

101 學年度高級中學

指定科目模擬考試

物理考科

—作答注意事項—

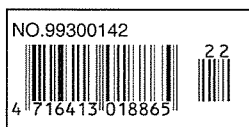
考試範圍：基礎物理(一)～選修物理(下)全

考試時間：80 分鐘

作答方式：

- 選擇題用 2B 鉛筆在「答案卡」上作答；更正時，應以橡皮擦擦拭，切勿使用修正液（帶）。
- 非選擇題用筆尖較粗之黑色墨水的筆在「答案卷」上作答；更正時，可以使用修正液（帶）。
- 未依規定畫記答案卡，致機器掃描無法辨識答案；或未使用黑色墨水的筆書寫答案卷，致評閱人員無法辨認機器掃描後之答案者，其後果由考生自行承擔。
- 答案卷每人一張，不得要求增補。

祝考試順利



版權所有·翻印必究

第壹部分：選擇題（占 80 分）

一、單選題（占 60 分）

說明：第 1 題至第 20 題，每題有 5 個選項，其中只有一個是正確或最適當的選項，請畫記在答案卡之「選擇題答案區」。各題答對者，得 3 分；答錯、未作答或畫記多於一個選項者，該題以零分計算。

1. 如圖 1，一輛汽車由靜止以等加速度 a 向右行駛，當車中的人將手中的小球自由釋放後，則下列有關此人對小球運動的描述，何者是正確的？（重力加速度為 g ）

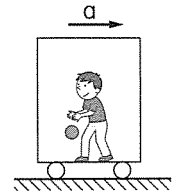


圖 1

- (A) 小球的加速度為 g 向下
 - (B) 小球運動軌跡為鉛直朝下的直線
 - (C) 小球運動軌跡為拋物線
 - (D) 小球運動軌跡為斜直線
 - (E) 小球運動軌跡為雙曲線一支
2. 水平桌面上有一質量 M 的架子，在架上則有一顆質量為 m 的珠子，沿著架上仰角 θ 的桿子下滑，如圖 2 所示。若珠子下滑的加速度為 a ；架子仍保持靜止，則珠子下滑期間地面對架子的摩擦力量值為何？（重力加速度為 g ）

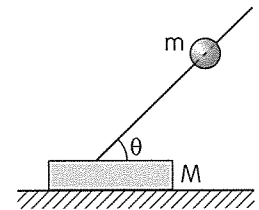


圖 2

- (A) 0
 - (B) $ma \cos\theta$
 - (C) $ma \sin\theta$
 - (D) $m(g-a) \sin\theta$
 - (E) $Mg \cos\theta - mg$
3. 質量 m 的人在質量 M 的臺車上，原本人、車都靜止，然後人在臺車上開始向前奔跑，人對地的速度為 v_1 ，若不計車與軌道間的摩擦，則人起跑後，車對地的速度為 v_A 。若起跑後，人對車的速度為 v_2 ，此時車對地的速度為 v_B ，當 $v_A = v_B$ ，則 $\frac{v_1}{v_2}$ 為何？

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

9. 把一根內壁光滑的細圓鋼管彎曲成如圖 5 所示的圓弧形狀，圓弧半徑為 R 。如圖 6 所示，今置一小鋼球於管口 A 之正上方 $h=h_1$ 處自由落下，小鋼球恰能到達圓弧之最高點管口 C 處；再一次改以 $h=h_2$ 處自由落下，小鋼球除能穿越最高點 C，又恰飛落回管口 A 處，則 $h_1 : h_2$ 為何？

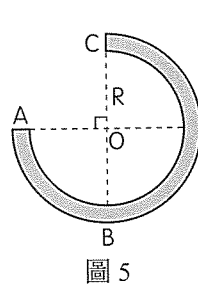


圖 5

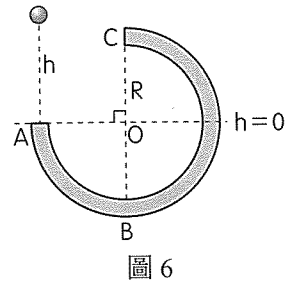


圖 6

- (A) 4 : 5
(B) 5 : 4
(C) 3 : 4
(D) 4 : 3
(E) 5 : 3
10. 兩鐵軌間在 10°C 時，空隙大小為 a ；在 20°C 時，空隙大小為 b ，且 $a : b = 4 : 3$ ，則鐵軌在溫度多少 $^\circ\text{C}$ 時無空隙？

