

九十九學年度第二學期

大學入學指考分科複習考第三次聯合模擬考試

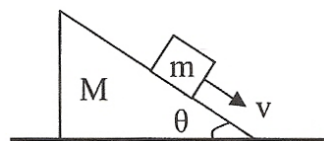
物理科 試題詳解

第壹部分：選擇題

一、單選題

1. 質量為 M ，斜角為 θ 的斜面靜置於水平地面上。如右圖所示，今使質量為 m 的物體沿斜面等速下滑。若在物體的下滑過程中斜面始終維持靜止不動，則水平地面對斜面的正向力為何？（重力加速度為 g ）

- (A) $(M+m)g$ (B) $Mg + mg \sin \theta \cos \theta$
(C) $Mg + mg(\cos \theta)^2$ (D) $Mg + mg(\sin \theta)^2$
(E) 條件不足，無法得知



【參考答案】：(A)

【考題難度】：★

【命題出處】：物質科學物理篇（上）－第四章 牛頓運動定律

【解題策略】：質心定理：

- (1) 系統不受外力作用，質心 $\begin{cases} \text{靜者恆靜} \\ \text{動者恆作等速度運動, } \vec{V}_C = \text{const.} \end{cases}$ 。
(2) 系統受定外力作用，質心進行等加速度運動，且

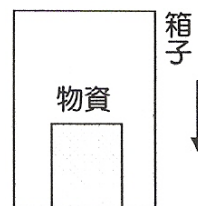
$$(\Sigma F_i)_{\text{外力}} = M \vec{a}_C = \frac{d\vec{P}_C}{dt} = \vec{P}_C'(t)$$

【試題解析】：取 $(m+M)$ 為一系統：

∵ 質心進行等速度運動

∴ 系統不受外力作用， $\Sigma F_y = 0$ ，即 $N = (M+m)g$

2. 直升機空投裝有救援物資 m 的箱子，如右圖所示，若投放之初速度為零，箱子所受的空氣阻力與箱子落下速率的平方成正比，箱子在運動的過程中沒有旋轉，運動方向如右圖所示。在箱子下落的過程中，下列敘述何者正確？



- (A) 箱內物資 m 與箱子始終沒有交互作用力
 (B) 箱子剛投下時，箱內物資 m 受到的正向力最小
 (C) 箱內物資 m 受到的正向力逐漸減小
 (D) 箱內物資 m 受到的正向力始終維持不變
 (E) 若落下的距離夠長，箱內物資會脫離箱底而「飄起來」

【參考答案】：(B)

【考題難度】：★★

【命題出處】：物質科學物理篇（上）－第四章 牛頓運動定律

【解題策略】：善取隔離體圖、分析內力：

(1) 隔離包含該力的部分物塊，物塊週邊凡有與之接觸的部分就有力的作用，均需一一繪出，如此的物塊受力圖即為隔離體圖。

(2) 依牛頓第二運動定律， $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$ ，列式解析。

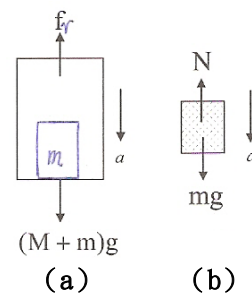
【試題解析】：(1) 取整體箱子 $(M+m)g$ 為一系統：圖 (a)

$$\text{依 } \boxed{\Sigma F = ma} \quad (M+m)g - f_r = (M+m) \cdot a \xrightarrow{\text{阻力: } f_r \propto V^2} \begin{cases} f_r \uparrow \\ a \downarrow \end{cases}$$

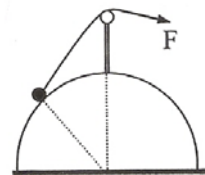
(2) 取物資 mg 為隔離體圖：圖 (b)

$$\text{依 } \boxed{\Sigma F = ma} \quad mg - N = m \cdot a \xrightarrow{\text{承(1)}} \begin{cases} a \downarrow \\ N \uparrow \end{cases}$$

(3) 承 (1)、(2)，若落下的距離夠長， $f_r = (M+m)g$ ，整體箱子達終端速度，速度不再改變， $N \rightarrow N_{\max} = \text{const.}$ （不再改變）。



3. 如右圖所示，一固定光滑半圓形球面上放有一小球，小球以繩繫住跨過一定滑輪後施力 F 緩慢拉動，在拉動的過程中，可視為時時處於靜力平衡狀態，則光滑半球施予小球的正向力大小 N ，及拉力大小 F 的變化，下列何者正確？



- (A) 正向力 N 變小，拉力 F 變小 (B) 正向力 N 不變，拉力 F 變小
 (C) 正向力 N 不變，拉力 F 變大 (D) 正向力 N 及拉力 F 皆變大
 (E) 正向力 N 及拉力 F 皆不變

【參考答案】：(B)

【考題難度】：★★

【命題出處】：物質科學物理篇（上）－第三章 靜力平衡

【解題策略】：靜力平衡 $\left\{ \begin{array}{l} \text{移動平衡} \Leftrightarrow \text{不移動} \Leftrightarrow \Sigma F = 0 \Leftrightarrow \begin{cases} \Sigma F_x = 0 \\ \Sigma F_y = 0 \end{cases} \\ \text{轉動平衡} \Leftrightarrow \text{不轉動} \Leftrightarrow \Sigma L = 0 \Leftrightarrow L_{\text{順}} = L_{\text{逆}} \end{array} \right.$

【試題解析】：取小球為隔離體圖：

- (1) 小球受正向力 $\vec{N}$ 、拉力 $\vec{F}$ 、重力 $m\vec{g}$ 等作用，成三力平衡，即

$$\Sigma \vec{F} = \vec{N} + \vec{F} + m\vec{g} = 0$$

此三力可圍成一封閉三角形，如右圖所示。

- (2) 當施力 F 緩慢拉動小球，同理

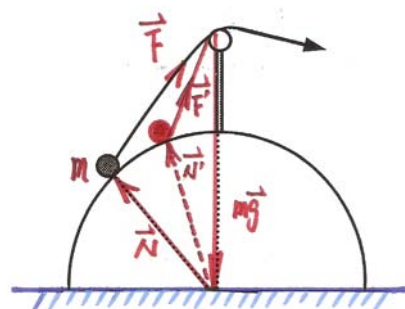
$$\Sigma \vec{F} = \vec{N}' + \vec{F}' + m\vec{g} = 0$$

同 (1)，三力仍可圍成一封閉三角形。

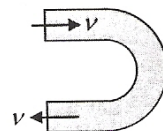
- (3) 比較施力拉動小球前後， $\vec{N}$ 、 $\vec{F}$ 、 $m\vec{g}$ 的改變：

$$\vec{N} \rightarrow \vec{N}', \vec{F} \rightarrow \vec{F}', m\vec{g} \rightarrow m\vec{g}$$

$$\therefore \text{改變前後 } N = N' = \text{const.}, F' < F, m\vec{g} = \text{const.}$$



4. 如右圖所示，一根截面積為 10cm^2 的彎曲水管固定在水平地上。進水口與出水口在同一側。若通入流量為 1.0kg/s 的水流，求水管彎曲段受水的平均衝擊力為多少牛頓？



- (A) 0.5N (B) 1.0N (C) 2.0N (D) 5.0N (E) 20N

【參考答案】：(C)

【考題難度】：★★

【命題出處】：物質科學物理篇（上）－第四章 牛頓運動定律

【解題策略】：衝量（ J ）與動量（ P ）間的關係： $J = F \cdot \Delta t$ $J = \Delta P = m \cdot \Delta V = m(V_f - V_i)$

