

台北區公立高中 98 學年度第二次指定考科聯合 模擬考物理科試題詳解

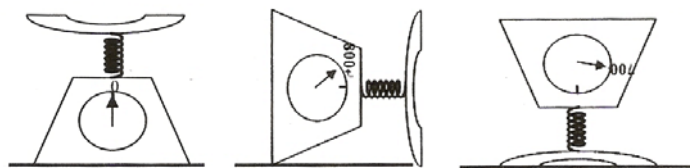
湯烈漢 編解

第壹部分：選擇題

一、單選題：

1. 如右圖所示，有一指針式磅秤由秤盤、理想輕彈簧、秤座構成，且指針轉一圈為 $900gw$ 。今手邊無其它任何工具，欲知磅秤自身總重，可利用下列操作得知。正立時，指針指向刻度 0，側放時如圖彈簧呈水平，此時彈簧為自然長度不彎曲，指針逆轉達 $800gw$ 刻度處，倒立時，指針順時針指向刻度 $700gw$ ，試問磅秤總重為多少 gw ？

- (A) $500gw$
(B) $600gw$
(C) $700gw$
(D) $800gw$
(E) $900gw$ 。



【參考答案】：(E)

【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】：虎克定律（英國虎克）：

彈性體在「彈性限度」內，其伸長量（ Δx ）或壓縮量與所受之外力（ F ）大小成正比。

$$F = k \cdot \Delta x \quad \left\{ \begin{array}{l} F : \text{彈簧的受力}(N) \\ k : \text{彈力常數}(N/m) \\ \Delta x : \text{伸長量}(m) \end{array} \right.$$

【試題解析】：(1) ①磅秤側放時：

彈簧不受力 $\xrightarrow{\text{讀數}: N} N = -100gw$ （零點）

②磅秤正立時：

秤盤重 W_1 ，壓彈簧 $\xrightarrow{\text{讀數}: N_1} N_1 = 0gw$

③由①、②，得知 $W_1 = 100gw$ （ $-100gw \rightarrow 0gw$ ）

(2) 磅秤倒立時：

秤座重 W_2 ，壓彈簧 $\xrightarrow{\text{讀數}: N_2} N_2 = 700gw$

$\therefore W_2 = 700 + 100 = 800gw$ （ $-100gw \rightarrow 700gw$ ）

(3) 磅秤總重 $W = W_1 + W_2 = 100gw + 800gw = 900gw$

2. 如右圖所示，有一與水平面夾 θ 角的斜面，今一重量為 w 的物體受一定力 F 作用著，從 O 點以等速度沿 OO' 方向平行於斜面底部運動到達 O' ，則 F 的最小量值為何？（若物與斜面的動摩擦係數為 $\frac{4}{3}\tan\theta$ ）

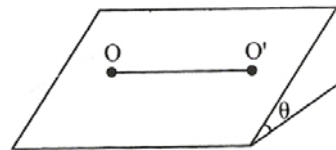
(A) $w\sin\theta$

(B) $w\cos\theta$

(C) $\frac{5}{3}w$

(D) $\frac{5}{3}w\sin\theta$

(E) $\frac{4}{3}w\sin\theta$ 。



【參考答案】：(E)

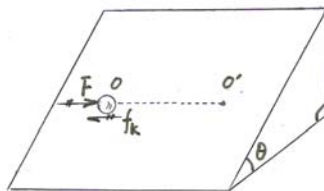
【考題難度】：★★

【命題出處】：物質科學物理篇（上）－第四章 牛頓運動定律

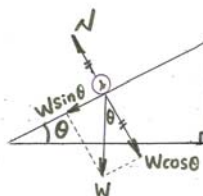
【解題策略】：牛頓第一運動定律（慣性定律）：

當物體不受外力作用，或所受外力之合力為零時，該物體「靜者恆靜」，「動者恆沿一直線作等速度運動」。

【試題解析】：



(a)



(b)

由題圖所示物體沿 $O \rightarrow O'$ 等速度運動，則 $\overrightarrow{OO'}$ 方向不受力：

$$\text{依 } \boxed{\Sigma F = 0} \begin{cases} (a)\text{圖} & -F = f_k = \mu_k \cdot N \\ (b)\text{圖} & -N = w\cos\theta \end{cases}$$

$$\therefore F = \frac{4}{3}\tan\theta \cdot w\cos\theta = \frac{4}{3}w\sin\theta$$

3. 如右圖所示，以一條細棉線吊掛頭粗尾細、密度均勻的紅蘿蔔，平衡時呈水平。此時沿細線吊掛處將紅蘿蔔切成兩段 A、B，並將兩段間置入一經壓縮的理想彈簧，放置於水平光滑無摩擦桌面上，當 A、B 兩段被彈簧彈開時，下列何者正確？

- (A) 質量 $m_A = m_B$ (B) 質量 $m_A > m_B$
 (C) 動量量值 $P_A < P_B$ (D) 動量量值 $P_A > P_B$
 (E) 動能 $E_{KA} > E_{KB}$ 。



【參考答案】：(E)

【考題難度】：★★

【命題出處】：物質科學物理篇（上）－第三章 靜力平衡、第五章 牛頓運動定律的應用

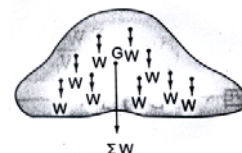
【解題策略】：(1) 動量守恆定律：

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。

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

(2) 重心：

物體（或系統）各部分所受「重力之合力的作用點」，特稱為該物體（或系統）的重心。形狀規則、質量均勻的物體，重心的位置就在其幾何中心的位置。



【試題解析】：(A)×
 (B)×

(1) 如右圖 (a) 所示，紅蘿蔔懸吊呈水平

平衡，左右兩段 A、B：

$$\text{依 } \boxed{\Sigma L_O = 0} \quad m_A g \times l_A = m_B g \times l_B$$

$$\therefore l_A > l_B \quad \therefore m_A < m_B$$

(C)×

(D)×

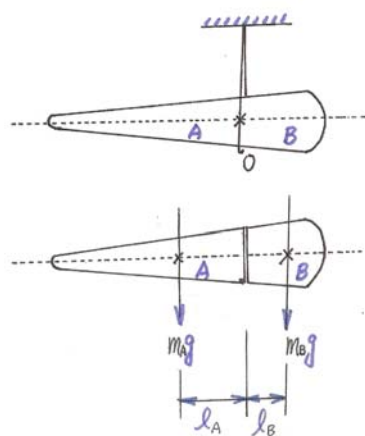
(2) 對 (A+B) 段紅蘿蔔系統：(b) 圖

$$\therefore \Sigma \vec{F} = 0$$

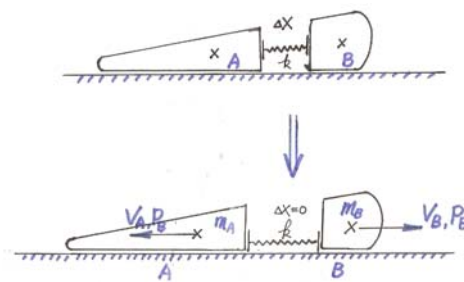
$$\therefore \Sigma \vec{P} = \text{const.} \xrightarrow{\text{彈簧彈開後}} 0 = \vec{P}_A + \vec{P}_B \xrightarrow{\text{量值}} P_A = P_B$$

(E)O

$$(3) \text{ 依 } \boxed{P = \sqrt{2mE_K}} \xrightarrow{P=\text{const.}} E_K \propto \frac{1}{m} \xrightarrow{\text{承(1)}} (E_K)_A > (E_K)_B$$



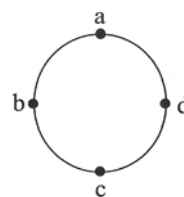
(a)



(b)

4. 如右圖所示，一小球在鉛直面上做等速率圓周運動時，球於鉛直面上所受淨力量值情況為何？

- (A) $a = c$
 (B) $c > b$
 (C) $a > b$
 (D) $b > d$
 (E) $d > b$ 。



【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】：鉛直面圓周運動的力學分析：法線方向(n)

$$\boxed{\Sigma F_n = ma_n = m \cdot \frac{V^2}{r}} \quad T - mg \cos \theta = m \cdot \frac{V^2}{l} \quad \left\{ \begin{array}{l} T = mg \cos \theta + m \cdot \frac{V^2}{l} \\ a_n = \frac{V^2}{l} \end{array} \right.$$