- (A) 40 (B) 45 (C) 50 (D) 55 (E) 60

11. 一質子以動能 K 正向射向另一靜止的 α 粒子，若質子的電量為 $+e$ ，則兩者最接近的距離為 r_1 ，若改以 α 粒子以相同動能 K 正向射向靜止的質子，兩者最接近的距離為 r_2 ，則 $r_1 : r_2$ 為何？

- (A) 1 : 1 (B) 4 : 1 (C) 1 : 4 (D) 5 : 1 (E) 1 : 5

12. 在圖 7 的電路中，電流 i 流入半徑 R 的環狀電路，上半圓與下半圓的電阻比為 $1 : 3$ ，則圓心處的磁場量值為何？（真空中的磁導率為 μ_0 ）

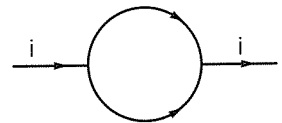


圖 7

- (A) 0 (B) $\frac{\mu_0 i}{8R}$ (C) $\frac{\mu_0 i}{20R}$
(D) $\frac{\mu_0 i}{10R}$ (E) $\frac{3\mu_0 i}{20R}$

13. 在均勻磁場中，磁場方向如圖 8 所示，有兩個大小不同的金屬框，一個為圓形，另一個為矩形，其上下邊緣重疊在一起。今圓形金屬框向右運動時，則下列敘述何者正確？

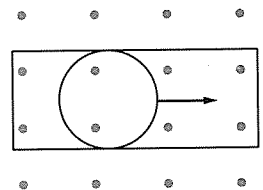


圖 8

- (A) 由於圓形框內的磁通量不變，所以左右半圓必沒有應電流
(B) 矩形金屬框右側導線上的應電流朝下
(C) 矩形金屬框左側導線上的應電流朝下
(D) 整個矩形金屬框應電流為順時針方向
(E) 圓形框的右半圈應電流為順時針方向

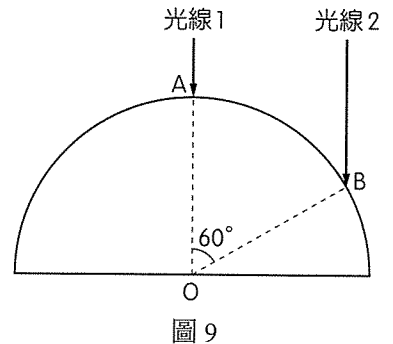
14. 在密立坎油滴實驗中，水平平行金屬板間（電場為鉛直方向），帶電荷 q 的油滴受靜電作用，靜止於平行板間。另有一等質量的油滴以速度 v 上升，若改變兩板極性（電場方向顛倒），該油滴以速度 $2v$ 下降，則該油滴的電量為 q 的幾倍？（油滴所受空氣阻力與速率成正比）

- (A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4 (E) 5

15. 質子與靜止的 α 粒子作正面彈性碰撞，則碰撞前與碰撞後質子的物質波波長比為何？

- (A) 1 : 1 (B) 1 : 4 (C) 1 : 2
(D) 3 : 8 (E) 3 : 5

16. 半徑為 3 公尺的透明玻璃半圓柱體，圓心為 O，兩條平行紅色光線沿圖 9 所示截面射向圓柱面，方向與底面垂直。光線 1 的入射點 A 為圓柱面的頂點，光線 2 的入射點為 B， $\angle AOB = 60^\circ$ 。已知該玻璃對紅光的折射率為 $\sqrt{3}$ ，求光線 2 經底面（平面部分）折射和反射後與光線 1 的兩交點相距若干公尺？



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

17. (甲)拉塞福的 α 粒子散射實驗；(乙)湯姆森的陰極射線實驗；(丙)侖琴的 X 射線實驗；(丁)密立坎的油滴實驗；(戊)戴維森和革末的電子束照射鎳金屬實驗。以上五種實驗，哪幾種實驗的結果組合後可以決定電子質量？

- (A) (甲)、(乙)、(丁)、(戊)
(B) (甲)、(乙)、(丙)
(C) (乙)、(丁)
(D) (丙)、(丁)
(E) (丙)、(丁)、(戊)

18. 分別以波長為 λ 與 $\frac{\lambda}{2}$ 的光束照射一金屬表面，測得光電子的截止電壓之比值為 1 : 4，則此金屬的功函數為何？（普朗克常數為 h，光速為 c）