【試題解析】：(1) 依「通入流量， $\dot{Q}$ 」，推算水流速度：

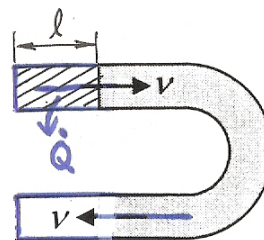
$$\textcircled{1} \dot{Q} = 1.0 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \xrightarrow{\text{水密度: } \rho = 10 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} \dot{Q} = 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$\text{又 } V = A \cdot l \xrightarrow{\text{右圖}} l = \frac{10^{-3}}{10^{-3}} = 1\text{m}$$

$$\textcircled{2} \text{ 由 } \bar{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad v = \frac{1}{1} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$(2) \text{ 依 } J = F \cdot t = \Delta P = m \cdot \Delta V \quad F \cdot 1 = 1 \cdot [(1, \leftarrow) - (1, \rightarrow)] = 1[(+1) - (-1)] = 2$$

$$\therefore F = 2.0\text{N}$$



5. 一物體做簡諧運動，其位置與時間關係式為： $x(t) = 0.25\sin(0.5\pi t + \pi)$ （單位： m ），式中 t 以秒計，則物體之最大加速度的量值為何？

- (A) $\frac{1}{16}m/s^2$ (B) $\frac{1}{8}m/s^2$ (C) $\frac{\pi}{8}m/s^2$ (D) $\frac{\pi^2}{16}m/s^2$ (E) $\frac{9\pi^2}{16}m/s^2$

【參考答案】：(D)

【考題難度】：★★

【命題出處】：物質科學物理篇（上）－第五章 牛頓運動定律的應用

【解題策略】： $x(t) \xrightarrow{\text{微分}} V(t) = x'(t) \xrightarrow{\text{微分}} a(t) = V'(t)$

【試題解析】：(1) 依序微分取得速度－時間、加速度－時間函數：

$$\textcircled{1} x(t) = 0.25\sin(0.5\pi t + \pi)$$

$$\textcircled{2} V(t) = x'(t) = 0.125\pi \cos(0.5\pi t + \pi)$$

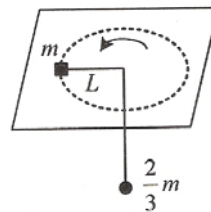
$$\textcircled{3} a(t) = V'(t) = -0.0625\pi^2 \sin(0.5\pi t + \pi)$$

$$(2) \because (\sin \theta)_{\max} = 1$$

$$\therefore (a_x)_{\max} = -0.0625\pi^2 m/s^2 \xrightarrow{\text{量值}} (a_x)_{\max} = 0.0625\pi^2 = \frac{\pi^2}{16} m/s^2$$

6. 如右圖所示，細繩一端通過光滑小孔繫著質量為 $\frac{2}{3}m$ 的物體，細繩另一端繫著質量為 m 的木塊，靜止在水平桌面上，木塊質心距小孔為 L ，重力加速度為 g 。今將整個桌面以通過小孔的鉛垂線為轉軸在水平面上轉動，若已知木塊與桌面間的靜摩擦係數為 0.5 ，欲保持木塊與桌面間相對靜止，則桌面的角速度 ω 最小值為何？

- (A) $\sqrt{\frac{g}{2L}}$ (B) $\sqrt{\frac{g}{3L}}$ (C) $\sqrt{\frac{g}{6L}}$
 (D) $\sqrt{\frac{6g}{5L}}$ (E) $\sqrt{\frac{7g}{6L}}$



【參考答案】：(C)

【考題難度】：★★

【命題出處】：物質科學物理篇（上）－第五章 牛頓運動定律的應用

【解題策略】：等速率圓周運動：
$$F_n = ma_n = m \cdot \frac{V^2}{r} = mr\omega^2 = 4\pi^2 mrf^2 = \frac{4\pi^2 mr}{T^2}$$

【試題解析】：取木塊為隔離體圖：

- (1) 當桌面旋轉的角速度較小時，木塊有向圓心滑移的傾向，此時木塊受有靜摩擦力作用，如右圖所示。

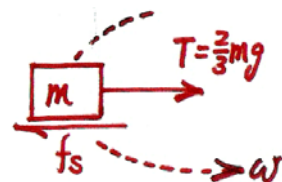
- (2) ①依 $F_n = mr\omega^2$ $T - f_s = m \cdot L \cdot \omega^2 \dots (a)$

- ② 桌面下物體呈靜止平衡，故 $T = \frac{2}{3}mg$

代入(a)式，得 $f_s = \frac{2}{3}mg - mL\omega^2$

- ③ 又 $f_s \leq (f_s)_{\max} = \mu_s \cdot N$ $\frac{2}{3}mg - mL\omega^2 \leq 0.5 \cdot mg$

$$\therefore \omega \geq \sqrt{\frac{g}{6L}} \Rightarrow \omega_{\min} = \sqrt{\frac{g}{6L}}$$



7. 設下述天體運動的軌道皆可視為圓形。當金星繞太陽運動時，其公轉週期的平方與其軌道半徑的立方比值為 K_1 ；當月亮繞地球運動時，其公轉週期的平方與軌道半徑的立方比值為 K_2 ，若不考慮其它天體的作用力，且已知太陽質量大於地球質量，則 K_1 與 K_2 的大小關係為何？

- (A) $K_1 > K_2$ (B) $K_1 = K_2$ (C) $K_1 < K_2$ (D) $K_1^2 = K_2^2$ (E) $K_1^3 = K_2^3$

【參考答案】：(C)

【考題難度】：★★

【命題出處】：物質科學物理篇（下）－第七章 萬有引力定律

【解題策略】：克卜勒行星第三運動定律：週期定律

行星到太陽平均距離 R 的立方與行星繞太陽週期 T 的平方的比值，對各個行星皆相同，又稱為週期定律。

$$\frac{R^3}{T^2} = \text{const.} \Leftrightarrow \frac{R_1^3}{T_1^2} = \frac{R_2^3}{T_2^2}$$

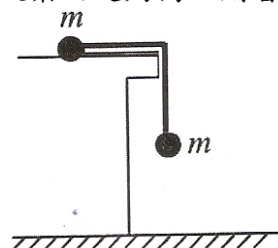
【試題解析】：依 $F_g = F_n = \frac{4\pi^2 mR}{T^2}$ $\frac{GMm}{R^2} = \frac{4\pi^2 mR}{T^2}$, $\frac{T^2}{R^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$

$$\therefore K = \frac{T^2}{R^3} \propto \frac{1}{M} \quad (M : \text{軌道內中心的天體質量})$$

$$\text{即 } \frac{K_1}{K_2} = \frac{M_{\text{地球}}}{M_{\text{太陽}}} \xrightarrow{M_{\text{太陽}} > M_{\text{地球}}} K_1 < K_2$$

8. 如右圖所示，質量可忽略、長度為 L 且不可伸縮的柔軟細繩，兩端各繫一質量為 m 的小球，細繩的一半放在光滑水平桌面上，另一半自由垂下。今讓細繩由靜止釋放，設桌面足夠高，則當桌面上的小球恰離開桌面時的速率為何？（重力加速度為 g ）

- (A) $\sqrt{\frac{1}{2}gL}$ (B) $\sqrt{\frac{1}{3}gL}$ (C) $\sqrt{\frac{1}{4}gL}$
 (D) $\sqrt{\frac{1}{5}gL}$ (E) $\sqrt{\frac{1}{6}gL}$



【參考答案】：(A)

【考題難度】：★★

【命題出處】：物質科學物理篇（下）－第九章 位能與能量守恆定律

【解題策略】：力學能守恆原理：非保守力作功為零的系統，其總力學能守恆。

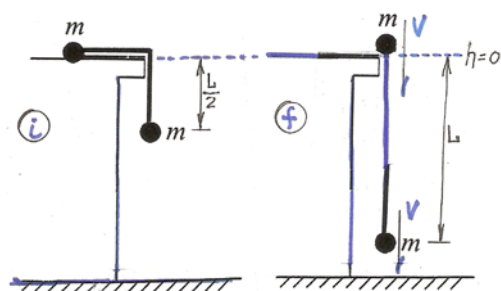
$$W_{\text{非保守力}} = 0 \xrightarrow{\text{數學式}} \Sigma E = E_K + E_P + E_e = \text{const.}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} E_K = \frac{1}{2}mV^2 \dots\dots\dots \text{動能} \\ E_P = mgh \dots\dots\dots \text{重力位能} \\ E_e = \frac{1}{2}k\Delta x^2 \dots\dots\dots \text{彈力位能} \end{array} \right.$$