【試題解析】：依 $\boxed{\Sigma F = F_n = m \cdot \frac{V^2}{r}} \xrightarrow{m, r = \text{const.}} \Sigma F \propto V^2$

$\therefore$ 小球進行等速率圓周運動， $V = \text{const.}$

$\therefore (\Sigma F)_a = (\Sigma F)_b = (\Sigma F)_c = (\Sigma F)_d$

5. 設地表之重力加速度大小為 g ，地球半徑為 R ，則距地面 $3R$ 繞地球做圓周運動之人造衛星速率為何？

- (A) $\sqrt{gR}$ (B) $\frac{\sqrt{3gR}}{3}$ (C) $\frac{\sqrt{gR}}{3}$ (D) $\frac{\sqrt{gR}}{2}$ (E) $\frac{\sqrt{gR}}{4}$ 。

【參考答案】：(D)

【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】：引力場內衛星繞地球進行圓周運動：

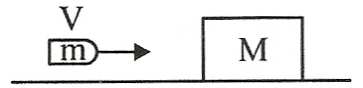
$$\boxed{F_g = F_n} \quad \boxed{\frac{GMm}{r} = m \cdot \frac{V^2}{r}} \quad \boxed{E_K(r) = \frac{1}{2}mV^2 = \frac{GMm}{2r}}$$

【試題解析】：依 $\boxed{E_K(r) = \frac{1}{2}mV^2 = \frac{GMm}{2r}}$ $V = \sqrt{\frac{GM}{r}} \xrightarrow{r=R+3R=4R} V = \sqrt{\frac{GM}{4R}}$

又 $\boxed{g = \frac{GM}{R^2}}$ $GM = gR^2 \xrightarrow{\text{代入(1)式}} V = \sqrt{\frac{gR^2}{4R}} = \frac{\sqrt{gR}}{2}$

6. 如右圖所示，質量 m 子彈，速度 V ，撞擊靜止於光滑桌面上質量 M 之木塊，撞擊後子彈穿透木塊後速度變為 V' ，試問子彈穿透後，整體質心速度為何？

- (A) $\frac{mV}{M+m}$ (B) $\frac{mV'}{M+m}$ (C) $\frac{mV-mV'}{M+m}$
 (D) $\frac{mV+mV'}{M+m}$ (E) $\frac{2mV'-mV}{M+m}$ 。



【參考答案】：(A)

【考題難度】：★

【命題出處】：物質科學物理篇（下）－第十章 碰 撞

【解題策略】：(1) 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。

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

(2) 質心速度：
$$\vec{V}_C = \frac{m_1 \vec{V}_1 + m_2 \vec{V}_2}{m_1 + m_2}$$

【試題解析】：取 $(M+m)$ 為系統：

依 $\Sigma P = \text{const.}$ (設子彈穿透木塊後，木塊具速率 u)

$$mV = m \cdot V' + M \cdot u, \quad u = \frac{mV - mV'}{M}$$

依 $\vec{V}_C = \frac{m_1 \vec{V}_1 + m_2 \vec{V}_2}{m_1 + m_2}$ $V_C = \frac{mV' + Mu}{m + M} \xrightarrow{\text{代入 } u} V_C = \frac{mV}{M + m}$

【另解】：取 $(M+m)$ 為系統，此系統不受外力作用，則子彈穿透木塊前後，質心速度不變。

依 $\vec{V}_C = \frac{m_1 \vec{V}_1 + m_2 \vec{V}_2}{m_1 + m_2}$ $V_C = \frac{m \cdot V + M \cdot 0}{m + M} = \frac{mV}{M + m}$

7. 一水壓機、大小活塞面積各為 400cm^2 、 4cm^2 ，大活塞上放 400kgw 的重物，且不計兩活塞重量，欲使小活塞較大活塞低 1m ，且可支持住重物，則需施力多少 N 於小活塞上？

- (A) 4 (B) 40 (C) 44 (D) 400 (E) 440。

【參考答案】：(C)

【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】：(1) 巴斯卡原理：

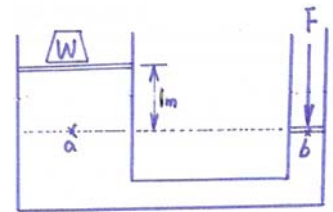
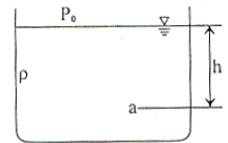
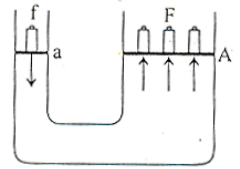
封閉容器內的液體任一處所受的壓力變化，可以傳遞至液體內部其他各處，且強度不變。

$$\frac{f}{a} = \frac{F}{A}$$

(2) 靜止液體，液面下深度 h 處的壓力為

$$P_a = P_0 + h\rho g \quad (P_0 : \text{大氣壓力})$$

【試題解析】：依 $\frac{f}{a} = \frac{F}{A}$ $\frac{400 \times 10^3}{400} \frac{\text{gw}}{\text{cm}^2} + 100 \times 1 \frac{\text{gw}}{\text{cm}^2} = \frac{F}{4} \frac{\text{gw}}{\text{cm}^2}$
 $\therefore F = 4400\text{gw} = 4.4\text{kgw} = 44\text{N}$



8. 一個成年人每天消耗 2000 Kcal 熱量，則平均消耗功率約相當於多少瓦特燈泡？
 (A) 0.1 (B) 25 (C) 100 (D) 8400 (E) 8.4×10^6 。

【參考答案】：(C)

【考題難度】：★

【命題出處】：選修物理（上）－第七章 電 流

【解題策略】：(1) 平均功率 ($\bar{P}$)：單位時間內對系統所作功的多寡，稱為平均功率。

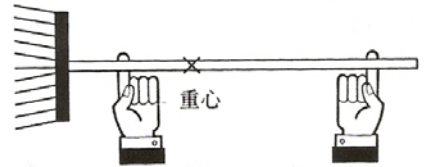
$$\boxed{\bar{P} = \frac{\Delta W}{\Delta t}} \quad \left(\frac{J}{\text{sec}} = \text{Watt} \right)$$

(2) 熱功當量：熱和功的數量換算關係。

$$\boxed{\text{cal} \xrightarrow{\times 4.187} J}$$

【試題解析】：依 $\boxed{\bar{P} = \frac{\Delta W}{\Delta t}}$ $\xrightarrow{1\text{日}=86400\text{sec}}$ $\bar{P} = \frac{(2000 \times 10^3) \cdot 4.2 J}{86400\text{sec}} 97.2W \approx 100W$

9. 如右圖所示，為掃把重心的一種簡便實際測量法，無須借助其他器具。可將掃把水平置放於左右手食指上，利用左右手水平施力移動，則兩食指最後可抵達重心處，使掃把平衡不墜落，令掃把與手指間摩擦係數處處相同，下列操作說明何項正確？



- (A) 只用右手水平向左施力，左手固定不動，是無法使兩食指最後可達重心處
 (B) 只用左手水平向右施力，右手固定不動，是無法使兩食指最後可達重心處
 (C) 左手向右施力且同時右手向左施力，方可使兩食指最後可達重心處
 (D) 只用左手向右施力或只用右手向左施力或兩手同時施力這三種情況，皆可使兩食指最後可達重心處，無技術困擾，任何人皆可找到重心
 (E) 兩食指最後可達重心處，左右手同時緩慢向外側移動，可回復初始位置。

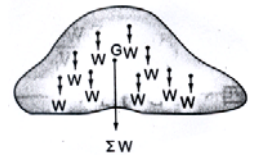
【參考答案】：(D)

【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】：(1) 重心：

物體（或系統）各部分所受「重力之合力的作用點」，特稱為該物體（或系統）的重心。形狀規則、質量均勻的物體，重心的位置就在其幾何中心的位置。



(2) 質心定理：

系統不受外力作用，質心— $\begin{cases} \text{靜者恆靜} \\ \text{動者恆作等速度運動, } \vec{V}_C = \text{const.} \end{cases}$

