

大學入學考試中心

98 學年度指定科目考試研究用試卷

物理考科試題詳解

湯烈漢 老師編解

物理常數—計算時如需要可利用下列數值

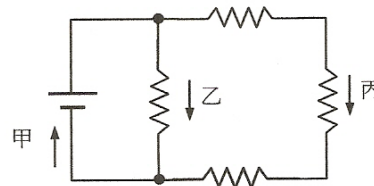
電子質量 $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ 普朗克常數 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{sec}$ 基本電量 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

第部分：選擇題

一、單選題

1. 如右圖所示的電路中，若四個電阻相同，則下列甲、乙和丙三處電流的大小關係，何者正確？

- (A) 甲 = 乙 = 丙
 (B) 甲 > 乙 = 丙
 (C) 甲 > 乙 > 丙
 (D) 甲 < 乙 = 丙
 (E) 甲 < 乙 < 丙



【參考答案】：(C)

【考題難度】：★

【命題出處】：高級中學選修物理課程標準—六、電流

【解題策略】：(1) 直流串聯電路的特性：

① 流經各電阻器的電流均相等，且等於總電流。

$$i_1 = i_2 = i_3 = \dots = i_n = I$$

② 各電器電壓的總和，等於總電壓。

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

(2) 直流並聯電路的特性：

① 流經各電阻器的電流總和，等於總電流。

$$i_1 + i_2 + i_3 + \dots + i_n = I$$

② 各電器的電壓均相等，且等於總電壓。

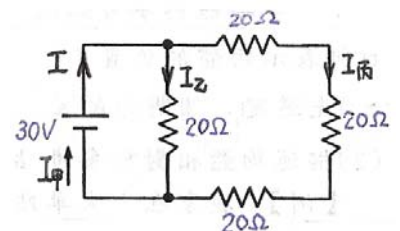
$$V_1 = V_2 = V_3 = \dots = V_n = V$$

【試題解析】：本題採用數值檢驗：

(1) 令各電阻器之電阻值均為 $R = 20\Omega$ ，電池電壓值為 $30V$

① 計算總電阻值—— $\frac{1}{R_T} = \frac{1}{20} + \frac{1}{20 \times 3}$
 $\therefore R_T = 15\Omega$

② 計算總電流值—— $I = \frac{V}{R} = \frac{30}{15} = 2A$

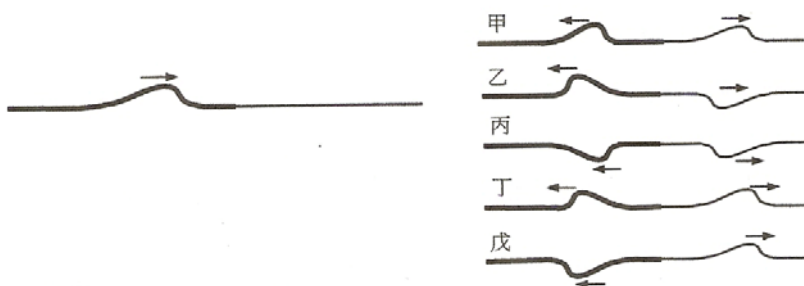


(2) 承 (1)，得 $I_{甲} = I = 2A$ $\left\{ \begin{array}{l} I_{丙} = 2 \times \frac{1}{4} = 0.5A \\ I_{乙} = 2 \times \frac{3}{4} = 1.5A \end{array} \right.$

$\therefore I_{甲} > I_{乙} > I_{丙}$

2. 如下圖所示，一個脈波自繩子左端向右行進。若繩子右端連接一條線密度(即單位繩長的質量)較小的繩子，則當此脈波傳到二繩交界處後，反射波和透射波的情況為下列哪一圖?(圖中的箭頭代表波傳播的方向)

- (A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 丁 (E) 戊



【參考答案】:(D)

【考題難度】:★★

【命題出處】:高級中學選修物理課程標準一一、波動

【解題策略】:(1) 繩波的反射:

① 固定端(彈性)反射——

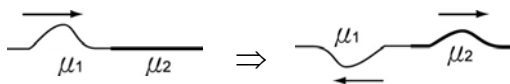
- 反射波的形狀與入射波上下顛倒、左右恰好相反。
- 反射波與入射波的波速、波長、振幅皆不變。

② 自由端(彈性)反射——

- 反射波的形狀與入射波上下相同、左右恰好相反。
- 反射波與入射波的波速、波長、振幅皆不變。

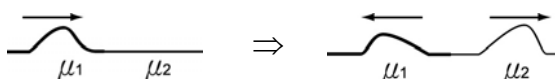
(2) 繩波的透射: $\mu_1 \rightarrow \mu_2$

① $\mu_1 < \mu_2$ ——



- 部分反射，部分透射。
- 反射波波形左右相反、上下顛倒且波速不變、波長不變、振幅減小。
- 透射波波形相同且波速減慢、波長變短、振幅減小。

② $\mu_1 > \mu_2$ ——

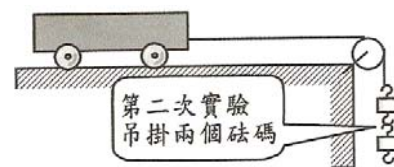


- 部分反射，部分透射。
- 反射波波形左右相反、上下不顛倒且波速不變、波長不變、振幅減小。
- 透射波波形相同且波速增快、波長變長、振幅可減小增加。

【試題解析】:波由 $\mu_1 \rightarrow \mu_2$ 且 $\mu_1 > \mu_2$:

- 交界處產生「部分反射，部分透射」。
 - 反射波波形「左右相反、上下不顛倒」且「波速不變、波長不變、振幅減小」。
 - 透射波波形「相同」且「波速增快、波長變長、振幅增加」。
- ∴ 選項為 (D)

3. 某生做滑車實驗如右圖所示，每次實驗在吊掛之處加掛一個質量為 m 的砝碼，並且記錄滑車的加速度。如果摩擦力與細繩質量可忽略，且細繩不可伸縮，而滑車質量為 M ，則在第 N 次實驗，吊掛 N 個砝碼之後，滑車的加速度量值為何？



- (A) g (B) $\frac{mg}{M}$ (C) $\frac{Nmg}{M}$ (D) $\frac{Nmg}{M+m}$ (E) $\frac{Nmg}{M+Nm}$

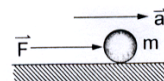
【參考答案】：(E)

【考題難度】：★★

【命題出處】：高級中學物質科學（物理篇）課程標準—三、牛頓運動定律

【解題策略】：牛頓第二運動定律：

牛頓實驗發現，質量為 m 的物體受到力 \vec{F} 的作用，必在受力的方向產生一加速度 \vec{a} ，且 \vec{F} 、 m 與 \vec{a} 滿足：
$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$



【試題解析】：取（滑車+砝碼）為一系統：

依 $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$ $\xrightarrow{\text{系統質量: } \Sigma m = M + Nm}$ $Nmg = (M + Nm) \cdot a$ ， $a = \frac{Nmg}{M + Nm}$

4. 表中所列各器材的工作原理，與下列甲～戊所代表的五種物理原理或現象的對應，何者最恰當？

- (甲) 電磁感應 (乙) 渦電流 (丙) 電磁波 (丁) 電流熱效應
(戊) 電流磁效應

器材 選項	電鍋	電磁爐	微波爐	變壓器	安培計
(A)	甲	乙	丙	丁	戊
(B)	丁	乙	丙	甲	戊
(C)	乙	丁	甲	戊	丙
(D)	丁	甲	乙	戊	丙
(E)	乙	丙	戊	甲	丁

【參考答案】：(B)

【考題難度】：★★

【命題出處】：高級中學選修物理課程標準一八、電磁感應

【解題策略】：(1) 電流的磁效應：

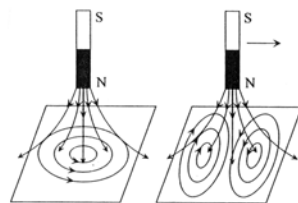
任何通有電流的導線，會在周圍產生磁場，這種由電流產生磁場的現象，稱為電流的磁效應。

(2) 電流的熱效應：

電流通過電阻器時，會使電阻器發熱，這是電能轉換成熱能的現象，稱為電流的熱效應。

(3) 渦電流：

一塊導體板可視為由許多線圈密集組成，當磁棒 N 極向著導體板接近時，使通過導體板的磁通量增加，在板上產生逆時鐘方向的感應電流，類似漩渦狀的流體，故稱為渦電流(*Eddy Current*)。



