

翰林

105 指考 精彩解析

物理考科

師大附中 / 陸怡中 老師

【試題·答案】依據大考中心公布內容

發行人 / 陳炳亨

總召集 / 陳彥良

總編輯 / 蔣海燕

主編 / 簡玉蘭

校對 / 劉馥姬

美編 / 邱意診·杜政賢

◎ 本書內容同步刊載於翰林我的網

出版 / 民國一〇五年七月

發行所 / 70248 臺南市新樂路 76 號

編輯部 / 70252 臺南市新忠路 8-1 號

電話 / (06) 2619621 #314

E-mail / periodical@hanlin.com.tw

翰林我的網 <http://www.worldone.com.tw>



00843-24

Z X C V

一 前言

105 年指定科目考試已經是 99 課綱施行後的第四次考試，前三年的試題大致都朝難易適中的方向邁進而且穩定，今年亦不例外。相較於去年題目，今年的考題仍重基礎觀念，計算與去年大致相當，總體而言，過程並不繁複，只要有掌握題目欲考的物理原理，要成功答題並非難事。其內容仍符合基本觀念、推理分析及綜合應用等多個面向，配分方面更較前一年度符合授課時數比例。總歸來說，今年的題目難易度與往年相當，電磁學與跨章節考題應該是這次物理指考的勝負關鍵。

99 課綱自實施以來，雖然內容略減，但因授課時數減少，很多課綱延伸的觀念必須因時間限制而做取捨。導致老師需加快課堂授課節奏，縮短了學生思考時間，然經過課綱實行之後這幾年的磨合下來，由於大考中心的嚴謹把關，近年來的指考題目已經非常符合課綱內容，希冀未來考題內容也應能繼續維持此一狀態，使老師們在教學上能夠更有信心的以課綱為依歸。

二 試題分布與分析

大考中心歷年來對於指定考科的配分，都希望符合課程編排單元的授課時數比例，但由表一可看出，相較於去年，今年更符合授課時數比例原則。而由表二可以得知，今年和去年一樣較偏重高三課程，然出題比例較上年度而言，高二部分比例回升，因此，對於高三上採取全力準備學測的同學來說，如果學測成績不理想，想要再回頭拼指考，仍應掌握指考的方向與出題模式。

表一 105 指考物理考科試題分布及配分

主題	授課時數	節數百分比 (%)	105 指考題號	105 指考配分百分比 (%)	104 指考配分百分比 (%)	103 指考配分百分比 (%)
1. 基礎物理 (一)	15	6	1	3	0	3
2. 力學 (基礎物理 (二) B 上)	34	15	3、4、7、10	12	11	9
3. 力學 (基礎物理 (二) B 下)	34	15	5、6、9、22、 非選二 1	17	19	17
4. 熱學	12	5	11、23	8	6	9

主題	授課時數	節數百分比 (%)	105 指考題號	105 指考配分百分比 (%)	104 指考配分百分比 (%)	103 指考配分百分比 (%)
5. 波動	20	8	2	3	8	6
6. 光學	23	9	16	3	9	6
7. 電磁學	45	19	8、12、13、 14、15、 非選二 2、3	22	20	24
8. 近代物理	24	11	19、20、21、 24	16	14	13
9. 實驗	25	12	17、18 非選一	16	13	13

表二 近三年指考物理考科的年級配分

年級	105 指考配分	104 指考配分	103 指考配分
高一、高二	42	30	29
高三	58	70	71

歷經去年沒有出「基礎物理（一）內容」的試題，今年又恢復為一題，甚至第 4 題給定 $v-t$ 圖求平均速度，與第 16 題考光自兩介質間之折射，求波速、頻率、波長之變化關係，若能判斷給定之折射率的大小關係，只要學測的記憶還在，利用基礎物理（一）之觀念即可處理。

高二力學的部分，第 3 題考聲速與力常數 k 及原子間距 d 之因次式關係。是近年來首次有「因次式」觀念入題，考學生對於基本單位與導出單位之次方關係如何統合。第 7 題以運動中網球與球拍的接觸，用以計算網球所受的平均力，適逢法網、溫網相繼於六、七月間舉行，頗能結合時事潮流。第 9 題考作用力與位能對位置變化率的關係 ($F = -\frac{dU}{dx}$)，這必須從斜率的變化上找尋答案，是極具創意與深度的命題。第 10 題考受力分析與輪軸上力矩平衡，是近十年來少見的命題，亦是創意與生活應用的結合。

熱、光、波動學的部分，今年比例與往年差不多，但部分挪至基礎物理（一）或以實驗方式命題，每個單元大約都有 1~2 題，由於每年所出題型都不盡相同，因此考生最好能了解每個章節的基本概念，不要去記憶過難的題目，才能用最少的時間把握最多的分數。第 23 題考波以耳定律的觀念，與 97 年度指考第 14 題有諸多相似之處，都是藉由給定之 $P-V$ 圖，考分析圖形的能力，找尋所需參數作判斷，所以考

前多磨練歷屆考題，對於準備指考還是多有幫助的。第 2 題考駐波的基本觀念，算是極為簡單的考題。再加上兩題實驗考題，分別考「水的折射率測定」實驗與「狹縫干涉與繞射」實驗原理，對於有做實驗的同學而言，應不難拿分。

電磁學和近代物理的部分一直以來都是指考試題的重中之重，還好這部分主要是分布在高三下，同學們拼完學測之後，如果想要繼續拼指考，那高三下認真上課還是來得及。第 12 題考電阻串、並聯比較大小的問題，甚至感覺利用國中觀念即可處理。第 14、15 題題組，考導體切割磁力線之應電流與磁力之變化，兩題觀念重複，似可併為一題，考生可能一箭雙鵰但也可能兩者皆空。非選第二大題的第 2 小題，堪稱本份試卷最難的一題，須將雙重保守力場應用於鉛直圓周運動，可能是命題委員不希望滿分的人太多吧！但第 3 小題卻又佛心來了，連計算都免了，只要闡述磁力與運動方向垂直即可拿分，就看考生是否觀念清楚了。

最後，近代物理的部分內容雖不多，但每年必考，是指考戰士們必須認真把握的部分。第 19、20 題題組考光的粒子性，從簡單光子能量的計算到雷射光功率與物體受光照射之作用力的計算，又是一道具創意的考題。第 21 題考類氫原子電子能階躍遷的問題，都是考前猜題老師們「預期」可能會出題的部分，其中 D 選項，對於激發態電子躍遷至高能階的機率問題，雖曾引發解題時的小小討論，但終歸仍是正確的。第 24 題以湯姆森電子荷質比實驗為本，考變因分析，堪稱是選擇題中最難的一題，距離上次類似單元命題——民國 73 年，相隔 40 多年之久，真可謂「復古即是流行」。此外，今年原子核部分的命題掛零，算是去年的補償效應吧！

此外跨章節命題模式，亦為指考的特色之一，今年亦不例外，包括第 8、11、13 題較明顯，第 8 題考手扶梯之電能與力學能之轉換，則可算是結合日常生活的應用問題。第 13 題考載流導線在磁場中之受力與力矩方向的判定，設計得很棒。驗證物理不能只憑背誦和記憶，更要有靈活的判斷。

今年非選第一題考的是力學的「牛頓第二運動定律實驗」。第 1 及 3 小題只要是「看」過實驗課本的同學都應能作答，但第 2 小題則要「做」過實驗、寫過實驗報告的同學才易拿分，大考中心的用意昭然若揭。

試題難易度分析

若依照試題內容的知識理解、推理分析、應用與綜合等目標，大致可將題目分成容易、中等偏易、中等、中等偏難、困難等五個等級，如表三整理出 105 指考物理考科試題難易度。由表三可知，今年的題目和去年相比，雖然中等題目約占六成，但容易的題目比重變多，可以想見今年的各標分數應該會與去年相當。

表三 105 指考物理科試題難易度分析表（數字為試題題號）

試題 難易度	基礎物理 (一)	基礎物理 (二) B 上	基礎物理 (二) B 下	選修物理 (上)	選修物理 (下)	105 年 總計	104 年 總計
容易	1	4、7		2、16、17	12、19	24 分	23 分
中等偏易		非選一 1	5	18		9 分	22 分
中等		3、10、 非選一 3	6、22、 非選二 1	11、23	8、13、 21、 非選二 3	38 分	27 分
中等偏難		非選一 2			20	6 分	19 分
困難			9	非選二 2	14、15、 24	18 分	9 分