(3) 第三運動定律（作用力與反作用力定律）：

任何一個作用力都有一個大小相等、方向相反的反作用力和它「同時」發生，換句話說，任何 A、B 兩物體，A 對 B 施力，B 必同時向 A 施力，這兩力大小相等，方向相反。

(A) ×

(B) ×

【試題解析】：

(C) ×

(D) O

(1) 依「牛頓第三運動定律」，使用①左手往右或②右手往左水平施力或

③同時雙手往重心施力，雙手皆承受大小相等的水平作用力。

(2) ①～③，哪一種方式會先移動？端視各狀況之最大靜摩擦力大小而定，最大靜摩擦力「小」者先移動，又 $(f_s)_{\max} = \mu_s \cdot N \propto N$ ，即 N 小的先移動。依此得知，只有左手用力或只有右手用力或雙手同時用力皆可達成，無技術問題。

(3) 左右手食指支撐掃把時，由力矩平衡可知，左右手正向力隨所在位置而改變。距離重心較遠的食指，正向力小先移動，故左右手交替往內側移動，兩手最後會達重心處。

(E) × (4) 承 (3)，若左右手往外側移動，依 N 小的先移動，且越往外移動時對應之該段 N 逐漸小，相對另一側 N 較大者的手指沒機會移動，故無法回復初始位置。

10. A、B 兩質點，A 由長 10m 、斜角 30° 之光滑斜面頂端自靜止下滑，同一時刻 B 由斜面底端以 2m/sec 初速上滑，若兩者在斜面上相遇，相遇時間為多少秒？

- (A) $\sqrt{2}$ (B) 2 (C) 2.5 (D) 5 (E) 10。

【參考答案】：(D)

【考題難度】：★★

【命題出處】：物質科學物理篇（上）－第一章 直線運動

【解題策略】：(1) 質點在平面上進行等加速度運動：

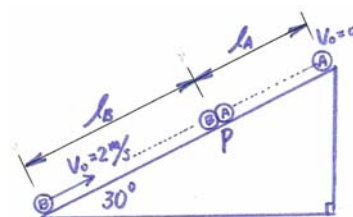
$$\begin{cases} V = V_0 + a \cdot t \\ S = \frac{1}{2}(V_0 + V) \cdot t \\ S = V_0 \cdot t + \frac{1}{2}a \cdot t^2 \\ V^2 = V_0^2 + 2a \cdot S \end{cases}$$

(2) 光滑斜面運動：物塊加速度： $a = g \sin \theta = \text{const.}$

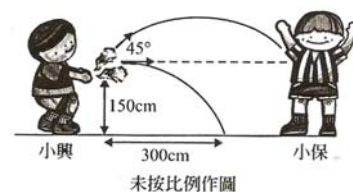
【試題解析】：如右圖所示， $\begin{cases} A\text{球：沿斜面自由下滑} \\ B\text{球：沿斜面上拋} \end{cases}$ ，設 A、B 兩質點相遇於 P：

依 $S = V_0 t + \frac{1}{2}at^2$ $\xrightarrow{a = g \sin \theta = 10 \cdot \sin 30^\circ = 5\text{m/sec}^2}$ $\begin{cases} l_A = \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot t^2 \dots\dots\dots(1) \\ l_B = 2 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot t^2 \dots\dots(2) \end{cases}$

由 (1)+(2)，得 $l_A + l_B = 10 = 2 \cdot t$ ， $t = 5\text{sec}$



11. 如右圖所示，郊外旅遊常可見鬼針草，今小興手持鬼針草並水平拋出，拋出點高度為150cm，並測出水平射程為300cm。若於同一拋出點以相同初速度仰角 45° 拋出鬼針草，欲黏住前方小保衣服上相同高度之目標物，試問需離目標物多遠？（忽略空氣阻力且將鬼針草視為質點）



- (A) 100cm (B) 200cm (C) 300cm
(D) 400cm (E) 500cm。

【參考答案】：(C)

【考題難度】：★★

【命題出處】：物質科學物理篇（上）－第二章 平面運動

【解題策略】：(1) 水平拋射運動：水平拋射運動＝（等速度運動）_x＋（自由落體）_y
(2) 斜向拋射運動：斜向拋射運動＝（等速度運動）_x＋（上拋運動）_y

$$\text{①最大高度} - H = \frac{V_0^2 \sin^2 \theta}{2g} \quad \text{②水平射程} - R = \frac{V_0^2 \sin 2\theta}{g}$$

【試題解析】：(1) 水平拋射鬼針草：
$$\begin{cases} X: \text{等速度} & 300 = V_0 \cdot t \cdots \cdots (a) \\ Y: \text{自由落體} & 150 = \frac{1}{2} \cdot 1000 \cdot t^2 \cdots \cdots (b) \end{cases}$$

由 (b) 式，得得 $t = \frac{\sqrt{30}}{10} \text{sec} \xrightarrow{\text{代入(a)式}} V_0 = 100\sqrt{30} \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$

(2) 依 $R = \frac{V_0^2 \sin 2\theta}{g}$ $R = \frac{(100\sqrt{30})^2 \times (\sin 2 \cdot 45^\circ)}{1000} = 300 \text{cm}$

12. 如右圖所示，一輕繩跨過定滑輪，繩子兩端懸掛質量分別為 M 、 m 兩物體，且 $M > m$ ，滑輪質量及所有摩擦力不計，開始時兩物體均靜止，釋放後兩物體運動過程中，下列何者正確？



- (A) M 減小的重力位能等於 m 增加的重力位能
 (B) 系統力學能守恆，但 M 、 m 各自力學能不守恆
 (C) M 的動能增加量大於 M 的重力位能減少量
 (D) m 的動能增加量等於 m 的重力位能減少量
 (E) M 的速率變化量大於 m 的速率變化量。

【參考答案】：(B)

【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。

$$\begin{aligned}
 (1) \quad W_{\text{非保守力}} = 0 &\xrightarrow{\text{數學式}} \begin{cases} E = E_K + U = \text{const.} \\ \Delta E_K + \Delta U = 0 \\ \Delta E_K = -\Delta U \end{cases} \\
 (2) \quad W_{\text{非保守力}} = 0 &\xrightarrow{\text{數學式}} \Sigma E = E_K + E_P = \text{const.} \begin{cases} E_K = \frac{1}{2}mV^2 \cdots \cdots \text{動能} \\ E_P = mgh \cdots \cdots \text{重力位能} \end{cases}
 \end{aligned}$$

【試題解析】：(B)O

(1) 對 $(M + m)$ 系統：

① 僅受重力作用，「系統」力學能守恆，即

$$\Sigma E_{M+m} = (E_K)_{M+m} + (E_P)_{M+m} = \text{const.}$$

② M 、 m 各自力學能不守恆。

(A)×

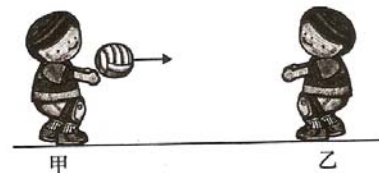
(C)× (2) 承 (1)， $\Delta(E_K)_{M+m} = -\Delta(E_P)_{M+m}$

(D)×

(E)× (3) M 、 m 物塊為連接體，時時「速率」相等，故速率變化量相等。

13. 如右圖所示，靜止站在光滑水平地面上的甲、乙兩人，質量皆為 50kg 。開始時甲將質量 1kg 的球以對地水平速度 $v=2\text{m/sec}$ 丟向乙（第 1 次），乙接到球後，再以相反方向對地速率 v 丟向甲（第 2 次），甲接到球後，再以相反方向對地速率 v 丟向乙（第 3 次），乙接到球後，再以相反方向對地速率 v 丟向甲（第 4 次）時，甲最後接到球時，甲、乙兩人末速度量值比為何？

- (A) 51 : 50
(B) 50 : 51
(C) 3 : 4
(D) 4 : 3
(E) 1 : 1。



【參考答案】：(B)

