ ， $W>0$ 。這表示力 F 對物體做正功；



③當 $\pi/2<\alpha\leq\pi$ 時， $\cos\alpha<0$ ， $W<0$ 。這表示力 F 對物體做負功。



豎直向上拋出的球，在向上運動的過程中重力對物體做負功；汽車在行駛過程中，牽引力對汽車做正功，阻力對車做負功。

2. 正功和負功的含義

①功的正負表示是動力對物體做功還是阻力對物體做功

功的正負由力和位移之間的夾角決定，所以功的正負決不表示方向，而只能說明做功的力對物體來說是動力還是阻力。當力對物體做正功時，該力就對物體的運動起推動作用；當力對物體做負功時，該力就對物體運動起阻礙作用。

②功的正負是藉以區別誰對誰做功的標誌

功是標量，只有量值，沒有方向。功的正、負並不表示功的方向，而且也不是數量上的正與負。我們既不能說“正功與負功的方向相反”，也不能說“正功大於負功”，它們僅表示相反的做功效果。正功和負功是同一物理過程從不同角度的反映。同一個做功過程，既可以從做正功的一方來表述也可以從做負功的一方來表述。

③一個力對物體做負功，往往說成物體克服這個力做功

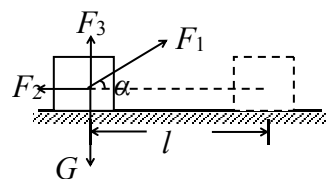
某力對物體做負功，往往說成“物體克服某力做功”（取絕對值）。這兩種說法的意義是等同的。例如，豎直向上拋出的球，在向上運動的過程中，重力對球做負功，可以說成“球克服重力做功”。汽車關閉發動機以後，在阻力的作用下逐漸停下來，阻力對汽車做負功，可以說“汽車克服阻力做功”。



四、幾個力總功的計算

我們學習了一個力對物體所做功的求解方法，而物體所受到的力往往不只一個，那麼，如何求解這幾個力對物體所做的功呢？

如圖所示，一個物體在拉力 F_1 的作用下，水平向右移動位移為 l ，求各個力對物體做的功是多少？各個力對物體所做功的代數和如何？物體所受的合力是多少？合力所做的功是多少？



物體受到拉力 F_1 、滑動摩擦力 F_2 、重力 G 、支持力 F_3 的作用。

重力和支持力不做功，因為它們和位移的夾角為 90° ； F_1 所做的功為： $W_1 = Fl\cos\alpha$ ，滑動摩擦力 F_2 所做的功為： $W_2 = F_2l\cos 180^\circ = -F_2l$ 。

各個力對物體所做功的代數和為： $W = (F_1\cos\alpha - F_2)l$ 。

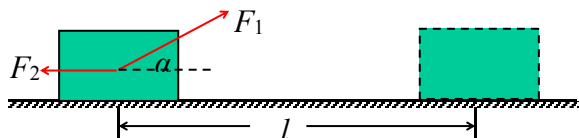
根據正交分解法求得物體所受的合力 $F = F_1\cos\alpha - F_2$ 合力方向向右，與位移同向；

合力所做的功為： $W = Fl\cos 0^\circ = (F_1\cos\alpha - F_2)l$ 。

總結：當物體在幾個力的共同作用下發生一段位移時，這幾個力對物體所做的功可以用下述方法求解：

1. 求出各個力所做的功，則總功等於各個力所做功的代數和；
2. 求出各個力的合力，則總功等於合力所做的功。

【例題 1】一個質量 $m = 2\text{kg}$ 的物體，受到與水平方向成 37° 角斜向上方的拉力 $F_1 = 10\text{N}$ ，在水平地面上移動的距離 $l = 2\text{m}$ 。物體與地面間的滑動摩擦力 $F_2 = 4.2\text{N}$ 。求外力對物體所做的總功。



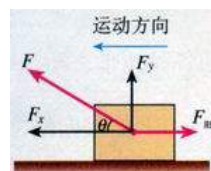
解析：拉力 F_1 對物體所做的功為 $W_1 = F_1l\cos 37^\circ = 16\text{J}$ 。

摩擦力 F_2 對物體所做的功為 $W_2 = F_2l\cos 180^\circ = -8.4\text{J}$ 。

外力對物體所做的總功 $W = W_1 + W_2 = 7.6\text{J}$ 。

（另解：先求合力，再求總功）。

【例題 2】一個質量 $m = 150\text{kg}$ 的雪橇，受到與水平方向成 $\theta = 37^\circ$ 角斜向上方的拉力 $F = 500\text{N}$ ，在水平地面上移動的距離 $l = 5\text{m}$ 。物體與地面間的滑動摩擦力 $F_{\text{阻}} = 100\text{N}$ 。求力對物體所做的總功。



分析 雪橇受到的重力與支持力沿豎直方向，不做功。

拉力 F 可分解為水平方向和豎直方向的兩個分力，豎直方向的分力與運動方向的夾角為 90° ，不做功，所以力對物體所做的總功為拉力的水平分力和阻力所做的功的代數和。

解析 拉力在水平方向的分力為 $F_x = F\cos 37^\circ$ ，它做的功為 $W_1 = F_x l = Fl\cos 37^\circ$



摩擦力與運動方向相反，它做的功為負功

$$W_2 = -F_{\text{阻}} l$$

力對物體所做的總功為二者之和，即

$$W = W_1 + W_2 = Fl \cos 37^\circ - F_{\text{阻}} l$$

把數值代入，得

$$W = 1500\text{J}$$

雪橇受的力所做的總功是 1500J。

〔小結〕

通過本節課的學習，我們明確了功的初步概念，掌握了功的計算公式 $W = Fl \cos \alpha$ 及求解力對物體所做總功的兩種方法。知道功是一個有正負的標量，它的正負是由 $\cos \alpha$ 的正負決定的，理解了正功和負功的含義。功的重要意義在於決定能量的變化。

〔佈置作業〕

教材第 59—60 頁“問題與練習”。

2.7 教學反思

在整節課的教學活動中，我發現自己在本節課教學上存在的幾點問題：

第一、在教學設計過程中，我通過學生獨立練習、小組討論等方式來調動學生的思考積極性，在實際的課堂教學中，並沒有達到預期的效果，原因是對學生期待值過高，不能在備課時準確把握學生的知識水平，導致課堂不夠活躍，師生互動沒有達到理想效果。

第二、在提出問題時，尚不能完全沿著學生的思維方式將問題進行分解，找到學生問題的關鍵所在，導致無法引導學生逐步達到預想的思想高度，從而致使教學重點和教學難點突破不足。

另外，由於時間有限，本次公開課由於備課不足，對教學細節的處理不夠到位，例如在處理初中“距離”和高中“位移”的區別、功的正負直觀感受等方面需要進一步斟酌。

總結整個教學過程，我覺得這次公開課相比以前還是有一定的進步的，主要是對於課堂教學的儀態、語速和語言掌握的明顯好了許多，但是還是有待改進，以後我會更加努力，多和師傅學習，儘快成熟。

三、課後練習：§7.2 功

1. 如圖 2 所示是小孩滑滑梯的情景，在小孩下滑過程中，關於各力做功的說法，正確的是()





圖 2

- A · 重力做正功
B · 支持力做負功
C · 支持力做正功
D · 摩擦力做正功

解析 下滑過程，位移方向沿滑梯斜面向下，重力豎直向下，重力做正功，支持力始終與運動方向垂直，支持力不做功，摩擦力始終與運動方向相反，摩擦力做負功。

答案 A

2. 如圖 3 所示，一小孩和一大人都以水平的力勻速推動相同的木箱在相同的路面上走相同的位移(推箱的速度大小如圖中所示)，比較此過程中兩人分別對木箱做功的多少()



圖 3

- A · 大人做的功多
B · 小孩做的功多
C · 大人和小孩做的功一樣多
D · 條件不足，無法判斷

解析 因為木箱勻速運動，小孩和大人所用的推力相等，又因為所走的位移相同，所以做功一樣多，選項 C 正確。

答案 C

3. 關於摩擦力對物體做功，以下說法中正確的是()

- A · 滑動摩擦力總是做負功
B · 滑動摩擦力可能做負功，也可能做正功
C · 靜摩擦力對物體一定做負功
D · 靜摩擦力對物體總是做正功

解析 滑動摩擦力未必總做負功，如由靜止放在水平運動的傳送帶上的物體，滑動摩擦力做正功，故選項 A 錯誤；滑動摩擦力也可以做負功，比如在地面上滑行的物體，故選項 B 正確；靜摩擦力未必總做負功，比如隨傳送帶一起加速的物體，靜摩擦力對其做正功，故選項 C 錯誤；靜摩擦力也可做負功，比如隨傳送帶一起減速的物體，靜摩擦力對其做負功，故選項 D 錯誤。

答案 B

4. 一物體在相互垂直的兩個共點力 F_1 、 F_2 作用下運動，運動過程中 F_1 對物體做功 3 J， F_2 對物體做功 4 J，則 F_1 與 F_2 的合力對物體做功()

- A · 1 J
B · 5 J
C · 7 J
D · 無法計算

解析 本題不能求出 F_1 、 F_2 的合力，所以不能直接用合力計算功。但可用 $W=W_1+W_2$ 來計算總功，所以 $W=3\text{ J}+4\text{ J}=7\text{ J}$ 。

答案 C

5. 如圖 4 所示，拖著舊橡膠輪胎跑是身體耐力訓練的一種有效方法。如果受訓者拖著輪胎在水平直道上跑了 100 m，那麼下列說法正確的是()

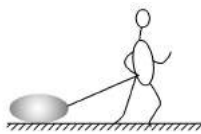


圖 4



- A · 摩擦力對輪胎做了負功 B · 重力對輪胎做了正功
C · 拉力對輪胎不做功 D · 支持力對輪胎做了正功

解析 摩擦力方向與輪胎位移方向相反，摩擦力做負功，A 項正確；重力和支持力的方向與輪胎位移方向垂直，不做功，B、D 項錯誤；拉力方向與輪胎方向成銳角，拉力做正功，C 錯誤。

答案 A

6 · 如圖 5 所示，滑雪者由靜止開始沿斜坡從 A 點自由滑下，然後在水平面上前進至 B 點停下。已知斜坡、水平面與滑雪板之間的動摩擦因數皆為 μ ，滑雪者(包括滑雪板)的質量為 m ，A、B 兩點間的水平距離為 L 。在滑雪者經過 AB 段的過程中，摩擦力所做的功()

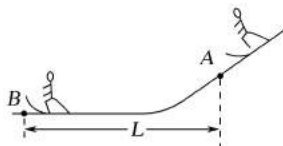


圖 5

- A · 大於 μmgL B · 小於 μmgL
C · 等於 μmgL D · 以上三種情況都有可能

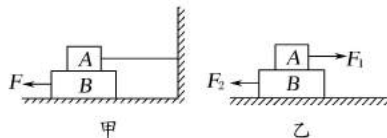
解析 設斜面長度為 s ，斜面的傾角為 θ ，滑雪者沿斜面下滑，摩擦力做功為 $\mu mg s \cos \theta$ ，其中 $s \cos \theta$ 即為水平位移，所以從 A 到 B，摩擦力做的功就等於摩擦力與水平位移的乘積，即等於 μmgL ，C 正確。

答案 C

7 · 關於兩個物體間的一對作用力和反作用力的做功情況，下列說法正確的是()

- A · 作用力做功，反作用力一定做功
B · 作用力做正功，反作用力一定做負功
C · 作用力和反作用力可能都做負功
D · 作用力和反作用力做的功一定大小相等

解析 作用力和反作用力大小一定相等，但它們的做功情況卻不一定相同。因為作用力和反作用力是作用在不同的物體上，所產生的作用效果不一定相同。作用力做正功，反作用力可能做負功；作用力不做功，反作用力可能做正功、負功或不做功。例如：①如圖甲，B 向左運動時，A 對 B 的摩擦力做負功，而 B 對 A 的摩擦力不做功，所以 A、B、D 均錯；②如圖乙，分別用力 F_1 和 F_2 作用在 A、B 兩物體上，結果 A 相對 B 發生滑動，此過程中，A、B 間的一對滑動摩擦力均做負功，所以 C 對。



答案 C

8 · 如圖 6 所示，兩個物體與水平地面間的動摩擦因數相等，它們的質量也相等。在甲圖用力 F_1 拉物體，在乙圖用力 F_2 推物體，夾角均為 α ，兩個物體都做勻速直線運動，通過相同的位移，設 F_1 和 F_2 對物體所做的功分別為 W_1 和 W_2 ，物體克服摩擦力做的功分別為 W_3 和 W_4 ，下列判斷正確的是()

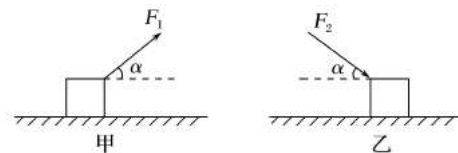


圖 6

A · $F_1 = F_2$

B · $W_1 = W_2$

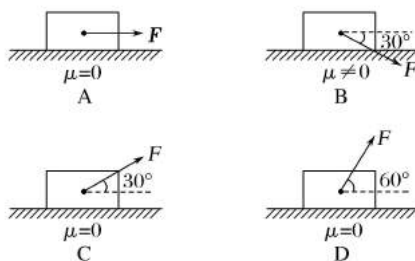
C · $W_3 = W_4$

D · $W_1 - W_3 = W_2 - W_4$

解析 由共點力的平衡可知： $F_1 \cos \alpha = \mu(mg - F_1 \sin \alpha)$ ， $F_2 \cos \alpha = \mu(mg + F_2 \sin \alpha)$ ，則 $F_1 < F_2$ ，A 錯；由 $W = Fl \cos \alpha$ ，位移大小相等，夾角相等，則有 $W_1 < W_2$ ，B 錯；由 $F_{f滑} = \mu F_N$ ，可知 $F_{f1} = \mu(mg - F_1 \sin \alpha)$ ， $F_{f2} = \mu(mg + F_2 \sin \alpha)$ ，則有 $W_3 < W_4$ ，C 錯；兩物體都做勻速直線運動，合外力做功之和為零，則有 $W_1 - W_3 = W_2 - W_4$ ，所以正確選項為 D。

答案 D

9. 如圖所示，力 F 大小相等，物體沿水平面運動的位移 l 也相同，下列哪種情況 F 做功最少()



解析 四種情況下， F 、 l 都相同，由公式 $W = Fl \cos \alpha$ 可知， $\cos \alpha$ 越小，力 F 做的功越少，D 中 $\cos \alpha$ 最小，故選 D。

答案 D

10. 如圖 7 所示，質量為 m 的物體 A 靜止在傾角為 θ 的斜面體 B 上，斜面體 B 的質量為 M 。現對該斜面體施加一個水平向左的推力 F ，使物體隨斜面體一起沿水平方向向左勻速運動，當移動的距離為 l 時，斜面體 B 對物體 A 所做的功為()

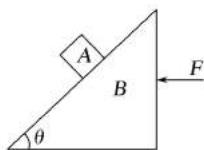


圖 7

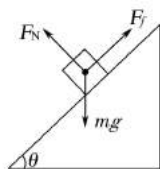
A · Fl

B · $mg l \sin \theta \cos \theta$

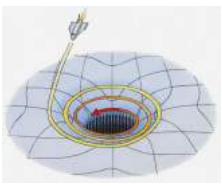
C · $mg l \sin \theta$

D · 0

解析



對物體 A 進行受力分析，其受到重力 mg 、支持力 F_N 、靜摩擦力 F_f ，如圖所示，由於物體 A 做勻速運動，所以支持力 F_N 與靜摩擦力的合力即斜面體 B 對物體 A 的作用力豎直向上，而位移水平向左，所以斜面體 B 對物體 A 的作用力的方向與位移方向垂直，斜面體 B 對物體 A 所做的功為 0，D 正確。



答案 D

11. 如圖 8 所示，質量 $m=50\text{ kg}$ 的滑雪運動員從高度 $h=30\text{ m}$ 的坡頂由靜止下滑，斜坡的傾角 $\theta=37^\circ$ ，滑雪板與雪面之間的動摩擦因數 $\mu=0.1$ 。則運動員滑至坡底的過程中：

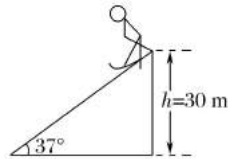


圖 8

(1) 滑雪運動員所受的重力對他做了多少功？

(2) 各力對運動員做的總功是多少？($g=10\text{ m/s}^2$ ， $\sin 37^\circ=0.6$ ， $\cos 37^\circ=0.8$ ，裝備質量不計)

解析 (1) 重力做的功 $W_G = mgx \sin 37^\circ = mgh = 50 \times 10 \times 30\text{ J} = 1.5 \times 10^4\text{ J}$

(2) 物體所受合力： $F_{\text{合}} = mg \sin 37^\circ - \mu mg \cos 37^\circ = 260\text{ N}$

方向沿斜面向下，沿合力方向位移 $x = \frac{h}{\sin 37^\circ} = 50\text{ m}$

合力做的功 $W_{\text{合}} = F_{\text{合}} \cdot x = 260 \times 50\text{ J} = 1.3 \times 10^4\text{ J}$ 。

答案 (1) $1.5 \times 10^4\text{ J}$ (2) $1.3 \times 10^4\text{ J}$



第三課題 §7.3 功率 (3 課時)

一、課前自主預習學案

知識點一 功率

[基礎梳理]

1. 功率

(1) 定義：功 W 跟完成這些功所用時間 t 的比值叫功率，功率的符號為 P 。

(2) 公式： $P = \frac{W}{t}$ 。

(3) 功率的單位：在國際單位制中，功率的單位是瓦，符號為 W 。 $1 W = 1 J/s$ 。

技術上常用千瓦(kW)作為功率的單位， $1 kW = 1 000 W$ 。

(4) 功率的物理意義：功率是表示物體做功快慢的物理量。

(5) 功率是標量，只有大小，沒有方向。

2. 額定功率和實際功率

(1) 額定功率是指動力機械長時間正常工作時最大的輸出功率，是動力機械重要的性能指標。動力機械的額定功率通常都在銘牌上標明。機械工作時必須受額定功率的限制。

(2) 實際功率是機械工作時實際輸出的功率，也就是發動機產生的牽引力所做功的功率，實際功率可以小於等於額定功率，但不能大於額定功率，否則損壞機械。

[典例精析]

【例 1】關於力對物體做功的功率，下面幾種說法中正確的是()

- A. 力對物體做功越多，這個力的功率就越大
- B. 力對物體做功的時間越短，這個力的功率就越大
- C. 力對物體做功少，其功率也可能很大；力對物體做功多，其功率也可能較小
- D. 功率是表示做功多少的物理量

解析 功率 $P = \frac{W}{t}$ ，表示單位時間內所做的功，當 t 一定時， W 越大， P 越大；當 W 一定時， t 越小， P 越大。單純只強調兩個因素中的一個，而不說另一個因素的說法是錯誤的，故 A、B 錯誤；如果 W 小，但當 t 很小時， P 也可能很大；如果 W 較大，但 t 很大時， P 也可能很小，故 C 正確；功率是表示做功快慢的物理量不是反映做功的多少，故 D 錯誤。

答案 C

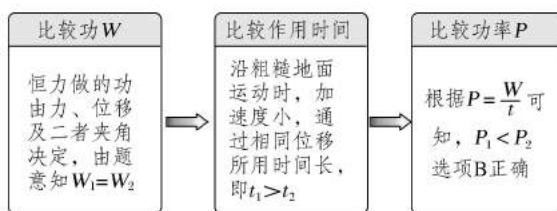
[即學即練]

1. 同一恒力按同樣的方式施於物體上，使它分別沿著粗糙水平地面和光滑水平地面移動相同一段距離時，恒力做的功和平均功率分別為 W_1 、 P_1 和 W_2 、 P_2 ，則二者的關係是()

- A. $W_1 > W_2$ 、 $P_1 > P_2$
- B. $W_1 = W_2$ 、 $P_1 < P_2$
- C. $W_1 = W_2$ 、 $P_1 > P_2$
- D. $W_1 < W_2$ 、 $P_1 < P_2$



解析



答案 B

知識點二 功率與速度

[基礎梳理]

1. 功率與速度的關係： $P=Fv$ (當 F 與 v 有夾角 α 時， $P=Fv\cos\alpha$)

2. $P=Fv$ 中三個量的制約關係

定值	各量間的關係	應用
P 一定	F 與 v 成反比	汽車上坡時，要增大牽引力，應換擋減小速度
v 一定	F 與 P 成正比	汽車上坡時，要使速度不變，應加大油門，增大輸出功率，獲得較大牽引力
F 一定	P 與 v 成正比	汽車在高速路上，加大油門增大輸出功率，可以提高速度

3. 平均功率和瞬時功率

(1) 平均功率：時間 t 內功率的平均值，計算公式： $\overline{P}=\frac{\overline{W}}{t}$ 和 $\overline{P}=\overline{Fv}$ 。

(2) 瞬時功率：某一時刻功率的瞬時值，能精確地描述做功的快慢，計算公式： $P=Fv$ ，其中 v 為瞬時速度；當 F 與 v 夾角為 α 時， $P=Fv\cos\alpha$ 。

[典例精析]

【例2】 質量 $m=3\text{ kg}$ 的物體，在水平力 $F=6\text{ N}$ 的作用下，在光滑水平面上從靜止開始運動，運動時間 $t=3\text{ s}$ ，求：

(1) 力 F 在 $t=3\text{ s}$ 內對物體所做功的平均功率；

(2) 在 3 s 末力 F 對物體做功的瞬時功率。

解析 (1) 物體的加速度 $a=\frac{F}{m}=\frac{6}{3}\text{ m/s}^2=2\text{ m/s}^2$

$t=3\text{ s}$ 內物體的位移， $l=\frac{1}{2}at^2=\frac{1}{2}\times 2\times 3^2\text{ m}=9\text{ m}$

3 s 內力 F 所做的功： $W=Fl=6\times 9\text{ J}=54\text{ J}$

力 F 做功的平均功率 $P=\frac{W}{t}=\frac{54}{3}\text{ W}=18\text{ W}$

(2) 3 s 末物體的速度 $v=at=2\times 3\text{ m/s}=6\text{ m/s}$

此時力 F 做功的瞬時功率 $P=Fv=6\times 6\text{ W}=36\text{ W}$ 。

答案 (1) 18 W (2) 36 W

[即學即練]

2. 一臺起重機將靜止在地面上、質量 $m=1.0\times 10^3\text{ kg}$ 的貨物勻加速地豎直吊起，在 2 s 末貨物的速度 $v=4.0\text{ m/s}$ 。(取 $g=10\text{ m/s}^2$ ，不計額外功)求：

(1) 起重機在這 2 s 內的平均功率；

(2) 起重機在 2 s 末的瞬時功率。



解析 設貨物所受的拉力為 F ，加速度為 a ，則

$$\begin{array}{l} a = \frac{v}{t} = 2 \text{ m/s}^2 \\ F - mg = ma \end{array} \Rightarrow F = 1.2 \times 10^4 \text{ N} \Rightarrow \begin{array}{l} \bar{P} = F \bar{v} = F \cdot \frac{v}{2} = 2.4 \times 10^4 \text{ W} \\ P = Fv = 4.8 \times 10^4 \text{ W} \end{array}$$

平均功率也可以由以下方法求解

$$h = \bar{v}t = 4 \text{ m} \Rightarrow W = Fh = 4.8 \times 10^4 \text{ J} \Rightarrow \bar{P} = \frac{W}{t} = 2.4 \times 10^4 \text{ W}$$

答案 (1) $2.4 \times 10^4 \text{ W}$ (2) $4.8 \times 10^4 \text{ W}$

[歸納總結] 求解功率時應該注意以下問題

1. 首先要明確是求哪個力的功率，是某個力的功率，還是物體所受合力的功率，汽車的功率是指汽車牽引力的功率，起重機的功率是指起重機鋼絲繩拉力的功率。

2. 若求平均功率，還需明確是哪段時間內的平均功率，可由公式 $P = \frac{W}{t}$ 或 $P = Fv$ 來計算。

3. 若求瞬時功率，需明確是哪一時刻或哪一位置，再確定該時刻或該位置的速度，應用公式 $P = Fv$ 計算。

知識點三 機車的兩種啟動方式

[基礎梳理]

1. 恒定功率啟動

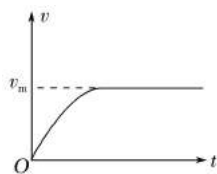


圖 1

(1)過程分析

$$v \uparrow \Rightarrow F = \frac{P}{v} \downarrow \Rightarrow a = \frac{F - F_{\text{阻}}}{m} \downarrow$$

$\Rightarrow a = 0$ ，速度最大且勻速。

(2) $v-t$ 圖象如圖 1 所示。

2. 恒定加速度啟動

(1)過程分析

$$a = \frac{F - F_{\text{阻}}}{m} \text{ 不變} \Rightarrow F \text{ 不變} \xrightarrow{v \uparrow} P = Fv \uparrow \text{ 直到 } P_{\text{額}} = Fv_1$$

$$\Rightarrow P_{\text{額}} \text{ 一定, } v \uparrow \Rightarrow F = \frac{P_{\text{額}}}{v} \downarrow, a = \frac{F - F_{\text{阻}}}{m} \downarrow \Rightarrow a = 0, \text{ 速度最大且勻速。}$$

(2) $v-t$ 圖象：如圖 2 所示。

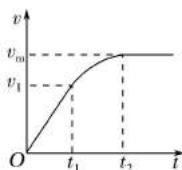


圖 2

3. 機車啟動過程的分析步驟



(1)分析物理過程，明確是哪種啟動方式。

(2)抓住兩個基本公式：①功率公式 $P=Fv$ ；②牛頓第二定律，即 $F-F_{\text{阻}}=ma$ 。

4. 機車啟動過程中幾個物理量的求法

(1)機車的最大速度 v_m 的求法：達到最大速度時， $a=0$ ，即牽引力 F 等於阻力 $F_{\text{阻}}$ ，故 $v_m = \frac{P}{F} = \frac{P}{F_{\text{阻}}}$ 。

(2)勻加速啟動最長時間的求法：牽引力 $F=ma+F_{\text{阻}}$ ，勻加速的最後速度 $v_m' = \frac{P_{\text{額}}}{ma+F_{\text{阻}}}$ ，時間 $t = \frac{v_m'}{a}$ 。

(3)瞬時加速度的求法：據 $F = \frac{P}{v}$ 求出對應瞬時速度 v 的牽引力，則加速度 $a = \frac{F-F_{\text{阻}}}{m}$ 。

[典例精析]

【例3】一輛汽車在水平公路上行駛，設汽車在行駛過程中所受阻力不變，汽車的發動機始終以額定功率輸出。關於牽引力和汽車速度，下列說法中正確的是()

- A. 汽車加速行駛時，牽引力不變，速度增大
- B. 汽車加速行駛時，牽引力增大，速度增大
- C. 汽車勻速行駛時，牽引力減小，速度不變
- D. 當牽引力等於阻力時，速度達到最大值

解析 汽車的發動機輸出功率恒定，即 P 一定，則由公式 $P=Fv$ 可得出 v 增大，此時 F 減小，但由於合外力方向與汽車運動方向一致，因此汽車速度仍在增大；當汽車受到的牽引力和阻力相等時，汽車速度達到最大值，而後做勻速直線運動。故 D 正確。

答案 D

[即學即練]

3. 某車以相同功率在兩種不同的水平路面上行駛，受到的阻力分別為車重的 k_1 和 k_2 倍，最大速率分別為 v_1 和 v_2 ，則()

- A. $v_2 = k_1 v_1$
- B. $v_2 = \frac{k_1}{k_2} v_1$
- C. $v_2 = \frac{k_2}{k_1} v_1$
- D. $v_2 = k_2 v_1$

解析 以相同功率在兩種不同的水平路面上行駛達最大速度時，有 $F=F_f = kmg$ ；由 $P=Fv$ 可知最大速度 $v_m = \frac{P}{F} = \frac{P}{F_f}$ ，則 $\frac{v_1}{v_2} = \frac{F_{f2}}{F_{f1}} = \frac{k_2}{k_1}$ ，故 $v_2 = \frac{k_1}{k_2} v_1$ ，選項 B 正確。

答案 B

课堂自测

反馈训练 课堂达标

1. 關於功率，下列各種說法中正確的是()

- A. 功率大說明物體做功多
- B. 功率小說明物體做功少
- C. 單位時間內做功越多，其功率越大



D·由 $P=Fv$ 可知，機車運動速度越大，功率一定越大

解析 功率是描述力做功快慢的物理量，單位時間內力做的功就是功率；只有當 F 一定時，功率 P 才與速度 v 成正比。

答案 C

2·質量為 2 kg 的物體做自由落體運動，經過 2 s 落地。取 $g=10\text{ m/s}^2$ 。關於重力做功的功率，下列說法正確的是()

- A·下落過程中重力的平均功率是 400 W
- B·下落過程中重力的平均功率是 100 W
- C·落地前的瞬間重力的瞬時功率是 400 W
- D·落地前的瞬間重力的瞬時功率是 200 W

解析 物體 2 s 內下落的高度為 $h=\frac{1}{2}gt^2=20\text{ m}$ ，落地時的速度為 $v=gt=20\text{ m/s}$ ，所以下落過程中重力的平均功率是 $\overline{P}=mg\overline{v}=200\text{ W}$ ，落到地面前的瞬間重力的瞬時功率是 $P=mgv=400\text{ W}$ ，選項 C 正確。

答案 C

3·汽車上坡的時候，司機一般需要換擋，其目的是()

- A·減小速度，得到較小的牽引力
- B·增大速度，得到較小的牽引力
- C·減小速度，得到較大的牽引力
- D·增大速度，得到較大的牽引力

解析 汽車上坡時，汽車的牽引力除了需要克服阻力以外，還要克服重力沿斜坡向下的分力，所以需要增大牽引力，由 $F=\frac{P}{v}$ 知，在 P 一定時，要增大牽引力，必須減小速度，故 C 正確。

答案 C

4·下表列出了某種型號轎車的部分數據，試根據表中數據回答問題。

長/mm×寬/mm×高/mm	4 871×1 835×1 460
淨重/kg	1 500
傳動系統	前輪驅動與擋變速
發動機型式	直列 4 缸
發動機排量(L)	2.2
最高時速(km/h)	144
100 km/h 的加速時間(s)	15
額定功率(kW)	120

表格下方圖 3 為轎車中用於改變車速的擋位。手推變速杆到達不同擋位可獲得不同的運行速度，從“1~5”逐擋速度增大，R 是倒車擋。試問轎車要以最大動力上坡，變速杆應推至幾擋？該車以額定功率和最高速度運行時，轎車的牽引力為多大？



圖 3

解析 根據公式 $P=Fv$ 可得功率恒定，速度越小，牽引力越大，故應該推至 1 擋上坡，該車以額定功率和最高速度運行時， $F=\frac{120\times 10^3}{40}$ N=3 000 N。

答案 1 擋 3 000 N

二、新課教學：§7.3 功率

課題	§7.3 功率		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2018.04.04	課型	新授課		課時	3 課時
	2018.04.05					

2.1 教學目標

知識與技能

1. 理解功率的定義及額定功率與實際功率的定義；
2. $P=W/t$ ， $P=Fv$ 的運用。

過程與方法

1. $P=W/t$ 通常指平均功率， $\Delta t \rightarrow 0$ 時為瞬時功率；
2. 用 $P=Fv$ 分析汽車的啟動，注意知識的遷移。

情感、態度與價值觀

感知功率在生活中的實際應用，提高學習物理科學的價值觀。

2.2 教學重點

理解功率的概念，並靈活應用功率的計算公式計算平均功率和瞬時功率。

2.3 教學難點

正確區分平均功率和瞬時功率所表示的物理意義，並能夠利用相關公式計算平均功率和瞬時功率。

2.4 教學方法

教師啟發、引導，學生自主閱讀、思考，討論、交流學習成果。

2.5 教學準備

投影儀、投影片、錄相資料、CAI 課件。



2.6 教學過程

〔新課導入〕

一臺起重機在 1min 內把 1t 重的貨物勻速提到預定的高度；另一臺起重機在 30s 內把 1t 貨物勻速提到相同的高度。這兩臺起重機做的功是不是一樣呢？

兩臺起重機對物體做功的大小相同，那麼這兩臺起重機做功有沒有區別呢？區別是什麼？

不同的物體做相同的功，所用的時間可能不同，或在相同的時間內，做的功可能不同。也就是說做功存在著快慢之分，那麼，怎樣描述做功的快慢呢？這就是本節課要學習的問題。

〔新課教學〕

一、功率

一臺起重機能在 1min 內把 1t 的貨物提到預定的高度，另一臺起重機只用 30s 就可以做相同的功。第二臺起重機比第一臺做功快一倍。

初中同學們已學習過功率的有關知識，都知道功率是用來描述力做功快慢的物理量。

讓我們一起討論一個問題：

力 F_1 對甲物體做功為 W_1 ，所用時間為 t_1 ；力 F_2 對乙物體做功為 W_2 ，所用時間為 t_2 ，在下列條件下，哪個力做功快？

A · $W_1 = W_2, t_1 > t_2$

B · $W_1 = W_2, t_1 < t_2$

C · $W_1 > W_2, t_1 = t_2$

D · $W_1 < W_2, t_1 = t_2$

上述條件下，哪個力做功快的問題學生都能作出判斷，其實都是根據 W/t 這一比值進行分析判斷的。讓學生把這個意思說出來，然後總結。

做功快慢的比較有兩種方式：一是比較完成相同的功所用的時間；另一是比較在相同的時間內完成的功。

1. 物理意義

功率是描述力對物體做功快慢的物理量。

在物理學中，為了表示物體做功的快慢，引入了功率這個物理量。

功率是表示物體做功快慢的物理量，所以我們可以用功跟完成這些功所用時間的比值來表示。

2. 定義

“從開始計時到時刻 t ”這段時間間隔為 $t-0$ ，就等於 t 。

在物理學中，做功的快慢用功率表示。如果從開始計時到時刻 t 這段時間間隔內，一個力所做的功為 W ，則

功 W 跟完成這些功所用時間 t 的比值叫做功率（power）。

3. 公式

如果用 W 表示功， t 表示完成這些功所用的時間， P 表示功率，則有



$$P = \frac{W}{t} \quad (\text{量度式}) \quad (1)$$

上式是功率的定義式，也是功率的量度式， P 與 W 、 t 間無比例關係，做功的快慢由做功的物體本身決定。根據這一公式求出的是平均功率，同時這個公式變形後給我們提供了一種求功的方法：

$$W = Pt。$$

4. 單位

由功率的定義式可知，功率的單位由功和時間的單位決定。

功率的單位是：焦耳/秒，又是一個具有專門名稱的導出單位，給它一個專用的名稱：瓦特。

在國際單位制中，功率的單位是瓦特（watt），簡稱瓦，符號是 W 。

$$1W = 1J/s = 1kg \cdot m^2/s^3$$

常用單位：千瓦（kW）， $1kW = 1000W$ 。

5. 功率是標量

功有正、負，但在計算功率時，功只取絕對值。

二、額定功率和實際功率

電動機、內燃機等動力機械都標有額定功率，這是在正常條件下可以長時間工作的功率。實際輸出功率往往小於這個數值。例如，某汽車內燃機的額定功率是 97 kW，但在平直公路上中速行駛時，發動機實際輸出的功率只有 20 kW 左右。在特殊情況下，例如越過障礙時，司機通過增大供油量可以使實際輸出的功率大於額定功率，但這對發動機有害，只能工作很短時間，而且要儘量避免。

1. 額定功率

指機器正常工作時的最大輸出功率，也就是機器銘牌上的標稱值。

2. 實際功率

指機器工作中實際輸出的功率。

機器不一定都在額定功率下工作。實際功率總是小於或等於額定功率。實際功率如果大於額定功率容易將機器損壞。

機車起動過程中，發動機的功率指牽引力的功率而不是合外力或阻力的功率。

三、功率與速度

力、位移、時間都與功率相聯系。這種聯繫在技術上具有重要意義。

1. 功率的另一運算式

如果物體沿位移方向受的力是 F ，從計時開始到時刻 t 這段時間內，發生的位移是 l ，則力在這段時間所做的功 $W = Fl \cos \alpha$ ，根據（1）式 $v = \frac{l}{t}$ ，有

$$P = \frac{W}{t} = \frac{Fl \cos \alpha}{t} = Fv \cos \alpha = F(v \cos \alpha) = (F \cos \alpha)v \quad (2)$$



在作用力方向和位移方向相同的情況下，有 $P=Fv$ ，即力 F 的功率等於力 F 和物體運動速度 v 的乘積。當 F 與 v 不在一條直線上時，則用它們在一條直線上的分量相乘。

2. 平均功率和瞬時功率

【說一說】

各種機器實際輸出的功率常隨時間變化，因此有平均功率與瞬時功率之分。(1) 式中， t 等於從計時開始到時刻 t 的時間間隔， W 是力在這段時間內做的功，所以 (1) 式中的 P 實際上是這段時間的平均功率。如果我們要表示瞬時功率與功、時間的關係，(1) 式應該怎樣改寫？

$P = \frac{W}{t}$ 表示 t 時間內的平均功率，當 $t \rightarrow 0$ 時為瞬時功率。

① 平均功率：描述力在一段時間內做功的快慢。

由於據 $P = \frac{W}{t}$ 求出的功率反映的是做功的平均快慢程度，所以，據 $P = \frac{W}{t}$

求出的是平均功率；公式 $P = Fv \cos \alpha$ 中若 v 表示在時間 t 內的平均速度， P 表示力 F 在這段時間 t 內的平均功率。

② 瞬時功率：瞬時功率是表示力在某個瞬時做功快慢的物理量。

如果時間 t 取得足夠小，公式 $P = Fv \cos \alpha$ 中的 v 表示某一時刻的瞬時速度時， P 表示該時刻的瞬時功率。

3. 對公式 $P=Fv$ 的討論

【做一做】

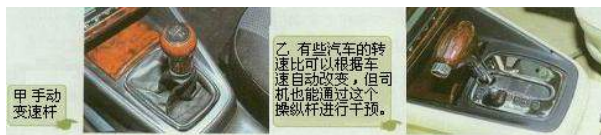
在 $P = Fv$ 中，速度 v 是物體的平均速度，所以這裏的功率 P 是指從計時開始到時刻 t 的平均功率。實際上，這個關係式也反映了瞬時速度與瞬時功率的關係。你可以試著推導這個結論。要注意下面兩點。

(1) 如果 Δt 時間內做的功是 ΔW ，那麼當 Δt 很短時， $P = \frac{\Delta W}{\Delta t}$ 表示的就是瞬時功率。

(2) 如果力的大小是 F ，在上述 Δt 時間內，在力的方向上發生的位移是 Δl ，那麼，力 F 做的功是 $\Delta W = F\Delta l$ 。

從 $P = Fv$ 可以看出，汽車、火車等交通工具和各種起重機械，當發動機的功率 P 一定時，牽引力 F 與速度 v 成反比，要增大牽引力，就要減小速度。

汽車發動機的轉動通過變速箱中的齒輪傳遞到車輪上，轉速比可以通過變速杆來改變。發動機輸出的功率不能無限制地增大，所以汽車上坡時，司機要用“換擋”的辦法減小速度，來得到較大的牽引力。在平直公路上，汽車受到的阻力較小，這時就可以使用高速擋，在發動機功率相同的情況下可以使汽車獲得較高的速度。



然而，在發動機功率一定時，通過減小速度提高牽引力或通過減小牽引力而提高速度，效果都是有限的。所以，要提高速度和增大牽引力，必須提高發動機的額定功率，這就是高速火車、汽車和大型艦船需要大功率發動機的原因。





①當功率 P 一定時， F 與 v 成反比，即做功的力越大，其速度就越小。
當交通工具的功率一定時，要增大牽引力，就要減小速度。所以汽車上坡時，司機用換檔的辦法減小速度來得到較大的牽引力。

②當速度 v 一定時， P 與 F 成正比，即做功的力越大，它的功率就越大。
汽車從平路到上坡時，若要保持速率不變，必須加大油門，增大發動機功率來得到較大的牽引力。

③當力 F 一定時，功率 P 與速度 v 成正比，即速度越大，功率越大。
起重機吊起同一物體時以不同的速度勻速上升，輸出的功率不等，速度越大，起重機輸出的功率越大。

四、交通工具的兩種起動過程

汽車、輪船等交通工具在起動過程中，有兩種典型的起動過程。

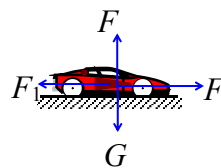
(用 CAI 課件模擬汽車的兩種起動過程)

1. 以恒定功率起動

汽車在水平方向受到兩個力的作用：牽引力 F 和摩擦力 F_1 ，汽車起動後先做變加速運動，最後做勻速直線運動，變化情況如下：

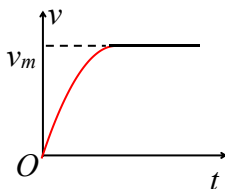
P 恒定 $\rightarrow v$ 較小時， $F > F_1 \rightarrow v \uparrow \rightarrow F \downarrow (P = Fv) \rightarrow a \downarrow = (F - F_1)/m \rightarrow a = 0$ 時
 $\rightarrow v_{\max}$

$a \downarrow$ 的變加速直線運動
勻速直線



運動

汽車以恒定功率起動時的速度圖象如下圖：



【問題討論】

①若阻力與速度有關，比如 $F_1 = kv$ ，或 $F_1 = kv^2$ 等，上面討論的問題有何變化？

②交通工具達到最大速度的條件： $a = 0$ 與 $F = F_1$ 哪種表述更具有一般性？
汽車在水平路面與傾斜路面上達到最大速度的條件是否相同？

③汽車的最大速度為 v_{\max} ，當汽車的瞬時速度為 v ， $v < v_{\max}$ 時的加速度為多少？

$$a = \frac{P}{m} \left(\frac{1}{v} - \frac{1}{v_{\max}} \right)$$

2. 以恒定加速度起動



通過本節課的學習，我們知道功率是表示物體做功快慢的物理量，得到了功率的兩個計算公式，定義式 $P = \frac{W}{t}$ 和瞬時功率的公式 $P = Fv$ 。公式 $P = \frac{W}{t}$ 中的 t 趨近於零時， P 即為瞬時功率。不過此公式主要用來計算平均功率。公式 $P = Fv$ 中，當 v 為瞬時速度時， P 即為瞬時功率；當 v 用平均速度 \bar{v} 時，也可以計算平均功率。當然要注意 v 所對應的時間段。要會用 $P = Fv$ 分析汽車的兩種起動過程，要能夠計算相關的問題。

〔佈置作業〕

教材第 63 頁“問題與練習”。

2.7 板書設計

一、功率

1. 物理意義

功率是描述力對物體做功快慢的物理量。

在物理學中，為了表示物體做功的快慢，引入了功率這個物理量。

功率是表示物體做功快慢的物理量，所以我們可以用功跟完成這些功所用時間的比值來表示。

2. 定義

“從開始計時到時刻 t ”這段時間間隔為 $t - 0$ ，就等於 t 。

在物理學中，做功的快慢用功率表示。如果從開始計時到時刻 t 這段時間間隔內，一個力所做的功為 W ，則

功 W 跟完成這些功所用時間 t 的比值叫做功率（power）。

3. 公式

如果用 W 表示功， t 表示完成這些功所用的時間， P 表示功率，則有

$$P = \frac{W}{t} \quad (\text{量度式}) \quad (1)$$

二、額定功率和實際功率

1. 額定功率

指機器正常工作時的最大輸出功率，也就是機器銘牌上的標稱值。

2. 實際功率

指機器工作中實際輸出的功率。

三、功率與速度

力、位移、時間都與功率相聯系。這種聯繫在技術上具有重要意義。

1. 功率的另一運算式

如果物體沿位移方向受的力是 F ，從計時開始到時刻 t 這段時間內，發生的位移是 l ，則力在這段時間所做的功 $W = Fl \cos \alpha$ ，根據（1）式 $v = \frac{l}{t}$ ，有



$$P = \frac{W}{t} = \frac{Fl \cos \alpha}{t} = Fv \cos \alpha = F(v \cos \alpha) = (F \cos \alpha)v \quad (2)$$

在作用力方向和位移方向相同的情況下，有 $P = Fv$ ，即力 F 的功率等於力 F 和物體運動速度 v 的乘積。當 F 與 v 不在一條直線上時，則用它們在一條直線上的分量相乘。

2. 平均功率和瞬時功率

三、課後練習：§7.3 功率

1. 下列關於功率的說法中正確的是()

- A. 由 $P = \frac{W}{t}$ 知，力做的功越多，功率越大
- B. 由 $P = Fv$ 知，物體運動得越快，功率越大
- C. 由 $W = Pt$ 知，功率越大，力做的功越多
- D. 由 $P = Fv \cos \alpha$ 知，某一時刻，即使力和速度都很大，但功率不一定大

解析 在公式 $P = \frac{W}{t}$ 中，只有 P 、 W 、 t 中兩個量確定後，第三個量才能確定，故選項 A、C 錯誤；在 $P = Fv$ 中， P 與 F 、 v 有關，故選項 B 錯誤；在 $P = Fv \cos \alpha$ 中， P 還與 α 有關，故選項 D 正確。

答案 D

2. 關於實際功率和額定功率，下列說法正確的是()

- A. 動力機械銘牌上標明的是該機械的額定功率
- B. 額定功率是動力機械工作時必須保持的穩定功率
- C. 在較長的時間內，實際功率可以大於額定功率
- D. 在任何時間內，實際功率都不能大於額定功率

答案 A

3. 如圖 1 所示是甲、乙兩物體做功與所用時間的關係圖象，那麼甲物體的功率 $P_{甲}$ 與乙物體的功率 $P_{乙}$ 相比()

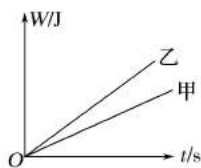


圖 1

- A. $P_{甲} > P_{乙}$
- B. $P_{甲} < P_{乙}$
- C. $P_{甲} = P_{乙}$
- D. 無法判定

解析 根據功率的定義式 $P = \frac{W}{t}$ 可知，在功與所用時間的關係圖象中，直線的斜率表示該物體的功率。因此，由圖線斜率可知 $P_{甲} < P_{乙}$ ，選項 B 正確。

答案 B

4. 拖拉機耕地時一般比在道路上行駛時速度慢，這樣做的主要目的是()

- A. 節省燃料
- B. 提高柴油機的功率
- C. 提高傳動機械的效率
- D. 增大拖拉機的牽引力



解析 拖拉機耕地時受到的阻力比在路面上行駛時大得多，根據 $P=Fv$ ，在功率一定的情况下，減小速度，可以獲得更大的牽引力，選項 D 正確。

答案 D

5. 某同學進行體能訓練，用 100 s 的時間跑上了 20 m 高的樓。則他上樓的功率最接近(取 $g=10 \text{ m/s}^2$)()

A · 10 W

B · 100 W

C · 1 kW

D · 10 kW

解析



答案 B

6. 一個小球做自由落體運動，在第 1 s 內重力做功為 W_1 ，在第 2 s 內重力做功為 W_2 ；在第 1 s 末重力的瞬時功率為 P_1 ，在第 2 s 末重力的瞬時功率為 P_2 ，則 $W_1:W_2$ 及 $P_1:P_2$ 分別等於()

A · 1:1, 1:1

B · 1:2, 1:3

C · 1:3, 1:2

D · 1:4, 1:2

解析 由 $W=Fl\cos\alpha$ 知， $W_1=mgh_1=mg\cdot\frac{1}{2}gt_1^2$ ， $W_2=mg(\frac{1}{2}gt_2^2-\frac{1}{2}gt_1^2)$ 所以 $W_1:W_2=1:3$ ；由 $P=Fv$ 知 $P_1=mgv_1=mg\cdot gt_1$ ， $P_2=mgv_2=mg\cdot gt_2$ ，所以 $P_1:P_2=1:2$ ，選項 C 正確。

答案 C

7. 一質量為 m 的木塊靜止在光滑的水平面上，從 $t=0$ 開始，將一個大小為 F 的水平恒力作用在該木塊上，在 $t=T$ 時刻 F 的功率是()

A · $\frac{F^2T^2}{m}$

B · $\frac{F^2T}{m}$

C · $\frac{F^2T}{2m}$

D · $\frac{F^2T^2}{2m}$

解析 木塊加速度 $a=\frac{F}{m}$ ， $t=T$ 時速度 $v=aT=\frac{FT}{m}$ ，瞬時功率 $P=Fv=\frac{F^2T}{m}$ 。

答案 B

8. 一輛小車在水平面上做勻速直線運動，從某時刻起，小車所受牽引力和阻力隨時間變化的規律如圖 2 所示，則作用在小車上的牽引力 F 的功率隨時間變化的規律是下圖中的()

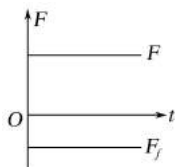
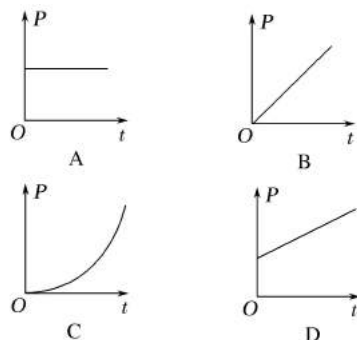


圖 2



解析 車所受的牽引力和阻力恒定，所以車做勻加速直線運動，牽引力的功率 $P=Fv=F(v_0+at)$ ，故選項 D 正確。

答案 D

9. 我國自行研製的“和諧號”高速動車組是將幾節自帶動力的車廂加上幾節不帶動力的車廂編成一組的，其中帶動力的車廂叫做動車，不帶動力的車廂叫做拖車。而列車提速的一個關鍵技術問題是提高機車發動機的功率。已知勻速運動時，列車所受阻力與速度的平方成正比，即 $F_f=kv^2$ 。設提速前速度為 80 km/h，提速後速度為 120 km/h，則提速前與提速後機車發動機的功率之比為 ()

A. $\frac{2}{3}$

B. $\frac{4}{9}$

C. $\frac{8}{27}$

D. $\frac{16}{81}$

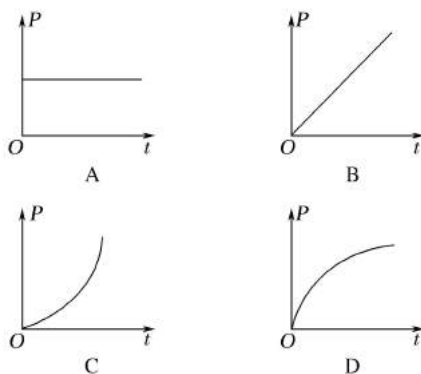
解析 勻速運動時機車的牽引力與阻力大小相等，則發動機的功率為 $P=Fv=F_fv=kv^3$ ，速度由 80 km/h 提高至 120 km/h，速度之比為 $\frac{80}{120}=\frac{2}{3}$ ，則功率之比為 $\frac{8}{27}$ ，C 正確。

答案 C

10. 一根質量為 M 的直木棒，懸掛在 O 點，有一只質量為 m 的猴子抓著木棒，如圖 3 所示。剪斷懸掛木棒的細繩，木棒開始下落，同時猴子開始沿木棒向上爬。設在一段時間內木棒沿豎直方向下落，猴子對地的高度保持不變，忽略空氣阻力，則如圖所示的四個圖象中能正確反映在這段時間內猴子做功的功率隨時間變化的關係的是 ()



圖 3



解析 猴子對地的高度不變，所以猴子受力平衡。設猴子的質量為 m ，木棒對猴子的作用力為 F ，則有 $F=mg$ ，設木棒重力為 Mg ，則木棒受合外力為 $F+Mg=Mg+mg$ ，根據牛頓第二定律得 $Mg+mg=Ma$ ，可見 a 是恒量， t 時刻木棒速度 $v=at$ ，猴子做功的功率 $P=mgv=mgat$ ， P 與 t 為正比例關係，故 B 正確。

答案 B

11. 如圖 4 甲所示，滑輪質量、摩擦均不計，質量為 2 kg 的物體在力 F 作用下由靜止開始向上做勻加速運動，其速度隨時間的變化關係如圖乙所示，由此可知(g 取 10 m/s^2)()

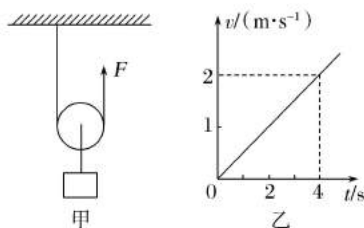


圖 4

- A · 物體加速度大小為 2 m/s^2
- B · 4 s 末 F 的功率大小為 42 W
- C · F 的大小為 21 N
- D · 4 s 內 F 做功的平均功率為 42 W

解析 由速度—時間圖象可得加速度 $a=0.5\text{ m/s}^2$ ；由牛頓第二定律： $2F-mg=ma$ ， $F=\frac{mg+ma}{2}=10.5\text{ N}$ ； 4 s 末 F 的功率 $P=F\cdot 2v=10.5\times 2\times 2\text{ W}=42\text{ W}$ ； 4 s 內 F 做功的平均功率 $\overline{P}=\frac{W}{t}=\frac{Fs}{t}=\frac{10.5\times 2\times 4}{4}\text{ W}=21\text{ W}$ 。

答案 B

12. 一臺起重機將靜止在地面上、質量為 $m=1\times 10^3\text{ kg}$ 的貨物勻加速地豎直吊起，在 2 s 末貨物的速度 $v=4\text{ m/s}$ 。(取 $g=10\text{ m/s}^2$ ，不計額外功)求：