四 試題特色

105 指考物理科試題的特色分析說明如下：

1 重基本觀念，少繁複計算

今年物理試題難度和去年相當，題目普遍具有思考性且具有鑑別度，並非死背公式就可以得分，學生需要多思考才能作答。雖然試題約有一半需要動筆計算，但繁瑣與艱深的題目不多，相較於去年，今年仍著重基本觀念的運用。

2 建立在基本題上的微創新

雖然這次物理的考題單純且偏重學理，但還是有部分試題內容融入日常生活。如第 7 題的網球受力計算及第 8 題手扶梯之電能與力學能之轉換等。此外，第 3 題因次式觀念入題，第 9 題作用力與位能對位置變化率的關係，第 10 題受力分析與輪軸上力矩平衡，多是基本題型再加上一點創新的問法。

3 實驗須親自做過

實驗題除與去年相同考實驗步驟之外，今年的特色在於實驗數據作圖，如何利用兩變因之倒數成正比以驗證兩變因成反比，如果有親自做過實驗及寫過實驗報告的話，就能掌握答題關鍵，大考中心的用意不僅希望學生認真做實驗，更希望學生能好好寫實驗報告，這才是背後的目的。

五 總結

今年的試題總結來說仍具鑑別度，且已不會出現「超出課綱」的疑慮。經過這四年的磨合，試題內容的發展趨於穩定，這也是大考中心希望達成的目標。

對於考生們的建議，還是希望高三上時能夠正常上物理課，別因為學測而放棄高三上的進度，不僅給自己的升學管道留條後路，上大學之後，高三物理對於理組學生其實是非常重要的。這三年來考題不斷創新，試題更重基本觀念，每個實驗都很重要，這些將有助於教學的正常化。往後，希望教學不再只是在解題技巧或過度練習上下功夫，而是能夠回歸於物理學習的本質。

試題解析

物理考科

師大附中·陸怡中 老師

第壹部分：選擇題（占 80 分）

一、單選題（占 60 分）

說明：第 1 題至第 p 題，每題有 5 個選項，其中只有一個是正確或最適當的選項，請畫記在答案卡之「選擇題答案區」。各題答對者，得 3 分；答錯、未作答或畫記多於一個選項者，該題以零分計算。

- 1 地震時會同時產生 P 波與 S 波，P 波是縱波其波速約為 9000 m/s，S 波是橫波其波速約為 5000 m/s。一觀測站在某次大地震中測得 P 波抵達後的 12 秒 S 波也抵達，若這兩種波沿著同一直線路徑由震源傳到觀測站，則震源與觀測站的距離約為多少 km？

A 8 B 60 C 90 D 135 E 255

答案 D

命題出處 基礎物理（一）：第 6 章 波
選修物理（上）：第 2 章 波 動

測驗目標 評量學生對波的傳播之推理分析

詳 解 令震源與觀測站的距離為 x ，由兩者抵達時間差為 12 秒，可列出

$$\frac{x}{5000} - \frac{x}{9000} = 12$$

$$\therefore x = 135000 \text{ (m)} = 135 \text{ (km)}$$



難易度 易

類似題 大滿貫複習講義·物理（下）：第 157 頁第 13 題
指考關鍵 60 天：第 61 頁精選練習題第 7 題

- 2 將一均勻的細繩拉緊，兩端固定於相距為 L 的兩點。當細繩上形成的駐波有三個腹點時，駐波的波長為何？

A $\frac{1}{3}L$ B $\frac{2}{3}L$ C L D $\frac{3}{2}L$ E $3L$

答案 B

命題出處 選修物理（上）：第 2 章 波 動

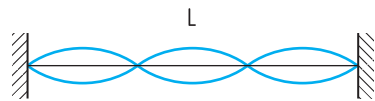
測驗目標 評量學生對弦兩端固定的駐波型態之推理分析

詳解 細繩兩端固定形成駐波

$$L = n \cdot \frac{\lambda}{2} \quad n \in \mathbb{N}$$

當有三個腹點時 $n=3$

$$\therefore L = 3 \cdot \frac{\lambda}{2} \quad \lambda = \frac{2}{3}L$$



難易度 易

類似題 大滿貫複習講義·物理(下):第156頁第9題

指考關鍵 60 天:第158頁100學年度指定科目考試試題第1題

3 欲瞭解聲波如何在金屬中傳播，可利用簡化的一維模型：將金屬原子視為質量 m 的小球，以間距 d 排列成一直線，且相鄰兩個小球間以力常數 k 的彈簧連結，藉以模擬原子間的作用力。在此簡化模型的假設下，應用因次分析來判定，下列何者可能為金屬中的聲速？

A $d\sqrt{\frac{k}{m}}$

B $d\sqrt{mk}$

C $\sqrt{\frac{dm}{k}}$

D $\frac{dk}{m}$

E $\frac{mk}{d}$

答案 A

命題出處 基礎物理(二) B 上:第5章 牛頓運動定律的應用

測驗目標 評量學生對物理量的因次之推理分析

詳解 1 力常數 k 可利用虎克定律 $F=kx$ 的方式得

$$k = \frac{F}{x}, \text{ 單位: N/m, 因次式 } k = [MT^{-2}]$$

質量 m 的因次式 $m = [M]$

間距 d 的因次式 $d = [L]$

聲速 v 的單位: m/s, 因次式 $v = [LT^{-1}]$

$$2 \text{ 令 } [LT^{-1}] = [MT^{-2}]^a [M]^b [L]^c$$

$$\text{由 } T \text{ 的因次式為 } -1, \text{ 可得 } -2a = -1 \quad a = \frac{1}{2}$$

$$\text{由 } L \text{ 的因次式為 } 1, \text{ 可得 } c = 1$$

$$\text{由 } M \text{ 的因次式為 } 0, \text{ 可得 } a + b = 0 \quad b = -\frac{1}{2}$$

$$\therefore [LT^{-1}] = [MT^{-2}]^{\frac{1}{2}} [M]^{-\frac{1}{2}} [L]^1$$

$$\text{換成參數型態即為 } v = k^{\frac{1}{2}} m^{-\frac{1}{2}} d^1 \quad v = d\sqrt{\frac{k}{m}}$$



難易度 中

類似題 大滿貫複習講義·物理(下):第74頁第8題

指考關鍵 60 天:第126頁主題彙整檢定考1第6題

- 4 一列火車自靜止開始沿著直線軌道前進，其速度 v 與時間 t 的關係如圖 1 所示。若全程耗時為 T ，在 $\frac{T}{4} \leq t \leq \frac{T}{2}$ 時段的速度 $v=V$ ，則列車在全程的平均速度為下列何者？

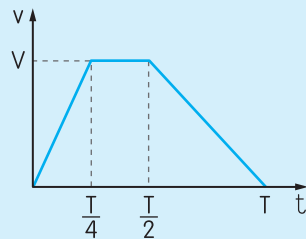


圖 1

答案 C

命題出處 基礎物理（一）：第 3 章 物體的運動
基礎物理（二）B 上：第 1 章 運動學——直線運動

測驗目標 評量學生對加減速運動的平均速度計算之推理分析

詳解 平均速度 $\bar{v} = \frac{\text{位移}(S)}{\text{時間}(T)}$

可由 $v-t$ 圖形下的面積求出位移 S

$$S = \frac{1}{2} \times \left[\left(\frac{T}{2} - \frac{T}{4} \right) + T \right] \times V = \frac{5}{8} VT$$

$$\therefore \text{平均速度 } \bar{v} = \frac{\frac{5}{8} VT}{T} = \frac{5V}{8}$$



難易度 易

類似題 大滿貫複習講義·物理（下）：第 8 頁範例 7 類題
指考關鍵 60 天：第 16 頁精選練習題第 2 題

- 5 從比水平地面高 100 m 的崖頂水平拋出一顆質量為 600 g 的籃球，籃球初速率為 10 m/s。當籃球擊中地面前瞬間，測得速率為 40 m/s，設重力加速度為 10 m/s^2 ，則墜落過程中籃球損耗的總力學能為多少？

A 80 J B 150 J C 220 J D 300 J E 680 J

答案 B

命題出處 基礎物理（二）B 下：第 9 章 位能與力學能守恆律

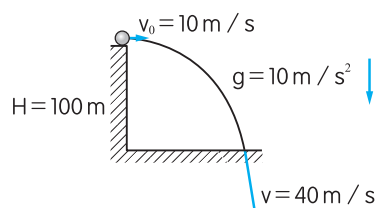
測驗目標 評量學生對非保守力作功與總力學能變化關係之應用

詳解 墜落過程中籃球損耗的總力學能 (ΔE)

