

物理 試卷一

本試卷必須用中文作答
兩小時三十分鐘完卷(上午八時三十分至上午十一時)

考生須知

- (一) 本卷分甲、乙兩部。考生宜於 60 分鐘內完成甲部。
- (二) 甲部為多項選擇題，見於本試卷中；乙部的試題另見於試題答題簿 B 內。
- (三) 甲部的答案須填畫在多項選擇題的答題紙上，而乙部的答案則須寫在試題答題簿所預留的空位內。考試完畢，甲部之答題紙與乙部之試題答題簿須分別繳交。
- (四) 本試卷的附圖未必依比例繪成。
- (五) 試卷最後兩頁附有本科常用的數據、公式和關係式以供參考。

甲部考生須知(多項選擇題)

- (一) 細讀答題紙上的指示。宣布開考後，考生須首先於適當位置貼上電腦條碼及填上各項所需資料。宣布停筆後，考生不會獲得額外時間貼上電腦條碼。
- (二) 試場主任宣布開卷後，考生須檢查試題有否缺漏，最後一題之後應有「甲部完」字樣。
- (三) 各題佔分相等。
- (四) 本試卷全部試題均須回答。為便於修正答案，考生宜用 HB 鉛筆把答案填畫在答題紙上。錯誤答案可用膠擦將筆痕徹底擦去。考生須清楚填畫答案，否則會因答案未能被辨認而失分。
- (五) 每題只可填畫一個答案，若填畫多個答案，則該題不給分。
- (六) 答案錯誤，不另扣分。

甲部

本部共有 36 題。標有 * 的題目涉及延展部分的知識。

1. 以下哪些有關液體的沸騰和蒸發的敘述是正確的？

- easy (1) 液體沸騰時會吸收能量，而液體蒸發時則不會。
(2) 沸騰在特定溫度下進行，而蒸發是在高於室溫時發生任何溫度
(3) 沸騰在整個液體內發生，而蒸發只在液體表面發生。

- A. 只有 (1)
B. 只有 (3)
C. 只有 (1) 和 (2)
D. 只有 (2) 和 (3)

2. 在一個量度水的汽化比潛熱的實驗中，以電發熱器使一燒杯內的水沸騰汽化。以下哪一誤差來源會使實驗結果小於標準值？

- A. 能量散失到周圍環境。
B. 水從燒杯中濺出。
C. 水蒸氣在發熱器較冷的地方凝結並滴回燒杯內。
D. 發熱器並不是完全浸沒於水中。

標準答案

- *3. 對一固定質量的理想氣體而言，在以下哪些情況中其分子的方均根速率會增加？

- (1) 該氣體於恆定體積下加熱。
(2) 該氣體於恆定壓強下膨脹。
(3) 該氣體於恆定溫度下被壓縮。

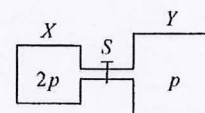
$$T \uparrow \Rightarrow v^2$$

- A. 只有 (1)
B. 只有 (3)
C. 只有 (1) 和 (2)
D. 只有 (2) 和 (3)

$$PV = nRT$$

- *4.

氣體的總體積
和摩爾數不變



$$X: 2pV = n_x RT$$
$$Y: p(2V) = n_y RT$$

$$4pV = (n_x + n_y) RT$$
$$p'(3V) = (n_x + n_y) RT$$

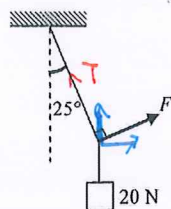
如圖所示，體積 V 的容器 X 跟體積 $2V$ 的容器 Y 以短窄管相連。初時開關 S 閉合，而同一理想氣體載於 X 和 Y ，壓強分別為 $2p$ 及 p 而溫度相同。稍後開啓 S ，並最終達到平衡狀態而溫度保持不變。以下哪項敘述不正確？

- A. 在 S 開啓之前，兩容器載有相同數目的氣體分子。
B. 在 S 開啓之前，兩容器內氣體分子的平均動能相同。
C. 當 S 開啓時，氣體由容器 X 淨流入容器 Y 。
D. 當達到平衡時，氣體壓強為 $\frac{3}{2}p$ 。

$$\frac{2p}{1} = \frac{3p'}{4}$$

$$p' = \frac{3}{4}p$$

5.

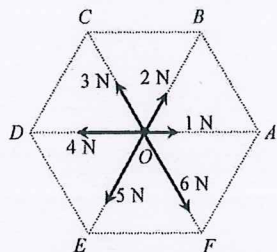


vertical: $F \cos 65^\circ + T \cos 25^\circ = 20$ — ①
 horizontal: $F \sin 65^\circ = T \sin 25^\circ$
 $T = 2.145 F$
 from ①: $F \cos 65^\circ + 2.145 F \cos 25^\circ = 20$
 $F = 8.5 N$

如圖所示，重量為 20 N 的方塊以一輕繩懸掛於天花板。施力 F 使方塊移往一邊，而繩跟豎直線成 25° 角，求 F 的值。

- Ⓐ 8.5 N
 Ⓑ 9.3 N
 Ⓒ 18.1 N
 Ⓓ 47.3 N

6.

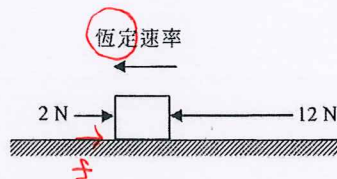


$R = 3 + 2 \times 3 \cos 60^\circ = 6 N$
 along OE

圖中 O 為正六邊形的中心。一個粒子在 O 點受六個量值如圖標示的力作用。粒子所受的合力為

- Ⓐ 9 N 沿方向 OE 。
 Ⓑ 8 N 沿方向 OE 。
 Ⓒ 8 N 沿方向 OF 。
 Ⓓ 6 N 沿方向 OE 。

7.

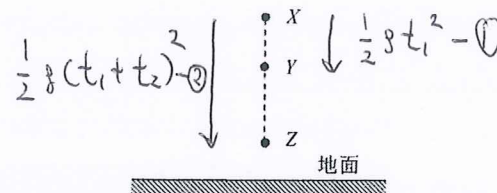


$12 - 2 - f = 0, f = 10 N$
 when 12 N removed
 $R = 2 + f = 12 N$

在粗糙水平面上，方塊受圖中的兩個水平力 2 N 和 12 N 作用下，如圖所示以恆定速率向左運動。如果突然把 12 N 的力撤走，在這一瞬間作用於方塊的淨力是多少？

- Ⓐ 12 N
 Ⓑ 10 N
 Ⓒ 8 N
 Ⓓ 2 N

8.



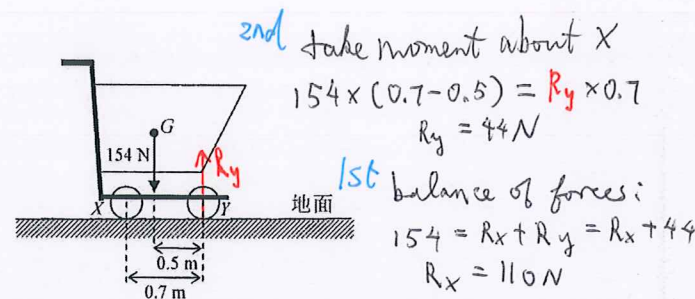
如圖所示，一顆粒子在點 X 從靜止釋放，需時 t_1 從 X 下墜至 Y ，而從 Y 下墜至 Z 則需時 t_2 。如果 $XY:YZ = 9:16$ ，求 $t_1:t_2$ 。空氣阻力可略去不計。

- Ⓐ 2:3
 Ⓑ 3:4
 Ⓒ 4:3
 Ⓓ 3:2

① $\frac{9}{25} = \frac{t_1^2}{(t_1+t_2)^2}$
 $\frac{3}{5} = \frac{t_1}{t_1+t_2}$
 $\frac{t_1}{t_2} = \frac{3}{2}$

9.

平衡定律
 1st: 力的平衡
 2nd: 力矩的平衡



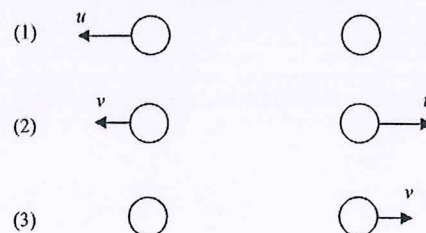
圖示一輛超級市場手推車靜止於地面上。圓柱形輪子 X 和 Y 相距 0.7 m。當手推車負載貨品時，它的總重量達至 154 N，其重心 G 跟輪子 Y 的水平距離為 0.5 m。地面作用於輪子 X 的反作用力是多少？

- Ⓐ 44 N
 Ⓑ 62 N
 Ⓒ 92 N
 Ⓓ 110 N

10.