- (1) 起重機在這 2 s 內的平均功率；
- (2) 起重機在 2 s 末的瞬時功率。

解析 設貨物所受的拉力為 F ，加速度為 a ，則

(1) 由 $a=\frac{v}{t}$ 得 $a=2\text{ m/s}^2$

$$F=mg+ma=1.0\times 10^3\times 10\text{ N}+1.0\times 10^3\times 2\text{ N}=1.2\times 10^4\text{ N}$$



$$2\text{ s 內的平均功率 } \overline{P} = F \overline{v} = F \cdot \frac{v}{2} = 1.2 \times 10^4 \times \frac{4}{2} \text{ W} = 2.4 \times 10^4 \text{ W}$$

$$(2) 2\text{ s 末的瞬時功率 } P = Fv = 1.2 \times 10^4 \times 4 \text{ W} = 4.8 \times 10^4 \text{ W}。$$

答案 (1) $2.4 \times 10^4 \text{ W}$ (2) $4.8 \times 10^4 \text{ W}$

13. 如圖 5 所示，質量為 $m = 2 \text{ kg}$ 的木塊在傾角 $\theta = 37^\circ$ 的斜面上由靜止開始下滑(假設斜面足夠長)，木塊與斜面間的動摩擦因數為 $\mu = 0.5$ ，已知： $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ ， g 取 10 m/s^2 。求：

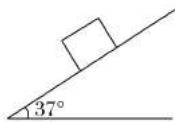


圖 5

(1) 前 2 s 內重力做的功；

(2) 前 2 s 內重力的平均功率。

解析 (1) 木塊所受的合外力

$$F_{\text{合}} = mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta = mg(\sin \theta - \mu \cos \theta) \\ = 2 \times 10 \times (0.6 - 0.5 \times 0.8) \text{ N} = 4 \text{ N}$$

$$\text{木塊的加速度 } a = \frac{F_{\text{合}}}{m} = \frac{4}{2} \text{ m/s}^2 = 2 \text{ m/s}^2$$

$$\text{前 2 s 內木塊的位移 } l = \frac{1}{2} at^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 2^2 \text{ m} = 4 \text{ m}$$

所以，重力在前 2 s 內做的功為

$$W = mgl \sin \theta = 2 \times 10 \times 4 \times 0.6 \text{ J} = 48 \text{ J}$$

(2) 重力在前 2 s 內的平均功率為

$$\overline{P} = \frac{W}{t} = \frac{48}{2} \text{ W} = 24 \text{ W}$$

答案 (1) 48 J (2) 24 W



第四課題 §7.4 重力勢能 (2 課時)

一、課前自主預習學案

知識點一 重力做功

[基礎梳理]

1. 特點

只跟物體的質量和始末兩個位置的高度有關，而跟物體運動的路徑無關。
物體下降時重力做正功；物體被舉高時重力做負功。

2. 運算式

$W_G = mgh_1 - mgh_2$ ，其中 h_1 、 h_2 分別表示物體起點和終點的高度。

[典例精析]

【例 1】在高處的某一點將兩個重力相同的小球以相同速率 v_0 分別豎直上拋和豎直下拋，下列結論正確的是(不計空氣阻力)()

- A. 從拋出到剛著地，重力對兩球所做的功不相等
- B. 從拋出到剛著地，重力分別對兩球做的功都是正功
- C. 從拋出到剛著地，重力對兩球做功的平均功率相等
- D. 兩球剛著地時，重力的瞬時功率不相等

解析 重力做功只取決於初、末位置的高度差，與路徑和運動狀態無關，由 $W = mgh$ 得出重力做功多少只由重力和高度的變化決定，故 A 項錯誤，B 項正確；由於豎直上拋比豎直下拋的運動時間長，由 $P = \frac{W}{t}$ ，知 $P_{\uparrow} < P_{\downarrow}$ ，故 C 項錯誤；由運動學公式得出兩球落地時速度相同，其瞬時功率 $P = mgv$ 相同，故 D 項錯誤。

答案 B

[即學即練]

1. 某遊客領著孩子遊泰山時，孩子不小心將手中的皮球滑落，球從 A 點滾到了山腳下的 B 點，高度標記如圖 1 所示，則下列說法中正確的是()

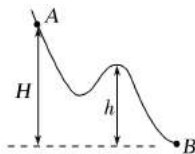


圖 1

- A. 從 A 到 B 的曲線軌跡長度不知道，無法求出此過程重力做的功
- B. 從 A 到 B 過程中阻力大小不知道，無法求出此過程重力做的功
- C. 從 A 到 B 重力做功 $mg(H+h)$
- D. 從 A 到 B 重力做功 mgH

解析 重力對物體所做的功只與初、末位置的高度有關，大小為 $W_G = mgH$ ，故正確選項為 D。

答案 D

知識點二 重力勢能

[基礎梳理]



1. 大小

重力勢能等於物體受到的重力與所處高度的乘積，運算式為 $E_p = mgh$ 。

2. 單位

在國際單位制中焦耳，符號：J。

3. 重力做功與重力勢能變化的關係

(1)關係式： $W_G = E_{p1} - E_{p2}$

(2)兩種情況：

①當物體從高處運動到低處時，重力做正功，重力勢能減少，即 $W_G > 0$ ， $E_{p1} > E_{p2}$ 。

②當物體由低處運動到高處時，重力做負功，重力勢能增加，即 $W_G < 0$ ， $E_{p1} < E_{p2}$ 。

[典例精析]

【例2】大型拱橋的拱高為 h ，弧長為 L ，如圖2所示，質量為 m 的汽車在以不變的速率 v 由 A 點運動到 B 點的過程中，以下說法正確的是()

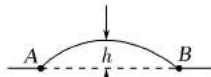


圖 2

- A. 由 A 到 B 的過程中，汽車的重力勢能始終不變，重力始終不做功
- B. 汽車的重力勢能先減小後增加，總的變化量為 0，重力先做負功，後做正功，總功為零
- C. 汽車的重力勢能先增大後減小，總的變化量為 0，重力先做正功，後做負功，總功為零
- D. 汽車的重力勢能先增大後減小，總的變化量為 0，重力先做負功，後做正功，總功為零

解析 前半段，汽車向高處運動，重力勢能增加，重力做負功；後半段，汽車向低處運動，重力勢能減少，重力做正功，選項 D 正確。

答案 D

[即學即練]

2. 物體在運動過程中，克服重力做功 100 J，則以下說法正確的是()

- A. 物體的高度一定降低了
- B. 物體的高度也可能不變
- C. 物體的重力勢能一定是 100 J
- D. 物體的重力勢能一定增加 100 J

解析 物體克服重力做功，即重力做負功，重力勢能增加，高度升高，克服重力做多少功，重力勢能就增加多少，但重力勢能是相對的，增加 100 J 的重力勢能，並不代表現在的重力勢能就是 100 J。故正確答案為 D。

答案 D

知識點三 重力勢能的相對性

[基礎梳理]

1. 重力勢能的相對性

(1)重力勢能具有相對性，即 E_p 與選取的參考平面(零勢能面)有關。因此，在計算重力勢能時，必須首先選取參考平面。

(2)重力勢能的變化是絕對的，它與參考平面的選取無關。



(3)正負的含義：在參考平面上方物體的重力勢能是正值，表示物體在這一位置的重力勢能比在參考平面上時大；在參考平面下方，物體的重力勢能是負值，表示物體在這一位置的重力勢能比在參考平面上時小。

2·重力勢能的系統性：重力勢能是地球與物體所組成的系統共有的。

[典例精析]

【例3】如圖3所示，質量 $m=0.5\text{ kg}$ 的小球，從距桌面 $h_1=1.2\text{ m}$ 高處的A點下落到地面上的B點，桌面高 $h_2=0.8\text{ m}$ 。以桌面為重力勢能的參考平面，下列說法正確的是()

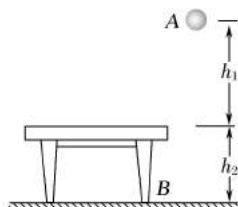


圖3

- A·小球在A點時的重力勢能為6 J
- B·小球在A點時的重力勢能為10 J
- C·小球在B點時的重力勢能為0
- D·小球在B點時的重力勢能為4 J

解析 重力勢能的大小與參考平面的位置有關，而這個參考平面可以任意選取，所以重力勢能具有相對性。在選定的參考平面上的物體的重力勢能為0；物體在這個參考平面以上，重力勢能為某一正值；物體在這個參考平面以下，重力勢能為某一負值。所以小球在B點時的重力勢能為負，選項C、D錯誤；由 $E_p=mgh$ 可知小球在A點的重力勢能值為6 J，選項A正確，B錯誤。

答案 A

[即學即練]

- 3·關於重力勢能，下列說法中正確的是()
- A·物體的位置一旦確定，它的重力勢能的大小也隨之確定
 - B·物體與零勢能面的距離越大，它的重力勢能也越大
 - C·一個物體的重力勢能從 -5 J 變化到 -3 J ，重力勢能減少了
 - D·重力勢能的減少量等於重力對物體做的功

解析 物體的重力勢能與參考面有關，同一物體在同一位置相對不同的參考面的重力勢能不同，A選項錯誤；物體在零勢能面以上，距零勢能面的距離越大，重力勢能越大；物體在零勢能面以下，距零勢能面的距離越大，重力勢能越小，B選項錯誤；重力勢能中的正、負號表示大小， -5 J 的重力勢能小於 -3 J 的重力勢能，C選項錯誤；重力做的功等於重力勢能的變化，D選項正確。

答案 D

①在計算重力勢能時，應該明確選取的參考平面。

②選擇哪個水平面作為參考平面，可視研究問題的方便而定，通常選擇地面作為參考平面或物體運動時所達到的最低點為參考平面。

課堂自測

反馈训练 课堂达标

- 1·下列關於物體具有的重力勢能的說法中，正確的是()
- A·重力大的物體，重力勢能一定大



- B·慣性大的物體，重力勢能一定大
- C·海拔越高的物體，重力勢能一定大
- D·靜止的物體也可能有重力勢能

解析 重力勢能的大小是相對的，與參考平面的選取有關，在參考平面確定的情況下，重力勢能的大小與物體的質量和相對於參考平面的高度有關，選項 A、B、C 錯誤，選項 D 正確。

答案 D

2·沿著不同坡度、不同粗糙程度的等高斜面向上拉升同一物體到斜面頂端，以下說法中正確的是()

- A·沿著坡度大、粗糙程度大的斜面上升克服重力做的功多
- B·沿著坡度大、粗糙程度小的斜面上升克服重力做的功多
- C·沿著坡度小、粗糙程度小的斜面上升克服重力做的功多
- D·上述幾種情況重力做功同樣多

解析 重力做功 $W_G = mgh_1 - mgh_2$ ，只跟物體的起點和終點的位置(高度)有關，而跟物體運動的路徑無關。題中同一物體被拉升的高度差相同，所以重力做功同樣多。

答案 D

3·(多選)質量為 m 的物體從離湖面 H 高處由靜止釋放，落在距湖面為 h 的湖底，如圖 4 所示，在此過程中()

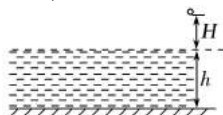


圖 4

- A·重力對物體做功為 mgH
- B·重力對物體做功為 $mg(H+h)$
- C·物體的重力勢能減少了 $mg(H+h)$
- D·物體的重力勢能增加了 $mg(H+h)$

解析 從初位置到末位置物體的高度下降了 $H+h$ ，所以物體的重力做功為 $W_G = mg(H+h)$ ，故 A 錯，B 正確；重力做正功，重力勢能減少，減少的重力勢能等於重力所做的功，所以 $\Delta E_p = mg(H+h)$ ，故 C 正確，D 錯誤。

答案 BC

4·質量為 5 kg 的鋼球，從離地面 100 m 高處自由下落 1 s，選取地面為零勢能參考平面，1 s 內鋼球的重力勢能減少了_____ J，1 s 末鋼球的重力勢能為_____ J；如果選取地面上 1 m 處的平面為參考平面，1 s 末它的重力勢能為_____ J；如果選取自由下落的出發點所在平面為參考平面，1 s 末重力勢能為_____ J。(g 取 10 m/s²)

解析 1 s 內鋼球下落的距離為 $h = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 1^2 \text{ m} = 5 \text{ m}$ ，重力勢能的變化量 $\Delta E_p = -mgh = -5 \times 10 \times 5 \text{ J} = -250 \text{ J}$ ，即減少了 250 J。1 s 末鋼球離地面的高度 $h_1 = (100 - 5) \text{ m} = 95 \text{ m}$ ，1 s 末鋼球的重力勢能 $E_{p1} = mgh_1 = 5 \times 10 \times 95 \text{ J} = 4750 \text{ J}$ 。1 s 末鋼球離地面上 1 m 處的平面的高度 $h_2 = (95 - 1) \text{ m} = 94 \text{ m}$ 。此時鋼球的重力勢能 $E_{p2} = mgh_2 = 5 \times 10 \times 94 \text{ J} = 4700 \text{ J}$ 。

1 s 末鋼球離出發點的豎直距離為 5 m。

此時的重力勢能 $E_{p3} = 5 \times 10 \times (-5) \text{ J} = -250 \text{ J}$ 。

答案 250 4750 4700 -250



二、新課教學：§7.4 重力勢能

課題	§7.4 重力勢能		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2018.04.11	課型	新授課		課時	2 課時

2.1 教學目標

知識與技能

1. 理解重力勢能的概念，會用重力勢能的定義進行計算；
2. 理解重力勢能的變化和重力做功的關係，知道重力做功與路徑無關；
3. 知道重力勢能的相對性和系統性。

過程與方法

1. 根據已有的知識，利用極限的思想證明重力做功與路徑無關；
2. 根據功和能的關係，推導重力勢能的運算式。使學生體會知識建立的方法。

情感態度與價值觀

從對生活中有關的物理現象觀察、對已有知識的掌握得到物理結論，激發和培養學生探索自然規律的興趣。

2.2 教學重點

重力做功與路徑無關，重力勢能的概念，重力勢能的變化和重力做功的關係。

2.3 教學難點

重力勢能的變化和重力做功的關係，重力勢能的相對性和系統性。

2.4 教學方法

教師啟發、引導，學生自主閱讀、思考，討論、交流學習成果。

2.5 教學準備

投影儀、投影片、錄相資料、CAI 課件。

2.6 教學過程

〔新課導入〕

由前面的學習我們知道，相互作用的物體憑藉其位置而具有的能量叫做勢能。

水力發電站是利用水來發電的，水是利用什麼來發電的呢？高處的石頭欲落下，你為什麼害怕，急於要躲開呢？



說明物體由於被舉高而具有重力势能。怎麼樣認識重力势能呢？

功與能是兩個密切聯繫的物理量。物體的高度發生變化，重力势能發生變化，重力要做功。我們認識重力势能，不能脫離重力做功的研究。本節課將定量地學習與重力势能有關的問題。

〔新課教學〕

物體的高度發生變化時，重力要做功：物體被舉高時，重力做負功；物體下降時，重力做正功。因此，認識這種势能，不能脫離對重力做功的研究。

一、重力的功

設一個質量為 m 的物體，從高度是 h_1 的位置，豎直向下運動到高度是 h_2 的位置，如圖，這個過程中重力做的功是

$$W_G = mgh = mgh_1 - mgh_2$$

再看另一種情況。質量為 m 的物體仍然從上向下運動，高度由 h_1 降為 h_2 ，但這次不是沿豎直方向，而是沿著傾斜的直線向下運動，如圖。

物體沿傾斜直線運動的距離是 l ，在這一過程中重力所做的功是

$$W_G = mg \cos \theta \cdot l = mgh = mgh_1 - mgh_2$$

這兩種情況下，儘管物體運動的路徑不同，但高度的變化是一樣的，而重力所做的功也是一樣的。

思考：斜面是否光滑對計算“重力的功”有影響嗎？

假設這個物體沿任一路徑由高度是 h_1 的起點 A ，運動到高度是 h_2 的終點 B ，如圖。

我們把整個路徑分成許多很短的間隔

$$AA_1, A_1A_2, A_2A_3, \dots$$

由於每一段都很小很小，它們都可以近似地看做一段傾斜的直線。設每段小斜線的高度差分別是

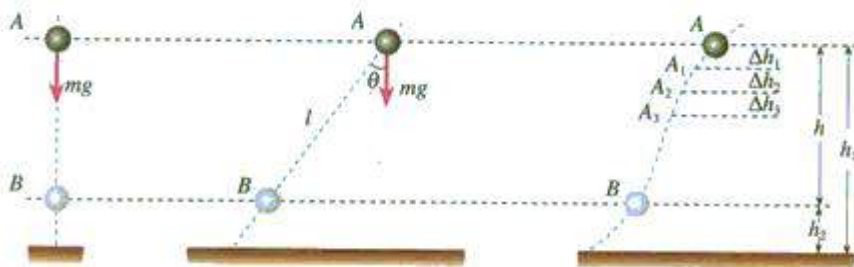
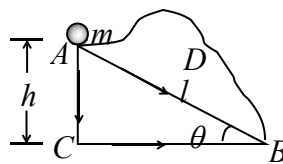
$$\Delta h_1, \Delta h_2, \Delta h_3, \dots$$

則物體通過每段小斜線時重力所做的功分別為

$$mg\Delta h_1, mg\Delta h_2, mg\Delta h_3, \dots$$

物體通過整個路徑時重力所做的功，等於重力在每小段上所做的功的代數和，即

$$\begin{aligned} W_G &= mg\Delta h_1 + mg\Delta h_2 + mg\Delta h_3 + \dots \\ &= mg(\Delta h_1 + \Delta h_2 + \Delta h_3 + \dots) \\ &= mgh \\ &= mgh_1 - mgh_2 \end{aligned}$$



這裏的分析表明，物體運動時，重力對它做的功只跟它的起點和終點的位置有關，而跟物體運動的路徑無關，功的大小等於物重跟起點高度的乘積 mgh_1



與物重跟終點高度的乘積 mgh_2 兩者之差。

看起來，物體所受的重力 mg 與它所處位置的高度 h 的乘積“ mgh ”，是一個具有特殊意義的物理量。

【思考討論】其他力（比如摩擦力）做功是否與路徑有關？回答是肯定的。

可見，重力做功的特點不能亂用，要視具體力而定。同時提醒學生，今後學習中還會遇到做功具這個特點的力，讓學生在今後遇到新的力時注意這個問題。

二、重力勢能

mgh 這個物理量的特殊意義在於它一方面與重力所做的功密切相關，另一方面它隨著高度的變化而變化，恰與勢能的基本特徵一致。

1. 概念

地球上的物體具有的和它的高度有關的能量，叫做重力勢能。或物體由於被舉高而具有的能量叫重力勢能。

我們把物理量 mgh 叫做物體的重力勢能（gravitational potential energy），常用 E_P 表示。

2. 運算式

$$E_P = mgh \quad (1)$$

上式表明，物體的重力勢能等於它所受重力與所處高度的乘積。或等於物體的質量、重力加速度和它的高度三者的乘積。

3. 重力勢能是標量

與其他形式的能一樣，重力勢能也是標量。但重力勢能有正負，重力勢能的正負只表示物體的重力勢能比零勢能高，還是比零勢能低，不表示方向。重力勢能是由物體所處的位置狀態決定的，是狀態量。

4. 單位

重力勢能的單位與功的單位相同，在國際單位制中都是焦耳，符號為 J。

$$1 \text{ J} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{m} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$$

三、重力勢能的變化和重力做功的關係

1. 重力勢能的變化和重力做功的定性關係

重力對物體做正功時，重力勢能一定減小；重力對物體做負功時，重力勢能一定增加。

2. 重力勢能的變化和重力做功的定量關係

當物體由高處運動到低處時， $h_1 > h_2$ ， $W_G > 0$ ， $E_{P1} > E_{P2}$ ，這表示重力做正功時，重力勢能減少，減少的重力勢能等於重力所做的功。

當物體由低處運動到高處時， $h_1 < h_2$ ， $W_G < 0$ ， $E_{P1} < E_{P2}$ ，這表示物體克服重力做功（重力做負功）時，重力勢能增加，增加的重力勢能等於物體克服重力所做的功。

有了重力勢能的運算式，重力做的功與重力勢能的關係可以寫為

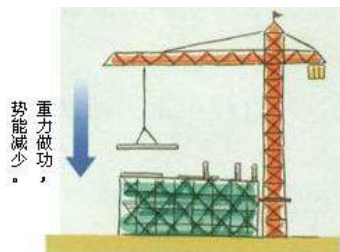
$$W_G = E_{P1} - E_{P2} = -\Delta E_P \quad (2)$$

其中 $E_{P1} = mgh_1$ 表示物體在初位置的重力勢能， $E_{P2} = mgh_2$ 表示物體在末位置的重力勢能。

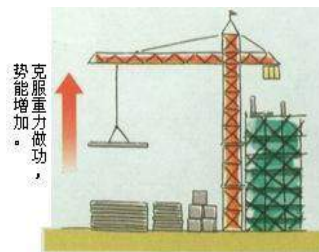


當物體由高處運動到低處時，重力做正功，重力勢能減少，也就是 $W_G > 0$ ， $E_{P1} > E_{P2}$ 。這時，重力勢能減少的數量等於重力所做的功。

當物體由低處運動到高處時，重力做負功（物體克服重力做功），重力勢能增加，也就是 $W_G < 0$ ， $E_{P1} < E_{P2}$ 。這時，重力勢能增加的數量等於克服重力所做的功。



重力



势能變化

只與重力做功有關，與其他力做功無關。重力做功等於重力勢能的減少量。

提醒學生注意公式中兩個勢能的先後位置和 ΔE_P 前負號的意義（指減少量）。

【說一說】

如果重力的功與路徑有關，即對應於同樣的起點和終點，重力對同一物體所做的功，隨物體運動路徑的不同而不同，我們還能把 mgh 叫做物體的重力勢能嗎？為什麼？



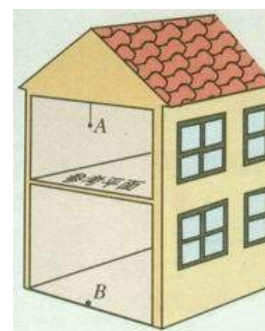
四、重力勢能的相對性

物體的高度 h 總是相對於某一水平面來說的，實際上是把這個水平面的高度取做 0。因此，物體的重力勢能也總是相對於某一水平面來說的，這個水平面叫做參考平面。在參考平面，物體的重力勢能為 0。

選擇哪個水平面做參考平面，可視研究問題的方便而定。通常選擇地面為參考平面。

選擇不同的參考平面，物體的重力勢能的數值是不同的，但這並不影響問題的研究，因為在與重力勢能相關的問題中，有確定意義的是勢能的差值，選擇不同的參考平面對這個差值沒有影響。

對選定的參考平面而言，上方物體的高度是正值，重力勢能也是正值；下方物體的高度是負值，重力勢能也是負值。重力勢能為負，表示物體在這個位置具有的重力勢能比在參考平面上具有的重力勢能要少。



a. 重力勢能是相對的，選取不同的參考平面，重力勢能的數值不同。只有參考平面選定後重力勢能才有確定的值；

b. 參考平面的選取是任意的，可視研究問題的方便而定。通常選地面為參考平面；

c. 某兩個位置的重力勢能的變化與參考平面的選擇無關；

d. 重力勢能的正負表示比零勢能高還是低。

五、重力勢能的系統性



必須指出的是，重力勢能跟重力做功密切相關，而重力是地球與物體之間的相互作用力。也就是說，倘若沒有地球，就談不上重力。所以，嚴格說來，重力勢能是地球與物體所組成的這個物體“系統”所共有的，而不是地球上的物體單獨具有的。

除了重力勢能，還有其他形式的勢能。任何形式的勢能，都是相應的物體系統由於其中各物體之間，或物體內的各部分之間存在相互作用（力）而具有的能，是由各物體的相對位置決定的。例如，分子之間由於存在相互作用而具有勢能，叫做分子勢能，由分子間的相對位置決定；電荷之間由於存在相互作用而具有勢能，叫做電勢能，由電荷間相對位置決定。分子勢能或電勢能分別屬於分子或電荷組成的系統，不是一個分子或一個電荷單獨具有的。

我們一直在講某物體的重力勢能，是不是準確呢？由重力做功與重力勢能的關係、重力的產生看，如果沒有地球，就談不上重力勢能，因此，嚴格說，

重力勢能是地球與物體這一系統所共有的，不是物體單獨所有的，通常說某物體的重力勢能是多少，只是一種簡化的說法。

〔小結〕

本節課我們學習了重力勢能，知道勢能由物體間的相互作用而產生，由它們的相對位置而決定。勢能由相互作用的物體系統所共有，勢能是標量，數值是相對的，單位也是焦耳。重力勢能是地球和地面上的物體共同具有的，一個物體的重力勢能的大小與參考平面的選取有關。重力對物體所做的功與物體的運動路徑無關，只跟物體運動的始、末位置有關，重力所做的功等於物體始、末位置的重力勢能之差。

〔佈置作業〕

教材第 61—62 頁“問題與練習”。

2.7 板書設計

一、重力做功的特點：與路徑無關，只與起點和終點的高度差有關 $W_G = mg\Delta h$

二、重力勢能：地球上的物體具有的與它高度有關的能量。 $E_p = mgh$

三、重力做功與重力勢能變化的關係： $W_G = -\Delta E_p$

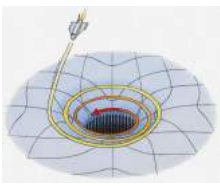
重力做正功，重力勢能減少

重力做負功，重力勢能增加

四、重力勢能是相對的，正負表示大小。

一般不加說明是以地面或題目中的最低點所在的平面作為參考平面。

五、勢能是系統能



三、課後練習：§7.4 重力勢能

1. 利用超導材料和現代科技可以實現磁懸浮。若磁懸浮列車的質量為 20 t，因磁場間的相互作用，列車浮起的高度為 100 mm，則該過程中磁懸浮列車克服重力做功是()

- A · 20 J
- B · 200 J
- C · 2.0×10^7 J
- D · 2.0×10^4 J

解析 重力做功的大小等於物重跟起點高度的乘積 mgh_1 與物重跟終點高度的乘積 mgh_2 兩者之差 $W_G = mgh_1 - mgh_2 = -20\ 000 \times 10 \times 0.1$ J = -2.0×10^4 J，所以克服重力做功 2.0×10^4 J，故 D 正確。

答案 D

2. 如圖 1 所示，質量為 m 的小球從高為 h 處的斜面上的 A 點滾下經過水平面 BC 後，再滾上另一斜面，當它到達 $\frac{h}{4}$ 的 D 點時，速度為零，在這個過程中，重力做功為()

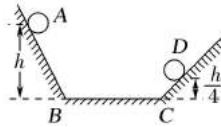


圖 1

- A · $\frac{mgh}{4}$
- B · $\frac{3mgh}{4}$
- C · mgh
- D · 0

解析 根據重力做功的公式， $W = mg(h_1 - h_2) = \frac{3mgh}{4}$ 。

答案 B

3. 關於重力勢能，以下說法中正確的是()
- A · 某個物體處於某個位置，重力勢能的大小是唯一確定的
 - B · 只要重力做功，重力勢能一定變化
 - C · 物體做勻速直線運動時，重力勢能一定不變
 - D · 重力勢能為零的物體，不可能對別物體做功

解析 選取不同的零勢能面，則同一位置的物體的重力勢能是不同的，故 A 錯誤；重力勢能的改變量等於重力做功的多少，故若重力做功，重力勢能一定發生變化，故 B 正確；物體若在豎直方向做勻速直線運動，物體的高度變化，重力勢能也會發生變化，故 C 錯誤；重力勢能的大小是相對於零勢能面的高度決定的，重力勢能為零只能說明物體處於零勢能面上，它對下方的物體同樣可以做功，故 D 錯誤。

答案 B

4. 下列說法中正確的是()
- A · 在水平地面以上某高度的物體重力勢能一定為正值
 - B · 在水平地面以下某高度的物體重力勢能為負值
 - C · 不同的物體中離地面最高的物體其重力勢能最大
 - D · 離地面有一定高度的物體其重力勢能可能為零

解析 重力勢能具有相對性，其大小或正負與參考平面的選取有關，所以在地面以上(或以下)某高度的物體的重力勢能不一定為正值(或負值)，A、B 項錯誤；若選取離地面某高度處為參考平面，物體在那一高度的重力勢能為零，



D 項正確；重力勢能的大小取決於物體質量和所在的高度兩個因素，C 項錯誤。

答案 D

5. 如圖 2 中，虛線是一跳水運動員在跳水過程中其重心運動的軌跡，則從起跳至入水的過程中，該運動員的重力勢能()



圖 2

- 一直減小
- 一直增大
- 先增大後減小
- 先減小後增大

解析 運動員的重心高度先增大後減小，所以其重力勢能 $E_p = mgh$ 也先增大後減小，C 項正確。

答案 C

6. 北京時間 2013 年 6 月 11 日 17 時 38 分，“神舟十號”載人飛船成功發射。飛船發射上升過程中，其重力做功和重力勢能變化的情況為()

- A. 重力做正功，重力勢能減小
- B. 重力做正功，重力勢能增加
- C. 重力做負功，重力勢能減小
- D. 重力做負功，重力勢能增加

解析 飛船發射時高度逐漸上升，飛船的重力做負功，重力勢能越來越大，故 D 正確。

答案 D

7. 下列關於重力勢能的說法中正確的是()

- A. 重力勢能是物體和地球共同具有的，而不是物體單獨具有的
- B. 在同一高度，將同一物體以速度 v_0 向不同方向拋出，落地時物體減少重力勢能一定不相等
- C. 重力勢能等於零的物體，不可能對別的物體做功
- D. 地面上的物體，它的重力勢能一定為零

答案 A

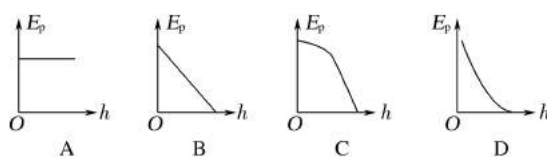
8. 一根粗細均勻的長直鐵棒重 600 N，平放在水平地面上。現將一端從地面抬高 0.50 m，而另一端仍在地面上，則()

- A. 鐵棒的重力勢能增加了 300 J
- B. 鐵棒的重力勢能增加量為 0
- C. 重力對鐵棒做功為 -150 J
- D. 重力對鐵棒做功為 300 J

解析 鐵棒的重心升高的高度 $h = 0.25$ m，鐵棒增加的重力勢能與參考平面選取無關， $\Delta E_p = mgh = 600 \times 0.25$ J = 150 J，選項 A、B 錯誤；根據 $W_G = -\Delta E_p = -150$ J，選項 C 正確，D 錯誤。

答案 C

9. 物體從某高度處做自由落體運動，以地面為重力勢能零點，如圖所示圖象中，能正確描述物體的重力勢能與下落高度的關係的是()





解析 設物體開始下落時的重力勢能為 E_{p0} ，物體下落高度 h 過程中重力勢能減少量 $\Delta E_p = mgh$ ，故物體下落高度 h 時的重力勢能 $E_p = E_{p0} - \Delta E_p = E_{p0} - mgh$ ，即 $E_p - h$ 圖象為傾斜直線，B 正確。

答案 B

10. 如圖 3 所示，靜止的物體沿不同的光滑軌道由同一位置滑到水平桌面上，軌道高度為 H ，桌面距地面高為 h ，物體質量為 m ，重力加速度為 g ，則以下說法正確的是()

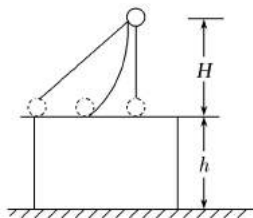


圖 3

- A. 物體沿豎直軌道下滑到桌面上，重力勢能減少最少
- B. 物體沿曲線軌道下滑到桌面上，重力勢能減少最多
- C. 以桌面為參考平面，物體重力勢能減少 mgH
- D. 以地面為參考平面，物體重力勢能減少 $mg(H+h)$

解析 重力做功與路徑無關，所以無論沿哪條軌道下落，重力做功相同，重力做功 $W_G = mgH$ ，再由 $W_G = -\Delta E_p$ ，所以 $\Delta E_p = -mgH$ ，即物體重力勢能減少 mgH ，故 C 正確，A、B、D 錯誤。

答案 C

11. 如圖 4 所示，在水平地面上平鋪著 n 塊磚，每塊磚的質量為 m ，厚度為 h 。如果工人將磚一塊一塊地疊放起來，那麼工人至少做功()

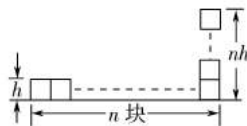


圖 4

- A. $n(n-1)mgh$
- B. $\frac{1}{2}n(n-1)mgh$
- C. $n(n+1)mgh$
- D. $\frac{1}{2}n(n+1)mgh$

答案 B

12. 如圖 5 所示，質量為 m 的小球，用一長為 l 的細線懸於 O 點，將懸線拉直成水平狀態，並給小球一個向下的速度讓小球向下運動， O 點正下方 D 處有一釘子，小球運動到 B 處時會以 D 為圓心做圓周運動，並經過 C 點，若已知 $OD = \frac{2}{3}l$ ，則小球由 A 點運動到 C 點的過程中，重力勢能減少多少？重力做功為多少？

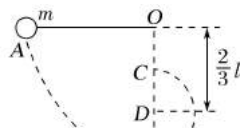


圖 5



解析 從 A 點運動到 C 點，小球下落高度為 $h = \frac{1}{3}l$ ，

故重力做功 $W_G = mgh = \frac{1}{3}mgl$ ，

重力勢能的變化量 $\Delta E_p = -W_G = -\frac{1}{3}mgl$

負號表示小球的重力勢能減少了。

答案 $\frac{1}{3}mgl$ $\frac{1}{3}mgl$

13. 金茂大廈是上海的標誌性建築之一，它主體建築地上 88 層，地下 3 層，高 420.5 m，曾經是國內第一、世界第三高樓，如圖 6 所示。距地面約 341 m 的第 88 層為觀光層，環顧四周，極目眺望，上海新貌盡收眼底 (g 取 10 m/s^2)。



圖 6

(1) 站在 88 層上質量為 60 kg 的遊客，在下列情況中，他的重力勢能各是多少？

① 以地面為參考平面；② 以第 88 層為參考平面；

(2) 以 420.5 m 的樓頂為參考平面，若質量為 60 kg 的遊客乘電梯從地面上升到 88 層，他克服重力做了多少功？

解析 (1) ① 以地面為參考平面 $h = 341 \text{ m}$ ，所以 $E_p = mgh = 60 \times 10 \times 341 \text{ J} = 2.046 \times 10^5 \text{ J}$ 。

② 以 88 層為參考平面 $h = 0$ ，所以 $E_p = 0$ 。

(2) 遊客從地面到 88 層，重力做的功為

$W_G = -mg\Delta h = -60 \times 10 \times 341 \text{ J} = -2.046 \times 10^5 \text{ J}$ ，所以他克服重力做功 $2.046 \times 10^5 \text{ J}$ 。

答案 (1) ① $2.046 \times 10^5 \text{ J}$ ② 0

(2) $2.046 \times 10^5 \text{ J}$



第五課題 §7.5 探究彈性勢能的表達式 (1 課時)

一、課前自主預習學案

知識點一 探究彈性勢能的運算式

[基礎梳理]

1. 彈性勢能

(1)發生彈性形變的物體各部分之間，由於有彈力的相互作用，也具有勢能，這種勢能叫做彈性勢能。

(2)發生形變的物體不一定具有彈性勢能，只有發生彈性形變的物體才具有彈性勢能。

(3)探究彈性勢能運算式的方法

通過計算克服彈力所做的功，即拉力所做的功來定量計算彈性勢能的大小。

2. 探究彈性勢能的運算式

(1)猜想：

①彈性勢能與彈簧的形變量有關，同一彈簧形變量越大，彈簧的彈性勢能也越大。

②彈性勢能與彈簧的勁度係數有關，在形變量相同時，勁度係數 k 越大，彈性勢能越大。

(2)探究過程：

①如圖 1 所示，

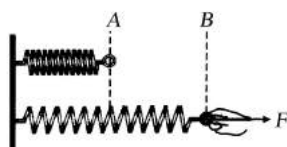


圖 1

彈簧的勁度係數為 k ，左端固定，不加外力時，右端在 A 處，今用力 F 緩慢向右拉彈簧，使彈簧伸長到 B 處，手克服彈簧彈力所做的功，其大小應該等於外力 F 對彈簧所做的功，即彈簧增加的彈性勢能。

②求拉力做的功

將彈簧的形變過程分成很多小段，每一小段中近似認為拉力是不變的。所以，每一小段拉力做的功分別為 $W_1 = F_1 \Delta l_1$ ， $W_2 = F_2 \Delta l_2$ ， $W_3 = F_3 \Delta l_3$ ，...。拉力在整個過程中所做的功 $W = W_1 + W_2 + W_3 + \dots = F_1 \Delta l_1 + F_2 \Delta l_2 + F_3 \Delta l_3 + \dots$ 。

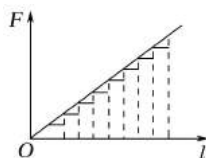


圖 2

③計算求和式

類比勻變速直線運動中利用 $v-t$ 圖象求位移，我們可以畫出 $F-l$ 圖象，如圖 2 所示。



每段拉力做的功就可用圖中細窄的矩形面積表示，對這些矩形面積求和，就得到了由 F 和 l 圍成的三角形的面積，這塊三角形的面積就表示拉力在整個過程中所做的功的大小。

④畫出彈力隨形變量 Δl 的變化圖線，圖線與坐標軸所圍的“面積”可表示彈力做功的大小。

⑤彈性勢能的大小 $E_p = \frac{1}{2}F\Delta l = \frac{1}{2}k(\Delta l)^2$ 。

[典例精析]

【例 1】如圖 3 所示的幾個運動過程中，物體的彈性勢能增大的是()

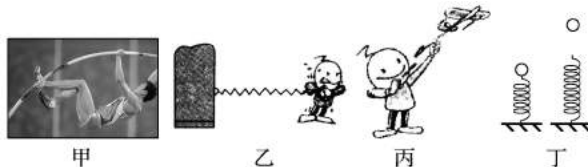


圖 3

- A·如圖甲，撐杆跳高的運動員上升至離杆的過程，杆的彈性勢能
- B·如圖乙，人拉長彈簧的過程，彈簧的彈性勢能
- C·如圖丙，模型飛機用橡皮筋發射出去的過程，橡皮筋的彈性勢能
- D·如圖丁，小球被壓縮彈簧向上彈起的過程，彈簧的彈性勢能

解析 選項 A、C、D 中物體的形變量均減小，所以彈性勢能均減小，B 中物體的形變量增大，所以彈性勢能增加，故 B 正確。

答案 B

[即學即練]

1. 關於彈簧的彈性勢能，下列說法中正確的是()
- A·當彈簧變長時，它的彈性勢能一定增大
 - B·當彈簧變短時，它的彈性勢能一定變小
 - C·在拉伸長度相同時， k 越大的彈簧，它的彈性勢能越大
 - D·彈簧在拉伸時的彈性勢能一定大於壓縮時的彈性勢能

解析 彈性勢能的大小，除了跟勁度係數 k 有關外，還跟它的形變量(拉伸和壓縮的長度)有關。如果彈簧處於壓縮狀態，當它變長時，它的彈性勢能應該先減小，在原長處它的彈性勢能最小，所以 C 選項正確。

答案 C

知識點二 彈性勢能與彈力做功之間的關係

[基礎梳理]

1. 對彈性勢能的理解

(1)系統性：彈性勢能是發生彈性形變的物體上所有質點因相對位置改變而具有的能量，因此彈性勢能具有系統性。

(2)相對性：彈性勢能的大小與選定的零勢能位置有關，對於彈簧，一般規定彈簧處於原長時的勢能為零勢能。

注意 對於同一個彈簧，伸長和壓縮相同的長度時，彈簧的彈性勢能是相同的。

2. 彈力做功與彈性勢能變化的關係： $W_{\text{彈}} = -\Delta E_p$

(1)彈力做正功，彈性勢能減少，彈力做功的數值等於彈性勢能的減少量。



(2)彈力做負功，彈性勢能增加，彈力做功的數值等於彈性勢能的增加量。

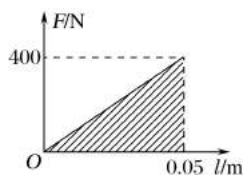
[典例精析]

【例2】彈簧原長 $L_0=15\text{ cm}$ ，受拉力作用後彈簧逐漸伸長，當彈簧伸長到 $L_1=20\text{ cm}$ 時，作用在彈簧上的力為 400 N ，問：

- (1)彈簧的勁度係數 k 為多少？
- (2)在該過程中彈力做了多少功？
- (3)彈簧的彈性勢能變化了多少？

解析 (1)據胡克定律 $F=kl$ 得：

$$k = \frac{F}{l} = \frac{F}{L_1 - L_0} = \frac{400}{0.20 - 0.15} \text{ N/m} = 8\,000 \text{ N/m}。$$



(2)根據 $F=kl$ ，作出 $F-l$ 圖象如圖所示。

求出圖中的陰影部分面積，即為彈力做功的絕對值，

由於在彈簧伸長過程中彈力 F 的方向與位移 l 的方向相反，故彈力 F 在此過程中做負功， $W = -\frac{1}{2} \times 0.05 \times 400 \text{ J} = -10 \text{ J}$ 。

(3)彈力 F 做負功，則彈簧彈性勢能增加，且做功的多少等於彈性勢能的變化量， $\Delta E_p = 10 \text{ J}$ 。

答案 (1)8 000 N/m (2)-10 J (3)10 J

[即學即練]

2. 如圖4所示，處於自然長度的輕質彈簧一端與牆接觸，另一端與置於光滑地面上的物體接觸，現在物體上施加一水平推力 F ，使物體緩慢壓縮彈簧，當推力 F 做功 100 J 時，彈簧的彈力做功_____J，以彈簧處於自然長度時的彈性勢能為零，則彈簧的彈性勢能為_____J。

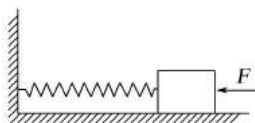


圖4

答案 -100 100

知識點三 重力勢能與彈性勢能的比較

[基礎梳理]

物理量	彈性勢能	重力勢能
定義	發生彈性形變的物體各部分之間由於彈力的相互作用而具有的勢能	被舉高的物體由於相對地球的位置發生變化而具有的勢能
運算式	$E_p = \frac{1}{2}kl^2$	$E_p = mgh$
相對性	彈性勢能與零勢能位置的選取有	重力勢能的大小與零勢能參考面



	關，通常選彈簧自然長度時，勢能為零，運算式最為簡潔	的選取有關，但變化量與參考面的選取無關
系統性	彈性勢能是發生彈性形變的物體上所有質點所組成的系統共有的	重力勢能是物體與地球這一系統所共有的
功能關係	彈性勢能的變化等於克服彈力所做的功	重力勢能的變化等於克服重力所做的功
聯繫	兩種勢能分別以彈力、重力的存在為前提，又由物體的相對位置來決定，同屬機械能的範疇，在一定條件下可相互轉化	

[典例精析]

【例3】 如圖5所示，質量不計的彈簧一端固定在地面上，彈簧豎直放置，將一小球從距彈簧自由端高度分別為 h_1 、 h_2 的地方先後由靜止釋放， $h_1 > h_2$ ，小球接觸到彈簧後向下運動壓縮彈簧，從開始釋放小球到獲得最大速度的過程中，小球重力勢能的減少量 ΔE_1 、 ΔE_2 的關係及彈簧彈性勢能的增加量 ΔE_{p1} 、 ΔE_{p2} 的關係中，正確的一組是()

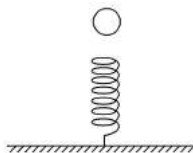


圖5

- A · $\Delta E_1 = \Delta E_2$, $\Delta E_{p1} = \Delta E_{p2}$ B · $\Delta E_1 > \Delta E_2$, $\Delta E_{p1} = \Delta E_{p2}$
C · $\Delta E_1 = \Delta E_2$, $\Delta E_{p1} > \Delta E_{p2}$ D · $\Delta E_1 > \Delta E_2$, $\Delta E_{p1} > \Delta E_{p2}$

解析 速度最大的條件是彈力等於重力即 $kx = mg$ ，即達到最大速度時，彈簧形變量 x 相同，兩種情況下，對應於同一位置，則 $\Delta E_{p1} = \Delta E_{p2}$ ，由於 $h_1 > h_2$ ，所以 $\Delta E_1 > \Delta E_2$ ，B對。

答案 B

| 課堂自測 |

反馈训练 课堂达标

1. 關於彈性勢能，下列說法中正確的是()
A · 發生彈性形變的物體，不一定具有彈性勢能
B · 任何具有彈性勢能的物體，一定發生了彈性形變
C · 物體只要發生形變，就一定具有彈性勢能
D · 彈簧的彈性勢能只跟彈簧被拉伸或壓縮的長度有關

解析 發生彈性形變的物體的各部分之間，由於彈力作用而具有的勢能，叫做彈性勢能。任何發生彈性形變的物體都具有彈性勢能，任何具有彈性勢能的物體一定發生了彈性形變，故A錯，B正確；物體發生了形變，若是非彈性形變，無彈力作用，則物體就不具有彈性勢能，故C錯誤；彈簧的彈性勢能除了跟彈簧被拉伸或壓縮的長度有關外，還跟彈簧的勁度係數有關，故D錯誤。

答案 B

2. 如圖6所示，一個物體以速度 v_0 沖向與豎直牆壁相連的輕質彈簧，牆壁和物體間的彈簧被物體壓縮，在此過程中以下說法正確的是()

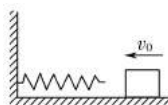


圖6



- A · 物體對彈簧做的功與彈簧的壓縮量成正比
- B · 物體向牆壁運動相同的位移，彈力做的功相等
- C · 彈簧的彈力做正功，彈性勢能增加
- D · 彈簧的彈力做負功，彈性勢能增加

解析 由功的計算公式 $W=Fl\cos\alpha$ 知，恒力做功時，做功的多少與物體的位移成正比，而彈簧對物體的彈力是一個變力，所以選項 A 錯誤；彈簧開始被壓縮時彈力小，彈力做的功也少，彈簧的壓縮量變大時，物體移動相同的距離做的功多，故選項 B 錯誤；物體壓縮彈簧的過程，彈簧的彈力與彈力作用點的位移方向相反，所以彈力做負功，彈性勢能增加，故選項 C 錯誤，選項 D 正確。

答案 D

3 · 如圖 7 所示，小明玩蹦蹦杆，在小明將蹦蹦杆中的彈簧向下壓縮的過程中，小明的重力勢能、彈簧的彈性勢能的變化是()



圖 7

- A · 重力勢能減少，彈性勢能增大
- B · 重力勢能增大，彈性勢能減少
- C · 重力勢能減少，彈性勢能減少
- D · 重力勢能不變，彈性勢能增大

解析 彈簧向下壓縮的過程中，彈簧壓縮量增大，彈性勢能增大；重力做正功，重力勢能減少，故 A 正確。

答案 A

4 · 一根彈簧的彈力 F 與伸長量 x 圖象如圖 8 所示，那麼彈簧由伸長量 8 cm 到伸長量 4 cm 的過程中，彈力做的功和彈性勢能的變化量為()

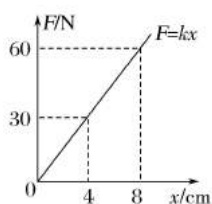


圖 8

- A · 3.6 J, -3.6 J
- B · -3.6 J, 3.6 J
- C · 1.8 J, -1.8 J
- D · -1.8 J, 1.8 J

解析 $F-x$ 圖象中圖線與 x 軸圍成的“面積”表示彈力做的功。 $W = \frac{1}{2} \times 0.08 \times 60 \text{ J} - \frac{1}{2} \times 0.04 \times 30 \text{ J} = 1.8 \text{ J}$ ，此過程彈力做正功，彈簧的彈性勢能減小 1.8 J，故只有 C 選項正確。

答案 C



二、新課教學：§7.5 探究彈性勢能的表達式

課題	§7.5 探究彈性勢能的表達式		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2018.04.12	課型	新授課		課時	1 課時

2.1 教學目標

(1) 知識與技能：

- ①理解彈性勢能的概念，會分析決定彈性勢能的相關因素。
- ②理解彈力做功與彈簧彈性勢能變化的關係。
- ③知道探究彈性勢能運算式的方法，了解計算變力做功的基本方法和思想。

- ④進一步掌握功和能的關係：即，功是能轉化的量度。

(2) 過程與方法：

- ①利用控制變數法定性確定彈簧彈性勢能的相關的因素。
- ②採用邏輯推理和類比的方法探究彈簧彈性勢能運算式。
- ③通過探究彈性勢能運算式的過程，讓學生體會微分思想和積分思想在物理學中的應用。

(3) 情感態度與價值觀：

- ①培養學生對科學的好奇心與求知欲。
- ②通過討論與交流等活動，培養學生有將自己的見解與他人交流的願望，敢於堅持正確觀點，勇於修正錯誤，發揚與他人合作的精神，分享探究成功後的喜悅。
- ③體會彈性勢能在生活中的意義，提高物理知識在生活中的應用意識，做到理論聯繫實際。

2.2 教學重點

- ①探究彈性勢能運算式的過程與方法。
- ②體會微分思想和積分思想在物理學中的應用。

2.3 教學難點

- ①如何合理的推理與類比。
- ②結合圖像體會如何用微分和積分思想研究變力做功。

2.4 教學方法

講授法、探究實驗法

2.5 教學準備

兩根不同勁度係數的彈簧、小車。（若學生實驗，可以兩人一組儀器）。



2.6 教學過程

一、知識儲備

1. _____是能量轉化的量度。

老師：前面我們研究了彈簧彈力與形變的關係，請同學們回憶一下，並討論能不能用圖象來反映彈力 F 和形變量 X 的關係？（ $F-X$ 圖象在後面的探究過程要用到）

學生：根據胡克定律 $F=kx$ ，可得圖 1。

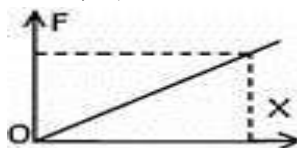


圖 1

老師：（用多媒體展示胡克定律及圖象）

學生：根據學案回顧重力勢能的探究過程

3. 重力勢能運算式的探究過程

1) 定性分析得重力勢能：隨_____的增加而增加，
隨_____的增加而增加

2) 如圖：物體沿任意路徑向下運動，高度從 h_1 將為 h_2 時

利用功能關係計算重力做功

$$\begin{aligned} W_G &= mg\Delta h_1 + mg\Delta h_2 + \dots \\ &= mg(\Delta h_1 + \Delta h_2 + \dots) \\ &= mgh \end{aligned}$$

即 $W_G = \underline{\hspace{2cm}} - \underline{\hspace{2cm}} = \Delta E_p$

物理量“ mgh ” ①重力做功表示其減少量即為重力勢能的減少量；

②它與重力勢能的特徵一致。

所以把物理量“ mgh ”定義為重力勢能（ E_p ）即 $E_p = mgh$

二、新課講授

探究一：彈性勢能的概念

教師和學生一起演示自動筆跳起的趣味小實驗

創設情景，引出問題，激發學生的興趣，使學生明確學習目標。

老師：解釋其中的物理規律

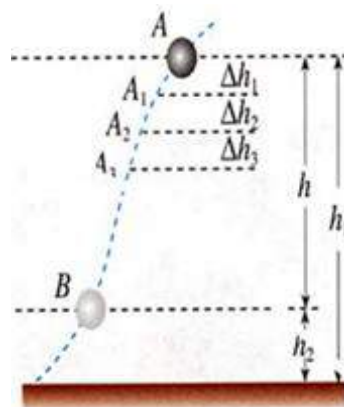
學生：壓縮的彈簧對筆的彈力做功，說明壓縮的彈簧有能量。

老師：生活中還有很多類似的現象，（演示橡皮筋打紙彈）課件展示壓縮彈簧，拉開的弓，等圖片，這類圖片的共同特徵是什麼？

學生：杆、弓和彈簧都發生形變，產生了彈力，存儲了一些能量，在恢復形變的過程中將能量釋放出來了。即：發生彈性形變的物體的各部分之間，由於有彈力的相互作用，也具有勢能，這種勢能叫做彈性勢能。（多媒體展示彈性勢能的概念）

老師：類比重力勢能，重力勢能是由於被舉高而具有的能量

學生：彈性勢能是由於物體發生彈性形變而具有的





課件展示問題：

- 1.發生形變的物體一定具有彈性勢能？
- 2.任何發生彈性形變的物體都有彈性勢能？

探究二：影響彈性勢能的因素

學生結合學案探究

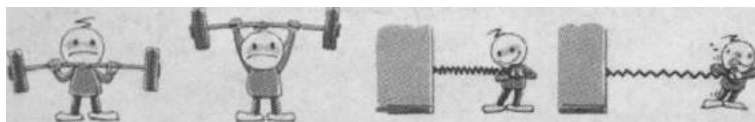
參考實例：

- ①弓拉得越滿，箭射出去得越遠。
- ②彈弓的橡皮筋拉得越長，彈丸射出得越遠。
- ③玩蹦床遊戲時，把蹦床壓得越深，人被反彈的高度越高。
- ④在拉弓射箭時，弓的“硬度”越大，拉相同的距離，“硬度”大的，箭射出的距離越遠。
- ⑤壓縮同樣長度的彈簧到相同的位置，“粗”彈簧壓縮得要困難些。
- ⑥同樣長度的橡皮筋製作的彈弓，拉開相同的距離，“粗”橡皮筋的彈弓打出的彈丸遠。

- 1、重力勢能與物體被舉高的高度 h 有關，彈性勢能與什麼因素有關？
- 2、上述條件相同時，不同彈簧的彈性勢能還應與什麼因素有關？

結論：彈性勢能的運算式中應包含物理量_____與_____。

3、類比思考：根據重力勢能的運算式 $EP = mgh$ ，我們知道重力勢能跟高度 h 成正比，彈性勢能也跟形變量成正比嗎？



（對比舉高物體過程與拉長彈簧過程）

學生猜想並得出結論：彈性勢能可能與勁度係數、形變量有關。即：1) 簧的伸長量 ΔL 有關。2) 彈簧的勁度係數 k 有關。

老師：大家不妨猜想一下，你覺得彈簧彈力做功的表達是會是什麼樣的？

學生可能會猜想 $W = F\Delta L$ 、 $W = k\Delta L^2$ 等等，對於每種猜想都給予鼓勵。重點把 $W = F\Delta L = k\Delta L^2$ 給學生做說明：該運算式合理方面，已經是功的基本形式。不合理的是通常在高中階段只能用來計算恒力做功，而彈力是變力。（為下面討論變力做功埋下伏筆，同時強調猜想不等於沒有根據的想像，任何猜想都要以事實為根據，以理論為指導。這樣的猜想才是合理的，避免學生隨意的想像。）

探究三：如何定量研究彈簧的彈性勢能？

（類比 1 並在學生討論中適時用多媒體展示）

老師：請同學們回憶一下我們研究重力勢能與重力做功的關係，能否通過類比來得出彈簧彈性勢能與彈簧彈力做功的關係呢？

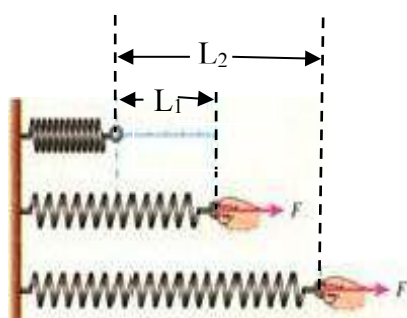


重力 (恒力) 重力勢能 重力勢能與重力做功的關係

類比 1 :

$WG = mg \Delta h_1 + mg \Delta h_2 + mg \Delta h_3 + \dots$
 $= mg (\Delta h_1 + \Delta h_2 + \Delta h_3 + \dots)$
 $= mgh$
 $= mg h_1 - mg h_2$
 $= E_{p1} - E_{p2}$

彈力 (變力) 彈性勢能 彈簧彈性勢能與彈簧彈力做功的關係



提出問題：把彈簧從 L_1 拉到 L_2 的過程中 $W_{彈} = E_P$?