= 崖頂拋出瞬間之總力學能 ($E_{\text{崖頂}}$) - 擊中地面瞬間之總力學能 ($E_{\text{地面}}$)
令地面之重力位能為零

$$\Delta E = \underbrace{\left(mgH + \frac{1}{2} mv_0^2 \right)}_{E_{\text{崖頂}}} - \underbrace{\left(\frac{1}{2} mv^2 \right)}_{E_{\text{地面}}}$$

$$= \left(0.6 \times 10 \times 100 + \frac{1}{2} \times 0.6 \times 10^2 \right) - \left(\frac{1}{2} \times 0.6 \times 40^2 \right) = 150 \text{ (J)}$$





難易度 中偏易

類似題 大滿貫複習講義·物理(下):第98頁第6題
指考關鍵60天:第43頁精選練習題第4題

- 6 甲、乙兩顆人造衛星分別以不同半徑繞地球作等速圓周運動，若甲為同步衛星，且其軌道半徑較乙衛星的軌道半徑大，則下列有關甲、乙兩衛星的敘述何者正確？
- A 甲衛星繞地球的速率較大
 - B 甲衛星繞地球的向心加速度量值較大
 - C 甲衛星繞行地球的週期和地球的公轉週期相同
 - D 甲衛星與地心連線在單位時間內掃過的面積較大
 - E 甲、乙兩衛星分別與地心連線在單位時間內掃過相同面積

答案 D

命題出處 基礎物理(二) B下:第7章 萬有引力

測驗目標 評量學生對克卜勒行星運動定律及萬有引力與人造衛星的關係之推理分析

詳解 人造衛星受地球之萬有引力當作等速圓周運動的向心力

軌道半徑 $r_{甲} > r_{乙}$

$$A \quad \frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r} ! \quad \text{速率 } v = \sqrt{\frac{GM}{r}} \propto \frac{1}{\sqrt{r}}$$

$$\therefore v_{甲} < v_{乙}$$

$$B \quad \frac{GMm}{r^2} = ma_c ! \quad \text{向心加速度 } a_c = \frac{GM}{r^2} \propto \frac{1}{r^2}$$

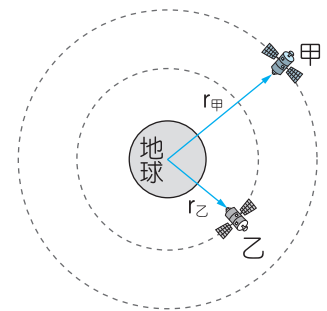
$$\therefore a_{c甲} < a_{c乙}$$

C 甲為同步衛星，故與地球「自轉」之週期相同，而非「公轉」週期。

DE 由克卜勒第三定律 $\frac{r^3}{T^2} = K$ 可得週期 $T \propto r^{\frac{3}{2}}$

$$\therefore \text{單位時間內掃過的面積 } \frac{\Delta A}{\Delta t} = \frac{\pi r^2}{T} \propto \sqrt{r}$$

$$\therefore \frac{A_{甲}}{T_{甲}} > \frac{A_{乙}}{T_{乙}}$$



難易度 中

類似題 大滿貫複習講義·物理(下):第82頁範例3類題
第86頁第3題
第86頁第7題

指考關鍵60天:第36頁範例2

- 7 某生打網球時，看見一時速為 80 km 的球水平朝自己飛來，立即揮拍回擊，使得球與原入射方向反向飛出，時速為 100 km。已知球質量為 50 g，且揮拍擊球時，球與球拍接觸時間為 0.10 s，在球與球拍接觸的這段時間，球所受的平均作用力之量值約為多少 N？

A 50 B 40 C 35 D 30 E 25

答案 E

命題出處 基礎物理（二）B 上：第 4 章 牛頓運動定律

測驗目標 評量學生對牛頓第二運動定律之應用

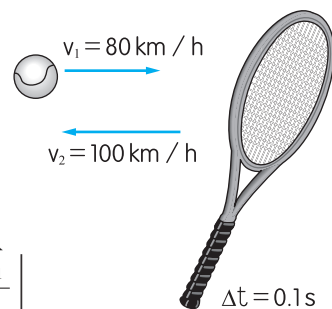
詳解 $v_1 = 80 \text{ (km/h)} = \frac{80 \times 10^3}{3600} = \frac{200}{9} \text{ (m/s)}$

$$v_2 = 100 \text{ (km/h)} = \frac{100 \times 10^3}{3600} = \frac{250}{9} \text{ (m/s)}$$

$$\text{球所受平均力之量值 } |\vec{F}| = \left| m \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \right| = \left| m \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t} \right|$$

令球反向飛出之方向為正方向

$$|\vec{F}| = \left| 0.05 \times \frac{\frac{250}{9} - \left(-\frac{200}{9}\right)}{0.1} \right| = 25 \text{ (N)}$$



難易度 易

類似題 大滿貫複習講義·物理（下）：第 65 頁範例 2

指考關鍵 60 天：第 128 頁主題彙整檢定考 3 第 7 題

- 8 某百貨公司的電動手扶梯以 0.40 m/s 的固定速度、30 度的仰角運送顧客上樓，使用 220 V 的電源驅動馬達帶動手扶梯運轉。假設運送此顧客上樓所需作的功，完全來自馬達，而顧客的質量為 55 kg，且取重力加速度為 10 m/s²，則此位顧客靜立在手扶梯時，通過馬達的電流比該顧客未站上手扶梯時至少需增加多少 A？

A 0.10 B 0.30 C 0.50 D 0.70 E 0.90

答案 C

命題出處 基礎物理（二）B 下：第 8 章 功與動能

選修物理（下）：第 7 章 電流、電阻與電路

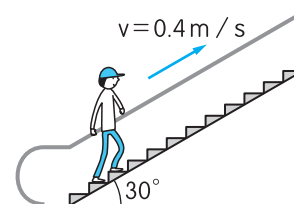
測驗目標 評量學生對電功率與機械功率的轉換之應用

詳解 由能量轉換的原理可得

增加之耗電功率 = 馬達每秒運送顧客之機械功率

$$\Delta I \cdot V = mg \sin 30^\circ \cdot v$$

$$\Delta I \times 220 = 55 \times 10 \times \frac{1}{2} \times 0.4 \quad \therefore \Delta I = 0.5 \text{ (A)}$$





難易度 中

類似題 大滿貫複習講義·物理(下):第201頁範例6類題
指考關鍵60天:第79頁精選練習題第2題

9 有一質點在 x_1 與 x_2 間受到作用力 F ，若此質點的總力學能守恆，而其位能 U 與位置 x 關係為拋物線如圖 2 所示，其中 x_0 處為拋物線最低點，則下列選項中，何圖可代表質點在 x_1 與 x_2 之間所受作用力 F 與位置 x 的關係圖？

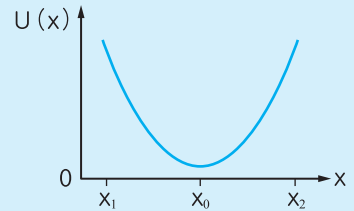
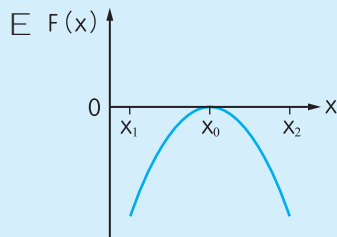
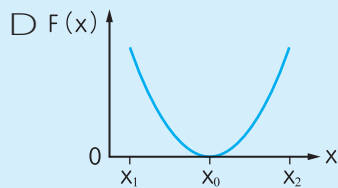
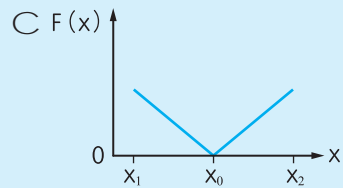
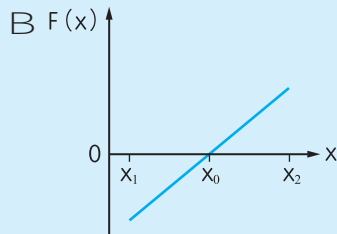
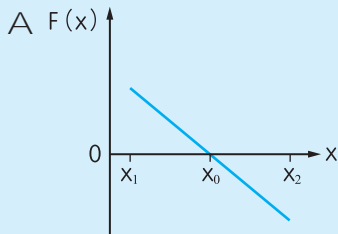