【試題解析】：各電器、器材的工作原理，分別對應如下：

(1) 電鍋…… (丁) 電流的熱效應

(2) 電磁爐…… (乙) 渦電流

(3) 微波爐…… (丙) 電磁波

(4) 變壓器…… (甲) 電磁感應

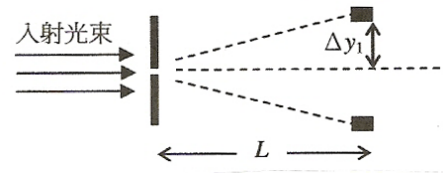
(5) 安培計…… (戊) 電流磁效應

∴ 選項為 (B)

5. 某生以單一波長的平行光，透過單狹縫進行光繞射實驗，如右圖所示，發現繞射圖案為明暗

相間的條紋，其第一暗紋的位置為 Δy_1 ，下列哪一項實驗條件改變與 Δy_1 的變化為正確？

- (A) 波長變短， Δy_1 變大
- (B) 波長變短， Δy_1 變小
- (C) 狹縫變寬， Δy_1 變大
- (D) 狹縫變寬， Δy_1 不變
- (E) 觀察屏幕距離 L 變長， Δy_1 變小

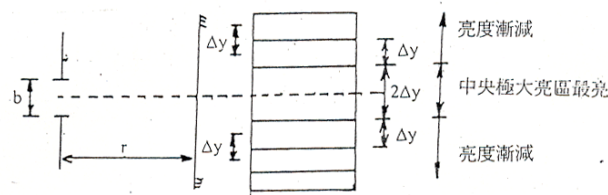


【參考答案】：(B)

【考題難度】：★★

【命題出處】：高級中學選修物理課程標準—四、物理光學

【解題策略】：單狹縫繞射實驗裝置：



(1) 條件式— $\Delta l = |PS_1 - PS_2| \approx b \sin \theta = \begin{cases} m\lambda \dots, m = 1, 2, 3, \dots \text{暗紋} \\ 0 \dots \dots \dots \text{中央亮帶} \\ n \cdot \frac{\lambda}{2} \dots, n = 3, 5, 7, \dots \text{亮紋} \end{cases}$

(2) 位置式— $y = \begin{cases} m \cdot \frac{r\lambda}{b} = m \cdot \Delta y \dots, m = 1, 2, 3, \dots \text{暗紋} \\ 0 \dots \dots \dots \text{中央亮帶} \\ n \cdot \frac{r\lambda}{2b} = n \cdot \frac{\Delta y}{2} \dots, n = 3, 5, 7, \dots \text{亮紋} \end{cases}$

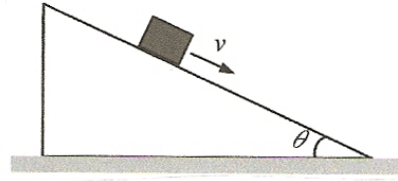
式中 $\Delta y = \frac{r\lambda}{b}$ = 各亮紋寬度 (中央亮紋為 $2\Delta y$)
= 亮紋間距 = 暗紋間距

【試題解析】：(1) 第一暗紋的位置為 Δy_1 ，又 $\Delta y_1 = \frac{L\lambda}{b}$ 。

(2) 由 $\Delta y_1 = \frac{L\lambda}{b} \propto (L, \lambda, \frac{1}{b})$ $\left\{ \begin{array}{l} L \uparrow \xrightarrow{\text{屏幕與狹縫的距離增大}} \Delta y_1 \uparrow \dots (E) \times \\ \lambda \downarrow \xrightarrow{\text{波長變短}} \Delta y_1 \downarrow \dots (A) \times \\ b \uparrow \xrightarrow{\text{狹縫變寬}} \Delta y_1 \downarrow \dots (D) \times \end{array} \right.$
 (B) O
 (C) x

6. 如右圖所示，若靜止斜面的斜角為 θ 時，一物體可沿斜面以等速度 v 下滑，則物體與斜面間的動摩擦係數為何？

- (A) 0
- (B) 1
- (C) $\sin \theta$
- (D) $\cos \theta$
- (E) $\tan \theta$



【參考答案】：(E)

【考題難度】：★★

【命題出處】：高級中學物質科學（物理篇）課程標準—三、牛頓運動定律

【解題策略】：善取隔離體圖、分析內力：

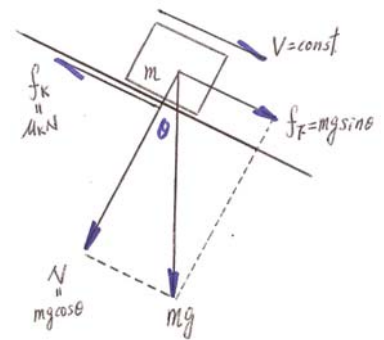
隔離部分物塊，物塊週邊凡有與之接觸的部分就有力的作用，均需一一繪出，如此的物塊受力圖即為隔離體圖。取得物塊的隔離體圖，依牛頓運動定律， $\Sigma \vec{F} = 0$ ，列式解析。

【試題解析】：取滑動物體為隔離體圖，如右圖所示。

由 $v = \text{const.}$ (等速度運動) $\xrightarrow{\text{合力為零}} \Sigma F = 0$

$$\text{得 } f_K = f_{\downarrow}, \mu_K \cdot mg \cos \theta = mg \sin \theta$$

$$\therefore \mu_K = \frac{\sin \theta}{\cos \theta} = \tan \theta$$



7. 一理想彈簧的左端固定，右端連接質量為 m 的物體，靜置於光滑水平面上。用手拉動物體向右，使彈簧較其自然長度伸長 $2x$ ，並令此時彈簧的位能為 U 。放手後，使物體由靜止往左運動。當彈簧較自然長度縮減 x 時，物體的動能為何？

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

【參考答案】：(C)

【考題難度】：★★

【命題出處】：高級中學物質科學（物理篇）課程標準一七、功與能量

【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。

$W_{\text{非保守力}} = 0 \xrightarrow{\text{數學式}} \Sigma E = E_K + E_p + E_e = \text{const.}$	}	$E_K = \frac{1}{2}mV^2 \dots\dots\dots$ 動能 $E_p = mgh \dots\dots\dots$ 重力位能 $E_e = \frac{1}{2}k\Delta x^2 \dots\dots\dots$ 彈力位能
---	---	---

【試題解析】：依 $\Sigma E = E_K + E_e = \text{const.}$ $\Sigma E = \frac{1}{2}k \cdot (2x)^2 = \frac{1}{2}k \cdot (-x)^2 + E_K$ ， $E_K = \frac{3}{2}kx^2 \dots\dots(1)$

又 $\frac{1}{2}k \cdot (2x)^2 = 2kx^2 = U \dots\dots(2)$

由 $\frac{(1)}{(2)}$ ，得 $\frac{3}{4} = \frac{E_K}{U}$ ， $E_K = \frac{3}{4}U$

8. 一質量為 4.0kg 物體靜置於水平桌面上，物體與桌面的動摩擦係數為 0.50 。今以等於物體重量 2.5 倍的力沿水平方向推動物體，使作直線加速度的移動運動。當物體移動 10 公尺時，此物體的動能增加多少焦耳？（重力加速度為 $10\frac{m}{\text{sec}^2}$ ）

- (A) 4.0×10^2 (B) 6.0×10^2 (C) 8.0×10^2 (D) 1.6×10^3 (E) 2.0×10^3

【參考答案】：(C)

【考題難度】：★★

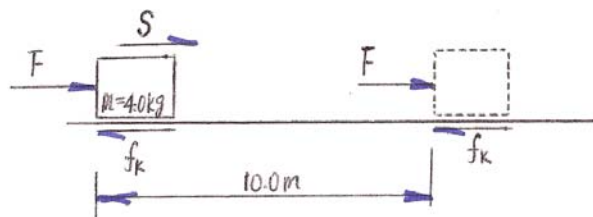
【命題出處】：高級中學物質科學（物理篇）課程標準一七、功與能量

【解題策略】：功能原理：

合力（ ΣF ）對一物體所作的功，等於此物體動能的變化量（ ΔE_K ）。

$$W_{\text{合}} = \Sigma F \cdot S = (E_K)_f - (E_K)_i = \Delta E_K$$

【試題解析】：(1) 分析物體的受力：如下圖所示



$$\begin{cases} \text{外推力: } F = 2.5mg = 2.5 \cdot (4 \times 10) = 100.0\text{N} \\ \text{動摩擦力: } f_k = \mu_k N = 0.50 \cdot (4 \times 10) = 20.0\text{N} \end{cases}$$

(2) 依 $W_{\text{合}} = \Delta E_K$ $W = \vec{F} \cdot \vec{S} = FS \cos \theta$

$$100.0 \cdot 10 \cdot \cos 0^\circ + 20.0 \cdot 10 \cdot \cos 180^\circ = (E_K)_f, \quad (E_K)_f = 8.0 \times 10^2 \text{ J}$$