【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】：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】：(1) 對甲、乙兩人系統而言：

$$\because \Sigma F = 0$$

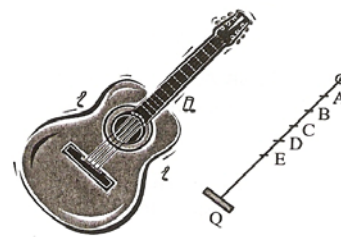
$$\therefore \Sigma P = \text{const.} \begin{cases} \text{發球前: } \Sigma P_i = 0 \\ \text{經多次傳球後: } \Sigma P_f = P_{\text{甲+球}} + P_{\text{乙}} \end{cases}$$

$$(2) \text{ 承 (1), 得 } 0 = P_{\text{甲+球}} + P_{\text{乙}}, P_{\text{甲+球}} = -P_{\text{乙}}, (50+1) \cdot V_{\text{甲}} = 50 \cdot V_{\text{乙}}$$

$$\therefore \frac{V_{\text{甲}}}{V_{\text{乙}}} = \frac{50}{51}$$

14. 如右圖所示，撥動吉他第一弦，弦長 l ，空弦（未按壓任何位置）發出 Mi 。在不調整弦線張力情況下，今欲由按壓位置改變頻率，讓此弦線發出頻率加倍的高八度音 Mi ，請問：按壓何處弦線後，能使振動弦長符合所需？（琴枕 A 、 B 、 C 、 D 、 E 至 Q 點的弦長不同，所以撥動時會發出不同頻率音調）

- (A) 琴枕 A ， $\overline{AQ} = \frac{7}{8}l$ (B) 琴枕 B ， $\overline{BQ} = \frac{6}{8}l$
 (C) 琴枕 C ， $\overline{CQ} = \frac{5}{8}l$ (D) 琴枕 D ， $\overline{DQ} = \frac{4}{8}l$
 (E) 琴枕 E ， $\overline{EQ} = \frac{3}{8}l$ 。



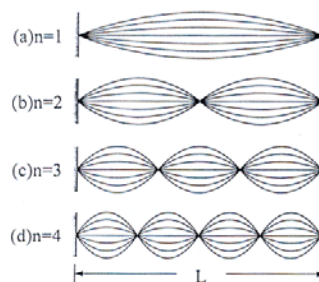
【參考答案】：(D)

【考題難度】：★

【命題出處】：選修物理（上）－第一章 波 動

【解題策略】：弦線產生駐波的條件：兩端均為固定端：

$$\begin{array}{l} L = n \cdot \frac{\lambda}{2} \quad n = 1, 2, 3, \dots \\ \text{或} \quad f = \frac{nv}{2L} \quad n = 1, 2, 3, \dots \end{array}$$



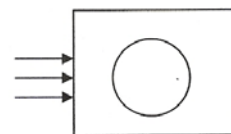
【試題解析】：依

$$f = \frac{nv}{2L} \xrightarrow{\text{高八度音, 頻率增倍}} \begin{cases} f = \frac{nv}{2l} \\ 2f = \frac{nv}{2l'} \end{cases} \xrightarrow{\text{相除}} \frac{1}{2} = \frac{l'}{l}$$

$$\therefore l' = \frac{l}{2} = \overline{DQ} \Rightarrow \text{按壓 } D \text{ 處}$$

15. 如右圖所示，玻璃內有一半徑 R 的球形空穴，內含空氣。若玻璃的折射率為 $\frac{5}{3}$ ，欲用一道光束照亮整個空穴，則此光束橫截面的最小半徑為何？

- (A) $\frac{1}{2}R$ (B) $\frac{3}{5}R$ (C) $\frac{2}{3}R$
 (D) $\frac{4}{5}R$ (E) R 。



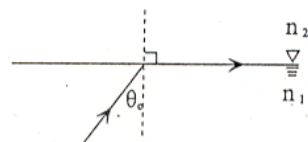
【參考答案】：(B)

【考題難度】：★★

【命題出處】：選修物理（上）－第四章 光的折射

【解題策略】：臨界角 (θ_c)：折射角為 90° 之入射角

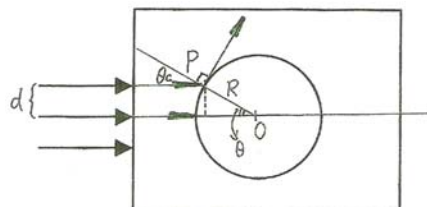
$$n_1 \times \sin i = n_2 \times \sin r \xrightarrow{r=90^\circ} \sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1}$$



【試題解析】：如右圖所示，光束自介質射向空穴，讓光束射入洞內，則將在 P 位置發生臨界折射 ($i = \theta_c$)，對應的透光最小半徑為 d 。

依 $\sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1}$ $\sin \theta = \sin \theta_c = \frac{1}{n}$

又 $\sin \theta = \frac{d}{R} \rightarrow \frac{d}{R} = \frac{1}{n}$ ， $d = \frac{R}{n} = \frac{3}{5}R$



16. 如右圖所示，伏特記的讀值為12V，此時安培計的讀值為多少A？

- (A) 0.6
(B) 1.2
(C) 1.8
(D) 2.4
(E) 3.0。

【參考答案】：(C)

【考題難度】：★★

【命題出處】：選修物理（上）－第七章 電 流

【解題策略】：(1) 惠司同電橋：

右圖所示電路中之檢流計G的讀數為零，則

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_4}{R_3} \quad \text{或} \quad R_2 = R_1 \times \frac{R_3}{R_4} = R_x \quad (R_x : \text{待測電阻})$$

(2) 歐姆定律－

$$I = \frac{V}{R} \quad \text{或} \quad R = \frac{V}{I} \quad \text{歐姆}(\Omega) = \frac{\text{伏特}(V)}{\text{安培}(A)}$$

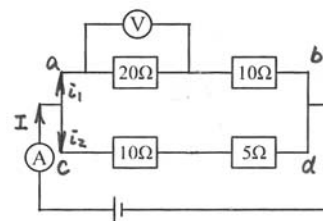
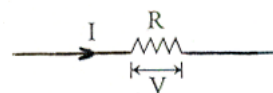
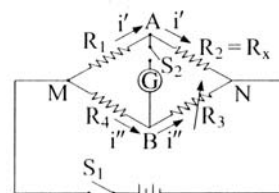
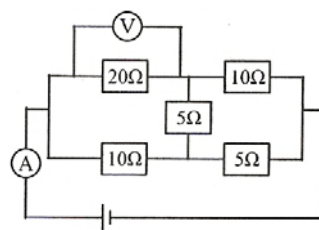
【試題解析】：(1) 化簡題圖所示之「惠司同電橋」電路，如右圖所示。

(2) ① 依 $R = \frac{V}{I}$ $i_1 = \frac{12}{20} = 0.6A$

② 依並聯電流分流原理，得知 $\frac{i_1}{i_2} = \frac{R_{cd}}{R_{ab}}$ (反比)

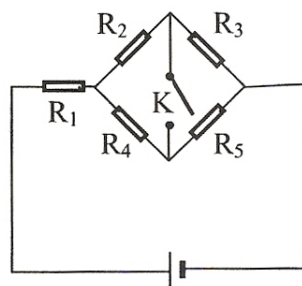
$$\therefore \frac{0.6}{i_2} = \frac{15}{30} = \frac{1}{2}, \quad i_2 = 1.2A$$

③ 安培計的讀值 $A = I = i_1 + i_2 = 0.6 + 1.2 = 1.8A$



17. 如右圖所示，電阻 $R_1 = R_2 = R_5 = 3\Omega$ ， $R_3 = R_4 = 6\Omega$ ，當開道開關 K 接通後，電阻 R_4 消耗功率為 $6W$ ，則電源提供功率為多少 W ？

- (A) $\frac{15}{2}$
 (B) $\frac{135}{2}$
 (C) 4
 (D) 36
 (E) 63。



【參考答案】：(E)

【考題難度】：★★

【命題出處】：選修物理（上）－第七章 電 流

【解題策略】：電功率： $P = I \times V = I^2 \times R = \frac{V^2}{R}$ 應用於 $\begin{cases} \text{串聯電路} \xrightarrow{I=\text{const.}} (R \uparrow \rightarrow P \uparrow) \\ \text{並聯電路} \xrightarrow{V=\text{const.}} (R \uparrow \rightarrow P \downarrow) \end{cases}$