圖 2



答案 A

命題出處 基礎物理(二) B 下:第9章 位能與力學能守恆律

測驗目標 評量學生對保守力與位能對位置變化的關係之推理分析

詳解 1 該質點總力學能守恆，故所受之作用力 F 為保守力。

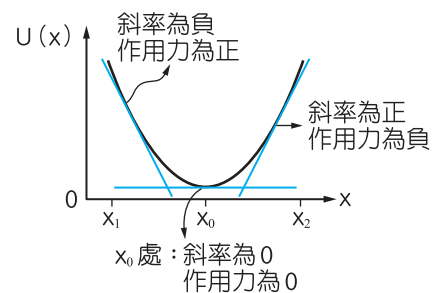
2 依據「保守力作功」為「位能變化的負值」可得，位能 $U(x)$ 對位置 x 之切線斜率的負值，即為此質點在 x 位置之作用力。

$$F = - \frac{dU}{dx}$$

3 由於位能 U 對位置 x 為拋物線(二次曲線)，故作用力 F 與位置 x 的關係圖為一次方的線性關係。

$$\text{且} \begin{cases} x < x_0, F \text{ 為正} \\ x = x_0, F \text{ 為零} \\ x > x_0, F \text{ 為負} \end{cases}$$

∴ 正確選項為 A





難易度 難

類似題 大滿貫複習講義·物理(下):第 100 頁第 6 題、第 101 頁第 7 題
指考關鍵 60 天:第 174 頁 102 學年度指定科目考試試題第 8 題
第 182 頁 103 學年度指定科目考試試題第 5 題

- 如圖 3 所示的輪軸 (左邊為側視圖, 右邊為正視圖), 外輪半徑 R 為內軸半徑 r 的 2 倍。當施定力 F 於外輪上的細繩時, 可使質量為 m 的物體以加速度 $0.2g$ 向上運動, g 為重力加速度。若空氣阻力、繩子的重量與摩擦力皆可忽略不計, 則懸掛物體的繩子張力對軸心 O 點所產生的力矩之量值為下列何者?

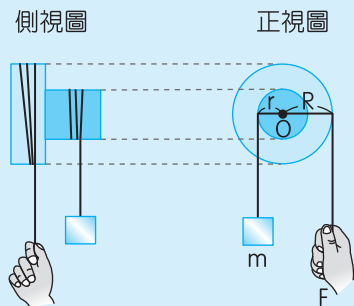


圖 3

- A 0 B $0.6mgR$ C $1.2mgR$
D $1.6mgR$ E $2.0mgR$

答案 B

命題出處 基礎物理(二) B 上:第 3 章 靜力學
基礎物理(二) B 下:第 6 章 動量與動量守恆律

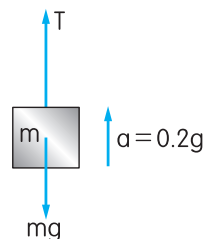
測驗目標 評量學生對力矩與輪軸的關係之應用

詳解 1 分析 m 受力

$$T - mg = m \times (0.2g) \quad \therefore T = 1.2mg$$

2 以軸心 O 為支點, 張力產生之力矩 τ_T

$$\tau_T = T \cdot r = T \cdot \frac{R}{2} = 1.2mg \cdot \frac{R}{2} = 0.6mgR$$



難易度 中

類似題 大滿貫複習講義·物理(下):第 38 頁第 3 題、第 47 頁範例 10
指考關鍵 60 天:第 12 頁範例 2

- q 當氣溫為 0°C 時, 在光滑水平石板地面上, 一小雪球以 30 m/s 的速度, 水平撞擊靜止的冰球, 碰撞後兩球黏在一起。碰撞前小雪球質量為 200 g , 冰球質量為 300 g , 碰撞前後兩球的溫度皆為 0°C 。已知冰和雪的熔化熱皆為 336 J/g , 若此撞擊損失的動能全部轉變成冰和雪熔化所需的熱能, 將使約多少 g 的冰和雪融化成 0°C 的水?

- A 0.014 B 0.16 C 2.4 D 4.2 E 7.6

答案 B

命題出處 基礎物理(二) B 下:第 10 章 碰撞
選修物理(上):第 1 章 熱學

測驗目標 評量學生對碰撞損失的力學能及熱能轉換關係之推理分析與統整

詳解 完全非彈性碰撞前後

1 動量守恆： $200 \times 30 = (200 + 300) \times v'$

$\therefore v' = 12 \text{ (m/s)}$

2 損失的動能轉變為熔化所需之熱能

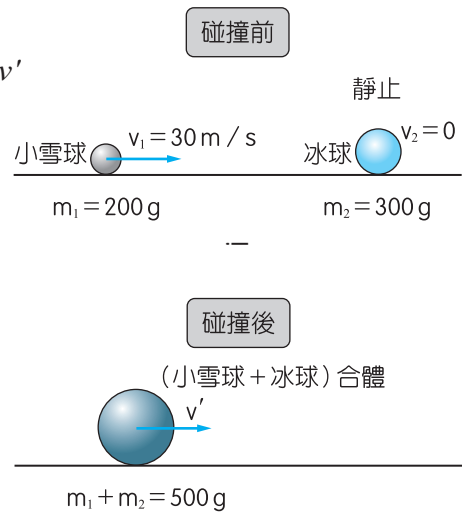
$$\Delta K = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 - \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v'^2$$

$$= \Delta m \times L_m$$

$$! \quad \frac{1}{2} \times 0.2 \times 30^2 - \frac{1}{2} \times 0.5 \times 12^2$$

$$= \Delta m \times 336$$

$$\therefore \Delta m \doteq 0.16 \text{ (g)}$$



難易度 中

類似題 大滿貫複習講義·物理(下):第110頁第9題

指考關鍵60天:第49頁精選練習題第6題

第129頁主題彙整檢定考4第5題

W 如圖4所示，以三個相同的電阻分別組合成甲、乙、丙、丁四種不同的電阻器。比較此四種電阻器兩端點間的總電阻，下列的大小關係，何者正確？

- A 丙 > 甲 > 乙 > 丁
- B 丙 > 乙 > 甲 > 丁
- C 甲 > 丙 > 乙 > 丁
- D 甲 > 丙 > 丁 > 乙
- E 丁 > 甲 > 乙 > 丙

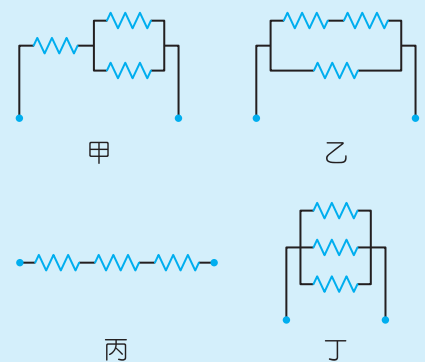


圖 4

答案 A

命題出處 選修物理(下):第7章 電流、電阻與電路

測驗目標 評量學生對電阻串、並聯的計算之理解

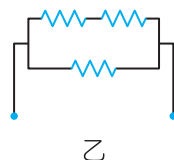
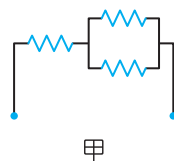
詳解 令每個電阻均為 R

$$R_{\text{甲}} = R + \frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R}}$$

$$\therefore R_{\text{甲}} = \frac{3}{2}R$$

$$\frac{1}{R_{\text{乙}}} = \frac{1}{R+R} + \frac{1}{R}$$

$$\therefore R_{\text{乙}} = \frac{2}{3}R$$



$$R_{丙} = R + R + R$$

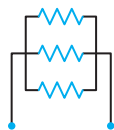
$$\therefore R_{丙} = 3R$$

$$\frac{1}{R_{丁}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R}$$

$$\therefore R_{丁} = \frac{1}{3}R$$



丙



丁

故比較四者關係可得 $R_{丙} > R_{甲} > R_{乙} > R_{丁}$



難易度 易

類似題 大滿貫複習講義·物理(下):第199頁範例2

指考關鍵 60 天:第75頁範例2、第76頁精選練習題第5題

- e 兩根位置固定的絕緣長直導線互相垂直，導線甲在上，導線乙在下，兩者緊臨但並不接觸且均與水平面（即紙面）平行，相對位置如圖 5 所示。若兩根導線都帶有相同的電流 I ，方向如箭頭所示，則下列關於導線乙所受電磁力的敘述，何者正確？