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

19. 一水池內裝有折射率為 $\frac{5}{3}$ 的液體，今將一點光源從液體表面由靜止開始釋放，此光源恰以等速度垂直向下運動。觀察者於液面發現，當光源逐漸往下沉時，射出液體表面的光所形成的圓面積就逐漸擴大。當光圓半徑為 7.5 cm 瞬間開始計時，再經過 3 秒，光圓半徑變為 30 cm，點光源下沉的速度為多少 cm / s？

- (A) 2.5 (B) 5 (C) 7.5
(D) 10 (E) 12.5

20. 如圖 10，角柱形銅條質量 $m=10\text{ g}$ ，電阻 $R=0.10\ \Omega$ ，水平放在傾斜角 $\theta=30^\circ$ 之兩平行固定金屬滑軌，滑軌相距 $\ell=10\text{ cm}$ ，不計滑軌電阻及摩擦，一鉛直向上的磁場 $B=0.40\text{ T}$ 作用在整個區域，則此銅條下滑的最大速率約為多少 m/s ? ($g=10\text{ m/s}^2$)

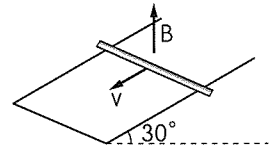


圖 10

- (A) 0.62
(B) 4.2
(C) 6.4
(D) 8.4
(E) 71

二、多選題 (占 20 分)

說明：第 21 題至第 24 題，每題有 5 個選項，其中至少有一個是正確的選項，請將正確選項畫記在答案卡之「選擇題答案區」。各題之選項獨立判定，所有選項均答對者，得 5 分；答錯 1 個選項者，得 3 分；答錯 2 個選項者，得 1 分；答錯多於 2 個選項或所有選項均未作答者，該題以零分計算。

21. 某行星繞日運動的軌道如圖 11 所示，已知該行星通過近日點的速率為 v ，且其公轉週期為 T ，則下列選項哪些正確？

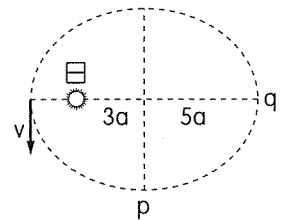


圖 11

- (A) 平均軌道半徑為 $5a$
(B) 通過 p 點的速率為 $\frac{v}{2}$
(C) 通過 p 點的速率為 $2v$
(D) 通過 q 點的速率為 $4v$
(E) 由近日點到 p 點的時間等於由 p 點到 q 點的時間

22. 如圖 12 所示，帶有正電荷 Q 的小質點，質量 m ，以長 ℓ 的細線，鉛直懸吊於 O 點。今小質點在僅受重力的作用下，從 A 點由靜止自由擺下，當質點到達 C 點時，繩的張力為 T_0 。若在此空間加上一水平的均勻磁場 B (如圖 13，方向如圖所示)，則下列選項哪些正確? (重力加速度為 g)

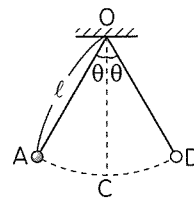


圖 12

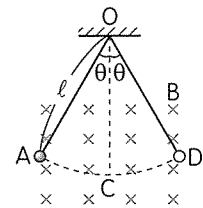


圖 13

- (A) 不論有無磁場，質點在 A 點時，細線張力 $T=mg$
(B) 不論有無磁場，質點到達 C 點時，質點的速率 $v=\sqrt{2gl(1-\cos\theta)}$
(C) 空間有磁場時，當質點由 A 擺至 C 點時瞬間，細線張力為 T_1 ；若由 D 擺至 C 點時瞬間，細線張力為 T_2 ，且 $T_1=T_2$
(D) 不論有無磁場，擺動的週期均相同
(E) 不論有無磁場，質點由 A 擺至 C 點的擺動過程，僅重力對質點作功

23. 設受電壓 V 加速的電子可產生的 X 射線最短的波長為 λ ，則下列選項哪些正確？（普朗克常數為 h ，光速為 c ，基本電荷為 e ）
- (A) 電子所得的動能 eV 全部轉成 X 射線光子的能量
 - (B) λ 和 V 成正比
 - (C) λ 和 V 的乘積為一常數 $\frac{hc}{e}$
 - (D) λ 和 V 的關係圖之斜率等於常數 $\frac{hc}{e}$
 - (E) λ 和 $\frac{1}{V}$ 的關係圖之斜率等於 $\frac{hc}{e}$