如圖所示，兩個相同的球分別以速率 u 和 v ($u > v$) 反方向而行。兩球作正向碰撞。以下哪些圖顯示碰撞後可能出現的情況？



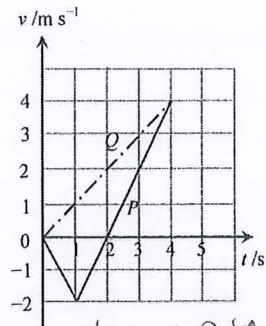
- Ⓐ 只有 (1)
 Ⓑ 只有 (3)
 Ⓒ 只有 (1) 和 (2)
 Ⓓ 只有 (2) 和 (3)

before after
 $\frac{1}{2}mu^2 + \frac{1}{2}mv^2 \neq \frac{1}{2}mu^2$

11. 兩顆粒子 P 和 Q 於同一位置出發並沿同一直線運動。圖示為 P 和 Q 的速度-時間 ($v-t$) 線圖。以下哪些有關它們運動的描述是正確的？

- (1) 在 $t=1\text{ s}$, P 在改變它運動的方向。
 (2) 在 $t=2\text{ s}$, P 和 Q 的間距為 4 m 。
 (3) 在 $t=4\text{ s}$, P 和 Q 相遇。

- A. 只有 (1)
 B. 只有 (2)
 C. 只有 (1) 和 (3)
 D. 只有 (2) 和 (3)



在 $v-t$ 圖裡 $+ve = \text{向前}$
 $-ve = \text{向後}$

12.



$$\Delta KE = W$$

$$\frac{1}{2}(0.05) \times (400^2 - 250^2) = F \times 0.06$$

$$F = 4.06 \times 10^4 \text{ N}$$

如圖所示，一顆質量為 50 g 的子彈以速率 400 m s^{-1} 從手槍射出，並穿透一塊厚 6 cm 的固定木塊。如果子彈穿出木塊的速率為 250 m s^{-1} ，求木塊作用於子彈的平均阻力。空氣阻力以及重力的影響可略去不計。

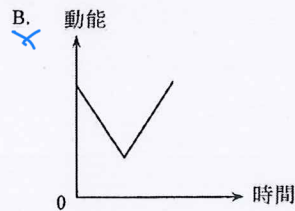
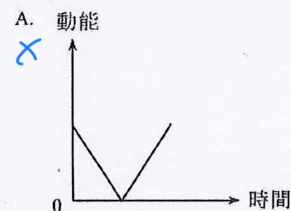
- A. $4.06 \times 10^4 \text{ N}$
 B. $1.02 \times 10^4 \text{ N}$
 C. 125 N
 D. 答案未能求得，因子彈在木塊內運動的時間沒有提供。

*13.

easy

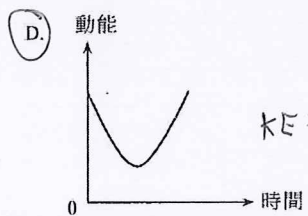
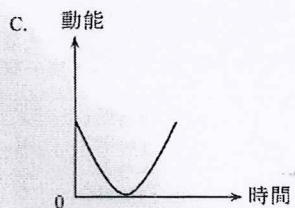


一顆粒子在時間 $t=0$ 被拋射往空中，並於著陸前沿拋物線運動，如圖所示。哪一個線圖顯示粒子著陸前的動能與時間變化關係？空氣阻力可略去不計。



$$v = u + at$$

$$KE \propto t^2$$



$KE \neq 0$ 只有橫向速度

14.

easy



如圖所示，一塊半圓形板塊從 O 點以彈簧秤懸掛。彈簧秤的讀數為 5 N 。以下哪些敘述是正確的？

- (1) 板塊的重量為 5 N 。
 (2) 板塊的重心在 O 點的正下方。
 (3) 如將這個裝置放在月球表面，彈簧秤的讀數會變為零。
- A. 只有 (1) 和 (2)
 B. 只有 (1) 和 (3)
 C. 只有 (2) 和 (3)
 D. (1)、(2) 和 (3)

重量

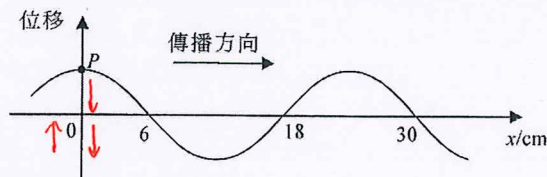
- *15. 已知火星的質量約為地球質量的 $\frac{1}{10}$ ，而其半徑約為地球半徑的 $\frac{1}{2}$ 。以地球表面重力加速度 g 表達，在火星表面的重力加速度約為

- A. $0.2 g$
 B. $0.4 g$
 C. $2.5 g$
 D. $4 g$

$$g_E = \frac{GM}{R^2}$$

$$g_M = \frac{G \times 0.1M}{\left(\frac{1}{2}R\right)^2} = 0.4 \frac{GM}{R^2} = 0.4g$$

16.



$$\frac{3}{4}T = 1.5$$

$$T = 2\text{ s}$$

$$f = 0.5\text{ Hz}$$

$$\lambda = 30 - 6 = 24\text{ cm}$$

$$v = 0.5 \times 24 = 12\text{ cm s}^{-1}$$

圖示沿 x -方向傳播的連續橫波其中一段於時間 $t=0$ 的快照。在 $t=1.5\text{ s}$ 的一刻，粒子 P 剛好第二次經過平衡位置。求該波的速率。

- A. 20 cm s^{-1}
 B. 12 cm s^{-1}
 C. 6 cm s^{-1}
 D. 4 cm s^{-1}

17.

long



圖(1)顯示一介質內粒子 a 到 k 的平衡位置，粒子的間距為 5 cm 。一縱波以速率 80 cm s^{-1} 從左至右傳播。圖(2)顯示於某一刻各粒子的位置。求該波的振幅和頻率。

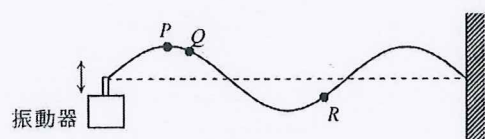
	from d	振幅	頻率
A.		6 cm	2 Hz
B.		6 cm	4 Hz
C.		9 cm	2 Hz
D.		9 cm	4 Hz

$$\lambda = 8 \times 5 = 40\text{ cm}$$

$$80 = f(40)$$

$$f = 2\text{ Hz}$$

18.



在一端固定的弦線上以振動器產生駐波。圖示於某一刻弦線的模樣。以下哪些有關粒子 P 、 Q 和 R 運動的描述必定正確？

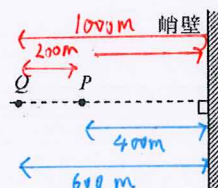
- (1) P 和 Q 在這一刻是瞬時靜止的。
 (2) Q 和 R 需要相同時間才到達各自的平衡位置。
 (3) P 和 R 恆為反相的。

- A. 只有 (1)
 B. 只有 (3)
 C. 只有 (1) 和 (2)
 D. 只有 (2) 和 (3)

19.

花時間做
便不難

鳥瞰圖



在某行星上，太空人 P 和 Q 分別站於距豎直峭壁 400 m 及 600 m 之處。圖示為鳥瞰圖。當 P 拍掌一次， Q 會聽到兩次拍掌聲而兩者相隔 4 s 。求在這行星大氣中的聲速。

- A. 100 m s^{-1}
 B. 150 m s^{-1}
 C. 200 m s^{-1}
 D. 250 m s^{-1}

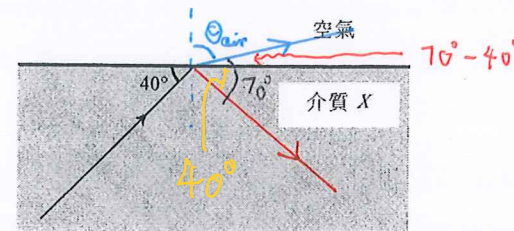
$$t_1 = \frac{600 - 400}{v} = \frac{200}{v}$$

$$t_2 = \frac{400 + 600}{v} = \frac{1000}{v}$$

$$t_2 - t_1 = \frac{800}{v} = 4$$

$$v = 200\text{ m s}^{-1}$$

20.



圖示一條光線從透明介質 X 射向空氣，光線與邊界面成 40° 角。如果在空氣中的反射線與介質 X 中的反射線的夾角為 70° ，求介質 X 的折射率。

- A. $\frac{\sin 40^\circ}{\sin 30^\circ}$
 B. $\frac{\sin 30^\circ}{\sin 40^\circ}$
 C. $\frac{\sin 60^\circ}{\sin 50^\circ}$
 D. $\frac{\sin 50^\circ}{\sin 60^\circ}$

$$\theta_{\text{air}} = 90^\circ - (70^\circ - 40^\circ) = 60^\circ$$

$$n = \frac{\sin \theta_{\text{air}}}{\sin \theta} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 50^\circ}$$

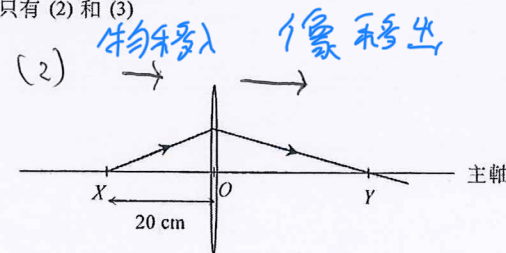
long

21. 玻璃稜鏡可以把白光分解成組分色光。以下哪些敘述是正確的？

- (1) 不同組分色光在玻璃中的折射率並不相同。
 (2) 在真空中，紅光傳播得比紫光快。
 (3) 所有組分色光的頻率會於射進稜鏡時減小。

- A. 只有 (1)
 B. 只有 (3)
 C. 只有 (1) 和 (2)
 D. 只有 (2) 和 (3)

22.