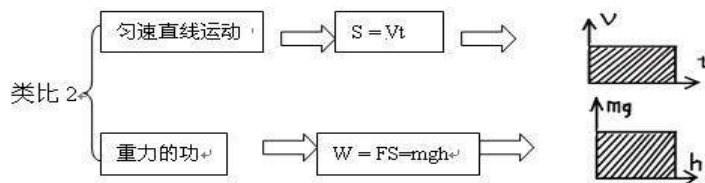
學生：討論並交流得出結論： $W_{彈} = E_{P1} - E_{P2}$ ，若令 $E_{P1} = 0$ ，則 $W_{彈} = -E_{P2}$
 (重力勢能的零參考面選取是任意的，通常以地面為零參考面。同理彈簧彈性勢能的零參考面選取也是任意的，通常以彈簧的原長為零參考面，則彈簧彈力做的功在數值就等於彈簧的彈性勢能。所以研究彈簧彈力做功就能確定彈簧彈性勢能的表達。)

探究四：如何計算拉力做功？

(類比 2、3 用多媒體適時控制展示)

老師：剛才我們通過類比得出結論——彈簧彈性勢能的大小等於克服彈簧彈力所做的功，這樣我們如果求出了彈簧彈力做的功，也就可以量度彈簧彈性勢能，但問題是彈力是變力，怎樣求這個變力所做的功呢？是否也可以通過類比的方法來求呢？

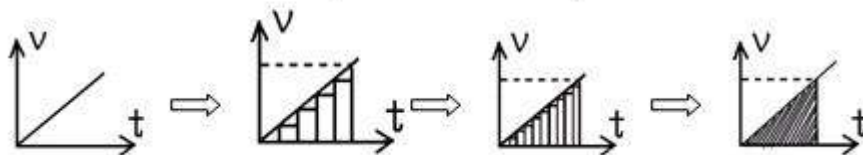
公式圖象“面積”



類比 3

分割 (微元法) 圖象 “面積”

勻變速直線運動



老師：通過以上分析和類比，我們能否也通過圖象法與微元法得出變力的功呢？

學生：可以

把彈簧從 A 到 B 的過程分成很多小段

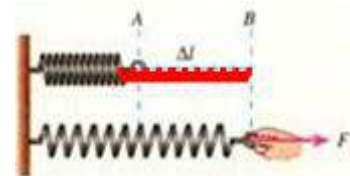
$\Delta l_1, \Delta l_2, \Delta l_3 \dots \Delta l_n$

在各個小段上，彈力可近似認為是不變的

$F_1, F_2, F_3 \dots F_n$

則從 A 到 B 的過程中彈簧彈力做功

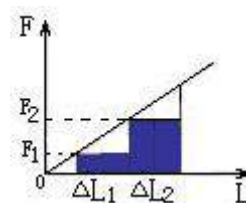
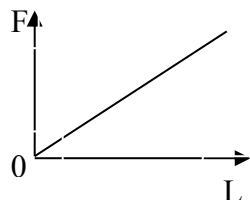
$W = F_1\Delta l_1 + F_2\Delta l_2 + F_3\Delta l_3 + \dots + F_n\Delta l_n$



即：(1)彈力與位移的關係 $F = k\Delta L$

(2) 分割兩等分 $W = F_1\Delta l_1 +$

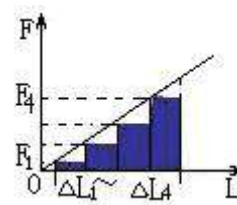
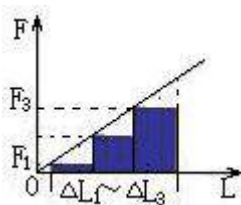
$F_2\Delta l_2$



(3)分割三等份 $W = F_1\Delta l_1 + F_2\Delta l_2 + F_3\Delta l_3$

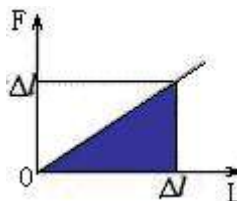
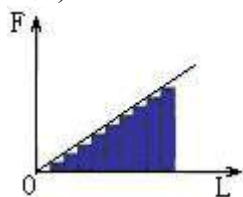
(4)分

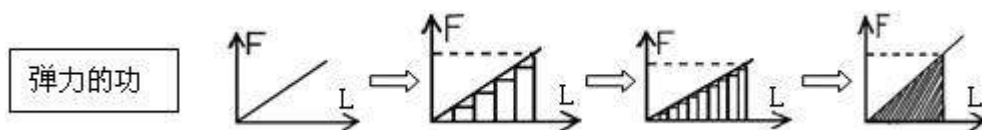
割四等份 $W = F_1\Delta l_1 + F_2\Delta l_2 + F_3\Delta l_3 + F_4\Delta l_4$



(5) 當無限分割下去,則.....(多媒體連續

放動畫,突出分割的過程)





老師：通過上述 2、3 兩個類比，我們能否得出求彈簧彈力 F 的功呢？是多少？

學生：可以，用面積求得： $E_p = \frac{1}{2}k\Delta l^2$

（根據：功是能轉化的量度，彈簧彈力做功轉化了彈簧彈性勢能，令彈簧的原長為零參考面，則彈簧彈力做的功在數值就等於彈簧的彈性勢能。所以彈簧彈力做功的運算式與彈簧彈性勢能的表達相同。）

七、得出探究結論（多媒體展示）：

由上述探究，我們得出彈性勢能的運算式： $E_p = \frac{1}{2}k\Delta l^2$

八、課堂小結：

老師：我們現在已經得出了彈性勢能的運算式，回頭看看：

1. 我們的探究過程是怎樣的？

2. 在探究過程中，我們用到了哪些研究方法？

學生討論，交流，得出結論

2.7 板書設計

探究一：彈性勢能的概念

探究二：影響彈性勢能的因素

探究三：如何定量研究彈簧的彈性勢能？

三、課後練習：§7.5 探究彈性勢能的表達式

1. 下列物體具有彈性勢能的是()

A. 下落的隕石

B. 海上行駛的輪船

C. 凹陷的橡皮泥

D. 鐘錶中上緊的發條

解析 鐘錶中上緊的發條，發條發生了彈性形變，具有彈性勢能，其他物體沒有彈性形變，所以無彈性勢能。選項 D 正確。

答案 D

2. 關於彈簧的彈性勢能，下列說法中正確的是()

A. 當彈簧變長時，它的彈性勢能一定增大

B. 當彈簧變短時，它的彈性勢能一定減小

C. 若選彈簧自然長度時的彈性勢能為 0，則其他長度的彈性勢能均為正值

D. 若選彈簧自然長度時的彈性勢能為 0，則伸長時彈性勢能為正值，壓縮時彈性勢能為負值

解析 如果彈簧原來處在壓縮狀態，當它變長時，它的彈性勢能應該減小，當它變短時，它的彈性勢能應該增大，在原長處它的彈性勢能最小，A、B 錯誤；由於彈簧處於自然長度時的彈性勢能最小，若選彈簧自然長度時的彈性勢能為 0，則其他長度的彈性勢能均為正值，C 對，D 錯。



答案 C

3. 在光滑的水平面上，物體 A 以較大速度 v_a 向前運動，與以較小速度 v_b 向同一方向運動的、連有輕質彈簧的物體 B 發生相互作用，如圖 1 所示。在相互作用的過程中，當系統的彈性勢能最大時()

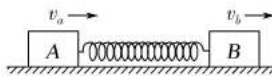


圖 1

- A. $v_a > v_b$
- B. $v_a = v_b$
- C. $v_a < v_b$
- D. 無法確定

解析 彈簧的壓縮量越大，彈性勢能越大。當 $v_a > v_b$ 時，則彈簧壓縮，彈性勢能增大；當 $v_a = v_b$ 時， A 、 B 相距最近，彈簧壓縮量最大，彈性勢能最大；當 $v_a < v_b$ 時，彈簧伸長，彈簧的彈性勢能減小。

答案 B

4. 如圖 2 所示，在光滑水平面上有一物體，它的左端連一彈簧，彈簧的另一端固定在牆上，在力 F 作用下物體處於靜止狀態，當撤去 F 後，物體將向右運動，在物體向右運動的過程中，下列說法正確的是()

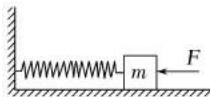


圖 2

- A. 彈簧的彈性勢能逐漸減少
- B. 彈簧的彈性勢能逐漸增加
- C. 彈簧的彈性勢能先增加再減少
- D. 彈簧的彈性勢能先減少再增加

解析 當力 F 作用在物體上時，彈簧處於壓縮狀態，具有彈性勢能，當撤去力 F 後，物體向右運動。隨著物體向右運動，彈簧的壓縮量逐漸減小，彈性勢能減少，當彈簧恢復原長時，彈性勢能為零，但物體的運動速度仍然向右，繼續向右運動，彈簧被拉長，彈性勢能增加，所以選項 D 正確。

答案 D

5. 如圖 3 所示，一個輕質彈簧豎直固定在地面上，將一個小球從距彈簧上端某高處由靜止釋放，則在小球開始接觸彈簧直到彈簧壓縮到最短的過程中，以下判斷正確的是()



圖 3

- A. 系統貯存的彈性勢能不斷減小
- B. 彈力對小球先做負功，後做正功
- C. 小球的重力勢能始終逐漸減小
- D. 小球的重力勢能先增大，後減小

解析 小球從接觸彈簧直到彈簧壓縮到最短的過程中，受到重力(豎直向下)和彈簧的彈力(豎直向上)作用，由於彈力的方向始終跟運動方向相反，所以彈



力始終對小球做負功，而彈簧的被壓縮量越來越大，系統貯存的彈性勢能也逐漸增大，所以選項 A、B 錯誤；小球高度減小，故其重力勢能減少，所以選項 C 正確而 D 錯誤。

答案 C

6. 如圖 4 所示，將彈簧拉力器用力拉開的過程中，彈簧的彈力和彈性勢能的變化情況是()



圖 4

- A. 彈力變大，彈性勢能變小
- B. 彈力變小，彈性勢能變大
- C. 彈力和彈性勢能都變小
- D. 彈力和彈性勢能都變大

解析 由 $F=kx$ 知，當拉開彈簧拉力器時，伸長量 x 增大，故彈力和彈性勢能都增大。

答案 D

7. (多選)如圖 5 所示，一輕彈簧一端固定於 O 點，另一端系一重物，將重物從與懸點 O 在同一水平面且使彈簧保持原長的 A 點無初速地釋放，讓它自由擺下，不計空氣阻力，在重物由 A 點擺向最低點 B 的過程中()

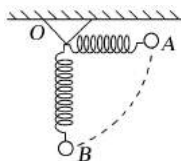


圖 5

- A. 重力做正功，彈力不做功
- B. 重力做正功，彈力做負功，彈性勢能增加
- C. 若用與彈簧原長相等的細繩代替彈簧後，重力做正功，彈力不做功
- D. 若用與彈簧原長相等的細繩代替彈簧後，重力做功不變，彈力不做功

解析 用細繩拴住小球向下擺動時重力做正功，彈力不做功，C 對；用彈簧拴住小球下擺動時，彈簧要伸長，小球軌跡不是圓弧，彈力做負功，彈性勢能增加，重力做正功，所以 A、D 錯，B 對。

答案 BC

8. (多選)如圖 6 所示，彈簧的一端固定在牆上，另一端在水平力 F 作用下緩慢拉伸了 x 。關於拉力 F 、彈性勢能 E_p 隨伸長量 x 的變化圖象正確的是()

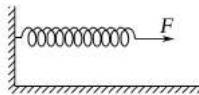
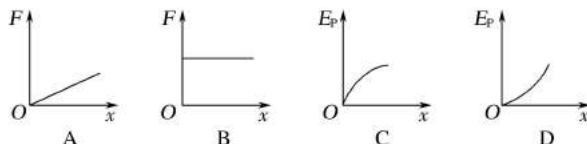


圖 6





解析 因為是緩慢拉伸，所以拉力始終與彈簧彈力大小相等，由胡克定律 $F=kx$ 知 $F-x$ 圖象為傾斜直線，A 對、B 錯；因為 $E_p \propto x^2$ ，其圖象為開口向上的拋物線，故 C 錯，D 正確。

答案 AD

9. (多選)某緩衝裝置可抽象成如圖 7 所示的簡單模型。圖中 k_1 、 k_2 為原長相等、勁度係數不同的輕質彈簧。下列表述正確的是()

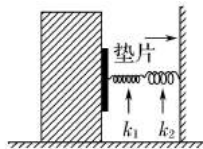


圖 7

- A. 緩衝效果與彈簧的勁度係數無關
- B. 墊片向右移動時，兩彈簧產生的彈力大小相等
- C. 墊片向右移動時，兩彈簧的長度保持相等
- D. 墊片向右移動時，兩彈簧的彈性勢能發生改變

解析 緩衝效果與 k 有關， k 越大，效果越好，A 錯誤；由作用力與反作用力可知，兩彈簧彈力相等，故 B 正確； $F=kx$ 、 F 相同， k 不同，故兩彈簧長度不等，C 錯誤；彈簧產生形變，故彈性勢能必發生改變，故 D 項正確。

答案 BD

10. 如圖 8 所示，輕彈簧下端系一重物， O 點為其平衡位置(即重力和彈簧彈力大小相等的位置)，今用手向下拉重物，第一次把它直接拉到 A 點，彈力做功 W_1 ，第二次把它拉到 B 點後再讓其回到 A 點，彈力做功 W_2 ，則這兩次彈力做功的關係為()

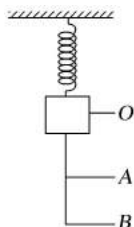


圖 8

- A. $W_1 < W_2$
- B. $W_1 = 2W_2$
- C. $W_2 = 2W_1$
- D. $W_1 = W_2$

解析 彈力做功的特點與重力做功一樣，不用考慮路徑，只看起始與終止位置，故 D 項正確。

答案 D

11. 如圖 9 所示，光滑水平軌道與光滑圓弧軌道相切，輕彈簧的一端固定在水平軌道的左端， OP 是可繞 O 點轉動的輕杆，且擺到某處就能停在該處，另有一小球，現在利用這些器材測定彈簧被壓縮時的彈性勢能。

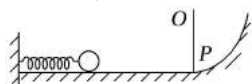
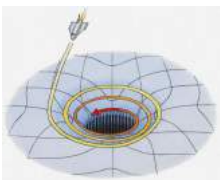


圖 9

- (1)還需要的器材是_____、_____。
- (2)以上測量實際上是把對彈性勢能的測量轉化為對_____的測量，進而轉化為對_____和_____的直接測量。
- (3)為了探究彈簧的彈性勢能與勁度係數和形變量的關係，除以上器材外，



還準備了三個輕彈簧，所用彈簧的勁度係數均不相同。試設計記錄數據的表格。

- 答案** (1)天平 刻度尺
(2)重力勢能 小球質量 小球上升的高度
(3)設計的記錄數據表格如下表所示

小球的質量 $m = \underline{\hspace{2cm}}$ kg

彈簧	勁度係數 $k/(N/m)$	壓縮量 x/m	上升高度 h/m	$E_p = mgh/J$
A				
B				
C				

12. 如圖 10 所示，在水平地面上豎直放置一輕質彈簧，彈簧上端與一個質量為 2.0 kg 的木塊相連。若在木塊上再作用一個豎直向下的變力 F ，使木塊緩慢向下移動 0.1 m，力 F 做功 2.5 J 時，木塊再次處於平衡狀態，此時力 F 的大小為 50 N。(取 $g = 10 \text{ m/s}^2$) 求：

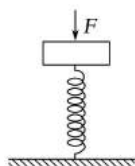


圖 10

- (1)彈簧的勁度係數；
(2)在木塊下移 0.1 m 的過程中彈性勢能的增加量。

解析 (1)由平衡條件可知 $mg = kx_1$ ， $F + mg = k(x_1 + \Delta x)$ ，整理得 $F = k\Delta x$ ，
解得 $k = \frac{F}{\Delta x} = \frac{50}{0.1} \text{ N/m} = 500 \text{ N/m}$ 。

(2)在木塊下移的過程中，彈簧彈力始終與 F 和木塊重力的合力等大反向，即在木塊下移的過程中，木塊克服彈簧彈力做的功和 F 與木塊重力的合力做的正功相等，彈簧的彈性勢能的增加量等於木塊克服彈力做的功。即 $\Delta E_p = W_F + mgh = (2.5 + 2.0 \times 10 \times 0.1) \text{ J} = 4.5 \text{ J}$ 。

- 答案** (1)500 N/m (2)4.5 J



第六課題 §7.6 實驗：探究功與速度變化的關係（2 課時）

一、課前自主預習學案

知識點 探究功與速度變化的關係

[基礎梳理]

方案一、借助恒力做功探究功與速度變化的關係

1. 原理

重物通過滑輪牽引小車，當小車的質量比重物大得多時，可以把重物所受的重力當做小車受到的牽引力。如圖 1 所示。



圖 1

改變重物的質量或者改變小車運動的距離，也就改變了牽引力做的功，從而探究牽引力做的功與小車獲得的速度間的關係。

2. 實驗步驟

(1)按如圖 1 所示安裝好實驗儀器。

(2)平衡摩擦力：將安裝有打點計時器的長木板的一端墊高，讓紙帶穿過打點計時器連在小車後端，不掛重物，接通電源，輕推小車，直到打點計時器在紙帶上打出間隔均勻的點為止。

(3)在小車中放入砝碼，把紙帶穿過打點計時器，連在小車後端、用細線繞過滑輪連接小車和鉤碼。

(4)將小車停在打點計時器附近，先接通電源，再釋放小車，關閉電源。

(5)改變鉤碼的數量，更換紙帶重複 4 的操作。

3. 數據處理

(1)選取點跡清晰的紙帶，選紙帶上第一個點及距離第一個點較遠的點，並依次標上 0,1,2,3, ...

(2)測出 0 到點 1、點 2、點 3.....的距離，即為對應的小車的位移 x_1, x_2, x_3, \dots ，利用公式 $v_n = \frac{x_{n+1} - x_{n-1}}{2T}$ 求出點 1、點 2、點 3.....對應的瞬時速度 v_1, v_2, v_3, \dots

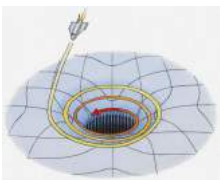
(3)確定此紙帶所掛的鉤碼的重力 G ，利用 $W_n = Gx_n$ ，分別求出小車的位移為 x_1, x_2, x_3, \dots 時牽引力所做的功 W_1, W_2, W_3, \dots

(4)先對測量數據進行估算，或作 $W-v$ 草圖，大致判斷兩個量可能的關係，如果認為是 $W \propto v^2$ 或其他，然後以 W 為縱坐標， v^2 (或其他)為橫坐標作圖，從而判定結論。

4. 注意事項

(1)平衡摩擦力時，不掛重物，輕推小車後，小車能做勻速直線運動。

(2)必須保證所懸掛重物的重力遠小於小車的重力。



方案二、借助變力做功探究功與速度變化的關係

1. 原理

使小車在橡皮筋的作用下彈出，由橡皮筋提供牽引力，如圖 2 所示。

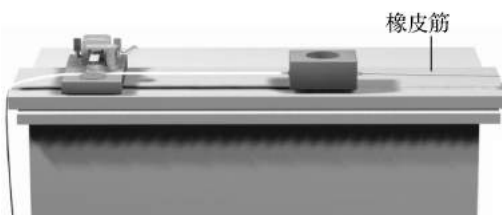


圖 2

改變橡皮筋的條數，橡皮筋對小車做的功分別是一條橡皮筋做功時的相應倍數，測出小車被彈出後的速度，能夠找到橡皮筋對小車做的功與小車速度的關係。

2. 實驗步驟

(1)按如圖 2 所示安裝儀器。

(2)第一次先用一條橡皮筋做實驗，用打點計時器和紙帶測出小車獲得的速度 v_1 ，設此時橡皮筋彈力對小車做功為 W ，並將測得的數據記入表格。

(3)換用 2 條、3 條、4 條……同樣的橡皮筋做實驗，並使橡皮筋拉伸的長度都和第一次相同，測出 v_2 、 v_3 、 v_4 ……，橡皮筋對小車做功分別為 $2W$ 、 $3W$ 、 $4W$ ，…，將數據記入表格。

(4)小車運動中會受到阻力，可以使木板略微傾斜，作為補償(需首先平衡摩擦力，然後再進行實驗)。

3. 數據處理

(1)速度數值的獲得：實驗獲得的是如圖 3 所示的紙帶，為探究橡皮筋彈力做功與小車速度的關係，需要測量的是彈力做功結束時小車的速度，即小車做勻速運動的速度。所以，應該在紙帶上測量的物理量是圖中間隔均勻的點 A_1 、 A_3 間的距離 x ，小車此時速度的運算式為 $v = \frac{x}{2T}$ ，其中 T 是打點計時器的打點週期。



圖 3

(2)計算小車做的功分別為 W 、 $2W$ 、 $3W$ ，…時對應的 v 、 v^2 、 v^3 、 \sqrt{v} …的數值，填入表格。

v^n \ W	W	$2W$	$3W$	$4W$	$5W$
v					
v^2					
v^3					
\sqrt{v}					

(3)逐一與 W 的一組數值對照，判斷 W 與 v 、 v^2 、 v^3 、 \sqrt{v} ，…的可能關係或嘗試著分別畫出 W 與 v 、 W 與 v^2 、 W 與 v^3 、 W 與 \sqrt{v} 間關係的圖象，找出哪一組



的圖像是直線，從而確定功與速度的正確關係。

4· 注意事項

- (1) 實驗時選擇粗細、形狀、長度、材料完全相同的橡皮筋。
- (2) 每次實驗時都讓小車從同一位置由靜止釋放，即保證每次實驗中橡皮筋拉伸的長度都保持一致。
- (3) 實驗中不必測出功和速度的具體數值，只要測出以後各次實驗時做的功是第一次實驗時的多少倍即可。
- (4) 平衡摩擦力時，不要拴橡皮筋，但應連著紙帶且接通電源。
- (5) 打出的紙帶上的點間距並不都是均勻的，應選取點間距均勻部分來求小車的速度。

5· 實驗結論

無論是通過計算法還是作圖法都可以得出力對物體做的功與物體速度的平方成正比的結論，即 $W \propto v^2$ 。

6· 誤差分析

(1) 誤差來源

- ① 忘記平衡摩擦力或沒有完全平衡摩擦力對實驗有影響。
- ② 橡皮筋長度、粗細不一，使得拉力及拉力做的功與橡皮筋條數不成正比帶來誤差。
- ③ 紙帶上所打點的間距測量也會帶來誤差。
- ④ 描點不準確帶來誤差。

(2) 減小誤差的辦法

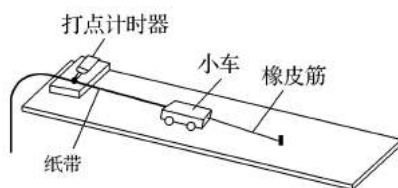
- ① 實驗前要先平衡掉摩擦力。
- ② 儘量選用同一規格的橡皮筋。
- ③ 選用間距均勻的幾個間隔，測量其總長度，求得平均速度。
- ④ 描點時既要觀察各點的位置關係，又要考慮應有的函數關係。若拉力大，小車速度大，點數少，可能會使 W 與 v 成線性關係，控制小車速度，增大縱坐標單位長度，可減小誤差。

[典例精析]

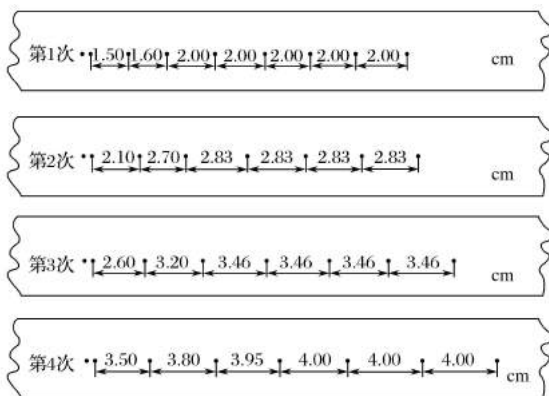
【例 1】 (1) 用如圖 4(a) 所示的儀器探究做功與速度變化的關係。實驗步驟如下：

- ① 將木板固定有打點計時器的一端墊起適當高度，消除摩擦力的影響；
- ② 小車鉤住一條橡皮筋，往後拉至某個位置，記錄小車的位置；
- ③ 先_____，後_____，小車拖動紙帶，打點計時器打下一系列點，斷開電源；
- ④ 改用同樣的橡皮筋 2 條、3 條……重複②、③的實驗操作，每次操作一定要將小車_____。

(2) 打點計時器所接交流電的頻率為 50 Hz，圖(b)所示是四次實驗打出的紙帶。



(a)



(b)
圖 4

(3)根據紙帶，完成下表尚未填入的數據。

次數	1	2	3	4
橡皮筋做的功	W	$2W$	$3W$	$4W$
$v(\text{m/s})$	1.00	1.42		2.00
$v^2(\text{m}^2/\text{s}^2)$	1.00	2.01		4.00

從表中數據可得出什麼樣的結論？

答案 (1)③接通電源 釋放小車 ④從相同位置由靜止釋放 (3)1.73
2.99 橡皮筋做的功與速度的平方成正比

【例 2】(2016·浙江名校協作體模擬)在探究“功和速度變化關係”的實驗中，小張同學用如圖 5 所示裝置，嘗試通過測得細繩拉力(近似等於懸掛重物重力)做的功和小車獲得的速度的值進行探究，則

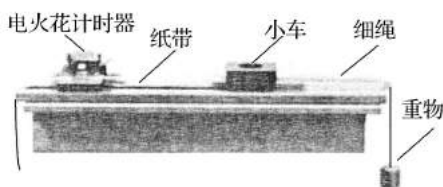


圖 5

(1)(多選)下列說法正確的是()

- A·該方案需要平衡摩擦力
- B·該方案需要重物的質量遠小於小車的質量
- C·該方案操作時細線應該與木板平行
- D·該方案處理數據時應選擇勻速時的速度

(2)某次獲得的紙帶如圖 6 所示，小張根據點跡標上了計數點，請讀出 C 計數點在刻度尺上的讀數_____ cm，並求出 C 點的速度為_____ m/s(計算結果保留 3 位有效數字)。

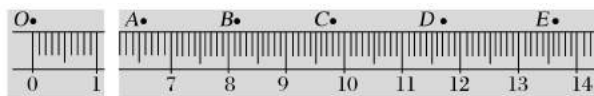


圖 6

解析 (1)探究“功與速度變化關係”的實驗，細繩拉力應為合力，所以該方案需要平衡摩擦力且細線應與木板平行，A、C 正確；重物運動過程也有加速度，需滿足 ma 相對於 Ma 可忽略，(其中 m 為重物質量， M 為小車質量)，即需



滿足 $m \ll M$, B 正確; 小車一直加速, 沒有勻速時的速度, D 不正確。故選 A、B、C。

(2) 由刻度尺的讀數規則知: $x_C = 9.80 \text{ cm}$, $v_C = \frac{x_{BD}}{2T} = \frac{11.71 - 8.15 \times 10^{-2} \text{ m}}{0.2 \text{ s}}$
 $= 0.178 \text{ m/s}$ 。

答案 (1)ABC (2)9.80(9.78~9.82 範圍內都可)
 0.178 (0.175~0.180 範圍內都可)

课堂自测

反馈训练 课堂达标

1. 某學習小組做“探究功與速度變化的關係”的實驗如圖 7 甲所示, 圖中小車是在一條橡皮筋作用下彈出的, 沿木板滑行, 這時, 橡皮筋對小車做的功記為 W 。當用 2 條、3 條... 完全相同的橡皮筋並在一起進行第 2 次、第 3 次... 實驗時(每次實驗中橡皮筋伸長的長度都保持一致)橡皮筋做的功依次記為 $2W, 3W, \dots$, 每次實驗中小車獲得的速度根據打點計時器所打在紙帶上的點進行計算。

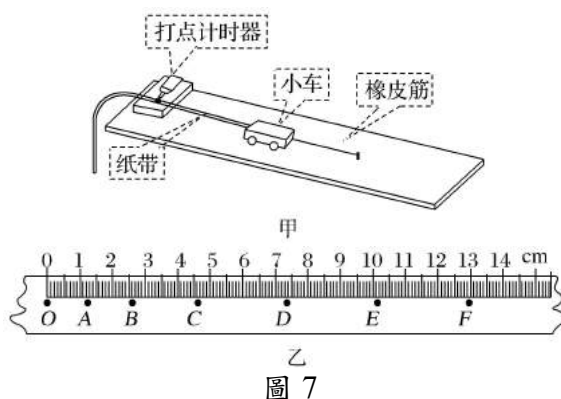


圖 7

(1) 除了圖中已有的實驗器材外, 還需要導線、開關、刻度尺和 _____ (選填“交流”或“直流”) 電源。

(2) 為平衡小車運動過程中受到的阻力, 應該採用下面所述方法中的 _____ (填入選項前的字母代號)。

- A. 逐步調節木板的傾斜程度, 讓小車能夠自由下滑
- B. 逐步調節木板的傾斜程度, 讓小車在橡皮筋作用下開始運動
- C. 逐步調節木板的傾斜程度, 給小車一初速度, 讓拖著紙帶的小車勻速下滑
- D. 逐步調節木板的傾斜程度, 讓拖著紙帶的小車自由下滑

(3) 圖乙是該實驗小組在實驗過程中打出的一條紙帶, 已知打點計時器連接的電源的頻率為 50 Hz , 則橡皮筋恢復原長時小車的速度為 _____ m/s (結果保留 3 位有效數字)。

解析 (1) 打點計時器使用交流電源。(2) 平衡摩擦力的方法是: 逐步調節木板的傾斜程度, 給小車一初速度, 讓拖著紙帶的小車勻速下滑, 故選 C。(3) 從 C 點到 F 點小車做勻速運動, 則速度為 $v = \frac{2.80 \times 10^{-2} \text{ m}}{0.02 \text{ s}} = 1.40 \text{ m/s}$ 。

答案 (1)交流 (2)C (3)1.40

2. 在“探究恒力做功與物體的速度變化的關係”的實驗中備有下列器材:
 A. 打點計時器; B. 天平; C. 碼錶; D. 低壓交流電源; E. 電池; F. 紙帶; G. 細線、砝碼、小車、砝碼盤; H. 薄木板。



(1)其中多餘的器材是_____；缺少的器材是_____。

(2)測量時間的工具是_____；測量質量的工具是_____。

(3)如圖 8 所示是打點計時器打出的小車(質量為 m)在恒力 F 作用下做勻加速直線運動的紙帶，測量數據已用字母表示在圖中，打點計時器的打點週期為 T 。請分析，利用這些數據能否完成“探究恒力做功與物體的速度變化的關係”實驗？若不能，請說明理由；若能，請說出做法，並對這種做法做出評價。

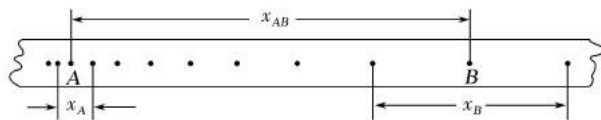


圖 8

解析 (1)計算小車速度是利用打上點的紙帶，故不需要碼錶。打點計時器應使用低壓交流電源。故多餘的器材是 C、E；測量點與點之間的距離要用毫米刻度尺，故缺少的器材是毫米刻度尺。

(2)測量時間的工具是打點計時器；測量質量的工具是天平。

(3)能，從 A 到 B 的過程中，恒力做的功為 $W_{AB} = Fx_{AB}$ ，A、B 兩點的速度可根據 $v_A = \frac{x_A}{2T}$ ， $v_B = \frac{x_B}{2T}$ 算出。

答案 (1)C、E 毫米刻度尺 (2)A B (3)見解析

二、新課教學：§7.6 實驗：探究功與速度變化的關係

課題	§7.6 實驗：探究功與速度變化的關係		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2018.04.16	課型	新授課		課時	2 課時

2.1 教學目標

1、知識與技能

(1) 會用打點計時器打下的紙帶計算物體運動的速度；

(2) 學習利用物理圖像探究功與物體速度變化的關係。

2、過程與方法：通過用紙帶與打點計時器來探究功與物體速度相關量變化的關係，體驗知識的探究過程和物理學的研究方法。

3、情感態度與價值觀：體會學習的快樂，激發學習的興趣；通過親身實踐，樹立“實踐是檢驗真理的唯一標準”的科學理念。

2.2 教學重點

學習探究功與物體速度變化的關係的物理方法——倍增法，並會利用圖像法處理數據。



2.3 教學難點

實驗數據的處理方法——圖像法

2.4 教學方法

探究實驗法

2.5 教學準備

①釘有 2 個長直鐵釘的長木板（附木塊）；②小車（300g）；③相同的熟膠橡皮筋 6 根（附：細線若干）；④J01207 火花式打點計時器（附：220V 交流電源、備用墨粉紙盤、平直紙帶若干）；⑤電腦及投影設備。

2.6 教學過程

〔新課導入〕

從這節開始，我們討論物體的動能。

通過做功來了解某種能量的變化，從而研究這種能量，這是我們一貫的思想。

前面已經研究了重力做的功與重力勢能的關係，從而確立了重力勢能的運算式。我們也探究了彈力做的功與彈性勢能的關係，並且能夠由此確立彈性勢能的運算式。那麼，力對物體做的功與物體的動能又有什麼樣的關係？這一節和下一節將探究這個問題。

大家知道，物體的動能與它的速度是密切相關的，而物體速度的變化又與它受的力有關，所以，這一節我們首先通過實驗探究力對物體做的功與物體速度變化的關係。

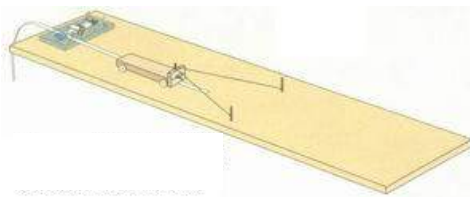
〔新課教學〕

一、探究的思路

1. 閱讀教材，提出方法

(1) 實驗裝置

如圖所示，小車在橡皮筋的作用下彈出，沿木板滑行。



橡皮筋做功而使小車獲得的速度可以由紙帶和打點計時器測出，也可以用其他方法測出。這樣，進行若干次測量，就得到若干組功和速度的數據。

(2) 實驗思想方法：倍增法

當我們用 2 條、3 條……同樣的橡皮筋進行第 2 次、第 3 次……實驗時，每次實驗中橡皮筋拉伸的長度都保持一致，那麼，第 2 次、第 3 次……實驗中橡皮筋對小車做的功就是第一次的 2 倍、3 倍……如果把第一次實驗時橡皮筋的功記為 W ，以後各次的功就是 $2W$ 、 $3W$ ……

雖為變力做功，但橡皮條做的功，隨著橡皮條數目的成倍增加功也成倍增加。這種方法的構思極為巧妙。歷史上，庫侖應用類似的方法發現了著名的庫侖定律。當然，恒力做功時，倍增法同樣適用。

(3) 數據處理方法：圖像法



以橡皮筋對小車做的功為縱坐標，小車獲得的速度為橫坐標，以第一次實驗時的功 W 為單位，作出 $W-v$ 曲線，即功—速度曲線。分析這條曲線，可以得知橡皮筋對小車做的功與小車獲得的速度的定量關係。

這裏，我們並沒有測出橡皮筋做的功到底是多少焦耳，只是測出以後各次實驗時橡皮筋做的功是第一次實驗時的多少倍。這對於本實驗已經足夠了。這樣做可以大大簡化操作。

實際上，本實驗作圖時，速度坐標軸也不必標出小車速度的具體數值。把第一次測出的速度標為 v ，算一算第 2、第 3……次實驗時測出的速度是 v 的幾倍，在橫坐標上每一個小格代表 v ，就可以了。

2·學生思考，提出預案

(1) 學生提出多種設計預案，在課堂上展示設計的思路和方法。

比如：課本方案、氣墊導軌加數字毫秒計方案、鐵架臺打點計時器自由落體方案等。

(2) 教師針對各種設計預案，進行分析。

主要從合理性、科學性、可行性等方面進行分析（略）。

3·師生研討，初定方案

(1) 制定基本的實驗方案

互動以下面幾個問題為中心展開：

①探究中，我們是否需要橡皮筋做功的具體數值？

不需要。因為實驗是以倍增的思想方法設計，若橡皮筋第一次做功為 W ，則橡皮筋第二次做功為 $2W$ ，……、橡皮筋第 n 次做功為 nW 。且實驗巧妙地將倍增的物理方法應用於變力做功。

②為了達到各次實驗中橡皮筋做的功成倍增加，即實現倍增，對各次實驗中橡皮筋的伸長量有什麼要求？你想出了什麼辦法？

各次實驗中橡皮筋的伸長量必須相同。若使小車在橡皮筋的變力作用下產生的位移相同，就要有相同的運動起點。具體方法是：以第一次實驗時小車前（或後）端的位置為基準，垂直運動方向在木板上作出一條水平線。以後改變橡皮筋的條數時，小車前（或後）端仍以此位置為基準（均從靜止）運動。

③小車獲得的速度怎樣計算？

小車在橡皮筋作用結束後，做勻速運動。找出紙帶中點距相等的一段。求出點距相等一段的平均速度，即為小車勻速運動的速度，即小車加速後獲得的速度。

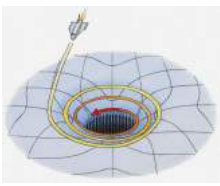
④是否一定需要測出每次加速後小車速度的數值？可以怎樣做？

不一定需要。（當然，也可以測出每次加速後小車速度的數值）

設第一次小車獲得的速度為 v ，小車在第一次、第二次、……、第 n 次實驗中獲得的速度分別為 $v_1 = \frac{\Delta x_1}{T}$ 、 $v_2 = \frac{\Delta x_2}{T}$ …… $v_n = \frac{\Delta x_n}{T}$ ，若令 $v_1 = v$ ，則

$v_2 = \frac{\Delta x_2}{\Delta x_1} v$ 、…… $v_n = \frac{\Delta x_n}{\Delta x_1} v$ ，即小車在第二次以後實驗中獲得的速度可以用第一

次實驗中獲得的速度的倍數來表示。



⑤實驗完畢後，用什麼方法分析橡皮筋對小車做的功與小車速度的關係？
圖像法。

⑥如何在座標紙上建立兩軸物理量？如何確定適當的標度？

縱坐標表示橡皮筋對小車做的功 W ，橫坐標表示小車獲得的速度 v 。

以第一次實驗時的功 W 為縱軸的單位長度（必須用），可以用第一次實驗時的速度 v 為橫軸的單位長度，作出 $W-v$ 曲線，即功—速度曲線。

(2) 確立基本的實驗方案，設計初步的實驗步驟

A· 先將木板置於水平桌面，然後在釘有鋼釘的長木板上，放好實驗小車。

B· 把打點計時器固定在木板的一端，將紙帶穿過打點計時器的限位孔，紙帶一端夾緊在小車的後端，打點計時器接電源。

C· 過兩釘中垂線上的適當位置作兩釘的平行線，交中垂線於 O 點，作為小車每次運動的起始點。

D· 使用一根橡皮筋時，將小車的前端拉到 O 點，接通電源，打點計時器打點，釋放小車，小車離開木板前適時使小車制動，斷開電源，取下紙帶。重複本項前面的過程，選出點跡清晰的紙帶。（求出小車獲得的速度）

E· 換用同樣材料、粗細、長度的兩根、三根、……六根橡皮筋，依照 D 項的方法，分別進行實驗。（求出各次實驗中小車分別獲得的速度）

F· 以功為縱軸（第一次橡皮筋做的功為縱軸的單位長度），以速度為橫軸（第一次小車的速度為橫軸的單位長度），建立坐標系，用描點法作出圖像，看看是否是正比例圖像，若不是，功與速度的哪種相關量（的變化量）是正比的，功就與速度的這種相關量（的變化量）具有確定的函數關係。

二、操作的技巧

1· 小車運動中會受到阻力，可以採用什麼方法進行補償？

可以採用平衡摩擦力的方法。具體操作是：使木板略微傾斜，將小車（車後拴紙帶）放到木板上，輕推小車，小車運動，觀察紙帶的點距。調節木板的傾角，觀察紙帶的點距，直到點距相等，表明恰平衡摩擦力（若用氣墊導軌，調節導軌的傾角，若擋光條遮光的時間通過數字毫秒計顯示時間相等，即恰平衡摩擦力）。

2· 觀察打點的紙帶，點距是如何變化的？點距是否均勻？問題出在哪里？若恰能平衡摩擦力，試分析小車會做何種運動？應該採用哪些點距來計算小車的速度？

沒有平衡摩擦力前：先增大，後減小。不均勻（不是勻加速）。原因是沒有平衡摩擦力。

用補償法平衡摩擦力後：先加速（但非勻加），後勻速。應採用小車做勻速運動那一段的點距來計算速度。因為勻速的速度就是橡皮條對小車作用的最終速度；由於小車在橡皮條變力作用下做非勻加速運動，最終速度不能用勻變速運動紙帶的處理方法得到，但可以用勻速運動紙帶的處理方法得到。



3. 使木板略微傾斜，調節木板的傾角，經檢驗恰好平衡摩擦力。可以多做幾個平行線，選適當的位置作為 A，重新標出小車運動的初始位置 A。

體現完善實驗的過程。

4. 確立可操作實驗方案，設計合理的實驗步驟

A. 先將木板置於水平桌面，然後在釘有鋼釘的長木板上，放好實驗小車。

B. 把打點計時器固定在木板的一端，將紙帶穿過打點計時器的限位孔，紙帶一端夾緊在小車的後端，打點計時器接電源。

C. 使木板略微傾斜，調節木板的傾角，測量紙帶點距直到相等，表明恰好平衡摩擦力。

D. 過兩釘中垂線上的適當位置作兩釘的平行線，交中垂線於 A 點，作為小車每次運動的起始點。

E. 使用一根橡皮筋時，將小車的前（或後）端拉到 A 點，接通電源，打點計時器打點，釋放小車，小車離開木板前適時使小車制動，斷開電源，取下紙帶。重複本項前面的過程，選出清晰的紙帶。記下點距相等後 $T=0.1s$ 的位移 Δx_1m ，求出小車獲得的速度 $v_1=v=10\Delta x_1m/s$ 。

F. 換用同樣材料、粗細、長度的兩根、三根、……六根橡皮筋，依照 D 項的方法，分別進行實驗。記下各次實驗中點距相等後 $T=0.1s$ 的位移 Δx_2m 、 Δx_3m …… Δx_nm ，求出小車分別獲得的速度 v_2 、 v_3 、…… v_nm/s 。

G. 以功為縱軸（用第一次橡皮筋做的功為縱軸的單位長度），以速度為橫軸（可以用適當的速度值為單位長度，也可以用第一次小車的速度為橫軸的單位長度），建立坐標系，用描點法作出圖像，看看是否是正比例圖像，若不是，功與速度的哪種相關量（的變化量）是正比的，功就與速度的這種相關量（的變化量）具有確定的函數關係。

三、數據的處理

採集橡皮條分別為一根、兩根……、六根時的數據（勻速運動階段，例如在 $0.1s$ 內的位移 x ），記在自己設計的表格中。

記錄數據示例

示例一——數據關係

次數	1	2	3	4	5	6
W_n/WJ	1	2	3	4	5	6
$x \times 10^{-2}m$	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
v	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6

示例二——倍數關係

	1	2	3	4	5	6
W_n/WJ	1	2	3	4	5	6
$x \times 10^{-2}m$	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
v	v	$(x_2/x_1)v$	$(x_3/x_1)v$	$(x_4/x_1)v$	$(x_5/x_1)v$	$(x_6/x_1)v$



根據記錄的數據作圖，如果作出的功—速度曲線是一條直線，表明橡皮筋做的功與小車獲得的速度的關係是正比例關係，即 $W \propto v$ ；如果不是直線，就可能是 $W \propto v^2$ 、 $W \propto v^3$ ，甚至 $W \propto \sqrt{v}$ ……到底是哪一種關係？根據測得的速度分別按 $W \propto v^2$ 、 $W \propto v^3$ 、 $W \propto \sqrt{v}$ ……算出相應的功的值，實際測得的速度與哪一種最接近，它們之間就具有哪一種關係。

不過，這樣做既麻煩又不直觀。最好按下面的方法處理。

先對測量數據進行估計，或者作個 $W-v$ 草圖，大致判斷兩個量可能是什麼關係。如果認為很可能是 $W \propto v^2$ ，就對於每一個速度值算出它的二次方，然後以 W 為縱坐標、 v^2 為橫坐標作圖。（不是以 v 為橫坐標！）如果這樣作出的圖像是一條直線，說明兩者關係真的是 $W \propto v^2$ ……

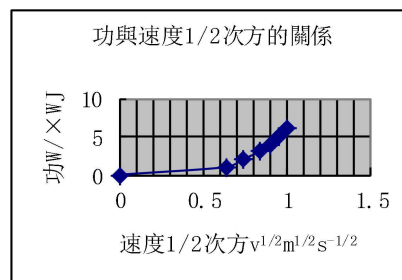
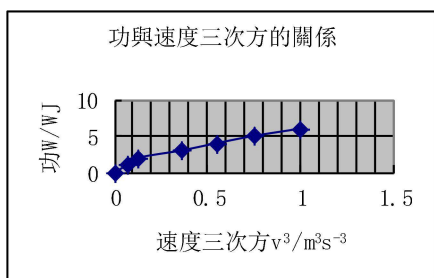
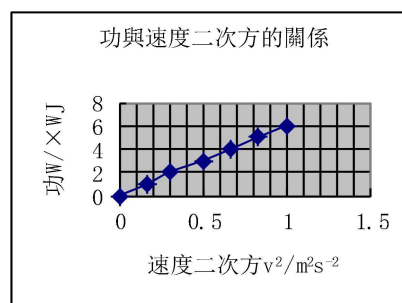
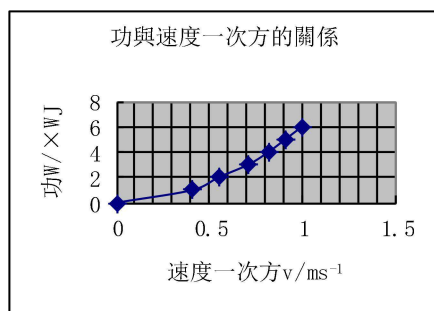
【做一做】

利用數表軟體進行數據處理

借助常用的數表軟體，可以迅速準確地根據表中的數據作出 $W-v$ 圖象，甚至能夠寫出圖象所代表的公式。下面以 *Excel* 為例做簡要說明。

在 *Excel* 工作簿的某一行的單元格中依次輸入幾次測量的速度值，在相鄰的一行輸入對應的功。用滑鼠選中這些數據後，按照“圖表嚮導”的提示就能一步步地得到所畫的圖象。

要注意的是，操作過程中會出現“添加趨勢線”對話框，其中的“類型”標籤中有幾種可選擇的函數。我們這個實驗的數據明顯地不分佈在一條直線上，所以應該逐次嘗試二次函數、三次函數等類型。





四、結論

1. 結論

本實驗為便於探究，設初速度為零。通過圖象得到：功與速度的平方成正比。

2. 推廣

初速度不為零時，功與速度平方的變化量成正比。

〔小結〕

(1) 本實驗用倍增思想設計，探究變力做功與速度的相關量的變化之間的關係。體現了探究過程採用的物理方法—倍增方法，用這種方法設計實驗是非常精妙的。

(2) 但本實驗中，還需要用到紙帶的分析、速度的測量、力的平衡等相關的知識與技能。

(3) 實驗探究能更強烈地激發學生的學習興趣，體會學習的快樂；並通過親身實踐，樹立起“實踐是檢驗真理的唯一標準”的科學理念。

(4) 本課的主線，是分析論證實驗預案、確定完善課本方案並在實驗操作中改進實驗、對實驗數據進行分析處理得出結論。

〔佈置作業〕

從物理方法、平衡摩擦力、打點紙帶分析、打點紙帶求速度、數據處理（圖像法）、實驗結論（功與速度的平方成正比）、誤差產生原因（系統與偶然誤差）等方面選擇安排。

2.7 板書設計

7.6 探究功與物體速度變化的關係

實驗目標 探究功與速度變化的關係。

儀器及器材 長木板、橡皮筋(若干)、小車、打點計時器(帶紙帶、複寫紙等)、橡皮筋、電源、導線、刻度尺、木板。

注意事項：

1. 橡皮筋的選擇。
2. 平衡摩擦力。
3. 誤差分析。
4. 橡皮筋的條數。
5. 實驗裝置的選取。



三、課後練習：§7.6 實驗：探究功與速度變化的關係

1. 關於“探究功與物體速度變化的關係”實驗中，下列敘述正確的是()
- A. 每次實驗必須設法算出橡皮筋對小車做功的具體數值
 - B. 每次實驗中，橡皮筋拉伸的長度沒有必要保持一致
 - C. 放小車的長木板應該儘量使其水平
 - D. 先接通電源，再讓小車在橡皮筋的作用下彈出

答案 D

2. 在“探究功與速度變化的關係”的實驗中，得到的紙帶如圖 1 所示，小車的運動情況可描述為： A 、 B 之間為_____運動； C 、 D 之間為_____運動。小車離開橡皮筋後的速度為_____ m/s。

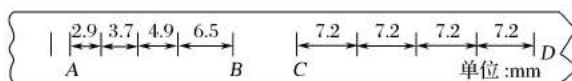


圖 1

解析 由圖可知小車在 A 、 B 之間做加速運動，由於相鄰計數點間位移之差不等，由 $\Delta x = aT^2$ 知，小車的加速度是變化的，故做變加速運動。在 C 、 D 之間計數點均勻分佈，說明小車做勻速運動。小車離開橡皮筋後做勻速運動，由 CD 段紙帶求出速度為：

$$v = \frac{x}{t} = \frac{7.2 \times 10^{-3}}{0.02} \text{ m/s} = 0.36 \text{ m/s}.$$

答案 變加速 勻速 0.36

3. 如圖 2 所示，某同學在做“探究功與速度變化的關係”的實驗。當小車在 1 條橡皮筋的作用下沿木板滑行時，橡皮筋對小車做的功記為 W 。當用 2 條、3 條……相同的橡皮筋重複實驗時，橡皮筋所做的功分別為 $2W$ 、 $3W$...