24. 有一空心的厚金屬球殼，內半徑為 R_1 ，外半徑為 R_2 。若於殼內以絕緣細繩懸掛一正電荷 $+Q$ ，設此電荷距球心的距離為 x ，則下列選項哪些正確？
- (A) 球殼內壁將有感應電荷，其電量為 $-Q$
 - (B) 球殼層裡 ($R_1 < r < R_2$) 任何位置的電場皆為零
 - (C) 球殼外 ($r > R_2$) 任何位置的電場皆為零
 - (D) 球殼內 ($r < R_1$) 有電場，且電力線必為直線
 - (E) 點電荷在球內的位置改變會影響球殼外 ($r > R_2$) 的電場

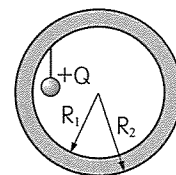


圖 14

第貳部分：非選擇題（占 20 分）

說明：本部分共有兩大題，答案必須寫在「答案卷」上，並於題號欄標明大題號（一、二）與子題號（1、2、……）。作答時不必抄題，但必須寫出計算過程或理由，否則將酌予扣分。作答務必使用筆尖較粗之黑色墨水的筆書寫，且不得使用鉛筆。每一子題配分標於題末。

一、在「等電位線與電場」實驗中，係以實驗方法畫出兩電極間的等位線及電力線。

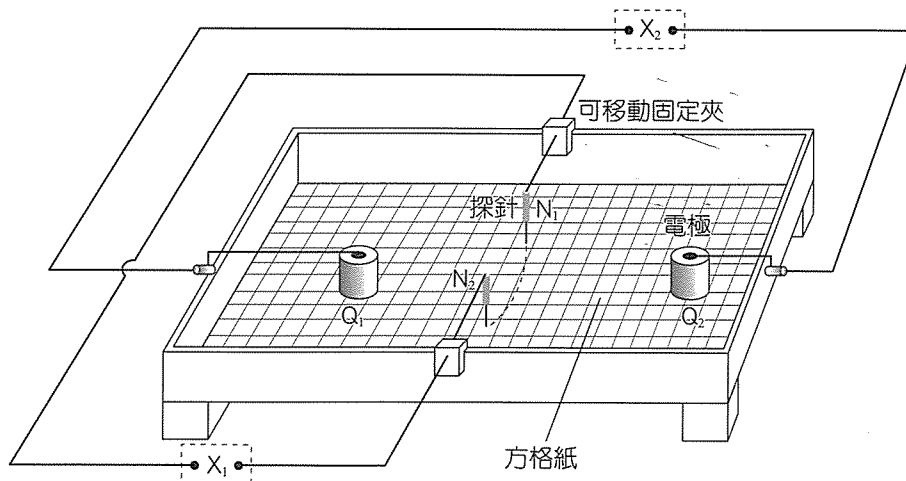


圖 15

1. 圖 15 為不完整的實驗裝置圖，其中虛線方塊內未畫出的儀器 X_1 及 X_2 各是什麼？（2 分）
2. 在電場形成盤內要注入食鹽水，說明為什麼不能用純水。（2 分）
3. 說明如何測得等位線。（3 分）
4. 說明如何由等位線畫出電力線。（3 分）

二、一金屬細桿可在一 C 字形、電阻可以不計的光滑金屬軌道（寬度為 b ）上自由滑動，已知細桿的質量為 m ，長度為 $\frac{5}{4}b$ ，兩端間的電阻為 R ，外加均勻磁場垂直於軌道平面（進入紙面），如圖 16 所示。已知此磁場在 $t=0$ 瞬間量值為 B_0 ，且磁場隨時間增加而呈線性遞減，如圖 17 所示，即 $B=B_0(1-ct)$ ， c 為正常數， t 為時間，應電流產生的磁場不計，求：

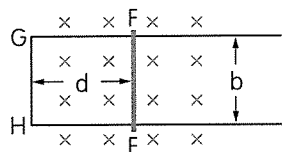


圖 16

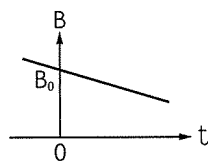


圖 17

1. $t=0$ 時，應電動勢的大小為何？（3 分）
2. $t=0$ 時， \overline{EF} 上的應電流大小為何？（3 分）
3. $t=0$ 時， \overline{EF} 的加速度為何？（包含方向）（4 分）

物理考科詳解

第壹部分：選擇題

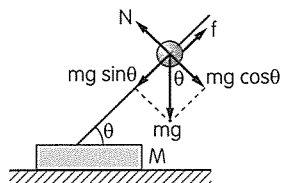
一、單選題

1. (D)