【試題解析】：依 $\Sigma E = \text{const.}$ 定桌面為零位面

$$mg \cdot \left(-\frac{L}{2}\right) = \left(\frac{1}{2}mv^2 \times 2\right) + mg \cdot (-L)$$

$$\therefore v = \sqrt{\frac{1}{2}gL}$$

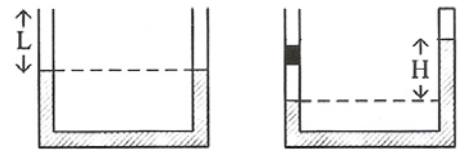


【另解】：(1) 取兩小球為一系統：

依 $\Sigma F = ma$ $mg = (m+m) \cdot a$, $a = \frac{g}{2} = \text{const.}$

(2) 依 $V^2 = V_0^2 + 2aS$ $\xrightarrow{V_0=0} v^2 = 2 \cdot \frac{g}{2} \cdot \frac{L}{2}$, $v = \sqrt{\frac{1}{2}gL}$

9. 如右圖所示，內徑均勻的U形管中裝入水銀，兩管中水銀面與管口的距離均為 $L = 10.0\text{cm}$ ，今將右側管口封閉，然後從左側管口處將一活塞緩慢向下推入管中，直到左右兩側水銀面高度差為 $H = 4.00\text{cm}$ 。設大氣壓力為 $P_0 = 72.0\text{cmHg}$ ，求左端封閉氣體的壓力？（圖中 L 、 H 長度未依實際比例繪製）



- (A) 84cmHg (B) 94cmHg (C) 104cmHg (D) 114cmHg
(E) 124cmHg

【參考答案】：(B)

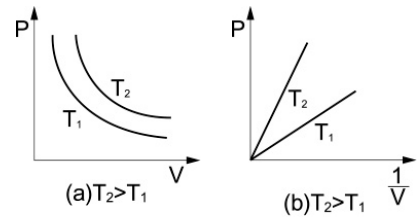
【考題難度】：★★

【命題出處】：物質科學物理篇（下）－第十一章 流體的性質

【解題策略】：波以耳定律（英國波以耳）：

密閉容器內定量低密度氣體，在「定溫」下，其壓力與體積成反比關係，稱為波以耳定律。

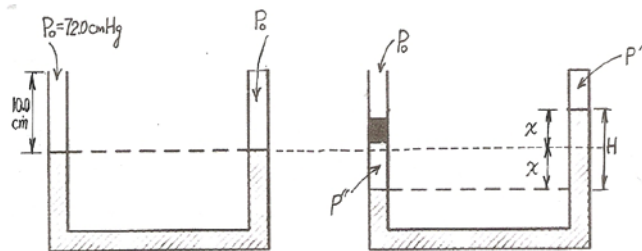
$$P \propto \frac{1}{V} \Leftrightarrow PV = \text{const.} \quad (n\text{mole} \cdot T = \text{const.})$$



【試題解析】：依 $PV = \text{const.}$ $72\text{cmHg} \cdot 10A = P'\text{cmHg} \cdot (10 - x)A \dots (1)$

又 $2x = 4.0\text{cm} \Rightarrow x = 2.0\text{cm}$ ，代入 (1) 式

$\therefore P' = 90\text{cmHg} \xrightarrow{\text{左端封閉氣體壓力, } P''} P'' = 90 + 4 = 94\text{cmHg}$



10. 內壁光滑的導熱氣缸豎直浸放在 0°C 的水槽中，用不計質量的活塞封閉壓力為 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、體積為 $2.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ 的理想氣體。今在活塞上方緩緩倒上沙子，使封閉氣體的體積減為原來的一半，然後將氣缸移出水槽，緩慢加熱，使氣體溫度變為 137°C ，則氣缸內氣體的最終壓力與最終體積約為何？

- (A) 壓力 $= 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、體積 $= 2.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ (B) 壓力 $= 2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、體積 $= 1.5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$
 (C) 壓力 $= 2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、體積 $= 2.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ (D) 壓力 $= 2.9 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、體積 $= 1.5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$
 (E) 壓力 $= 2.9 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、體積 $= 2.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

【參考答案】：(B)

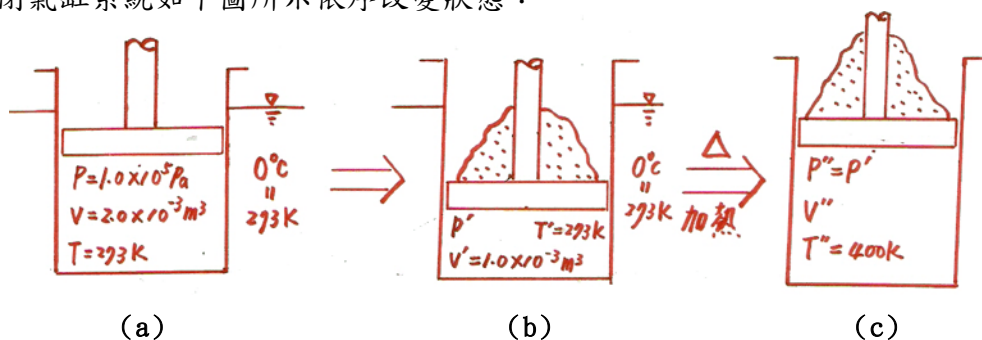
【考題難度】：★★

【命題出處】：物質科學物理篇（下）－第十三章 氣體動力論

【解題策略】：氣體物態方程式：

$$PV = nRT \left\{ \begin{array}{l} P: \text{氣體壓力} (\text{N/m}^2) \\ V: \text{容器體積} (\text{m}^3) \\ n: \text{氣體莫耳數} (\text{mole}) \\ R: \text{氣體常數} (8.3) \\ T: \text{氣體溫度} (\text{K}) \end{array} \right.$$

【試題解析】：密閉氣缸系統如下圖所示依序改變狀態：



(1) (a) 圖 $\rightarrow$ (b) 圖：

$$\text{依 } PV = nRT \xrightarrow{n, T = \text{const.}} P \propto \frac{1}{V} \left\{ \begin{array}{l} V \rightarrow V' = \frac{1}{2} V = 1.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \\ P \rightarrow P' = 2P = 2.0 \times 10^5 \text{ Pa} \end{array} \right.$$

(2) (b) 圖 $\rightarrow$ (c) 圖：

$$\text{依 } PV = nRT \xrightarrow{P, n = \text{const.}} V \propto T \left\{ \begin{array}{l} T = 273 \text{ K} \rightarrow 400 \text{ K} \\ V' = 1.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \rightarrow V'' \end{array} \right.$$

$$\textcircled{1} P'' = P' = 2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$$

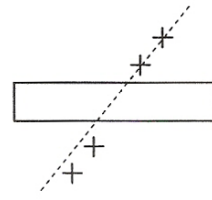
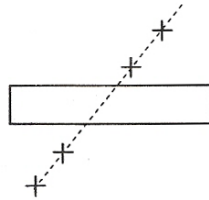
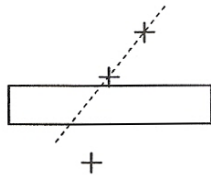
$$\textcircled{2} \frac{273}{400} = \frac{1.0 \times 10^{-3}}{V''}, V'' \doteq 1.5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