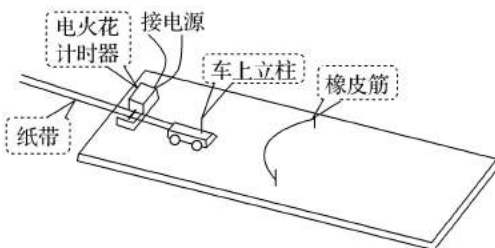
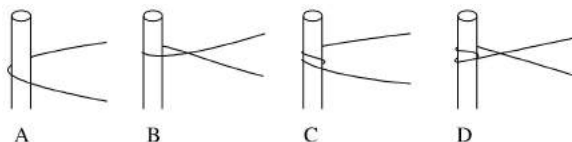


圖 2

- (1) 實驗室提供的器材如下：長木板、小車、橡皮筋、打點計時器、紙帶、電源等，還缺少的測量工具是_____。
- (2) 圖 2 中小車上有一固定小立柱，下面給出了 4 種橡皮筋與小立柱的套接方式，為減小實驗誤差，你認為最合理的套接方式是下圖中的_____。



- (3) 在正確操作的情況下，交流電源的頻率為 50 Hz，某次所打的紙帶，相鄰兩點間的距離如圖 3 所示。打在紙帶上的點並不都是均勻的，為了測量橡皮筋做功後小車獲得的速度，應選用紙帶的_____部分進行測量(根據如圖所示的紙帶上所標注的字母回答)，小車獲得的速度是_____ m/s。(結果保留兩位有效數字)

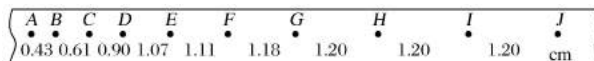


圖 3

解析 (1)處理實驗數據時需要測量兩計數點間的距離，因此還需要的器材是：刻度尺。(2)由圖示可知，橡皮筋最合理的套接方式是A，以A的方式套接釋放小車後，橡皮筋不會影響小車的運動。(3)由圖示紙帶可知，GJ部分兩點間的距離相等，小車做勻速直線運動，應選用的紙帶是GJ部分；小車獲得的速度

$$v = \frac{x}{t} = \frac{0.0120}{0.02} \text{ m/s} = 0.60 \text{ m/s}。$$

答案 (1)刻度尺 (2)A (3)GJ 0.60

4. 在“探究恒力做功和物體速度變化的關係”實驗中：

(1)某同學的實驗設計方案如圖 4 所示，該實驗用鉤碼的重力表示小車受到的合外力，為此，實驗時在安裝正確、操作規範的前提下(已平衡摩擦力)，還需要滿足的條件是_____。

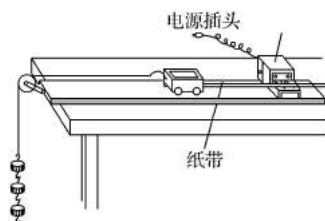


圖 4

(2)如圖 5 所示是某次實驗中得到的一條紙帶，其中 A、B、C、D、E、F 是該同學確定的計數點，相鄰計數點間的時間間隔為 T ，距離如圖所示。則打 C 點時小車的速度為_____；要驗證合外力的功與速度變化的關係，除位移、速度外，還要測出的物理量有_____。

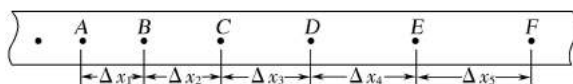


圖 5

解析 (1)只有當鉤碼的重力遠小於小車的總重力時，才能近似地認為小車受到的拉力等於鉤碼的重力。

(2)C 點的速度等於 BD 段的平均速度，故 $v_C = \frac{x_{BD}}{2T} = \frac{\Delta x_2 + \Delta x_3}{2T}$ 。要探究合外力做的功和速度變化間的關係，需要測出小車受到的拉力大小(鉤碼的重力)和小車位移，所以除位移、速度外，還需要測出鉤碼的重力。

答案 (1)鉤碼的重力遠小於小車的總重力

(2) $\frac{\Delta x_2 + \Delta x_3}{2T}$ 鉤碼的重力

5. 在完成本次實驗時，如果用一條橡皮筋進行實驗，與小車相連的紙帶如圖 6 所示，如果用四條橡皮筋進行實驗，與小車相連的紙帶如圖 7 所示，下面說法中正確的是()

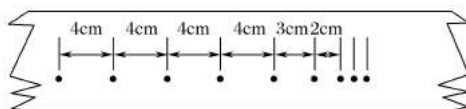


圖 6

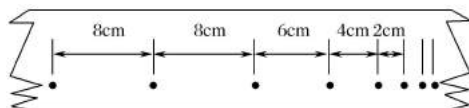


圖 7

①用一條橡皮筋拉小車時，橡皮筋對小車做的功為 W ，用四條橡皮筋拉小車時，橡皮筋對小車做的功為 $4W$ ②用一條橡皮筋拉小車時，小車速度最大可達到 v ，用四條橡皮筋拉小車時，小車速度最大可達到 $4v$ ③用一條橡皮筋拉小車時，小車速度最大可達到 v ，用四條橡皮筋拉小車時，小車速度最大可達到 $2v$ ④用一條橡皮筋拉小車時，小車速度最大可達到 v ，用四條橡皮筋拉小車時，小車速度最大既不是 $2v$ ，也不是 $4v$

A · ①②

B · ①③

C · ①④

D ·

①

答案 B

6. 某實驗小組採用如圖 8 所示的裝置探究功與速度變化的關係，小車在橡皮筋的作用下彈出後，沿木板滑行。打點計時器的工作頻率為 50 Hz。

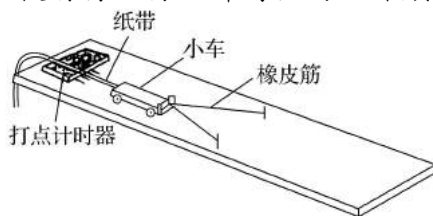


圖 8

(1) 實驗中木板略微傾斜，這樣做是為了()

A · 使釋放小車後，小車能勻加速下滑

B · 增大小車下滑的加速度

C · 可使得橡皮筋做的功等於合力對小車做的功

D · 可使得橡皮筋鬆馳後小車做勻速運動

(2) 實驗中先後用同樣的橡皮筋 1 條、2 條、3 條……合併起來掛在小車的前端進行多次實驗，每次都要把小車拉到同一位置再釋放小車。把第 1 次只掛 1 條橡皮筋時橡皮筋對小車做的功記為 W_1 ，第二次掛 2 條橡皮筋時橡皮筋對小車做的功為 $2W_1$ ……橡皮筋對小車做功後使小車獲得的速度可由打點計時器打出的紙帶測出。根據第 4 次的紙帶(如圖 9 所示)求得小車獲得的速度為

_____ m/s。

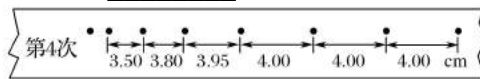
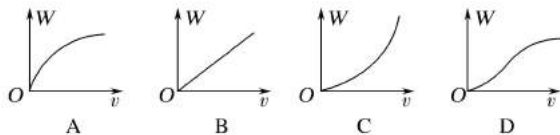


圖 9

(3) 若根據多次測量數據畫出 $W-v$ 圖象如圖所示，根據圖線形狀，可知 W 與 v 的關係符合實際的是圖()



解析 (1) 實驗中木板略微傾斜，這樣做是為了使得橡皮筋鬆馳後小車做勻速運動，橡皮筋做的功等於合力對小車做的功，選 C、D。(2) 從紙帶可得小車的速度為 2 m/s。(3) W 與 v 的關係 C 圖符合。

答案 (1)CD (2)2 (3)C



的操作步驟是：

- ①按圖 13 擺好實驗裝置，其中小車質量 $M=0.20\text{ kg}$ ，鈎碼總質量 $m=0.05\text{ kg}$ 。
- ②釋放小車，然後接通打點計時器的電源(電源頻率為 $f=50\text{ Hz}$)，打出一條紙帶。

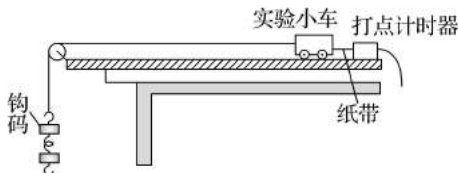


圖 13

(1)他在多次重複實驗得到的紙帶中取出自認為滿意的一條，如圖 14 所示。把打下的第一點記作 0，然後依次取若干個計數點，相鄰計數點間還有 4 個點未畫出，用釐米刻度尺測得各計數點到 0 點距離分別為 $d_1=0.004\text{ m}$ ， $d_2=0.055\text{ m}$ ， $d_3=0.167\text{ m}$ ， $d_4=0.256\text{ m}$ ， $d_5=0.360\text{ m}$ ， $d_6=0.480\text{ m}$...，他把鈎碼重力(當地重力加速度 $g=9.8\text{ m/s}^2$)作為小車所受合力算出打下 0 點到打下第 5 點合力做功 $W=$ _____J(結果保留三位有效數字)，打下第 5 點時小車的速度

$$v_5 = \frac{\quad}{\quad} \text{ m/s (結果保留三位有效數字)。$$

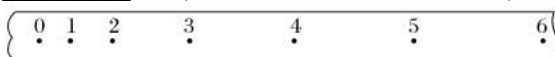


圖 14

(2)(多選)此次實驗探究的結果，他沒能得到“合力對物體做的功 $W \propto v^2$ ”的結論，且誤差很大。通過反思，他認為產生誤差的原因如下，其中正確的是

- A · 鈎碼質量太大，使得合力對物體做功的測量值比真實值偏大太多
- B · 沒有平衡摩擦力，使得合力對物體做功的測量值比真實值偏大太多
- C · 釋放小車和接通電源的次序有誤，使得動能增量的測量值比真實值偏小
- D · 沒有使用最小刻度為毫米的刻度尺測距離也是產生此誤差的重要原因

解析 (1)根據題意物體所受合外力為：

$$F = mg = 0.05 \times 9.8\text{ N} = 0.49\text{ N}，$$

$$\text{根據功的定義可知：} W = Fd_5 = 0.176\text{ J}；$$

根據勻變速直線運動中時間中點的瞬時速度等於該過程中的平均速度，可以求出第 5 個點的速度大小為： $v_5 = \frac{d_6 - d_4}{2T} = \frac{0.480 - 0.256}{2 \times 5 \times 0.02}\text{ m/s} = 1.12\text{ m/s}$ 。

(2)設繩子上拉力為 F ，根據牛頓第二定律有：

$$\text{對小車：} F = Ma \tag{①}$$

$$\text{對鈎碼：} mg - F = ma \tag{②}$$

可得 $F = \frac{mgM}{M+m} = \frac{mg}{1+\frac{m}{M}}$ ，由此可知當 $M \gg m$ 時，鈎碼的重力等於繩子的拉

力，因此當鈎碼質量太大時，會造成較大誤差，故 A 正確；實驗中要進行平衡摩擦力操作，若沒有平衡摩擦力直接將鈎碼重力做的功當做小車合外力做的功，會造成較大誤差，故 B 正確；釋放小車和接通電源的順序有誤，影響打點多少，不一定會使動能的測量值偏小，故 C 錯誤；距離的測量產生的誤差不是



該實驗產生的主要誤差，故 D 錯誤。

第七課題 §7.7 動能和動能定理（4 課時）

一、課前自主預習學案

知識點一 動能的運算式

[基礎梳理]

1. 動能的運算式： $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 。國際單位制中單位是 J。

2. 對動能的理解

(1) 動能的瞬時性：物體動能的大小與物體瞬時速度的大小相對應，是一個狀態量。

(2) 動能的標矢性：動能是標量，只有大小沒有方向，且總大於或等於零。

(3) 動能的相對性：對於不同的參考系，物體的速度不同，則物體的動能也不同。沒有特別指明時，速度都是以地面為參考系。

3. 動能的變化量

末狀態的動能與初狀態的動能之差，即 $\Delta E_k = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$ 。動能的變化量是過程量， $\Delta E_k > 0$ ，表示物體的動能增大； $\Delta E_k < 0$ ，表示物體的動能減小。

[典例精析]

【例 1】關於動能，下列說法中正確的是()

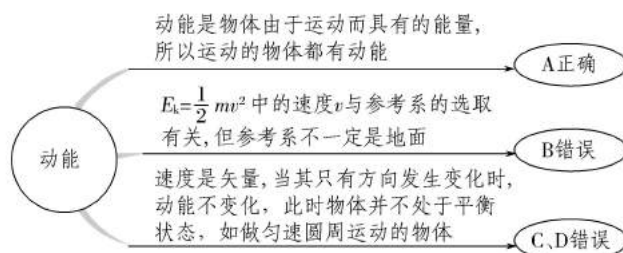
A. 動能是普遍存在的機械能中的一種基本形式，凡是運動的物體都有動能

B. 公式 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 中，速度 v 是物體相對於地面的速度，且動能總是正值

C. 一定質量的物體，動能變化時，速度一定變化，速度變化時，動能也一定變化

D. 動能不變的物體，一定處於平衡狀態

解析



答案 A

[即學即練]

1. 一個質量為 0.3 kg 的彈性小球，在光滑水平面上以 6 m/s 的速度垂直撞到牆上，碰撞後小球沿相反方向運動，反彈後的速度大小與碰撞前相同，則碰撞前後小球速度變化量的大小 Δv 和碰撞過程中小球的動能變化量 ΔE_k 為()

A. $\Delta v = 0$

B. $\Delta v = 12 \text{ m/s}$

C. $\Delta E_k = 1.8 \text{ J}$

D. $\Delta E_k = 10.8 \text{ J}$



解析 以初速度方向為正方向，速度變化量的大小 $\Delta v = v_1 - v_0 = 6 \text{ m/s} + 6 \text{ m/s} = 12 \text{ m/s}$ ，選項 B 正確；動能變化量 $\Delta E_k = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2} \times 0.3 \times (-6)^2 \text{ J} - \frac{1}{2} \times 0.3 \times 6^2 \text{ J} = 0$ 。

答案 B

知識點二 動能定理

[基礎梳理]

1. 動能定理

內容：合力在一個過程中對物體所做的功，等於物體在這個過程中動能的變化。

2. 運算式： $W = E_{k2} - E_{k1} = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = \Delta E_k$ 。

(1) $E_{k2} = \frac{1}{2}mv_2^2$ 表示一個過程的末動能， $E_{k1} = \frac{1}{2}mv_1^2$ 表示這個過程的初動能。

(2) W 指合外力做的功，即包含重力在內的所有外力所做功的代數和。

(3) W 與 ΔE_k 的關係：如果合力對物體做正功，物體的動能增加；如果合力對物體做負功，物體的動能減少；如果合力對物體不做功，物體的動能不變。

3. 動能定理的實質：功能關係的一種具體體現，物體動能的改變可由合外力做功來度量。

[典例精析]

【例 2】 起重機鋼索將質量 $m = 1.0 \times 10^3 \text{ kg}$ 的物體，以 $a = 2 \text{ m/s}^2$ 的加速度由靜止豎直向上提升了 5 m ，鋼索對物體的拉力做的功為多少？物體的動能增加了多少？(取 $g = 10 \text{ m/s}^2$)。

解析 由動能定理知，物體動能的增加量

$$\Delta E_k = W = mal = 1.0 \times 10^3 \times 2 \times 5 \text{ J} = 1.0 \times 10^4 \text{ J},$$

$$\text{又 } W = W_{\text{拉}} - W_G = \Delta E_k,$$

$$\text{所以拉力做的功 } W_{\text{拉}} = \Delta E_k + W_G = \Delta E_k + mgl = 6.0 \times 10^4 \text{ J}.$$

答案 $6.0 \times 10^4 \text{ J}$ $1.0 \times 10^4 \text{ J}$

[即學即練]

2. 下列關於運動物體的合力做功和動能、速度變化的關係，正確的是 ()

- A. 物體做變速運動，合外力一定不為零，動能一定變化
- B. 若合外力對物體做功為零，則合外力一定為零
- C. 物體的合外力做功，它的速度大小一定發生變化
- D. 物體的動能不變，所受的合外力必定為零

解析 力是改變物體速度的原因，物體做變速運動時，合外力一定不為零，但合外力不為零時，做功可能為零，動能可能不變，A、B 錯誤；物體合外力做功，它的動能一定變化，速度也一定變化，C 正確；物體的動能不變，所受合外力做功一定為零，但合外力不一定為零，D 錯誤。

答案 C

知識點三 應用動能定理的優點及解題步驟

[基礎梳理]



1. 應用動能定理題的優點

(1) 動能定理對應的是一個過程，只涉及物體初、末狀態的動能和整個過程合力做的功，無需關心中間運動過程的細節，而且功和能都是標量，無方向性，計算方便。

(2) 當題目中不涉及 a 和 t ，而涉及 F 、 l 、 m 、 v 等物理量時，優先考慮使用動能定理。

(3) 動能定理既適用於恒力作用過程，也適用於變力作用過程，既適用於直線運動也適用於曲線運動，既適用於單一過程，也適用於多過程，特別是變力及多過程問題，動能定理更具有優越性。

2. 應用動能定理題的一般步驟

(1) 選取研究對象(通常是單個物體)，明確它的運動過程。

(2) 對研究對象進行受力分析，明確各力做功的情況，求出外力做功的代數和。

(3) 明確物體在初、末狀態的動能 E_{k1} 、 E_{k2} 。

(4) 列出動能定理的方程 $W = E_{k2} - E_{k1}$ ，結合其他必要的解題方程，求解並驗算。

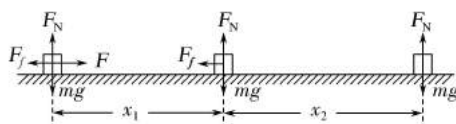
[典例精析]

【例3】 質量為 m 的物體靜止在水平桌面上，它與桌面之間的動摩擦因數為 μ ，物體在水平力 F 作用下開始運動，發生位移 x_1 時撤去力 F ，問物體還能運動多遠？

解析 研究對象：質量為 m 的物體。

研究過程：從靜止開始，先加速，後減速至零。

受力分析、運動過程草圖如圖所示，其中物體受重力(mg)、水平外力(F)、彈力(F_N)、滑動摩擦力(F_f)，設加速位移為 x_1 ，減速位移為 x_2 。



解法一：可將物體運動分成兩個階段進行求解

物體開始做勻加速運動位移為 x_1 ，水平外力 F 做正功， F_f 做負功， mg 、 F_N 不做功；初動能 $E_{k0} = 0$ ，末動能 $E_{k1} = \frac{1}{2}mv_1^2$

$$\text{根據動能定理：} Fx_1 - \mu mgx_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 - 0 \quad (1)$$

撤去外力 F 後，物體做勻減速運動位移為 x_2 ， F_f 做負功， mg 、 F_N 不做功；初動能 $E_{k1} = \frac{1}{2}mv_1^2$ ，末動能 $E_{k2} = 0$

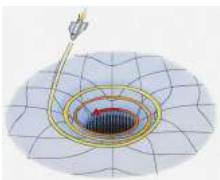
$$\text{根據動能定理：} -\mu mgx_2 = 0 - \frac{1}{2}mv_1^2 \quad (2)$$

由①②兩式得： $Fx_1 - \mu mgx_1 - \mu mgx_2 = 0 - 0$

$$\text{得：} x_2 = \frac{F - \mu mg}{\mu mg} x_1$$

解法二：從靜止開始先加速，然後減速為零，對全過程進行分析求解。

設加速位移為 x_1 ，減速位移為 x_2 ；水平外力 F 在 x_1 段做正功，滑動摩擦力 F_f 在 $(x_1 + x_2)$ 段做負功， mg 、 F_N 不做功；初動能 $E_{k0} = 0$ ，末動能 $E_k = 0$



根據動能定理： $Fx_1 - \mu mg(x_1 + x_2) = 0 - 0$

$$\text{得 } x_2 = \frac{F - \mu mg}{\mu mg} x_1$$

答案 $\frac{F - \mu mg}{\mu mg} x_1$

[即學即練]

3. 一個質點放在光滑的水平面上，在水平恒力 F 作用下由靜止開始運動，當速度達到 v 時，立即換成一個方向相反、大小為 $3F$ 的恒力作用，經過一段時間後，質點回到出發點，求質點回到出發點時的速度。

解析 根據動能定理可列出以下兩式：

$$Fs = \frac{1}{2}mv^2 \quad \text{①}$$

$$-3F \cdot (-s) = \frac{1}{2}mv'^2 - \frac{1}{2}mv^2 \quad \text{②}$$

聯立①②兩式，可解得 $v' = \pm 2v$ ，

根據題意應取 $v' = -2v$ 。

答案 $-2v$

4. 在距地面高 12 m 處，以 12 m/s 的水平速度拋出質量為 0.5 kg 的小球，其落地時速度大小為 18 m/s，求小球在運動過程中克服阻力做功多少？(g 取 10 m/s²)

解析 對小球自拋出至落地過程由動能定理得：

$$mgh - W_f = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

則小球克服阻力做功為：

$$\begin{aligned} W_f &= mgh - \left[\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 \right] \\ &= 0.5 \times 10 \times 12 \text{ J} - \left[\frac{1}{2} \times 0.5 \times 18^2 - \frac{1}{2} \times 0.5 \times 12^2 \right] \text{ J} \\ &= 15 \text{ J} \end{aligned}$$

答案 15 J

課堂自測

反馈训练 课堂达标

1. 改變汽車的質量和速度大小，都能使汽車的動能發生變化，則下列說法中正確的是()

- A. 質量不變，速度增大到原來的 2 倍，動能增大為原來的 2 倍
- B. 速度不變，質量增大到原來的 2 倍，動能增大為原來的 2 倍
- C. 質量減半，速度增大到原來的 4 倍，動能增大為原來的 2 倍
- D. 速度減半，質量增大到原來的 2 倍，動能增大為原來的 2 倍

解析 動能 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ ，所以質量 m 不變，速度 v 增大為原來的 2 倍時，動能 E_k 增大為原來的 4 倍，A 錯誤；當速度不變，質量 m 增大為原來的 2 倍時，動能 E_k 也增大為原來的 2 倍，B 正確；若質量減半，速度增大為原來的 4 倍，則動能增大為原來的 8 倍，C 錯誤；速度 v 減半，質量增大為原來的 2 倍，則

$$E_k' = \frac{1}{2} \times 2m \left(\frac{v}{2} \right)^2 = \frac{1}{4}mv^2 = \frac{1}{2}E_k, \text{ 動能減半, D 錯誤。}$$



答案 B

2. 連接 A 、 B 兩點的弧形軌道 ACB 和 ADB 關於 AB 連線對稱，材料相同，粗糙程度相同，如圖 1 所示，一個小物塊由 A 點以一定的初速度 v 開始沿 ACB 軌道到達 B 點的速度為 v_1 ；若由 A 以大小相同的初速度 v 沿 ADB 軌道到達 B 點的速度為 v_2 。比較 v_1 和 v_2 的大小有()

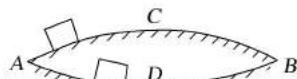


圖 1

A. $v_1 > v_2$

B. $v_1 = v_2$

C. $v_1 < v_2$

D. 條件不足，無法判定

解析 弧形軌道 ACB 和 ADB 的長度相等，物塊在上面滑動時動摩擦因數相同，物塊在上面運動可認為做圓周運動，由於物塊在 ADB 上運動時對曲面的正壓力大於在 ACB 上對曲面的正壓力，故在 ADB 上克服摩擦力做的功大於在 ACB 上克服摩擦力做的功，再由動能定理得出選項 A 正確。

答案 A

3. (多選)物體沿直線運動的 $v-t$ 圖象如圖 2 所示，已知在第 1 秒內合力對物體做功為 W ，則()

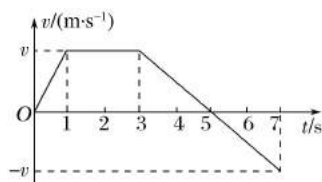


圖 2

A. 從第 1 秒末到第 3 秒末合力做功為 $4W$

B. 從第 3 秒末到第 5 秒末合力做功為 $-2W$

C. 從第 5 秒末到第 7 秒末合力做功為 W

D. 從第 3 秒末到第 4 秒末合力做功為 $-0.75W$

解析 由題圖可知物體速度變化情況，根據動能定理得，

第 1 s 內， $W = \frac{1}{2}mv^2$ ，第 1 s 末到第 3 s 末，

$$W_1 = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv^2 = 0, \text{ A 錯誤；}$$

第 3 s 末到第 5 s 末， $W_2 = 0 - \frac{1}{2}mv^2 = -W$ ，B 錯誤；

第 5 s 末到第 7 s 末， $W_3 = \frac{1}{2}m(-v)^2 - 0 = W$ ，C 正確；

第 3 s 末到第 4 s 末， $W_4 = \frac{1}{2}m\left(\frac{v}{2}\right)^2 - \frac{1}{2}mv^2 = -0.75W$ ，D 正確。

答案 CD

4. 一架噴氣式飛機，質量 $m = 5.0 \times 10^3 \text{ kg}$ ，起飛過程中從靜止開始運動。當位移達到 $l = 5.3 \times 10^2 \text{ m}$ 時，速度達到起飛速度 $v = 60 \text{ m/s}$ ，在此過程中飛機受到的平均阻力是飛機重力的 0.02 倍。求飛機受到的平均牽引力。(g 取 10 m/s^2)

解析 飛機的初動能 $E_{k1} = 0$ ，末動能 $E_{k2} = \frac{1}{2}mv^2$ ；



根據動能定理，有： $(F_{\text{牽}} - kmg)l = \frac{1}{2}mv^2 - 0$

解出 $F_{\text{牽}} = \frac{mv^2}{2l} + kmg$ ，其中 $k=0.02$ ，

把數據代入後解得： $F_{\text{牽}} \approx 1.8 \times 10^4 \text{ N}$

所以飛機所受的平均牽引力是 $1.8 \times 10^4 \text{ N}$ 。

答案 $1.8 \times 10^4 \text{ N}$

二、新課教學：§7.7 探究彈性勢能的表達式

課題	§7.7 動能和動能定理	設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2018.04.30	課型	新授課	課時	4 課時

2.1 教學目標

1· 知識和技能：

- (1)理解動能的概念，會用動能的定義式進行計算；
- (2)理解動能定理及其推導過程；
- (3)知道動能定理的適用條件，會用動能定理進行計算。

2· 過程和方法：

- (1)體驗實驗與理論探索相結合的探究過程。
- (2)培養學生演繹推理的能力。
- (3)培養學生的創造能力和創造性思維。

3· 情感、態度和價值觀：

- (1)激發學生對物理問題進行理論探究的興趣。
- (2)激發學生用不同方法處理同一問題的興趣，會選擇用最優的方法處理問題。

2.2 教學重點

- 1· 動能的概念；
- 2· 動能定理的推導和理解。

2.3 教學難點

動能定理的理解和應用。

2.4 教學方法

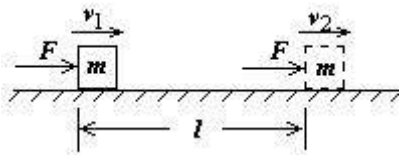
講授法、討論法、練習法

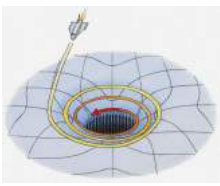


2.5 教學準備

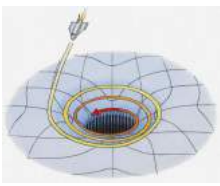
投影儀、投影片、錄相資料、CAI 課件。

2.6 教學過程

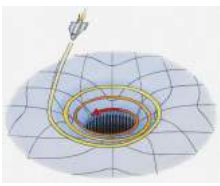
教師活動	學生活動	點 評
<p>一、引入新課</p> <p><u>回顧探究功與速度變化關係的實驗</u></p> <p><u>提問 1</u>：當 $v_0=0$ 時，拉力對小車做的功與速度有什麼關係？</p> <p><u>提問 2</u>：當 $v_0 \neq 0$ 時，力對小車做功與速度的變化有什麼關係？</p> <p>設計情景：建立模型，如圖所示，某物體的質量為 m，在與運動方向相同的恒力 F 的作用下發生一段位移，速度由 v_1 增加到 v_2。求從動力學和運動學的角度找出 F、l、與 m、v_2、v_1 的關係。</p>  <p>選擇學生的答案，投影學生的解答過程，歸納，總結。</p> <p>根據牛頓第二定律：$F = ma$①</p> <p>根據運動學公式：$v_2^2 - v_1^2 = 2al$...②</p> <p>代入得：$F = m \frac{v_2^2 - v_1^2}{2l}$③</p> <p>移項得：</p> $Fl = m \frac{v_2^2 - v_1^2}{2} = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$ <p>即得：$Fl = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$</p> <p><u>提問 3</u>：對於上面的結論，你有什麼想法？</p> <p>提示：①將結論與實驗結合對比。 $v_0 \neq 0$ 時，$W \propto v_2^2 - v_1^2$</p>	<p>學生回答：$v_0=0$ 時，$W \propto v^2$。</p> <p>當 $v_0 \neq 0$ 時，$W \propto v_2^2 - v_1^2$</p> <p>學生利用所學功的知識和運動學知識理論推導。</p> $Fl = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$	<p>在實驗的基礎上深入探究，激發學生的學習興趣。</p> <p>學生直接參與探究過程，增加感性認識。</p> <p>讓學生感受理論探究的過程，在學生求解的過程中要適度巡視，加以指導。</p> <p>應用學生的解答過程，肯定學生的探究過程。讓學生</p>

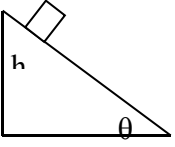
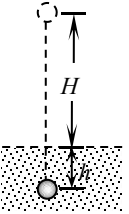


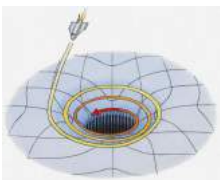
教師活動	學生活動	點 評
<p>比例係數為 $m/2$</p> <p>②功是能量轉化的量度。</p> <p>$\frac{1}{2}mv_2^2$，$\frac{1}{2}mv_1^2$ 對應著後來和開始位置的一種能量。這個能量與速度及物體的質量有關，我們把這種能量定義為動能。</p> <p>【板書】一、動能 1、定義：物體由於運動而具有的能量叫動能。</p> <p>二、新課教學</p> <p>【板書】2、公式：$E_k = \frac{1}{2}mv^2$</p> <p>【板書】3、理解： ①動能是標量，且總為正值，由物體的速率和質量決定，與運動方向無關； ②動能的單位：焦 (J) $1J=1N \cdot m=1kg \cdot m^2/s^2$ ③動能是狀態量 ④動能的改變量 $\Delta E_k = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$</p> <p>雖然 E_k 永遠為正但是 ΔE_k 有正有負。ΔE_k 為正則動能增加，ΔE_k 為負則動能減小。</p> <p>例 1：對動能的理解，下列說法正確的是 (A 、C)</p> <p>A.凡是運動的物體，都具有動能 B.質量一定的物體，速度變化，則動</p>	<p>學生討論：①$v_0=0$ 時，$W \propto v^2$。當 $v_0 \neq 0$ 時，$W \propto v_2^2 - v_1^2$</p> <p>與實驗結論吻合</p> <p>②左邊是力做功，右邊是能量變化。所以 $\frac{1}{2}mv^2$ 應該是個有特殊意義的物理量。</p> <p>學生討論找出“$\frac{1}{2}mv^2$”這個特定意義的物理量。</p> <p>學生討論：動能是標量。</p> <p>學生回答：動能的單位和功的單位相同。</p> <p>學生思考回答 速度時向量，而動能是標量，所以速度變化可能是方向變化，大小不變，此時動能不變。</p> <p>預設學生回答：質量，速度。</p>	<p>體會探究的樂趣和喜悅。</p> <p>在探究的基礎上進一步激發學生的科學思維能力。</p> <p>通過問題增加學生對知識的感性認識和橫向聯繫，突破教學難點。</p>

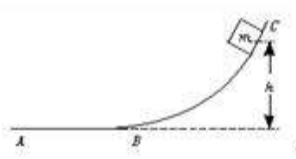


教師活動	學生活動	點評
<p>能一定變化 C.同一質量的物體，動能變化，則速度一定變化 D.動能不變的物體，一定處於平衡狀態</p> <p>二、對 $Fl = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$ 的理解</p> <p>講解：有了動能的相關知識，我們再對 $Fl = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$ 進一步認識。</p> <p>提問 4：動能的改變與什麼外因有關？</p> <p>若學生回答是質量、速度時，教師提示質量確定時，速度改變時什麼因素造成的？即動能改變的外因是什麼？</p> <p>【板書】 (1) 力對物體做功是造成物體動能改變的外因。</p> <p>提問 5：對於結論 $Fl = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$ 中 F 是力，請問這個力是什麼力？除了題目中的拉力，其他力可以嗎？</p> <p>提問 6：如果物體同時受多個力作用，什麼力做功使物體的動能變化？(如下例)</p> <div data-bbox="279 1612 758 1758" style="text-align: center;"> </div> <p>【板書】 (2) 力 F 做功指物體所受的合外力對物體做的總功。</p>	<p>學生思考回答：做功等於物體動能的變化。力對物體做了功是動能變化的外因。</p> <p>學生討論：可以。 舉例：自由落體，重力對物體做功，動能變化。</p> <p>學生思考：此時的 F 應為物體受到的合外力。</p> <p>學生通過前面理論推導 $F=ma$ 的基礎上分析此處 F 應為合力的推斷。</p> <p>學生討論：例 2 物體受到重力和支持力，合外力做的總功改變物體的動能。</p> <p>變式 1 應該為重力支持力和摩擦力三個力在下滑到底端的過程中做的功等於動能變化。</p>	<p>緊緊扣住探究過程，再次提出問題，激發學生的研究興趣和學習熱情，發揮學生的主觀能動性。</p> <p>通過學生的思考，和以前所學的思維方法有機結合，突破難點。</p> <p>學習用理論指導實踐的方法，培養細緻嚴謹的科學態度。</p> <p>學生根據所學的知識，當堂鞏固，培養應用規律解決問題的能力，加強對知識和</p>



教師活動	學生活動	點評
<p>例題 2：一質量為 M 的物體從高為 h 傾角為 θ 的光滑斜面上滑下，求滑到底端時物體的速度。</p> <p>變式 1：若斜面粗糙，且摩擦因素是 μ，則滑到底端時的速度時多少？</p>  <p>可將 $Fh = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$ 改寫</p> <p>【板書】三、動能定理</p> <p>1、運算式： $W_{\text{合}} = \Delta E_k = E_{k2} - E_{k1}$</p> <p>2、表述：合外力在一個過程中對物體做的功，等於這段過程中物體動能的變化。</p> <p>例 3：將質量 m 的一塊石頭從離地面 H 高處由靜止開始釋放，①求落到地面時的速度。②石頭落到地面後陷入泥中 h 深處，不計空氣阻力，求泥對石頭的平均阻力。</p>  <p>可以全過程解題： $mg(H+h) - fh = 0 - 0$</p> <p>3、適用條件：動能定理適用於恒力、變力做功和勻加速、變加速運動，單過程、多過程等情況。</p> <p>例 4、一輛質量為 m、速度為 v_0 的汽車，關閉發動機後，在水平面上滑行了 x 的距離停下。求該過程中汽車受到的阻力。</p> <p>提問：通過例題歸納出應用動能定理解題的步驟？</p>	<p>例 3： 分段：由 $mgH = \frac{1}{2}mv^2 - 0$</p> <p>得 $v = \sqrt{2gH}$</p> <p>落入泥中後，小球受重力和阻力</p> <p>$mgh - fh = 0 - \frac{1}{2}mv^2$</p> <p>求出 f。</p> <p>可用運動學和牛頓運動定律分階段解決。</p> <p>總結動能定理適用條件。</p> <p>學生分成兩組分別用動能定理和運動學的知識解決問題。</p> <p>學生思考、體會運用動能定理解題的步驟。</p> <p>學生回答：動能定理不涉及物體運動過程中的加速度和時間，應用比較方便。</p> <p>仍讓學生分成兩組分別用動能定理和運動學的知識解決問題。</p> <p>運用運動學知識解題的</p>	<p>規律的理解。同時拓展學生的認知空間。</p> <p>在對知識充分理解的基礎上總結得到動能定理，並且深理解其優越性。</p> <p>通過比較，激發學生用不同方法處理同一問題的興趣。通過比較，突出動能定理的優點，增強學生對知識的內化。</p> <p>通過簡單例題強化解題步驟，培養學生科學細緻的解題思路和規範。</p>



教師活動	學生活動	點評
<p>【板書】4、應用動能定理理解題的步驟</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、確定研究對象，確定研究過程 2、分析物體的受力和各力的做功情況 3、確定初末狀態的動能 4、應用動能定理列方程求解，檢驗 <p>鞏固練習</p> <p>例 5、若物體從高為 h 的光滑曲面滑下，則到達底端時速度為多大？</p>  <p>變式：若質量 m 的物體從高為 h 的粗糙曲面滑下，則到達底端時速度為 v，求下滑過程中摩擦力做功？</p> <p>提問 7：與運動學知識解決問題相比，用動能定理有什麼優勢？</p> <p>三、學習小結：</p> <p>四、作業：KKL 課後作業。</p>	<p>同學發現無法解決。</p>	<p>再次通過比較突出動能定理的優勢。</p> <p>小結：加深對課堂知識的鞏固和理解。</p>

2.7 板書設計

一、動能

1、定義：物體由於運動而具有的能量叫動能。

2、公式： $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

3、說明：①動能是標量

②動能的單位：焦 (J)

③動能是狀態量

④動能的改變量 $\Delta E_k = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$

二、對 $Fl = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$ 的理解



- 1、力對物體做功是造成物體動能改變的外因。
- 2、力 F 做功指物體所受的合外力對物體做的總功。

三、動能定理

1、運算式： $W_{\text{總}} = \Delta E_k = E_{k2} - E_{k1}$

2、表述：合外力在某個過程對物體做的功，等於物體在這個過程裏動能的變化。

3、適用條件：動能定理適用於變力做功和曲線運動的情況。

4、利用動能定理的解題步驟：

(1) 確定研究對象、研究過程；

(2) 分析物體受力，畫受力示意圖，明確各力做功情況，並確定外力所做的總功；

(3) 分析物體的運動，明確物體的初、末狀態，確定初、末狀態的動能及動能的變化；

(4) 根據動能定理列方程求解；

三、課後練習：§7.7 動能和動能定理

1. 關於物體的動能，下列說法中正確的是()

- A. 物體速度變化，其動能一定變化
- B. 物體所受的合外力不為零，其動能一定變化
- C. 物體的動能變化，其運動狀態一定發生改變
- D. 物體的速度變化越大，其動能變化一定也越大

解析 選項 A 中，若速度的方向變化而大小不變，則其動能不變化，故選項 A 錯誤；選項 B 中，物體受合外力雖不為零，但只要速度大小不變，其動能就不變化，如勻速圓周運動中，物體所受合外力不為零，但速度大小始終不變，動能不變，故選項 B 錯誤；選項 C 中，物體動能變化，其速度一定發生變化，故運動狀態改變，選項 C 正確；選項 D 中，物體速度變化若僅由方向變化引起，其動能可能不變，如勻速圓周運動中，速度變化，但動能始終不變，故選項 D 錯誤。

答案 C

2. 關於公式 $W = E_{k2} - E_{k1} = \Delta E_k$ ，下列說法正確的是()

- A. 功就是動能，動能就是功
- B. 功可以變為能，能可以變為功
- C. 動能變化的多少可以用功來量度
- D. 若物體速度在變化，則動能一定在變化

解析 功和能(動能)是兩個不同的概念，不可以相互轉化，動能定理只是反映了合外力做的功與物體動能變化的關係，亦即反映了動能變化的多少可以由合外力做的功來量度。

答案 C

3. 一物體在運動過程中，重力做了 -2 J 的功，合力做了 4 J 的功，則()

- A. 該物體動能減少，減少量等於 4 J



- B · 該物體動能增加，增加量等於 4 J
- C · 該物體重力勢能減少，減少量等於 2 J
- D · 該物體重力勢能增加，增加量等於 4 J

解析 由 $W_G = -\Delta E_p$ 知，重力勢能增大 2 J，由動能定理， $W_{\text{總}} = \Delta E_k$ ，知動能增大了 4 J，故 B 正確。

答案 B

4 · 兩個物體質量比為 1 : 4，速度大小之比為 4 : 1，則這兩個物體的動能之比()

- A · 1 : 1
- B · 1 : 4
- C · 4 : 1
- D · 2 : 1

解析 由動能定理運算式， $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ ，知動能之比為 4 : 1，故 C 正確。

答案 C

5 · 一質量為 2 kg 的滑塊，以 4 m/s 的速度在光滑水平面上向左滑行，從某一時刻起，在滑塊上作用一向右的水平力，經過一段時間，滑塊的速度方向變為向右，大小為 4 m/s，在這段時間裏水平力所做的功為()

- A · 32 J
- B · 16 J
- C · 8 J
- D · 0

解析 由動能定理得 $W_F = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 4^2 \text{ J} - \frac{1}{2} \times 2 \times (-4)^2 \text{ J} = 0$ ，故 D 正確。

答案 D

6 · 物體 A 和 B 質量相等，A 置於光滑的水平面上，B 置於粗糙水平面上，開始時都處於靜止狀態。在相同的水平力作用下移動相同的距離，則()

- A · 力 F 對 A 做功較多，A 的動能較大
- B · 力 F 對 B 做功較多，B 的動能較大
- C · 力 F 對 A 和 B 做功相同，A 和 B 的動能相同
- D · 力 F 對 A 和 B 做功相同，A 的動能較大

解析 因為力 F 及物體位移相同，所以力 F 對 A、B 做功相同，但由於 B 受摩擦力的作用，合外力對 B 做的總功小於合外力對 A 做的總功，根據動能定理可知移動相同的距離後，A 的動能較大。

答案 D

7 · 如圖 1 所示，在水平桌面上的 A 點有一個質量為 m 的物體以初速度 v_0 被拋出，不計空氣阻力，當它到達 B 點時，其動能為()

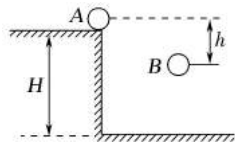


圖 1

- A · $\frac{1}{2}mv_0^2 + mgH$
- B · $\frac{1}{2}mv_0^2 + mgh$
- C · $\frac{1}{2}mv_0^2 - mgh$
- D · $\frac{1}{2}mv_0^2 + mg(H-h)$

解析 由 A 到 B，合外力對物體做的功 $W = mgh$ ，物體的動能變化 $\Delta E_k = E_k$



$-\frac{1}{2}mv_0^2$ ，根據動能定理得物體在 B 點的動能 $E_k = \frac{1}{2}mv_0^2 + mgh$ ， B 正確。

答案 B

8. 如圖 2 所示， AC 和 BC 是兩個固定的斜面，斜面的頂端在同一豎直線上。質量相同的兩個物體分別自斜面 AC 和 BC 的頂端由靜止開始下滑，物體與斜面間的動摩擦因數相同。從斜面 AC 上滑下的物體滑至底部 C 點時的動能為 E_{k1} ，下滑過程中克服摩擦力所做的功為 W_1 ；從斜面 BC 上滑下的物體滑至底部 C 點時的動能為 E_{k2} ，下滑過程中克服摩擦力所做的功為 W_2 ，則()

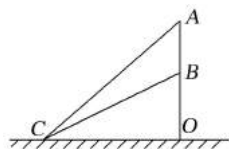


圖 2

A. $E_{k1} < E_{k2}$ ， $W_1 > W_2$

B. $E_{k1} > E_{k2}$ ， $W_1 > W_2$

C. $E_{k1} > E_{k2}$ ， $W_1 = W_2$

D. $E_{k1} < E_{k2}$ ， $W_1 < W_2$

解析 設斜面的傾角為 θ ，滑動摩擦力大小為： $F_f = \mu mg \cos \theta$ ，則物體克服摩擦力所做的功為 $W = \mu mg s \cos \theta$ 。而 $s \cos \theta$ 相同，所以克服摩擦力做功相等，即 $W_1 = W_2$ 。根據動能定理得： $mgh - \mu mg s \cos \theta = E_k - 0$ ，在 AC 斜面上滑動時重力做功多，克服摩擦力做功相等，則在 AC 面上滑到底端的動能大於在 BC 面上滑到底端的動能，即 $E_{k1} > E_{k2}$ 。故 C 正確。

答案 C

9. 一輛汽車以 $v_1 = 6 \text{ m/s}$ 的速度沿水平路面行駛時，急剎車後能滑行 $x_1 = 3.6 \text{ m}$ ，如果以 $v_2 = 8 \text{ m/s}$ 的速度行駛，在同樣的路面上急剎車後滑行的距離 x_2 應為(不計空氣阻力的影響)()

A. 6.4 m

B. 5.6 m

C. 7.2 m

D. 10.8 m

解析 急剎車後，車只受摩擦阻力 F_f 的作用，且兩種情況下摩擦力大小是相同的，汽車的末速度皆為零。則有

$$-F_f x_1 = 0 - \frac{1}{2}mv_1^2 \quad \text{①}$$

$$-F_f x_2 = 0 - \frac{1}{2}mv_2^2 \quad \text{②}$$

$$\text{②式除以①式得} \frac{x_2}{x_1} = \frac{v_2^2}{v_1^2}。$$

$$\text{故汽車滑行的距離} x_2 = \frac{v_2^2}{v_1^2} x_1 = \left(\frac{8}{6}\right)^2 \times 3.6 \text{ m} = 6.4 \text{ m}。$$

答案 A

10. 木塊在水平恒力 F 的作用下，沿水平路面由靜止出發前進了 L ，隨即撤去此恒力，木塊沿原方向又前進了 $2L$ 才停下來，設木塊運動全過程中地面情況相同，則摩擦力的大小 F_f 和木塊所獲得的最大動能 E_k 分別為()

A. $F_f = \frac{F}{2}$ $E_k = \frac{FL}{2}$

B. $F_f = \frac{F}{2}$ $E_k = FL$

C. $F_f = \frac{F}{3}$ $E_k = \frac{2FL}{3}$

D. $F_f = \frac{2}{3}F$ $E_k = \frac{FL}{3}$

答案 C



11 ·

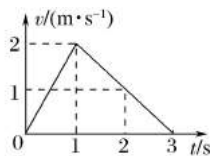


圖 3

物體在合外力作用下做直線運動的 $v-t$ 圖象如圖 3 所示，下列表述正確的是()

- A · 在 $0\sim 1$ s 內，合外力做正功
- B · 在 $0\sim 2$ s 內，合外力總是做負功
- C · 在 $1\sim 2$ s 內，合外力不做功
- D · 在 $0\sim 3$ s 內，合外力總是做正功

解析 由 $v-t$ 圖知， $0\sim 1$ s 內， v 增加，動能增加，由動能定理可知合外力做正功，A 正確； $1\sim 2$ s 內， v 減小，動能減小，合外力做負功，B、C、D 錯誤。

答案 A

12 · 甲、乙兩物體質量之比 $m_1:m_2=1:2$ ，它們與水平桌面間的動摩擦因數相同，在水平桌面上運動時，因受摩擦力作用而停止。

(1)若它們的初速度相同，則運動位移之比為_____；

(2)若它們的初動能相同，則運動位移之比為_____。

解析 (1)甲、乙的初速度相同，設為 v_0 ，由動能定理得 $-\mu m_1 g l_1 = 0 - \frac{1}{2} m_1 v_0^2$ ， $-\mu m_2 g l_2 = 0 - \frac{1}{2} m_2 v_0^2$ ，所以 $l_1:l_2=1:1$ 。

(2)甲、乙的初動能相同，設為 E_k ，由動能定理得 $-\mu m_1 g l_1 = 0 - E_k$ ， $-\mu m_2 g l_2 = 0 - E_k$ ，所以 $l_1:l_2=m_2:m_1=2:1$ 。

13 · 公路上的“避險車道”，車道表面是粗糙的碎石，其作用是供下坡的汽車在剎車失靈的情況下避險。質量 $m=2.0\times 10^3$ kg 的汽車沿下坡行駛，當駕駛員發現剎車失靈的同時發動機失去動力，此時速度表示數 $v_1=36$ km/h，汽車繼續沿下坡勻加速直行 $l=350$ m、下降高度 $h=50$ m 時到達“避險車道”，此時速度表示數 $v_2=72$ km/h。

(1)求從發現剎車失靈至到達“避險車道”這一過程汽車動能的變化量；

(2)求汽車在下坡過程中所受的阻力；

(3)若“避險車道”與水平面間的夾角為 17° ，汽車在“避險車道”受到的阻力是在下坡公路上的 3 倍，求汽車在“避險車道”上運動的最大位移($\sin 17^\circ \approx 0.3$)。

解析 (1)由 $\Delta E_k = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2$ 得 $\Delta E_k = 3.0 \times 10^5$ J

(2)由動能定理 $mgh - F_f l = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2$ 得 $F_f = \frac{\frac{1}{2} m v_1^2 - \frac{1}{2} m v_2^2 + mgh}{l} = 2 \times 10^3$ N

(3)設向上運動的最大位移是 l' ，由動能定理

$-(mgsin 17^\circ + 3F_f)l' = 0 - \frac{1}{2} m v_2^2$ 得 $l' = \frac{\frac{1}{2} m v_2^2}{mgsin 17^\circ + 3F_f} = 33.3$ m



第八課題 §7.8 機械能守恆定律 (4 課時)

一、課前自主預習學案

知識點一 動能與勢能的相互轉化

[基礎梳理]

1. 機械能的定義

動能與勢能(包括重力勢能和彈性勢能)統稱為機械能，用符號 E 表示。

2. 機械能具有相對性

因為勢能具有相對性(需確定零勢能參考平面)，同時，與動能相關的速度也具有相對性(應該相對於同一慣性參考系，一般是以地面為參考系)，所以機械能也具有相對性。只有在確定了參考系和零勢能參考平面的情況下，機械能才有確定的物理意義。

3. 動能和勢能相互轉化

(1) 重力勢能與動能相互轉化

用細線、小球等做實驗，把一個小球用細線懸掛起來，把小球拉到一定高度的 A 點，然後放開，小球在擺動過程中，重力勢能與動能相互轉化。我們看到，小球可以擺到跟 A 點等高的 C 點，如圖 1 甲所示，如果用尺子在某一側擋住細線，小球雖然不能擺到 C 點，但擺到另一側時，也能到達跟 A 點相同的高度，如圖乙所示。

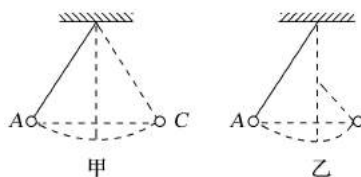


圖 1

實驗證明，小球在擺動過程中重力勢能和動能在不斷轉化。在擺動過程中，小球總能回到原來的高度，可見，重力勢能和動能的總和不變。

(2) 彈性勢能與動能相互轉化

被壓縮的彈簧具有彈性勢能，當彈簧恢復原來形狀時，就把跟它接觸的物體彈出去，這一過程中，彈力做正功，彈簧的彈性勢能減少，而物體得到一定的速度，動能增加。射箭時弓的彈性勢能減少，箭的動能增加，也是這樣一種過程。

如果重力和彈力做正功，重力勢能或彈性勢能就減少，動能增加，意味著重力勢能或彈性勢能轉化為動能；反之，如果重力或彈力做負功，重力勢能或彈性勢能就增加，動能減少，意味著動能轉化為重力勢能或彈性勢能。可見，通過重力或彈力做功，機械能可以從一種形式轉化為另一種形式。

[典例精析]

【例 1】2016 年巴西奧運會上，中國選手鄧薇以 262 公斤(抓舉 115 公斤，挺舉 147 公斤)的總成績打破奧運會紀錄、世界紀錄。某次抓舉，在杠鈴被舉高的整個過程中，不計空氣阻力，下列說法正確的是()



圖 2

- A · 杠鈴的動能一直增大 B · 杠鈴的重力勢能一直增大
C · 杠鈴的機械能守恆 D · 杠鈴一直處於超重狀態

解析 杠鈴被舉高的過程一定經歷了先加速向上，後減速向上的運動，所以動能應先增大後減小，A 錯；物體一直向上運動，重力勢能一直增大，B 正確；因人對杠鈴的支持力做正功，杠鈴的機械能增加，C 不正確；加速度先向上，後向下，杠鈴先超重，後失重，D 不正確。

答案 B

知識點二 機械能守恆定律

[基礎梳理]

1 · 推導

(1) 情景設定

如圖 3 所示，設小球下落過程中經過高度為 h_1 的 A 點速度為 v_1 ，經過高度為 h_2 的 B 點速度為 v_2 ，分析下落過程中 A、B 兩位置的動能與勢能的總和之間的數量關係。

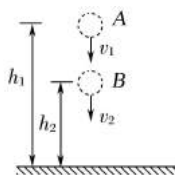


圖 3

(2) 理論推導

從 A 點到 B 點，由動能定理知重力做的功

$$W_G = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = E_{k2} - E_{k1},$$

由重力做功和重力勢能變化的關係有

$$W_G = mgh_1 - mgh_2 = E_{p1} - E_{p2},$$

得到 $E_{k2} - E_{k1} = E_{p1} - E_{p2}$ ，

移項後，得 $E_{p1} + E_{k1} = E_{p2} + E_{k2}$ 。

(3) 探究結論

自由落體運動過程中，動能和勢能之和保持不變。

2 · 機械能守恆定律的內容

在只有重力或彈力做功的物體系統內，動能與勢能可以互相轉化，而總的機械能保持不變。

3 · 守恆條件

只有重力或彈力做功。

4 · 運算式

(1) 守恆式： $E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}$ (或 $E_1 = E_2$)