解析：球掉落瞬間，球相對於人初速為 0；掉落後，球相對於人的加速度為 $(-a, -g)$ ，加速度值為 $\sqrt{a^2+g^2}$ 方向向左下，所以觀察到的軌跡為向左下的斜直線。

2. (B)

解析：以珠子為受力物，沿著垂直桿子方向受重力分力 $mg \cos\theta$ 及正向力 N 而平衡，所以 $N=mg \cos\theta$ ，沿著平行桿子方向受重力分力 $mg \sin\theta$ 及摩擦力 f 而往下加速，所以 $mg \sin\theta - f = ma \Rightarrow f = mg \sin\theta - ma$ ，如下圖所示



以支架為受力物，水平方向受珠子作用力及地面摩擦力 f' 而平衡：

$$f' + mg \cos\theta \sin\theta - f \cos\theta = 0$$

$$\Rightarrow f' + mg \cos\theta \sin\theta - mg \sin\theta \cos\theta + ma \cos\theta = 0$$

$$\Rightarrow f' = -ma \cos\theta \text{ 及方向向左，故選(B)}$$

3. (D)

解析：因無外力作用，動量守恆：

$$mv_1 + Mv_A = 0$$

$$\Rightarrow v_A = -\frac{m}{M}v_1$$

人對車的相對速度為

$$v_2 = v_1 - v_A = \left(1 + \frac{m}{M}\right)v_1$$

$$\Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{M}{M+m}$$

故選(D)

4. (D)

解析：依題意得 $M = V_0 \times \frac{4}{5} \times 10^3$ ，設繩張力為 T

$$(A) \text{ 斷繩前，} Mg + T = B = V_0 \times 10^3 \times g = \frac{5}{4}Mg$$

$$\Rightarrow T = \frac{1}{4}Mg$$

(B)(C) 斷繩後，當木塊平衡，則 $Mg = B$

$$\Rightarrow V_0 \times \frac{4}{5} \times 10^3 g = V' \times 10^3 g$$

$$\Rightarrow V' = \frac{4}{5}V_0$$

木塊已經上移 $\frac{L}{5}$ 達平衡點。

斷繩後，木塊所受的力與離平衡點位移 x 關係為 $F = -L^2 x \times 10^3 \times g = -kx$ 和位移 x 成正比，且反向，所以可以作 SHM，

其中 $k = L^2 \times 10^3 g$ ，振幅 $R = \frac{L}{5}$

$$\Rightarrow \text{最大位移} = \text{上端點} - \text{下端點} = 2R = \frac{2}{5}L$$

$$(D) T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{L^3 \times \frac{4}{5} \times 10^3}{L^2 \times 10^3 g}}$$

$$= 2\pi \sqrt{\frac{4L}{5g}} = 4\pi \sqrt{\frac{L}{5g}}$$

(E) 簡諧運動最大速度

$$v_{\max} = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi \frac{L}{5} \times \frac{1}{4\pi} \sqrt{\frac{5g}{L}} = \frac{\sqrt{5gL}}{10}$$

5. (D)

解析：球上升，力學能守恆 $\Delta K = -\Delta U$ ，故在均勻重力場中：

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh = m \left(\frac{GM}{R^2}\right)h \dots\dots\dots ①$$

在非均勻重力場中：

$$\frac{1}{2}mv^2 = \left(-\frac{GMm}{R+h'}\right) - \left(-\frac{GMm}{R}\right)$$

$$= GMm \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R+h'}\right) \dots\dots\dots ②$$

由①、②知

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{GMm}{R^2}h = GMm \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R+h'}\right)$$

$$\text{得 } \frac{h}{R^2} = \frac{1}{R} - \frac{1}{R+h'} = \frac{h'}{R(R+h')}$$

$$\Rightarrow \frac{h}{R} = \frac{h'}{R+h'} \Rightarrow \frac{R}{h} = \frac{R+h'}{h'}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{h} - \frac{1}{h'} = \frac{1}{R}$$

6. (A)

解析：依照理想氣體物態方程式，得 $P_1 V = NkT$

$$\Rightarrow P_1 L^3 = NkT \dots\dots\dots ①$$

在靜止流體中，兩點間的壓力差和高度成正比

$$\Delta P = \rho gh \Rightarrow P_2 = \frac{Nm}{L^3}gL \dots\dots\dots ②$$

$$\text{②得 } \frac{P_2}{P_1} = \frac{NmgL}{NkT} = \frac{mgL}{kT}$$

7. (B)