11. 在「測定壓克力折射率」的實驗中，對一塊兩面平行的壓克力磚，用「插針法」找出與入射光線對應的出射光線，今有 A、B、C、D、E 五位同學分別做出如下圖的五組插針結果，則哪一位同學的作法是正確的且測量較精確？

(A)

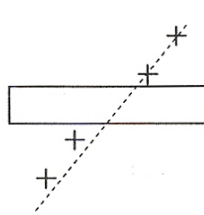
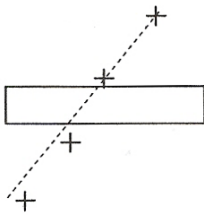
(B)

(C)



(D)

(E)



【參考答案】：(D)

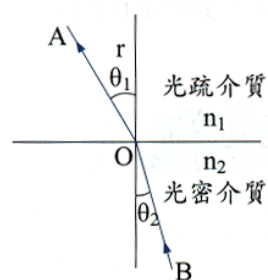
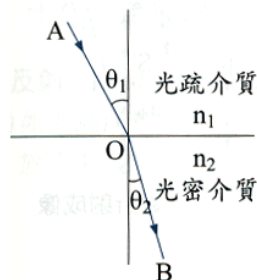
【考題難度】：★★

【命題出處】：選修物理（上）－第四章 光的折射

【解題策略】：在入射角不為 0° 的條件下：

(1) 光由「光疏介質 ($n_{\text{小}}$) → 光密介質 ($n_{\text{大}}$)」，則 $\theta_1 > \theta_2$ ，折射光偏向法線。

(2) 光由「光密介質 ($n_{\text{大}}$) → 光疏介質 ($n_{\text{小}}$)」，則 $\theta_1 < \theta_2$ ，折射光偏離法線。



【試題解析】：繪製光入射壓克力磚產生折射的情形：如右圖所示

(A)× (1) 「兩點連成一直線」，少插一根針，無法確定入射（或出射）光線的方向。

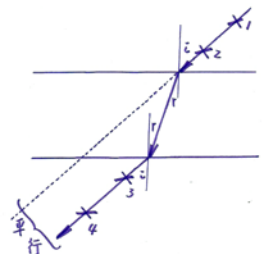
(B)× (2) 光經不同的介質會發生折射，入射線與出射線不會成一直線。

(E)× (3) 光線進入壓克力磚應「偏向」法線，光徑顯然有誤。

(C)×

(D)O

(4) 確定入射線或出射線的光徑方向，必須插兩根針。兩根針的間距愈大，繪得的光徑方向偏差會較小。



12. 用雷射光進行雙狹縫干涉實驗，已知使用的雙狹縫間距 $d = 0.100\text{mm}$ ，狹縫到屏幕的距離 $L = 6.00\text{mm}$ ，測得屏上干涉條紋中亮紋間距為 3.80cm ，假如把整個裝置放進折射率 $\frac{4}{3}$ 的水中，則亮紋間距約變為？

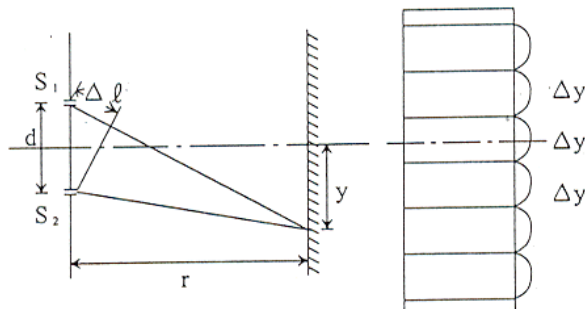
- (A) 5.10cm (B) 2.85cm (C) 3.80cm (D) 630nm (E) 470nm

【參考答案】：(B)

【考題難度】：★★

【命題出處】：選修物理（上）－第五章 光的干涉與繞射

【解題策略】：雙狹縫干涉實驗裝置：



圖中 $\Delta y = \frac{r\lambda}{d}$ = 各亮紋寬度 = 亮紋間距 = 暗紋間距

【試題解析】：(1) 依 $\Delta y = \frac{r\lambda}{d} \xrightarrow{d, r = \text{const.}} \Delta y \propto \lambda$

(2) 光自一介質進入另一介質，頻率不變：

依 $V = \lambda \cdot f \xrightarrow{f = \text{const.}} V \propto \lambda \text{ 且 } V \propto \frac{1}{n} \Rightarrow \Delta y \propto \lambda \propto V \propto \frac{1}{n}$

$$\therefore \frac{3.80}{\Delta y'} = \frac{\left(\frac{4}{3}\right)}{1}, \Delta y' = 2.85\text{cm}$$

13. 消防隊員在消防車上聽到警笛聲的頻率為 500Hz ，若消防車正以 30m/s 前進，且當時空氣中聲速為 330m/s ，則在消防車正前方與正後方的民眾所聽到警笛聲的頻率比為何？

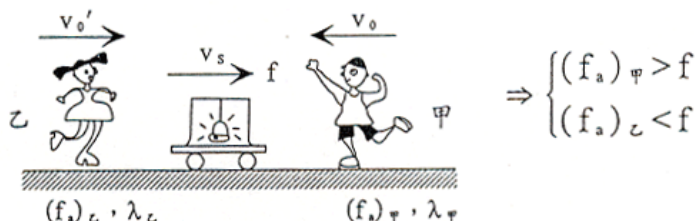
(A) 6 : 5 (B) 5 : 6 (C) 2 : 3 (D) 3 : 2 (E) 1 : 1

【參考答案】：(A)

【考題難度】：★★

【命題出處】：選修物理(上)－第二章 聲 波

【解題策略】：都卜勒效應：



$$f_a = \frac{V \pm V_o}{V \pm V_s} \cdot f \quad (\text{同向取「-」, 反向取「+」})$$

式中 f : 波源的頻率 f_a : 視頻 V : 波速

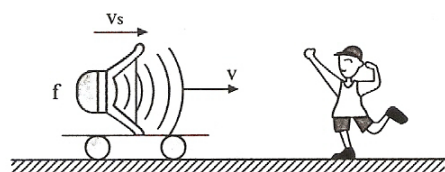
V_o : 觀察者速度 V_s : 波源速度

【試題解析】：(1) 消防隊員在消防車上聽警笛聲：

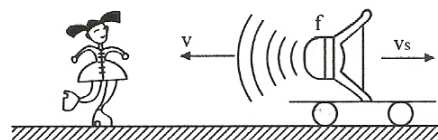
$\because$ 觀察者與聲源間沒有相對運動

$$\therefore f = f_a = 500\text{Hz}$$

(2)



(a)



(b)

① 民眾在消防車正前方：(a) 圖

$$\text{依 } f_a = \frac{V \pm V_o}{V \pm V_s} \cdot f \xrightarrow{V_o=0} (f_a)_{\text{前}} = \frac{330}{330-30} \cdot 500 = 550\text{Hz}$$

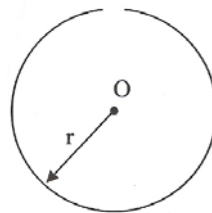
② 民眾在消防車正後方：(b) 圖

$$\text{同①, 得 } (f_a)_{\text{後}} = \frac{330}{330+30} \cdot 500 = \frac{5500}{12}\text{Hz}$$

$$\therefore \frac{(f_a)_{\text{前}}}{(f_a)_{\text{後}}} = \frac{550}{\left(\frac{5500}{12}\right)} = \frac{6}{5}$$

14. 半徑為 r 的硬絕緣環，使其均勻帶正電，單位長度的電量為 q ，則其圓心 O 處的電場強度為 0。如右圖所示，今截去圓頂部長 l 的一小段， $l \ll r$ ，則剩餘部分在圓心 O 處產生的電場強度及方向最接近下列何者？（ k 為庫倫常數）