9. 在同一平面上，有細導線所圍成、半徑分別為 $3r$ 及 r 的兩個圓形線圈。已知一隨時間變化的均勻磁場垂直通過此平面，若感應電流所產生的磁場可忽略不計，則兩線圈上出現的感應電動勢，大線圈為小線圈的幾倍？

- (A) 1 (B) 3 (C) 9 (D) $\frac{1}{9}$ (E) $\frac{1}{3}$

【參考答案】：(C)

【考題難度】：★★

【命題出處】：高級中學選修物理課程標準一八、電磁感應

【解題策略】：法拉第定律：

(1) 平均感應電動勢—

$$\boxed{\bar{\varepsilon} = -\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}} \xrightarrow{\Phi_B = B \cdot A} \begin{cases} (a) A = \text{const.} & \bar{\varepsilon} = -A \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t} \\ (b) B = \text{const.} & \bar{\varepsilon} = -B \cdot \frac{\Delta A}{\Delta t} \end{cases}$$

(2) 瞬時感應電動勢—

$$\boxed{\varepsilon = -\frac{d\Phi_B}{dt}} \xrightarrow{\Phi_B = B \cdot A} \begin{cases} (a) A = \text{const.} & \varepsilon(t) = -A \cdot \frac{dB}{dt} = -A \cdot B'(t) \\ (b) B = \text{const.} & \varepsilon(t) = -B \cdot \frac{dA}{dt} = -B \cdot A'(t) \end{cases}$$

【試題解析】：依 $\boxed{\bar{\varepsilon} = -\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}} \xrightarrow{\Phi_B = B \cdot A} |\bar{\varepsilon}| = \left| -A \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| \xrightarrow{\frac{\Delta B}{\Delta t} = \text{const.}} \bar{\varepsilon} \propto A = \pi r^2 \propto r^2$

$$\therefore \frac{(\bar{\varepsilon})_{\text{大線圈}}}{(\bar{\varepsilon})_{\text{小線圈}}} = \left(\frac{3r}{r}\right)^2 = 9$$

10. 兩端開口的均勻U形管，裝了密度 $1.0\frac{g}{cm^3}$ 的水，而且兩邊液面高度相同。

已知管內之截面為 $1cm^2$ ，如右圖所示，將密度 $0.8\frac{g}{cm^3}$ 的油 $20cm^3$ 從左端倒入，當達平衡時，試問油的液面的高度比水高多少 cm ？

- (A) 2 (B) 4 (C) 6 (D) 8 (E) 16

【參考答案】：(B)

【考題難度】：★★

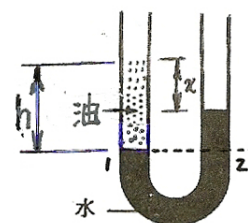
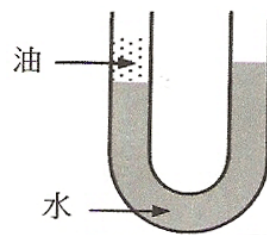
【命題出處】：高級中學物質科學（物理篇）課程標準一九、流體的性質

【解題策略】：靜止液體，液面下深度 h 處的壓力為

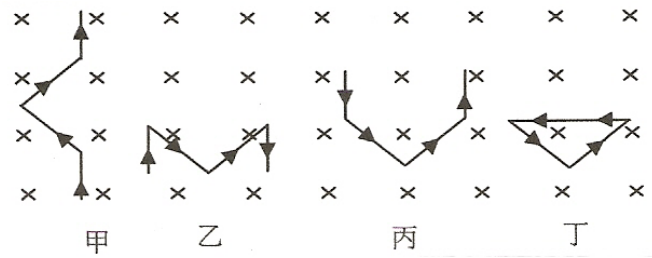
$$P_a = P_0 + h\rho g \quad (P_0 : \text{大氣壓力})$$

【試題解析】：依 $P_a = P_0 + h\rho g$ $\xrightarrow{\text{右圖: } P_1 = P_2}$ $P_0 + h \cdot 0.8 = P_0 + (h - x) \cdot 1.0 \dots \dots (1)$

$$\text{又油柱的高度為 } h = \frac{20cm^3}{1cm^2} = 20cm \xrightarrow{\text{代入(1)式}} x = 4.0cm$$



11. 如下圖所示，有一均勻磁場垂直進入紙面，在此紙面上有不會變形的四種導線組合，其電流大小皆相同，方向如箭頭所示，若外部迴路不需考慮，則此四種導線組合所受磁力的



- (A) 甲 > 乙 > 丙 > 丁
 (B) 丁 > 乙 = 丙 > 甲
 (C) 甲 = 丁 > 丙 = 乙
 (D) 甲 > 乙 = 丙 > 丁
 (E) 丙 > 甲 = 乙 > 丁

【參考答案】：(D)

【考題難度】：★★

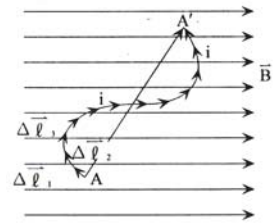
【命題出處】：高級中學選修物理課程標準一七、電流磁效應

【解題策略】：任意形狀的載流導線在均勻磁場中所受的磁力：

- (1) 任意形狀的載流導線，在均勻磁場中所受的總磁力，相當於其兩端點連線之載流線段所受的磁力。

$$\vec{F} = i \vec{AA}' \times \vec{B}$$

$$F = i \cdot \overline{AA'} \cdot B \cdot \sin \theta \quad (\theta : \overline{AA'} \text{ 與 } \vec{B} \text{ 之夾角})$$



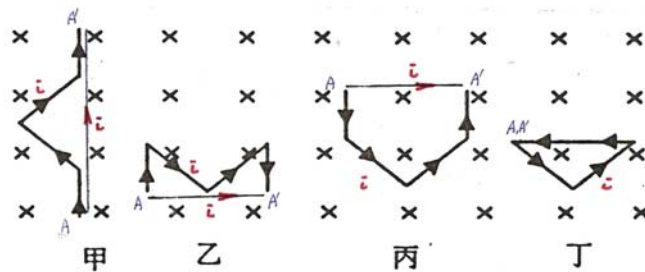
- (2) 在均勻磁場中的載流導線若為封閉迴路，則此迴路所受的總磁力為零。

【試題解析】：(1) 依 $F = i \cdot \overline{AA'} \cdot B \cdot \sin \theta$ ($\overline{AA'}$ 為曲導線 AA' 兩端點之連直線段)

又圖示各曲導線的位置與磁場方向均成垂直， $\theta = 90^\circ$ ， $\sin 90^\circ = 1$

$$\therefore F = i \cdot \overline{AA'} \cdot B \xrightarrow{i, B = \text{const.}} F \propto \overline{AA'}$$

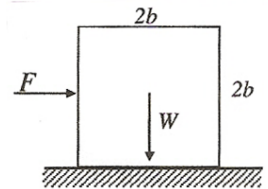
- (2) 標繪題示各圖的 $\overline{AA'}$ ，如下圖所示：



$$\therefore (\overline{AA'})_{\text{甲}} > (\overline{AA'})_{\text{乙}} = (\overline{AA'})_{\text{丙}} > (\overline{AA'})_{\text{丁}} = 0$$

$$\therefore F_{\text{甲}} > F_{\text{乙}} = F_{\text{丙}} > F_{\text{丁}} = 0$$

12. 如右圖所示，一重量為 W 、邊長為 $2b$ 的均勻立方體靜置於水平地面上。已知當沿著其左側面中心點的法線方向，施加一向右、量值 $F > 0$ 水平力時，此立方體不會移動，也不會轉動。若取正視紙面時，能使此立方體作逆時針方向轉動的力矩為正，則重力 W 與地面向支撐力施加於此立方體的力矩為何？



- (A) $-Fb$ (B) $-Wb$ (C) 0 (D) Wb (E) Fb

【參考答案】：(E)

【考題難度】：★★

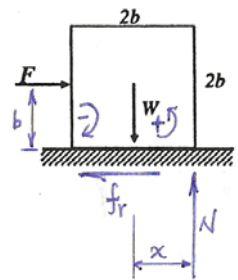
【命題出處】：高級中學物質科學（物理篇）課程標準一一、靜力學

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

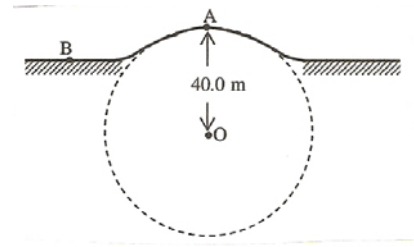
【試題解析】：(1) 依移動平衡： $\begin{cases} \Sigma F_x = 0 & F = f_r \text{ (摩擦力)} \\ \Sigma F_y = 0 & W = N \text{ (正向力)} \end{cases}$