解析：設斜面長度為 S ，初速 v_1 ，滑回底端末速 v_2 ，
 往上滑行及滑行路程相等，且都作等加速運動，故

$$\frac{S}{T_1} = \frac{(v_1+0)}{2} \Rightarrow v_1 = \frac{2S}{T_1}$$

$$\text{同理，} v_2 = \frac{2S}{T_2} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$\Rightarrow \frac{K_2}{K_1} = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2$$

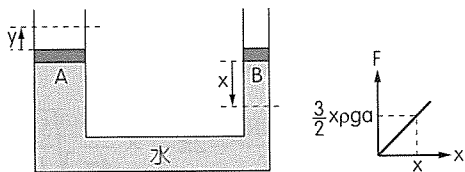
$$\Rightarrow K_2 = K \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2$$

題述過程重力、正向力功為零，只有摩擦力作

功，依功能定理： $W = K_2 - K_1 = K \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 - K$

8. (D)

解析：



小活塞 B 下壓 x ，大活塞上升 y ，體積守恆，故

$$xa = y(2a) \Rightarrow y = \frac{x}{2}$$

$$\text{平衡力 } F = Pa = \left(\frac{3}{2}x\right) \rho ga$$

$$\text{功 } W \text{ 為線下面積} = \frac{3}{4}x^2 \rho ga$$

9. (A)

解析：恰可抵達 C 點瞬間速度為零，以 A 點為重力位能零位面，依力學能守恆知：

$$0 + mgh_1 = 0 + mgR \Rightarrow h_1 = R$$

若從 C 點水平拋出，抵達 A 點時間為 t

$$\frac{1}{2}gt^2 = R \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2R}{g}}$$

$$\text{離開 C 點速度為 } v_c = \frac{R}{t} = R \times \sqrt{\frac{g}{2R}}$$

$$= \sqrt{\frac{gR}{2}}$$

$$0 + mgh_2 = \frac{1}{2}m \left(\sqrt{\frac{gR}{2}}\right)^2 + mgR = \frac{5}{4}mgR$$

$$\Rightarrow h_2 = \frac{5}{4}R$$

$$h_1 : h_2 = 4 : 5$$

10. (C)

解析：鐵軌間的隙縫因鐵軌膨脹而縮小，由線膨脹

公式：

$$\Delta L = L\alpha \Delta t$$

$$a - b = L\alpha(20 - 10) \dots\dots\dots ①$$

$$a - 0 = L\alpha(t - 10) \dots\dots\dots ②$$

$$a : b = 4 : 3 \dots\dots\dots ③$$

$$\frac{②}{①} \text{ 得 } \frac{a}{a-b} = \frac{t-10}{10}$$

$$\Rightarrow t - 10 = 10 \times 4$$

$$\Rightarrow t = 50 (^{\circ}\text{C})$$

11. (C)

解析：設質子質量 m 、電量 e ， α 粒子質量 $4m$ 、電量 $2e$

質子撞 α 粒子：

$$K = \frac{1}{2}mv_1^2$$

$$v_{CM} = \frac{mv_1}{m+4m} = \frac{1}{5}v_1, \text{ 最接近時兩粒子速度}$$

相等為質心速度

依能量守恆：

$$\frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}(m+4m)\left(\frac{1}{5}v_1\right)^2 + \frac{ke(2e)}{r_1}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}mv_1^2 \left(1 - \frac{1}{5}\right) = \frac{4}{5}K = \frac{2ke^2}{r_1} \dots\dots\dots ①$$

α 粒子撞質子：

$$K = \frac{1}{2}(4m)v_2^2$$

$$v_{CM} = \frac{4mv_2}{m+4m} = \frac{4}{5}v_2, \text{ 最接近時兩粒子速度}$$

相等為質心速度

依能量守恆：

$$\frac{1}{2}(4m)v_2^2 = \frac{1}{2}(m+4m)\left(\frac{4}{5}v_2\right)^2 + \frac{ke(2e)}{r_2}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}(4m)v_2^2 - \frac{1}{2}(m+4m)\left(\frac{4}{5}v_2\right)^2$$

$$= \frac{ke(2e)}{r_2}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}(4m)v_2^2 \times \left(1 - \frac{4}{5}\right)$$

$$= \frac{K}{5} = \frac{ke(2e)}{r_2} \dots\dots\dots ②$$

由①、②得 $r_1 : r_2 = 1 : 4$

12. (B)

解析： $I_1 + I_2 = i \dots\dots\dots ①$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{3}{1} \dots\dots\dots ②$$