在圖示的薄凸透鏡主軸上，放於 X 的一個點光源射出一條光線，在通過透鏡後到達主軸上的 Y 點。 O 為透鏡的光心，而 $OX = 20\text{ cm}$ 及 $OY > OX$ 。以下哪些敘述是正確的？

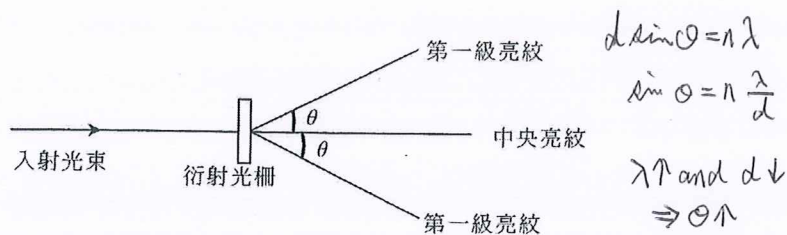
- (1) 透鏡的焦距小於 20 cm 。
 (2) 如將點光源移離透鏡，間距 OY 會增加。
 (3) 一物體放於 Y 會在 X 處得出縮小的成像。

- A. 只有 (1)
 B. 只有 (2)
 C. 只有 (1) 和 (3)
 D. 只有 (2) 和 (3)

$$\frac{v}{u} = m = \frac{v'}{u'}$$

reversible
可逆轉性

*23.



如圖所示，當單色光穿過衍射光柵，會產生亮紋圖樣。下列哪個組合可使中央與第一級亮紋間產生最大的角度 θ ？

光柵 (每 mm 線數)

光的顏色

- | | | | |
|----|-----|------------------------------|---|
| A. | 400 | $d = \frac{1 \text{ mm}}{N}$ | 綠 |
| B. | 400 | | 藍 |
| C. | 200 | | 綠 |
| D. | 200 | | 藍 |

線數個 $\Rightarrow d \downarrow$

24. 兩個相同的細小金屬球 X 和 Y 分別帶電荷 $-2Q$ 及 $+6Q$ 。當 X 和 Y 相隔一段距離時，兩者之間靜電力的量值為 F 。



平分電荷 相同同電荷

當兩金屬球被移至互相接觸，然後再放回原位，兩者間的靜電力會變為

- 二球共一
- A. $\frac{1}{4}F$, 相吸。✗
- B. $\frac{1}{4}F$, 相斥。
- C. $\frac{1}{3}F$, 相吸。✗
- D. $\frac{1}{3}F$, 相斥。

$$F = \frac{(-2Q)(6Q)}{4\pi\epsilon_0 r^2} = -\frac{12Q^2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

$$F' = \frac{(2Q)(2Q)}{4\pi\epsilon_0 r^2} = +\frac{4Q^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} = -\frac{1}{3}F$$



平均電場

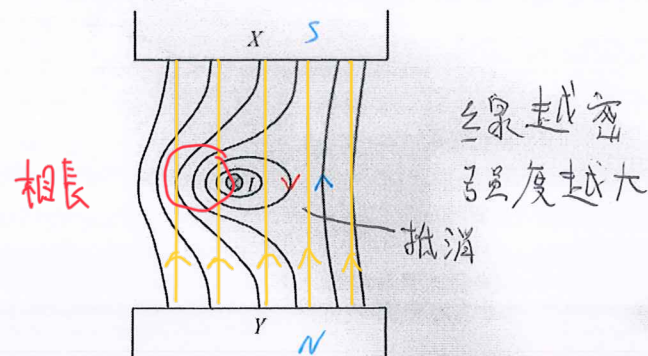
- *25. 當雷雨雲與地面之間的電場 (假設為勻強) 的強度達到 $3 \times 10^6 \text{ N C}^{-1}$ ，閃電便會發生。一次閃電平均放出約 20 C 的電荷。如果雷雨雲離地面的高度是 500 m，估算一次閃電所釋出能量的數量級。

- A. 10^6 J
- B. 10^8 J
- C. 10^{10} J
- D. 10^{12} J

$$E = \frac{V}{d} = \frac{\frac{W}{Q}}{d} = \frac{W}{Qd}$$

$$3 \times 10^6 = \frac{W}{20 \times 500}, \quad W = 3 \times 10^{10} \text{ J}$$

26.



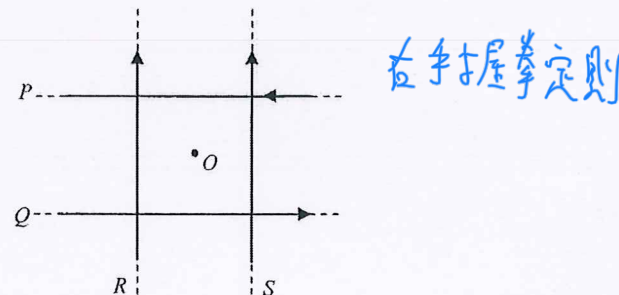
一條載着指入紙面的電流 I 的直導線，放置在磁極片 X 和 Y 之間的磁場中。圖示合成的場力線圖樣。求極片 X 的磁極以及作用於導線的磁力的方向。地球的磁場可以忽略不計。

X 的磁極

磁力的方向

- | | | |
|----|---|----|
| A. | N | 向右 |
| B. | N | 向左 |
| C. | S | 向右 |
| D. | S | 向左 |

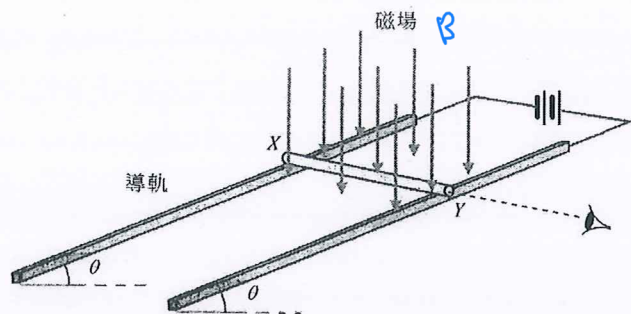
27.



在圖中，四條長直導線 P 、 Q 、 R 和 S 處於同一平面，並分別載着方向如圖所示的相等電流。導線是互相絕緣的。 O 點與各導線等距並處同一平面。將哪一條導線移走可增加在 O 點處的磁場強度？

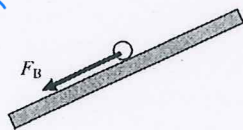
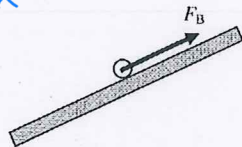
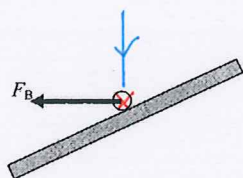
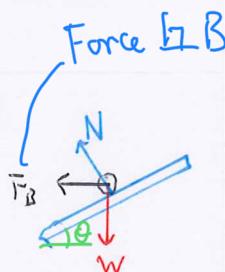
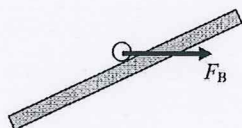
- A. 導線 P
- B. 導線 Q
- C. 導線 R
- D. 導線 S

28.

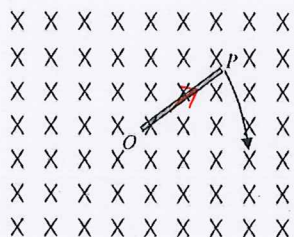


銅棒 XY 放於一對傾斜的光滑導軌上，並處於豎直向下的磁場中。導軌跟水平成角 θ ，並如上圖所示連接着電池組。倘從棒的末端 Y 觀察，以下哪一個圖顯示作用於棒的磁力 F_B ？

垂直於磁場

A. ☒B. ☒C. ☐D. ☐

29.



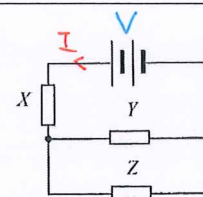
在一個指入紙面的勻強磁場中，金屬棒 OP 沿順時針方向繞 O 點在紙面旋轉。以下哪一項敘述是正確的？

- A. 棒內有一感生電流從 O 流向 P 。
 B. 棒內有一感生電流從 P 流向 O 。
 C. 棒上會感生出電動勢，而 O 端的電勢較高。
 D. ☒ 棒上會感生出電動勢，而 P 端的電勢較高。

不是完整電路，沒有電流

30.

自設數值



Assume $R = 1\Omega$

$$R_{eq} = 1.5\Omega$$

$$24 = \frac{V^2}{1.5}, V = 6V$$

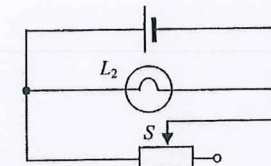
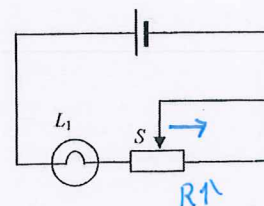
$$I = \frac{6}{1.5} = 4A$$

$$V_2 = 6 - 4 \times 1 = 2V, P_2 = \frac{2^2}{1} = 4W$$

在上面的電路中， X 、 Y 和 Z 是相同的電阻器，而內阻可略的電池組供給的總功率為 $24W$ 。耗散在電阻器 Z 的功率是多少？

- A. ☐ $3W$
 B. ☒ $4W$
 C. ☐ $6W$
 D. ☐ $8W$

31.



並聯電路
P.d. across bulb 不變

在上面各電路中，電池的電動勢恆定而內阻可略。當每一可變電阻的滑動接觸 S 從中央位置向右邊移動時，每一燈泡的亮度會怎樣變化？

- A. ☒
 B. ☐
 C. ☐
 D. ☐

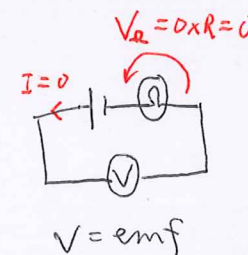
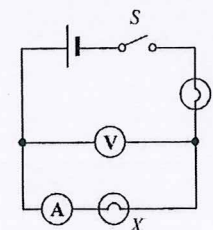
燈泡 L_1

變暗
變暗
不變
變亮

燈泡 L_2

不變
變亮
變暗
不變

32.