- (A) $\frac{kq(2\pi - l)}{r^2}$ ，方向向上 (B) $\frac{kq(2\pi - l)}{r^2}$ ，方向向下
(C) $\frac{kql}{r^2}$ ，方向向上 (D) $\frac{kql}{r^2}$ ，方向向下
(E) 仍為 0



【參考答案】：(C)

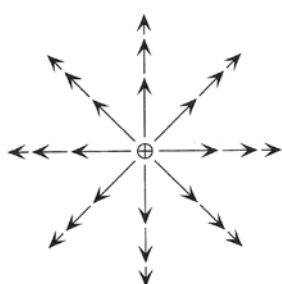
【考題難度】：★★

【命題出處】：選修物理（上）－第六章 靜電

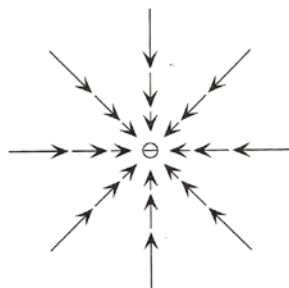
【解題策略】：電場方向與量值：

(1) 正電荷建立的電場方向---沿半徑方向向外發散，如下圖 (a) 所示。

(2) 負電荷建立的電場方向---沿半徑方向向內收斂，如下圖 (b) 所示。



(a) 正電荷

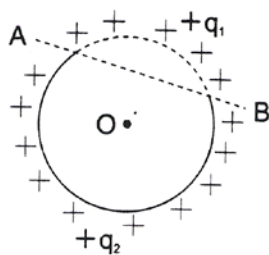


(b) 負電荷

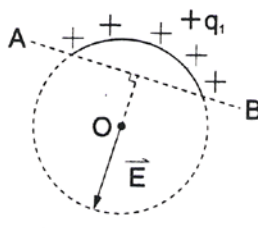
(3) 固定點電荷電場量值： $E_p = \frac{kQ}{r^2}$

【試題解析】：(1) 如下圖 (a) 所示，均勻荷電絕緣環，其內部電場為零， $\vec{E}_0 = 0$ 。

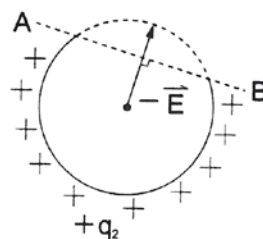
(2) 將帶電絕緣環以 $\overline{AB}$ 為界，截去圓頂部甚小弧長 l 的一小段，即絕緣環分成 $+q_1$ 與 $+q_2$ 兩部分，而 $q_1 = ql$ ，則



(a)



(b)



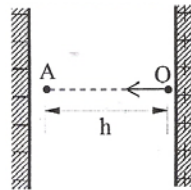
(c)

① $+q_1$ 在環心 O 所建立的電場 $\vec{E} \perp \overline{AB}$ ，且 $E = \frac{kq_1}{r^2} = \frac{k \cdot (ql)}{r^2}$ ，方向如圖 (b)。

② $+q_2$ 在環心 O 所建立的電場必為 $-\vec{E}$ ，方向如圖 (c)。

15. 如右圖所示，二平行金屬板的間距為 d ，二板電位差為 V ，其間為均勻電場。今將一電子（電量 $-e$ ）以一初速自正板附近一點 O 垂直板面射出，達負板附近一點 A 時返回，若 OA 間距為 h ，則此電子的初動能為何？

- (A) $\frac{edh}{V}$ (B) $edhV$ (C) $\frac{eV}{dh}$
 (D) $\frac{ehV}{d}$ (E) $\frac{edV}{h}$



【參考答案】：(D)

【考題難度】：★★

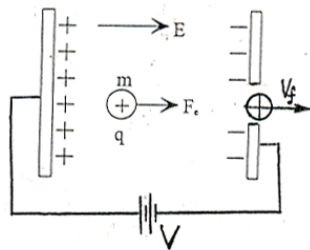
【命題出處】：選修物理（上）－第六章 靜 電

【解題策略】：帶電質點在電場中的運動－

- (1) 帶電質點垂直射入電場，電力會對電荷做功，致電荷動能增加。

$$W_e = \Delta E_K = (E_K)_f - (E_K)_i$$

當 $V_0 = 0$ ，得 $V_f = \sqrt{\frac{2qV}{m}}$



- (2) 兩電板間的靜電場 $\vec{E}$ 是均勻的，且強度之量值為

$$E = \frac{V}{d} \left(\frac{N}{C} \right) \xrightarrow{\text{電荷: } Q(C)} \text{靜電力: } F_e = QE(N)$$

【試題解析】：具初動能的帶電質點在逆均勻電場內受電力作用而減速，抵達 A 位置：

依 $W_e = \Delta E_K$ $eE \cdot h \cdot \cos 180^\circ = 0 - (E_K)_i$ ， $(E_K)_i = eEh$

又 $E = \frac{V}{d} \left(\frac{N}{C} \right)$ $(E_K)_i = eh \cdot \left(\frac{V}{d} \right) = \frac{ehV}{d}$

【另解】：帶電質點在均勻電場內受定電力作用，進行等加速度運動：

(1) 依 $\Sigma F = ma$ $eE = m \cdot a_e$ ， $a_e = \frac{eE}{m}$

(2) 依 $V^2 = V_0^2 + 2aS$ $0 = V_0^2 - 2 \cdot \frac{eE}{m} \cdot h$ ， $V_0^2 = \frac{2eEh}{m}$

又 $E_K = \frac{1}{2} m V^2$ $(E_K)_i = \frac{1}{2} m \cdot \left(\frac{2eEh}{m} \right) = eEh \xrightarrow{E = \frac{V}{d}} (E_K)_i = \frac{ehV}{d}$

16. 聲速為 330m/s 時，某閉管（一端封閉另一端開口）樂器的第二泛音頻率為 550Hz ，則此管樂器的管長為何？

- (A) 0.750m (B) 0.450m (C) 0.563m (D) 0.321m (E) 1.13m

【參考答案】：(A)

【考題難度】：★

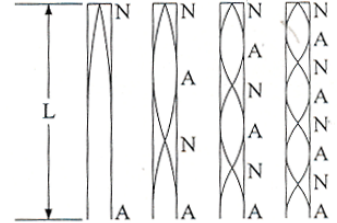
【命題出處】：選修物理（上）－第二章 聲 波

【解題策略】：縱波的駐波：閉管（一端開口而另一端封閉）

若管長為 l ，則在管中形成駐波的條件為

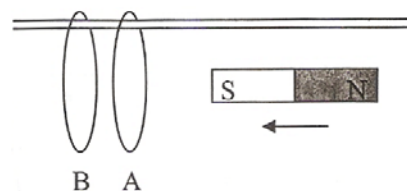
$$l = \frac{n\lambda}{4} \quad (n = 1, 3, 5, \dots) \quad \text{或} \quad f = \frac{nV}{4l} \quad (n = 1, 3, 5, \dots)$$

【試題解析】：依 $f = \frac{nV}{4l}$ $\xrightarrow{\text{第二泛音: } n=5}$ $550 = \frac{5 \cdot 330}{4 \cdot L}$ ， $L = 0.750\text{m}$



17. 在一根光滑的絕緣直桿上，套上兩個極輕鋁環A和B，如右圖所示。今將一塊條形磁鐵的S極自右向左等速快速穿過圓環時，兩圓環的運動情況為何？

- (A) 同時向左移動，兩個圓環間的距離將增加
- (B) 同時向右移動，兩個圓環間的距離將增加
- (C) 同時向左移動，兩個圓環間的距離將減少
- (D) 同時向右移動，兩個圓環間的距離將減少
- (E) A圓環向右，B圓環向左



【參考答案】：(C)

【考題難度】：★★

【命題出處】：選修物理（下）－第八章 磁 場

【解題策略】：(1) 兩平行載流長直導線間的磁力：

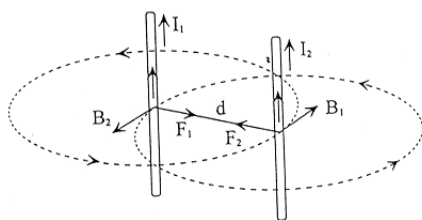


圖 (a)