此式表示系統的兩個狀態的機械能總量相等。

(2) 轉化式： $\Delta E_k = -\Delta E_p$



此式表示系統動能的增加(減少)量等於勢能的減少(增加)量。

(3)轉移式： $\Delta E_{A增} = \Delta E_{B減}$

此式表示系統A部分機械能的增加量等於B部分機械能的減少量。

5. 機械能是否守恆的判斷

(1)利用機械能守恆的條件直接判斷。

(2)從做功角度判斷：若物體或系統只有重力(或彈簧的彈力)做功，雖受其他力，但其他力不做功，機械能守恆。

(3)從能量轉化角度判斷：系統內只有動能、重力勢能、彈性勢能的相互轉化，無其他形式能量的轉化，系統機械能守恆。

[典例精析]

【例2】下列運動的物體，機械能守恆的是()

- A. 物體沿斜面勻速下滑
- B. 物體從高處以 $0.9g$ 的加速度豎直下落
- C. 物體沿光滑曲面滑下
- D. 拉著一個物體沿光滑的斜面勻速上升

解析 物體沿斜面勻速下滑時，動能不變，重力勢能減小，所以機械能減小。物體以 $0.9g$ 的加速度下落時，除重力外，其他力的合力向上，大小為 $0.1mg$ ，合力在物體下落時對物體做負功，物體機械能不守恆；物體沿光滑曲面滑下時，只有重力做功，機械能守恆；拉著物體沿斜面上升時，拉力對物體做功，物體機械能不守恆；綜上，機械能守恆的是C項。

答案 C

[即學即練]

1. (多選)如圖4所示，下列關於機械能是否守恆的判斷正確的是()

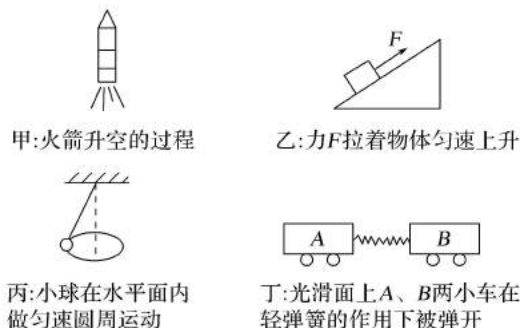


圖4

A. 甲圖中，火箭升空的過程中，若勻速升空機械能守恆，若加速升空機械能不守恆

B. 乙圖中物體勻速運動，機械能守恆

C. 丙圖中小球做勻速圓周運動，機械能守恆

D. 丁圖中，輕彈簧將A、B兩小車彈開，兩小車組成的系統機械能不守恆，兩小車和彈簧組成的系統機械能守恆

解析 題圖甲中無論火箭勻速上升還是加速上升，由於有推力做功，機械能增加，因而機械能不守恆；題圖乙中拉力F做功，機械能不守恆；題圖丙中，小球受到的所有力都不做功，機械能守恆；題圖丁中，彈簧的彈力做功，彈簧的彈性勢能轉化為兩小車的動能，兩小車與彈簧組成的系統機械能守恆。

答案 CD



知識點三 機械能守恆定律的應用

[基礎梳理]

1. 應用步驟

- (1) 確定研究對象：物體或系統
- (2) 對研究對象進行正確的受力分析。
- (3) 判斷各個力是否做功，並分析是否符合機械能守恆的條件。
- (4) 視解題方便與否選取零勢能參考平面，並確定研究對象在初、末狀態時的機械能。
- (5) 根據機械能守恆定律列出方程，或再輔以其他方程，進行求解。

2. 應用機械能守恆定律時，系統內相互作用的物體間的力可以是變力，也可以是恒力，只要符合守恆條件，機械能就守恆。而且機械能守恆定律只涉及物體系統的初、末狀態的物理量，不需分析中間過程的複雜變化，使處理問題得到簡化。

[典例精析]

【例3】如圖5所示，讓擺球從圖中A位置由靜止開始下擺，正好擺到最低點B位置時線被拉斷。設擺線長 $l=1.6\text{ m}$ ，O點離地高 $H=5.8\text{ m}$ ，不計線斷時的機械能損失，不計空氣阻力， g 取 10 m/s^2 ，求：

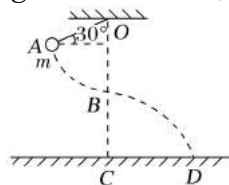


圖 5

- (1) 擺球剛到達B點時的速度大小；
- (2) 落地時擺球的速度大小。

解析 (1) 擺球由A到B的過程中只有重力做功，故機械能守恆。根據機械能守恆定律得

$$mgl(1 - \sin 30^\circ) = \frac{1}{2}mv_B^2,$$

$$\text{則 } v_B = \sqrt{2gl(1 - \sin 30^\circ)} = \sqrt{gl} = \sqrt{10 \times 1.6} \text{ m/s} \\ = 4 \text{ m/s}.$$

(2) 設擺球落地點為題圖中的D點，則擺球由B到D過程中只有重力做功，機械能守恆。根據機械能守恆定律得

$$\frac{1}{2}mv_D^2 - \frac{1}{2}mv_B^2 = mg(H - l)$$

$$\text{則 } v_D = \sqrt{v_B^2 + 2g(H - l)} \\ = \sqrt{4^2 + 2 \times 10 \times (5.8 - 1.6)} \text{ m/s} = 10 \text{ m/s}.$$

答案 (1) 4 m/s (2) 10 m/s

技巧點撥 無論物體是做直線運動還是做曲線運動都可應用機械能守恆定律。應用機械能守恆定律時，正確選取研究對象和研究過程，明確初、末狀態的動能和勢能，是解決問題的關鍵。

[即學即練]

2. 以 10 m/s 的速度將質量為 m 的物體從地面上豎直向上拋出，取地面為零勢能面，若忽略空氣阻力， g 取 10 m/s^2 ，則：

- (1) 物體上升的最大高度是多少？



(2)上升過程中在何處重力勢能與動能相等？

解析 (1)由於物體在運動過程中只有重力做功，所以機械能守恆。取地面為零勢能面，則 $E_1 = \frac{1}{2}mv_0^2$ ，在最高點動能為 0，故 $E_2 = mgh$ ，由機械能守恆定律 $E_1 = E_2$ 可得：

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = mgh, \text{ 所以 } h = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{10^2}{2 \times 10} \text{ m} = 5 \text{ m}.$$

(2)初態物體在地面上， $E_1 = \frac{1}{2}mv_0^2$ ，設重力勢能與動能相等時在距離地面 h_1 高處， $E_2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 = 2mgh_1$ ，由機械能守恆定律可得： $\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 = 2mgh_1$ ，所以 $h_1 = \frac{v_0^2}{4g} = 2.5 \text{ m}$

答案 (1)5 m (2)2.5 m

知識點四 機械能守恆定律的綜合應用

[基礎梳理]

機械能守恆定律與動能定理的比較

規律 比較內容	機械能守恆定律	動能定理
應用範圍	只有重力和彈力做功時	無條件限制
物理意義	其他力(重力、彈力以外)所做的功是機械能變化的量度	合外力對物體所做的功是動能變化的量度
研究對象	相互作用的物體系統	單個物體(或可視為單個物體的系統)
關注角度	守恆的條件和始末狀態機械能的形式及大小	動能的變化及改變動能的方式(合外力做功的情況)
說明	等號右邊表示動能增量時，左邊表示勢能的減少量，“ mgh ”表示重力勢能(或重力勢能的變化量)	等號左邊是合外力做的功，右邊是動能的增量，“ mgh ”表示重力做的功
共同點	都是從做功和能量轉化的角度來研究物體在力的作用下狀態的變化，表達這兩個規律的方程都是標量式	

注意 由於應用動能定理不需要滿足什麼條件，所以涉及功能關係問題時還是優先考慮動能定理。

[典例精析]

【例 4】 如圖 6 所示，用細圓管組成的光滑軌道 AB 部分平直， BC 部分是處於豎直平面內半徑為 R 的半圓，圓管截面半徑 $r \ll R$ 。有一質量為 m ，半徑比 r 略小的光滑小球以水平初速度 v_0 射入圓管。

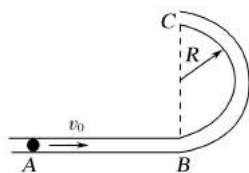


圖 6



(1)若要小球能從 C 端出來，初速度 v_0 需多大？

(2)在小球從 C 端出來的瞬間，管壁對小球的壓力為 $\frac{1}{2}mg$ ，那麼小球的初速度 v_0 應為多少？

解析 (1)要使小球能運動到 C 處，且從 C 端出來，必須滿足 $\frac{1}{2}mv_0^2 \geq mg \cdot 2R$ ，即：

$$v_0 \geq 2\sqrt{gR} \quad \text{①}$$

(2)以 AB 所在平面為零勢面，則小球到達 C 處時的重力勢能為 $2mgR$ ，從 B 到 C 列機械能守恆方程：

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = 2mgR + \frac{1}{2}mv_C^2 \quad \text{②}$$

小球在 C 處受重力 mg 和細管豎直方向的作用力 F_N ，根據牛頓第二定律，得：

$$mg + F_N = \frac{mv_C^2}{R} \quad \text{③}$$

$$\text{由②③解得 } F_N = \frac{mv_0^2}{R} - 5mg \quad \text{④}$$

討論④式，即得解：

a. 當小球受到向下的壓力時，

$$F_N = \frac{1}{2}mg, v_0 = \sqrt{\frac{11}{2}gR}$$

b. 當小球受到向上的壓力時，

$$F_N = -\frac{1}{2}mg, v_0 = \sqrt{\frac{9}{2}gR}$$

答案 (1) $v_0 \geq 2\sqrt{gR}$ (2) $\sqrt{\frac{11}{2}gR}$ 或 $\sqrt{\frac{9}{2}gR}$

【例 5】 如圖 7 所示，小球沿水平面通過 O 點進入半徑為 R 的半圓弧軌道後恰能通過最高點 P ，然後落回水平面。不計一切阻力，下列說法不正確的是 ()

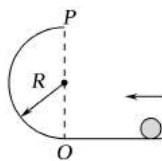


圖 7

- A. 小球落地點離 O 點的水平距離為 $2R$
- B. 小球落地時的動能為 $5mgR/2$
- C. 小球運動到半圓弧最高點 P 時向心力為零
- D. 若將半圓弧軌道上部的 $1/4$ 圓弧截去，其他條件不變，則小球能達到的最大高度比 P 點高 $0.5R$

解析 小球運動到半圓弧最高點 P 時，重力恰好提供向心力，即 $mg = mv_P^2/R$ ，所以 $v_P = \sqrt{gR}$ ，小球經過 P 點後做平拋運動，下落時間 $t = 2\sqrt{\frac{R}{g}}$ ，小球落地點離 O 點的水平距離 $x = v_P t = 2R$ ，所以選項 C 錯誤，選項 A 正確；小球從



P 點到落地的過程中，機械能守恆，所以落地時的動能 $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv_P^2 + mg \cdot 2R = \frac{5mgR}{2}$ ，選項 B 正確；若將半圓弧軌道上部的 $1/4$ 圓弧截去，其他條件不變，則小球離開軌道後做豎直上拋運動，設小球能達到的最大高度為 h ，根據機械能守恆定律有 $mgh = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{5}{2}mgR$ ，所以 $h = \frac{5R}{2}$ ，比 P 點高 $0.5R$ ，選項 D 正確。

答案 C

[即學即練]

3. 一彈珠彈射玩具模型如圖 8 所示，水平粗糙管 AB 內裝有一輕彈簧，左端固定。豎直放置管道 BCD 光滑，其中 CD 為半徑為 $R=0.1\text{ m}$ 的 $\frac{1}{4}$ 圓周， C 與地面高度也為 R 。用質量 $m_1=0.3\text{ kg}$ 的彈珠甲(可看成質點)將彈簧緩慢壓縮到某一確定位置 M ，彈珠與彈簧不固連，由靜止釋放後物塊恰停止在 D 點。用同種材料、質量為 $m_2=0.1\text{ kg}$ 的彈珠乙仍將彈簧緩慢壓縮到 M 點釋放，由靜止釋放後彈珠由 D 點飛出後落在與 D 點正下方 D' 點相距 $x=0.8\text{ m}$ 處。 $g=10\text{ m/s}^2$ ，求：

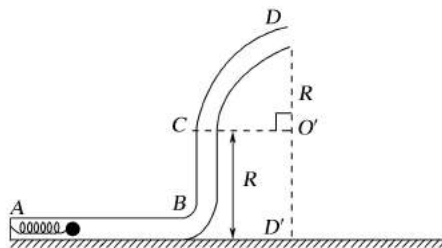


圖 8

- (1) 彈珠乙從 D 點飛出時的速度大小；
- (2) 彈珠乙在 D 點時對軌道的彈力；
- (3) 彈簧緩慢壓縮到 M 點時儲存的彈性勢能。

解析 (1) $2R = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow t = 0.2\text{ s}$

$$v_D = \frac{x}{t} = 4\text{ m/s}$$

(2) $D: m_2g + F_N = m_2 \frac{v_D^2}{R} \Rightarrow F_N = 15\text{ N}$ ，方向豎直向下

由牛頓第三定律知彈珠乙在 D 點時對軌道的彈力 $F_N' = 15\text{ N}$ ，方向豎直向上

(3) $E_p = \mu m_1 g x_{MB} + m_1 g \cdot 2R$

$$E_p = \mu m_2 g x_{MB} + m_2 g \cdot 2R + \frac{1}{2} m_2 v_D^2 \Rightarrow E_p = 1.2\text{ J}$$

答案 (1) 4 m/s (2) 15 N ，方向豎直向上 (3) 1.2 J

4. 如圖 9 所示，一固定在豎直平面內的光滑的半圓形軌道 ABC ，其半徑 $R=0.5\text{ m}$ ，軌道在 C 處與水平地面相切，在 C 處放一小物塊，給它一水平向左的初速度 $v_0=5\text{ m/s}$ ，結果它沿 CBA 運動，通過 A 點，最後落在水平地面上的 D 點，求 C 、 D 間的距離 x 。(重力加速度 g 取 10 m/s^2)

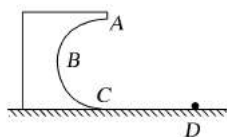
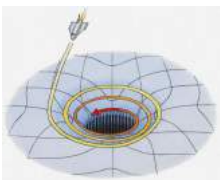


圖 9

解析 解法一 應用機械能守恆定律求解。

物塊由 C 到 A 過程，只有重力做功，機械能守恆，則：

$$\Delta E_p = -\Delta E_k,$$

$$\text{即 } 2mgR = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv^2, \quad \text{①}$$

物塊從 A 到 D 過程做平拋運動，則

$$\text{豎直方向：} 2R = \frac{1}{2}gt^2, \quad \text{②}$$

$$\text{水平方向：} x = vt, \quad \text{③}$$

由①②③式並代入數據得： $x = 1 \text{ m}$ 。

解法二 應用動能定理求解。

物塊由 C 到 A 過程，只有重力做功，由動能定理得：

$$-mg \cdot 2R = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2, \quad \text{①}$$

物塊從 A 到 D 過程做平拋運動，則

$$\text{豎直方向：} 2R = \frac{1}{2}gt^2 \quad \text{②}$$

$$\text{水平方向：} x = vt, \quad \text{③}$$

由①②③式並代入數據得： $x = 1 \text{ m}$ 。

答案 1 m

二、新課教學：§7.8 機械能守恆定律

課題	§7.8 機械能守恆定律		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2018.05.07	課型	新授課		課時	4 課時

2.1 教學目標

知識與技能：

1. 知道什麼是機械能，知道物體的動能和勢能可以相互轉化。
2. 理解機械能守恆定律的內容，知道它的含義和適用條件。
3. 在具體問題中，判定機械能是否守恆，並能列出機械能守恆的方程式

過程與方法：

1. 通過科學探究機械能的過程，對物理現象（動能和勢能的轉化）的分析提出假設，再進行理論推導的物理研究方法；
2. 經歷歸納概括“機械能守恆條件”的過程，體會歸納的思想方法；

情感態度價值觀：



1. 通過有趣的演示實驗，激發學生的學習熱情，體會科學的魅力
通過機械能守恆定律，感悟自然界的守恆思想，體會自然的對稱美、自然美。

2.2 教學重點

1. 掌握機械能守恆定律的建立、推導過程，理解機械能守恆定律的內容。
2. 在具體問題中能判斷機械能是否守恆，並能列出定律的數學運算式。

2.3 教學難點

1. 從能的轉化和功能關係出發理解機械能守恆定律的條件。
2. 能正確判斷研究對象在所經歷過程中機械能是否守恆。

2.4 教學方法

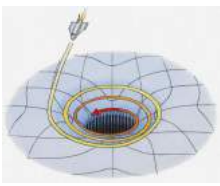
演繹推導法、分析歸納法、交流討論法。

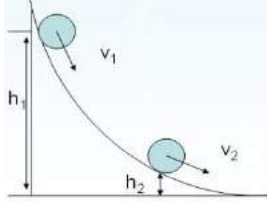
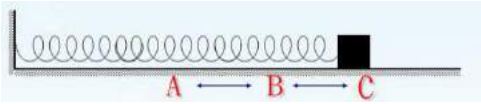
2.5 教學準備

投影儀、細線、小球、帶尺規的鐵架臺、彈簧振子。

2.6 教學過程

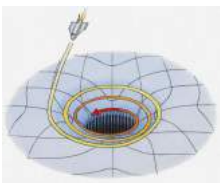
教師活動	學生活動	設計意圖
<p>(一) 引入 (2min)：“碰鼻演示”</p> <p>取一條 1.5 米的細線，下端拴一個小球。請學生中的“勇敢者”上臺來配合實驗。將小球拉離平衡位置恰好至該生的鼻尖，由靜止釋放小球。</p> <p>1. 為什麼小球最終沒有碰到這位同學的鼻子？</p> <p>其實小球是“註定”不會碰到我們同學的鼻子的，為什麼呢？學了這節課我們就知道怎麼專業的解釋這個現象了。</p>	<p>當小球擺回來時，無論下面的觀察者還是講臺上的“勇敢者”都很害怕鐵球運動回來砸到他的鼻子。但是小球卻在鼻尖附近，戛然而止，參與者安然無恙。</p> <p>學生自然會思考：為什麼小球不會碰到鼻子？是不是與前面學過的動能和勢能有關係？</p>	<p>以簡單有趣的實驗，引起學生探索新知的興趣，調動學生的積極性。</p>
<p>(二) 動能和勢能的相互轉化(5min)</p> <p>1. (演示擺球擺動) 當擺球向下運動過程中 _____ 能轉化為_____ 能；擺球向上運動過程中_____ 能轉化為_____。</p> <p>2. 弓箭手拉弓射箭過程 能轉化為_____ 能。 因此動能和勢能之間可以相互轉化，</p>	<p>1.2.3. 學生觀察實驗並回答問題。</p>	

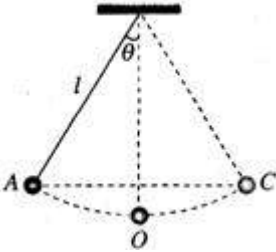


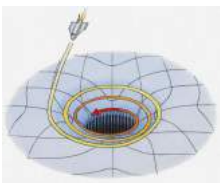
<p>其中 動能和勢能統稱為機械能。</p>		
<p>(三) (16min)機械能守恆定律 1.(8min)(過渡)提問：動能和勢能的相互轉化是否存在某種定量關係呢？上述各運動過程中機械能是否變化呢？ 下面以動能和重力勢能的轉化為例，討論這個問題。</p>  <p>投影：如圖所示：物體沿光滑曲面滑下，在下滑過程中任意選取兩個位置A、B,以地面為參考平面，當物體經過位置A時的動能為E_{k1},重力勢能E_{p1};經過位置B時，動能E_{k2},重力勢能E_{p2}。</p> <p>提問：1.動能和勢能怎樣轉化的？ 2.重力勢能的減少量和動能的增加量是不是相等呢？ 3.能不能證明？ 4.總結：重力勢能減少量等於動能增加量，能量在機械能內部轉化，體現總的機械能守恆。 移項後：初狀態的機械能與末狀態的機械能相等，也體現了守恆。 5.由此得到什麼結論？</p>	<p>學生思考、討論得出結論：物體受重力和光滑曲面的支持力，支持力不做功，只有重力對物體做功，物體的重力勢能轉化為動能。</p> <p>討論後在學案上寫出過程，用幻燈片展示。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 動能減少，重力勢能增加 2. 重力勢能的減少量和動能增加量相等。 3. 根據動能定理： $W (=W_G) = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$ <p>根據重力做功與重力勢能變化量的關係：</p> $W_G = mgh_1 - mgh_2$ <p>兩式相等得到₁：</p> $mgh_1 - mgh_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$ <p>移向得：</p> $\frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2$ <p>結論：在只有重力做功的物體系統內，動能和重力勢能可以相互轉化，總的機械能保持不變。</p>	<p>讓學生利用所學的知識得出機械能守恆的結論，提高了學生的分析問題能力，又對機械能守恆產生理性認識。</p>
<p>2.(4min)在只有彈力做功的系統呢？</p> 	<p>學生觀察實驗，並討論怎樣證明彈力做功的時候，彈性勢能和動能之和為定值。</p>	<p>讓學生掌握一定的分析問題，解決</p>



<p>在只有重力做功的情況下，機械能是守恆的；同樣作為勢能的彈性勢能，是不是在只有彈力做功的情況下，機械能也守恆呢？</p> <p>教師演示：彈簧連接的滑塊在氣墊導軌上往復運動。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 滑塊運動過程中能量如何轉化？ 2. 動能和勢能的總和是否保持不變？ 3. 能不能類比重力做功？ <p>教師適當加以輔助；再對彈簧與物塊的運動過程簡要分析，得出動能和勢能的轉化關係，並明確：在只有彈力做功是物體和彈簧的機械能守恆。</p>	<p>學生討論後，請一個學生：</p> <p>只需把上面推導中的“重力做功”改成“彈力做功”就可以推出，任意兩個狀態的彈性勢能和動能之和相等，即機械能守恆。</p>	<p>問題的能</p> <p>力，進一步強化機械能守恆的建立和推導方法。</p>
<p>3.(4min) (1) .根據以上兩個實例，誰能把剛才得到的結論完整的敘述一下？</p> <p>(2) .機械能守恆定律的運算式怎麼寫？</p> <p>(3) .請同學們討論：</p> <p>機械能守恆的對象是什麼？</p> <p>機械能守恆的條件是什麼？</p> <p>只有重力或彈力做功，能否換成只受重力或彈力？</p> <p>從能量轉化的角度，只能是勢能和動能相互轉,為什麼？它們都屬於機械能。</p>	<p>學生回答：(1) .在只有重力或彈力做功的物體系統內，動能和勢能可以相互轉化，而總的機械能保持不變。</p> <p>(2) .運算式為①狀態式</p> $\frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2$ <p>②過程式</p> $mgh_1 - mgh_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$ <p>(3) 機械能守恆的對象是系統：“物體和地球”或“物體和彈簧”</p> <p>機械能守恆的條件是：</p> <p>只有重力做功或者彈力做功</p> <p>(老師引導，只有重力或彈力做功時發生動能和勢能的轉化，其他力做功會引起機械能與其他形式的能量之間的轉化)</p>	



	<p>只有重力或彈力做功，可以受到其他力作用，但其他力不做功。</p>	
<p>(四) (14min) 課堂回饋練習 1. 下列實例中 (除 1 外，都不計空氣阻力)，哪些情況機械能守恆？說明理由。</p> <p>① 跳傘員利用降落傘在空中勻速下落 ② 拋出的籃球在空中運動 ③ 用繩拉著一個物塊沿著光滑斜面勻速上滑 ④ 光滑水平面上運動的小球碰到一個彈簧，把彈簧壓縮後，又被彈回來 回顧課前的遊戲，小球有沒有可能碰到小帥的鼻子？</p>	<p>學生一一分析，並給出原因</p>	<p>體會強化機械能守恆條件</p>
<p>課堂回饋練習 2：把一個小球用細繩懸掛起來，就成為一個擺 (如圖)，擺長為 l，最大偏角為 θ。小球運動到最低位置時的速度是多大？請用本節學的機械能守恆定律解答。</p>  <p>選擇小球在最低位置時所在的水平面為參考平面。</p> <p>末狀態的機械能為：$E_{k2} + E_{p2} = 1/2mv^2$</p> <p>根據機械能守恆定律有：$E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}$</p> <p>$\frac{1}{2}mv^2 = mgl(1 - \cos\theta)$</p> <p>$v = \sqrt{2gl(1 - \cos\theta)}$ $+ E_{p1} = mg(1 - \cos\theta)$</p> <p>能守恆定律解這個題，有什麼好處？</p>	<p>通過巧設的題目，讓學生自己總結歸納應用機械能守恆定律的解題步驟，達到學以致用，應用延伸，知識昇華的目的。</p> <p>1. 機械能守恆定律，不涉及運動過程的加速度和時間，用他來處理問題，比用牛頓運動定律簡單。</p> <p>2. 解題思路 (步驟)：</p>	<p>通過巧設的題目，讓學生自己總結歸納應用機械能守恆定律的解題步驟，達到學以致用，應用延伸，知識昇華的目的。</p>



<p>2.下面大家總結一下：用機械能守恆定律解決問題的一般思路。</p>	<p>①選取研究對象（單個物體或系統） ②確定研究過程，分析各力做功及能量轉化情況，判斷機械能是否守恆 ③確定研究對象在始末狀態的機械能（需確定參考平面）或機械能的變化情況 ④選擇合適的運算式列式求解</p>	
<p>（五）(2min)小結：我們一起總結學了本節，我們有哪些收穫？</p>	<p>一.機械能：物體的動能和勢能之和稱為機械能： $E = E_K + E_P$ 二. 機械能守恆定律： 在只有重力或系統內彈力做功的物體系統內，動能和彈性勢能可以相互轉化，而總的機械能保持不變。 兩種運算式： ①狀態式 ②過程式 三.守恆條件： （1）從做功角度：只有重力或系統內彈力做功，其他力不做功或其他力合力所做功為零。 （2）從能量的角度：系統內只有動能和勢能相互轉化，無其他形式能量之間（如內能）轉化。</p>	

2.7 板書設計

7.8 機械能守恆定律

一. 動能和勢能可以相互轉化



機械能： $E = E_k + E_p$

二. 機械能守恆定律：在只有重力或系統內彈力做功的物體系統內，動能和彈性勢能可以相互轉化，而總的機械能保持不變。

兩種運算式：

①狀態式 $\frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2$

②過程式 $mgh_1 - mgh_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$

三. 守恆條件：

(1) 從做功角度：只有重力或系統內彈力做功；

(2) 從能量的角度：系統內只有動能和勢能相互轉化。

三、課後練習：§7.8 機械能守恆定律

1. 下列物體在運動過程中，可視為機械能守恆的是()

- A. 飄落中的樹葉
- B. 乘電梯勻速上升的人
- C. 被擲出後在空中運動的鉛球
- D. 沿粗糙斜面勻速下滑的木箱

解析 A項中，空氣阻力對樹葉做功，機械能不守恆；B項中人的動能不變，重力勢能變化，機械能變化；C項中，空氣阻力可以忽略不計，只有重力做功，機械能守恆；D項中，木箱動能不變，重力勢能減小，機械能減小。

答案 C

2. 如圖 1 所示，無人機在空中勻速上升時，不斷增加的能量是()



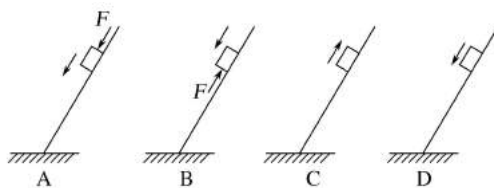
圖 1

- A. 動能
- B. 動能、重力勢能
- C. 重力勢能、機械能
- D. 動能、重力勢能、機械能

解析 無人機勻速上升，所以動能保持不變，所以選項 A、B、D 均錯；高度不斷增加，所以重力勢能不斷增加，在上升過程中升力對無人機做正功，所以無人機機械能不斷增加，所以選項 C 正確。

答案 C

3. 下列四個選項的圖中，木塊均在固定的斜面上運動，其中選項 A、B、C 中斜面是光滑的，選項 D 中的斜面是粗糙的，選項 A、B 中的 F 為木塊所受的外力，方向如圖中箭頭所示，選項 A、B、D 中的木塊向下運動，選項 C 中的木塊自由向上滑行運動。在這四個圖所示的運動過程中木塊機械能守恆的是()



解析 根據機械能守恆條件：只有重力(或彈力)做功的情況下，物體的機械能才能守恆，由此可見，A、B均有外力 F 參與做功，D中有摩擦力做功，故A、B、D均不符合機械能守恆的條件，故答案為C。

答案 C

4. 在同一位置以相同的速率把三個小球分別沿水平、斜向上、斜向下方向拋出，不計空氣阻力，則落在同一水平地面時的速度大小()

- A. 一樣大
B. 水平拋的最大
C. 斜向上拋的最大
D. 斜向下拋的最大

解析 由機械能守恆定律 $mgh + \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}mv_2^2$ 知，落地時速度 v_2 的大小相等，故A正確。

答案 A

5. 彈弓是孩子們喜愛的彈射類玩具，其構造原理如圖2所示，橡皮筋兩端點A、B固定在把手上，橡皮筋處於ACB時恰好為原長狀態，在C處(AB連線的中垂線上)放一固體彈丸，一手執把，另一手將彈丸拉至D點放手，彈丸就會在橡皮筋的作用下發射出去，打擊目標。現將彈丸豎直向上發射，已知E是CD中點，則()

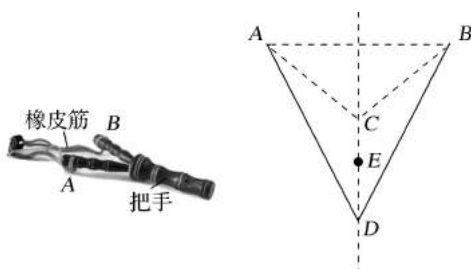


圖2

- A. 從D到C過程中，彈丸的機械能守恆
B. 從D到C過程中，彈丸的動能一直在增大
C. 從D到C過程中，橡皮筋的彈性勢能先增大後減小
D. 從D到E過程橡皮筋對彈丸做功大於從E到C過程

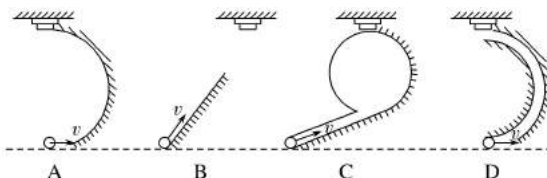
解析 A項，從D到C重力外還有彈簧彈力做功，彈丸的機械能不守恆，A錯；B項，D到C的過程，先彈力大於重力，彈丸加速，後重力大於彈力，彈丸減速，所以彈丸的動能先增大後減小，B錯；從D到C，橡皮筋的形變量一直減小，所以其彈性勢能一直減小，C錯誤；D到E的彈簧彈力大於E到C的彈簧彈力，彈丸位移相等，所以從D到E過程橡皮筋對彈丸做的功大於從E到C過程橡皮筋對彈丸做的功，D正確。

答案 D

6. 某娛樂專案中，參與者拋出一小球去撞擊觸發器，從而進入下一關。現在將這個娛樂專案進行簡化，假設參與者從觸發器的正下方以速率 v 豎直上拋一小球，小球恰好擊中觸發器。若參與者仍在剛才的拋出點所在水平面上，沿下列四個不同的光滑軌道分別以速率 v 拋出小球，則小球能夠擊中觸發器的是()



圖 3



解析 假設拋出點到觸發器的高度為 h ，豎直上拋恰好擊中，則根據動能定理有 $mgh = \frac{1}{2}mv^2$ 。若小球能到達 h 高度處，則其速度均為 0。分析 A、C，上升高度 h 到達圓弧軌道最高點時，應該有 $mg + N = \frac{mv^2}{R}$ ，得 $v \geq \sqrt{gR}$ ，所以小球不可能到達最高點，A、C 錯；B 中小球離開斜面後速度斜向上做斜拋運動，有水平速度且水平方向做勻速運動，因此最高點速度不可能為 0，根據機械能守恆，小球不能到達觸發器，B 錯；D 中內外軌道可提供向內或者向外的彈力，軌道最高點向心力可以為零，因此最高點速度可以為 0，小球可以擊中觸發器，D 對。

答案 D

7. 如圖 4 所示，質量、初速度大小都相同的 A、B、C 三個小球，在同一水平面上，A 球豎直上拋，B 球以傾斜角 θ 斜上拋，空氣阻力不計，C 球沿傾角為 θ 的光滑斜面上滑，它們上升的最大高度分別為 h_A ， h_B ， h_C ，則()

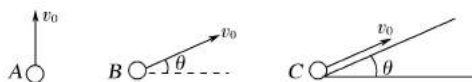


圖 4

A · $h_A = h_B = h_C$

B · $h_A = h_B < h_C$

C · $h_A = h_C > h_B$

D · $h_A > h_B > h_C$

解析 A 球和 C 球上升到最高點時速度均為零，而 B 球上升到最高點時仍有水平方向的速度，即仍有動能。對 A、C 球而言 $mgh = \frac{1}{2}mv_0^2$ 得 $h = \frac{v_0^2}{2g}$ ，對 B 球： $mgh' + \frac{1}{2}mv_t^2 = \frac{1}{2}mv_0^2$ ，所以 $h' = \frac{v_0^2 - v_t^2}{2g} < h$ 。

答案 C

8. (多選)把質量為 3 kg 的石塊從 20 m 高的山崖上以與水平方向成 30° 角斜向上的方向拋出(如圖 5 所示)，拋出的初速度 $v_0 = 5$ m/s，石塊落地時的速度大小與下面哪些量無關(g 取 10 m/s²，不計空氣阻力)()

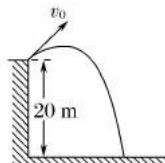


圖 5

A · 石塊的質量

B · 石塊初速度的大小



C · 石塊初速度的仰角

D · 石塊拋出時的高度

解析 以地面為參考平面，石塊運動過程中機械能守恆，則 $mgh + \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv^2$ ，即 $v^2 = 2gh + v_0^2$ ，所以 $v = \sqrt{v_0^2 + 2gh}$

由 $v = \sqrt{v_0^2 + 2gh}$ 可知， v 與石塊的初速度大小 v_0 和高度 h 有關，而與石塊的質量和初速度的方向無關。

答案 AC

9 · (多選) 一物體從高 h 處自由下落，落至某一位置時其動能與重力勢能恰好相等(取地面為零勢能面)()

A · 此時物體所處的高度為 $\frac{h}{2}$

B · 此時物體的速度為 \sqrt{gh}

C · 這段下落的時間為 $\sqrt{\frac{h}{g}}$

D · 此時機械能可能小於 mgh

解析 物體下落過程中機械能守恆，D 錯誤；由 $mgh = mgh' + \frac{1}{2}mv^2 = 2mgh'$ 知 $h' = \frac{h}{2}$ ，A 正確；由 $\frac{1}{2}mv^2 = mgh'$ ， $h' = \frac{1}{2}h$ 知 $v = \sqrt{gh}$ ，B 正確；由 $t = \frac{v}{g}$ 知 $t = \sqrt{\frac{h}{g}}$ ，C 正確。

答案 ABC

10 · (多選) 圖 6 是滑道壓力測試的示意圖，光滑圓弧軌道與光滑斜面相切，滑道底部 B 處安裝一個壓力感測器，其示數 N 表示該處所受壓力的大小。某滑塊從斜面上不同高度 h 處由靜止下滑，通過 B 時，下列表述正確的有()

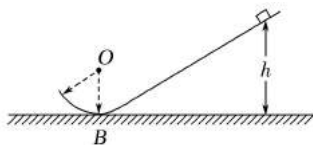


圖 6

A · N 小於滑塊重力

B · N 大於滑塊重力

C · N 越大表明 h 越大

D · N 越大表明 h 越小

解析 設滑塊質量為 m ，在 B 點所受支持力為 F_N ，圓弧半徑為 R 。滑塊從高度 h 處由靜止下滑至 B 點過程中，由機械能守恆定律有 $\frac{1}{2}mv_B^2 = mgh$ ，在 B 點滑塊所需向心力由合外力提供，得 $F_N - mg = m\frac{v_B^2}{R}$ 。由牛頓第三定律知，感測器示數 N 等於 F_N ，解得 $N = mg + \frac{2mgh}{R}$ ，由此式知 $N > mg$ 且 h 越大， N 越大，選項 B、C 正確。

答案 BC

11 · 圖 7 中的 PNQ 是一個固定的光滑軌道，其中 PN 是直線部分， NQ 為半圓弧， PN 與 NQ 弧在 N 點相切， P 、 Q 兩點處於同一水平高度，現有一小滑塊從 P 點由靜止開始沿軌道下滑，那麼()

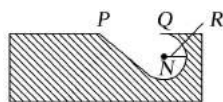


圖 7

- A · 滑塊不能到達 Q 點
- B · 滑塊到達 Q 點後，將自由下落
- C · 滑塊到達 Q 點後，又沿軌道返回
- D · 滑塊到達 Q 點後，將沿圓弧的切線方向飛出

解析 由圓周運動的知識可知，滑塊在豎直平面內的圓弧軌道最高點需具有一定的速度，小滑塊沿軌道的運動滿足機械能守恆，因此滑塊在還沒有運動到 Q 點時，就已經脫離了軌道，故選項 A 正確。

答案 A

12 · 某人站在離地面 $h=10\text{ m}$ 高處的平臺上以水平速度 $v_0=5\text{ m/s}$ 拋出一個質量 $m=1\text{ kg}$ 的小球，不計空氣阻力， g 取 10 m/s^2 。問：

- (1) 人對小球做了多少功？
- (2) 小球落地時的速度為多大？

解析：(1) 人對小球做的功等於小球獲得的動能，所以

$$W = \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2} \times 1 \times 5^2 \text{ J} = 12.5 \text{ J}。$$

(2) 根據機械能守恆定律可知 $mgh + \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv^2$

所以 $v = \sqrt{v_0^2 + 2gh} = \sqrt{5^2 + 2 \times 10 \times 10} \text{ m/s} = 15 \text{ m/s}。$

答案：(1) 12.5 J (2) 15 m/s

13 · 如圖 8 所示，裝置由一理想彈簧發射器及兩個軌道組成。其中軌道 I 由光滑軌道 AB 與粗糙直軌道 BC 平滑連接，高度差分別是 $h_1=0.20\text{ m}$ 、 $h_2=0.10\text{ m}$ ， BC 水平距離 $L=1.00\text{ m}$ 。軌道 II 由 AE 、螺旋圓形 EFG 和 GB 三段光滑軌道平滑連接而成，且 A 點與 F 點等高。當彈簧壓縮量為 d 時，恰能使質量 $m=0.05\text{ kg}$ 的滑塊沿軌道 I 上升到 B 點；當彈簧壓縮量為 $2d$ 時，恰能使滑塊沿軌道 I 上升到 C 點。(已知彈簧彈性勢能與壓縮量的平方成正比)

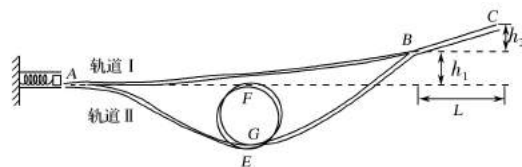


圖 8

- (1) 當彈簧壓縮量為 d 時，求彈簧的彈性勢能及滑塊離開彈簧瞬間的速度大小；
- (2) 求滑塊與軌道 BC 間的動摩擦因數；
- (3) 當彈簧壓縮量為 d 時，若沿軌道 II 運動，滑塊能否上升到 B 點？請通過計算說明理由。

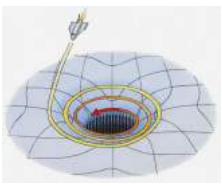
解析 (1) 機械能守恆定律可得

$$E_{\text{彈}} = \Delta E_k = \Delta E_p = mgh_1 = 0.05 \times 10 \times 0.2 \text{ J} = 0.1 \text{ J}$$

由 $\Delta E_k = \frac{1}{2}mv_0^2$ 可得 $v_0 = 2 \text{ m/s}$

(2) 由 $E_{\text{彈}} \propto d^2$ 可得 $\Delta E_k' = E_{\text{彈}}' = 4E_{\text{彈}} = 4mgh_1$

由動能定理可得 $-mg(h_1 + h_2) - \mu mgL = -\Delta E_k'$



$$\mu = \frac{3h_1 - h_2}{L} = 0.5$$

(3) 恰能通過圓環最高點必須滿足的條件是 $mg = \frac{mv^2}{R_m}$

由機械能守恆定律有 $v = v_0 = 2 \text{ m/s}$

得 $R_m = 0.4 \text{ m}$

當 $R > R_m = 0.4 \text{ m}$ 時，滑塊會脫離螺旋軌道，不能上升到 B 點



第九課題 §7.9 實驗：驗證機械能守恆定律（4 課時）

一、課前自主預習學案

一、實驗原理

1. 在只有重力做功的自由落體運動中，物體的重力勢能減小，動能增加，如果重力勢能的減小量等於 動能的增加量，就驗證了機械能守恆定律。

2. 兩種驗證方案

(1) 若以重物下落的起始點 O 為基準，設重物的質量為 m ，測出重物自起始點 O 下落距離 h 時的速度 v ，則在誤差允許範圍內，由計算得出 $\frac{1}{2}mv^2 = mgh$ ，
機械能守恆定律即被驗證。

(2) 若以重物下落過程中的某一點 A 為基準，設重物的質量為 m ，測出重物對應於 A 點的速度 v_A ，再測出重物由 A 點下落 Δh 後經過 B 點的速度 v_B ，則在誤差允許範圍內，由計算得出 $\frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2 = mg\Delta h$ ，機械能守恆定律即被驗證。

(3) 確定某點瞬时速度的方法：如圖 1 甲所示，測出第 n 個點相鄰前、後兩段相等時間 T 內下落的距離 x_n 和 x_{n+1} ，由公式 $v_n = \frac{x_n + x_{n+1}}{2T}$ 算出，或如圖乙所示，由 $v_n = \frac{h_{n+1} - h_{n-1}}{2T}$ 算出。

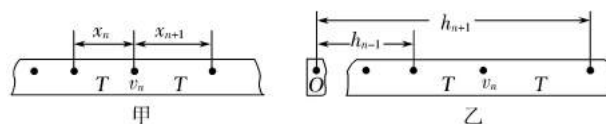


圖 1

二、實驗器材

鐵架臺(帶紙夾)、電磁打點計時器、重物(帶夾子)、紙帶、複寫紙、導線、毫米刻度尺、低壓交流電源(4~6 V)。

三、實驗步驟

1. 安裝置：按圖 2 甲所示把打點計時器安裝在鐵架臺上，用導線把打點計時器與電源連接好。

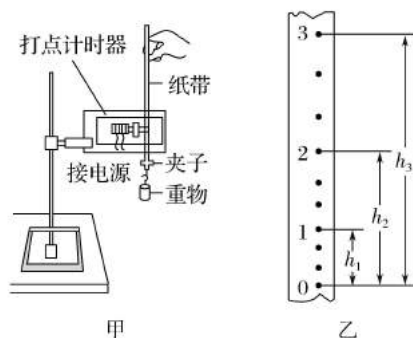


圖 2

2. 打紙帶：在紙帶的一端把重物用夾子固定好，另一端穿過打點計時器的



限位孔，用手豎直提起紙帶使重物停靠在打點計時器附近。先接通電源後放手，讓重物拉著紙帶自由下落。重複幾次，得到3~5條打好點的紙帶。

3. 選紙帶：從打好點的紙帶中挑選點跡清晰且開始的兩點間距接近2 mm的一條紙帶，在起始點標上0，以後任取間隔相同時間的點依次標上1、2、3.....。

4. 測距離：用刻度尺測出0到1、2、3.....的距離，即為對應下落的高度 h_1 、 h_2 、 h_3。

四、數據處理

1. 計算各點對應的瞬時速度：根據公式 $v_n = \frac{h_{n+1} - h_{n-1}}{2T}$ ，計算出1、2、3、...、 n 點的瞬時速度 v_1 、 v_2 、 v_3 、...、 v_n 。

2. 機械能守恆定律的驗證：

方法一：利用起始點和第 n 點。從起始點到第 n 個計數點，重力勢能減少量為 mgh_n ，動能增加量為 $\frac{1}{2}mv_n^2$ ，計算 gh_n 和 $\frac{1}{2}v_n^2$ ，如果在實驗誤差允許範圍內 $gh_n = \frac{1}{2}v_n^2$ ，則機械能守恆定律得到驗證。

方法二：任取兩點 A 、 B 。

從 A 點到 B 點，重力勢能減少量為 $mgh_B - mgh_A$ ，動能增加量為 $\frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2$ ，計算 gh_{AB} 和 $\frac{1}{2}v_B^2 - \frac{1}{2}v_A^2$ ，如果在實驗誤差允許範圍內 $gh_{AB} = \frac{1}{2}v_B^2 - \frac{1}{2}v_A^2$ ，則機械能守恆定律得到驗證。

方法三：圖象法(如圖3所示)。

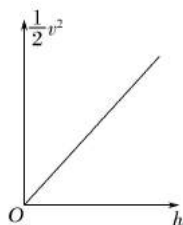


圖3

計算各計數點 $\frac{1}{2}v^2$ ，以 $\frac{1}{2}v^2$ 為縱軸，以各計數點到第一個點的距離 h 為橫軸，根據實驗數據繪出 $\frac{1}{2}v^2 - h$ 圖線。若在誤差允許範圍內圖像是一條過原點且斜率為 g 的直線，則驗證了機械能守恆定律。

五、誤差分析

1. 本實驗的誤差主要是由紙帶測量產生的偶然誤差以及重物和紙帶運動中的空氣阻力及打點計時器的摩擦阻力引起的系統誤差。

2. 測量時採取多次測量求平均值的方法來減小偶然誤差，安裝打點計時器使兩限位孔中線豎直，並且選擇質量適當大些、體積儘量小些的重物來減小系統誤差。

六、實驗注意事項

1. 打點計時器安裝要穩固，並使兩限位孔的中線在同一豎直線上，以減小摩擦阻力。



2. 應選用質量和密度較大的重物，增大重力可使阻力的影響相對減小，增大密度可以減小體積，可使空氣阻力相對減小。

3. 實驗時，應先接通電源，讓打點計時器正常工作後再鬆開紙帶讓重物下落。

4. 本實驗中的兩種驗證方法均不需要測重物的質量 m 。

5. 速度不能用 $v=gt$ 或 $v=\sqrt{2gh}$ 計算，應根據紙帶上測得的數據，利用 $v_n = \frac{h_{n+1} - h_{n-1}}{2T}$ 計算瞬時速度。

[典例精析]

一、實驗原理和實驗步驟

【例1】某同學為驗證機械能守恆定律編排了如下實驗步驟：

- A. 用天平稱出重物的質量
- B. 把紙帶固定到重物上，並把紙帶穿過打點計時器，提升到一定高度
- C. 拆掉導線，整理儀器
- D. 斷開電源，換上新紙帶，重做兩次
- E. 用碼錶測出重物下落的時間
- F. 用毫米刻度尺測出計數點與起點的距離，記錄數據，並計算出結果，得出結論

G. 把打點計時器接到低壓交流電源上

H. 接通電源，釋放紙帶

I. 把打點計時器接到低壓直流電源上

J. 把打點計時器固定到桌邊的鐵架臺上

上述實驗步驟中錯誤的是_____，可有可無的是_____，其餘正確且必要的步驟按實驗操作順序排列是_____。(均只需填步驟的代號)

解析 對於物理實驗，掌握實驗原理和操作方法是最基本的要求。只有掌握了實驗原理，才能判斷出實驗步驟中哪些是錯誤的，哪些是必要的；只有親自動手進行認真的操作，才能正確地對實驗步驟按序排列。

上述實驗步驟中錯誤的是 E 和 I，因為實驗中不需要用碼錶測定時間，打點計時器應使用低壓交流電源。可有可無的實驗步驟是 A。其餘正確且必要的步驟按實驗操作順序排列是：JGBHDCF。

答案 E, I A JGBHDCF

二、實驗數據的處理方法

【例2】(2016·溫州十校高一下學期聯考)在“驗證機械能守恆定律”的實驗中，實驗裝置如圖4甲所示。

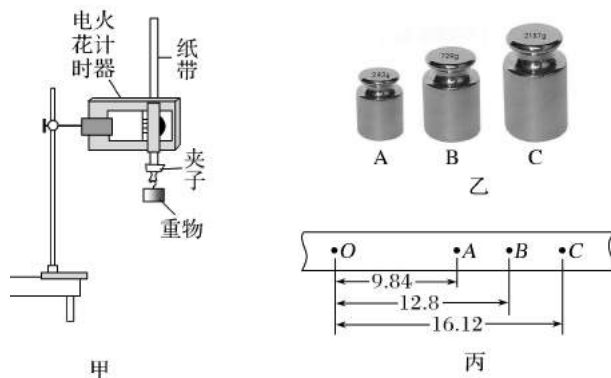


圖 4



(1)該實驗中使用電火花計時器，它的工作電壓是_____ (填“交流 220 V”、“交流 6 V 以下”或“直流 6 V 以下”)，紙帶下端所掛重物應選圖乙中的_____ 重物比較合適(填所選重物的字母)。

(2)按照正確的操作得到如圖丙所示的紙帶。其中打 O 點時釋放重物，A、B、C 是打點計時器連續打下的三個點，該同學用毫米刻度尺測量 O 點到 A、B、C 各點的距離，並記錄在圖丙中(單位 cm)。已知打點計時器打點時間間隔為 0.02 s，重物質量為 0.5 kg，當地重力加速度 g 取 9.8 m/s^2 。

①這三個數據中不符合有效數字讀數要求的是_____。

②現選取重物在 OB 段的運動進行數據處理，則打 B 點時重物的速度為_____ m/s，OB 段動能增加量為_____ J，重力勢能減少量為_____ J(計算結果均保留三位有效數字)。

③即使在操作規範，數據測量及數據處理很準確的前提下，該實驗測得的 ΔE_p 也一定略大於 ΔE_k ，這是實驗存在系統誤差的必然結果，試分析該實驗誤差產生的主要原因：

_____。

解析 (1)電火花計時器的工作電壓是交流 220 V，紙帶下端所掛重物應選圖乙中的質量較大的 C 比較合適。

(2)①這三個數據中不符合有效數字讀數要求的是 12.8，缺少有效數字；②打 B 點時重物的速度為 $v_B = \frac{x_{AC}}{2T} = \frac{16.12 - 9.84 \times 10^{-2}}{2 \times 0.02} \text{ m/s} = 1.57 \text{ m/s}$ ；

OB 段動能增加量為

$$\Delta E_k = \frac{1}{2}mv_B^2 = \frac{1}{2} \times 0.5 \times 1.57^2 \text{ J} \approx 0.616 \text{ J}；$$

重力勢能減少量為

$$\Delta E_p = mgh = 0.5 \times 9.8 \times 0.128 \text{ J} \approx 0.627 \text{ J}；$$

③原因是重物在下落時要受到阻力作用(對紙帶的摩擦力、空氣阻力)。

答案 (1)交流 220 V C (2)①12.8 ②1.57 0.616 0.627 ③重物在下落時要受到阻力作用(對紙帶的摩擦力、空氣阻力)

三、實驗創新

【例 3】利用氣墊導軌驗證機械能守恆定律，實驗裝置示意圖如圖 5 所示：

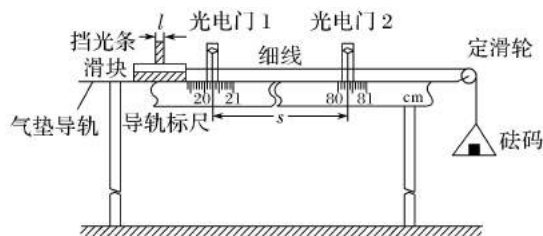


圖 5

(1)實驗步驟。

①將氣墊導軌放在水平桌面上，桌面高度不低於 1 m，將導軌調至水平；

②用遊標卡尺測量擋光條的寬度 $l = 9.30 \text{ mm}$ ；

③由導軌尺規讀出兩光電門中心之間的距離 $x =$ _____ cm；



④將滑塊移至光電門 1 左側某處，待砝碼靜止不動時，釋放滑塊，要求砝碼落地前擋光條已通過光電門 2；

⑤從數字計時器(圖中未畫出)上分別讀出擋光條通過光電門 1 和光電門 2 所用的時間 Δt_1 和 Δt_2 ；

⑥用天平稱出滑塊和擋光條的總質量 M ，再稱出託盤和砝碼的總質量 m 。

(2)用表示直接測量量的字母寫出下列所求物理量的運算式

①滑塊通過光電門 1 和光電門 2 時瞬時速度分別為 $v_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ 和 $v_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

②當滑塊通過光電門 1 和光電門 2 時，系統(包括滑塊、擋光條、託盤和砝碼)的總動能分別為 $E_{k1} = \underline{\hspace{2cm}}$ 和 $E_{k2} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

③在滑塊從光電門 1 運動到光電門 2 的過程中，系統勢能的減少 $\Delta E_p = \underline{\hspace{2cm}}$ (重力加速度為 g)。

(3)如果 $\Delta E_p = \underline{\hspace{2cm}}$ ，則可認為驗證了機械能守恆定律。

解析 由導軌尺規讀出兩光電門中心之間的距離

$$s = 80.30 \text{ cm} - 20.30 \text{ cm} = 60.00 \text{ cm}。$$

由於擋光條寬度很小，因此將擋光條通過光電門時的平均速度看作瞬時速度，擋光條的寬度 l 已用遊標卡尺測量，擋光時間 Δt 已從數字計時器讀出，因此，滑塊通過光電門的瞬時速度為 $\frac{l}{\Delta t}$ ，則通過光電門 1 時瞬時速度為 $\frac{l}{\Delta t_1}$ ，通過光電門 2 時瞬時速度為 $\frac{l}{\Delta t_2}$ 。