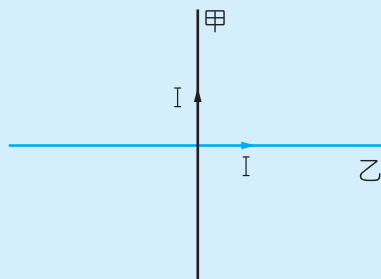


圖 5

- A 受一向上之淨力
B 受一向下之淨力
C 受一逆時鐘方向之力矩
D 受一順時鐘方向之力矩
E 所受之淨力及力矩皆為零

答案 C

命題出處 基礎物理(二) B 上:第3章 靜力學
選修物理(下):第8章 電流的磁效應

測驗目標 評量學生對載流導線受外在磁場作用的力與力矩方向判定之推理分析與統整

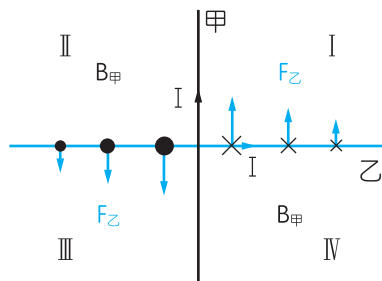
詳解 1 甲導線在 1、4 象限所建立的磁場為入紙面 \times ；在 2、3 象限所建立的磁場為出紙面 \bullet 。

2 載流乙導線在 $\vec{B}_{甲}$ 中受力：

$$\vec{F}_Z = I\vec{\ell}_Z \times \vec{B}_{甲}$$

方向如右圖所示

3 由圖中可知乙導線所受淨力為零，然力矩不為零，並以甲導線為對稱中心，產生逆時鐘方向之力矩。



難易度 中

類似題 大滿貫複習講義·物理(下):第216頁範例5

指考關鍵 60 天:第82頁精選練習題第5題

第 r、t 題為題組

如圖 6 所示，在水平面（即紙面）上，有兩條間距為 ℓ 的光滑平行長直金屬軌道，其電阻可忽略，靜置於鉛直向下（即穿入紙面）、量值為 B 的均勻磁場中。以兩根電阻均為 R 的導體棒甲與乙，垂直跨接於兩軌道上，形成長方形迴路。甲棒在 $t \geq 0$ 時恆以等速率 u 沿著軌道向左移動，乙棒在 $t = 0$ 時為靜止，其後可沿著軌道自由滑動。假設甲、乙兩棒移動時恆位於磁場 B 中，且摩擦力、地磁及載流平行導線間的作用力均可忽略。

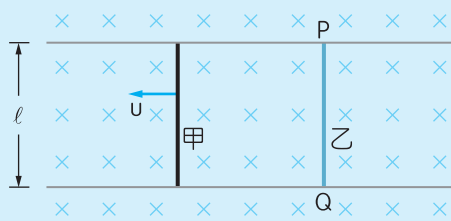


圖 6

r 假設以 P、Q 分別代表乙棒與金屬軌道的兩接觸點，則下列有關迴路上電流與電位差的敘述，何者正確？

- A 在 $t = 0$ 時，長方形迴路上的電流為零
- B 在 $t = 0$ 時，乙棒中的電流由 Q 流向 P，量值為 $\frac{uB\ell}{3R}$
- C 在 $t = 0$ 時，乙棒中的電流由 P 流向 Q，量值為 $\frac{uB\ell}{3R}$
- D 當 $t > 0$ 時，P、Q 間的電位差隨時間逐漸減小至零，然後又逐漸增加
- E 當 $t > 0$ 時，乙棒中的電流由 Q 流向 P，並隨時間逐漸減小，最後趨近於零

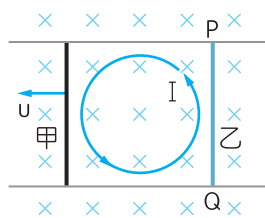
答案 E

命題出處 選修物理（下）：第 9 章 電磁感應

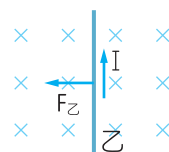
測驗目標 評量學生對動生電動勢與應電流感應所生磁力等的關係之推理分析

詳解 A B C 依據冷次定律： $t = 0$ 時，甲棒向左運動，對於甲、乙間之封閉迴路的入紙面磁通量增加，故生成應電流 I 為逆時鐘方向，流經乙棒之電流由 Q \rightarrow P，電流大小

$$I_0 = \frac{\varepsilon}{R + R} = \frac{uB\ell}{2R}。$$



D E 乙棒自靜止受磁力 $\vec{F}_Z = I\vec{\ell} \times \vec{B}$ 向左開始加速移動，但隨時間逐漸增加，生成反向之應電動勢 $\varepsilon_Z = u_Z B\ell$ ，亦隨時間變大。抵抗原有之應電動勢 $\varepsilon_{甲}$ ，故迴路之電位差 $\varepsilon_{甲Z} = \varepsilon_{甲} - \varepsilon_Z$ 與應電流 I_t 均變小。



$$I_t(\downarrow) = \frac{\varepsilon_{甲} - \varepsilon_Z(\uparrow)}{2R}$$

直到 $u_Z \doteq u$ 、 $\varepsilon_Z \doteq \varepsilon_{甲}$ ，迴路的電流 I_t 趨近於零。

難易度 難



類似題 大滿貫複習講義·物理(下):第 228 頁範例 1

指考關鍵 60 天:第 87 頁範例 1

第 155 頁歷屆奪標考題彙整第十一回第 10 題

- t 當 $t > 0$ 時,下列有關乙棒運動的敘述,何者正確?
- A 乙棒向右加速移動,而後持續向右作等加速度移動
 - B 乙棒向左加速移動,而後減速至靜止,並維持不動
 - C 乙棒向右加速移動,速率由零持續增加,最後趨近於速率 u
 - D 乙棒向左加速移動,速率由零持續增加,最後趨近於速率 u
 - E 乙棒向左加速移動,接著減速至靜止,再反向以等速度朝右移動

答案 D

命題出處 選修物理(下):第 9 章 電磁感應

測驗目標 評量學生對感應所生磁場與加速度運動之推理分析

詳解 承第 r 題 DE 的解析,乙棒自 $t = 0$ 開始向左加速移動,速率自零逐漸增加,最後趨近於速率 u 。



難易度 難

類似題 大滿貫複習講義·物理(下):第 229 頁範例 3

指考關鍵 60 天:第 169 頁 101 學年度指定科目考試試題第 18 題

- y 單色光從折射率為 n_1 的介質進入折射率為 n_2 的介質,若 $n_2 > n_1$,則下列敘述何者正確?
- A 光的波長變大
 - B 光的頻率變大
 - C 光的速率變大
 - D 光的頻率及波長均變小
 - E 光的速率及波長均變小

答案 E

命題出處 選修物理(上):第 4 章 幾何光學

測驗目標 評量學生對光在兩介質間折射之參數變化關係的了解

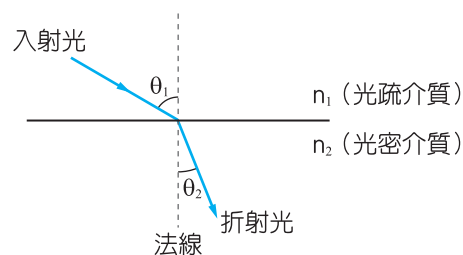
詳解 由司乃耳定律結合光之波動說可得

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1} > 1$$

$$\therefore n_2 > n_1$$

$$\therefore v_1 > v_2, \lambda_1 > \lambda_2, f_1 = f_2 \text{ (頻率不改變)}$$

故速率與波長均變小



難易度 易

類似題 大滿貫複習講義·物理(下):第 164 頁範例 7 類題

指考關鍵 60 天:第 130 頁主題彙整檢定考 5 第 5 題

u 如圖 7 所示，一個橫截面為半圓形的薄透明容器裝滿水（半圓形的灰色區域為水，其餘區域均為空氣），一道入射光線由 P 點從空氣中經圓心 O 點入射水中後再射入空氣中。甲、乙、丙、丁、戊五條路徑與入射光線皆在同一平面上，其中乙的路徑為光線 PO 的延長線，而甲、乙、丁三路徑經水中射入空氣在界面處的方向並未改變，則何者為入射後唯一可能的路徑？