在上面的電路中，電池的內阻可略。當把開關 S 閉合，兩個燈泡都不發亮。伏特計有讀數顯示，但安培計的讀數為零。如電路中只有一項故障，以下哪一項是可能的？

- A. 燈泡 X 意外地短路了。
 B. 燈泡 Y 意外地短路了。
 C. ☒ 燈泡 X 燒毀了變成斷路。
 D. 燈泡 Y 燒毀了變成斷路。

33. 以下哪一件家用電器正常運作時所耗用的功率接近 1 kW?

easy

- A. 電風扇 →
 (B) 微波爐
 C. 螢光燈
 D. 電視

34. $^{238}_{92}\text{U}$ 通過 α - β - α 衰變而變成核素 X。X 的原子序數和質量數是多少? α -decay

easy

	原子序數	質量數
(A)	90	230
(B)	90	234
C.	88	230
D.	88	234

$$A = 238 - 4 - 4 = 230$$

$$Z = 92 - 2 + 1 + 1 - 2 = 90$$

*35. 鈾-210 是純 α -發射源而其半衰期為 140 日，它會衰變成穩定的鉛。一樣本最初有 420 mg 的純鈾-210，估算 70 日後所剩下鈾-210 的質量。

easy

- A. 315 mg
 (B) 297 mg
 C. 210 mg
 D. 105 mg

$$m = m_0 e^{-kt}, k = \frac{\ln 2}{140} = 4.95 \times 10^{-3}$$

$$= 420 e^{-4.95 \times 10^{-3} \times 70}$$

$$= 297 \text{ mg}$$

*36. 太陽是透過熱核聚變釋放巨大能量而同時其質量會減少。太陽放出的平均功率約為 $3.8 \times 10^{26} \text{ W}$ ，估算太陽在一秒內減少的質量。

easy

- A. $4.2 \times 10^6 \text{ kg}$
 (B) $4.2 \times 10^9 \text{ kg}$
 C. $1.3 \times 10^{15} \text{ kg}$
 D. $1.3 \times 10^{18} \text{ kg}$

$$E = mc^2$$

$$3.8 \times 10^{26} \times 1 = m \times (3 \times 10^8)^2$$

$$m = 4.2 \times 10^9 \text{ kg}$$

甲部完

數據、公式和關係式

數據

摩爾氣體常數
 阿佛加德羅常數
 重力加速度
 萬有引力常數
 在真空中光的速率
 電子電荷
 電子靜質量
 真空電容率
 真空磁導率
 原子質量單位
 天文單位
 光年
 秒差距
 斯特藩常數
 普朗克常數

$R = 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
 $N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
 $g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$ (接近地球)
 $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
 $c = 3.00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$
 $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$
 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$
 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H m}^{-1}$
 $u = 1.661 \times 10^{-27} \text{ kg}$ (1 u 相當於 931 MeV)
 $\text{AU} = 1.50 \times 10^{11} \text{ m}$
 $\text{ly} = 9.46 \times 10^{15} \text{ m}$
 $\text{pc} = 3.09 \times 10^{16} \text{ m} = 3.26 \text{ ly} = 206265 \text{ AU}$
 $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$

直線運動

勻加速運動：

$$v = u + at$$

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2$$

$$v^2 = u^2 + 2as$$

數學

直線方程 $y = mx + c$
 弧長 $= r\theta$
 柱體表面面積 $= 2\pi rh + 2\pi r^2$
 柱體體積 $= \pi r^2 h$
 球體表面面積 $= 4\pi r^2$
 球體體積 $= \frac{4}{3}\pi r^3$
 細小角度 $\sin \theta \approx \tan \theta \approx \theta$ (角度以 radians 表達)

天文學和航天科學

$U = -\frac{GMm}{r}$ 引力勢能
 $P = \sigma AT^4$ 斯特藩定律
 $\left| \frac{\Delta f}{f_0} \right| \approx \frac{v}{c} \approx \left| \frac{\Delta \lambda}{\lambda_0} \right|$ 多普勒效應

能量和能源的使用

$E = \frac{\Phi}{A}$ 照度
 $\frac{Q}{t} = \kappa \frac{A(T_H - T_C)}{d}$ 傳導中能量的傳遞率
 $U = \frac{\kappa}{d}$ 熱傳送係數 U-值
 $P = \frac{1}{2} \rho A v^3$ 風力渦輪機的最大功率

原子世界

$\frac{1}{2} m_e v_{\max}^2 = hf - \phi$ 愛因斯坦光電方程
 $E_n = -\frac{1}{n^2} \left\{ \frac{m_e e^4}{8h^2 \epsilon_0^2} \right\} = -\frac{13.6}{n^2} \text{ eV}$ 氫原子能級方程
 $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$ 德布羅意公式
 $\theta \approx \frac{1.22\lambda}{d}$ 瑞利判據 (解像能力)

醫學物理學

$\theta \approx \frac{1.22\lambda}{d}$ 瑞利判據 (解像能力)
 焦強 $= \frac{1}{f}$ 透鏡的焦強
 $L = 10 \log \frac{I}{I_0}$ 強度級 (dB)
 $Z = \rho c$ 聲阻抗
 $\alpha = \frac{I_r}{I_0} = \frac{(Z_2 - Z_1)^2}{(Z_2 + Z_1)^2}$ 反射聲強係數
 $I = I_0 e^{-\mu x}$ 經過介質傳送的強度

A1. $E = mc \Delta T$	加熱和冷卻時的能量轉移	D1. $F = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$	庫倫定律
A2. $E = l \Delta m$	物態變化時的能量轉移	D2. $E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$	點電荷的電場強度
A3. $pV = nRT$	理想氣體物態方程	D3. $V = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$	點電荷的電勢
A4. $pV = \frac{1}{3} Nmc^2$	分子運動論方程	D4. $E = \frac{V}{d}$	平行板間的電場 (數值)
A5. $E_K = \frac{3RT}{2N_A}$	氣體分子動能	D5. $I = nAvQ$	普適電流方程
B1. $F = m \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$	力	D6. $R = \frac{\rho l}{A}$	電阻和電阻率
B2. 力矩 = $F \times d$	力矩	D7. $R = R_1 + R_2$	串聯電阻器
B3. $E_p = mgh$	重力勢能	D8. $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$	並聯電阻器
B4. $E_K = \frac{1}{2} mv^2$	動能	D9. $P = IV = I^2 R$	電路中的功率
B5. $P = Fv$	機械功率	D10. $F = BQv \sin \theta$	磁場對運動電荷的作用力
B6. $a = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$	向心加速度	D11. $F = BIl \sin \theta$	磁場對載流導體的作用力
B7. $F = \frac{Gm_1 m_2}{r^2}$	牛頓萬有引力定律	D12. $V = \frac{Bl}{nQt}$	霍耳電壓
C1. $\Delta y = \frac{\lambda D}{a}$	雙縫干涉實驗中條紋的寬度	D13. $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$	長直導線所產生的磁場
C2. $d \sin \theta = n\lambda$	衍射光柵方程	D14. $B = \frac{\mu_0 NI}{l}$	螺線管中的磁場
C3. $\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$	單塊透鏡方程	D15. $\epsilon = N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$	感生電動勢
		D16. $\frac{V_s}{V_p} \approx \frac{N_s}{N_p}$	變壓器副電壓和原電壓之比
		E1. $N = N_0 e^{-kt}$	放射衰變定律
		E2. $t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{k}$	半衰期和衰變常數
		E3. $A = kN$	放射強度和未衰變的原子核數目
		E4. $\Delta E = \Delta mc^2$	質能關係式

2013-DSE

物理

卷一 乙部

香港考試及評核局

2013年香港中學文憑考試

B

請在此貼上電腦條碼

考生編號

物理 試卷一

乙部：試題答題簿 B

本試卷必須用中文作答

乙部考生須知

- (一) 宣布開考後，考生須首先在第 1 頁之適當位置填寫考生編號；並在第 1、3、5、7 及 9 頁之適當位置貼上電腦條碼。
- (二) 參閱甲部試卷封面的考生須知。
- (三) 全部試題均須作答。
- (四) 答案須寫在本試題答題簿中預留的空位內。不可在各頁邊界以外位置書寫。寫於邊界以外的答案，將不予評閱。
- (五) 如有需要，可要求派發方格紙及補充答題紙，每一紙張均須填寫考生編號、填畫試題編號方格，貼上電腦條碼，並用繩縛於簿內。
- (六) 試場主任宣布停筆後，考生不會獲得額外時間貼上電腦條碼及填畫試題編號方格。

題號	分數
1	6
2	6
3	8
4	7
5	5
6	9
7	10
8	9
9	6
10	11
11	7

乙部：全部試題均須作答。標有 * 的分題涉及延展部分的知識。把答案寫在預留的空位內。

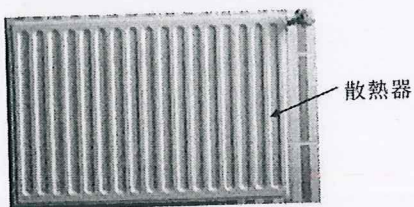
1.