由於質量事先已用天平測出，由公式 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ ，可得：滑塊通過光電門 1 時系統動能 $E_{k1} = \frac{1}{2}(M+m)\left(\frac{l}{\Delta t_1}\right)^2$ ，滑塊通過光電門 2 時系統動能 $E_{k2} = \frac{1}{2}(M+m)\left(\frac{l}{\Delta t_2}\right)^2$ 。末動能減初動能可得動能的增加量。

兩光電門中心之間的距離 s 即砝碼和託盤下落的高度，系統勢能的減小量 $\Delta E_p = mgs$ ，最後對比 $E_{k2} - E_{k1}$ 與 ΔE_p 數值大小，在誤差允許的範圍內相等，就驗證了機械能守恆定律。

答案 (1)③60.00(59.96~60.04) (2)① $\frac{l}{\Delta t_1}$ $\frac{l}{\Delta t_2}$

② $\frac{1}{2}(M+m)\left(\frac{l}{\Delta t_1}\right)^2$ $\frac{1}{2}(M+m)\left(\frac{l}{\Delta t_2}\right)^2$ ③ mgs

(3) $E_{k2} - E_{k1}$

課堂自測

反馈训练 课堂达标

1. 在做“驗證機械能守恆定律”的實驗時，以下說法中正確的是()

- A. 選用重錘時，密度大體積小的比密度小體積大的好
- B. 選用重錘時，密度小體積大的比密度大體積小的好
- C. 選用的重錘一定要測其質量
- D. 重錘的質量大小與實驗準確性無關

解析 驗證機械能守恆定律實驗中，由於重物要克服空氣阻力做功，從而產生系統誤差，選用密度大體積小的重錘能減小空氣阻力的影響，從而減小誤差，A 正確，B、D 錯誤；因驗證量中都含有質量，故不用測重錘的質量，C 錯



誤。

答案 A

2. 甲同學準備做“驗證機械能守恆定律”實驗，乙同學準備做“探究加速度與力、質量的關係”實驗。

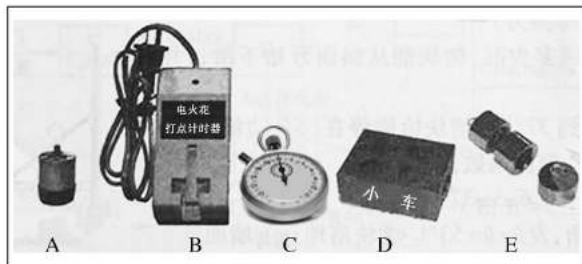


圖 6

圖 6 中 A、B、C、D、E 表示部分實驗器材，甲同學需在圖中選用的器材 _____；乙同學需在圖中選用的器材 _____。(用字母表示)

解析 甲同學做“驗證機械能守恆定律”實驗時，只需驗證 $gh = \frac{1}{2}v^2$ 即可，不需要知道重物的質量，但需應用打點計時器打出的紙帶計算速度 v ，故選 A、B。乙同學做“探究加速度與力、質量的關係”實驗時，需考慮 F 、 m 、 a 三者的測量，取小車研究，利用鈎碼的重力作為小車所受的合力，應用打點計時器打出的紙帶計算加速度，故選擇 B、D、E。

答案 (1)AB (2)BDE

3. 在“驗證機械能守恆定律”實驗中，小偉所用實驗裝置如圖 7 所示。

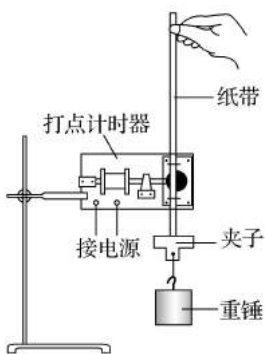


圖 7

(1)從儀器結構和電源使用情況來看，該打點計時器是 _____(填“電磁打點計時器”或“電火花打點計時器”)。

(2)實驗使用頻率為 50 Hz 的交流電源，在實驗各項操作正確的情況下，得到的紙帶如圖 8 所示。

小偉選取紙帶上某點為計時起點，並記為計數點 0，後按紙帶實際打出的點取計數點，依次記為 1、2、3、4、5、6、7、8，並將測量所得的每個計數點離計數點 0 的距離記錄於下表中。現已求得部分打下計數點時紙帶瞬時速度大小，並記入表中。根據題目資訊，完成下列各小題。

0	1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---	---

圖 8

計數點	0	1	2	3	4	5	6	7
位置(cm)	0	0.88	2.15	3.74	5.78	8.36	11.24	14.26



速度(m/s)		0.54	0.71		1.15	1.37	1.48	
---------	--	------	------	--	------	------	------	--

①打下計數點 3 時紙帶的瞬時速度大小為_____m/s；(答案保留兩位小數)

②小偉選取計數點 0 至計數點 6 為研究過程，根據表中的數據，他的推算過程如下，而老師在點評時卻說小偉是錯誤的。你認為老師點評小偉錯誤的理由是什麼？

$$\Delta E_p = mg\Delta h = m \times 9.8 \times 0.1124 = 1.10m$$

$$\Delta E_k = \frac{1}{2}mv^2 - 0 = \frac{1}{2} \times m \times (1.48)^2 = 1.10m$$

所以重錘的機械能守恆。

解析 (1)只有電磁打點計時器才需要接在學生電源上，電火花打點計時器直接接在 220 V 的交流電源上。(2)①打下計數點 3 時紙帶的瞬時速度為 $v_3 = \frac{5.78 - 2.15 \times 0.01}{2 \times 0.02}$ m/s ≈ 0.91 m/s。②小偉同學計算動能變化時，默認初速度等於零；計算重力勢能的變化量時，把重力加速度默認為 9.8 m/s²。

答案 (1)電磁打點計時器 (2)①0.90~0.95 ②因為計數點 0 的速度(或動能)大小不等於 0(或“重力加速度 g 默認為 9.8 m/s² 進行計算”)(只要分析理由充分即可)

二、新課教學：§7.9 實驗：驗證機械能守恆定律

課題	§7.9 實驗：驗證機械能守恆定律		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2018.05.14	課型	新授課		課時	4 課時

2.1 教學目標

知識與技能

1. 要弄清實驗目的，本實驗為驗證性實驗，目的是利用重物的自由下落驗證機械能守恆定律；

2. 要明確實驗原理，掌握實驗的操作方法與技巧、學會實驗數據的採集與處理，能夠進行實驗誤差的分析，從而使我們對機械能守恆定律的認識，不止停留在理論的推導上，而且還能夠通過親自操作和實際觀測，從感性上增加認識，深化對機械能守恆定律的理解；

3. 要明確紙帶選取及測量瞬時速度簡單而準確的方法。

過程與方法

1. 通過學生自主學習，培養學生設計實驗、採集數據，處理數據及實驗誤差分析的能力；

2. 通過同學們的親自操作和實際觀測掌握實驗的方法與技巧；



3. 通過對紙帶的處理過程培養學生獲取資訊、處理資訊的能力，體會處理問題的方法，領悟如何間接測一些不能直接測量的物理量的方法；

4. 通過實驗過程使學生體驗實驗中理性思維的重要，既要動手，更要動腦。

情感態度與價值觀

1. 通過實驗及誤差分析，培養學生實事求是的科學態度，激發學生對物理規律的探知欲；

2. 使學生通過實驗體會成功的樂趣與成就感，激發對物理世界的求知欲；

3. 培養學生的團結合作精神和協作意識，敢於提出與別人不同的見解。

2.2 教學重點

實驗原理及方法的選擇及掌握。

2.3 教學難點

實驗誤差分析的方法。

2.4 教學方法

預習設計——實驗觀察——數據處理——歸納總結。

教師啟發、引導，學生自主閱讀、思考，親自動手實驗，並討論、交流學習成果。

2.5 教學準備

電火花計時器（或電磁打點計時器）；重物（質量 $300\text{g}\pm 3\text{g}$ ）及紙帶；天平（秤量大於 300g ）及砝碼；鐵架臺、複夾、燒瓶夾；電源。

2.6 教學過程

〔新課導入〕

上節課我們從理論上學習了機械能守恆定律，我們從定律內容及守恆條件上初步理解了機械能守恆定律，這一節將通過實驗來研究物體自由下落過程中動能與勢能的變化，從而驗證機械能守恆定律。

〔新課教學〕

【實驗目的】

利用重物自由下落的現象驗證機械能守恆定律。

【實驗方法】

重物的質量用天平測出（本實驗也可以不測重物的質量），紙帶上某兩點的距離等於重物下落的高度，這樣就能得到重物下落過程中勢能的變化。

重物的速度可以用大家熟悉的方法從紙帶測出，這樣也就知道了它在各點的瞬時速度，從而得到它在各點的動能。



比較重物在某兩點間的動能變化與勢能變化，就能驗證機械能是否守恆。在只有重力做功的自由落體運動中，物體的重力勢能和動能可以相互轉化，但總的機械能守恆。

如果忽略空氣的阻力，這時物體的機械能守恆，即重力勢能的減少等於動能的增加。

設物體的質量為 m ，下落距離為 h 時物體的瞬時速度為 v ，則重力勢能減少 mgh ，動能增加 $\frac{1}{2}mv^2$ ，故有 $mgh = \frac{1}{2}mv^2$

利用打點計時器打出的紙帶，測出重物下落的高度 h ，利用時間 t 內的平均速度等於該段時間中點時刻的瞬時速度算出對應時刻的瞬時速度 v ，即可驗證機械能是否守恆。

若從重物下落過程中的某一點 A 開始，設重物的質量為 m ，測出物體對應於 A 點的速度 v_A ，再測出物體由 A 點下落 Δh 後經過 B 點的速度 v_B ，則在誤差允許範圍內，根據機械能守恆有

$$mg\Delta h = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2$$

將對應各量代入，在實驗誤差範圍內，若等式成立，機械能守恆定律即被驗證。

【實驗器材】

鐵架臺（帶鐵夾）、電火花計時器（或打點計時器）、直尺、重錘、紙帶、導線、電源。

【要注意的問題】

1. 重物下落過程中，除了重力外會受到哪些阻力？怎樣減少這些阻力對實驗的影響？

阻力主要有空氣阻力、紙帶與計時器間的阻力等。在實驗中可選擇質量較大、密度較大的重物，可減少阻力的影響。安裝打點計時器時，必須使兩紙帶限位孔在同一豎直線上，以減小摩擦阻力。

2. 重物下落時，最好選擇哪兩個位置作為過程的開始和終結的位置？

開始點選擇紙帶上的起點，且第 1、2 兩點間的距離應接近 2mm。終結點應選擇距起點較遠的點，這樣測量的相對誤差較小。

3. 為了增加實驗結果的可靠性，可以重複進行多次實驗，還可以在一次下落中測量多個位置的速度，比較重物在這些位置上動能與勢能之和。

只有通過多次比較，才能得到正確的結果。

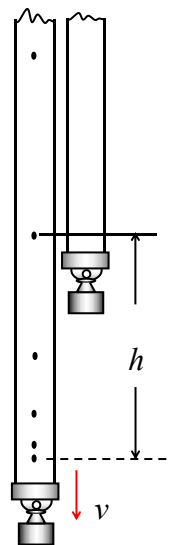
4. 實驗報告中要寫明本實驗的目的、原理、器材、主要實驗步驟、數據的分析、結論，以及對結論可靠性的評估（包括對可能產生的誤差的分析）。

根據本實驗的方法，由於阻力的作用，本實驗中減少的重力勢能略大於增加的動能。

【速度的測量】

我們學過了勻變速運動的規律，並且已經知道自由落體的運動是勻變速運動，就可以用一個更簡單、更準確的方法測量重物下落時的瞬時速度了。

如圖所示， A 、 B 、 C 是紙帶上相鄰的三個點，由於已經知道紙帶以加速度





a 做勻加速運動，所以 A 、 C 兩點的距離可以表示為

$$x = v_A(2\Delta t) + \frac{1}{2}a(2\Delta t)^2$$

式中“ $2\Delta t$ ”是 A 、 C 兩點的時間間隔。這樣， A 、 C 之間的平均速度可以寫成

$$\bar{v}_{AC} = \frac{x}{2\Delta t} = v_A + a\Delta t$$

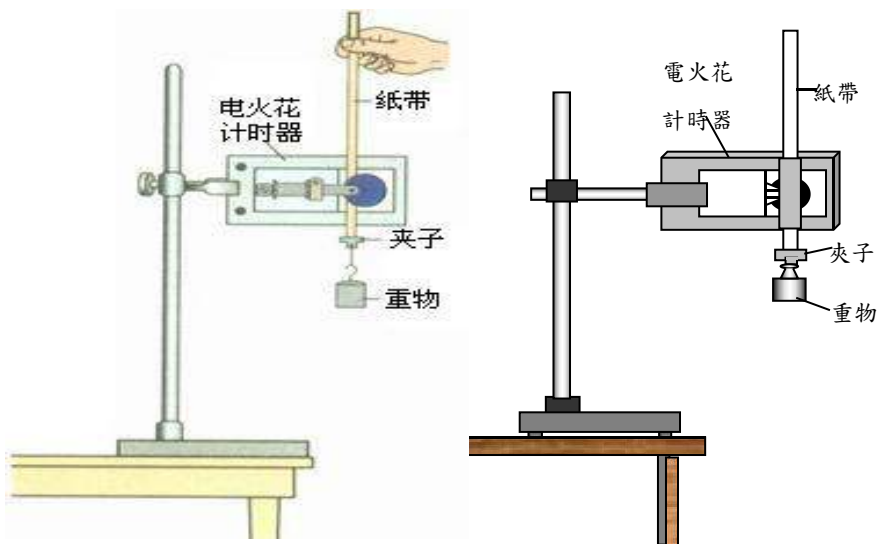
另一方面 $v_B = v_A + a\Delta t$

所以 $v_B = \bar{v}_{AC}$

這表明：做勻變速運動的紙帶上某點的瞬時速度，等於相鄰兩點間的平均速度。即中間時刻的瞬時速度等於這段時間的平均速度。

【實驗步驟】

1. 如圖所示，把打點計時器豎直地固定在置於桌邊的鐵架臺上，將打點計時器與電源連接好。



2. 將紙帶穿過電火花計時器或打點計時器的限位孔，並把紙帶的一端固定在重物上，使重物停靠在打點計時器的地方，先用手提著紙帶。

3. 先接通電源，鬆開紙帶，讓重物帶著紙帶自由下落，計時器就在紙帶上打下一列小點。

4. 重複幾次，得到 3~5 條紙帶。

5. 在打好點的紙帶中挑選“點跡清楚且第一、二兩點間距離約為 2mm”的一條紙帶，記下第一個點的位置 O ，並在紙帶上從任意點開始依次選取幾個連續的點 1、2、3.....，並用刻度尺依次測出各點到位置 O 的距離，這些距離就是物體運動到點 1、2、3、.....時下落的高度 h_1 、 h_2 、 h_3。

6. 應用平均速度就是中間時刻的瞬時速度的方法，計算出各點對應的瞬時速度 v_1 、 v_2 、 v_3。



7. 把得到的數據真入表格裏，計算各點對應的勢能減少量 mgh ，以及增加的動能 $\frac{1}{2}mv^2$ ，並比較是否跟理論一致。計算時 g 取當地的數值。

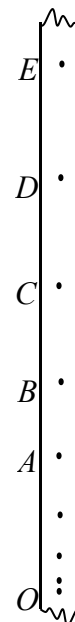
8. 拆掉導線，歸整器材。

【記錄及數據處理】

$$g=9.8\text{m/s}^2, T=0.02\text{s}$$

$h_1(OB)$	$h_2(OC)$	$h_3(OD)$
$\Delta E_{p1}=mgh_1$	$\Delta E_{p2}=mgh_2$	$\Delta E_{p3}=mgh_3$

$x_1(AB)$	$x_2(BC)$	$x_3(CD)$	$x_4(DE)$
$v_1 = \frac{s_1 + s_2}{2T}$	$v_2 = \frac{s_2 + s_3}{2T}$	$v_3 = \frac{s_3 + s_4}{2T}$	
$\Delta E_{k1} = \frac{1}{2}mv_1^2$	$\Delta E_{k2} = \frac{1}{2}mv_2^2$	$\Delta E_{k3} = \frac{1}{2}mv_3^2$	



結論：

【注意事項】

1. 打點計時器的兩限位孔必須在同一豎直線上，以減少摩擦阻力。
2. 實驗時必須先接通電源，然後鬆開紙帶讓重物下落。
3. 測量下落高度時，必須從起始點算起。選取的各計數點要離起始點遠些，可減少物體下落距離 h 的測量誤差。紙帶不宜過長，約 40 cm 即可。因重物自由下落時的加速度較大，每兩個計數點間的時間間隔不一定取連打 5 個點的時間為計時單位。
4. 實驗中因不需要知道動能和勢能的具體數值，故不需測物體的質量 m 。
5. 實際上重物和紙帶下落過中要克服阻力做功，所以動能的增加量要小於勢能的減少量。
6. 紙帶的上端最好不要懸空提著，要保證重物下落的初速度為零，並且紙帶上打出的第一個點是清晰的小點。
7. 紙帶挑選的標準是第一、二兩點間的距離接近 2mm。

【誤差分析】



1. 由於測量長度帶來的誤差屬偶然誤差，減小的辦法一是測距離時都從起點 O 量起，二是多測幾次取平均值。

2. 實際上重物和紙帶下落過程中要克服阻力(主要是打點計時器的阻力)做功，故動能的增加量 ΔE_k 必定稍小於勢能的減少量 ΔE_p ，這是屬於系統誤差。

【問題討論】

問題 1：本實驗要不要測量物體的質量？

驗證機械能守恆定律的運算式： $\frac{1}{2}mv^2 = mgh$ 和 $\frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2 = mg\Delta h$ 中，式子兩邊均有重物的質量 m ，因而也可不具體測出 m 的大小，而將 m 保留在式子中。

問題 2：對實驗中獲得的數條紙帶應如何選取？分組討論，得出結論，選取合適的紙帶以備處理數據之用。

(1) 用 $\frac{1}{2}mv^2 = mgh$ 驗證 這是以紙帶上第一點(起始點)為基準點來驗證機械能守恆定律的方法。由於第一點應是重物做自由落體運動開始下落的點，所以應選取點跡清晰且第 1、2 兩點間的距離接近 2mm 的紙帶。

(2) 用 $\frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2 = mg\Delta h$ 驗證，這是回避起始點，在紙帶上選擇後面的某兩點驗證機械能守恆定律的方法。由於重力勢能的相對性，處理紙帶時選擇適當的點為基準點，勢能的大小不必從起始點開始計算。這樣，紙帶上打出起始點 O 後的第一個 0.02s 內的位移是否接近 2mm，以及第一個點是否清晰也就無關緊要了。實驗打出的任何一條紙帶，只要後面的點跡清晰，都可以用於電腦械能是否守恆。

實驗開始時如果不是用手提著紙帶的上端，而是用夾子夾住紙帶的上端，待開始打點後再鬆開夾子釋放紙帶，打點計時器打出的第一個點的點跡清晰，計算時從第一個計時點開始至某一點的機械能守恆，其誤差也不會太大。回避第一個計時點的原因也包括實驗時手提紙帶的不穩定，使第一個計時點打出的點跡過大，從而使測量誤差加大。

問題 3：重物的速度怎樣測量？結合教材介紹獨立推導測量瞬時速度並得出結論。

做勻變速直線運動的紙帶上某點的瞬時速度，等於與之相鄰兩點間的平均速度。前面已經推導過。也可以結合速度圖象推導。

問題 4：實驗誤差分析，提出問題，在得到的實驗數據中，大部分同學得到的結論是，重物動能的增加量稍小於重力勢能的減少量，即 $\Delta E_k < \Delta E_p$ 。是怎麼造成的呢？分組討論，得到結論。對學生討論進行點撥。展示幻燈片。

(1) 重物和紙帶下落過程中要克服阻力，主要是紙帶與計時器之間的摩擦力。



(2) 計時器平面不在豎直方向，紙帶平面與計時器平面不平行是阻力增大的原因。

(3) 電磁打點計時器的阻力大於電火花計時器。由於阻力的存在，重物動能的增加量稍小於勢能的減少量，即 $\Delta E_k < \Delta E_p$ 。

在實驗中會不會出現，重物動能的增加量稍大於重力勢能的減少量，即 $\Delta E_k > \Delta E_p$ 的結論呢？

交流電的頻率 f 不是 50Hz 也會帶來誤差。若 $f > 50\text{Hz}$ ，由於速度值仍按頻率為 50Hz 計算，頻率的計算值比實際值偏小，週期值偏大，算得的速度值偏小，動能值也就偏小，使 $\Delta E_k < \Delta E_p$ 的誤差進一步加大。根據同樣的道理，若 $f < 50\text{Hz}$ ，則可能出現 $\Delta E_k > \Delta E_p$ 的結果。

〔小結〕

本節課利用重物下落的方法驗證機械能守恆定律，要掌握實驗目的、原理、方法、操作步驟、注意事項、誤差分析等。驗證機械能守恆定律的方法很多，同學們可以設計其他的方法加以驗證。

〔佈置作業〕

教材第80頁“問題與練習”。

三、課後練習：§7.9 實驗：驗證機械能守恆定律

1. 關於“驗證機械能守恆定律”的實驗中，以下說法正確的是()

A. 實驗中摩擦是不可避免的，因此紙帶越短越好，因為紙帶越短，克服摩擦力做的功就越小，誤差就越小

B. 稱出重錘的質量

C. 紙帶上第1、2兩點間距若不接近 2mm ，則無論怎樣處理實驗數據，實驗誤差一定較大

D. 處理打完點的紙帶時，可以直接利用打點計時器打出的實際點跡，而不必採用“計數點”的方法

解析 在打紙帶時，紙帶太短了，不易打出符合實驗要求的紙帶，選項A錯誤；由於 $mgh = \frac{1}{2}mv^2$ ，故稱出重錘的質量是多餘的，選項B錯誤；紙帶上第1、2兩點的間距不接近 2mm ，是由於通電後釋放重錘時操作不同步造成的，不會影響驗證結果，選項C錯誤；處理紙帶時，由於自由落體加速度較大，紙帶上點跡距離較大，故可直接用實際點跡測量研究。

答案 D

2. 用圖1所示裝置驗證機械能守恆定律，由於電火花計時器兩限位孔不在同一豎直線上，使紙帶通過時受到較大的阻力，這樣實驗造成的結果是()

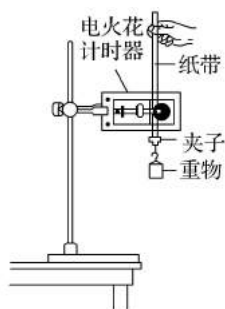


圖 1

- A · 重力勢能的減少量明顯大於動能的增加量
- B · 重力勢能的減少量明顯小於動能的增加量
- C · 重力勢能的減少量等於動能的增加量
- D · 以上幾種情況都有可能

解析 由於重物下落時要克服阻力做功，重物減少的重力勢能轉化為重物的動能和系統的內能，故重力勢能的減少量大於動能的增加量，A 正確。

答案 A

3 · 下列關於“驗證機械能守恆定律”實驗的實驗誤差的說法正確的是()

- A · 重物質量的稱量不准會造成較大誤差
- B · 重物質量選用得大些，有利於減小誤差
- C · 重物質量選用得較小些，有利於減小誤差
- D · 打點計時器選用電磁打點計時器比電火花計時器誤差要小

解析 重物質量不要稱量，故 A 錯誤；但重物質量大些，阻力影響相對較小，減小誤差故 B 正確，C 錯誤；電火花打點計時器誤差小於電磁式打點計時器，故 D 錯誤。

答案 B

4 · (多選)如圖 2 所示是用自由落體法驗證機械能守恆定律時得到的一條紙帶，我們選中 N 點來驗證機械能守恆定律，下面舉出一些計算 N 點速度的方法，其中正確的是(T 是打點時間間隔)()

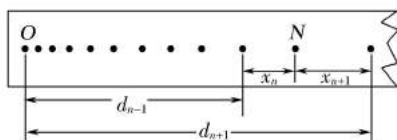
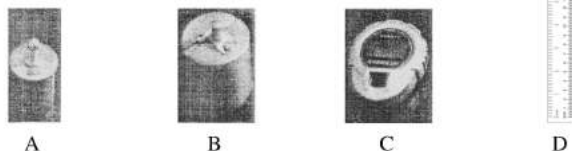


圖 2

- A · N 點是第 n 個點，則 $v_n = gnT$
- B · N 點是第 n 個點，則 $v_n = g(n-1)T$
- C · $v_n = \frac{x_n + x_{n+1}}{2T}$
- D · $v_n = \frac{d_{n+1} - d_{n-1}}{2T}$

答案 CD

5 · 做“驗證機械能守恆定律”的實驗，已有鐵架臺、鐵夾、電源、紙帶、打點計時器，還必須選取的器材是圖中的_____ (填字母)。



某同學在實驗過程中，①在重錘的正下方地面鋪海綿；②調整打點計時器的兩個限位孔連線為豎直；③重複多次實驗。以上操作可減小實驗誤差的是_____（填序號）。

解析 驗證重物自由下落過程的機械能守恆，除上述器材還需要重物和刻度尺，需要利用刻度尺測量長度，選B、D。調整打點計時器的兩限位孔連線豎直，重複多次實驗可減小實驗誤差，故選②③。

答案 BD ②③

6. 在用落體法驗證機械能守恆定律時，某小組按照正確的操作選得紙帶如圖3。其中O是起始點，A、B、C是打點計時器連續打下的3個點。用毫米刻度尺測量O到A、B、C各點的距離，並記錄在圖中。（已知當地的重力加速度 $g=9.80\text{ m/s}^2$ ，重錘質量為 $m=1\text{ kg}$ ，計算結果均保留3位有效數字）

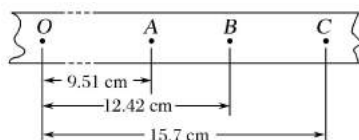


圖3

- (1)圖中的三個測量數據中不符合有效數字讀數要求的是_____段的讀數，應記作_____cm；
- (2)甲同學用重錘在OB段的運動來驗證機械能守恆，他用AC段的平均速度作為B點對應的瞬時速度 v_B ，則求得該過程中重錘的動能增加量 $\Delta E_k =$ _____J，重力勢能的減少量 $\Delta E_p =$ _____J。這樣驗證的系統誤差總是使 ΔE_k _____ ΔE_p （選填“>”、“<”或“=”）；
- (3)乙同學根據同一條紙帶，同一組數據，也用重錘在OB段的運動來驗證機械能守恆，將打點計時器打下的第一個點O記為第1個點，圖中的B是打點計時器打下的第9個點。因此他用 $v=gt$ 計算與B點對應的瞬時速度 v_B ，求得動能的增加量 $\Delta E_k =$ _____J。這樣驗證的系統誤差總是使 ΔE_k _____ ΔE_p （選填“>”、“<”或“=”）；
- (4)上述兩種處理方法中，你認為合理的是_____同學所採用的方法。（選填“甲”或“乙”）

解析 (1)毫米刻度尺讀數要估讀到毫米下一位，OC長度讀數到1毫米，不符合讀數要求。應記作15.70 cm。

(2)AC段的平均速度即B點瞬時速度 $v_B = \frac{AC}{2T} = \frac{15.70 - 9.51 \times 10^{-2}\text{ m}}{2 \times 0.02\text{ s}} = 1.55\text{ m/s}$ ，則系統增加的動能 $\Delta E_k = \frac{1}{2}mv_B^2 \approx 1.20\text{ J}$ ，重力勢能減少了 $\Delta E_p = mg \cdot OB \approx 1.22\text{ J}$ ，由於摩擦力的作用，部分重力勢能轉化為內能，所以 $\Delta E_k < \Delta E_p$ 。

(3)(3)B是打點計時器打下的第9個點，所以B點的速度 $v_B = gt = g \times 8 \times 0.02\text{ s} = 1.57\text{ m/s}$ ，動能的增加量 $\Delta E_k = \frac{1}{2}mv_B^2 \approx 1.23\text{ J}$ ，這樣做把加速度按照自由落體計



算，沒有考慮摩擦力的作用，而實際上，由於摩擦力的作用，加速度 $a < g$ ，所以 $v_B = gt$ 應大於實際對應 h 的速度大小，所以會使得 $\Delta E_k > \Delta E_p$ 。

(4)乙方案中直接把加速度按照重力加速度計算，不符合事實，而且誤差大，所以合理的是甲方案。

答案 (1)OC 15.70 (2)1.20 1.22 <

(3)1.23 > (4)甲

7. 利用圖 4 裝置做“驗證機械能守恆定律”的實驗。

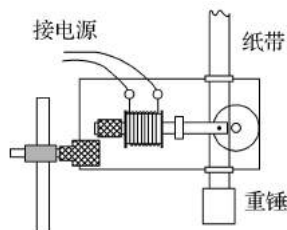


圖 4

(1)除打點計時器(含紙帶、複寫紙)、交流電源、鐵架臺、導線及開關外，在下面的器材中，必須使用的還有_____。(選填器材前的字母)

- A. 大小合適的鐵質重錘
- B. 體積較大的木質重錘
- C. 刻度尺
- D. 遊標卡尺
- E. 碼錶

(2)圖 5 是實驗中得到的一條紙帶。在紙帶上選取三個連續打出的點 A、B、C，測得它們到起始點 O 的距離分別為 h_A 、 h_B 、 h_C 。

重錘質量用 m 表示，已知當地重力加速度為 g ，打點計時器打點的週期為 T 。從打下 O 點到打下 B 點的過程中，重錘重力勢能的減少量 $|\Delta E_p| =$

_____，動能的增加量 $\Delta E_k =$ _____。

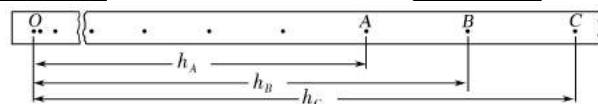


圖 5

(3)在實驗過程中，下列實驗操作和數據處理正確的是_____。

- A. 釋放重錘前，使紙帶保持豎直
- B. 做實驗時，先接通打點計時器的電源，再釋放重錘
- C. 為測量打點計時器打下某點時重錘的速度 v ，可測量該點到 O 點的距離 h ，再根據公式 $v = \sqrt{2gh}$ 計算，其中 g 應取當地的重力加速度
- D. 用刻度尺測量某點到 O 點的距離 h ，利用公式 mgh 計算重力勢能的減少量，其中 g 應取當地的重力加速度

解析 (1)驗證機械能守恆定律實驗，需要儘量減小阻力，以使得減少的重力勢能接近增加的動能，所以選擇鐵質重錘而不是木質，這樣可以儘量減少阻力影響，即選項 A 正確，B 錯誤；在計算速度時需要刻度尺測量點跡之間的距離以及下落的高度，所以選項 C 是必須的；而碼錶不需要，只要查相鄰點的間隔即可得時間間隔，因為打點計時器每隔 0.02 s 打一個點，所以 E 項錯誤；有刻度尺測量點間距，而不需要遊標卡尺，選項 D 錯誤。

(2)O 點到 B 點下落的高度為 h_B ，所以減少的重力勢能為 mgh_B ，增加的動能要計算 B 點的瞬時速度，B 為 AC 的中間時刻即等於 AC 的平均速度，所以 v_B



$$= \frac{h_C - h_A}{2T}, \text{ 增加的動能 } \Delta E_k = \frac{1}{2}mv_B^2 = \frac{m}{8T^2} (h_C - h_A)^2.$$

(3) 為保證只有重力做功，釋放前紙帶豎直可減少紙帶與打點計時器限位孔之間的摩擦，選項 A 正確；實驗過程先接通電源，待打點穩定後再釋放紙帶，選項 B 正確；速度的計算必須從紙帶數據來求，而不能根據自由落體運動求速度，如果按照自由落體運動的速度來求解則減少的重力勢能一定等於增加的動能，驗證就沒有意義了，選項 C 錯誤；計算減少的重力勢能 mgh 一定要按照當地的重力加速度來計算，選項 D 正確。

答案 (1)AC (2) mgh_B $\frac{m}{8T^2} (h_C - h_A)^2$ (3)ABD

8. 某同學用如圖 6 所示的實驗裝置驗證機械能守恆定律。實驗所用的電源頻率為 50 Hz 的交流電源。重物從高處由靜止開始下落，重物上拖著的紙帶打出一系列的點，對紙帶上的點跡進行測量，即可驗證機械能守恆定律。則：

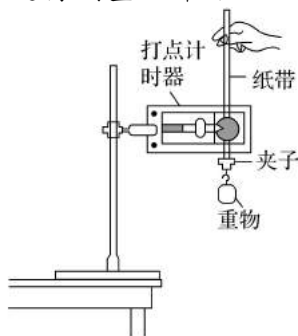


圖 6

(1) 該同學進行正確測量後挑選出一條點跡清晰的紙帶進行測量分析，如圖 7 所示。其中 O 點為起始點， A 、 B 、 C 、 D 、 E 、 F 為六個連續的計數點。根據

圖中數據，當打 B 點時重物的速度 $v =$ _____ m/s，計算出對應的 $\frac{v^2}{2} =$ _____ m^2/s^2 ； $gh =$ _____ m^2/s^2 ，可認為在誤差允許範圍記憶體在關係式 _____，即可驗證機械能守恆定律。(保留三位有效數字)

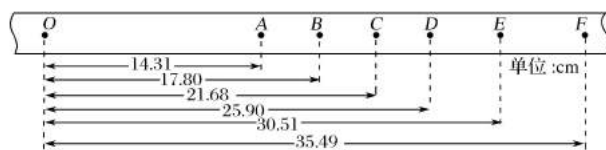
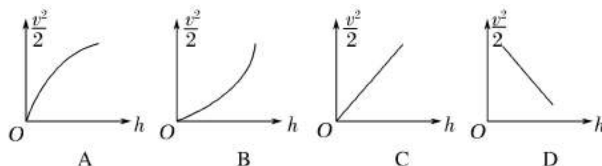
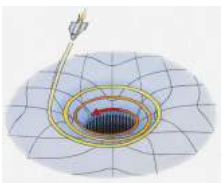


圖 7

(2) 該同學繼續根據紙帶算出各點的速度 v ，量出下落距離 h ，並以 $\frac{v^2}{2}$ 為縱軸、以 h 為橫軸畫出圖象，應是下圖中的 _____。



解析 (1) 對勻變速直線運動，中間時刻的瞬時速度等於該過程的平均速度，因為 B 對應 AC 段的中間時刻，有 $v_B = \frac{x_{AC}}{2T} = 1.84 \text{ m/s}$ ，對應的 $\frac{v^2}{2} = \frac{1.84^2}{2} \text{ m}^2/\text{s}^2 = 1.69 \text{ m}^2/\text{s}^2$ ；而 $gh = 10 \times 17.80 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}^2 = 1.78 \text{ m}^2/\text{s}^2$ ，故可認為在誤差允



許範圍記憶體在 $\frac{v^2}{2} = gh$ 。

(2) 重物下落的過程中，若機械能守恆，則有 $mgh = \frac{1}{2}mv^2$ ，即 $\frac{1}{2}v^2 = gh$ 。以 $\frac{v^2}{2}$ 為縱軸，以 h 為橫軸，則 $\frac{1}{2}v^2 = gh$ 對應的圖象為過原點的傾斜直線，故選項 C 正確。

答案 (1) 1.84 1.69 1.78 $\frac{1}{2}v^2 = gh$ (2) C



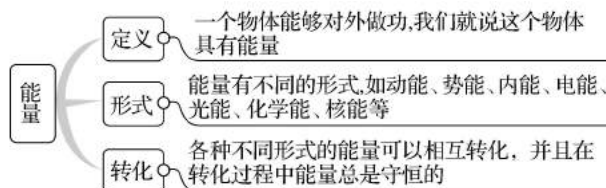
第十課題 §7.10 能量守恆定律與能源 (2 課時)

一、課前自主預習學案

知識點一 能量守恆定律

[基礎梳理]

1. 能量



2. 建立能量守恆定律的兩個重要事實

- (1) 確認了永動機的不可能(選填“可能”或“不可能”)性；
- (2) 發現了各種自然現象之間能量的相互聯繫和轉化。

3. 能量守恆定律

內容：能量既不會憑空產生，也不會憑空消失，它只能從一種形式轉化為另一種形式，或者從一個物體轉移到別的物體，在轉化或轉移的過程中，能量的總量保持不變。

4. 能量守恆定律的理解

某種形式的能減少，一定存在其他形式的能增加，且減少量和增加量一定相等。

某個物體的能量減少，一定存在其他物體的能量增加，且減少量和增加量一定相等。

5. 能量守恆定律的運算式

- (1) 從不同狀態看， $E_{初} = E_{終}$ ；
- (2) 從能的轉化角度看， $\Delta E_{增} = \Delta E_{減}$ ；
- (3) 從能的轉移角度看， $\Delta E_{A增} = \Delta E_{B減}$ 。

[即學即練]

1. 下列關於能量守恆定律的認識不正確的是()

- A. 某種形式的能減少，一定存在其他形式的能增加
- B. 某個物體的能量減少，必然有其他物體的能量增加
- C. 不需要任何外界的動力而持續對外做功的機械——永動機不可能製成
- D. 石子從空中落下，最後靜止在地面上，說明機械能消失了

解析 A 選項是指不同形式的能量間在轉化，轉化過程中能量是守恆的；B 選項是指能量在不同的物體間發生轉移，轉移過程中能量是守恆的。這正好是能量守恆定律的兩個方面——轉化與轉移，故 A、B 都正確；任何永動機都是不可能製成的，它違背了能量守恆定律，所以 C 正確；D 選項中石子由於受空氣阻力作用，機械能要轉化成內能，當最後停止在地面上時機械能並沒有消失，而是轉化成了其他形式的能，能量守恆定律表明能量既不能創生，也不能消失，故 D 錯誤。

答案 D



知識點二 能源與能量耗散

[基礎梳理]

1. 能源：指能夠提供可利用能量的物質，它是人類社會活動的物質基礎。
2. 能量耗散：(1)能量耗散：燃料燃燒時一旦把自己的熱量釋放出去，就不會再次自動聚集起來供人類重新利用。電池中的化學能轉化為電能，電能又通過燈泡轉化成內能和光能，熱和光被其他物質吸收之後變成周圍環境的內能，我們無法把這些內能收集起來重新利用。
(2)能量耗散表明，在能源的利用過程中，即在能量的轉化過程中，能量在數量上雖未減少，但在可利用的質量上降低了，從便於利用的變成不便於利用的了。這是能源危機的深層次的含意，也是“自然界的能量雖然守恆，但還是要節約能源”的根本原因。
3. 能量的耗散從能量轉化的角度反映出自然界中宏觀過程的方向性。

[典例精析]

【例1】下列關於能源開發和利用的說法中正確的是()

- A. 能源利用的過程是內能轉化成機械能的過程
- B. 要合理開發和節約使用核能、太陽能、風能、地熱能、海洋能等常規能源
- C. 能源利用的過程是一種形式的能向其他形式的能轉化的過程
- D. 無論是節約能源還是開發能源，我國都需要外國支援

解析 能源的利用過程實際上是一種形式的能向其他形式的能轉化的過程，並不一定是單一的向機械能轉化的過程，所以C正確，A錯誤；B中的核能、風能、地熱能、海洋能等屬於新能源，而不是常規能源，故B錯誤；節約能源也好，開發能源也好，我國主要依靠自己，故D錯誤。

答案 C

[即學即練]

2. 關於“能量耗散”的下列說法中，正確的是()

- ①能量在轉化過程中，有一部分能量轉化為內能，我們無法把這些內能收集起來重新利用，這種現象叫做能量耗散
- ②能量在轉化過程中變少的現象叫做能量耗散
- ③能量耗散表明，在能源的利用過程中，即在能量的轉化過程中，能量的數量並未減少，但在可利用的質量上降低了，從便於利用的變成不便於利用的了，而自然界的能量守恆
- ④能量耗散表明，各種能量在不轉化時是守恆的，但在轉化時是不守恆的

- A. ①③
- B. ①④
- C. ②③
- D. ②④

解析 自然界中各種能量的總和是一定的，各種能量的轉化是守恆的，只不過有些能量在轉化後，不能再回收利用了，故選A。

答案 A

知識點三 對功能關係的理解

[基礎梳理]

1. 功和能的關係可以從以下兩個方面來理解

- (1)不同形式的能量之間的轉化通過做功來實現，即做功的過程就是能量轉化的過程；



(2)做了多少功就有多少能量從一種形式轉化為另一種形式，即能量轉化的多少可用做功的多少來量度。

2. 常用的幾種功能關係

功		能的變化		運算式
重力做功	正功	重力勢能減少	重力勢能變化	$W_G = -\Delta E_p$ $= E_{p1} - E_{p2}$
	負功	重力勢能增加		
彈力做功	正功	彈性勢能減少	彈性勢能變化	$W_{彈} = -\Delta E_p$ $= E_{p1} - E_{p2}$
	負功	彈性勢能增加		
合力做功	正功	動能增加	動能變化	$W_{合} = \Delta E_k$ $= E_{k2} - E_{k1}$
	負功	動能減少		
除重力 (或系統內彈力) 外其他力做功	正功	機械能增加	機械能變化	$W_{其他} = \Delta E$ $= E_2 - E_1$
	負功	機械能減少		
兩物體間滑動摩擦力對物體系統做功		內能變化		$F_f x_{相對} = Q$

[典例精析]

【例2】如圖1所示，在光滑的水平面上，有一質量為 M 的長木塊以一定的初速度向右勻速運動，將質量為 m 的小鐵塊無初速度地輕放到長木塊右端，小鐵塊與長木塊間的動摩擦因數為 μ ，當小鐵塊在長木塊上相對長木塊滑動 L 時與長木塊保持相對靜止，此時長木塊對地的位移為 l ，求這個過程中

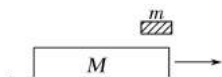
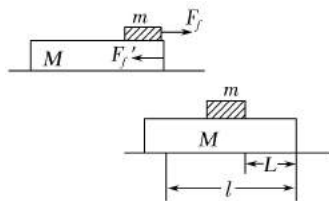


圖 1

- (1)小鐵塊增加的動能；
- (2)長木塊減少的動能；
- (3)系統機械能的減少量。

解析畫出這一過程兩物體位移示意圖，如圖所示。



(1)根據動能定理有 $\mu mg(l-L) = \frac{1}{2}mv^2 - 0$ ，

其中 $(l-L)$ 為小鐵塊相對地面的位移，

從上式可看出 $\Delta E_{km} = \mu mg(l-L)$ ，

說明摩擦力對小鐵塊做的正功等於小鐵塊動能的增加量。

(2)摩擦力對長木塊做負功，根據功能關係，得 $\Delta E_{kM} = -\mu mgl$ ，即長木塊減少的動能等於長木塊克服摩擦力做的功 μmgl 。

(3)系統機械能的減少量等於系統克服摩擦力做的功 $\Delta E = \mu mgL$ 。

答案(1) $\mu mg(l-L)$ (2) μmgl (3) μmgL

[即學即練]

3. 在奧運比賽專案中，高臺跳水是我國運動員的強項。質量為 m 的跳水



運動員進入水中後受到水的阻力而做減速運動，設水對他的阻力大小恒為 f ，那麼他在水中減速下降深度為 h 的過程中，下列說法正確的是(g 為當地的重力加速度)()

- A · 他的動能減少了 fh B · 他的重力勢能增加了 mgh
C · 他的機械能減少了 $(mg-f)h$ D · 他的機械能減少了 fh

解析 由動能定理知，動能的變化量等於合外力做的功，等於 $mgh-fh$ ，A 錯誤；下降 h ，重力勢能的減少量為 mgh ，B 錯誤；機械能的減少量等於克服阻力做的功，故機械能減少了 fh ，C 錯誤，D 正確。

答案 D

| 課堂自測 |

反馈训练 课堂达标

1 · 利用能源的過程實質上是()

- A · 能量的消失過程 B · 能量的創造過程
C · 能量不守恆的過程 D · 能量轉化或轉移並且耗散的過程

解析 利用能源的過程實質上是能量轉化或轉移的過程，在能源的利用過程中能量是耗散的，A、B、C 錯誤；D 正確。

答案 D

2 · 一顆子彈以某一水平速度擊中了靜止在光滑水平面上的木塊，並從中穿出，對於這一過程，下列說法正確的是()

- A · 子彈減少的機械能等於木塊增加的機械能
B · 子彈和木塊組成的系統機械能的損失量大於系統產生的熱量
C · 子彈減少的機械能等於木塊增加的動能與木塊增加的內能之和
D · 子彈減少的動能等於木塊增加的動能與子彈和木塊增加的內能之和

答案 D

3 · (多選)(2016·鎮海中學高一下學期期中)一個人站立在商店的自動扶梯的水平踏板上，隨扶梯向上加速，如圖 2 所示，則()

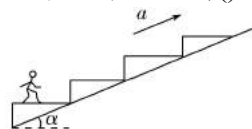


圖 2

- A · 踏板對人做的功等於人的機械能增加量
B · 人對踏板的壓力大小等於人所受到的重力大小
C · 人只受重力和踏板的支持力的作用
D · 人所受合力做的功等於人的動能的增加量

解析 由功能關係可知踏板對人做的功，等於人的重力勢能以及動能增加量之和，故選項 A 正確；由於人具有向上的加速度，故處於超重狀態，因此壓力大於自身重力，故選項 B 錯誤；由加速度方向可知人受到重力、支持力以及水平向右的摩擦力，故選項 C 錯誤；由動能定理可知合外力做的功等於其動能的變化量，故選項 D 正確。

答案 AD

4 · 如圖 3 所示，斜面的傾角為 θ ，質量為 m 的滑塊距擋板 P 的距離為 s_0 ，滑塊以初速度 v_0 沿斜面上滑，滑塊與斜面間的動摩擦因數為 μ ，滑塊所受摩擦力小於重力沿斜面向下的分力。若滑塊每次與擋板相碰均無機械能損失，求滑塊經過的總路程。

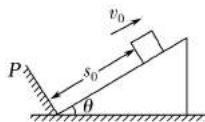


圖 3

解析 滑塊最終要停在斜面底部，設滑塊經過的總路程為 s ，對滑塊運動的全程應用能量守恆定律，全程所產生的熱量為

$$Q = \frac{1}{2}mv_0^2 + mgs_0 \sin \theta$$

又因為全程產生的熱量等於克服摩擦力所做的功，即

$$Q = \mu mgs \cos \theta$$

解以上兩式可得 $s = \frac{1}{\mu} \left[\frac{v_0^2}{2g \cos \theta} + s_0 \tan \theta \right]$ 。

答案 $\frac{1}{\mu} \left[\frac{v_0^2}{2g \cos \theta} + s_0 \tan \theta \right]$

二、新課教學：§7.10 能量守恆定律與能源

課題	§7.10 能量守恆定律與能源		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2018.05.21	課型	新授課		課時	2 課時

2.1 教學目標

1· 知識與技能

- (1) 了解各種形式的能，知道確立能量守恆定律的兩類重要形式。
- (2) 理解能量守恆定律的內容，會用能量守恆的觀點分析、解釋一些實際問題。
- (3) 了解能量耗散，認識提高能量利用效率的重要性。
- (4) 知道能源短缺和環境惡化是關係到人類社會能否持續發展的大問題，增強節約能源和環境保護的意識。

2· 過程與方法：

- (1) 通過收集資訊、閱讀教材和資料、相互交流，感受物理規律得出的歷程，體會哲學和自然科學長期發展和進步歷程。
- (2) 通過能量守恆定律事例分析，提高分析問題和理論聯繫實際的能力。從可持續發展角度分析能源、資源及日常諸多現象，提出自己的觀點及其可行的做法。

3· 情感態度價值觀：



- (1) 學習科學家不畏艱辛的探索精神、體驗科學的和諧美，了解大量的能源消耗帶來的全球性環境問題，樹立環保意識。
- (2) 感知我們周圍能源的耗散對環境的影響，認識科技對人類社會發展的負面影響，提高節能意識和環保意識，並在個人所能及的範圍內對社會的可持續發展有所貢獻。

2.2 教學重點

能量守恆定律的內容。

2.3 教學難點

1. 理解能量守恆定律的確切含義；
2. 能量轉化的方向性。

2.4 教學方法

教師啟發、引導，學生自主閱讀、思考，並討論、交流學習成果。

2.5 教學準備

投影儀、教學錄影或課件。

2.6 教學過程

〔新課導入〕

我們已學習了多種形式的能，請同學們說出你所知道的能量形式。我們還知道不同能量之間是可以相互轉化的，請你舉幾個能量轉化的例子。

在一個玻璃容器內放入沙子，拿一個小鐵球分別從某一高度釋放，使其落到沙子中。小球運動過程中機械能是否守恆？請說出小球運動過程中能量的轉化情況。

在盛有水的玻璃容器中放一小木塊，讓小木塊在水中上下浮動，過一段時間，小木塊停止運動。小木塊運動過程中機械能是否守恆？請說出小球運動過程中能量的轉化情況。

以上實驗表明，各種形式的能量可以相互轉化，一種能量減少，必有其他能量增加，一個物體的能量減少，必定其他物體能量增加，能量的總和並沒有不化。這就是我們今天要學習的能量守恆定律。

〔新課教學〕

一、能量守恆定律

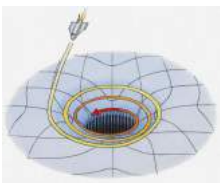
1. 自然現象之間的普遍聯繫

我們可以從千差萬別各種自然現象中抽象出一個共通的量——能量，這說明不同的運動形式在相互轉化中有數量上的確定關係。

科學家們一直在關注自然現象之間的普遍聯繫

……

1801年 戴維發現電流的化學效應（電和化學的聯繫）



- 1820 年 奧斯特發現電流的磁效應（電和磁的聯繫）
- 1821 年 塞貝克發現溫差電現象（熱和電的聯繫）
- 1831 年 法拉第發現電磁感應現象（電和磁的聯繫）
- 1840 年 焦耳發現電流的熱效應（電和熱的聯繫）
- 1842 年 邁爾表述了能量守恆定律，並計算出熱功當量的數值（力和熱的聯繫）
- 1843 年 焦耳測定了熱功當量的數值（力和熱的聯繫）
- 1947 年 亥姆霍茲在理論上概括和總結能量守恆定律

我們在初中學過的聲、光、熱、電、磁、力等各種現象，都與能量有著密切聯繫。本章描述的機械能守恆定律是普遍的能量守恆定律的一種特殊形式。包括機械能守恆在內的能量守恆思想的萌芽，儘管出現時都是十分模糊的，卻是後人總結和概括出普遍的能量守恆定律的依據。

2· 能量守恆定律確立的兩類重要事實

導致能量守恆定律最後確立的兩類重要事實是：確認了永動機的不可能性和發現了各種自然現象之間相互聯繫與轉化。到了 19 世紀 40 年代前後，科學界已經形成了一種思想氛圍，即用聯繫的觀點去觀察自然。不僅各種機械能之間可以相互轉化，電流也可以產生化學效應，電現象和磁現象可以相互轉化，熱和電也可以相互轉化……這預示著，到了把分立的環節連成一體的時候了，也就是到了建立能量轉化與守恆定律的時候了。在這種情況下，不同國家、不同領域的十幾位科學家，以不同的方式，各自獨立地提出能量守恆定律，其中，邁爾、焦耳、亥姆霍茲的工作最有成效。

3· 能量守恆定律的內容

能量既不會消滅，也不會創生，它只會從一種形式轉化為其他形式，或者從一個物體轉移到另一個物體，而在轉化和轉移的過程中，能量的總量保持不變。這個規律叫做能量守恆定律（*law of energy conservation*）。

在能量守恆定律發現之後，曾有人懷疑某種過程“能量不守恆”。但是，進一步研究又發現，原來是漏掉了人類尚不認識的一種新形式的能量。如果把這種新形式的能量計算在內，總能量依然守恆。能量守恆定律經受住了新的檢驗。

4· 能量守恆定律建立的意義

能量守恆定律的建立，是人類認識自然的一次重大飛躍，是哲學和自然科學長期發展和進步的結果。它是最普遍、最重要、最可靠的自然規律之一，而且是大自然普遍和諧性的一種表現形式。和諧美是科學的魅力所在。

【思考與討論】

- 1· 既然能量是寧恆的，不可能消滅，為什麼我們還要節約能源？
- 2· 歷史上曾有人設想製造一種不需要消耗任何能源就可以不斷做功的機器，即永動機，這樣的機器能不能製成？為什麼？