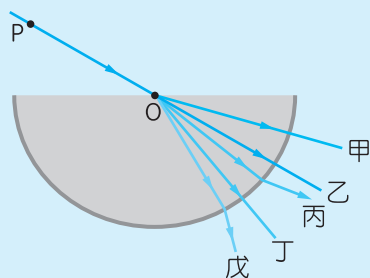


圖 7

- A 甲 B 乙 C 丙 D 丁 E 戊

答案 D

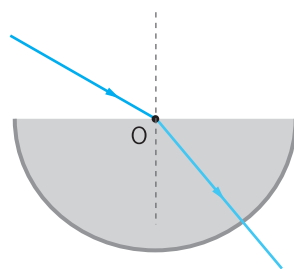
命題出處 選修物理（上）：第 4 章 幾何光學

測驗目標 評量學生對折射率的測定實驗原理之應用

詳解 光自空氣折射進入水中，其折射角度變小，且恰好自半圓形容器法線方向入射，故出射空氣之方向不再偏折。

難易度 易

類似題 大滿貫複習講義·物理（下）：第 272 頁實驗 8 三、問題討論第 1 題
指考關鍵 60 天：第 115 頁問題討論第 1 題



i 在「狹縫干涉和繞射」的實驗中，先利用雙狹縫之干涉現象，測量單色雷射光的波長，接著利用單狹縫的繞射現象以測量單狹縫的寬度時，若僅將雙狹縫片改為單狹縫片而其餘實驗參數不變，測得單狹縫繞射圖形中央亮帶的寬度為雙狹縫亮帶寬度的 8 倍，則單狹縫片縫寬為雙狹縫片相鄰縫距的多少倍？

- A 8 B 4 C 2 D $\frac{1}{2}$ E $\frac{1}{4}$

答案 E

命題出處 選修物理（上）：第 5 章 物理光學

測驗目標 評量學生對干涉與繞射實驗步驟及原理之推理分析

詳解 單狹縫繞射實驗，中央亮帶的寬度： $2\Delta y_{\text{繞}} = 2\frac{\lambda r}{b}$

雙狹縫干涉實驗，相鄰亮帶的寬度： $\Delta y_{\text{干}} = \frac{\lambda r}{d}$

實驗參數包括：

λ ：單色雷射光波長

r ：狹縫到屏幕的距離

d ：雙狹縫片相鄰縫距

b ：單狹縫片寬度

$$\therefore \frac{\frac{\lambda r}{d}}{2 \frac{\lambda r}{b}} = \frac{1}{8}$$

$$\therefore \frac{b}{d} = \frac{1}{4}$$



難易度 中偏易

類似題 大滿貫複習講義·物理(下):第179頁經典題
指考關鍵60天:第134頁歷屆奪標考題彙整第一回第5題

第 o、p 題為題組

在實驗室中有一台可發出波長為 200 nm 的雷射光源，功率為 3.0 W。已知光速為 3.0×10^8 m/s，普朗克常數為 6.6×10^{-34} J·s。

o 此光源發出的每個光子之能量約為下列何者？

- A 1.0×10^{-14} J B 1.0×10^{-16} J C 1.0×10^{-18} J D 1.0×10^{-20} J E 1.0×10^{-22} J

答案 C

命題出處 選修物理(下):第10章 近代物理的重大發現

測驗目標 評量學生對光子能量的原理與計算之理解

詳解 光子的能量 $E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{200 \times 10^{-9}} \doteq 1.0 \times 10^{-18}$ (J)



難易度 易

類似題 大滿貫複習講義·物理(下):第244頁範例5類題
指考關鍵60天:第94頁精選練習題第7題

p 當此光源發出的雷射光入射至一物體而被完全吸收時，該物體所受雷射光的平均作用力之量值約為多少 N？(光子動量 P 、能量 E 與光速 c 的關係為 $E = Pc$ 。)

- A 1.0×10^{-8} B 1.0×10^{-6} C 1.0×10^{-4} D 1.0×10^{-2} E 1.0

答案 A

命題出處 基礎物理(二) B 下:第6章 動量與動量守恆律
選修物理(下):第10章 近代物理的重大發現

測驗目標 評量學生對光功率及照射物體作用力的關係之統整與應用

詳解 1 雷射光源的功率 (P_L) = 單位時間內物體吸收 N 個光子的能量 $\frac{NE}{\Delta t}$

2 物體所受雷射光的平均作用力量值

$$\bar{F} = \frac{NP}{\Delta t} = \frac{N \frac{E}{c}}{\Delta t} = \frac{NE}{c \Delta t} = \frac{P_L}{c} = \frac{3}{3 \times 10^8} = 10^{-8} \text{ (N)}$$



難易度 中偏難

類似題 大滿貫複習講義·物理(下)：第246頁第1題
第246頁第2題

指考關鍵 60 天：第 128 頁主題彙整檢定考 3 第 7 題
第 133 頁主題彙整檢定考 8 第 8 題

二、多選題 (占 20 分)

說明：第 a 題至第 f 題，每題有 5 個選項，其中至少有一個是正確的選項，請將正確選項畫記在答案卡之「選擇題答案區」。各題之選項獨立判定，所有選項均答對者，得 5 分；答錯 1 個選項者，得 3 分；答錯 2 個選項者，得 1 分；答錯多於 2 個選項或所有選項均未作答者，該題以零分計算。

- a 一個電中性的鋰原子在有兩個電子被游離後，成為只剩一個電子的鋰離子，圖 8 為其能階示意圖，圖中 n 為主量子數。令 $E_{nn'}$ 為能階 n 與能階 n' 的能階差，即 $E_{nn'} = E_n - E_{n'}$ ，當電子從能階 n 躍遷到能階 n' 時，若 $n > n'$ ，會輻射出波長為 $\lambda_{nn'}$ 的光子；若 $n < n'$ ，則需吸收波長為 $\lambda_{nn'}$ 的光子。已知普朗克常數 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ ， $1\text{eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$ ，光速 $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ ，下列關於此鋰離子的敘述哪些正確？
-
- 圖 8
- A $\lambda_{21} + \lambda_{32} = \lambda_{31}$
 B $E_{31} = E_{21} + E_{32}$
 C 在能階 $n=3$ 的電子無法直接躍遷到能階 $n=1$
 D 在能階 $n=2$ 的電子可吸收 λ_{23} 的光子躍遷到能階 $n=3$
 E 當電子在能階 $n=1$ 時，以波長 9 nm 的光子可將其游離

答案 BDE

命題出處 選修物理(下)：第 11 章 原子結構與原子核

測驗目標 評量學生對類氫原子能階躍遷之推理分析

詳解 $E_{nn'} = \frac{hc}{\lambda_{nn'}}$

A B $E_{31} = E_{21} + E_{32} ! \quad \frac{hc}{\lambda_{31}} = \frac{hc}{\lambda_{21}} + \frac{hc}{\lambda_{32}}$

$$\therefore \frac{1}{\lambda_{21}} + \frac{1}{\lambda_{32}} = \frac{1}{\lambda_{31}}$$

C D 任兩能階差 = 吸收或輻射光子的能量

E 電子在 $n=1$ 的游離能 $E_e = 13.6 \times 3^2 \times \left(\frac{1}{12} - \frac{1}{\infty^2} \right) = 122.4 \text{ (eV)}$

$$\text{波長 } 9 \text{ nm 光子的能量} = \frac{1240 \text{ (eV} \cdot \text{nm)}}{9 \text{ (nm)}} \div 138 \text{ (eV)} > E_e$$

\therefore 可將該電游子離



難易度 中

類似題

大滿貫複習講義·物理(下):第252頁範例3

第257頁第1題

第258頁第7題

指考關鍵60天:第97頁精選練習題第7題

第140頁歷屆奪標考題彙整第四回第4題

第145頁歷屆奪標考題彙整第六回第8題

s 在光滑水平地面上，質量為 $3m$ 、速度為 v 的甲木塊，與質量為 m 的靜止乙木塊，發生一維的正面碰撞。若碰撞後乙木塊相對於甲木塊的速度為 $0.6v$ ，則下列敘述哪些正確？