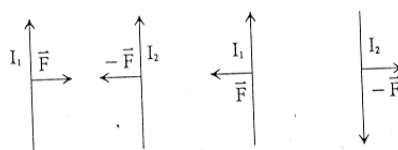
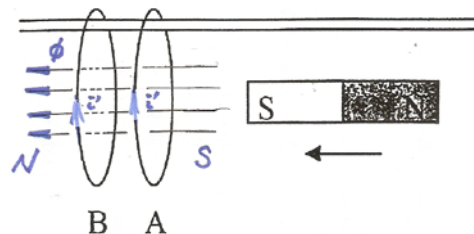


圖 (b) 吸引力 圖 (c) 排斥力

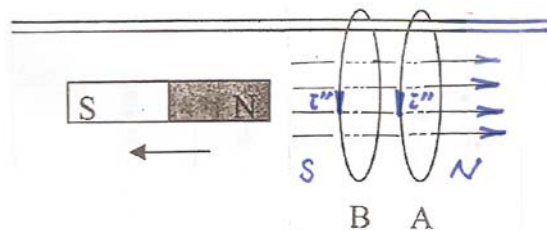
(2) 楞次定律：

當感應電流沿著感應電動勢方向流動時，此電流產生一感應磁場，用以抵抗產生電動勢之磁通量的改變，這個關係稱為楞次定律。

【試題解析】：



(a)



(b)

(1) 如上圖 (a) 所示，條形磁鐵的S極自右向左插向鋁圓環時：

- ① 依法拉第定律得知，兩鋁圓環內的磁通量隨即增加， $\Delta\phi \uparrow$ ，同時產生同方向的感應電流 (i')。
- ② 載有感應電流的兩鋁圓環，其應磁場方向與條形磁鐵的磁場方向相反，彼此相斥，致兩鋁圓環向左方移動。
- ③ 兩鋁圓環內的感應電流同方向，兩鋁圓環會相吸而彼此相互靠近，間距縮短。

(3) 承 (1)、(2)，當 條形磁鐵的N極自右向左通過鋁圓環時：圖 (b)

兩鋁圓環內的磁通量隨即減少， $\Delta\phi \downarrow$ ，仍產生同方向的感應電流。而感應電流所形成的應磁場方向與條形磁鐵的磁場方向相同，彼此「相吸」，兩鋁圓環持續向左方移動、間距繼續縮短。

18. 依據波耳的氫原子模型，已知某氫原子處於第一激發態（ $n=2$ ）時，其電子的旋轉週期為 T ，且普朗克常數為 h ，則該電子於軌道上的動能為何？

- (A) $\frac{h}{4T}$ (B) $\frac{h^2}{4T}$ (C) $\frac{h}{2T}$ (D) $\frac{h}{T}$ (E) $\frac{2h}{T}$

【參考答案】：(D)

【考題難度】：★★

【命題出處】：選修物理（下）－第十一章 原子結構

【解題策略】：穩定態的物理量量子化：

(1) 速率量子化— $V_n = \frac{2\pi kZe^2}{nh}$; (2) 軌道半徑量子化— $r_n = \frac{n^2 h^2}{4\pi^2 m k Z e^2}$

【試題解析】：依 $V = \frac{2\pi r}{T}$ $T = \frac{2\pi r}{V} = \frac{2\pi \cdot \left(\frac{n^2 h^2}{4\pi^2 m k Z e^2} \right)}{\left(\frac{2\pi k Z e^2}{nh} \right)} = \frac{n^3 h^3}{4\pi^2 m k^2 Z^2 e^4} \dots\dots(1)$

$E_K = \frac{kZe^2}{2r}$ $E_K = \frac{kZe^2}{2} \cdot \frac{4\pi^2 m k Z e^2}{n^2 h^2} = \frac{2\pi^2 m k^2 Z^2 e^4}{n^2 h^2} \dots\dots(2)$

由 (1)×(2)，得 $T \cdot E_K = \frac{nh}{2} \xrightarrow{n=2} T \cdot E_K = h \Rightarrow E_K = \frac{h}{T}$

19. 在某金屬表面上分別照射頻率 f_1 及 f_2 ($f_1 > f_2$) 的單色光，測得光電子的截止電壓（遏止電位）分別為 V_1 及 V_2 ($V_1 > V_2$)。已知電子的電量為 $-e$ ($e > 0$)，則普朗克常數為何？

- (A) $\frac{e(V_1+V_2)}{f_1+f_2}$ (B) $\frac{V_1+V_2}{e(f_1+f_2)}$ (C) $\frac{e(V_1-V_2)}{f_1-f_2}$ (D) $\frac{V_1-V_2}{e(f_1-f_2)}$ (E) $\frac{e(f_1-f_2)}{V_1-V_2}$

【參考答案】：(C)

【考題難度】：★★

【命題出處】：選修物理（下）－第十章 近代物理學的簡介

【解題策略】：愛因斯坦光電方程式：

$$(1) \quad E_{in} = E_b + K_{\max} \Leftrightarrow K_{\max} = h\nu - h\nu_0$$

$$(2) \quad K_{\max} = XeV \xrightarrow{\text{截止電壓}} V_s = XV$$

【試題解析】：依 $K_{\max} = h\nu - h\nu_0$ $J \xrightarrow{\div e} eV$

$$\begin{cases} (K_{\max})_1 = hf_1 - hf(J) = \frac{hf_1 - hf}{e}(eV) \\ (K_{\max})_2 = hf_2 - hf(J) = \frac{hf_2 - hf}{e}(eV) \end{cases} \xrightarrow{\text{截止電壓}} \begin{cases} V_1 = \frac{hf_1 - hf}{e} \dots\dots(1) \\ V_2 = \frac{hf_2 - hf}{e} \dots\dots(2) \end{cases}$$

$$\text{由 (1)-(2) 得 } V_1 - V_2 = \frac{h}{e}(f_1 - f_2), \quad h = \frac{e(V_1 - V_2)}{f_1 - f_2}$$

20. 當電子的動能為 25.0 電子伏特時，其物質波的波長為 λ ；則當電子的動能為 64.0 電子伏特時，其物質波的波長為何？

- (A) $\frac{25}{64}\lambda$ (B) $\frac{64}{25}\lambda$ (C) $\frac{5}{8}\lambda$ (D) $\frac{8}{5}\lambda$ (E) 2λ

【參考答案】：(C)

【考題難度】：★★

【命題出處】：選修物理（下）－第十章 近代物理學的簡介

【解題策略】：(1) 德布羅依的物質波理論： $\lambda = \frac{h}{P} = \frac{h}{mV} = \frac{h}{\sqrt{2mE_K}}$ (P ：粒子的動量)

(2) 電子經電位差 V 加速後（動能為 E_K ）的物質波波長為 $\lambda_e = \frac{12.3}{\sqrt{V}}$ ($\text{\AA}$)

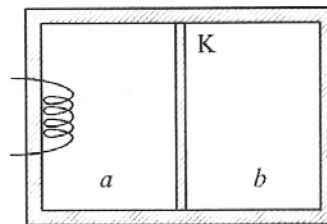
【試題解析】：(1) 當電子的動能為 xeV ，即加速電位差 $V = xV$ 。

$$\therefore \begin{cases} (E_K)_1 = 25.0eV \\ (E_K)_2 = 64.0eV \end{cases} \xrightarrow{\text{加速電壓}V} \begin{cases} V_1 = 25.0V \\ V_2 = 64.0V \end{cases}$$

(2) 依 $\lambda_e = \frac{12.3}{\sqrt{V}}$ $\lambda_e \propto \frac{1}{\sqrt{V}}$ ， $\frac{\lambda}{\lambda'} = \frac{\sqrt{64}}{\sqrt{25}} = \frac{8}{5}$ ， $\lambda' = \frac{5}{8}\lambda$