二、能源和能量耗散

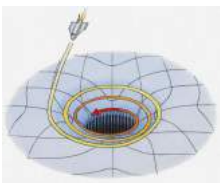
1· 能源

(1) 能源

能夠提供可利用能量的物質。

(2) 利用能源的三個時期

能源是人類社會活動的物質基礎。人類利用能源大致經歷了三個時期，即



柴薪時期、煤炭時期、石油時期。自工業革命以來，煤和石油成為人類的主要能源。到了 20 世紀 50 年代，世界石油和天然氣的消耗量超過了煤炭。

煤炭和石油是古代植物和動物的遺體在地層中經過一系列生物化學變化而生成的，與古生物化石有些相似，所以有時叫做化石能源。

(3) 能源的分類

① 常規能源和新能源

a· 常規能源

人類目前消耗的能量主要來自煤、石油、天然氣等，人們把煤、石油、天然氣叫做常規能源。

b· 新能源

風能、水流動時的機械能、太陽能、沼氣、核能等。

② 可再生能源和不可再生能源

a· 可再生能源

水流能、風能是可再生能源。

b· 不可再生能源

石油、煤炭等能源物質，如果消耗完了就沒有了，是不可再生能源。

③ 清潔能源和非清潔能源

a· 清潔能源

為“綠色環保”能源。太陽能的利用不污染環境，它是一種清潔能源

b· 非清潔能源

(4) 大量消耗常規能源帶來的社會問題

① 能源枯竭

煤炭和石油資源是有限的。以今天的開採和消耗速度，石油儲藏將在百年內用盡，煤炭資源也不可能永續。隨著生產力的迅速發展，使得能源的消耗也急劇增長，研究人員估計：按照目前的石油開採速度，地球上的石油儲藏將在幾十年內全部產完，煤的儲量稍多一些，但也將在二百多年的時間內采完。所以常規能源不是取之不盡，用之不竭的。

② 環境污染

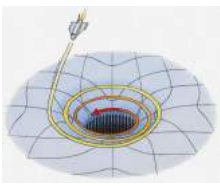
與此同時，大量煤炭和石油產品在燃燒時排出的有害氣體污染了空氣，改變了大氣的分。能源短缺和環境惡化已經成為關係到人類社會能否持續發展的大問題。

例一：石油和煤炭燃燒時產生的二氧化碳增加了大氣中二氧化碳的含量，由此產生了溫室效應，使得地面的氣溫上升，兩極的冰雪融化，海平面上升，淹沒沿海城市，海水向河流倒灌、耕地鹽鹼化等。

例二：常規能源的使用會產生有毒氣體和浮塵，能引起人的多種疾病。

常規能源的短缺和由這類能源利用所帶來的環境污染，使得新能源的開發成為當務之急。

(5) 各種能源的內在聯繫



大海中的水被太陽曬熱、蒸發，變成雲，變成雨，降落在高山上，匯成河流，所以宏觀上也可以說：水力發電站輸出的電能來自太陽。有人說：煤和石油的能量也來自太陽，那麼，太陽能通過什麼途徑變成了煤礦和石油中的化學能？

地球上的各種能源中，太陽輻射能(簡稱太陽能)占著特別重要的地位。除了人的食物中的能量是來源於太陽能外，草木燃料、化石燃料、風力、流水、海流、海洋熱能的能量也來源於太陽能。儘管太陽向四面八方輻射的熱量僅有二十二億分之一到達地球大氣的最高層，並且還有一部分被大氣層反射和消耗在加熱空氣上，然而，每秒鐘到達地面上的總量還高達 80 萬億千瓦。這一能量是很大的，如果用它來發電，就可以得到比現在全世界發電總量大約數萬倍以上的電力。太陽能是地球上可以獲得的、能連續供應的最大能源，真可謂“取之不盡，用之不竭”。

太陽能的利用，有間接利用和直接利用兩種形式，所謂間接利用，就是利用草木燃燒、化石燃料、風力、水力、海洋熱能、海流動能和各種被固定的太陽能(如沼氣、海洋生物)的能量。學了生物後，你就會理解草木燃料、化石燃料、海洋生物等的能量是被固定的太陽能，所以煤又被稱為太陽石。據你所學地理知識，就能理解風力、水力等能源的能量從根本上是太陽能轉化而來的。間接利用太陽能的方法很多，除普通火力發電、水力發電、風力發電之外，還有海水溫差發電，海流發電，大氣上層的電離氣體發電等等。

潮汐的主要原因是月球引力的影響。所以不歸為太陽能的間接利用，核能也不屬於太陽能。

2. 能量耗散

(1) 能量耗散

燃料燃燒時一旦把自己的熱量釋放出去，它就不會再次自動聚集起來供人類重新利用；電池中的化學能轉化為電能，它又通過燈泡轉化成內能和光能，熱和光被其他物質吸收之後變成周圍環境的內能，我們也無法把這些內能收集起來重新利用。這種現象叫做能量的耗散。

流散的內能無法收集起來重新利用的現象，叫做能量耗散。

城市的工業和交通急劇發展，給人們的生活帶來方便的同時，也使得城市環境接收了過多耗散的能量，使城市環境的溫度升高。

紅外照片是不能分辨顏色的，右圖中的顏色是為區分不同的溫度而在照片處理時加上的。



(2) 能量耗散從能量轉化的角度反映出自然界中的宏觀過程具有方向性

能量耗散表明，在能源的利用過程中，即在能量的轉化過程中，能量在數量上並未減少，但在可利用的質量上降低了，從便於利用的變成不便於利用的。



了。這是能源危機更深層次的含意，也是“自然界的能量雖然守恆，但還是要節約能源”的根本原因。

能量的耗散從能量轉化的角度反映出自然界中宏觀過程的方向性。能源的利用受這種方向性的制約，所以能源的利用是有條件的，也是有代價的。

〔小結〕

能源是提高人民生活水平和進行現代化建設的重要物質基礎，但是，能源與人們的需求及環境之間的關係又迫使人們不得不注意節約能源和開發新能源。

太陽能、風能都是無污染、不需要開採費用的能源，而且取之不盡，用之不竭，目前處於試驗使用階段，要大規模地使用還需要取得技術上的突破。無論是節約能源，還是開發能源，都要靠科學研究，都要掌握先進的技術，希望同學們努力學習，將來能夠在能源科學技術領域為祖國做貢獻。

本節課我們了解了能源和環境的關係，能源與人類需求之間的矛盾，那麼在今後的生活中，我們要從自身做起，節約能源，保護生態環境。

〔佈置作業〕

教材第 82 頁“問題與練習”。

2.7 板書設計

- 一、能量守恆定律
- 二、能源和能量耗散

三、課後練習：§7.10 能量守恆定律與能源

1. 下列關於能源的說法中不正確的是()
- A. 自然界中的能量是守恆的，所以能量永不枯竭，不必節約能源
 - B. 煤、石油、天然氣等屬於常規能源
 - C. 水能是可再生能源
 - D. 常規能源的大量使用，會對環境有較大的影響，如加劇“溫室效應”

答案 A

2. 能源短缺和環境惡化指的是()

①煤炭和石油的開採與技術有關，在當前技術條件下，煤炭和石油的開採是有限的，這叫能源短缺②煤炭和石油資源是有限的，以今天的開採和消耗速度，石油儲量將在百年內用盡，煤炭資源也不可能永續，這叫能源短缺③煤炭和石油具有很大的氣味，在開採、存放和使用過程中這些氣味會聚集在空氣中污染空氣，使環境惡化④大量煤炭和石油產品在燃燒時排出的有害氣體污染了空氣，改變了大氣成分，使環境惡化

- A. ①③
 - B. ①④
 - C. ②③
 - D. ②
- ④

解析煤炭和石油都是由幾億年以前的生物遺體形成的，這些能源不能短期內再次生成，也不可重複使用，它們的儲量是有限的，並不是取之不盡、用之不竭的，這是所講的能源短缺，②正確；能源在使用時會排出有害氣體污染空



氣，這是所講的環境惡化，④正確，故 D 正確。

答案 D

3. 如圖 1 所示，一小孩從圖中粗糙的滑梯上自由加速滑下，其能量的變化情況是()



圖 1

- A. 重力勢能減小，動能不變，機械能減小，總能量減小
- B. 重力勢能減小，動能增加，機械能減小，總能量不變
- C. 重力勢能減小，動能增加，機械能增加，總能量增加
- D. 重力勢能減小，動能增加，機械能守恆，總能量不變

解析由能量守恆定律可知，小孩在下滑過程中總能量守恆，故 A、C 均錯；由於摩擦力要做負功，因此機械能不守恆，故 D 錯；下滑過程中重力勢能向動能和內能轉化，故只有 B 正確。

答案 B

4. (多選)



圖 2

為了探究能量轉化和守恆，小明將小鐵塊綁在橡皮筋中部，並讓橡皮筋穿入鐵罐，兩端分別固定在罐蓋和罐底上，如圖 2 所示。讓該裝置從不太陡的斜面上 A 處滾下，到斜面上 B 處停下，發現橡皮筋被卷緊了，接著鐵罐居然從 B 處自動滾了上去。下列關於該裝置能量轉化的判斷正確的是()

- A. 從 A 處滾到 B 處，主要是重力勢能轉化為動能
- B. 從 A 處滾到 B 處，主要是重力勢能轉化為彈性勢能
- C. 從 B 處滾到最高處，主要是動能轉化為重力勢能
- D. 從 B 處滾到最高處，主要是彈性勢能轉化為重力勢能

解析在 A 處和 B 處時鐵罐速度為零，動能為零，所以從 A 處到 B 處是重力勢能轉化為彈性勢能，故 A 項錯誤，B 項正確；從 B 處又滾到最高處的過程是彈性勢能轉化為重力勢能的過程，故 C 錯，D 對。

答案 BD

5. 蹦極是一項既驚險又刺激的運動，深受年輕人的喜愛。如圖 3 所示，蹦極者從 P 點由靜止跳下，到達 A 處時彈性繩剛好伸直，繼續下降到最低點 B 處，B 離水面還有數米距離。蹦極者(視為質點)在其下降的整個過程中，重力勢能的減少量為 ΔE_1 ，繩的彈性勢能的增加量為 ΔE_2 ，克服空氣阻力做的功為 W ，則下列說法正確的是()



圖 3

- A. 蹦極者從 P 到 A 的運動過程中，機械能守恆



B· 蹦極者與繩組成的系統從 A 到 B 的運動過程中，機械能守恆

C· $\Delta E_1 = W + \Delta E_2$

D· $\Delta E_1 + \Delta E_2 = W$

解析 蹦極者下降過程中，由於空氣阻力做功，故機械能減少，A、B 錯誤；由功能關係得 $W = \Delta E_1 - \Delta E_2$ ，解得 $\Delta E_1 = W + \Delta E_2$ ，C 正確，D 錯誤。

答案 C

6· 如圖 4 所示，輕彈簧的上端懸掛在天花板上，下端掛一質量為 m 的小球，小球處於靜止狀態。現在小球上加一豎直向上的恒力 F 使小球向上運動，小球運動的最高點與最低點之間的距離為 H ，則此過程中 (g 為重力加速度，彈簧始終在彈性限度內)()

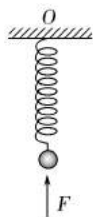


圖 4

A· 小球的重力勢能增加 mgH

B· 小球的動能增加 $(F - mg)H$

C· 小球的機械能增加 FH

D· 小球的機械能守恆

解析 重力勢能的增加量等於克服重力做的功，選項 A 正確；在最高點時，動能為零，從最低到最高的過程中，小球的動能增加量為零，選項 B 錯誤；對於小球而言，動能沒有增加，重力勢能增加了 mgH ，故小球的機械能增加了 mgH ，選項 C、D 錯誤。

答案 A

7· 如圖 5 為我國交通運輸部北海救助飛行隊直升機在執行救助任務。直升機通過繩索用恒力 F 豎直向上拉起救助官兵和被困人員，使其由水面開始加速上升到某一高度，若考慮空氣阻力而不考慮空氣浮力，則在此過程中，以下說法不正確的有()

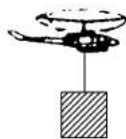


圖 5

A· 力 F 和阻力的合力所做的功等於兩人機械能的增量

B· 兩人克服重力所做的功等於兩人重力勢能的增量

C· 力 F 、重力、阻力三者合力所做的功等於兩人動能的增量

D· 力 F 所做功減去克服阻力所做的功等於兩人重力勢能的增量

解析 根據除重力外其他力做的功等於物體機械能的增量，選項 A 正確，D 錯誤；根據重力做功與重力勢能的關係，選項 B 正確；根據動能定理，選項 C 正確。

答案 D

8· 如圖 6 所示，物體 A 的質量為 m ，置於水平地面上， A 的上端連一輕彈簧，原長為 L ，勁度係數為 k 。現將彈簧上端 B 緩慢地豎直向上提起，使 B 點



上移距離為 L ，此時物體 A 也已經離開地面，則下列說法中正確的是()

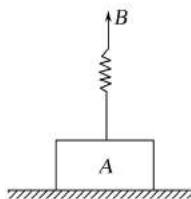


圖 6

- A · 提彈簧的力對系統做功為 mgL
- B · 物體 A 的重力勢能增加 mgL
- C · 系統增加的機械能小於 mgL
- D · 以上說法都不正確

答案 C

9. 如圖 7 所示，一個粗細均勻的 U 形管內裝有同種液體，液體質量為 m 。在管口右端用蓋板 A 密閉，兩邊液面高度差為 h ，U 形管內液體的總長度為 $4h$ ，先拿去蓋板，液體開始運動，由於管壁的阻力作用，最終管內液體停止運動，則該過程中產生的內能為()

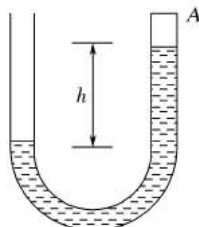


圖 7

- A · $\frac{1}{16}mgh$
- B · $\frac{1}{8}mgh$
- C · $\frac{1}{4}mgh$
- D · $\frac{1}{2}mgh$

解析 去掉右側蓋板之後，液體向左流動，最終兩側液面相平，液體的重力勢能減少，減少的重力勢能轉化為內能。

最終狀態可等效為右側 $\frac{h}{2}$ 的液柱移到左側管中，即增加的內能等於該液柱減少的重力勢能，即： $Q = \frac{1}{8}mg \times \frac{1}{2}h = \frac{1}{16}mgh$ ，故 A 正確。

答案 A

10. 一質量為 2 kg 的物塊從離地 80 m 高處自由落下，測得落地速度為 30 m/s，求下落過程中產生的內能。(g 取 10 m/s²)

解析 這裏，內能顯然無法直接計算，但是下落過程中減少的機械能轉化成了內能。

根據能量守恆，產生的內能為

$$E = mgh - \frac{1}{2}mv^2 = (2 \times 10 \times 80 - \frac{1}{2} \times 2 \times 30^2) \text{ J} = 700 \text{ J}.$$

答案 700 J

11. 如圖 8 所示，滑塊從 A 點由靜止開始沿曲面下滑，過 O 點後滑上右邊曲面 B 點時的速度恰好等於零， O 點附近光滑，滑塊經過 O 點不發生碰撞。若滑塊從 B 點以某一速度 v 沿原路徑往回滑，到達 A 點時的速度也恰好為零，求



A 、 B 兩點間的高度差。(假設滑塊從 A 到 B 與從 B 到 A 因摩擦而產生的內能相同)

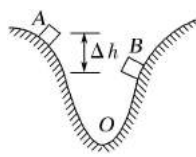


圖 8

解析 滑塊從 A 到 B ，由能量守恆定律得

$$mg\Delta h = E_{\text{內}}。$$

滑塊從 B 到 A ，由能量守恆定律得

$$\frac{1}{2}mv^2 = mg\Delta h + E_{\text{內}}。$$

聯立以上兩式解得 $\Delta h = \frac{v^2}{4g}$ 。

答案 $\frac{v^2}{4g}$

12. 如圖 9 所示，皮帶的速度是 3 m/s ，兩圓心距離 $s = 4.5 \text{ m}$ ，現將 $m = 1 \text{ kg}$ 的小物體輕放在左輪正上方的皮帶上，物體與皮帶間的動摩擦因數 $\mu = 0.15$ ，電動機帶動皮帶將物體從左輪運送到右輪正上方時，求：

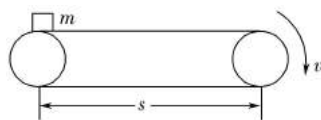


圖 9

- (1) 小物體獲得的動能 E_k ；
- (2) 這一過程摩擦產生的熱量 Q ；
- (3) 這一過程電動機消耗的電能 E 是多少？($g = 10 \text{ m/s}^2$)

解析(1) 由 $\mu mg = ma$ 得 $a = 1.5 \text{ m/s}^2$

由 $\mu mgs' = \frac{1}{2}mv^2$ ，得 $s' = 3 \text{ m} < 4.5 \text{ m}$ ，

即物體可與皮帶達到共同速度，

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 1 \times 3^2 \text{ J} = 4.5 \text{ J}。$$

(2) 由 $v = at$ 得 $t = 2 \text{ s}$

$$Q = \mu mg(vt - s') = 0.15 \times 1 \times 10 \times (6 - 3) \text{ J} = 4.5 \text{ J}$$

(3) $E_{\text{電}} = E_k + Q = 4.5 \text{ J} + 4.5 \text{ J} = 9 \text{ J}。$

答案(1) 4.5 J (2) 4.5 J (3) 9 J

13. 如圖 10 所示，一物體質量 $m = 2 \text{ kg}$ ，在傾角 $\theta = 37^\circ$ 的斜面上的 A 點以初速度 $v_0 = 3 \text{ m/s}$ 下滑， A 點距彈簧上端 B 的距離 $AB = 4 \text{ m}$ 。當物體到達 B 後將彈簧壓縮到 C 點，最大壓縮量 $BC = 0.2 \text{ m}$ ，然後物體又被彈簧彈上去，彈到的最高位置為 D 點， D 點距 A 點 $AD = 3 \text{ m}$ 。擋板及彈簧質量不計， g 取 10 m/s^2 ， $\sin 37^\circ = 0.6$ ，求：

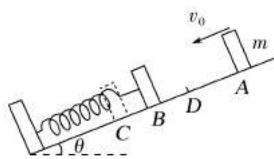


圖 10



(1)物體與斜面間的動摩擦因數 μ ；

(2)彈簧的最大彈性勢能 E_{pm} 。

解析(1)最後的 D 點與開始的位置 A 點比較：

$$\text{動能減少 } \Delta E_k = \frac{1}{2}mv_0^2 = 9 \text{ J}。$$

$$\text{重力勢能減少 } \Delta E_p = mgl_{AD}\sin 37^\circ = 36 \text{ J}。$$

$$\text{機械能減少 } \Delta E = \Delta E_k + \Delta E_p = 45 \text{ J}$$

機械能的減少量全部用來克服摩擦力做功，即

$$W_f = F_f l = 45 \text{ J}， \text{而路程 } l = 5.4 \text{ m}， \text{則 } F_f = \frac{W_f}{l} = 8.33 \text{ N}。$$

$$\text{而 } F_f = \mu mg \cos 37^\circ， \text{所以 } \mu = \frac{F_f}{mg \cos 37^\circ} = 0.52。$$

$$(2) \text{由 } A \text{ 到 } C \text{ 的過程：動能減少 } \Delta E_k' = \frac{1}{2}mv_0^2 = 9 \text{ J}。$$

$$\text{重力勢能減少 } \Delta E_p' = mgl_{AC}\sin 37^\circ = 50.4 \text{ J}。$$

機械能的減少用於克服摩擦力做功 $W_f' = F_f l_{AC} = \mu mg \cos 37^\circ \cdot l_{AC} = 35 \text{ J}$ 。由能的轉化和守恆定律得：

$$E_{pm} = \Delta E_k' + \Delta E_p' - W_f' = 24.4 \text{ J}。$$

答案(1)0.52 (2)24.4 J



第十一課題：綜合複習（2 課時）

課題	綜合複習		設計教師	C050	授課教師	C050
時間	2018.01.16 2018.01.17	課型	復習課		課時	2 課時

綜合複習一：《第七章 機械能守恆定律》章末總結

突破一功和功率的計算

1. 功的計算方法

(1) 恒力做的功： $W = Fl \cos \alpha$

(2) 合外力做的功

方法一：先求合外力 $F_{\text{合}}$ ，再用 $W_{\text{合}} = F_{\text{合}} l \cos \alpha$ 求功。

方法二：先求各個力做的功 W_1 、 W_2 、 W_3 ……，再應用 $W_{\text{合}} = W_1 + W_2 + W_3 + \dots$ ，求合外力做的功。

(3) 變力做的功。

① 利用功率求功：此方法主要用於在發動機功率保持恒定的條件下，求牽引力求功。

② 利用動能定理或功能關係求功。

2. 功率的計算方法

(1) $P = \frac{W}{t}$ ：此式是功率的定義式，適用於任何情況下功率的計算。一般用於求解某段時間內的平均功率。

(2) $P = Fv$ ：當 v 是瞬時速度時，此式計算的是 F 的瞬時功率；當 v 是平均速率時，此式計算的是 F 的平均功率。

注意求平均功率選用公式 $P = \frac{W}{t}$ 和 $P = Fv$ 均可，但必須注意是哪段時間或哪一個過程中的平均功率；求瞬時功率通常選用公式 $P = Fv$ ，必須注意是哪個力在哪個時刻(或狀態)的功率。

【例 1】一物體靜止在粗糙水平地面上。現用一大小為 F_1 的水平拉力拉動物體，經過一段時間後其速度變為 v 。若將水平拉力的大小改為 F_2 ，物體從靜止開始經過同樣的時間後速度變為 $2v$ 。對於上述兩個過程，用 W_{F1} 、 W_{F2} 分別表示拉力 F_1 、 F_2 所做的功， W_{f1} 、 W_{f2} 分別表示前後兩次克服摩擦力所做的功，則()

A. $W_{F2} > 4W_{F1}$ ， $W_{f2} > 2W_{f1}$

B. $W_{F2} > 4W_{F1}$ ， $W_{f2} = 2W_{f1}$

C. $W_{F2} < 4W_{F1}$ ， $W_{f2} = 2W_{f1}$

D. $W_{F2} < 4W_{F1}$ ， $W_{f2} < 2W_{f1}$

解析 兩次物體均做勻加速運動，由於時間相等，兩次的末速度之比為

1:2，則由 $v = at$ 可知兩次的加速度之比為 $\frac{a_1}{a_2} = \frac{1}{2}$ ， $\frac{F_{1\text{合}}}{F_{2\text{合}}} = \frac{1}{2}$ ，又兩次的平均速度



分別為 $\frac{v}{2}$ 、 v ，故兩次的位移之比為 $\frac{x_1}{x_2} = \frac{1}{2}$ ，由於兩次的摩擦阻力相等，由 $W_f = F_f x$ 可知， $W_{f2} = 2W_{f1}$ ；由 $F_1 - F_f = ma_1$ ， $F_2 - F_f = ma_2$ 知， $F_2 < 2F_1$ ，根據 $W_{F1} = F_1 x_1$ ， $W_{F2} = F_2 x_2$ 可知， $W_{F2} < 4W_{F1}$ 。選項C正確。

答案 C

【例2】一臺起重機從靜止開始勻加速地將一質量 $m = 1.0 \times 10^3 \text{ kg}$ 的貨物豎直吊起，在2 s末貨物的速度 $v = 4 \text{ m/s}$ 。起重機在這2 s內的平均輸出功率及2 s末的瞬時功率分別為(g 取 10 m/s^2) ()

- A · $2.4 \times 10^4 \text{ W}$ $2.4 \times 10^4 \text{ W}$ B · $2.4 \times 10^4 \text{ W}$ $4.8 \times 10^4 \text{ W}$
C · $4.8 \times 10^4 \text{ W}$ $2.4 \times 10^4 \text{ W}$ D · $4.8 \times 10^4 \text{ W}$ $4.8 \times 10^4 \text{ W}$

解析 貨物運動的加速度 $a = \frac{v}{t} = \frac{4}{2} \text{ m/s}^2 = 2 \text{ m/s}^2$

設起重機吊繩的拉力為 F ，根據牛頓第二定律，有

$$F - mg = ma$$

$$\text{所以 } F = m(g + a) = 1.0 \times 10^3 \times (10 + 2) \text{ N} = 1.2 \times 10^4 \text{ N}$$

$$\text{貨物上升的位移 } l = \frac{1}{2} at^2 = 4 \text{ m}$$

$$\text{則拉力做的功 } W = Fl = 1.2 \times 10^4 \times 4 \text{ J} = 4.8 \times 10^4 \text{ J}$$

$$\text{故2 s內的平均功率 } \bar{P} = \frac{W}{t} = 2.4 \times 10^4 \text{ W}$$

$$\text{2 s末的瞬時功率 } P = Fv = 1.2 \times 10^4 \times 4 \text{ W} = 4.8 \times 10^4 \text{ W}。$$

答案 B

突破二對動能定理的理解與應用

動能定理一般應用於單個物體，研究過程中可以是直線運動，也可以是曲線運動；既適用於恒力做功，也適用於變力做功；既適用於各個力同時作用在物體上，也適用於不同的力分階段作用在物體上，凡涉及力對物體做功過程中動能的變化問題幾乎都可以使用，但使用時應注意以下幾點：

1. 明確研究對象和研究過程，找出始、末狀態的速度情況。
2. 對物體進行正確的受力分析(包括重力、彈力等)，明確各力做功大小及功的正、負情況。
3. 有些力在運動過程中不是始終存在，物運動狀態、受力等情況均發生變化，則在考慮外力做功時，必須根據不同情況分別對待，正確表示出總功。
4. 若物體運動過程中包含幾個不同的子過程，解題時，可以分段考慮，也可視為一個整體過程考慮，列出動能定理方程求解。

【例3】如圖1所示，一半徑為 R 的半圓形軌道豎直固定放置，軌道兩端等高。質量為 m 的質點自軌道端點 P 由靜止開始滑下，滑到最低點 Q 時，對軌道的正壓力為 $2mg$ ，重力加速度大小為 g ，質點自 P 滑到 Q 的過程中，克服摩擦力所做的功為()

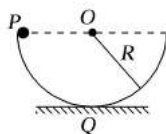


圖 1



A. $\frac{1}{4}mgR$

B. $\frac{1}{3}mgR$

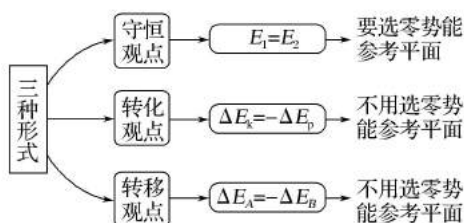
C. $\frac{1}{2}mgR$

D. $\frac{\pi}{4}mgR$

解析 在 Q 點質點受到豎直向下的重力和豎直向上的支持力，兩力的合力充當向心力，所以有 $F_N - mg = m\frac{v^2}{R}$ ， $F_N = 2mg$ ，聯立解得 $v = \sqrt{gR}$ ，下滑過程中，根據動能定理可得 $mgR - W_f = \frac{1}{2}mv^2$ ，解得 $W_f = \frac{1}{2}mgR$ ，所以克服摩擦力做功 $\frac{1}{2}mgR$ ，C 正確。

答案 C

突破三機械能守恆定律及其應用
機械能守恆定律的運算式



【例 4】 如圖 2 所示，豎直平面內有一光滑圓弧軌道，其半徑為 $R=0.5$ m，平臺與軌道的最高點等高。一質量 $m=0.8$ kg 的小球從平臺邊緣的 A 處水平射出，恰能沿圓弧軌道上 P 點的切線方向進入軌道內側，軌道半徑 OP 與豎直線的夾角為 53° ，已知 $\sin 53^\circ=0.8$ ， $\cos 53^\circ=0.6$ ， g 取 10 m/s²。試求：

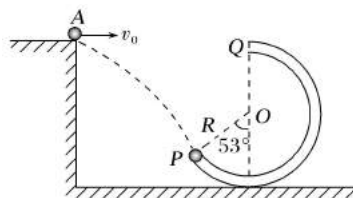


圖 2

- (1) 小球從平臺上的 A 點射出時的速度大小 v_0 ；
- (2) 小球從平臺上的射出點 A 到圓弧軌道入射點 P 之間的水平距離 l ；
- (3) 小球到達圓弧軌道最低點時的速度大小；
- (4) 小球沿軌道通過圓弧的最高點 Q 時對軌道的內壁還是外壁有彈力，並求出彈力的大小。

解析 (1) 小球從 A 到 P 的高度差為： $h=R(1+\cos 53^\circ)$

從 A 到 P 是平拋運動，根據分運動公式，有： $h=\frac{1}{2}gt^2$

$v_y=gt$

$\tan 53^\circ=\frac{v_y}{v_0}$

聯立並代入數據解得： $v_0=3$ m/s。

(2) 從 A 到 P 是平拋運動，根據分位移公式，有： $l=v_0t$

$h=\frac{1}{2}gt^2$

聯立並代入數據解得： $l=1.2$ m



(3)從 A 到圓弧軌道最低點，根據機械能守恆定律，有：

$$\frac{1}{2}mv_1^2 = mg2R + \frac{1}{2}mv_0^2$$

代入數據解得： $v_1 = \sqrt{29} \text{ m/s}$

(4)小球從 A 到達 Q 時，

根據機械能守恆定律可知： $v_Q = v_0 = 3 \text{ m/s}$ ；

在 Q 點，根據牛頓第二定律，有： $F_N + mg = m\frac{v_0^2}{R}$

解得： $F_N = -mg + m\frac{v_0^2}{R} = -0.8 \times 10 \text{ N} + 0.8 \times \frac{3^2}{0.5} \text{ N} = 6.4 \text{ N} > 0$ 。根據牛頓第三

定律，小球對軌道的外壁有壓力，為 6.4 N 。

答案 (1) 3 m/s (2) 1.2 m (3) $\sqrt{29} \text{ m/s}$ (4) 外壁 6.4 N

突破四功能關係

力學中常見的幾對功能關係

(1)重力做功與重力勢能：

運算式： $W_G = -\Delta E_p$ 。

$W_G > 0$ ，表示重力勢能減少； $W_G < 0$ ，表示重力勢能增加。

(2)彈簧彈力做功與彈性勢能：

運算式： $W_{\text{彈}} = -\Delta E_{\text{彈}}$ 。

$W_{\text{彈}} > 0$ ，表示彈簧勢能減少； $W_{\text{彈}} < 0$ ，表示彈性勢能增加。

(3)合力做功與動能：

運算式： $W_{\text{合}} = \Delta E_k$ 。

$W_{\text{合}} > 0$ ，表示動能增加； $W_{\text{合}} < 0$ ，表示動能減少。

(4)除重力或系統彈力外其他力做功與機械能：

運算式： $W_{\text{其他}} = \Delta E$ 。

$W_{\text{其他}} > 0$ ，表示機械能增加； $W_{\text{其他}} < 0$ ，表示機械能減少； $W_{\text{其他}} = 0$ ，表示機械能守恆。

【例 5】如圖 3 所示，在豎直平面內有一半徑為 R 的圓弧軌道，半徑 OA 水平、 OB 豎直，一個質量為 m 的小球自 A 的正上方 P 點由靜止開始自由下落，小球沿軌道到達最高點 B 時恰好對軌道沒有壓力。已知 $AP = 2R$ ，重力加速度為 g ，則小球從 P 到 B 的運動過程中()

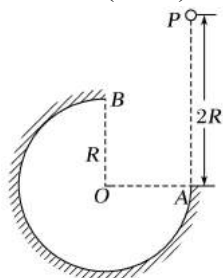


圖 3

A · 重力做功 $2mgR$

B · 機械能減少 mgR

C · 合外力做功 mgR

D · 克服摩擦力做功 $\frac{1}{2}mgR$

解析 重力做功與路徑無關，所以 $W_G = mgR$ ，選項 A 錯；小球在 B 點時所受重力提供向心力，即 $mg = m\frac{v^2}{R}$ ，所以 $v = \sqrt{gR}$ ，從 P 點到 B 點，由動能定理



知： $W_{\text{合}} = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mgR$ ，故選項 C 錯；根據能量的轉化與守恆知：機械能的減少量為 $|\Delta E| = |\Delta E_p| - |\Delta E_k| = \frac{1}{2}mgR$ ，故選項 B 錯；克服摩擦力做的功等於機械能的減少量，等於 $\frac{1}{2}mgR$ ，故選項 D 對。

答案 D

綜合複習二：模塊綜合檢測

一、選擇題(共 13 小題，每小題 4 分，共 52 分。在每小題列出的四個備選項中只有一個是符合題目要求的，不選、多選、錯選均不得分。)

1. 如圖 1 所示，小車在與水平方向成 α 角的恒力 F 作用下，沿水平地面向右運動一段距離 l ，此過程中力 F 對小車所做的功為()

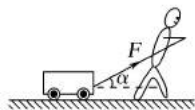


圖 1

A · $F l$

B · $F l \sin \alpha$

C · $F l \cos \alpha$

D · $F l \tan \alpha$

答案 C

2. 總質量約為 3.8 噸“嫦娥三號”探測器在距月面 3 m 處關閉反推發動機，讓其以自由落體方式降落在月球表面。4 條著陸腿觸月信號顯示，“嫦娥三號”完美著陸月球虹灣地區。月球表面附近重力加速度約為 1.6 m/s^2 4 條著陸腿可視作完全相同的四個輕彈簧，在軟著陸後，每個輕彈簧獲得的彈性勢能大約是()



圖 2

A · 28 500 J

B · 4 560 J

C · 18 240 J

D · 9 120 J

解析 由機械能守恆定律， $mgh = 4E_p$ ，解得 $E_p = \frac{mgh}{4} = 4 560 \text{ J}$ ，選項 B 正確。

答案 B

3. 某運動員臂長為 L ，將質量為 m 的鉛球推出，鉛球出手時的速度大小為 v_0 ，方向與水平方向成 30° 角，則該運動員對鉛球所做的功是()

A · $\frac{m}{2} (gL + v_0^2)$

B · $mgL + \frac{1}{2}mv_0^2$



C · $\frac{1}{2}mv_0^2$

D · $mgL + mv_0^2$

解析 設運動員對鉛球做功為 W ，由動能定理得

$$W - mgL \sin 30^\circ = \frac{1}{2}mv_0^2, \text{ 所以 } W = \frac{1}{2}mgL + \frac{1}{2}mv_0^2。$$

答案 A

4. 如圖 3 是“神舟”系列航天飛船返回艙返回地面的示意圖，假定其過程可簡化為打開降落傘一段時間後，整個裝置勻速下降，為確保安全著陸，需點燃返回艙的緩衝火箭，在火箭噴氣過程中返回艙做減速直線運動，則()



圖 3

- A · 火箭開始噴氣瞬間傘繩對返回艙的拉力變小
- B · 返回艙在噴氣過程中減速的主要原因是空氣阻力
- C · 返回艙在噴氣過程中所受合外力可能做正功
- D · 返回艙在噴氣過程中處於失重狀態

解析 由整體法、隔離法結合牛頓第二定律，可知 A 正確，B 錯；由動能定理可知 C 錯；因返回艙具有豎直向上的加速度，因此處於超重狀態，D 錯。

答案 A

5. 如圖 4 甲所示，質量 $m=0.5 \text{ kg}$ ，初速度 $v_0=10 \text{ m/s}$ 的物體，受到一個與初速度方向相反的外力 F 的作用，沿粗糙的水平面滑動，經 3 s 撤去外力，直到物體停止，整個過程物體的 $v-t$ 圖象如圖乙所示， g 取 10 m/s^2 ，則()

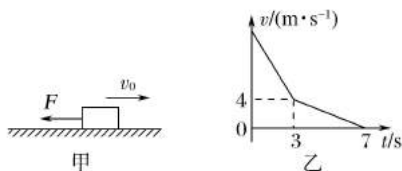


圖 4

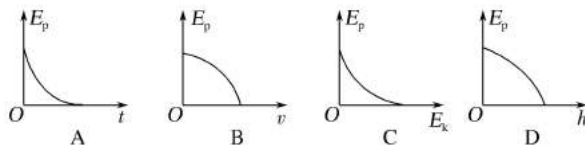
- A · 物體與地面間的動摩擦因數為 0.2
- B · 0~2 s 內 F 做的功為 8 J
- C · 0~7 s 內由於摩擦產生的熱量為 25 J
- D · 0~7 s 內物體滑行的總位移為 29 m

解析 由圖象可知物體在 3~7 s 內僅受摩擦力做減速運動，其加速度大小 $a=1 \text{ m/s}^2=\mu g$ ，得物體與地面間的動摩擦因數為 0.1，A 錯；計算 0~7 s 內圖線與坐標軸所圍的面積可得物體滑行的總位移為 $x=29 \text{ m}$ ，D 正確；0~7 s 內由於摩擦產生的熱量為 $Q=\mu mgx=14.5 \text{ J}$ ，C 錯誤；0~2 s 內物體的加速度大小 $a_1=2 \text{ m/s}^2$ ，由 $\mu mg + F = ma_1$ 可得 $F=0.5 \text{ N}$ ，0~2 s 內物體的位移 $s=v_0t - \frac{1}{2}a_1t^2=16 \text{ m}$ ，所以 F 做的功為 $W=-Fs=-8 \text{ J}$ ，B 錯誤。

答案 D



6. 物體做自由落體運動, E_k 代表動能, E_p 代表勢能, h 代表下落的距離, 以水平地面為零勢能面(不計一切阻力)。下列圖象能正確反映各物理量之間關係的是()



解析 由機械能守恆定律得 $E_p = E - E_k$, 可知勢能與動能關係的圖象為傾斜的直線, C 錯; 由動能定理得 $E_k = mgh$, 則 $E_p = E - mgh$, 故勢能與 h 關係的圖象也為傾斜的直線, D 錯; $E_p = E - \frac{1}{2}mv^2$, 故勢能與速度關係的圖象為開口向下的拋物線, B 對; $E_p = E - \frac{1}{2}mg^2t^2$, 勢能與時間關係的圖象也為開口向下的拋物線, A 錯。

答案 B

7. 放在光滑水平面上的物體, 僅在兩個方向垂直的水平力的共同作用下開始運動, 若這兩個力分別做了 6 J 和 8 J 的功, 則該物體的動能增加了()

- A · 48 J
- B · 14 J
- C · 10 J
- D · 2 J

解析 合力做的功為 $6\text{ J} + 8\text{ J} = 14\text{ J}$, 根據動能定理知該物體的動能增加了 14 J, 選項 B 正確。

答案 B

8. 如圖 5 是一種腹部先著水的跳水比賽, 擊水時水花最大者獲勝, 水花的大小主要取決於運動員入水時具有的動能。假設甲、乙兩運動員都站在 3 m 高的平臺上(甲、乙站立時的重心位置離平臺均為 1 m), 其中質量為 120 kg 的甲簡單的步出平臺倒向水面, 若質量為 100 kg 的乙要不輸於甲, 則需通過起跳使自身重心至少升高約()



圖 5

- A · 0.6 m
- B · 0.8 m
- C · 1.6 m
- D · 1.8 m

解析 設乙要不輸於甲, 則至少從 H 處倒向水面, 則 $120 \times (3 + 1) = 100H$, 所以 $H = 4.8\text{ m}$, 乙重心至少升高 $(4.8 - 4)\text{ m} = 0.8\text{ m}$, 故選 B。

答案 B

9. 質量為 2 kg 的物體做自由落體運動, 下落前 2 s 內重力所做的功及前 2 s 內重力做功的平均功率分別為()

- A · 400 J; 200 W
- B · 200 J; 200 W
- C · 200 J; 400 W
- D · 400 J; 400 W

解析 2 s 物體下落的高度 $h = \frac{1}{2}gt^2 = 20\text{ m}$, 則重力做功 $W = mgh = 400\text{ J}$,



A. $\frac{mgR}{8}$

B. $\frac{mgR}{4}$

C. $\frac{mgR}{2}$

D. mgR

解析 在最低點有 $7mg - mg = \frac{mv_1^2}{R}$ ，在最高點有 $mg = \frac{mv_2^2}{R}$ ，由最低點到最高點的過程，根據動能定理得 $-2mgR - W_f = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$

由以上三個方程解得 $W_f = \frac{1}{2}mgR$ ，故 C 正確。

答案 C

二、非選擇題(本題共 6 小題，共 48 分)

14. (5 分)如圖 8 為驗證機械能守恆定律的實驗裝置示意圖。現有的器材為帶鐵夾的鐵架臺、電磁打點計時器、紙帶、帶鐵夾的重錘、天平。回答下列問題：

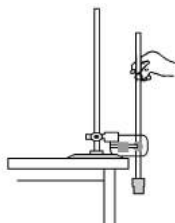


圖 8

(1)為完成此實驗，除了所給的器材，還需要的器材有_____。(填入正確選項前的字母)

A. 米尺

B. 碼錶

C. 0~12 V 的直流電源

D. 0~12 V 的交流電源

(2)實驗中誤差產生的原因有_____。(寫出兩個原因)

解析 打點計時器需接交流電源；需要用米尺測量紙帶上打出的點之間的距離。

答案 (1)AD(2)①紙帶與打點計時器限位孔之間的摩擦

②用米尺測量紙帶上點的位置時讀數有誤差

③計算勢能變化時，選取初末兩點距離過近

15. (5 分)如圖 9 所示是某同學探究動能定理的實驗裝置。已知重力加速度為 g ，不計滑輪摩擦阻力，該同學的實驗步驟如下：



圖 9

a. 將長木板傾斜放置，小車放在長木板上，長木板旁放置兩個光電門 A 和 B，砂桶通過滑輪與小車相連。

b. 調整長木板傾角，使得小車恰好能在細繩的拉力作用下勻速下滑，測得砂和砂桶的總質量為 m 。

c. 某時刻剪斷細繩，小車由靜止開始加速運動。

d. 測得擋光片通過光電門 A 的時間為 Δt_1 ，通過光電門 B 的時間為 Δt_2 ，擋光片寬度為 d ，小車質量為 M ，兩個光電門 A 和 B 之間的距離為 L 。



e. 依據以上數據探究動能定理。

(1) 根據以上步驟，你認為以下關於實驗過程的表述正確的是_____。

- A. 實驗時，先接通光電門，後剪斷細繩
- B. 實驗時，小車加速運動的合外力為 $F=Mg$
- C. 實驗過程中不需要測出斜面的傾角
- D. 實驗時，應滿足砂和砂桶的總質量 m 遠小於小車質量 M

(2) 小車經過光電門 A、B 的瞬時速度為 $v_A=_____$ 、 $v_B=_____$ 。如果關係式_____在誤差允許範圍內成立，就驗證了動能定理。

答案 (1)AC

$$(2) \frac{d}{\Delta t_1} \frac{d}{\Delta t_2} mgL = \frac{1}{2} M \left(\frac{d}{\Delta t_2} \right)^2 - \frac{1}{2} M \left(\frac{d}{\Delta t_1} \right)^2$$

16. (8分)(2016·浙江寧波鎮海中學模擬)如圖 10 所示， QB 段是半徑為 $R=1\text{ m}$ 的光滑圓弧軌道， AQ 段是長度為 $L=1\text{ m}$ 的粗糙水平軌道，兩軌道相切於 Q 點， Q 在圓心 O 的正下方，整個軌道位於同一豎直平面內。物塊 P 的質量 $m=1\text{ kg}$ (可視為質點)， P 與 AQ 間的動摩擦因數 $\mu=0.1$ ，若物塊 P 以速度 v_0 從 A 點滑上水平軌道，到 C 點又返回 A 點時恰好靜止。求：

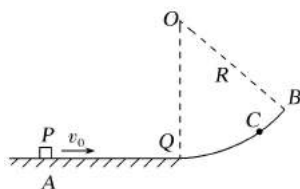


圖 10

(1) v_0 的大小；

(2) 物塊 P 第一次剛通過 Q 點時對圓弧軌道的壓力。

解析 (1) 物塊 P 從 A 到 C 又返回 A 的過程中，由動能定理有：

$$-\mu mg \cdot 2L = 0 - \frac{1}{2} m v_0^2$$

$$\text{解得 } v_0 = \sqrt{4\mu g L} = 2\text{ m/s}$$

(2) 設物塊 P 第一次剛通過 Q 點時的速度為 v ，在 Q 點軌道對 P 的支持力為 F_N ，由動能定理和牛頓第二定律有：

$$-\mu mg L = \frac{1}{2} m v^2 - \frac{1}{2} m v_0^2$$

$$F_N - mg = m \frac{v^2}{R}$$

$$\text{解得：} F_N = 12\text{ N}$$

由牛頓第三定律可知，物塊 P 第一次剛通過 Q 點時對圓弧軌道的壓力大小為 12 N ，方向豎直向下。

答案 (1) 2 m/s (2) 12 N ，方向豎直向下

17. (8分) 高一年級某“機器人”社團對自製的一輛電動遙控小車的性能進行研究，他們讓小車在水平直軌道上由靜止開始始終以額定功率運動，經過 $t=5\text{ s}$ 時小車達到最大速度，小車在運動過程中的部分 $v-t$ 圖象如圖 11 所示。已知小車質量為 $m=1\text{ kg}$ ，在運動過程中受到的阻力大小恒為車重的 0.1 倍， g 取 10 m/s^2 。求：

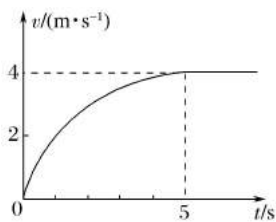


圖 11

- (1)小車的額定功率；
(2)小車在 0~5 s 內的位移大小。

解析 (1)設小車的額定功率為 P ，由題意，有

$$P = 0.1 mgv_{\max}$$

$$\text{解得 } P = 4 \text{ W}$$

- (2)設小車在 0~5 s 內的位移大小為 x ，由動能定理，有

$$Pt - 0.1 mgx = \frac{1}{2}mv_{\max}^2$$

$$\text{解得 } x = 12 \text{ m}$$

答案 (1)4 W(2)12 m

18·(10分)如圖 12，一個小球沿光滑固定軌道從 A 點由靜止開始滑下。已知軌道的末端水平，距水平地面的高度 $h = 3.2 \text{ m}$ ，小球落地點距軌道末端的水平距離 $x = 4.8 \text{ m}$ ，取 $g = 10 \text{ m/s}^2$ ，求：

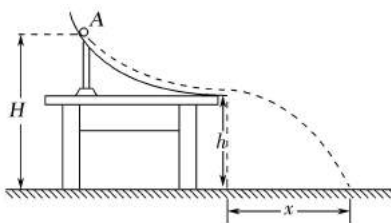


圖 12

- (1)小球離開軌道時的速度大小；
(2) A 點離地面的高度 H 。

解析 (1)設小球離開軌道時的速度大小為 v ，對於平拋運動過程有 $x = vt$

$$h = \frac{1}{2}gt^2$$

$$\text{所以 } v = x\sqrt{\frac{g}{2h}} = 6 \text{ m/s}$$

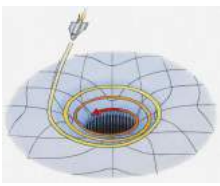
- (2)對於小球在軌道上的運動過程，根據機械能守恆定律有

$$mg(H - h) = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\text{所以 } H = h + \frac{v^2}{2g} = 5 \text{ m}$$

答案 (1)6 m/s(2)5 m

19·(12分)如圖 13 所示，遊樂場的過山車可以底朝上在豎直圓軌道上運行，可抽象為圖 14 的模型。傾角為 45° 的直軌道 AB ，半徑 $R = 10 \text{ m}$ 的光滑豎直圓軌道和傾角為 37° 的直軌道 EF ，分別通過水平光滑銜接軌道 BC 、 $C'E$ 平滑連接，另有水平減速直軌道 FG 與 EF 平滑連接， EG 間的水平距離 $l = 40 \text{ m}$ 。現有質量 $m = 500 \text{ kg}$ 的過山車，從高 $h = 40 \text{ m}$ 處的 A 點靜止下滑，經 $BCDC'EF$ 最終停在 G 點。過山車與軌道 AB 、 EF 的動摩擦因數均為 $\mu_1 = 0.2$ ，與減速直軌



道 FG 的動摩擦因數 $\mu_2=0.75$ ，過山車可視為質點，運動中不脫離軌道，求：

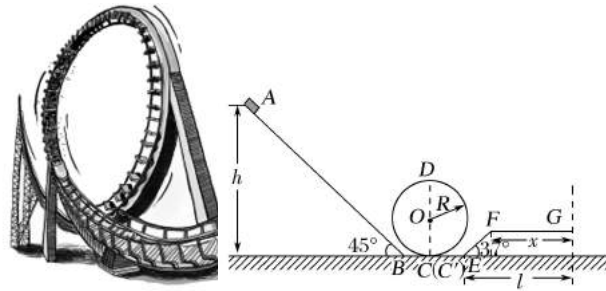


圖 13

圖 14

- (1) 過山車運動至圓軌道最低點 C 時的速度大小；
- (2) 過山車運動至圓軌道最高點 D 時對軌道的作用力；
- (3) 減速直軌道 FG 的長度 x_0 (已知 $\sin 37^\circ=0.6$ ， $\cos 37^\circ=0.8$)

解析 (1) 設 C 點的速度為 v_C ，由動能定理得：

$$mgh - \mu_1 mg \cos 45^\circ \cdot \frac{h}{\sin 45^\circ} = \frac{1}{2} m v_C^2$$

代入數據解之得： $v_C = 8\sqrt{10}$ m/s。

(2) 設 D 點速度為 v_D ，由動能定理得：

$$mg(h - 2R) - \mu_1 mg \cos 45^\circ \cdot \frac{h}{\sin 45^\circ} = \frac{1}{2} m v_D^2$$

$$F + mg = m \frac{v_D^2}{R}$$

聯立並代入數值解得 $F = 7 \times 10^3$ N。

(3) 全程應用動能定理得

$$mg[h - (l - x) \tan 37^\circ] - \mu_1 mg \cos 45^\circ \cdot \frac{h}{\sin 45^\circ} - \mu_1 mg \frac{l - x}{\cos 37^\circ} - \mu_2 mgx = 0,$$

解之得 $x = 30$ m。

答案 (1) $8\sqrt{10}$ m/s (2) 7×10^3 N (3) 30 m



叁、試教評估與反思建議

3.1 試教評估

本教案已經完全按照教學進度表的內容實施！

今年教案內容在之前積累的經驗基礎上經過多次的科組討論、備課，認真修改，又有新的內容加入，而且嘗試用新的教學模式進行，每堂課程均有教學設計和多媒體課件等資料提供給學生，從這一次教案設計與實施到同學的參與和反饋，整體來說效果不錯，尤其是學生的知識和動手能力有所提高。而整個教學的難處是：

1. 部分課時時間安排不夠合理。

2. 由於本“三位一體”教學模式已經實行多年，學生有較好的學習習慣，“課前自主預習導學”部分學生的完成效果很好，但是部分課程作業，例如“綜合複習”，部分內容是較難，加之正直學生的測驗週，所以個別學生的完成度略為不足。

3. 在互動學習、翻轉課堂中，由於是透過學生主動發現問題、思考問題、解決問題，但學生在平日上課都較多是以老師授課的方式學習，所以在學生的主動性、積極性還需加強。

3.1.1 教學設計

1. 本節設計能夠突出新課程中重過程、重方法、重體驗的理念，始終以情景問題為依託，引導學生去思考、總結、歸納，凸現了學生分析能力、思維探究能力、實驗能力和評價能力的培養，注重了資訊技術與物理學科教學的結合。

2. 將學生動手實驗和教師演示實驗結合起來，體現以“學生為中心，師生互動，共同參與”的教學理念為指導，運用提問教學法、演示實驗教學法、探究實驗教學法等方式為學生創設輕鬆愉快的學習氛圍，在娛樂之中獲取知識，提高能力。

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



3.1.2 教學活動

整個教學設計構建了“參與式教學”學習平臺，讓學生在平等參與，自主探究，動手實驗，學會從複雜、抽象的自然現象中找到事物的客觀規律，獲取知識。

3.1.3 教學評量

針對本節課，本人主要圍繞以下三個維度來進行評量：

- 1. 教學設計：**在教學目標的設置上，能夠符合學科課程標準和教材的要求及學生實際。制定的教學設計比較明確、合理、具體、可操作性強。在教學內容的考量上：
(1) 知識結構合理，突出重點、興趣點，難易適度。
(2) 能夠關注學生學習經驗，聯繫學生生活和社會實際，適時適量拓展。
(3) 正確把握學科的知識、思想和方法，注重教學資源的開發與整合。
- 2. 教學實施：主要針對幾個方面進行考量：**
 - (1) 教學過程維度：根據學科特點創設教學情境，營造互動、開放的學習氛圍，激發學習興趣。引導學生主動、合作學習，組織多種形式探究、討論、交流等活動，培養學生發現和解決問題的能力。能引導學生大膽質疑問難，發表不同意見。
 - (2) 教學方法維度：根據教學實際科學運用教學方法，充分體現學科特點，做到因材施教善於鼓勵學生，點評適宜。現代教育技術應用適時適度，實驗科學、準確、熟練。
 - (3) 學生活動維度：學生學習熱情高，主動參與，自主學習意識強。全班不同層面的學生參與學習的全過程，有充分參與的時空和有效的合作。感受體驗由淺入深，學生能提出有意義的問題和新的見解。
- 3. 教學效果。**絕大多數學生學習積極主動，獲得的知識扎實。在學會學習和解決問題過程中形成一定的能力和方法。學生的情感、態度、價值觀都得到相應的發展、提高。



3.2 反思建議

每節課的具體教學反思詳見教案設計部分，下面談談每一章的教學反思、建議：

3.2.1 第一章：運動的描述

1、本章是中學生高中階段學習物理的起始課，要讓學生了解知識上力學是物理學的基礎，方法上是物理學和其他科學研究的典範。現代物理學是從伽利略對運動的研究開始的，機械運動是一切運動中最簡單的，而力學就是研究機械運動的科學。建立理想化的物理模型是研究物理學的基本方法之一，質點就是我們遇到的第一個理想化的模型，要通過質點模型的建立滲透和培養這種科學的方法。