A 此碰撞為彈性碰撞

B 在碰撞過程中，甲、乙兩木塊的總動量守恆

C 碰撞後甲木塊的速率為 $0.6v$

D 碰撞後乙木塊的速率為 $1.0v$

E 碰撞後甲、乙兩木塊的總動能較碰撞前減少了 $0.24mv^2$

答案 BCE

命題出處 基礎物理(二) B 下:第10章 碰撞

測驗目標 評量學生對非彈性碰撞之推理分析

詳解 A 接近速度 $\vec{v}_甲 - \vec{v}_乙 = v - 0 = v$

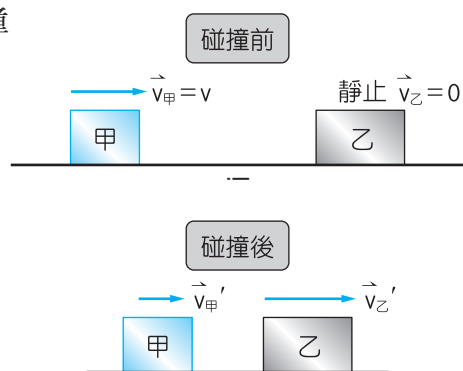
分離速度 $\vec{v}_乙' - \vec{v}_甲' = 0.6v$

! 接近速度 > 分離速度

故為非彈性碰撞

B 將兩木塊視為一個系統，

碰撞過程動量守恆



C D 由動量守恆： $3mv = 3m \cdot \vec{v}_{甲}' + m \cdot \vec{v}_{乙}' \dots\dots 1$

由分離速度： $\vec{v}_{乙}' - \vec{v}_{甲}' = 0.6v \dots\dots\dots 2$

由1 2得 $\vec{v}_{甲}' = 0.6v, \vec{v}_{乙}' = 1.2v$

E 減少之總動能 $\Delta K = K_{甲} - (K_{甲}' + K_{乙}')$

$$\Delta K = \frac{1}{2} \times 3m \times v^2 - \left[\frac{1}{2} (3m) (0.6v)^2 + \frac{1}{2} (m) (1.2v)^2 \right]$$

$$= 0.24mv^2$$



難易度 中

類似題 大滿貫複習講義·物理(下)：第109頁第1題、第111頁第5題
指考關鍵60天：第49頁精選練習題第4題

d 當以壓力 P 為縱軸、體積 V 為橫軸時，在一裝設有活塞的密閉容器內 1 莫耳的理想氣體在 300 K 時的 PV 曲線如圖 9 中的曲線乙。假設 X 為容器內充填該理想氣體 1 莫耳，溫度升高為 600 K 時的曲線，而 Y 為容器內改充填該理想氣體 2 莫耳、溫度為 300 K 時的曲線，則下列敘述哪些正確？

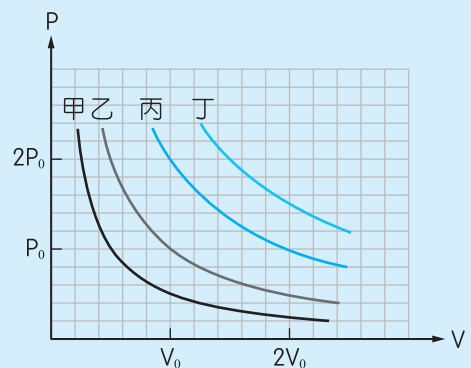


圖 9

- A X、Y 均為曲線丙
- B X 為曲線甲，Y 為曲線丁
- C X 為曲線丁，Y 為曲線丙
- D 曲線 X 與曲線 Y 的氣體分子方均根速率比為 $\sqrt{2} : 1$
- E 曲線 X 與曲線 Y 的氣體分子方均根速率比為 $2 : 1$

答案 A D

命題出處 選修物理(上)：第1章 熱學

測驗目標 評量學生對波以耳定律觀念與原理之推理分析

詳解 A B C 由於密閉容器內氣體莫耳數 n 與溫度 T 固定，故依據理想氣體方程式 $PV = nRT$ ！ $PV = \text{定值}$
 可由曲線乙從圖形中得 $P_0V_0 = 1 \cdot R \cdot 300 \dots\dots 1$
 氣體 X： $P_XV_X = 1 \cdot R \cdot 600 \dots\dots\dots 2$
 氣體 Y： $P_YV_Y = 2 \cdot R \cdot 300 \dots\dots\dots 3$
 綜合1 2 3 比較可得 $P_XV_X = P_YV_Y = 2P_0V_0$
 故 X、Y 均為曲線丙

D E 由氣體方均根速率 $v_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \propto \sqrt{T}$

可得 $v_X : v_Y = \sqrt{600} : \sqrt{300} = \sqrt{2} : 1$



難易度 中

類似題 大滿貫複習講義·物理(下):第129頁經典題、第130頁範例6
指考關鍵60天:第129頁主題彙整檢定考4第7題

第155頁歷屆奪標考題彙整第十一回第6題

f 如圖 10 所示，真空中有一組平行金屬板，長度為 L ，板距為 d ，開始時開關 S 是接通的，兩板之間為均勻電場（電場量值為 E ），且平行金屬板右端與螢幕的距離為 D 。今將電子以初速度 v 自平行板左端水平射入，電子在螢幕上所產生光點的垂直偏移量為 y ，忽略重力的影響。假設在下列選項所述過程中，電子一定可以抵達螢幕，則下列敘述哪些是正確的？

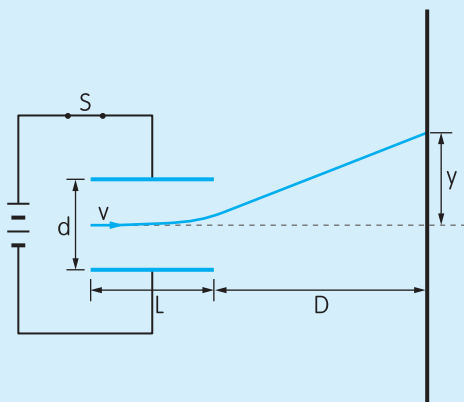


圖 10

- A 若僅將初速度 v 減為原來的一半，則 y 變為原來的 4 倍
- B 若僅將板距 d 增為原來的 2 倍，但電池的電壓不變，則 E 變為原來的 2 倍
- C 若僅將板距 d 減為原來的一半，但電池的電壓不變，則 E 變為原來的 2 倍
- D 若僅將板距 d 增為原來的 2 倍，但電池的電壓不變，則 y 變為原來的 2 倍
- E 若僅將板距 d 減為原來的一半，但電池的電壓不變，則 y 變為原來的 2 倍

答案 ACE

命題出處 選修物理(下):第10章 近代物理的重大發現

測驗目標 評量學生對湯姆森電子荷質比實驗原理之應用

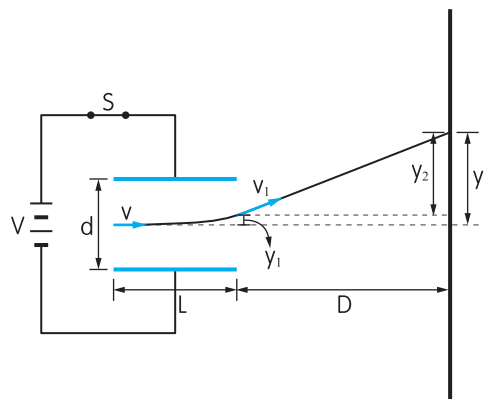
詳解 令電子的質量為 m ，電池的電壓為 V

電子在均勻電場作等加速運動，出電場至屏幕作等速直線運動。

1 在電場中之偏向位移 y_1

$$y_1 = \frac{1}{2} \cdot a_E \cdot t_1^2$$

$$= \frac{1}{2} \left(\frac{eE}{m} \right) \cdot \left(\frac{L}{v} \right)^2 = \frac{eEL^2}{2mv^2}$$



2 出電場至屏幕之偏向位移 y_2

$$y_2 = v_{1y} \cdot t_2 = (a_E \cdot t_1) \cdot t_2 = \left(\frac{eE}{m} \cdot \frac{L}{v}\right) \left(\frac{D}{v}\right) = \frac{eELD}{mv^2}$$

3 $y = y_1 + y_2$

$$= \frac{eEL}{mv^2} \left(\frac{L}{2} + D\right) \propto \frac{E}{v^2}$$

A $v \rightarrow \frac{1}{2}v$

$y \rightarrow 4y$

BCDE $E = \frac{V}{d}$ ，當 V 不變

$$d \rightarrow 2d, E \rightarrow \frac{1}{2}E, y \rightarrow \frac{1}{2}y$$

$$d \rightarrow \frac{1}{2}d, E \rightarrow 2E, y \rightarrow 2y$$

故正確選項為ACE



難易度 難

類似題

大滿貫複習講義·物理(下):第184頁範例5

第195頁第1題

第196頁第9題

指考關鍵60天:第148頁歷屆奪標考題彙整第八回第1題

第153頁歷屆奪標考題彙整第十回第10題

第貳部分：非選擇題（占 20 分）

說明：本部分共有二大題，答案必須寫在「答案卷」上，並於題號欄標明大題號（一、二）與子題號（1、2、……）。作答時不必抄題，但必須寫出計算過程或理由，否則將酌予扣分。作答務必使用筆尖較粗之黑色墨水的筆書寫，且不得使用鉛筆。每一子題配分標於題末。