二、多選題：

21. 如右圖所示，可左右自由滑動的絕熱隔板 K ，將絕熱的氣缸分隔成體積相等的 a 、 b 兩室，隔板 K 與氣缸壁都是光滑的， a 、 b 兩室中分別盛有相同質量、相同溫度的同種理想氣體。若氣體分子之間的相互作用位能可忽略，今利用電熱絲對 a 室氣體加熱一段時間後達到新的平衡，則



- (A) a 室的體積增加了
- (B) a 室的壓力變小了
- (C) b 室的溫度升高了
- (D) a 室氣體溫度比 b 室氣體溫度高
- (E) a 室增加的內能大於 b 室增加的內能

【參考答案】：(A) (C) (D) (E)

【考題難度】：★★

【命題出處】：物質科學物理篇（下）－第十三章 氣體動力論

【解題策略】：(1) 氣體物態方程式： $PV = nRT$ $\left\{ \begin{array}{l} P: \text{氣體壓力}(N/m^2) \\ V: \text{容器體積}(m^3) \\ n: \text{氣體莫耳數}(mole) \\ R: \text{氣體常數}(8.3) \\ T: \text{氣體溫度}(K) \end{array} \right.$

(2) 熱力學第一定律：

系統自外界所獲得的熱量 ΔQ ，一部分用來使系統對外作功 ΔW ，剩餘的則用來增加系統的內能 ΔU ，稱為熱力學第一定律。

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta W$$

【試題解析】：(A)O
(B)×

(1) 加熱 a 室氣體一段時間後：

$$\text{依 } PV = nRT \xrightarrow{\text{若 } V \text{ 不變, } nR = \text{const.}} P \propto T \begin{cases} T \uparrow \\ P \uparrow \end{cases}$$

$\therefore$ 隔板 K 不固定，可以自由滑動

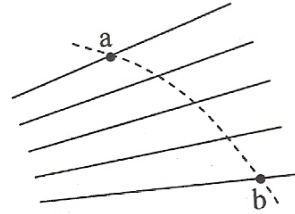
$\therefore a$ 室壓力增大，隔板 K 向右推移，體積變大

(C)O (2) 承 (1)，隔板 K 對 b 室氣體作功，至 b 室氣體的內能增加，溫度升高

(D)O (3) 依 $PV = nRT \xrightarrow{P, nR = \text{const.}} V \propto T \begin{cases} V_a > V_b \\ T_a > T_b \end{cases}$

(E)O (4) 承 (3)， $T_a > T_b$ ，故 a 室增加的內能比 b 室多

22. 右圖所示直線為一固定位置的點電荷所形成電場之部份電力線，但未標明方向，虛線則為另一帶電粒子通過該區域時的運動軌跡， a 、 b 是軌跡上的兩點，若帶電粒子運動時只受到該處電場力的作用，則由圖可正確判斷的是下列哪幾項？



- (A) 運動帶電粒子的電性
- (B) 運動帶電粒子在 a 、 b 兩點的受力方向
- (C) 運動帶電粒子在 a 、 b 兩點動能的相對大小
- (D) 運動帶電粒子在 a 、 b 兩點電位能的相對高低
- (E) 運動帶電粒子在 a 、 b 兩點電位的相對高低

【參考答案】：(B)(C)(D)

【考題難度】：★★

【命題出處】：選修物理（上）－第六章 靜 電

【解題策略】：(1) 電場的意義：

①因電荷的存在，使空間存在一種可使其他電荷受電力影響的性質，稱此電荷在空間建立了電場，此電荷稱為電場之場源。

②電場強度的大小由單位面積內的電力線多寡來決定。

(2) 兩點電荷 Q 與 q 相距 r 時之電位能：
$$U(r) = \frac{kQq}{r}, U(\infty) = 0$$

(3) 帶電量 Q 的金屬球，距球心 r 處之電位：
$$V = \frac{kQ}{r}$$

【試題解析】：(A)× (1) 由電力線的方向可以判定電場源（點電荷）的性質，即正或負電性；又正負相吸，進而可以確定運動帶電粒子的電性。

(B)O (2) 順著電力線上各點的切線方向，即為電場在該點的方向，亦即運動帶電粒子的受力方向。

(C)O (3) 由軌跡的彎曲方向可確知運動帶電粒子與點電場源電性相反，而愈靠近電場源動能愈大，電位能愈低。

(D)O (4) 不確定電場源的電性，故無法確定電位高低。

(E)×

23. 在現代科技的領域中，下列敘述何者正確？

- (A) 雷射光的同調性質較佳、強度高，可應用於光纖通信或醫療手術
- (B) 超導體在超導狀態時，具有零電阻與完美反磁性的特性，且超導體內的電流沒有上限
- (C) X 光電腦斷層掃描攝影是以 X 光束照射物體，穿透物體不同強度訊號的 X 光經由電腦處理轉換成影像
- (D) 同樣質量的藥品顆粒，將尺寸從微米尺度加工製作成為奈米尺度，將造成藥品整體的總表面積增加，可能可以增加對藥品的吸收速率
- (E) 半導體的導電性介於良導體及絕緣體之間，半導體材料一定是由矽和鍺晶體加工製作

【參考答案】：(A)(C)(D)

【考題難度】：★★

【命題出處】：選修物理（下）－第十三章 現代科技簡介

【解題策略】：現代科技的應用：

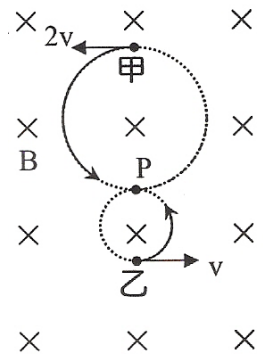
半導體的研究，雷射的發明、物質超導特性的發現等，引領人類進入另一次新的工業革命。

- 【試題解析】：(B)× (1) 超導體內的電流有上限，稱為臨界電流。當電流超過此上限，超導現象會消失。
- (E)× (2) 在 III－V 族的二元半導體材料如砷化鎵 ($GaAs$) 可製作輻射紅外光二極體、三元半導體材料如砷化磷鎵 ($PGaAs$) 可製作輻射紅光或黃光二極體。

24. 在一均勻磁場 B 中，甲、乙兩帶電質點，質量皆為 m ，帶電量皆為 q 。

今甲質點以速率 $2V$ 垂直於磁場作等速率圓周運動，半徑為 $2R$ 。乙質點以速率 V 垂直於磁場作等速率圓周運動，半徑為 R 。磁場的方向為鉛直射入紙面，如右圖所示。原本甲、乙兩質點皆為逆時針方向運行，兩質點將於 P 點發生完全非彈性碰撞，碰撞過程的質量及電量皆維持不變。

則下列敘述何者正確？



- (A) 碰撞後合體將一起作順時鐘運行
- (B) 碰撞後合體將一起作逆時鐘運行
- (C) 碰撞後合體作等速率圓周運動的半徑為 $3R$
- (D) 碰撞後合體作等速率圓周運動的半徑為 R
- (E) 碰撞後合體作等速率圓周運動的半徑為 $\frac{R}{2}$

【參考答案】：(B)(E)

【考題難度】：★★

【命題出處】：選修物理（下）－第八章 磁 場

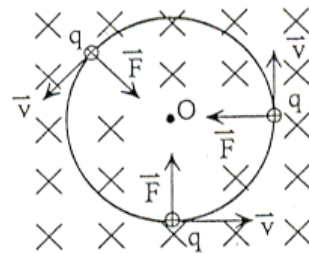
【解題策略】：(1) 帶電質點在磁場中的運動 ($\vec{V} \perp \vec{B}$)：