(2) 依轉動平衡： $\Sigma L = 0 \Leftrightarrow L_{\text{順}} = L_{\text{逆}}$

又 $\begin{cases} F, f_r \text{ 構成一對力偶, 且 } L_{\text{順}} = F \times b \\ W, N \text{ 構成一對力偶, 且 } L_{\text{逆}} = W \times x = Fb \dots \text{ 選項(E)} \end{cases}$



13. 如右圖所示的圓形小山丘，半徑為 40.0m ， A 點為其最高點。一位滑雪者由 B 點出發，向右滑行，到達 A 點時恰能水平飛出，則他在 A 點的速率為多少 $\frac{\text{m}}{\text{sec}}$ ？（重力加速度 $g = 10\frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$ ）



- (A) 10.0 (B) 15.0 (C) 20.0 (D) 25.0 (E) 30.0

【參考答案】：(C)

【考題難度】：★★

【命題出處】：高級中學物質科學（物理篇）課程標準一七、功與能量

【解題策略】：鉛直面圓周運動的力學分析：

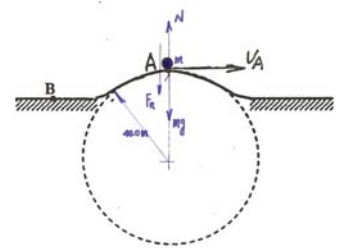
$$\text{法線方向}(n) - \Sigma F_n = ma_n = m \cdot \frac{V^2}{r}$$

【試題解析】：(1) 滑雪者繞著圓形小山丘進行鉛直面圓周運動：

$$\text{依 } \Sigma F_n = ma_n = m \cdot \frac{V^2}{r} \quad mg - N = m \cdot \frac{V_A^2}{r}$$

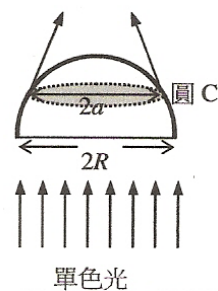
(2) 當滑雪者在 A 點時恰水平飛出： $N = 0$

$$\therefore mg = m \cdot \frac{V_A^2}{r}, \quad V_A = \sqrt{gr} \xrightarrow{r=40.0\text{m}} V_A = 20.0 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$$



14. 一束平行單色光，垂直射向一玻璃半球底部的平面，如右圖所示，其中到達半圓球面、位在半徑為 a 的圓 C 下方的光線，因發生全反射無法透射出來。若玻璃半球的半徑為 R 、折射率為 n ，則 a 為何值？

- (A) nR (B) $\frac{R}{\sqrt{n^2-1}}$ (C) $\sqrt{n^2-1}R$ (D) R (E) $\frac{R}{n}$



【參考答案】：(E)

【考題難度】：★★

【命題出處】：高級中學選修物理課程標準—三、幾何光學

【解題策略】：(1) 臨界角 (θ_c)：折射角為 90° 之入射角

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

(2) 全反射的條件： $\begin{cases} \text{光自 } n_{\text{大}} \rightarrow n_{\text{小}} \\ i > \theta_c \end{cases}$

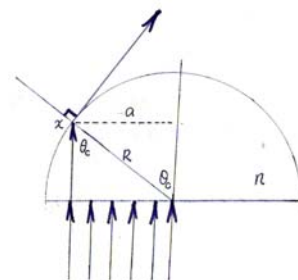
【試題解析】：(E)O

(1) 繪出入射光在玻璃半球內的全反射路徑圖，如下圖所示。

(2) 依 $n_1 \times \sin i = n_2 \times \sin r \xrightarrow{\text{全反射}} n \times \sin \theta_c = 1 \times \sin 90^\circ$

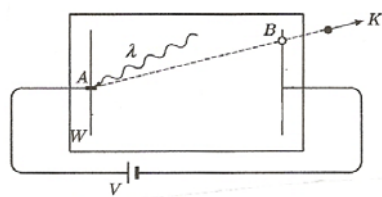
$$\therefore \sin \theta_c = \frac{1}{n} \dots (a)$$

$$\text{又 } \sin \theta_c = \frac{a}{R} \xrightarrow{\text{代入(a)式}} \frac{a}{R} = \frac{1}{n}, a = \frac{R}{n}$$



15. 如右圖所示，以波長 $\lambda = \frac{c}{f}$ 的光子 (c 為光速) 照射功函數為 W 的金屬表面。由正極板上釋出的光電子，可以由負極板上的小孔 B 逸出。若電子的電荷為 $-e$ ， h 為普朗克常數，則兩電極板間的電壓 V ($V > 0$) 至少要調到多大，才會在小孔 B 後面量不到光電子？

- (A) $\frac{(hf - W)}{e}$ (B) $\frac{\left(\frac{h}{f} - W\right)}{e}$ (C) $\frac{\left(\frac{h}{\lambda} - W\right)}{e}$
 (D) $\frac{(h\lambda - W)}{e}$ (E) $\frac{hc}{\lambda} - W$

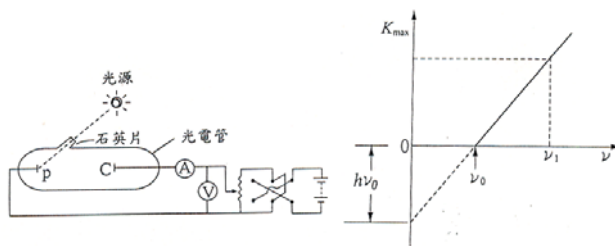


【參考答案】：(A)

【考題難度】：★★

【命題出處】：高級中學選修物理課程標準一九、近代物理

【解題策略】：光電效應：



(1) 愛因斯坦光電方程式 — $E_{in} = E_b + K_{max} \Leftrightarrow K_{max} = h\nu - h\nu_0$

(2) 截止電壓 (V_s) — $K_{max} = 10eV \xrightarrow{\text{截止電壓 } V_s} V_s = 10V$

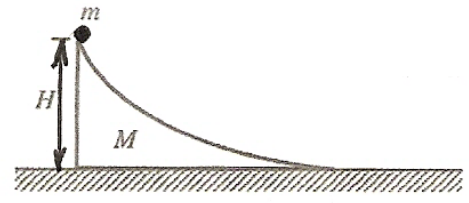
【試題解析】：依 $E_{in} = E_b + K_{max}$ $\begin{cases} E_{in} = hf = \frac{hc}{\lambda} \\ E_b = W \end{cases}$

$$\text{得 } K_{max} = \begin{cases} hf - W (J) \\ \frac{hc}{\lambda} - W (J) \end{cases} \xrightarrow{\div e} \begin{cases} \frac{hf - W}{e} (eV) \\ \left(\frac{hc}{\lambda} - W\right) (eV) \end{cases}$$

$$\therefore \text{取得截止電壓為 } V_s = \begin{cases} \frac{hf - W}{e} (V) \dots\dots (A) \\ \left(\frac{hc}{\lambda} - W\right) (V) \end{cases}$$

16. 如右圖所示，質量為 M 的物體靜置於光滑水平地面上，一質量為 m 、可視為質點的小木塊，由靜止自物體頂端滑下。假設小木塊最初離地的高度為 H ，物體的弧形表面與底部均為光滑，則小木塊到達地面作水平運動時的動能為何？（重力加速度為 g ）

- (A) mgH (B) MgH (C) $\frac{mMgH}{(m+M)}$
 (D) $\frac{mgH}{2}$ (E) $\frac{MgH}{2}$



【參考答案】：(C)

【考題難度】：★★

【命題出處】：高級中學物質科學（物理篇）課程標準一七、功與能量

【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。

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

(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。

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

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

【試題解析】：取 $(m+M)$ 為一系統：

(1) $\because \Sigma F_x = 0$

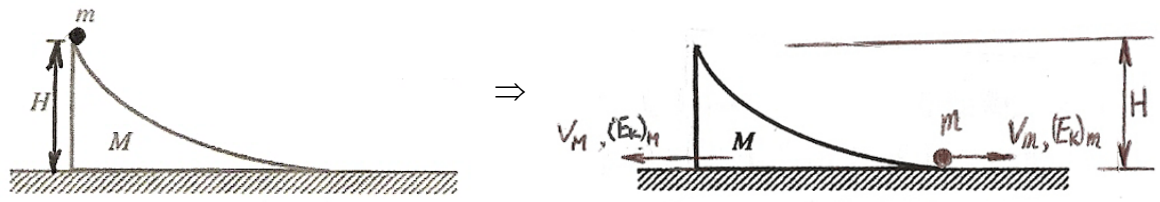
$\therefore \Sigma P_x = \text{const.}$ ，得 $P_m + P_M = 0$