【試題解析】：(1) 接通開道開關 K ， K 兩側 a 、 b 等電位，化簡題圖電路，如右圖所示。

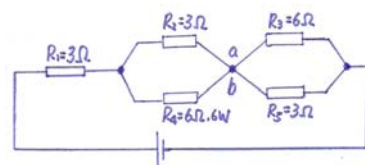
(2) 依 $P = \frac{V^2}{R}$ $\xrightarrow{R_2, R_4 \text{ 並聯 } V=\text{const.}}$ $P \propto \frac{1}{R}$ ， $\frac{6}{P_2} = \frac{3}{6}$

$\therefore P_2 = 12W \Rightarrow P_{24} = P_2 + P_4 = 12 + 6 = 18W$

(3) 由電阻的並聯 $\frac{1}{R_T} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}$ $R_{24} = R_{35} = \frac{1}{\frac{1}{3} + \frac{1}{6}} = 2\Omega$

又 $P = I^2 \times R$ $\xrightarrow{R_1, R_{24}, R_{35} \text{ 串聯 } I=\text{const.}}$ $P \propto R$ $\begin{cases} \frac{18}{P_{35}} = \frac{R_{24}}{R_{35}} = 1 \Rightarrow P_{35} = 18W \\ \frac{18}{P_1} = \frac{R_{24}}{R_1} = \frac{2}{3} \Rightarrow P_1 = 27W \end{cases}$

$\therefore P_T = P_1 + P_{24} + P_{35} = 27 + 18 + 18 = 63W$



18. 將1250ml 的保特瓶，從高度一半處橫切，取下半部裝八分滿水與繩子連結如右圖所示。以手持繩之端點為圓心，甩動保特瓶作鉛直面圓周運動，且半徑 $r=1m$ 。令最高點角速度 ω_1 、最低點角速度 ω_2 ，且全程平均角速度 $\frac{\omega_1 + \omega_2}{2}$ 。

請估算每秒甩動至少大於幾圈，水才不會漏出？（不考慮因轉動而造成液面傾斜溢出）

- (A) 0.5 (B) 1 (C) 2
(D) 3 (E) 4。

【參考答案】：(B)

【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

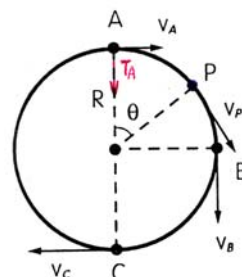
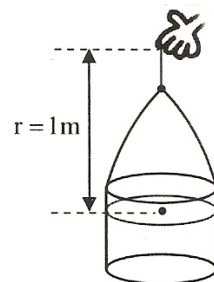
【解題策略】：鉛直面圓周運動：

- (1) 質點 m 在最高點，A 位置速率 $-\sqrt{gR}$
(2) 質點 m 在中點處，B 位置速率 $-\sqrt{3gR}$
(3) 質點 m 在最低點，C 位置速率 $-\sqrt{5gR}$

【試題解析】：(1) 依 $V = r \cdot \omega$ 鉛直面圓周運動 $\rightarrow \begin{cases} \text{頂點} -- \sqrt{gR} = R \cdot \omega_1 \\ \text{最低點} -- \sqrt{5gR} = R \cdot \omega_2 \end{cases} \xrightarrow{R=1m} \begin{cases} \sqrt{g} = \omega_1 \\ \sqrt{5g} = \omega_2 \end{cases}$

$$\text{又 } \bar{\omega} = \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} \quad \bar{\omega} = \frac{\sqrt{g} + \sqrt{5g}}{2} = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} \cdot \sqrt{g} \xrightarrow{\sqrt{g} \approx \pi} \bar{\omega} \approx 1.6\pi$$

(2) 由 $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \cdot f$ $1.6\pi = 2\pi \cdot f$ ， $f = 0.8r.p.s.$ $\xrightarrow{\text{取}} f = 1r.p.s.$ ，選項 (B)



19. 一正立方體邊長 l 、密度 ρ ，浮在密度為 ρ_0 之液體中，把此物緩慢的完全取出，至少需作功多少？
(不考慮液體表面張力)

- (A) $\frac{\rho^2 gl^4}{2\rho_0}$ (B) $\frac{\rho gl^4}{2\rho_0}$ (C) $\frac{\rho gl^4}{2}$
(D) $\frac{\rho^2 gl^4}{\rho_0}$ (E) ρgl^4 。

【參考答案】：(A)

【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】：變力作功：

作用在物體的力 $\vec{F}$ 並非定力， $\vec{F}$ 是物體位置 x 的函數，且 $\vec{F}$ 與物體的位移 $\Delta\vec{x}$ 在同一直線上，則此變力「 $F-x$ 關係函數圖之曲線與橫軸所圍的淨面積」，即為此變力所作的功。

【試題解析】：(1) 物塊平衡時：(a) 圖

$$\text{依 } \boxed{\Sigma F_y = 0} \quad B = mg, \quad (l^2 \cdot h) \times \rho_0 \times g = (l^3 \cdot \rho) \times g, \quad h = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot l$$

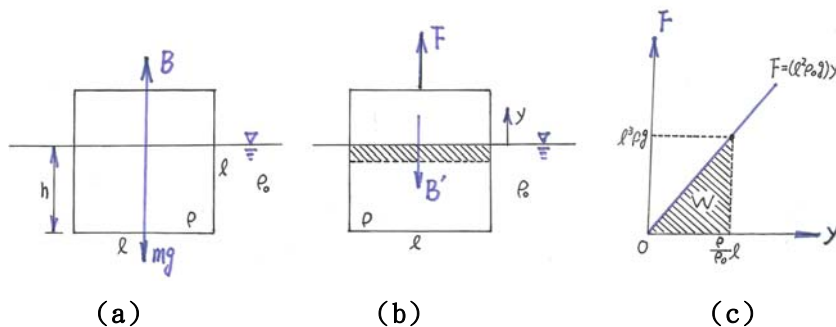
(2) 物塊被緩慢拉出液面：(b) 圖

$$\text{由 } F = B' = (l^2 \cdot y) \times \rho_0 \times g, \quad F = (l^2 \rho_0 g) \cdot y \Leftrightarrow \boxed{y = a \cdot x}$$

(3) 承(2)，繪得 $F-y$ 圖，(c) 圖：

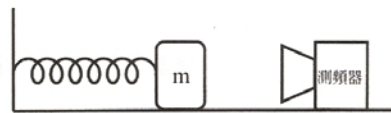
當物塊被完全拉出液面， $y=h$ ，計算關係線與 y 軸所圍面積，即

$$W_{\text{外力}} = \frac{1}{2} \times \left(\frac{\rho}{\rho_0} \cdot l \right) \times (l^3 \rho g) = \frac{\rho^2 gl^4}{2\rho_0}$$



20. 如右圖所示，一質量為 m 的揚聲器，固定在一力常數為 k 的理想彈簧一端，彈簧另一端固定在牆上，使揚聲器在光滑平面上作簡諧運動，振幅為 A ，並發出頻率 f 的單頻聲波。一靜止的測頻器置於揚聲器右方同一水平面上，測頻器測得之聲波的最大頻率與最小頻率之比為 $4:3$ ，當時聲波速率多大？

- (A) $7A\sqrt{\frac{k}{m}}$ (B) $7A\sqrt{\frac{m}{k}}$ (C) $A\sqrt{\frac{k}{m}}$
 (D) $4A\sqrt{\frac{k}{m}}$ (E) $4A\sqrt{\frac{m}{k}}$ 。

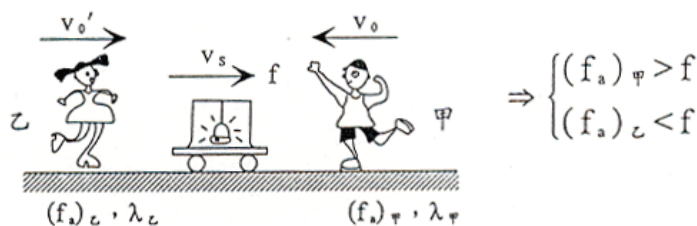


【參考答案】：(A)