圖 1.1



圖 1.1 所示為裝設在屋頂的太陽能加熱器。在日間，加熱器將 1.5 m^3 的水加熱至 80°C 。在夜間，貯水箱中的熱水會循環到屋內各房間的散熱器（見圖 1.2）為房間保溫。

圖 1.2



已知：水的密度 $= 1000 \text{ kg m}^{-3}$
水的比熱容 $= 4200 \text{ J kg}^{-1} ^\circ\text{C}^{-1}$

(a) 已知將水傳送期間有 15% 的能量散失，當水溫下降至 60°C ，系統放出了多少熱量到各房間？ (3 分)

$$E = mc\Delta T$$

(b) 已知散熱器在夜間能維持平均輸出功率於 4.5 kW 。散熱器可維持這平均功率多久，直至系統中的水溫下降至 60°C ？答案以小時表達。 (2 分)

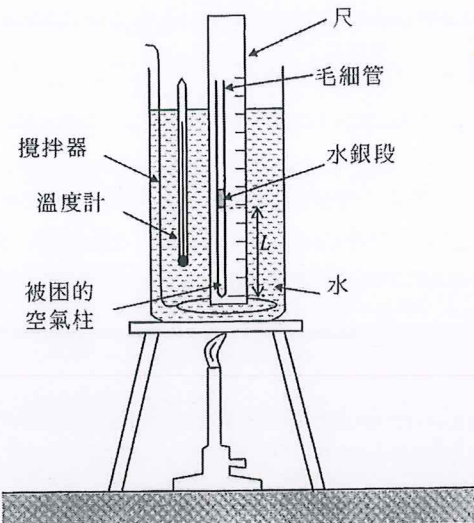
$$P = \frac{E}{t}$$

(c) 事實上，太陽能加熱系統的放熱率在 (b) 部所計算得的時段內並非恆定，而是逐漸下降。試解釋為何如此。 (1 分)

*2.

標準實驗

圖 2.1



在圖 2.1 顯示的均勻毛細管中，空氣柱被一小段水銀困住。實驗裝置在水槽中加熱，記錄空氣柱於不同溫度 θ 之下的長度 L 。部分結果表列如下：

溫度 $\theta / ^\circ\text{C}$	20		92
空氣柱的長度 L / mm	64		80

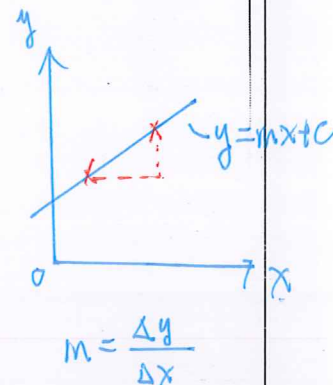
(a) 描述在記錄每一讀數之前須進行的步驟，以確保被困的空氣跟水的溫度達至相同。 (2 分)

(b) 假設長度 L 一直隨溫度 θ 線性地增加。

(i) 當溫度計錄得 65°C 的溫度時，估算空氣柱的長度。 (2 分)

(ii) 以這個實驗所得的結果求「絕對零度」。 (2 分)

$$pV = nRT$$



3. 一部重量為 8000 N 的升降機以恆定速率 2 m s^{-1} 上行，如圖 3.1 所示。繞於鼓軸上的鋼索為上行的升降機提供向上的力，而鼓軸則以電動機驅動。鋼索另一端固定於鼓軸上的 P 點。空氣阻力以及鋼索的質量可略去不計。

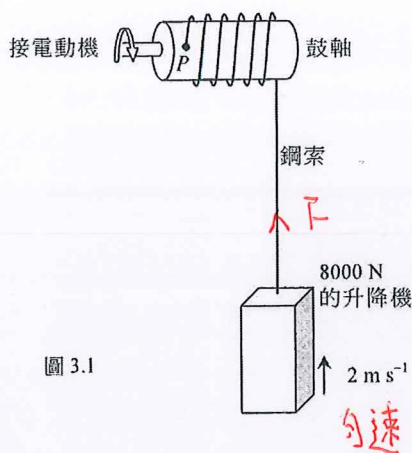


圖 3.1

- (a) (i) 計算電動機對上行升降機所輸出的機械功率。 $P = F \cdot v$ (2分)
- (ii) 電動機的總機械功率輸出為 20 kW 。對抗活動組件之間摩擦的功率損失是多少？ (1分)
- (b) 現於鋼索另一端裝上 7000 N 的平衡錘，如圖 3.2 所示。平衡錘的移動方向跟升降機相反，而升降機同樣以 2 m s^{-1} 上行。假設鋼索與鼓軸之間並無滑移。
- (i) 計算電動機在此情況下的總機械功率輸出。假設對抗活動組件之間摩擦的功率損失跟 (a) 部求得的相同。 $P_{\text{total}} = P_{\text{loss}} + F'v$ (2分)
- (ii) 指出裝設了平衡錘的好處。 $PE_{\text{loss}} \text{ by lift} \rightarrow PE_{\text{gain}} \text{ by counter weight}$ (1分)
- (iii) 有一說法認為由於摩擦引致功率損失，用一個表面無摩擦的鼓軸可進一步減低對電動機的功率需求。試評論該說法。 (2分)

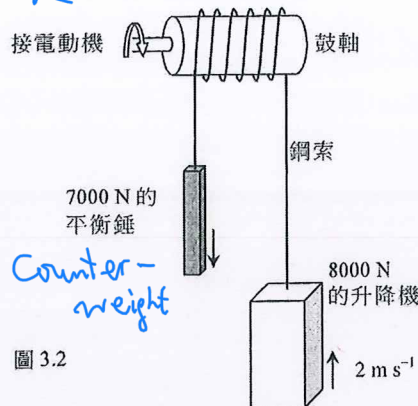


圖 3.2

- *4. 以速率 $1.2 \times 10^7\text{ m s}^{-1}$ 運動的一粒電子進入正方形區域 $ABCD$ ，區域內有指入紙面的 0.01 T 勻強磁場，如圖 4.1 所示。電子從 A 至 C 走了四分之一個圓形，並於 C 以相同速率離開。重力的影響可略去不計。

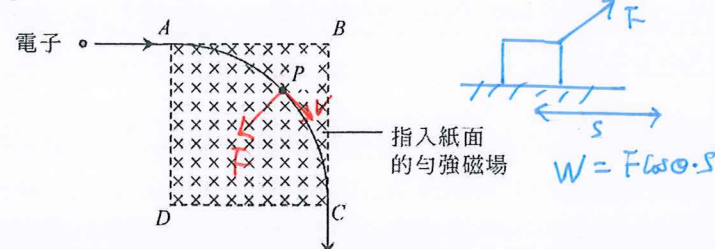


圖 4.1

- (a) (i) 求電子於其路徑上 P 點所受磁力的量值。 $F = qvB$ (2分)
- (ii) 在圖 4.1 標示電子於 P 點的加速度的方向。向心力 (1分)
- (b) 電子雖受磁力影響而加速，解釋為什麼它仍以相同速率從磁場中射出。力沒有做功 (2分)
- (c) 如果電子改為從 A 至 D 走一個半圓形，推導電子進入磁場時應有的速率。 (2分)
5. 傾斜的光滑路軌 ABC 穩固地固定於豎直面，而路軌的水平部分 BC 則承於實驗檯面上，如圖 5.1 所示。現提供一個滑行玩具、一把米尺以及一條粗糙的長紙帶，紙帶底的一面附有膠紙。

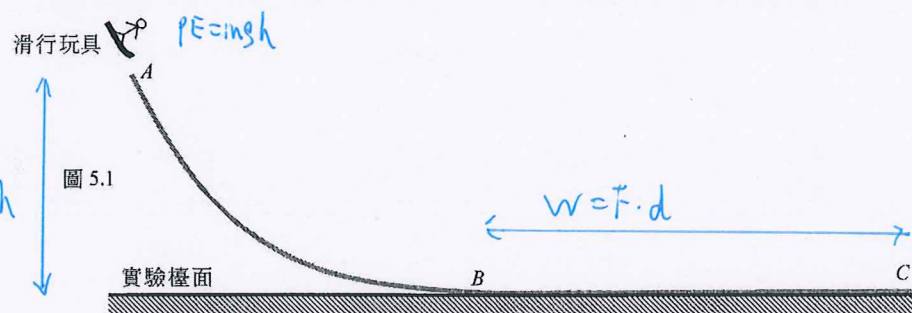


圖 5.1

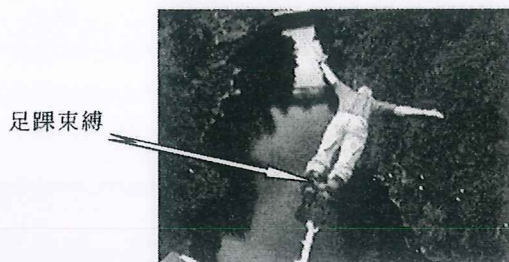
利用所提供的儀器，描述一實驗以探究滑行玩具的制動距離跟其釋放高度的關係。你的描述須包括所量度的物理量以及預期的結果。 (5分)

$$P_{\text{total}} \times \eta = P_{\text{out}}$$

$$P_{\text{loss}} = P_{\text{total}} (1 - \eta) = P_{\text{total}} - P_{\text{out}} \eta$$

6. 細閱這段有關「笨豬跳」的敘述，並回答下列問題。

笨豬跳 是一項從高處躍下的活動，參加者是以粗大的彈性繩索連繫着高點。當參加者躍下時，繩索會於下墜一段距離後拉伸。參加者在最低點瞬時靜止，然後往上回彈，參加者會繼續上下振盪數次才完全停下來。