又 $P = \sqrt{2mE_K} \xrightarrow{P=\text{const.}} E_K \propto \frac{1}{m}$ ， $\frac{(E_K)_m}{(E_K)_M} = \frac{M}{m} \dots\dots(a)$

(2) 由 $\Sigma E = E_K + E_P = \text{const.} \xrightarrow{W_{\text{非保守力}}=0} mgH = (E_K)_m + (E_K)_M \dots\dots(b)$

將 (a) 代入 (b)，得 $mgH = (E_K)_m + \frac{m}{M}(E_K)_m = \left(1 + \frac{m}{M}\right)(E_K)_m$

$\therefore (E_K)_m = \frac{mMgH}{(m+M)} \dots\dots\dots$ 選項 (C)



17. 設月球可視為質量為 M 、半徑為 R 的均勻圓球。若一質量為 m 、可視為質點的太空船 ($m \ll M$)，在月球表面的重力位能為 $U = -\frac{GMm}{R}$ ，則當此太空船繞月球中心做半徑為 $3R$ 的等速率圓周運動時，其動能為下列何者？ (G 為萬有引力常數)

- (A) $-\frac{U}{6}$ (B) $-\frac{U}{3}$ (C) $-\frac{U}{2}$ (D) $\frac{U}{3}$ (E) $\frac{U}{6}$

【參考答案】：(A)

【考題難度】：★★

【命題出處】：高級中學物質科學（物理篇）課程標準一七、功與能量

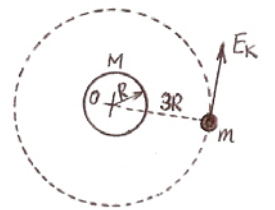
【解題策略】：引力場內衛星繞地球進行圓周運動，軌道上力學能守恒：

$$E_K(r) = \frac{1}{2}mV^2 = \frac{GMm}{2r} \quad U(r) = -\frac{GMm}{r}$$

$$E_T(r) = E_K(r) + U(r) = -\frac{GMm}{2r} = -E_K(r) = \text{const.}$$

【試題解析】：依 $E_K(r) = \frac{1}{2}mV^2 = \frac{GMm}{2r} \xrightarrow{r=3R} E_K = \frac{GMm}{2 \cdot 3R} = \frac{GMm}{6R} \dots\dots(1)$

又 $U = -\frac{GMm}{R} \xrightarrow{\text{代入(1)式}} E_K = -\frac{U}{6}$



18. 已知氫原子的電子從量子數 $n=4$ 的能階躍遷至 $n=2$ 的能階時，發射出的光子能量為 E 。若電子從量子數 $n=2$ 的能階躍遷至 $n=1$ 的能階，則發射出來的光子能量為 E 的多少倍？

- (A) 2 (B) 3 (C) 4 (D) 5 (E) 6

【參考答案】：(C)

【考題難度】：★★

【命題出處】：高級中學選修物理課程標準—九、近代物理

【解題策略】：氫原子能階：

$$\begin{cases} \text{位能：} U_e = -\frac{27.2}{n^2} (eV) \\ \text{動能：} E_K = \frac{13.6}{n^2} (eV) \\ \text{能階：} E_n = -\frac{13.6}{n^2} (eV) \end{cases}$$

【試題解析】：依 $E_n = -\frac{13.6}{n^2} (eV)$

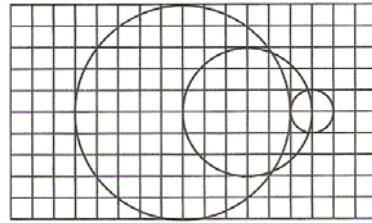
$$\begin{cases} n=4: E_4 = -\frac{13.6}{4^2} = -0.85eV \\ n=2: E_2 = -\frac{13.6}{2^2} = -3.4eV \\ n=1: E_1 = -\frac{13.6}{1^2} = -13.6eV \end{cases}$$

由 $\begin{cases} n=4 \xrightarrow{\text{躍遷}} n=2: E_{\text{釋放}} = (-0.85) - (-3.4) = 2.55eV = E \\ n=2 \xrightarrow{\text{躍遷}} n=1: E'_{\text{釋放}} = (-3.4) - (-13.6) = 10.2eV \end{cases}$

$\therefore \frac{E'_{\text{釋放}}}{E_{\text{釋放}}} = \frac{10.2}{2.55} = 4 \xrightarrow{E_{\text{釋放}}=E} E'_{\text{釋放}} = 4E$

19. 右圖所示為一聲源以等速度移動時，每隔一個週期所發出的球面波分布情形，圖中相鄰兩格線的間距都相等，則此聲源移動的速率約為聲速的幾倍？

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



【參考答案】：(E)

【考題難度】：★★

【命題出處】：高級中學選修物理課程標準一二、聲波

【解題策略】：(1) 震波：

當飛機以「超音速」移動時，波會在物體邊累積，此時不同的波峰彼此重合而形成一非常大的新波峰，因此具有極大的能量，此即稱為震波或衝擊波，亦稱馬哈波。

- (2) 飛機產生的震波為圓錐狀，其頂點位於飛機處，若聲速為 v ，飛機速度為 u ，圓錐角為 θ ，如上圖右所示，則

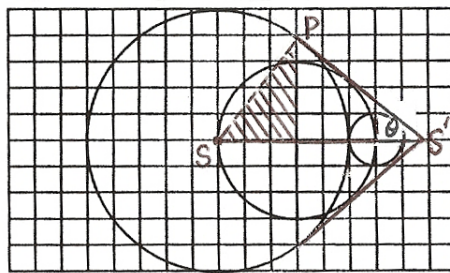
$$\sin \theta = \frac{v \cdot t}{v_s \cdot t} = \frac{v}{v_s} = \frac{v}{u} \quad (\theta: \text{馬赫角})$$

$$\text{馬赫數 (Mach Number) } M = \frac{1}{\sin \theta} = \frac{u}{v}$$

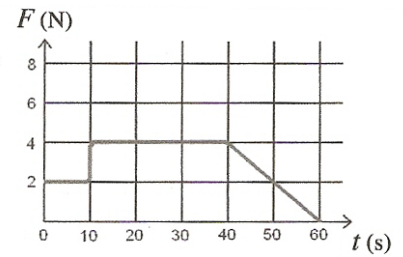
【試題解析】：(1) 設震波半頂角為 θ ，則 $\sin \theta = \frac{v(\text{聲音速率})}{v_s(\text{聲源速率})}$ 。

- (2) 將各聲波波前連結，做出包絡面，如右圖所示。

承 (1)，得 $\sin \theta = \frac{SP}{SS'} = \frac{5 \text{ 格}}{7.5 \text{ 格}} = \frac{2}{3} = \frac{v}{v_s}$ ， $\frac{v_s}{v} = \frac{3}{2}$



20. 一個質量為 5.0kg 的物體，受到向東的水平力 F 作用，沿一條東西向的水平路線運動。若力 F 隨時間 t 的變化如右圖所示，且物體於 $t = 0$ 時由靜止開始運動，則在 $t = 5.0\text{sec}$ 到 $t = 20.0\text{sec}$ 的時段中，物體向東的位移為多少公尺？



- (A) 50 (B) 75 (C) 95 (D) 115 (E) 125

【參考答案】：(C)

【考題難度】：★★

【命題出處】：高級中學物質科學（物理篇）課程標準—三、牛頓運動定律

【解題策略】：(1) 衝量 (J) 與動量 (P) 間的關係： $J = \Delta P = m \cdot \Delta V = m(V_f - V_i)$

(2) 由 $V-t$ 圖曲線下與 t 軸所圍「淨面積」，代表該時距內物體所移動的位移。

【試題解析】：(1) $F-t$ 圖曲線下與 t 軸所圍「淨面積」，代表該時距內物體所受的衝量 (J)。

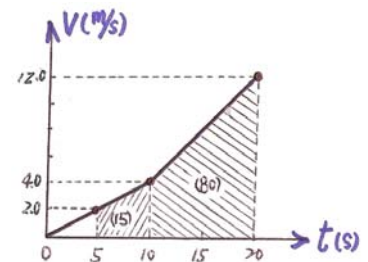
依 $J = \Delta P = m(V_f - V_i)$ $V_0 = 0 \frac{m}{\text{sec}}$

$$\begin{cases} t = 0.0\text{sec} \sim t = 5.0\text{sec} & 2 \times 5 = 5.0(V_5 - 0), V_5 = 2.0 \frac{m}{\text{sec}} \\ t = 0.0\text{sec} \sim t = 10.0\text{sec} & 2 \times 10 = 5.0(V_{10} - 0), V_{10} = 4.0 \frac{m}{\text{sec}} \\ t = 10.0\text{sec} \sim t = 20.0\text{sec} & 4 \times 10 = 5.0(V_{20} - V_{10}), V_{20} = 12.0 \frac{m}{\text{sec}} \end{cases}$$