【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：



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

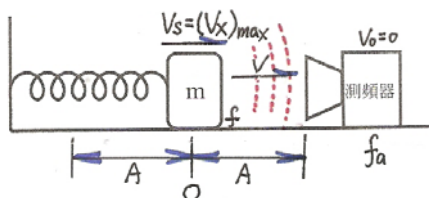
式中 f ：波源的頻率 f_a ：視頻 V ：波速
 V_o ：觀察者速度 V_s ：波源速度

【試題解析】：依

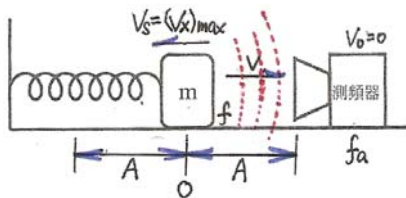
$$f_a = \frac{V \pm V_o}{V \pm V_s} \cdot f \xrightarrow{\text{平衡點: } V_s = (V_x)_{\max}} \begin{cases} (a) \text{圖: } (f_a)_{\max} = \frac{V}{V - V_s} \cdot f \cdots (1) \\ (b) \text{圖: } (f_a)_{\min} = \frac{V}{V + V_s} \cdot f \cdots (2) \end{cases}$$

由 $\frac{(1)}{(2)}$ ，得 $\frac{4}{3} = \frac{V + V_s}{V - V_s} \cdots (3)$

又 $V_s = (V_x)_{\max} = \frac{2\pi A}{T} \xrightarrow{\text{週期: } T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}} V_s = A\sqrt{\frac{k}{m}} \xrightarrow{\text{代入(3)式}} V = 7A\sqrt{\frac{k}{m}}$



(a)



(b)

二、多選題：

21. 導熱性良好容器內，以導熱性良好的隔板隔成體積均為 V 的甲乙兩室並固定隔板。甲室裝入理想氣體 ^4He ，乙室裝入理想氣體 ^{20}Ne ，兩室氣體質量均為 M （單位為 g ）。設外界溫度維持絕對溫度 T ，則下列何者正確？

(A) 若鬆開隔板使隔板可自由滑動改變兩室體積，達平衡時，則甲乙兩室體積比為 5 : 1

(B) 承 (A)，此時甲室壓力為原甲室壓力的 $\frac{5}{3}$

(C) 承 (A)，此時乙室壓力為原乙室的 $\frac{1}{3}$

(D) 若將隔板抽走，最後平衡時 He 與 Ne 分壓比為 5 : 1

(E) 隔板抽走後，容器內混合氣體總壓力為 。

【參考答案】：(A) (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：

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

(2) 定量氣體（ N 或 n 一定），這些氣體分子總質心動能：

$$(E_K)_T = N \overline{E_{KC}} = \frac{3}{2} PV = \frac{3}{2} NkT = \frac{3}{2} nRT$$

【試題解析】：(A) O

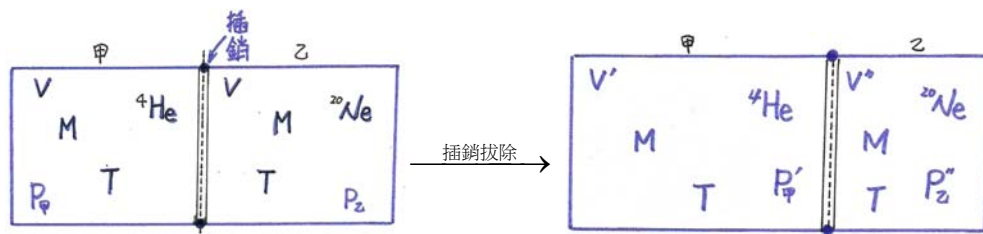
$$(1) \text{ 依 } PV = nRT \xrightarrow{n = \frac{M}{M_0}} PV = \frac{M}{M_0} RT \xrightarrow{P, M, T = \text{const.}} V \propto \frac{1}{M_0}$$

$$\therefore \frac{(V')_{\text{甲}}}{(V'')_{\text{乙}}} = \frac{20}{4} = \frac{5}{1} \left\{ \begin{array}{l} (V')_{\text{甲}} = 2V \times \frac{5}{6} = \frac{5}{3}V \\ (V'')_{\text{乙}} = 2V \times \frac{1}{6} = \frac{1}{3}V \end{array} \right.$$

(B) ×

(C) ×

(2) 比較甲、乙容器插銷拔除前後的物態變化：



$$\text{依 } PV = nRT \xrightarrow{n, T = \text{const.}} P \propto \frac{1}{V} \left\{ \begin{array}{l} \text{甲容器} - \frac{P'_{\text{甲}}}{P_{\text{甲}}} = \frac{V}{\left(\frac{5}{3}V\right)} = \frac{3}{5} \\ \text{乙容器} - \frac{P''_{\text{乙}}}{P_{\text{乙}}} = \frac{V}{\left(\frac{1}{3}V\right)} = \frac{3}{1} \end{array} \right.$$

(D)O (3) 隔板抽走，氣體混合：

$$\begin{cases} P_{He} \times 2V = \frac{M}{4} \times R \times T \\ P_{Ne} \times 2V = \frac{M}{20} \times R \times T \end{cases} \xrightarrow{\text{相除}} \frac{P_{He}}{P_{Ne}} = \frac{5}{1}$$

(E)O (4) 承 (3)：

依 $\boxed{\Sigma E = \text{const.}}$ $\boxed{(E_K)_T = \frac{3}{2}PV = \frac{3}{2}nRT}$ $\frac{3}{2} \left(\frac{M}{4} + \frac{M}{20} \right) RT = \frac{3}{2} P_f \cdot 2V$

$\therefore$ 混合氣體總壓力 $P_f = \frac{3MRT}{20V}$

22. 以氦-氖雷射光進行雙狹縫干涉實驗，同時見到繞射的效應。若雙狹縫間距 d ，狹縫寬度 a ，下列何者正確？

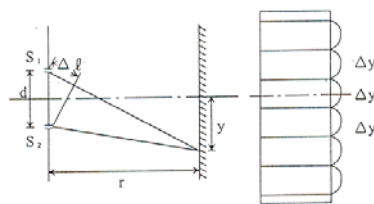
- (A) d 變大，而 a 不變。干涉條紋寬度變窄
 (B) d 變大，而 a 不變。繞射中央亮紋區中之干涉條紋數增加
 (C) 以紅光取代綠光進行實驗，干涉條紋寬度變窄
 (D) 以紅光取代綠光繞射中央亮紋區中之干涉條紋數增加
 (E) 實驗室長 10m ，老師於講桌進行示範實驗，於教室後方白牆上依然可見清晰干涉、繞射條紋。

【參考答案】：(A) (B) (E)

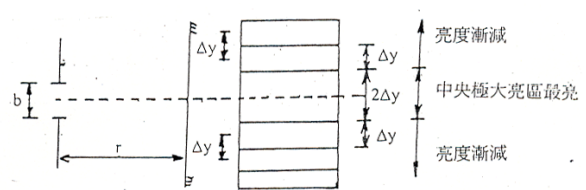
【考題難度】：★★

【命題出處】：選修物理（上）－第五章 光的干涉與繞射

【解題策略】：光的干涉與繞射：



(a) 雙狹縫干涉實驗



(b) 單狹縫繞射實驗

- (1) 雙狹縫干涉實驗 — $\Delta y = \frac{r\lambda}{d}$ (Δy = 各亮紋寬度 = 亮紋間距 = 暗紋間距)
 (2) 單狹縫繞射實驗 — $\Delta y = \frac{r\lambda}{b}$ (Δy = 各亮紋寬度，中央亮紋為 $2\Delta y$ = 亮紋間距 = 暗紋間距)

【試題解析】：(A)O

(1) 依 $(\Delta y)_{\text{雙}} = \frac{r\lambda}{d} \xrightarrow{r, \lambda = \text{const.}} \Delta y \propto \frac{1}{d} \begin{cases} d \uparrow \\ \Delta y \downarrow \end{cases}$