教科書裡的例子

簡單的「足踝束縛」方式 (如上面的照片所示) 可把繩索連繫着參加者，但由於曾發生足踝束縛鬆脫的意外，很多主辦者現已改用「全身式安全帶」。



x_A 最高點 $u=0$
 PE_{max}
 x_B 有張力 KE_{max}
 $a \leq g$
 x_C 最低點 $v=0$
 $PE_{spring max}$
 $a < 0$

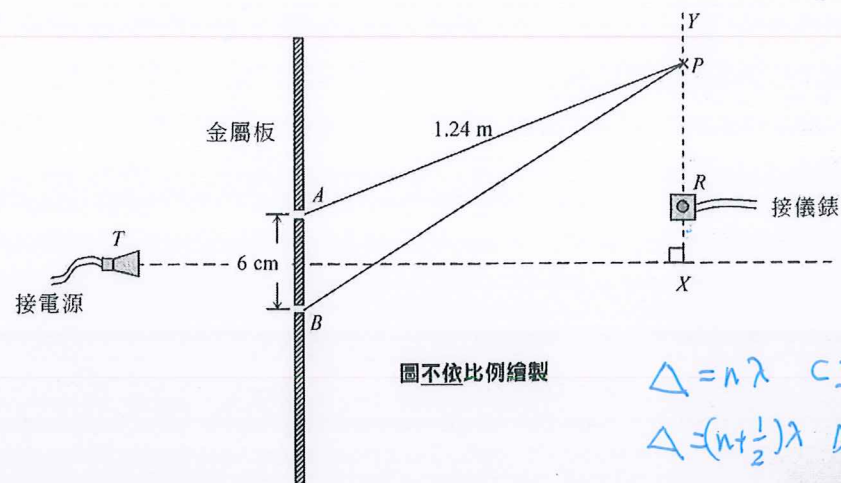
在回答以下各題時，空氣阻力的影響可忽略不計。

- (i) 描述參加者於第一次下墜直至最低點期間的加速度。 (3分)
- (ii) 從躍出開始，直至參加者到達第一次下墜的最低點的一刻，寫出期間的能量改變。 (2分)
彈性势能
- 就參加者所受的淨力，解釋為什麼繩索須有彈性。 制動力時間 (2分)
- 就接觸面積而言，解釋為什麼「全身式安全帶」較簡單的「足踝束縛」，可減低參加者於下墜時受傷或鬆脫的機會。 (2分)
面積

$$P = \frac{F}{A}$$

7.

圖 7.1



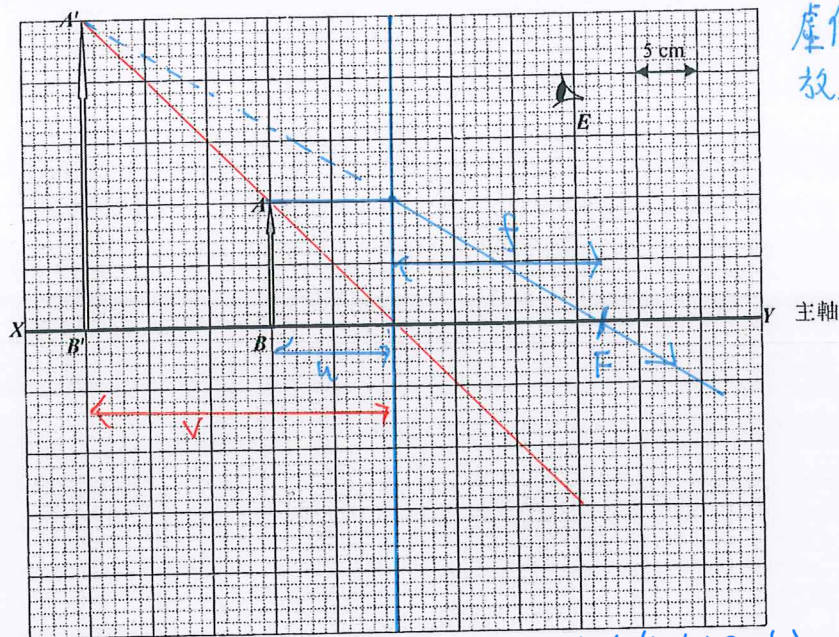
$$\Delta = n\lambda \quad CI$$

$$\Delta = (n + \frac{1}{2})\lambda \quad DI$$

圖 7.1 顯示用以探究微波干涉的實驗裝置。發射器 T 發射出波長為 2 cm 的微波，並通過金屬板所形成的兩狹縫 A 和 B 。如圖所示，狹縫相距 6 cm 。連接着儀錶的探測器 R 從 X 移向 Y ，以偵測微波的強度。發射器 T 以及點 X 跟 A 和 B 等距。

- 計算微波的頻率。 (2分)
long
- (i) 當 R 沿 XY 移動，儀錶顯示強弱相間的訊號。試加以說明。 (2分)
- (ii) 在位置 P 測得第二個最小訊號，而 $AP = 1.24 \text{ m}$ 。求 BP 。 (2分)
 1.5λ
- (iii) 當 R 沿 XY 從 X 移向 Y 並繼續外移，解釋可否偵測到超過三個最大訊號。 (2分)
 $\Delta < AB$
- 微波可應用於雷達。為什麼頻率較低的無線電波並不適用於雷達？ (2分)
長波 繞射

8.1



虚像
放大

- (a) (i) 所成的像是實像還是虛像? (1分)
 (O 和 I 在鏡面的同方)
 (凸透鏡 : 放大的像)
- (ii) 所用透鏡屬哪一類型? 試解釋你的答案。 (2分)
- (b) (i) 找出透鏡 L 的光心 O , 並在圖 8.1 繪出透鏡 L 的位置。 (1分)
- (ii) 透過繪畫一條額外的光線, 標出透鏡的主焦點 F , 並求透鏡的焦距。水平標度設為 1 cm 代表 5 cm。 (2分)
- $$\frac{1}{f} = \frac{1}{10} + \frac{1}{-25}, f = 16.7 \text{ cm}$$
- 焦距 = _____。
- (c) 繪畫一光線以顯示圖中的眼睛 E 如何通過透鏡 L 看到箭頭 A 的成像。 (2分)
- (d) 指出透鏡 L 如以上所示情況中的一項用途。 (1分)

*(a) 計算 ^{14}C 的衰變常數，以 s^{-1} 為單位。據此求這木材樣本中 ^{14}C 原子核的數目。(3分)

$$k = \frac{\lambda_{n2}}{T} = 3.83 \times 10^{12} \quad A = \lambda N, \quad 0.2 = 3.83 \times 10^{12}$$

假設生物於生存時通過從大氣吸收二氧化碳 (CO_2) 因而含恆定比例的碳-14，其值為 $^{14}\text{C}/^{12}\text{C} = 1.3 \times 10^{-12}$ 。

$$N = 5.22 \times 10^{10}$$

- (b) 這個木材樣本的總碳含量為 1×10^{23} 個碳原子核。估算當該樣本死去時，它原本擁有的 ^{14}C 原子核數目。

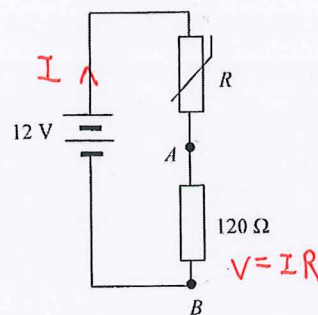
$$N_0 = 1 \times 10^{23} \times \frac{1}{3} \times 10^{-12} = 3.3 \times 10^{11} \quad (1 \text{ 分})$$

$$N_0 = 1 \times 10^{23} \times 1.3 \times 10^{-12} = 1.3 \times 10^{11}$$

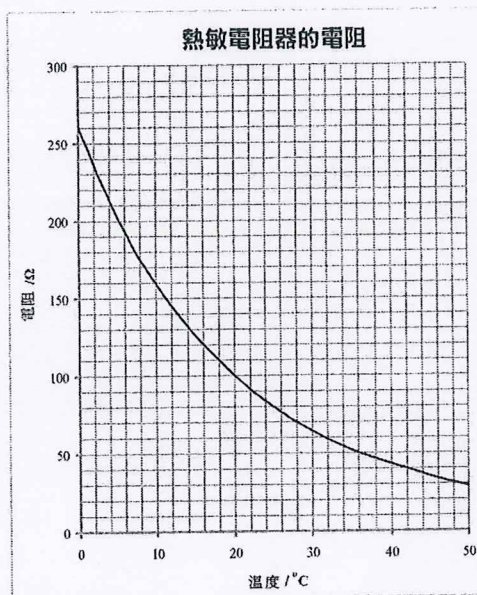
- * (c) 利用 (a) 和 (b) 部的結果估算該樣本的年齡，並以年為單位。 (2分)

$$5.22 \times 10^{10} = 1.33 \times 10^{11} e^{-3.83 \times 10^{-2} \cdot t}, t = 2.44 \times 10^{11} s$$

10. (a) 在圖 10.1 所示的電路中，內阻可略的 12 V 電池組連接着熱敏電阻器 R 和電阻為 $120\ \Omega$ 的電阻器。所示線圖為熱敏電阻器的電阻跟溫度的變化。