(2) 繪得物體在區間內之 $V-t$ 圖：如右圖所示

$$\text{計算各區間內之位移} - \begin{cases} \Delta x_{5 \sim 10\text{sec}} = \Delta x_1 = \frac{1}{2}(2.0 + 4.0) \times 5 = 15\text{m} \\ \Delta x_{10 \sim 20\text{sec}} = \Delta x_2 = \frac{1}{2}(4.0 + 12.0) \times 10 = 80\text{m} \end{cases}$$

\therefore 總位移 $\Delta x_{5 \sim 20\text{sec}} = \Delta x_1 + \Delta x_2 = 15 + 80 = 95\text{m}$



二、多重選擇題

21. 在室溫下以氮氣做驗證波以耳定律的實驗，測得數據如下表：

壓力 P (atm)	0.10	0.30	0.50	0.70	1.00	1.50	2.00
體積 V (cm ³)	150.2	50.1	30.0	21.5	15.0	7.0	3.0

根據上表的資訊，下列敘述哪些正確？

- (A) 做 P 對 $\frac{1}{V}$ 的關係圖，比做 $P-V$ 圖，可以更明確的驗證波以耳定律
- (B) 根據表列資料，氮氣在整個的數據範圍內，均遵守波以耳定律
- (C) 由表列數據推測，當壓力為 0.20atm 時，氮氣的體積約為 100cm^3
- (D) 由體積數據的紀錄來判斷，測量氣體容積的最小刻度可能為 1cm^3
- (E) 由壓力數據的紀錄來判斷，測量氣體壓力的最小刻度可能為 1atm

【參考答案】：(A) (D)

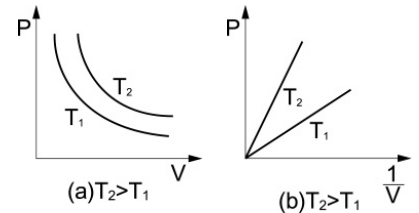
【考題難度】：★★★

【命題出處】：高級中學物質科學（物理篇）課程標準一十、熱學

【解題策略】：波以耳定律：

密閉容器內定量低密度氣體，在定溫下，其壓力 P 與體積 V 成反比關係，稱為波以耳定律。

$$P \propto \frac{1}{V} \Leftrightarrow PV = \text{const.} \Leftrightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1}$$



【試題解析】：實驗數據整理：

壓力 P (atm)	0.10	0.30	0.50	0.70	1.00	1.50	2.00
體積 V (cm ³)	150.2	50.1	30.0	21.5	15.0	7.0	3.0
PV 值 (atm-cm ³)	15.0	15.0	15.0	15.1	15.0	10.5	6.0

- (A) O (1) 驗證波以耳定律，做 P 對 $\frac{1}{V}$ 的關係圖， $P \propto \frac{1}{V}$ （斜直線過原點），關係圖較明確。
- (B) × (2) 觀察上列資料，得知氮氣在 $(1.50\text{atm}, 7.0\text{cm}^3)$ 、 $(2.00\text{atm}, 3.0\text{cm}^3)$ ，未符合 $PV = 15.0 = \text{const.}$ 。
- (C) × (3) 依表列數值， $PV = 15.0 = 0.20 \times V = \text{const.}$ ， $V = 75.0\text{cm}^3$
- (D) O
- (E) × (4) 依測量準則：**測量值 = 準確值（最小刻度單位） + 一位估計值**

① 表列體積數據，測量氣體容積的最小刻度可能為 1cm^3 。

② 表列壓力數據，測量氣體壓力的最小刻度可能為 0.1atm 。

22. 一個標示為 $6V$ 、 $5W$ 的白熾燈泡，原接通 $6V$ 、 $60Hz$ 的交流電源，其電路如下圖 (a) 所示。若在電路上串接一個二極體，如下圖 (b) 所示，則下列有關串接二極體之後與之前相比的敘述，何者正確？

- (A) 若將二極體反接，則燈泡不會亮
- (B) 燈光的波長偏長
- (C) 燈光的波長不變
- (D) 燈絲溫度降低
- (E) 燈絲溫度不變

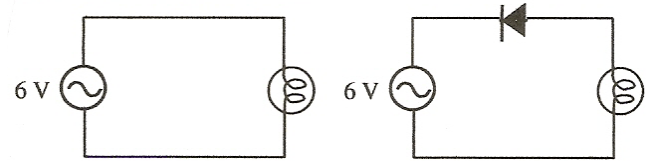


圖 (a)

圖 (b)

【參考答案】：(B) (D)

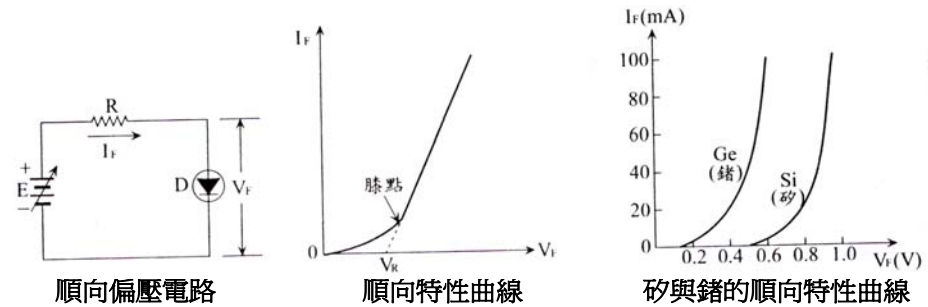
【考題難度】：★★

【命題出處】：高級中學選修物理課程標準—十、現代科技簡介

【解題策略】：PN 二極體的特性：

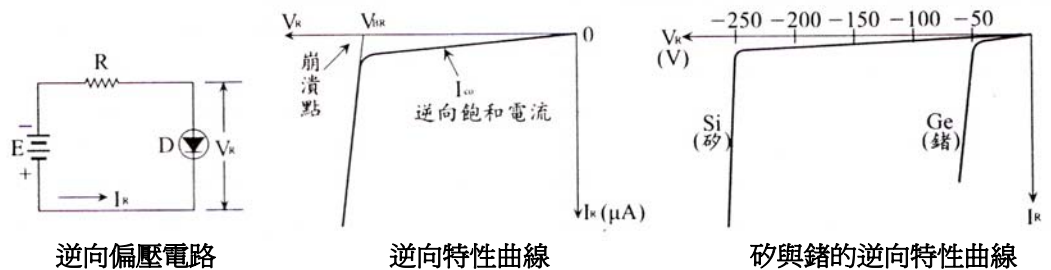
(1) 順向特性—

矽二極體，膝點電壓 V_K 約為 $0.7V$ ；鍺二極體，膝點電壓 V_K 約為 $0.3V$ 。



(2) 逆向特性:

矽二極體的 V_{BR} 都大於 $-250V$ ；鍺二極體的 V_{BR} 約在 $-40V \sim -50V$ 。



【試題解析】：(A)× (1) 當電路中串接的二極體呈順向偏壓時燈泡會亮。今電源為「交流電」，則燈泡的明暗情形不受二極體「反接」的影響。

(B)O

(C)×

(2) 二極體具有一「膝點電壓」，約 $0.3V \sim 0.7V$ 。故串接有二極體的電路，燈泡所受的電壓相較於沒有串接者為低，致電功率降低，發光「能量較小」，燈光的波長偏長。

$$\textcircled{1} P = \frac{V^2}{R} \xrightarrow{R=\text{const.}} P \propto V \begin{cases} V \downarrow \\ P \downarrow \end{cases}$$

$$\textcircled{2} P = \frac{U}{t} \xrightarrow{t=\text{const.}} P \propto U \xrightarrow{\text{承(a)}} U \downarrow (\text{電能}) \xrightarrow{\text{轉換}} E \downarrow (\text{光能})$$

(D) O
 (E) ×

③ $E = \frac{12400}{\lambda} \xrightarrow{\text{承}(b)} \begin{cases} E \downarrow \\ \lambda \uparrow \end{cases}$

(3) 依 $R = \frac{V}{I} \xrightarrow{\text{承}(2)} \begin{cases} V \downarrow \\ I \downarrow \end{cases} \xrightarrow{\text{電流熱效應 } U = I^2 R t} \begin{cases} I \downarrow \\ U \downarrow (\text{溫度低}) \end{cases}$