(B)O

(D)×

(2) 由 $(\Delta y)_{\text{單}} = \frac{r\lambda}{b}$ (單狹縫中央亮紋寬度為 $2(\Delta y)_{\text{單}}$)

$$\textcircled{1} N = \frac{2(\Delta y)_{\text{單}}}{(\Delta y)_{\text{雙}}} = \frac{2 \cdot \left(\frac{r\lambda}{a}\right)}{\left(\frac{r\lambda}{d}\right)} = \frac{2d}{a} \xrightarrow{a = \text{const.}} N \propto d \begin{cases} d \uparrow \\ N \uparrow \end{cases}$$

$$\textcircled{2} N = \frac{2d}{a} \text{ (與 } \lambda \text{ 無關)}$$

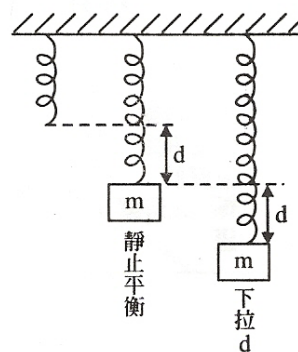
(C)×

(3) 依 $(\Delta y)_{\text{雙}} = \frac{r\lambda}{d} \xrightarrow{r, d = \text{const.}} \Delta y \propto \lambda \begin{cases} \lambda \uparrow (\lambda_{\text{紅}} > \lambda_{\text{綠}}) \\ \Delta y \uparrow \end{cases}$

(E)O

(4) 在實驗室裡進行雷射光干涉、繞射實驗，於教室後方白牆上可清晰呈現干涉、繞射條紋。

23. 如右圖所示，將一彈力常數為 k 的彈簧，一端固定另一端鉛直懸掛一質量 m 物體，伸長 d 而靜止。今把彈簧再拉長 d 後放開任其振動（令振動最高點重力位能為零），則振動過程中



- (A) 最大加速度為 g
 (B) 最大速度為 $\sqrt{2gd}$
 (C) 最大位能為 $\frac{1}{2}kd^2$
 (D) 力學能恆為 0
 (E) 從最低點往上 $\frac{d}{2}$ 所經歷時間為 $\frac{\pi}{4}\sqrt{\frac{d}{g}}$ 。

【參考答案】：(A) (D)

【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】：簡諧運動 (S.H.M.)：

$$\begin{aligned} (1) & \begin{cases} \text{速率: } V_x = V \cdot \cos \phi \\ \text{加速率: } a_x = a_n \cdot \sin \phi \end{cases} \\ (2) & \text{週期: } T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}} \\ (3) & \text{最大速率: } (V_x)_{\max} = \frac{2\pi R}{T} \\ (4) & \text{最大加速率: } (a_x)_{\max} = a_n = \frac{(V_x)_{\max}^2}{R} = \frac{4\pi^2 R}{T^2} \end{aligned}$$

【試題解析】：(A)O
 (B)×

(1) 物塊呈靜止平衡： $\Sigma F_y = 0$ $mg = k \cdot d$ ， $k = \frac{mg}{d}$

(2) S.H.M.：

$$\textcircled{1} \text{ 依 } (V_x)_{\max} = \frac{2\pi R}{T} \quad (V_x)_{\max} = \frac{2\pi \cdot d}{2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}} \xrightarrow{\text{代入 } k \text{ 值}} (V_x)_{\max} = \sqrt{gd} = V$$

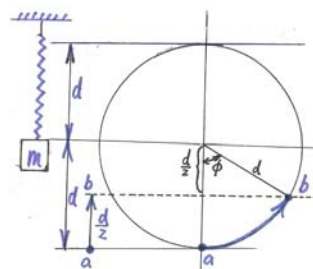
$$\textcircled{2} \text{ 依 } (a_x)_{\max} = \frac{V^2}{R} \quad (a_x)_{\max} = \frac{(\sqrt{gd})^2}{d} = g$$

$$(C) \times \quad (3) \text{ 依 } \Sigma E = \text{const.} \xrightarrow{E_K=0 \rightarrow (\Sigma U)_{\max, \text{端點}}} \begin{cases} \Delta y = 0 \rightarrow U_s = 0 \\ h = 0 \rightarrow U_g = 0 \end{cases} \Rightarrow (\Sigma U)_{\max} = 0$$

(D)O (4) 承 (3)，最高點處 $\Sigma E = E_K + U = 0$

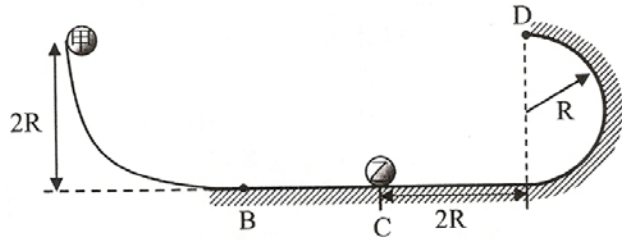
(E)× (5) 做參考圓，如右圖所示： $\phi = 60^\circ$

$$\begin{aligned} t_{a \rightarrow b} &= \frac{60^\circ}{360^\circ} \times T = \frac{1}{6}T \\ &= \frac{1}{6} \cdot 2\pi \sqrt{\frac{m}{\left(\frac{mg}{d}\right)}} = \frac{\pi}{3} \sqrt{\frac{d}{g}} \end{aligned}$$



24. 光滑軌道上，質量 M 之甲物於高 $2R$ 處自由下滑，與靜置光滑水平面上質量 m 的乙物作正向彈性碰撞，如右圖所示，乙物於鉛直面半圓形光滑軌道 D 拋出後，又落於位置 C 上，則下列何者正確？

- (A) 甲物在 B 點的速度量值為 $\sqrt{4gR}$
 (B) 碰撞後甲物速率為 $\sqrt{gR}$
 (C) 碰撞後乙物速率為 $\sqrt{6gR}$
 (D) 乙物在 D 點的速率為 $\sqrt{3gR}$
 (E) $\frac{M}{m} = \frac{\sqrt{5}}{4-\sqrt{5}}$ 。

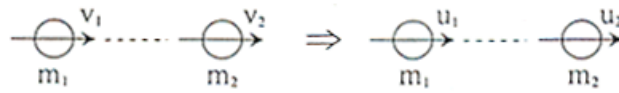


【參考答案】：(A) (E)

【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】：(1) 正向完全彈性碰撞：



$$u_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \cdot V_1 + \frac{2m_2}{m_1 + m_2} \cdot V_2 \quad u_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} \cdot V_1 + \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} \cdot V_2$$

(2) 力學能守恆原理：非保守力做功為零的系統，其總力學能守恆。

$$W_{\text{非保守力}} = 0 \xrightarrow{\text{數學式}} \Sigma E = E_K + E_P = \text{const.} \quad \begin{cases} E_K = \frac{1}{2} m V^2 \cdots \cdots \text{動能} \\ E_P = mgh \cdots \cdots \text{重力位能} \end{cases}$$

【試題解析】：(A)O

(1) 甲物：抵達 B 位置

依 $\Sigma E = \text{const.}$ $Mg \cdot 2R = \frac{1}{2} M \cdot V_1^2$, $V_1 = \sqrt{4gR}$

(D)× (2) 乙物：自 D 位置水平拋出抵達 C 位置

依 $S = \frac{1}{2} gt^2$ $2R = \frac{1}{2} gt_f^2$, $t_f = 2\sqrt{\frac{R}{g}}$

$R = V_0 \cdot t_f$ $2R = V_D \cdot 2\sqrt{\frac{R}{g}}$, $V_D = \sqrt{gR}$

(C)× (3) 承 (2)，得 $\frac{1}{2} m \cdot u_2^2 = mg \cdot 2R + \frac{1}{2} m \cdot V_D^2$, $u_2 = \sqrt{5gR}$

(E)O

(4) 依 $u_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \cdot V_1 + \frac{2m_2}{m_1 + m_2} \cdot V_2 \xrightarrow{V_2=0} u_1 = \frac{M - m}{M + m} \cdot \sqrt{4gR}$

$u_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} \cdot V_1 + \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} \cdot V_2 \xrightarrow{V_2=0} u_2 = \frac{2M}{M + m} \cdot \sqrt{4gR}$