10.1



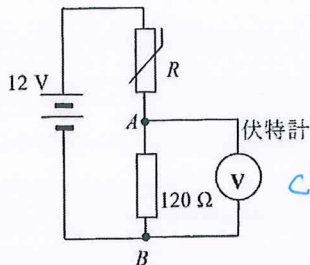
- (i) 求熱敏電阻器 R 於 25°C 時的電阻。 (1 分)

$$\checkmark V_{AB} = \frac{12}{120+20} \times 120 = 7,2V$$

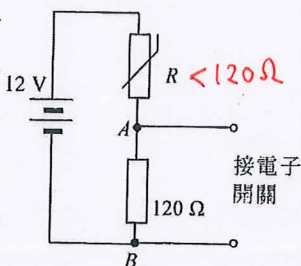
$$\rightarrow V_{AB} = \frac{120}{120+80} \times 12 = 7.2V$$

- (b) 凱莉用電阻約為 $1\text{ k}\Omega$ 的伏特計量度 V_{AB} 以確定以上計算。她發覺縱使十分小心進行量度，所得讀數跟 (a) 部求得的數值有些微不同。解釋為何如此。建議可怎樣改善量度的準確度。(3分)

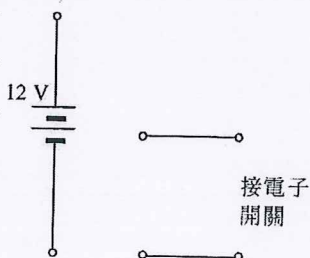
$R_V \neq \infty$



- (c) (i) 跨 AB 接一電子開關，倘若溫度升高於某定值而使 V_{AB} 為 6.0 V 或以上，則電壓差 V_{AB} 可驅動開關來啟動一風扇。利用線圖所提供的資料，求使風扇保持開動的最低溫度。顯示你的步驟。(2分)



- (ii) 在不增加額外元件下，完成下面的新電路圖以闡釋怎樣修改電路，使在溫度降至低於某定值時啟動一發熱裝置。解釋電路的運作。不需作任何計算。(3分)

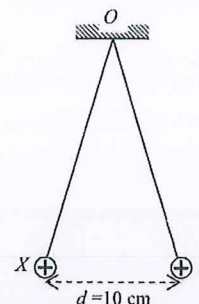


11.

圖 11.1 顯示兩個相同的細小金屬球 X 和 Y ，以等長的絕緣線懸掛着。每個金屬球的質量為 $1.0 \times 10^{-5}\text{ kg}$ ，並分別帶 3.1 nC ($1\text{ nC} = 10^{-9}\text{ C}$) 的正電荷。兩球的間距 d 為 10 cm 。球的大小跟兩者間距相比可忽略，因此兩球可視為點電荷。取 $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9\text{ N m}^2\text{ C}^{-2}$ ，($g = 9.81\text{ m s}^{-2}$)



圖 11.1

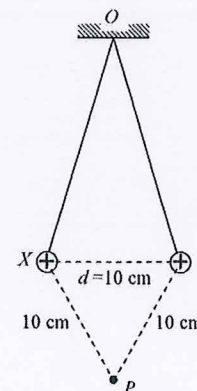


圖不依比例繪製

靜電學
很少出現
在長題目

- (a) 求兩線之間的夾角。(3分)
- (b) 點 P 位於固定點 O 豎直下方，並跟每個金屬球相距 10 cm 。
- (i) 標示該兩個帶電金屬球在 P 點所產生的合電場的方向。(1分)

圖 11.2



- *(ii) 計算在 P 點的電勢。在無窮遠處的電勢取作零。(2分)
- (iii) 現於 P 點放置一個有限大小的不帶電金屬球，指出間距 d 會因該金屬球的存在而增加、減小還是保持不變。(1分)

間距 d

物理 試卷二
試題答題簿

本試卷必須用中文作答
一小時完卷（上午十一時四十五分至下午十二時四十五分）

考生須知

- (一) 宣布開考後，考生須首先在第1頁之適當位置填寫考生編號；並在第1、3、5及7頁之適當位置貼上電腦條碼。
- (二) 本試卷共有甲、乙、丙和丁四部。每部有八條多項選擇題和一條佔10分的結構式題目。考生須選答任何兩部中的全部試題。
- (三) 結構式題目的答案須寫在所提供的答題簿中。多項選擇題應以HB鉛筆把與答案相應的圓圈塗滿。每題只可填畫一個答案，若填畫多個答案，則該題不給分。
- (四) 如有需要，可要求派發方格紙及補充答題紙。每一紙張均須填寫考生編號、填畫試題編號方格，貼上電腦條碼，並用繩縛於答題簿內。
- (五) 考試完畢，試題答題簿及答題簿須分別繳交。
- (六) 本試卷的附圖未必依比例繪成。
- (七) 試題答題簿最後兩頁附有本科常用的數據、公式和關係式以供參考。
- (八) 試場主任宣布停筆後，考生不會獲得額外時間貼上電腦條碼及填畫試題編號方格。

甲部：天文學和航天科學

Q.1: 多項選擇題

easy

1.1 將以下天體依其跟地球的距離由近到遠排列：

- (1) 太陽
- (2) 離地球 8.6 ly 的天狼星
- (3) 離地球 19 AU 的天王星

- A. (1) (2) (3)
B. (1) (3) (2)
C. (3) (1) (2)
D. (3) (2) (1)

- A B C D
☐ ☐ ☐ ☐

easy

1.2 就有關描述宇宙的托勒密地心模型和哥白尼日心模型，下列哪些敘述是正確的？

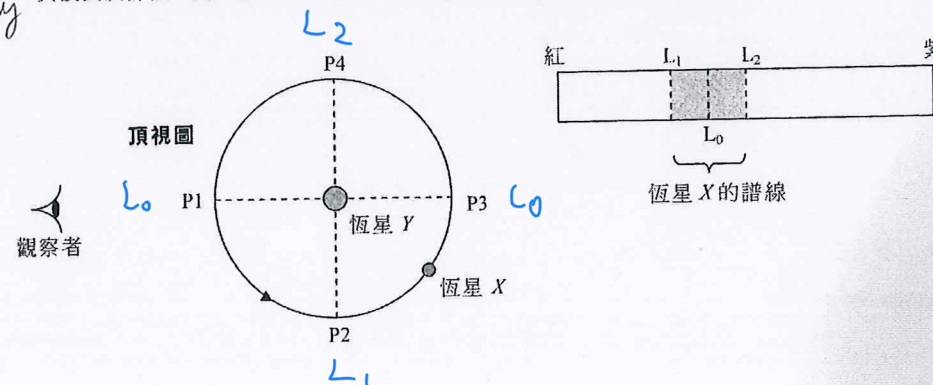
- (1) 在兩個模型中，軌道皆為圓形。
- (2) 在兩個模型中，地球皆位於月球軌道的中心。
- (3) 兩個模型都可用來解釋逆行運動。

- A. 只有 (1)
B. 只有 (3)
C. 只有 (1) 和 (2)
D. (1)、(2) 和 (3)

- A B C D
☐ ☐ ☐ ☐

1.3 恆星 X 於近乎圓形的軌道上繞恆星 Y 運動。在地球上觀察者觀察來自 X 的一條譜線，發現其波長於界限 L_1 和 L_2 之間變動， L_0 為該譜線在實驗室觀測得的波長。

easy

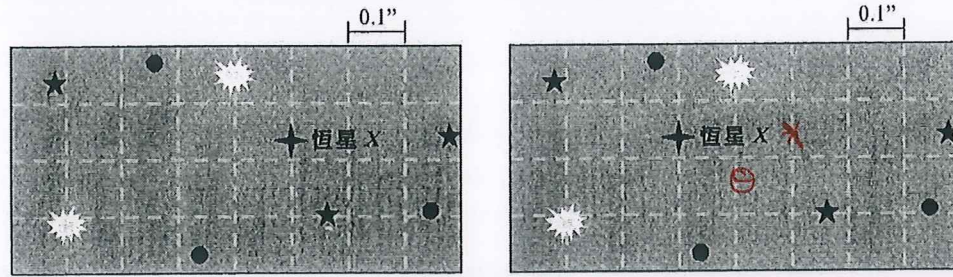


哪些波長對應於恆星 X 的位置 P1、P2、P3 和 P4？

- | | P1 | P2 | P3 | P4 |
|----|-------|-------|-------|-------|
| A. | L_0 | L_1 | L_0 | L_2 |
| B. | L_1 | L_0 | L_2 | L_0 |
| C. | L_0 | L_2 | L_0 | L_1 |
| D. | L_2 | L_0 | L_1 | L_0 |

- A B C D
☐ ☐ ☐ ☐

- 1.4 下面兩幅圖是相隔六個月拍攝同一天域的圖像。圖上覆蓋了方格線，每個方格的大小對應的角標度為 0.1 弧秒。以秒差距為單位，恆星 X 與地球的距離是多少？