由①、②得

$$I_1 = \frac{3}{4} i, I_2 = \frac{1}{4} i$$

$$B_0 = \frac{\mu_0}{4R} \left(\frac{3}{4} - \frac{1}{4} \right) i = \frac{\mu_0 i}{8R}$$

13. (E)

解析：圓形框向右切割磁力線，造成矩形框左右部分磁通量變化，圓形框右半圈和左半圈都產生向下的應電動勢，所以兩半圈均產生向下的應電流，矩形框左右側均產生向上的應電流。

14. (C)

解析：第一滴油力平衡：

$$mg = qE \quad \text{.....①}$$

第二滴油向上移動，故阻力向下，重力向下，電力向上：

$$mg + kv = q'E \quad \text{.....②}$$

改變電源極性後，電力向下，重力向下，阻力向上：

$$2kv = q'E + mg \quad \text{.....③}$$

$$\text{②} \times 2 - \text{③} \text{ 得}$$

$$2mg = 2q'E - q'E - mg \Rightarrow q'E = 3mg = 3qE$$

$$\Rightarrow q' = 3q$$

15. (E)

解析：設質子質量為 m 、初速為 v_0 ， α 粒子質量為 $4m$ 、初速為零。

正面彈性碰撞後質子速度為

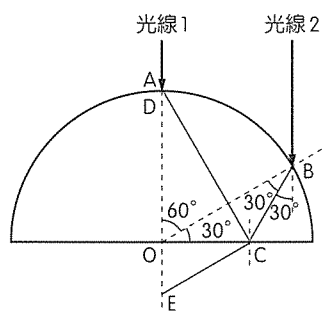
$$v_1' = 2v_{CM} - v_1 = 2 \frac{mv_0}{m+4m} - v_0 = -\frac{3}{5} v_0$$

物質波波長 $\lambda = \frac{h}{mv}$ 與速度 v 成反比

$$\lambda_1 : \lambda_2 = \frac{3}{5} : 1 = 3 : 5$$

16. (E)

解析：



光線 2 入射角為 60°

$$1 \times \sin 60^\circ = \sqrt{3} \sin r \Rightarrow r = 30^\circ, \text{ 如上圖}$$

光線 2 的折射光抵達底面時，入射角亦為 30° ，經底面折射、反射的折射角、反射角分別為 60° 、 30°

$$\overline{OC} = \frac{R}{\cos 30^\circ} = \frac{R}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{2R}{\sqrt{3}} = s$$

$$\overline{DE} = \overline{DO} + \overline{OE} = \sqrt{3}s + \frac{s}{\sqrt{3}} = \frac{4}{3}\sqrt{3} \times s$$

$$= \frac{4}{3}\sqrt{3} \times \frac{R}{\sqrt{3}} = \frac{4}{3}R = 4 \text{ (公尺)}$$

17. (C)

解析：湯姆森測出電子的荷質比、密立坎測出電子的帶電量，進而得知電子的質量。

18. (E)

解析：依愛因斯坦光電方程式： $\frac{hc}{\lambda} = e\phi + eV_s$

設兩截止電壓各為 V 、 $4V$

$$\frac{hc}{\lambda} = e\phi + eV \quad \text{.....①}$$

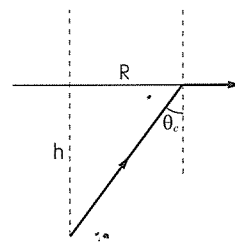
$$\frac{hc}{\lambda/2} = e\phi + e(4V)$$

$$\Rightarrow \frac{2hc}{\lambda} = e\phi + 4eV \quad \text{.....②}$$

$$\text{①} \times 4 - \text{②} \text{ 得 } \frac{2hc}{\lambda} = 3e\phi \Rightarrow e\phi = \frac{2hc}{3\lambda}$$

19. (D)

解析：



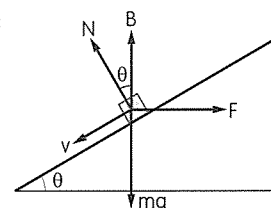
$$\frac{5}{3} \sin \theta_c = 1 \sin 90^\circ \Rightarrow \sin \theta_c = \frac{3}{5} \Rightarrow \tan \theta_c = \frac{3}{4} = \frac{R}{h}$$

$$\Delta h = \frac{4}{3} \Delta R = \frac{4}{3} \times (30 - 7.5) = 30$$

$$v = \frac{30}{3} = 10 \text{ (cm/s)}$$

20. (B)