$\therefore \sqrt{5gR} = \frac{2M}{M + m} \cdot \sqrt{4gR}$, $\frac{M}{m} = \frac{\sqrt{5}}{4 - \sqrt{5}} \xrightarrow{\text{令}} \begin{cases} M = \sqrt{5}k \\ m = (4 - \sqrt{5})k \end{cases}$

(B)× (5) $\therefore u_1 = \frac{\sqrt{5}k - (4 - \sqrt{5})k}{\sqrt{5}k + (4 - \sqrt{5})k} \cdot \sqrt{4gR} = (\sqrt{5} - 2)\sqrt{gR}$

第貳部分：非選擇題

一、以下為單一面鏡成像，試回答下列問題：

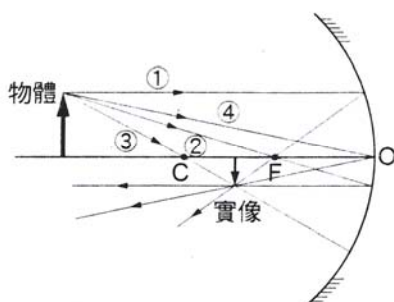
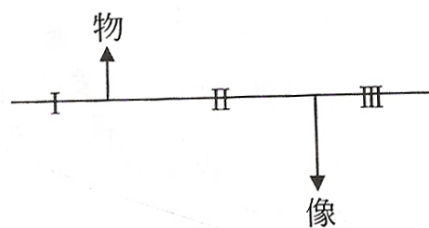
- (1) 由成像性質可判斷，這是使用何種面鏡？面鏡應放在 I、II、III 哪一區域？
- (2) 請以作圖法找出曲率中心位置？以光線成像敘述說明作圖原由？
- (3) 請以作圖法找出鏡頂位置？以光線成像敘述說明作圖原由？

【參考答案】：詳見解析

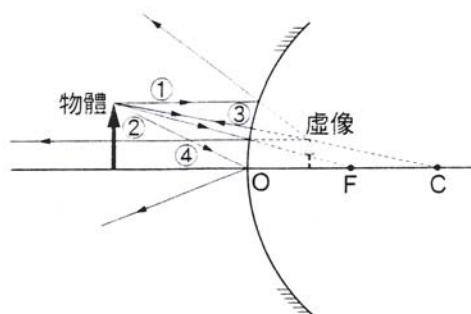
【考題難度】：★★

【命題出處】：選修物理（上）—第三章 光的反射

【解題策略】：球面鏡成像作圖法則：



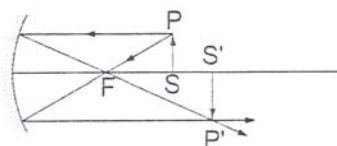
▲ 凹面鏡



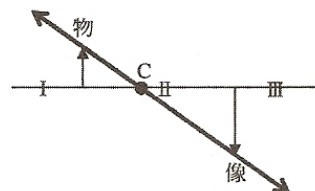
▲ 凸面鏡

【試題解析】：(1) ①由題圖知，像的性質為放大、倒立、實像，此係「凹面鏡」成像結果，如下圖 (a) 所示。

②承①，面鏡應置於「I」區內。



(a)



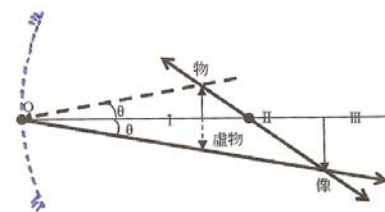
(b)

(2) ①做圖：作一直線過物與像之箭頭，該直線交主軸於 C，C 即為所求，如下圖 (b) 所示。。

②原理：過曲率中心之入射線，入射角為 0° ，故反射角亦為 0° ，則反射線沿原路線反射至成像處。

(3) ①做圖：在物的正下方繪一等大小的虛物，連虛物與像交主軸於 O，O 即為所求，如右圖 (c) 所示。。

②原理：物與其正下方之虛物等大小，虛物與像交主軸於 O，再連接物與 O，則主軸平分 $\angle$ 物 O 像，O 即為面鏡所在位置。

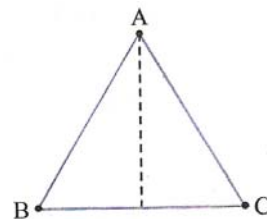


二、邊長為 l 的正三角形頂點置放三點電荷 A 、 B 、 C 質量皆為 m ，電量分別為 q 、 $2q$ 、 $3q$ 。試問：

(1) 系統總位能為何？

(2) 若將 A 移至 BC 連線中點，至少需作多少功？

(3) 若 B 、 C 電荷固定， A 電荷由頂點開始自由移動，則遠無窮遠時， A 電荷速率為何？



【參考答案】：(1) $\frac{11kq^2}{l}$ ；(2) $\frac{5kq^2}{l}$ ；(3) $\sqrt{\frac{10kq^2}{ml}}$

【考題難度】：★★

【命題出處】：選修物理（上）－第六章 靜電

【解題策略】：(1) 點電荷群系統的總電位能： $(U_e)_T = \Sigma(U_e)_i = \Sigma\left(\frac{kQq}{r}\right)_i$

(2) 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。

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

$$U: \begin{cases} E_K = \frac{1}{2}mV^2 \cdots \cdots \text{動能} \\ U_P = mgh \cdots \cdots \text{重力位能} \\ U_e = \frac{kQq}{r} \cdots \cdots \text{電位能} \end{cases}$$

【試題解析】：(1) 依 $(U_e)_T = \Sigma(U_e)_i = \Sigma\left(\frac{kQq}{r}\right)_i$ 定 $(U_e)_\infty = 0$

$$\begin{aligned} (U_e)_T &= (U_e)_{AB} + (U_e)_{AC} + (U_e)_{BC} \\ &= \frac{kq \cdot 2q}{l} + \frac{kq \cdot 3q}{l} + \frac{k \cdot 2q \cdot 3q}{l} = \frac{11kq^2}{l} \end{aligned}$$

(2) 比較遷移前後系統的電位能：

$$\text{① 遷移前} \xrightarrow{(a)\text{圖}} (U_e)_T = \frac{11kq^2}{l}$$

$$\begin{aligned} \text{② 遷移後} \xrightarrow{(b)\text{圖}} (U_e)'_T &= \frac{kq \cdot 2q}{\left(\frac{l}{2}\right)} + \frac{kq \cdot 3q}{\left(\frac{l}{2}\right)} + \frac{k \cdot 2q \cdot 3q}{l} \\ &= \frac{16kq^2}{l} \end{aligned}$$

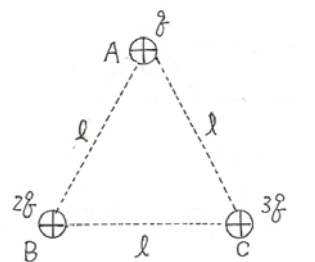
$$\text{依 } \boxed{W_{\text{外}} = \Delta(U_e)_T} \quad W_{\text{外}} = (U_e)'_T - (U_e)_T = \frac{5kq^2}{l}$$

$$(3) \text{① 原 } A、B、C \text{ 三點電荷系統：} (\Sigma E_T)_i = \frac{11kq^2}{l}$$

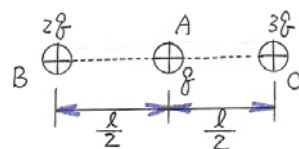
② B 、 C 電荷固定，釋放 A 電荷：

$$(\Sigma E_T)_f = U_{BC} + (E_K)_A = \frac{k \cdot 2q \cdot 3q}{l} + \frac{1}{2}mV_A^2 = \frac{6kq^2}{l} + \frac{1}{2}mV$$

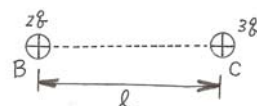
$$\text{依 } \boxed{\Sigma E_T = \text{const.}} \quad \frac{11kq^2}{l} = \frac{6kq^2}{l} + \frac{1}{2}mV_A^2, \quad V_A = \sqrt{\frac{10kq^2}{ml}}$$



(a)



(b)



(c)