質點受磁力 ($\vec{F}_m$) 作用，且 $\vec{F}_m \perp \vec{V}$ ，質點將進行等速率圓周運動。

①向心力 $F_n = F_m = qVB = m \cdot \frac{V^2}{r}$

②迴轉半徑 $r = \frac{mV}{qB} = \frac{P}{qB} = \frac{\sqrt{2mE_K}}{qB}$

③迴轉週期 $T = \frac{2\pi r}{V} = \frac{2\pi m}{qB}$



(2) 動量守恆定律：

系統所受合外力為零時，系統的總動量將保持不變，此稱為動量守恆定律。

$$\vec{F} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t} = \frac{d\vec{P}}{dt} = \vec{P}'(t) \xrightarrow{\text{當 } \Sigma \vec{F} = 0} \vec{P}(t) = \text{const.}$$

【試題解析】：(A)×
(B)O

(1) 依 $\Sigma \vec{P} = \text{const.}$ $m \cdot (+2V) + m \cdot (-V) = (m+m) \cdot u$

$$\therefore u = +\frac{V}{2} \quad (+, \text{表碰撞後合體速度})$$

向右，進行「逆」時鐘運行)

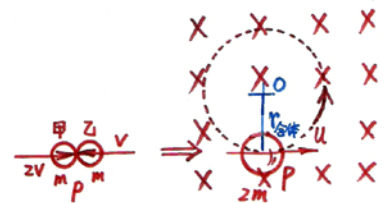
(C)×

(D)×

(2) 比較合體與帶電質點甲的圓周運動：

(E)O

依 $r = \frac{mV}{qB} \xrightarrow{B=\text{const.}} r \propto \frac{mV}{q}, \frac{2R}{r_{\text{合體}}} = \frac{m}{2m} \cdot \frac{2V}{\left(\frac{V}{2}\right)} \cdot \frac{2q}{q}, r_{\text{合體}} = \frac{R}{2}$



第貳部分：非選擇題

- 一、若兩氘核 (${}^2_1\text{H}$) 以相同的動能 0.35MeV 作正向碰撞後，可產生如下的核反應 ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$ 。
- 於核反應過程中，釋放的核能可全部轉化成為動能。已知氘核 (${}^2_1\text{H}$) 之質量為 $2.0136u$ ，氦原子核 (${}^3_2\text{He}$) 之質量為 $3.0150u$ ，中子 (${}^1_0\text{n}$) 之質量為 $1.0087u$ 。(原子質量單位 $1u = 1.661 \times 10^{-27}\text{kg}$)
- (1) 將核反應後的氦原子核 (${}^3_2\text{He}$) 及中子質量，與核反應前的兩氘核 (${}^2_1\text{H}$) 質量比較，則此核反應過程中共減少多少原子質量單位 (u)？
- (2) 已知光速 $c = 3.0 \times 10^8\text{m/s}$ ，1 電子伏特 $= 1.6 \times 10^{-19}$ 焦耳， $1u = 931.5\text{MeV}/c^2$ 。依據 $E = |\Delta m| \cdot c^2$ 質能互換公式估算，上述核反應中所減少的質量可轉換為多少百萬電子伏特的動能？(答案僅需兩位有效數字。)
- (3) 已知核反應前後遵守動量守恆，則氦核 (${}^3_2\text{He}$) 和中子 (${}^1_0\text{n}$) 的動能各約為多少 MeV (百萬電子伏特)？(答案僅需兩位有效數字。)

【參考答案】：(1) $\Delta m = 0.0035u$ ；(2) 3.3MeV ；(3) 1.0MeV 、 3.0MeV

【考題難度】：★★

【命題出處】：選修物理(下)－第十二章 原子核

【解題策略】：質能互換原理(德國愛因斯坦)：

(1) 愛因斯坦由「相對論」發現，物質的質量在核反應過程中轉化成能量。

$$\left\{ \begin{array}{l} m: \text{反應中減少的質量}(\text{kg}) \\ \Delta E = \Delta m \times c^2 \\ C: \text{光速} \left(C = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \right) \\ E: \text{反應中轉化而得的能量}(\text{J}) \end{array} \right.$$

(2) 1 公克的物質質量轉化成能量，約為「 $9 \times 10^{13}\text{J}$ 」。

【試題解析】：(1) 核反應： ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$

$$\Delta m = 3.0150u + 1.0087u - 2.0136u \times 2 = -0.0035u \quad (\text{減少的質量})$$

$$(2) \text{ 由 } 1u = 931.5\text{MeV}/c^2 \quad 3.5 \times 10^{-3}u = (3.5 \times 10^{-3}) \cdot 931.5 = 3.26 \frac{\text{MeV}}{c^2}$$

$$\text{依 } \Delta E = \Delta m \times c^2 \quad \Delta E = 3.26 \frac{\text{MeV}}{c^2} \times c^2 \doteq 3.3\text{MeV}$$

(3) 承 (2)，核反應後，系統的總動能為 $\Sigma E_K = 0.35 \times 2 + 3.3 = 4.0\text{MeV}$

$$\text{依 } P = \sqrt{2mE_K} \xrightarrow{P=\text{const.}} E_K \propto \frac{1}{m} \Rightarrow \frac{(E_K)_{\text{氦核}}}{(E_K)_{\text{中子}}} = \frac{1.0087}{3.0150}$$

$$\therefore \begin{cases} (E_K)_{\text{氦核}} = 4.0 \times \frac{1.0087}{1.0087 + 3.0150} \approx 1.0\text{MeV} \\ (E_K)_{\text{中子}} = 4.0 \times \frac{3.0150}{1.0087 + 3.0150} \approx 3.0\text{MeV} \end{cases}$$

二、如右圖所示的電路中，已知 $\varepsilon = 6V$ ， $R_1 = 100\Omega$ ， $R_2 = 80\Omega$ ， $C = 2\mu F$

， $I_3 = 50mA$ ，應用克希荷夫定則求出圖中達穩定時的電流 I_1 、 I_2 、 R_3

以及電容器所充入的電量 Q_C 。

【參考答案】： $I_1 = 50mA$ ， $I_2 = 0$ ， $R_3 = 20\Omega$ ， $Q_C = 10\mu C$

【考題難度】：★★

【命題出處】：選修物理（上）－第七章 電 流

【解題策略】：（1）克希荷夫定律：

①克希荷夫第一定律（又叫節點定律）— $\sum i = 0$ （電荷守恒定律）

②克希荷夫第二定律（又叫迴路定律）— $\sum V = \sum iR = 0$ （能量守恒定律）

（2）電容器：

①一對可以用來提存自由電荷的絕緣導體。

$$C \equiv \frac{Q}{V} \quad \left(\begin{array}{l} \text{庫倫} \\ \text{伏特} \end{array} = \text{法拉} \right) \quad \begin{cases} C: \text{電容}(F) \\ Q: \text{充電電量}(C) \\ V: \text{外加電壓}(V) \end{cases}$$

②含電容器的分支電路在電容器充完畢，電流為零，該分支電路形成斷路。

【試題解析】：（1）電路達穩定，表示電容器充電完畢，則該分支電路形成斷路， $I_2 = 0$ ，如右圖所示。

（2）結點 b：

$$\text{依 } \sum i = 0 \quad I_3 + I_2 = I_1 \xrightarrow{I_2=0} I_1 = I_3 = 50mA$$

（3）迴路 I：

$$\text{依 } \sum V = 0 \quad 6 - 50 \times 10^{-3} \cdot R_3 - 50 \times 10^{-3} \cdot 100 = 0$$

$$\therefore R_3 = 20\Omega$$

（4）電路 $a \sim b$ 段： $V_a + 6 - 50 \times 10^{-3} \cdot 20 = V_b$ ， $\Delta V_{ab} = V_a - V_b = -5V$

$$\text{依 } C \equiv \frac{Q}{V} \quad 2\mu = \frac{Q_C}{5}, \quad Q_C = 10\mu C$$