解析：



當銅條下滑達到最高速率時，沿著斜面的磁力、重力平衡。

$$mg \sin \theta = F \cos \theta = I l B \cos \theta$$

$$\Rightarrow mg \sin \theta = \frac{\varepsilon}{R} l B \cos \theta = \frac{l v \cos \theta B}{R} l B \cos \theta$$

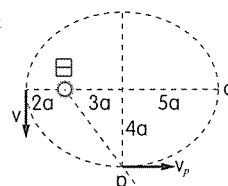
$$\Rightarrow mg \sin \theta = \frac{\ell^2 v \cos^2 \theta B^2}{R}$$

$$\Rightarrow v = \frac{mgR \sin \theta}{\ell^2 \cos^2 \theta B^2} = \frac{25}{6} = 4.17 \text{ (m/s)}$$

二、多選題

21. (A)(B)

解析：



(A) 平均軌道半徑為 $\frac{R_{\min} + R_{\max}}{2} = 5a$

(B)(C) $2av = (5a) v_p \sin 53^\circ = 4av_p \Rightarrow v_p = \frac{v}{2}$

(D) $2av = 8av_q \Rightarrow v_q = \frac{v}{4}$

(E) 掃掠面積不同，所以經過的時間也不同。

22. (B)(D)(E)

解析：(A) 質點在 A 點時，速度為零，法線方向合力為零， $T = mg \cos \theta$

(B)(E) 不論有無磁場，從 A 擺至 C 點時，只有重力作功（張力、磁力均與運動方向垂直，不作功）

$$W = mg\ell (1 - \cos \theta) = \frac{1}{2} mv^2$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{2g\ell (1 - \cos \theta)}$$

(C) 由 A 擺至 C，磁力向上，張力變小；由 D 擺至 C，磁力向下，張力變大

$$\Rightarrow T_2 > T_1$$

(D) 磁力永遠沿著法線方向，不影響切線運動，故週期不變。

23. (C)(E)

解析：(A) 依能量守恆，電子動能轉換為 X 射線光子能量以及熱能

$$eV = H + \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda_{\min} = \frac{hc}{eV} \dots \dots \dots \textcircled{1}$$

(B) λ 和 V 成反比。

(C) 如式①，乘積為 $\frac{hc}{e}$

(D) λ 和 V 的關係圖為曲線。

(E) λ 和 $\frac{1}{V}$ 的關係圖為通過原點的斜直線，

斜率就是 $\frac{hc}{e}$

24. (A)(B)

解析：(A) 靜電系統，金屬體內無電力線，故殼內表面電荷量為 $-Q$ 。

(B) 金屬體內 ($R_1 < r < R_2$) 電場均為零。

(C) 球殼外表有感應電荷 $+Q$ ，所以球外電場不為零。

(D) $+Q$ 的電力線到達內殼表面時，必須與表面垂直，所以使電力線無法保持直線。

(E) 外球殼是標準的球面，所以會均勻分布，不受殼內 $+Q$ 的位置影響。

第貳部分：非選擇題

一、1~4 見解析

解析：1. X_1 處接（微安培）檢流計， X_2 處接直流電供應器。

2. 純水為電流絕緣體，不論 N_1 、 N_2 間電位是否相等，電流均為零。

3. N_1 接點選擇盤中某個位置固定，探針 N_2 在盤中由 N_1 附近逐漸遠離，尋找使檢流計電流為零的點，逐次記錄 N_2 的位置連成曲線，即為等位線。

4. 電力線由正電極往各方向射出，保持與等位線垂直，一直連至負極為止，為電力線。

二、1. dbB_0c 2. $\frac{5dbB_0c^2}{4R'}$ 3. $\frac{5db^2B_0^2c}{4Rm}$ ， \rightarrow

解析：1. EFGH 迴路中的磁通量為 $\Phi_B = dbB_0(1 - ct)$ 依法拉第電磁感應定律知：

$$\epsilon = - \frac{d\Phi_B}{dt} = dbB_0c, \text{ 順時針方向}$$

$$2. I = \frac{\epsilon}{R'} = \frac{dbB_0c}{\frac{4}{5}R} = \frac{5dbB_0c}{4R}, F \rightarrow E$$

$$3. F = ma \Rightarrow ILB = ma \Rightarrow \frac{5dbB_0c}{4R} bB_0 = ma$$

$$\Rightarrow a = \frac{5db^2B_0^2c}{4Rm}, \rightarrow$$