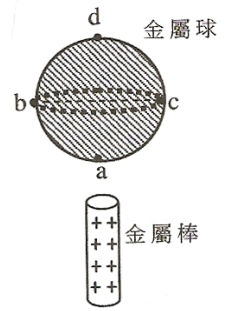
23. 如右圖所示，有一不帶電的金屬圓球，與一帶正電的金屬棒，彼此遠離。

考慮以下的三個動作：

甲、將金屬棒靠近金屬球的 a 處，但不接觸。

乙、將金屬棒接觸金屬球的 a 處後，遠遠移開。

丙、沿 bc 將金屬球等分成上下兩半球，分開的兩半球彼此靠近，但不接觸。



依照各選項中的動作順序執行後，下列哪些選項中的兩個動作會使金屬球的 d 處帶正電？

- (A) 甲乙 (B) 乙丙 (C) 丙乙 (D) 甲丙 (E) 丙甲

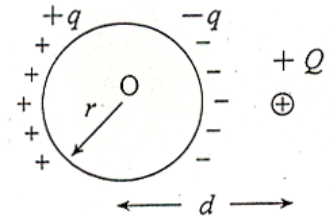
【參考答案】：(A) (B) (C) (D) (E)

【考題難度】：★★

【命題出處】：高級中學選修物理課程標準—五、靜電學

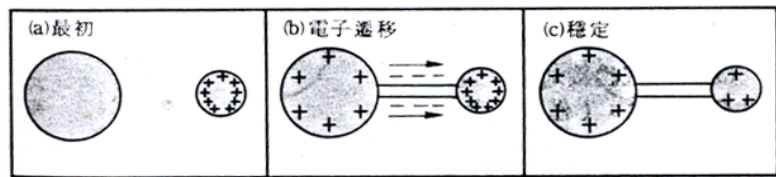
【解題策略】：(1) 靜電效應：

將一個帶電體移近導體，如右圖所示。在靠近帶電體那一側導體會產生感應電荷 $-q$ ，另一側會產生感應電荷 q 。如果 $+Q$ 愈靠近導體則感應電荷 q 會愈多，但電量 $q < Q$ 。

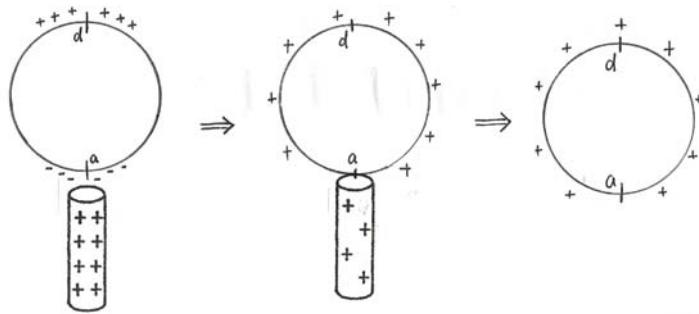


(2) 接觸起電：適用於導體的起電

帶電導體與未帶電導體間電位高低不同，當二者接觸時，電子由低電位跑到高電位，直至二者電位相等（達平衡）為止，兩者所帶電量不一定相等，但電性相同，如下圖所示。



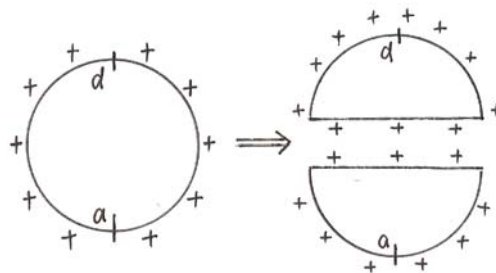
【試題解析】：(A)O (1) 步驟甲 → 步驟乙：



(甲)

(乙)

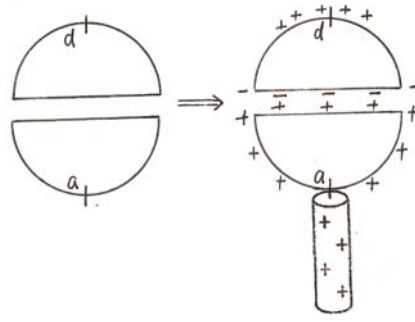
(B)O (2) 步驟乙 → 步驟丙：



(乙)

(丙)

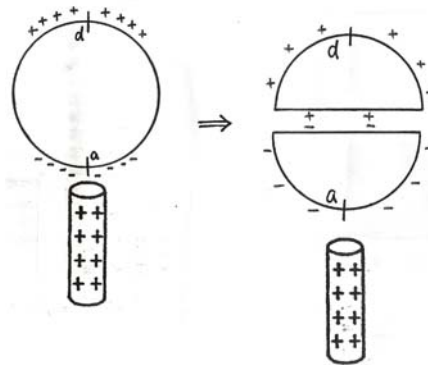
(C)O (3) 步驟丙 → 步驟乙：



(丙)

(乙)

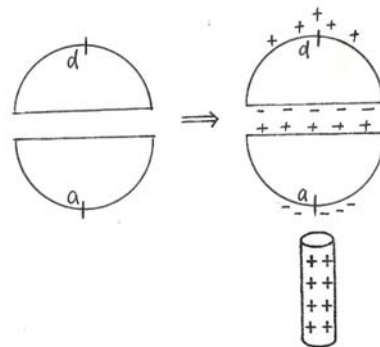
(D)O (4) 步驟甲 → 步驟丙：



(甲)

(丙)

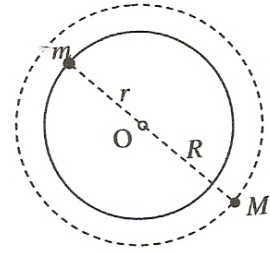
(E)O (5) 步驟丙 → 步驟甲：



(丙)

(甲)

24. 如右圖所示，一個孤立的雙星系統，由可視為質點、質量分別為 m 與 M 的兩個星球組成。在彼此的重力作用下，兩星球分別以半徑 r 與 R 繞系統的質心 O 做圓周運動。若質心 O 靜止不動，且兩星球相距無窮遠時，系統的總重力位能為零，則下列敘述哪些正確？（ G 為萬有引力常數）



- (A) 此系統的總動量為零
 (B) 此系統繞 O 的總角動量為零
 (C) 此系統的總重力位能為 $-\frac{GmM}{r+R}$
 (D) 質量較大的星球，其動能也較大
 (E) 半徑較長的星球繞 O 運行的速率較快，週期較短

【參考答案】：(A) (C)

【考題難度】：★★★

【命題出處】：高級中學物質科學（物理篇）課程標準一七、功與能量

【解題策略】：(1) 萬有引力定律：

$$F_g = \frac{GMm}{r^2}$$

m, M ：兩質點的質量(kg)
 F_g ：兩質點間的萬有引力(N)
 r ：兩質點間的連心距離(m)
 G ：萬有引力常數 $\left(G = 6.67 \times 10^{-11} \frac{Nm}{kg^2}\right)$

(2) 雙星繞其質心進行圓周運動，所需的向心力由其間的萬有引力提供。

【試題解析】：考慮質點 m 的運轉：

(A)O (1) 令雙星相距 L ，由質心定理得知

$$\begin{cases} \frac{r}{R} = \frac{M}{m} \\ r = \frac{M}{m+M} \times L \\ R = \frac{m}{m+M} \times L \end{cases}$$

依 $F_g = F_n = m \cdot \frac{V_m^2}{r}$ $\frac{GMm}{L^2} = m \cdot \frac{V_m^2}{r}$, $V_m = \sqrt{\frac{GMr}{L^2}} = M \sqrt{\frac{G}{L(m+M)}}$

得 $P_m = mV_m = mM \sqrt{\frac{G}{L(m+M)}}$ ↓

同理，得 $P_M = MV_M = Mm \sqrt{\frac{G}{L(m+M)}}$ ↑

$\therefore \Sigma \vec{P} = \vec{P}_m + \vec{P}_M = 0$ (大小相等，方向相反)

(B)× (2) 依 $l = mVr \sin \theta$ $l_m = m \cdot V_m \cdot r \cdot \sin 90^\circ = P_m \cdot r$ ，×

同理，得 $l_M = M \cdot V_M \cdot R \cdot \sin 90^\circ = P_M \cdot R$ ，×

$\therefore \Sigma \vec{l} = \vec{l}_m + \vec{l}_M = (P_m \cdot r, \times) + (P_M \cdot R, \times) = mM \sqrt{\frac{GL}{(m+M)}}$ ， $\times \neq 0$

(C)O (3) 依 $U = -\frac{GMm}{r'}$ $\xrightarrow{r'=r+R} U_{mM} = -\frac{GmM}{r+R}$

(D)× (4) 依 $E_K = \frac{P^2}{2m}$ $\xrightarrow{\text{承(1), } P=\text{const.}} E_K \propto \frac{1}{m}$ (成反比)

(E)× (5) ① 承 (1)， $\frac{V_m}{V_M} = \frac{M}{m} = \frac{R}{r}$ ， $V \propto \frac{1}{r}$ (成反比)