一、要驗證牛頓第二運動定律，可利用如圖 11 所示之水平桌面上的滑車裝置。設滑車本身的質量為 M ，每一帶有掛勾的槽碼（砝碼）質量均為 m ，重力加速度為 g ，而細繩質量可以忽略不計，細繩與定滑輪間、滑車與桌面間的摩擦力經特別處理而均可忽略。滑車移動過程中，滑車與滑車上的槽碼之間無相對運動。實驗時滑車的加速度可利用打點計時器來測量。

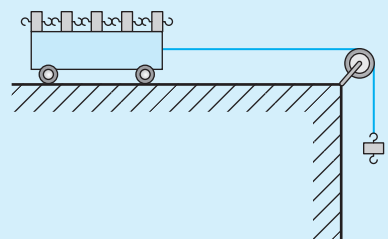


圖 11

- 1 當滑車上靜置 5 個槽碼而細繩下端懸掛 1 個槽碼時（如圖 11），求滑車的加速度。（3 分）
- 2 某生欲驗證「受力不變下，物體的加速度與其質量成反比」。在實驗過程中該生讓繩下端只懸掛 1 個槽碼不變，而僅變動滑車上槽碼的個數，每次從滑車上移開 1 個槽碼，使系統總質量分別為 $M_t = M + 6m$ 、 $M + 5m$ 、 $M + 4m$ 、 $M + 3m$ 、 $M + 2m$ 、 $M + m$ ，測得對應的加速度 a 。其數據如表一所示：

表一

$$M = 0.50 \text{ kg} \quad m = 0.10 \text{ kg}$$

M_t (kg)	$M + 6m$	$M + 5m$	$M + 4m$	$M + 3m$	$M + 2m$	$M + m$
	1.10	1.00	0.90	0.80	0.70	0.60
a (m/s^2)	0.89	0.98	1.09	1.22	1.40	1.63

請利用表一中的數據在答案卷作圖區畫出適當的圖線，並簡要說明所作之圖線可以明確驗證物體的加速度 a 與質量 M_t 成反比。（5 分）

- 3 利用圖 11 的裝置欲進行實驗以驗證「在質量不變下，物體所受的作用力 F 與其加速度 a 成正比」，其主要步驟如下，試完成空格內的內容。（2 分）

A _____。

測量不同作用力 F 與其對應的加速度 a 。

B 作 F 對 a 的數據圖線，圖線應為通過原點的直線。

答案 1 $\frac{mg}{M+6m}$

2、3 見詳解

命題出處 基礎物理（二）B 上：第 4 章 牛頓運動定律

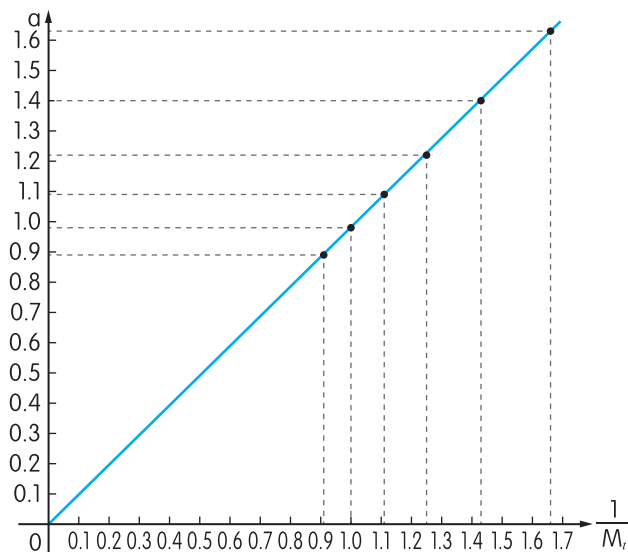
測驗目標 評量學生對牛頓第二運動定律實驗步驟與結果之應用

詳解 1 由牛頓第二運動定律 $\Sigma F = ma$

$$! \quad mg = (M + 6m) \cdot a \quad \therefore a = \frac{mg}{M + 6m}$$

2 作加速度 a 與系統總質量的倒數 $\frac{1}{M_t}$ 之關係圖

M_t (kg)	1.10	1.00	0.90	0.80	0.70	0.60
a (m/s^2)	0.89	0.98	1.09	1.22	1.40	1.63
$\frac{1}{M_t}$	0.91	1.00	1.11	1.25	1.43	1.66



由圖線可得 a 與 $\frac{1}{M_i}$ 為一通過原點之斜直線，可知兩者約為正比關係，故可驗證加速度 a 與質量 M_i 成反比。

- 3 A 固定滑車與砝碼之總質量，依序將滑車上之砝碼移至右側繩上，分別測量加速度之量值。測量不同作用力 F 與其對應的加速度 a 。



難易度
類似題

1 中偏易 2 中偏難 3 中

大滿貫複習講義·物理(下)：第 266、267 頁實驗 4

指考關鍵 60 天：第 108、109 頁實驗四——實作整理、問題討論

二、如圖 12 所示，一垂直架設且固定於地面的圓環，內側有一用絕緣材料製成的光滑軌道，軌道半徑為 R ，圓心為 O 。設重力加速度為 g ，若將質量為 M 及帶正電荷電量為 Q 的小球（視為質點），從 P 點（高度為 R ）以初速度 V 沿軌道向下射出，試回答下列各問題：

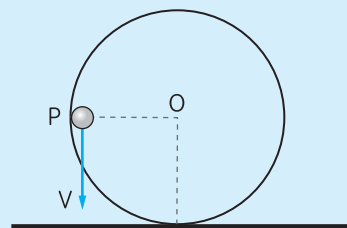


圖 12

- 1 小球之初速度 V 至少需為多少，方能作完整的圓周運動？（3 分）
- 2 若於此圓形軌道區域內施加與地面垂直向下之均勻電場 E ，則小球之初速度 V 至少需為多少，方能作完整的圓周運動？（4 分）
- 3 將第 2 小題的電場改為垂直射出紙面之均勻磁場 B ，並於 P 點以初速 V_0 射出小球，則小球到達圓環底部的過程中，磁場對小球所作的功為若干？為什麼？（3 分）

答案

- 1 $\sqrt{3gR}$
- 2 $\sqrt{\frac{3MgR+3QER}{M}}$
- 3 見詳解

命題出處 基礎物理（二）B 下：第 9 章 位能與力學能守恆律
選修物理（上）：第 6 章 靜電學
選修物理（下）：第 8 章 電流的磁效應

測驗目標 評量學生對鉛直面圓周運動與雙重保守力場力學能守恆之統整分析

詳解 1 1 由最高點：

$$\Sigma F_{\text{法線}} = N + Mg = M \frac{V_0^2}{R} \quad (V_0 : \text{最高點最小速度})$$

$$\text{令 } N=0 \quad \therefore V_0 = \sqrt{gR}$$

2 由力學能守恆

$$\frac{1}{2}M(\sqrt{gR})^2 + MgR = \frac{1}{2}MV^2$$

$$\therefore V = \sqrt{3gR}$$

2 1 由最高點：

$$\Sigma F_{\text{法線}} = N + Mg + QE = M \frac{V_0^2}{R}$$

$$\text{令 } N=0 \quad \therefore V_0 = \sqrt{\frac{(Mg + QE)R}{M}}$$

2 由功能定理 $W_{\text{合力}} = \Delta K$

$$W_{\text{重力}} + W_{\text{電力}} = \Delta K$$

$$MgR + QER = \frac{1}{2}mV^2 - \frac{1}{2}m\left(\sqrt{\frac{(Mg + QE)R}{M}}\right)^2$$

$$V = \sqrt{\frac{3MgR + 3QER}{M}}$$

3 由 $\vec{F}_m = Q\vec{v} \times \vec{B}$ 可知，磁力必垂直速度方向

\therefore 磁場對小球產生的力與位移必互相垂直，故磁力不作功

難易度 1 中 2 難 3 中



類似題 大滿貫複習講義·物理（下）：第 90 頁範例 4

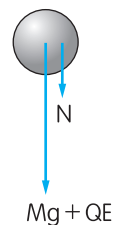
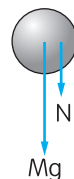
第 99 頁第 13 題

第 220 頁範例 9

第 221 頁範例 11

指考關鍵 60 天：第 43 頁精選練習題第 6 題

第 145 頁歷屆奪標考題彙整第六回第 7 題



F