2、運動是絕對的，而我們研究的運動都是相對的，因此參考系的概念是必須的。而要定量描述運動，還必須在參考系上建立坐標系。

3、區分位置和位移，這是本教材區別於以前中學物理教材的表現之一。用 x 表示位置座標，用 Δx 表示位移，相應地在時間座標上，時刻和時間間隔更好理解了。

4、滲透關於極限的思想和變化率的概念。對於瞬時速度，不再像以前教材那樣只說“某時刻的速度”，而是從平均速度出發，逐步縮小時間間隔，引出瞬時速度的概念。雖然高一年級的學生尚沒有學習過極限的概念，但通過具體事例滲透這種思想。

5、對於加速度，與速度一樣，也區分平均加速度和瞬時加速度，其目的與上面所說的相同。

6、本教材強調探究的方法，例如，本章不具體講述向量的合成的平行四邊形定則，但通過位移合成的具體實例，讓學生通過體會向量合成不同於標量合成的方法。又例如，通過用打點計時器測量瞬時速度的實驗中，讓學生自己體會選取怎樣的兩個點跡，通過計算出的平均速度近似表示瞬時速度為好。

7、本章的實驗是學生上高中後的第一次物理實驗，要注意培養良好的實驗素質，包括準確地測量和讀取數據、尊重實驗事實、尊重實驗的原始數據、深入分析實驗結果等等。

8、本章教材注意物理知識與生活、技術、社會的聯繫，這是第三維教學目標所要求的，教學中應引起重視。



3.2.2 第二章：勻變速直線運動的研究

1· 本章教學內容範圍

在物理知識方面，本章主要講述了勻變速直線運動的規律（即質點的速度與時間的關係、位移與時間的關係、位移與速度的關係），以及勻變速直線運動的具體實例《自由落體運動》的相關知識及規律等知識。

在物理技能方面，本章主要涉及對實驗數據的處理；用文字、公式、圖像三種方式表述勻變速直線運動的規律；應用勻變速直線運動規律解釋或解決一些實際問題時對公式的合理選擇；使用打點計時器、頻閃照相或其他方法測量物體運動的位移和時間等技能。

在物理的思想方法方面，本章主要包括實驗探究物理規律的方法、應用圖像探索和表述物理規律的方法、物理模型方法、極限思想、微積分的思想、以及伽利略的科學研究方法。

2· 本章的教學內容在模組內容體系中的地位 and 作用

從知識技能角度講，勻變速直線運動的研究是高中物理課程運動學中的重要學習內容，本章的三個核心概念（速度、加速度、位移）和勻變速直線運動的規律是後面學習解決有關勻變速直線運動的基礎；另外，本章是為學習“相互作用和運動規律”、“拋體運動與圓周運動”等做準備、打基礎的一章，通過本章的學習，使學生知道描述運動的物理量，理解勻變速直線運動的規律及其圖象表述，並能應用運動規律求解有關問題，這些內容是進一步學習動力學和比較複雜的運動規律的基礎，也為學習電荷在電、磁場中的運動等內容奠定了基礎；本章所培養的學生的基本技能，對於今後的物理學習和研究有著重要的作用。

從物理方法角度講，本章有意識滲透了理想模型的方法、微積分的思想方法、圖像的方法。這些方法對學習力學，乃至高中物理都是重要的。這些方法對於將來從事文科專業研究的學生來說，是必備的科學素養；而微積分的思想方法和圖像的方法，對於將來從事理科專業研究的學生來說則是必備的專業素養。

從本章的教學內容的安排順序上看，既注意了知識的系統性，又注意了學生的認知規律，探究問題從生活實踐和物理實驗出發。對同一個問題，運用公式和圖象兩種數學工具，以便學生對比掌握，同時相對強調了圖象的作用和要求，無論學生將來從事何種工作，掌握最基本的應用圖象的知識，都是必須的。

通過本章的學習，學生不但要掌握勻變速直線運動規律，還要了解研究問題的基本思路和方法，培養學生的學習興趣，學習科學家探索科學的精神。因而本章的教學對實現高中物理課程標準具有重大意義。



3.2.3 第三章：相互作用

力學是高中物理的基礎。本章學習力的基本概念以及力的合成和分解的知識，這些知識是力學的基礎內容。物理學研究物質的運動，由於力影響運動，所以在高中的物理力學知識以及後續內容，都跟本章的知識有密切的聯繫。因此，學好力的基本概念，學習研究力的基本思維方法，是為學習高中物理打基礎，本章在整個高中物理中處於最基礎的地位。

高中物理知識的深廣度比初中要上一個臺階，但限於學生的知識基礎和思維能力，這個臺階不能太大。另外，受知識結構本身的制約，本章的教學不能一次到位。學生對物理概念和物理規律的理解要逐步深化，這是個漸變的過程。因此，教學要求要逐步達到，應該在不同階段提出不同層次的教學要求。否則，不僅欲速不達，還會挫傷學生學習的積極性。教師在本章的教學中要注意把握分寸，既要使學生對力的基本概念的認識得到提高，體會研究向量問題的思維方法，又要不脫離學生的知識水平和思維能力的實際。在教學過程中，要堅持“因材施教”和“循序漸進”的原則，這是發揮教師主導作用的基本點。

3.2.4 第四章：牛頓運動定律

1. 總體概述

牛頓運動定律是力學的基石，是人類探索大自然的有效工具，“只有懂得了動力學的知識，才能根據物體所受的力確定物體的位置、速度變化的規律，才能夠創造條件來控制物體的運動”（新教材語）掌握好牛頓運動定律的相關知識，就能夠正確理解天體運動現象、還能夠幫助理解有關地理中的一些現象，為中學生正常開展航模、遙控等做理論準備，為增強中學生對宇宙探索的興趣，以至於將來從事此方面的工作，本章起著一個引路人的作用。

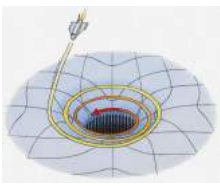
2. 對比分析

新課標中：從知識、技能、情感態度和價值觀三方面分別用：了解、理解、解釋、應用、探究、認識、體會、知道等詞語表明對各部分知識的要求。

(2) 課標教材與老教材的對比

老教材中本章內容的先後次序為：牛頓第一定律→物體運動狀態的改變→牛頓第二定律→牛頓第三定律→力學單位制→牛頓定律的應用→超重和失重→慣性系和非慣性系→牛頓定律的適用範圍。

新課標教材中本章內容的先後次序為：牛頓第一定律（以小字說明了物體運動狀態的改變；以科學漫步的形式介紹了慣性系和非慣性系，但不講慣性力）、→實驗：探究加速度與力、質量的關係→牛頓第二定律（老教材中這兩節放在一起）→力學單位制→牛頓第三定律→用牛頓定律解決問題（一）→用牛頓定律解決問題（二）（此節介紹共點力的平衡條件，超重和失重）。



老教材的編排次序，強調了知識體系的整體性，嚴謹性和系統性，忽視了學生在接受知識時的繼承性和循序漸進的規律，而新課標的編排次序更便於學生對知識的接受，體現了對學生的人文關懷，降低了難度，同時又兼顧了知識體系的整體性。

除了教材的編排次序發生了一些變化外，有些內容在新課標中的表述方式也發生了一些變化，如對慣性的說明：物體“都具有抵抗運動狀態變化的“本領”。但這種“本領”的大小是不一樣的”。這樣的變化更容易讓學生理解慣性是物體的固有屬性。再如對慣性系和非慣性系的說明：不再獨立成為一節內容，而是放在科學漫步中，既體現了對學生知識面的拓展，又降低了難度，同時在這部分，不直接給出牛頓定律的適用範圍，但通過仔細閱讀教材內容，可以從中“悟”出牛頓定律的適用範圍，體現了新教材的開放性，讓學生養成獨立思考，歸納總結的習慣。

對於本章中的重要實驗——牛頓第二定律的得出，新教材大大增加了篇幅，從日常生活中的事實提出問題——物體的加速度與物體受到的力以及物體的質量存在怎樣的定量關係？進一步進行大膽猜想，提出實驗方案，最後落實到如何測量相關物理量以及怎樣由結果得出結論。這種方式一改過去老教材中直接給出實驗方案，學生被動接受，學生的主觀性得不到體現，老師完全在講課本，學生的智力發展難以提高。新教材的這種變化，可以使學生很容易參與其中，並給學生一種模式——如何提出問題，如何解決問題。作業的佈置與老教材相比沒有大的變化，似乎更平易近人，貼近生活了。如：老教材中有道題“有人認為，既然作用力與反作用力總是大小相等，方向相反，作用在一條直線上，這兩個力就是相互平衡的力。這種說法對不對？如果不對，錯在哪裡？說明理由。”新教材中“小強說：“我記得在初中學過，如果兩個力的大小相等，方向相反，這兩個力就會相互平衡，看不到作用效果了。既然作用力和反作用力也是大小相等，方向相反的，它們也應該相互平衡呀！”應該怎樣解答小強的疑問？”

3.2.5 第五章：曲線運動

從學生思維發展的角度和知識內在的邏輯聯繫來看，學生在《必修1》中剛剛學習了力的分解與合成，這方面的基礎有利於理解拋體運動中的運動合成與分解。又與曲線運動相關。內容設置上有如下特點：

1. 重視情景創設

物理教學要緊密聯繫學生的生活實際，從學生的生活經驗和已有知識出發，創設生動有趣的情景，引導學生開展觀察、操作、猜想、推理、交流等活動，使學生通過學習活動，掌握基本的物理知識和技能，學會從物理的角度去觀察事物、思考問題，激發對物理的學習興趣以及學好物理的願望。

為使學生較容易地進入狀態，也便於教師解決備課時經常遇到的如何引入新課的問題，全書安排了大量的情景設置，主要有以下幾類：



(1) 以圖片創設情境

例如：“曲線運動”圖 5.1-1---5.8-10 形形色色的曲線運動；

(2) 以問題創設情景

例如：“質點在平面內的運動”以蠟塊的運動為例提出怎樣在平面直角坐標系中研究物體的運動。

(3) 以活動創設情境

例如：“勻速圓周運動的向心力和向心加速度”感受向心力等。

2· 突出科學探究

“學習科學探究方法，發展自主學習能力，養成良好的思維習慣，能運用物理知識和科學探究方法解決一些問題。”

(1) 實驗探究

科學探究包括“提出問題、猜想與假設、制定計畫與設計實驗、實驗與收集證據、分析與論證、評估、交流與合作”七個要素，這類探究活動以科學實驗為主要形式，我們稱之為“實驗探究”。

教材設置的“實驗探究”有：研究曲線運動的速度方向、研究曲線運動的條件、比較平拋運動和自由落體運動、研究斜拋運動。

教材還設置了如下“學生實驗”：研究平拋運動。

另外，教材設置的“活動”欄目中，也有不少實驗探究內容。如：運動的合成實驗、感受向心力等。

3.2.6 第六章：萬有引力與航天

“萬有引力定律”是高中物理必修二第五章的內容。這一章的知識內容與學生在必修一和必修二第四章的知識聯繫非常緊密。既有運動學也有動力學。特別是與第四章曲線運動中勻速圓周運動的知識聯繫緊密。在曲線運動之後再學萬有引力定律，這樣的安排，使得知識的學習環環相扣，水到渠成。萬有引力定律的學習，對學生以後學習庫侖力和帶電粒子在磁場中的運動是一個基礎。

1.知識地位：本章內容包括六小節，分別是行星的運動，太陽與行星間的引力，萬有引力定律，萬有引力的理論成就，宇宙航行，經典力學的限制性。下面將對前面四節內容進行分析。本章知識在整個高中物理知識中起到承上啟下的作用，承上，是在學生學習了相互作用力，牛頓運動定律，曲線運動之後安排的；啟下，為學生以後學習庫侖力和帶電粒子在磁場中的運動打下一定的基礎。隨著我國航天事業的飛速發展，這一部分內容成為熱點知識，與現代科學技術的聯繫非常緊密，關於這一部分的科學素材也較多，如我國神州系列飛船的發射，北斗衛星的繞地球運行等。通過了解學習這些素材更能使學生產生學習知識的濃厚興趣，激發他們探索未知宇宙知識的熱情，對學生以後的發展有一定的導向作用。



2.知識結構體系：按照萬有引力定律的發現過程，以及萬有引力定律的發現在人類自然科學中的地位 and 作用的順序編排。先講開普勒三定律，再講太陽與行星間的引力，接著講萬有引力定律，最後講萬有引力定律的理論成就，課程編排由淺入深，由知識的獲得到知識的應用，邏輯條理分明，使得學生易於接受。

3.2.7 第七章：機械能守恆定律

在物理知識方面，本章主要介紹了功、功率、重力勢能、彈性勢能、動能等基本概念；動能定理、機械能守恆定律、能量守恆與能源；一個探究性的實驗：探究功與速度的變化的關係，一個驗證性實驗：驗證機械能守恆定律。

在物理技能方面，打點計時器的使用、以及用打點計時器測量速度在前面的第二章和第四章學生已經接觸過，應該說學生並不陌生，在這一章裏面的兩個實驗中，一方面是對用打點計時器測量速度的鞏固另一方面也是一個具體的應用。在探究功與速度變化關係中，涉及應用打點計時器測量速度、在實驗數據處理上，作 $w-v$ 圖像和 $w-v^2$ 圖像，利用假想、猜測、驗證、歸納是一種常用的物理學研究方法，用圖像尋求相關物理量之間的關係充分的體現了探究的思想。驗證機械能守恆定律的實驗，雖然是驗證性的實驗，但仍然是按著探究的方式進行的，在培養學生的探究能力提出了很高的要求。

在物理思想方法方面，從第一節追尋守恆量，到後面的探究彈性勢能的運算式、探究功與速度的變化的關係、驗證機械能守恆定律的實驗無不體現探究的思想以及探究的方法。功和能是貫穿在整個物理學中的基本概念，能的轉化和守恆、以及在自然界中反映出的宏觀過程的方向性則揭示了物理學各部分的內在聯繫，有助於培養學生的物理思想和科學素質。

與原大綱教材相比本章在內容上的變化主要是：

(1) 第一節不再是功，而是追尋守恆量，這是一節增加的內容，與以往前幾個版本的教材都不相同。能量究竟是什麼，迄今為止人們還不能真正下一個定義，但這並不重要，人類在長期科學實踐中已經建立起各種形式能量的定量量度，如動能、重力勢能、彈性勢能、電能、磁能等等，能量並不是一個含糊不清、定性的概念。人類經過長期的研究後發現，能量有一個至為重要的性質，就是能量在任何過程中都守恆，即能量可以轉化，但總量保持不變，這一節要讓學成初步建立這樣一種思想。

(2) 原教材中的變力做功屬於閱讀材料，新教材中已經刪去了，但在第5節探究彈性勢能的運算式中，讓學生運用極限的思想探究彈簧的變力做功的計算方法，比原來要求更高。

(3) 功率一節中對物理知識在實際中的應用，就汽車爬坡“換擋”用以增加牽引力的問題，比原來教材更加貼近生活實際一些。



(4) 原教材功率之後是動能與動能定理，新教材功、功率之後，講的是重力勢能，用較大的篇幅講重力做功的特點，這一點與原來的人教社的讀本很相似。

(5) 彈性勢能原教材在重力勢能一節的最後，簡單的作了定性論述。新教材與原教材差異很大，改為探究彈性勢能的運算式，儘管不要求寫出具體的運算式，但在物理思想和方法上要求比原教材高了許多。

(6) 與原教材比較可發現在動能、動能定理之前增加了一節探究功與速度變化的關係，這是一個學生實驗，在正式學習動能定理之前，由學生自己探究力做功與速度變化有什麼關係，先有了一個初步的認識。得到動能定理不再是一個簡單的推導過程，突出了物理學的研究方法。

(7) 機械能守恆定律一節與原教材的區別，對於機械能守恆定律，原教材以自由落體這一特例加以推導，並且給出了機械能(不包括彈性勢能)守恆的條件：只有重力做功。新教材中是以物體沿光滑曲面下滑為背景進行的推導，由於對彈力做討論的比原教材深入，給出的機械能守恆的條件是：在只有重力或彈力做功的物體系統內。這樣更具有普遍性。

(8) 機械能守恆定律的實驗，原教材給出了具體的實驗操作步驟，新教材中則不然，雖然也是驗證性的實驗，但更突出了探究的成分，具體的實驗步驟、數據分析、結論及其可靠性，由學生自己根據實驗的原理安排探究，能力要求比原教材要高許多。

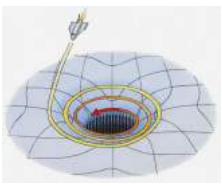
(9) 能量守恆定律與能源屬於本章的新增加內容，並且提到了能量耗散從能的轉換角度反映出自然界中宏觀過程的方向性。原教材中這一節在熱學部分。

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。

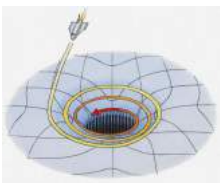


肆、參考文獻

- [1]張大昌.普通高中課程標準試驗教科書物理選修一[M]. 人民教育出版社:課程教材研究所,2010.
- [2]張大昌.普通高中課程標準試驗教科書物理選修二[M]. 人民教育出版社:課程教材研究所,2010.
- [4]人民教育出版社[EB/OL]
<http://old.pep.com.cn/gzwl/jszx/tbjx/kb/dzkb/xx31/>, 2018-02-18.
- [5]牛津大學出版社(中國)|Oxford University Press(China)[EB/OL]
<https://www.oupchina.com.hk/zh/home>, 2018-02-16.
- [6]何克抗.教學設計理論與方法研究評論(中)[J].電化教育研究,1998(3):20-22.
- [7]楊銀海.以“生活場景和體驗”構建“有效”物理課堂--以質點、參考系和坐標系課堂教學設計為例[J].物理通報,2016(s2).
- [8]楊沖天.“質點 參考系和坐標系”教學設計[J].物理通報,2017,36(8):56-58.
- [9]陳順姬.《物體的平拋運動》教學設計[J].現代閱讀:教育版,2013(6):144-145.
- [10]王高.“勻變速直線運動的位移與時間關係”的教學設計——基於物理思想方法的智慧教學[J].物理教師,2013,34(9):14-17.
- [11]李剛.《運動快慢的描述——速度》教學設計[J].物理教學探討,2011,29(1):65-68.
- [12]蔡希祥.將生活融入物理課——新課程理念下《運動快慢的描述速度》的教學設計[J].物理教學探討,2005,23(19):32-34.
- [13]蔡錦曦.關於“速度變化快慢的描述——加速度”的教學設計[J].物理教師,2008,29(8):9-12.
- [14]王安昌.物理概念物理規律課題研究法教學設計--以“運動快慢的描述--速度”和“勻變速直線運動的速度與時間的關係”為例[J].物理,2016(S1):68-69.
- [15]楊紅丹.勻變速直線運動的位移與時間關係教學設計[J].商情,2013(6):30-30.



- [16]陳必興. 自由落體運動教學設計[J]. 昭通學院學報, 2010(s1):150-156.
- [17]詹國榮. “力的合成”的教學設計[J]. 物理教學探討:中學教學教研專輯, 2008, 26(5):11-13.
- [18]董傳國. 牛頓第二定律教學設計[J]. 中學課程輔導:教學研究, 2016, 10(29).
- [19]柯丁榮. 勻速圓周運動教學設計[J]. 基礎教育論壇:樂山, 2010(1):87-90.
- [20]周栩君, 邢紅軍. 物理教學設計範式的比較研究——以高中重力勢能教學設計為例[J]. 物理教師, 2017, 38(8):6-10.

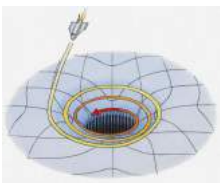


附錄：教學資源

一、教學多媒體課件:詳見電子資料文檔

The multimedia presentation consists of 15 slides, each with a unique background and content:

- Slide 1:** Discusses the concept of a point object (質點) in the context of satellite motion. It asks if the satellite's position, speed, and orbit radius can be considered as a point object.
- Slide 2:** Explains that a point object is a simplified model where the size and shape of the object are negligible compared to the distance it travels.
- Slide 3:** Discusses the conditions for a point object, mentioning that it depends on the specific problem being studied.
- Slide 4:** Shows a landscape with trees and a road, illustrating how the size of the trees is negligible when viewed from a distance.
- Slide 5:** Discusses the concept of a point object in the context of a train moving on a track.
- Slide 6:** Explains that a point object is a simplified model where the size and shape of the object are negligible compared to the distance it travels.
- Slide 7:** Discusses the conditions for a point object, mentioning that it depends on the specific problem being studied.
- Slide 8:** Shows a diagram of a train moving on a track, illustrating how the size of the train is negligible when viewed from a distance.
- Slide 9:** Discusses the concept of a point object in the context of a train moving on a track.
- Slide 10:** Explains that a point object is a simplified model where the size and shape of the object are negligible compared to the distance it travels.
- Slide 11:** Discusses the conditions for a point object, mentioning that it depends on the specific problem being studied.
- Slide 12:** Shows a diagram of a train moving on a track, illustrating how the size of the train is negligible when viewed from a distance.
- Slide 13:** Discusses the concept of a point object in the context of a train moving on a track.
- Slide 14:** Explains that a point object is a simplified model where the size and shape of the object are negligible compared to the distance it travels.
- Slide 15:** Discusses the conditions for a point object, mentioning that it depends on the specific problem being studied.



二、工作紙:詳見電子資料文檔

1 運動 I

1.1 時間

詞彙

- 秒 (second)
- 反應時間 (reaction time)
- 光柵 (light-gate)
- 計時—計數器 (timetable)
- 數據記錄器 (data-logger)

1 「時間」有何意思:

- _____ : 指事件發生的時間;
- _____ : 指事件持續的時間。

2 在國際單位制中,時間的單位是 _____, 變換是 _____。

3 其他常用的時間單位包括:

- 1 μs = _____ s
 1 ms = _____ s
 1 min = _____ s
 1 h = _____ min = _____ s

4 我們日常會利用時鐘和手錶來測量時間,假如製作更準確的儀器,我們多數會使用 _____ (圖 1a)。



圖 1a

5 用心臟計時器測量 _____ 時間,而用電子時鐘,如果量度的時間很短,誤差便會很 _____。

6 一般人的反應時間約為 _____ s。

例題 1

若能用電子時鐘量度每鐘動一次的時間是 12 s, 假設他的反應時間 0.2 s, 試估計

攝錄的反應時間引起的百分誤差。

百分誤差 = _____

例題 2

命題例題 1, 攝錄這次量度鐘錶動十次的時間, 得出的讀數為 122 s。

- 量度鐘錶動十次的百分誤差是多少?
- 比較鐘錶一次和攝錄十次的量度結果, 哪一個為準確? 為甚麼?

(a) 百分誤差 = _____

(b) 量度鐘錶 _____ 次的結果較為準確, 因為量度方法可以 _____ 反應時間所引起的百分誤差。

7 要量度反應時間引起的誤差, 可以使用電子計時器, 如接駁了光柵的 _____ (圖 1b) 或 _____ (圖 1c), 以量度準確至 10^{-7} s 的時間。

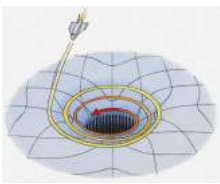


圖 1b



圖 1c

編者評語 1 (p.6)



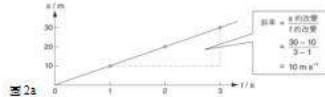
2 運動 II

2.1 直線運動線圖

詞彙

- 位移-時間關係圖 (displacement-time graph)
- 速度-時間關係圖 (velocity-time graph)
- 加速度-時間關係圖 (acceleration-time graph)
- 運動感應器 (motion sensor)
- 數據記錄器 (data logger)
- 數據記錄 (data logging)

- _____ 線圖說明 _____ 線圖，顯示物體在不同時間的位移。
- 如果物體以恆速度移動，位移-時間關係圖便是一條 _____ (圖 2a)，它的 _____ 表示物體的速度。

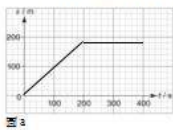


例題 1

圖 a 顯示物體的 $s-t$ 線圖。

- 找出物體在 0-200 s 和 200-400 s 時的速率。
- 描述物體在 (a) 部分的兩個時間內的運動。

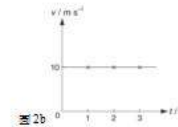
- 0-200 s 時的速率 = _____
 - 200-400 s 時的速率 = _____
- 物體在 0-200 s 時 _____。
 - 物體在 200-400 s 時 _____。



編定評估 1 (p. 45)

- _____ 線圖說明 _____ 線圖，顯示物體在不同時間的速度。

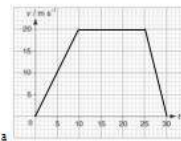
- 如果物體以恆速度移動，它的 $v-t$ 線圖便是一條 _____ 線 (圖 2b)。



- $v-t$ 線圖的斜率表示物體的 _____。
- $v-t$ 線圖下方的面積等於物體在該時間內的 _____，不管線圖是直線還是曲線，這定律都不會改變。|

例題 2

根據以下數據繪圖 (圖 a)。



- 找出他在 0-10 s、10-25 s 和 25-30 s 三個時間內的加速度。
- 找出他從 $t=0$ 至 $t=30$ s 的總位移。

- 0-10 s 時的加速度 = _____
 - 10-25 s 時的加速度 = _____
 - 25-30 s 時的加速度 = _____
- 總位移 = _____

編定評估 2 (p. 49)

3 力與運動

3.1 力的簡介

詞彙

- 彈簧秤 (spring balance)
- 牛頓 (N) (newton)
- 接觸力 (contact force)
- 非接觸力 (non-contact force)
- 張力 (tension)
- 法向力 (normal force)
- 摩擦力 (friction)
- 重量 (weight)
- 隔離體圖 (free-body diagram)

- 力是 _____ 量，可用 _____ 量度，力的單位是 _____ ()。
- 力可分為 _____ 力和 _____ 力。
- 繩子或橡皮筋拉伸時會產生力 (圖 3a)，彈力稱為 _____。



圖 3a

- 物體的表面接觸時，表面作用於物體的力稱為 _____，它總與表面垂直 (圖 3b)。



圖 3b

- 當一個物體在另一個物體的表面上移動，或有滑動傾向時，便會產生 _____，它總是沿繩或對的物體 _____ 的接觸 (圖 3c)。

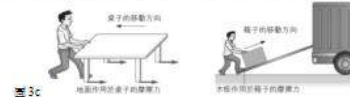


圖 3c

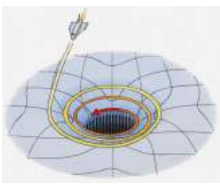
- 物體的 _____ 是地球作用於物體的引力，它像其他力一樣，都是以 _____ 為單位的。
- _____ 力和 _____ 力都屬於非接觸力，物體之間無須接觸，也可產生力的作用。
- 物體的 _____ 圖顯示所有作用於物體的力。

例題 1

繪畫以下各地球體的隔離體圖。

- (a) 
- (b) 

編定評估 1 (p. 103)



4 功、能量和功率

4.1 功與能量

詞彙

- 彈力勢能 (elastic potential energy)
- 動能 (kinetic energy)
- 重力勢能 (gravitational potential energy)
- 機械能 (mechanical energy)
- 功 (work)

1 能量以多種_____存在, 它可從一種_____轉換為另一種形式。

2 彈力勢能、動能和重力勢能統稱為_____能。

3 物體運動時具有_____能, 物體運動得越快, 它的_____就越大。

4 物體有垂直位移時, 它的_____就會改變。
當垂直位移_____時, _____就↑

5 _____就是彈性和物體在拉伸、壓縮或扭歪時具有的能量。

6 總機械能 = _____ (KE) + _____ (PE)

編定評定 1 (p.192)

7 由運動導致的能量轉換稱為_____。

8 由力導致的能量轉換稱為_____。

9 恆力 F 作用在物體上, 使它產生與力方向平行的位移 s , 這種情況下, 功 W 在數學上可定義為

$$W =$$

10 功是_____量, 單位是_____。

1 J 的功相當於用_____N 的力使物體沿力的方向移動_____m。

11 沿垂直力的物體時, 物體沒有移動, 即位移 = 0, 則功是_____。物體沒有獲得_____。

例題 1

例 2-194 的題 1

學生以 20 N 的力在水平桌面上海推桌子推了 5 m (圖 4)。

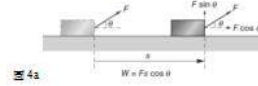


- (a) 求學生對桌子所作的功。
- (b) 若學生推桌子推了 10 m, 能量的轉換過程。
- (c) 學生對桌子所作的功 = _____。
- (d) 學生體內儲存的_____就轉換為桌子的_____。

12 力 F 與位移 s 的方向成一夾角時 (圖 4a), 所作的功是

$$W = F \cdot s = (\quad) s =$$

其中 θ 是力與位移方向的夾角。



13 若 F 和 s 互相垂直, 則 $\cos \theta =$ _____ \Rightarrow 對物體作的功 = _____。

6 拋體運動

6.1 平拋運動

詞彙

- 拋體運動 (projectile motion)
- 拋體 (projectile)
- 軌道 (trajectory)

1 物體以初速度在半空中自由移動時, 會作_____。該物體稱為_____。

實驗 6a 彈子和風人

例 2-273

目的

利用彈子和風人實驗器展示拋體的水平與垂直運動互相獨立。

裝置



開槍時, 「彈子」(設備)被垂直發射, 手槍連射「彈子」。發射子彈時, 風人會斷開, 「彈子」便掉下。

結果及討論

- 手槍每次發射中「彈子」。
- 「彈子」和手槍的垂直下落距離相同。
- 拋體受重力影響下落, 作加速垂直運動。

2 拋體的垂直運動為_____。我們可以獨立考慮拋體的_____和_____運動。

例題 1

例 2-280 的題 1

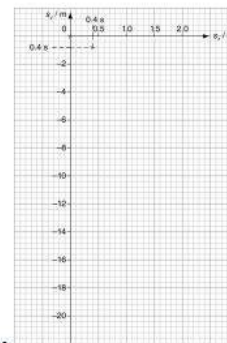
球以 1 m/s^2 的速度沿水平方向拋, 繪畫球在拋後每秒的軌道。考慮球拋後 0.4 s 時球的位置, 取向上為正。

提示:

考慮球拋後 0.4 s 時球的水平位移 s_x 和垂直位移 s_y 。

取 $u = 0$ 及 $a = g = -10 \text{ m/s}^2$, 利用運動方程 $s = ut + \frac{1}{2}at^2$ 找出 s_y 。

t/s	0	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0
s_x/m	0	0.4				
s_y/m	0	-0.8				



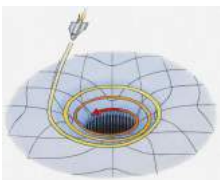


三、教學活動及學生參與課堂教學圖片

1.教學活動圖片



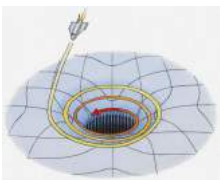
上課圖片



學生完成課前自主預習案



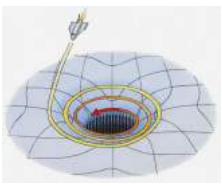
探究實驗： 摩擦力對運動的影響



學生參與課堂教學 1



學生完成課前自主預習案 2



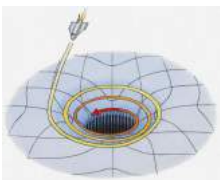
2. 學生參與課堂教學圖片



STEAM 教學 1



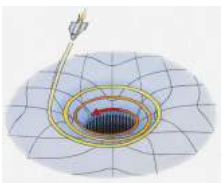
STEAM 教學 2



STEAM 教學 3



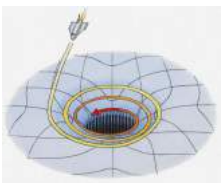
學生演示實驗：力的合成



學生演示實驗：自由落體運動



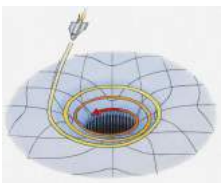
學生演示實驗：自由落體運動 2



學生演示實驗：拋體運動

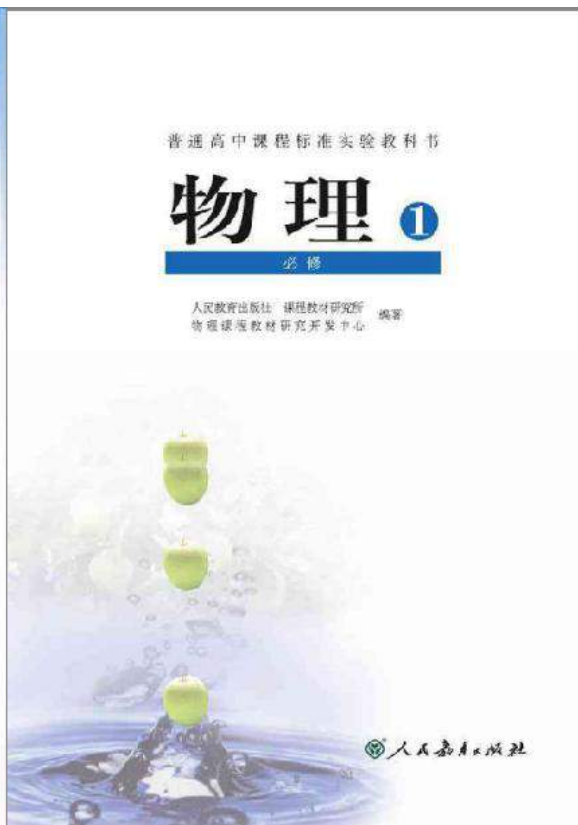
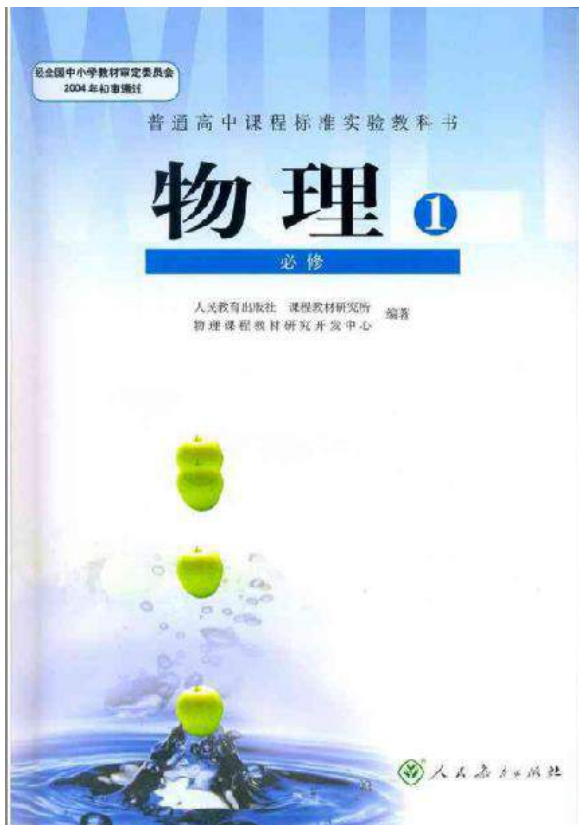
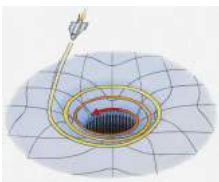


學生演示實驗：慣性實驗



四、教材圖片

1.人教版物理選修一



目 录

物理学与人类文明	1	
第一章 运动的描述	8	
1 质点 参考系和坐标系	9	
2 时间和位移	12	
3 速度变化的描述——加速度	15	
4 实验: 用打点计时器测速度	19	
5 速度变化快慢的描述——加速度	25	
第二章 匀变速直线运动的研究	33	
1 实验: 探究小车速度随时间变化的规律	34	
2 匀变速直线运动的速度与时间的关系	34	
3 匀变速直线运动的位移与时间的关系	41	
4 匀变速直线运动的速度与位移的关系	43	
5 自由落体运动	45	
6 伽利略对自由落体运动的研究	45	
第三章 相互作用	50	
1 重力 基本相互作用	51	
2 弹力	54	
3 摩擦力	57	
4 力的合成	61	
5 力的分解	64	
第四章 牛顿运动定律	67	
1 牛顿第一定律	68	
2 实验: 探究加速度与力、质量的关系	71	
3 牛顿第二定律	74	
4 力学单位制	77	
5 牛顿第三定律	80	
6 用牛顿运动定律解决问题(一)	83	
7 用牛顿运动定律解决问题(二)	85	
学生实验	90	
课题研究	98	
课外读物	102	

物理学与人类文明

行天地之美，析万物之理。
——庄子

在初中，大家已经学习了一些物理知识和科学方法。进入高中之后，你们将会见识更为丰富多彩的物理现象，学到更为深奥的物理知识，进一步领悟科学研究方法，增进对科学的感情，受到科学精神的陶冶。

现在，让我们在书的扉页上概要了解一下，物理学科有哪些问题，它与其他科学和技术的关系，以及它对人类文明所起的作用。

物理学

物理学是一门自然科学。它起源于古希腊和文艺复兴时代。经过三个多世纪的发展，它已经成为一门有众多分支学科，令人尊敬和迷恋的基础科学。

在辽阔宇宙深处，亿万光年之间，大到广袤苍穹，小到微渺粒子的瞬息而又精确的时空中，物理学家研究物质存在的基本形式，以及它们的性质和运动规律。物理学还研究物质内部结构，在不同层次上认识物质的各种组成部分及其他相互作用，以及它们是怎样转化的规律。因此，说物理学是关于“万物之理”的学问并不为过。

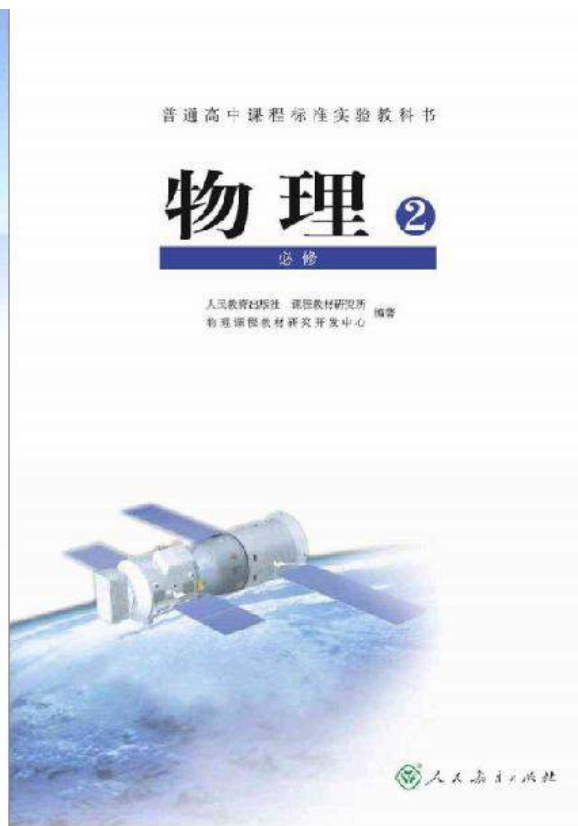
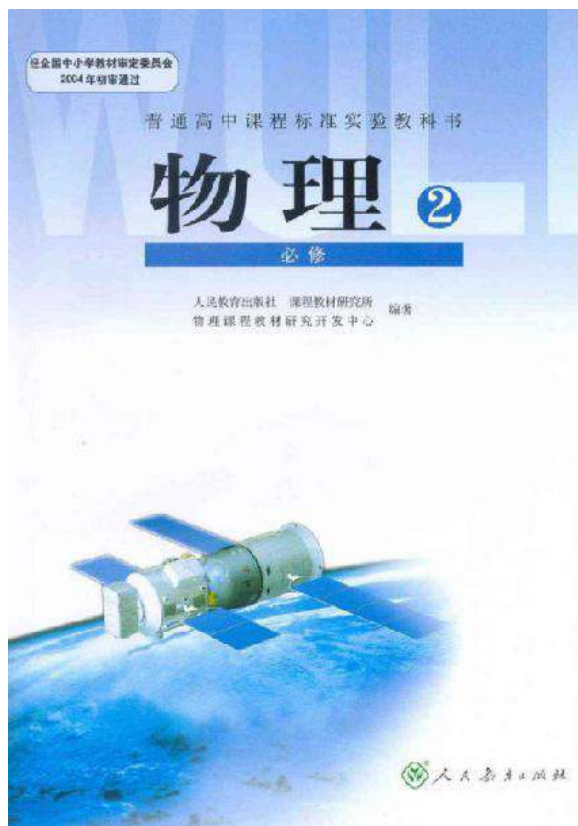
物理学是一门实验科学，也是一门逻辑性、重推理推理的科学。由于自然界开不出地幔环境背后的奥秘，规律和内在联系，所以物理学又提倡高想象力与理想化的科学。在物理学研究形成的基本概念和理论、基本实验方法和精密测试技术，已被越来越广泛地应用于其他学科，进而极大地丰富了人们对物质世界的认识，极大地推动了科学技术的创新和革命，极大地促进了物质生产繁荣与人类文明的进步。

图0-1 “长征二号”F型火箭
载着神舟号载人航天器升空
云腾、驾空冲霄基本理论是
空间技术的基础。

① 图0-1(来源:约第308—312页), 此图经作者同意授权使用。 1



2.人教版物理選修二



总主编：秦文海
副总主编：郭传强
主编：张福春
执笔人员：黄旭东 孙 彬 张静波
徐 田 王远波 张傲东 曹 良
责任编辑：张 茜 雷之香
版式设计：马建峰
插图：王作志

普通高中课程标准的实验教科书

物理 2

人民教育出版社 课程教材研究所
物理课程教材研究开发中心 编著

人民教育出版社 出版发行
地址：北京 5178信箱 邮编：100717

（010）67451561 经销：全国新华书店

开本：16开（787毫米×1092毫米）1/16 印张：1.25 字数：128千字

2008年11月第1版 2008年5月第1次印刷

ISBN 9 78-7-107-12071-0 定价：6.00元

01-12211-4 定价：6.00元

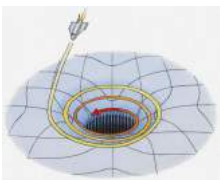
未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书内容。

如发现印、装质量问题，影响阅读，请与出版社联系调换。

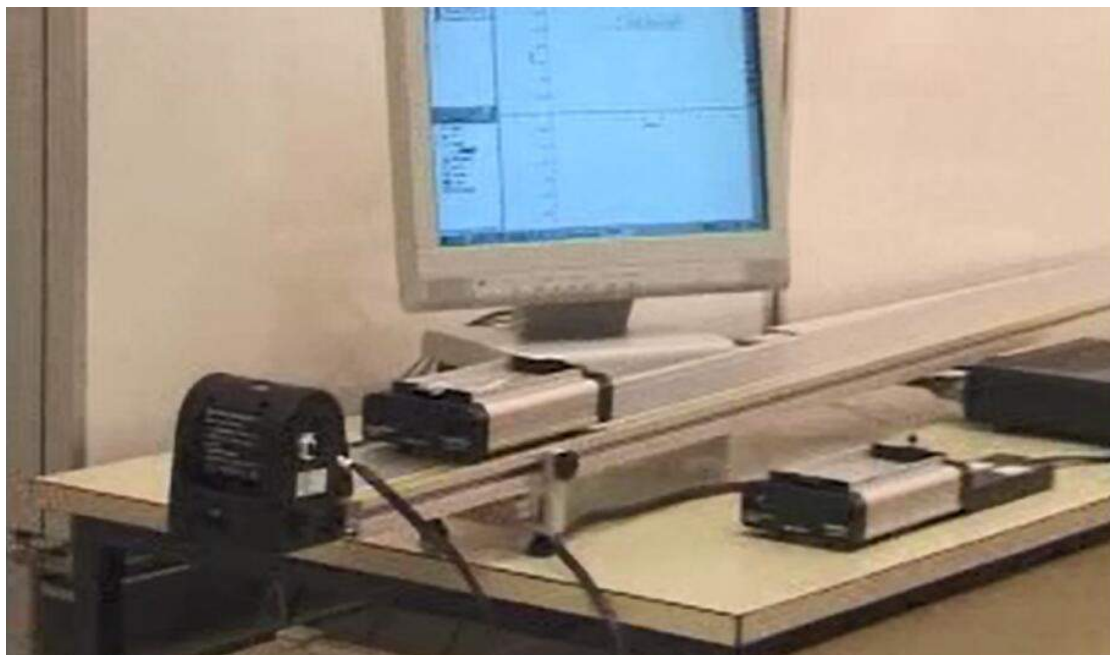
（联系地址：北京海淀区中关村大街17号附1号 邮编：100081）

目 录

第五章 曲线运动	1	
1 曲线运动	2	
2 抛体运动的规律	4	
3 物体做曲线运动的条件	7	
4 实验：研究平抛运动	11	
5 圆周运动	18	
6 向心加速度	17	
7 向心力	20	
8 生活中的圆周运动	23	
第六章 万有引力与航天	28	
1 行星的运动	29	
2 太阳与行星间的引力	35	
3 万有引力定律	36	
4 万有引力定律的应用	38	
5 宇宙航行	43	
6 经典力学的局限性	45	
第七章 机械能守恒定律	50	
1 功与功率	51	
2 功	52	
3 功率	55	
4 重力势能	59	
5 探究弹性势能的表达式	62	
6 实验：探究功与速度变化的关系	64	
7 动能与势能定理	66	
8 机械能守恒定律	69	
9 实验：验证机械能守恒定律	75	
10 能量守恒定律与能量	75	
第八章 实验：探究弹性势能的表达式	77	
实验研究 课外实验	79	



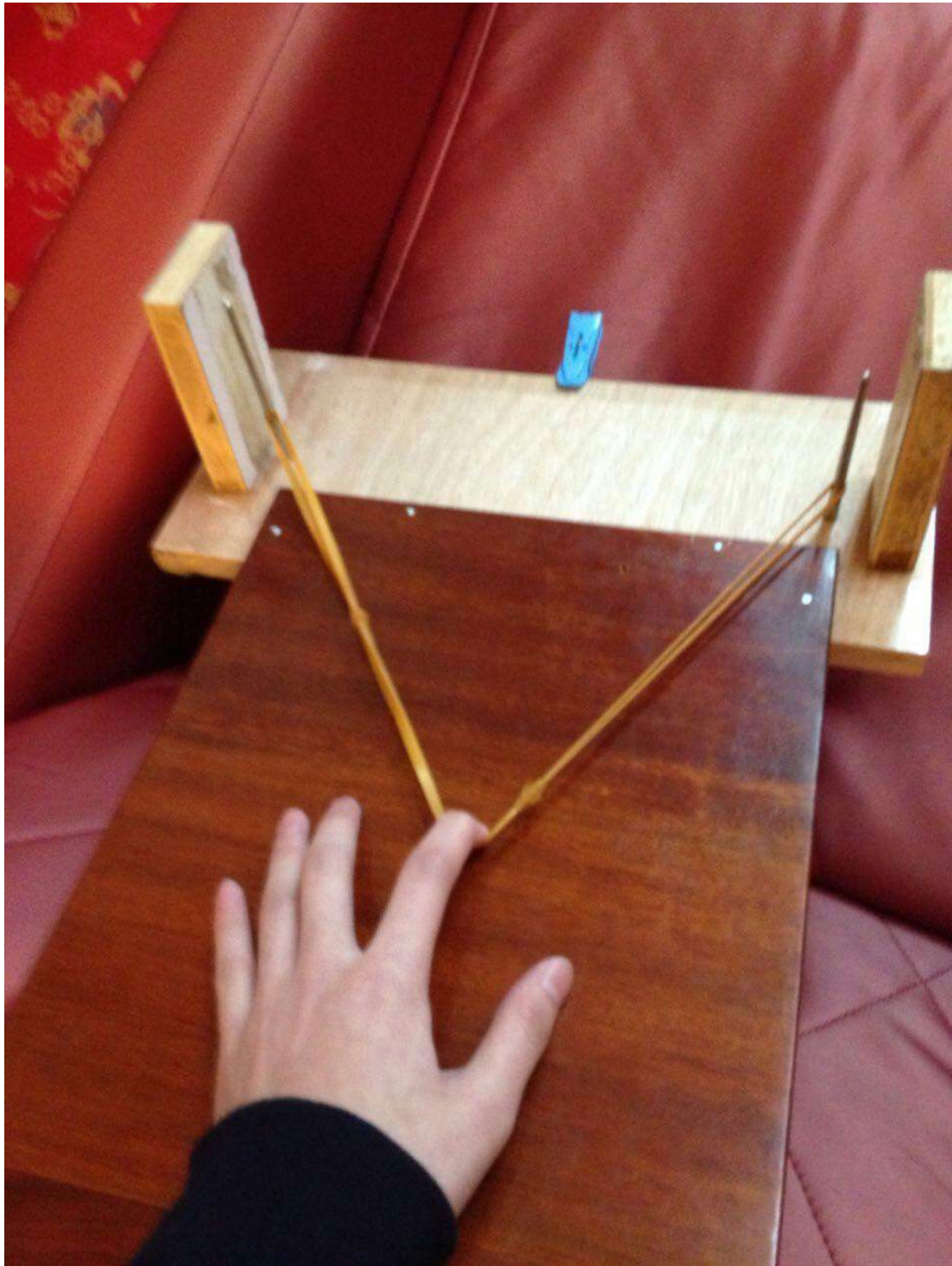
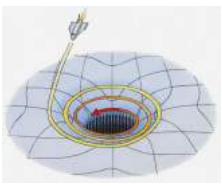
五、教具圖片



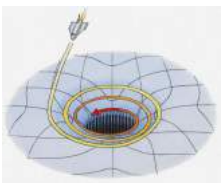
牛頓第二定律實驗



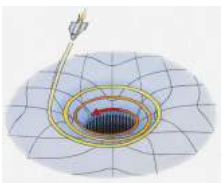
真空泵和牛頓管



探究不同角度的斜拋情況



斜拋飛行器教具



摩擦力實驗：泥鳅

注：本教具具體操作實錄，具體內容詳見本教案附件文件夾：教具操作實錄。



六、學生作業批改

D. 在 P 与 Q 的交叉点, 两质点的速度相等

6. 某质点从 $t=0$ 开始由原点出发, 其运动速度-时间图象如图 1.3-5 所示, 由图可判断

A. $t=1s$ 时, 离原点最远 B. 第 2s 内和第 3s 内加速度方向相反

C. $t=2s$ 时, 离原点最远 D. 在第 4 秒时间内, 加速度为负的

7. 下列关于匀变速直线运动的说法, 正确的是 ()

A. 匀变速直线运动是运动快慢相同的运动 B. 匀变速直线运动是速度变化量相同的运动

C. 匀变速直线运动的 $a-t$ 图象是一条倾斜的直线

D. 匀变速直线运动的 $v-t$ 图象是一条倾斜的直线

8. 甲、乙两个物体沿同一直线向同一方向运动时, 取物体的初速度方向为正方向, 甲的加速度恒为 $2 m/s^2$, 乙的加速度恒为 $-3 m/s^2$, 则下列说法正确的是 ()

A. 两物体都做匀加速直线运动, 乙的速度变化快 B. 甲做匀加速直线运动, 它的速度变化快

C. 乙做匀减速直线运动, 它的速度变化率大 D. 甲的加速度比乙的加速度大

9. 某物体运动的速度-时间图象如右图所示, 则物体做 ()

A. 往复运动 B. 匀变速直线运动

C. 朝某一方向的直线运动 D. 不能确定

10. 若汽车的加速度方向与速度方向一致, 当加速度减小时, 则 ()

A. 汽车的速度也减小 B. 汽车的速度仍在增加

C. 当加速度减小到零时, 汽车静止 D. 当加速度减小到零时, 汽车的速度达到最大

11. 物体做匀加速直线运动, 初速度是 $2.5 m/s$, 加速度大小是 $0.5 m/s^2$, 则从开始运动起第 1 个 4s 内的速度的变化是 $2.0 m/s$; 第 2 个 4s 内速度的变化是 $2.0 m/s$; 从开始起经 10s 后速度达到 $7.0 m/s$.

1. 质量为 m 的物体从高度 h 处自由下落, 不计空气阻力, 求落地时的速度 v 和动能 E_k .

$v = \sqrt{2gh}$
 $E_k = mgh$

2. 一个质量为 m 的物体从高度 h 处自由下落, 落地时的速度 v 和动能 E_k .

$v = \sqrt{2gh}$
 $E_k = mgh$

3. 一个质量为 m 的物体从高度 h 处自由下落, 落地时的速度 v 和动能 E_k .

$v = \sqrt{2gh}$
 $E_k = mgh$

4. 一个质量为 m 的物体从高度 h 处自由下落, 落地时的速度 v 和动能 E_k .

$v = \sqrt{2gh}$
 $E_k = mgh$

5. 一个质量为 m 的物体从高度 h 处自由下落, 落地时的速度 v 和动能 E_k .

$v = \sqrt{2gh}$
 $E_k = mgh$

6. 一个质量为 m 的物体从高度 h 处自由下落, 落地时的速度 v 和动能 E_k .

$v = \sqrt{2gh}$
 $E_k = mgh$

7. 一个质量为 m 的物体从高度 h 处自由下落, 落地时的速度 v 和动能 E_k .

$v = \sqrt{2gh}$
 $E_k = mgh$

8. 一个质量为 m 的物体从高度 h 处自由下落, 落地时的速度 v 和动能 E_k .

$v = \sqrt{2gh}$
 $E_k = mgh$

9. 一个质量为 m 的物体从高度 h 处自由下落, 落地时的速度 v 和动能 E_k .

$v = \sqrt{2gh}$
 $E_k = mgh$

10. 一个质量为 m 的物体从高度 h 处自由下落, 落地时的速度 v 和动能 E_k .

$v = \sqrt{2gh}$
 $E_k = mgh$