② 由 $T = \frac{2\pi r}{V}$ $\xrightarrow{\text{承(1)}} T_m = \frac{2\pi r}{V_m} = 2\pi \sqrt{\frac{L^3}{G(m+M)}}$

同理，得 $T_M = T_m = \text{const.}$ (相等)

第貳部分：非選擇題

一、某生以惠司同電橋來測量一段鎳鉻線的電阻 R_x ，右圖所示為實驗裝置的示意圖。圖中 R_1 為已知的精密電阻， MN 為滑線電阻線； O 為滑動接點， G 為電流計， S 為開關； R_3 、 R_4 分別為 M 、 O 兩點間與 O 、 N 兩點間的電阻。試回答下列各問題：

1. 如何判斷 MN 電阻線上的 O 點已位於可測定 R_x 的適當位置？

2. MN 電阻線上 O 點的位置確定後，比值 $\frac{R_3}{R_4}$ 為何？

3. 若 M 、 O 兩點間與 O 、 N 兩點間的電位差分別為 V_3 、 V_4 ，則比值 $\frac{V_3}{V_4}$ 為何(以 R_3 、 R_4 表示)？

4. 說明如何決定電阻 R_x 的量值。

5. 若已量出待測鎳鉻線的電阻 R_x 及長度 L ，則為了要決定鎳鉻線的電阻率，還需再測量哪一個物理量？鎳鉻線的電阻率為何？

【參考答案】：詳見解析

【考題難度】：★★★

【命題出處】：高級中學選修物理課程標準一六、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) 電阻定律：

由實驗得知，一金屬導線的電阻 R 與導體長度 L 成正比，而與其截面積 A 成反比，則

$$R = \rho \cdot \frac{L}{A} \quad (\rho : \text{電阻率，與導體物質的材料及溫度有關})$$

【試題解析】：1. 當電流計 G 的讀數呈現「零」時，滑線電阻線上 O 點位於可測定電阻 R_x 的適當位置。

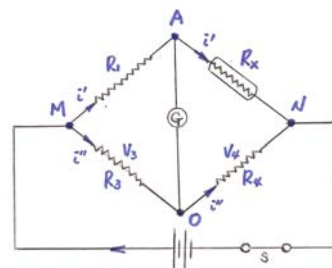
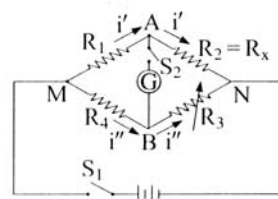
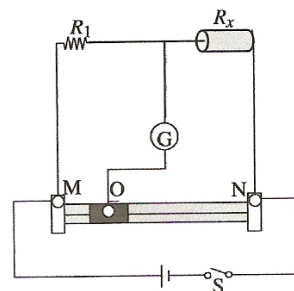
2. 依 $R = \rho \cdot \frac{L}{A} \xrightarrow{\rho, A = \text{const.}} R \propto L$ ， $\frac{R_3}{R_4} = \frac{MO}{ON}$ (滑線電阻與其長度成正比)

3. 承1.，電流計 G 的讀數為零時，即 $V_A = V_O$ (等電位)，而流經 M 、 N 兩點間的電流分成上下兩路， i' 、 i'' ，如右圖所示。

依 $V = IR \xrightarrow{I = \text{const.}} V \propto R$ ， $\frac{V_3}{V_4} = \frac{R_3}{R_4}$

4. 承3.：由 $V_A = V_O \xrightarrow{V = IR} \begin{cases} i'R_1 = i''R_3 \cdots \cdots (1) \\ i'R_x = i''R_4 \cdots \cdots (2) \end{cases}$

取 $\frac{(1)}{(2)}$ ，得 $\frac{R_1}{R_x} = \frac{R_3}{R_4}$ ， $R_x = \frac{R_4}{R_3} \times R_1 \xrightarrow{\text{承2.}} R_x = \frac{ON}{MO} \times R_1$



5. 依 $R = \rho \cdot \frac{L}{A}$ $\xrightarrow{\text{測}\rho}$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{已知條件: } R, L \\ \text{待測條件: } A = \pi \left(\frac{D}{2} \right)^2 = \frac{\pi D^2}{4} \text{ (} D: \text{ 鎳鉻線直徑)} \end{array} \right.$

移項，得 $\rho = \frac{RA}{L} = \frac{\pi D^2 R_x}{4L}$

今已知 R_x 、 L ，再測量鎳鉻線之直徑 D ，即可決定鎳鉻線之電阻率。

二、一直線等加速度運動的實驗，使用打點頻率為 40Hz 的打點計時器。此實驗有一段紙帶上的打點記錄如下圖所示， A 、 B 、 C 三點所對應的直尺刻度分別為 2.0cm 、 12.3cm 與 15.0cm 。試回答以下各問題：

(注意：所有答案的有效數字位數，必須與題目所給數據的精確度一致。)

1. 一個可用來分析等加速度運動的公式如下：

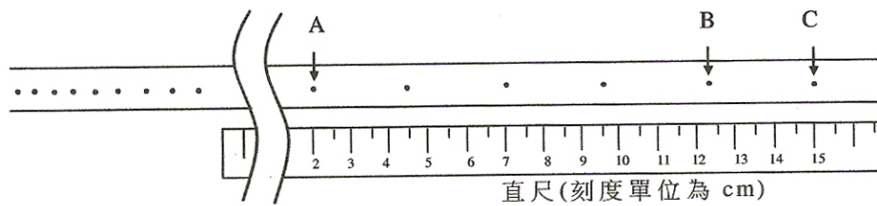
$$x - x_0 = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

上式中， x 代表時間為 t 時的位置，試說明 v_0 所代表的意義。(1分)

2. A 點與 B 點的時間差為何?(1分)

3. A 點所對應的運動速率為何?(4分)

4. 此運動的加速度量值為何?(4分)



【參考答案】：1. v_0 為 $t = 0\text{sec}$ 時的速度 (即初速度)；2. 0.10sec ；3. $3.99 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$ ；4. $4.80 \frac{\text{cm}}{\text{sec}^2}$

【考題難度】：★★★

【命題出處】：高級中學物質科學 (物理篇) 課程標準一二、運動學

【解題策略】：(1) 質點在平面上進行等加速度運動：

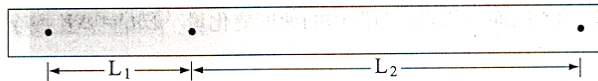
$$\begin{cases} V = V_0 + a \cdot t \\ S = \frac{1}{2}(V_0 + V) \cdot t \\ S = V_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2 \\ V^2 = V_0^2 + 2a \cdot S \end{cases}$$

(2) 加速度的測量：紙帶的分析

① 電鈴計時器在 T 秒鐘內得到 N 個點的紙帶紀錄，則

每個滴答的時距 $\Delta t = \frac{T}{N-1}$

② 分析紙帶一



Δx	L_1	L_2
Δt	Δt	Δt
\bar{v}	$v_1 = \frac{L_1}{\Delta t}$	$v_2 = \frac{L_2}{\Delta t}$

③ 測得平均加速度

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V_2 - V_1}{\Delta t} = \frac{\frac{L_2}{\Delta t} - \frac{L_1}{\Delta t}}{\Delta t} = \frac{L_2 - L_1}{\Delta t^2}$$

【試題解析】：1. v_0 為 $t = 0\text{sec}$ 時的速度（即初速度）。

2. 依 $T = \frac{1}{f}$ $\xrightarrow{\text{T點距的費時}}$ $T = \frac{1}{40} = 0.025\text{sec}$

又圖示 $A \sim B$ 間有四個點距，故 $\Delta t_{A \sim B} = 4 \times T = 0.10\text{sec}$

同理，得 $\Delta t_{A \sim C} = 5 \times T = 0.125\text{sec}$

3. 依 $x - x_0 = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ $\left\{ \begin{array}{l} \Delta x_{AB} = 12.3 - 2.0 = v_0 \times (4T) + \frac{1}{2} a \times (4T)^2 \\ \Delta x_{AC} = 15.0 - 2.0 = v_0 \times (5T) + \frac{1}{2} a \times (5T)^2 \end{array} \right.$

化簡，得 $\begin{cases} 10.3 = 4T v_0 + 8aT^2 \dots\dots\dots(a) \\ 13.0 = 5T v_0 + 12.5aT^2 \dots\dots(b) \end{cases}$

由 $(a) \times 12.5 - (b) \times 8$ ，得 $24.75 = 10T v_0 \xrightarrow{T=0.025\text{sec}} v_0 = 99 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$

4. 承 3.，由 $(a) \times 5 - (b) \times 4$ ，得 $-0.5 = -10aT^2$ ， $a = 80 \frac{\text{cm}}{\text{sec}^2}$