一月份景觀

七月份景觀

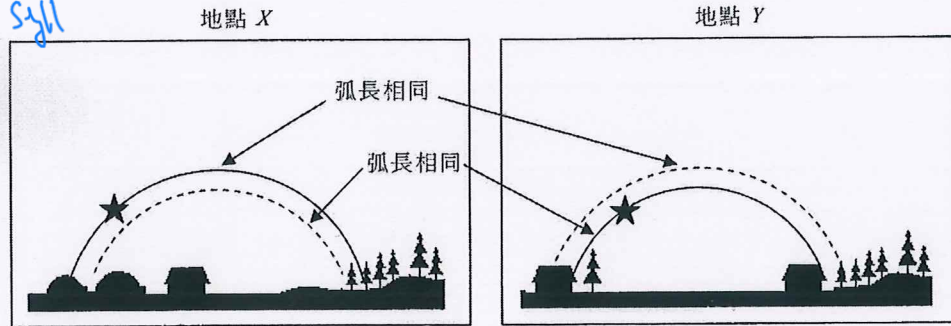
- A. 0.1 pc
B. 0.2 pc
C. 5 pc
D. 10 pc

$$d = \frac{1}{p} = \frac{1}{0.2/2} = 10 \text{ pc}$$

- A ☐ B ☐ C ☐ D ☐

- 5 在北半球的地點 X 和地點 Y 觀察同一恆星。在同一晚上於兩地點所看到的景象如下圖所示。

out syll



面向南方

面向南方

下列哪項描述正確？

- | | | |
|----|-------------|------------------------|
| A. | X 位於 Y 的南方。 | 恆星在 X 從昇起至落下的時段較在 Y 長。 |
| B. | X 位於 Y 的南方。 | 恆星在 X 從昇起至落下的時段較在 Y 短。 |
| C. | X 位於 Y 的北方。 | 恆星在 X 從昇起至落下的時段較在 Y 長。 |
| D. | X 位於 Y 的北方。 | 恆星在 X 從昇起至落下的時段較在 Y 短。 |

- A ☐ B ☐ C ☐ D ☐

- 1.6 恆星 P 和 Q 的光度相同。恆星 P 的亮度為恆星 Q 的 25 倍。我們可推斷出

反平方定律

- A. P 的距離是 Q 的 5 倍。
B. Q 的距離是 P 的 5 倍。
C. P 的距離是 Q 的 25 倍。
D. Q 的距離是 P 的 25 倍。

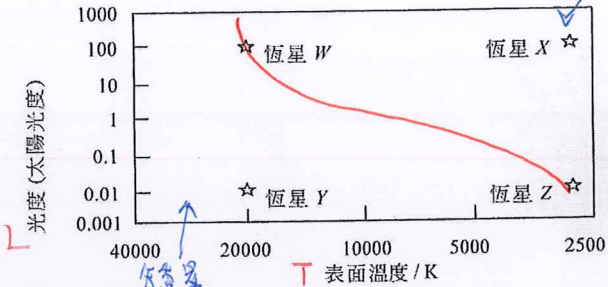
$$I \propto \frac{1}{r^2}$$

$$\frac{I_P}{I_Q} = \frac{r_Q^2}{r_P^2} = 25$$

$$r_Q : r_P = 5 : 1$$

- A ☐ B ☐ C ☐ D ☐

- 1.7 下圖顯示恆星 W、X、Y 和 Z 的資料。



巨星
H-R 圖
赫羅

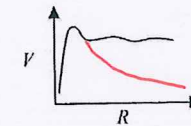
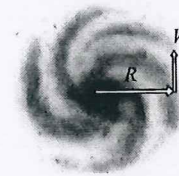
下列哪些有關恆星半徑的敘述是正確的？

- (1) X 的半徑 > W 的半徑
(2) W 的半徑 > Y 的半徑
(3) Y 的半徑 > Z 的半徑

- A. 只有 (1)
B. 只有 (3)
C. 只有 (1) 和 (2)
D. 只有 (2) 和 (3)

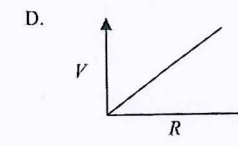
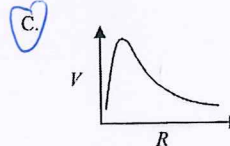
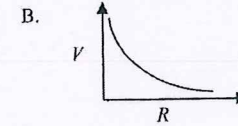
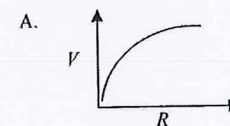
- A ☐ B ☐ C ☐ D ☐

1.8



No dark matter
smaller gravitational force
smaller tangential velocity

圖示一星系的頂視圖，以及觀測所得的旋轉速率 V 跟離星系中心的半徑 R 的變化，而該曲線揭示了暗物質的存在。倘若暗物質並不存在，則以下哪個應為預期的旋轉曲線？



- A ☐ B ☐ C ☐ D ☐

Q.1: 結構式題目

已知 $GM = 4.0 \times 10^{14} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-1}$ ，其中 G 為萬有引力常數， M 為地球質量。
 地球的平均半徑 = 6400 km。
 地球靜止軌道的半徑約為 42400 km，即位於地球表面之上 36000 km。

以下描述把一個人造衛星發射到地球靜止軌道的一個方法：

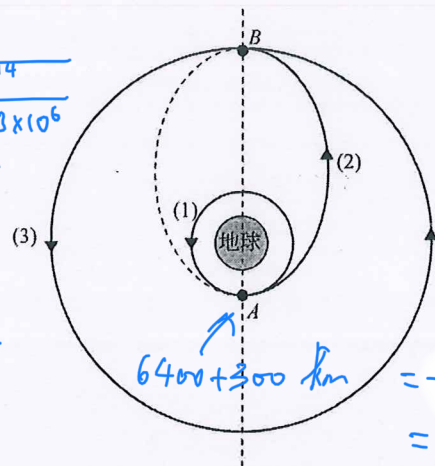
- 用運載火箭把人造衛星發射到距地球表面 300 km 的圓形近地軌道 (1)。
- 於 A 點，人造衛星的引擎啟動一段短時間，使衛星推進入橢圓形轉移軌道 (2)，而 AB 為橢圓的長軸。
- 於 B 點，人造衛星的引擎再次啟動片刻，使衛星推進入地球靜止軌道 (3)。

$$(b) \frac{mv^2}{r} = \frac{GMm}{r^2}$$

$$v = \sqrt{\frac{4 \times 10^{14}}{6.4 \times 10^6 + 0.3 \times 10^6}} = 7727 \text{ m s}^{-1}$$

$$(c)(i) E_{\text{total}} = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{GMm}{r}$$

$$= \frac{GMm}{2r} - \frac{GMm}{r} = -\frac{GMm}{2r}$$



$$U_{\text{earth surface}} = -\frac{GMm}{R_E}$$

$$(c)(ii) \Delta E = -\frac{GMm}{2r_B} - \left(-\frac{GMm}{2r_A}\right)$$

$$= -\frac{GMm}{2} \left(\frac{1}{r_B} - \frac{1}{r_A}\right)$$

$$= -\frac{4 \times 10^{14} \times 2000}{2} \left(\frac{1}{42400 \times 10^3} - \frac{1}{6700 \times 10^3}\right)$$

$$= 5.03 \times 10^{10} \text{ J}$$

假設三組軌道處共面，而橢圓軌道分別於 A 和 B 點跟兩個圓形軌道相切。當人造衛星在轉移軌道上由 A 至 B 運動期間，引擎是關上的。

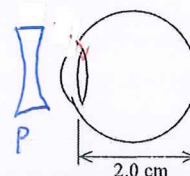
- 同步衛星 $T = 24 \text{ hr}$
- (a) 通訊衛星一般會被發射到地球靜止軌道，指出並解釋這個安排的好處。 (2分)
- (b) 求人造衛星在近地軌道 (1) 上的速率。 向心力 = 引力 (2分)
- (c) (i) 就質量為 m 的人造衛星在半徑 r 的圓形軌道繞地球運動，證明其總機械能為 $-\frac{GMm}{2r}$ ，其中 M 為地球的質量。設人造衛星在無窮遠處的重力勢能為零。 $E_{\text{total}} = E_k + E_p$ (2分)
- (ii) 利用 (c)(i) 的結果計算將質量為 $m = 2000 \text{ kg}$ 的人造衛星，從通過 A 點的近地軌道 (1) 轉移至通過 B 點的地球靜止軌道 (3) 所需的能量。 (2分)
- (iii) 人造衛星沿轉移軌道 (2) 由 A 至 B 運動需時多久？ (2分)

difficult

丁部：醫學物理學

Q.4: 多項選擇題

- 4.1 圖示一個有視覺缺陷人士的眼球。視網膜與折射部分的光心相距 2.0 cm，而折射部分的最少焦強為 +55 D。矯正該視覺缺陷需配戴焦強為多少的眼鏡？



$$V =$$

$$P + 55 = \frac{1}{\infty} + \frac{1}{0.02}$$

$$P = -5D$$

- (A) -5 D
 (B) -10 D
 (C) +5 D
 (D) +10 D

- A B C D
☐ ☐ ☐ ☐

- 4.2 志聰觀察相隔 5 mm 間距的兩個點物體，兩物體發出波長 550 nm 的綠光。假設在正常日光下志聰眼睛的瞳孔直徑約為 3 mm，估算他最多距離該兩物體多遠而仍可分辨出它們？

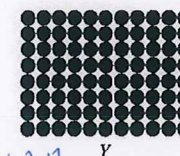
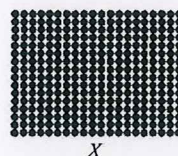
$$\theta = \frac{1.22\lambda}{d} = \frac{1.22 \times 550 \times 10^{-9}}{0.003}$$

$$= 2.237^\circ \text{ and } s = r\theta, 0.005 = r \times 2.237^\circ, r = 22.4 \text{ m}$$

- A. 42.4 m
 B. 24.2 m
 (C) 22.4 m
 D. 20.4 m

- A B C D
☐ ☐ ☐ ☐

- 4.3 下圖顯示用於內窺鏡的兩束相干光導纖維 X 和 Y 。兩束纖維的橫截面大小相同，但 X 的光導纖維較多並較幼。以下哪些敘述是正確的？



- (1) 從 X 得到的圖像亮度遠高於 Y 。
 (2) X 比 Y 可屈曲得較多。
 (3) 從 X 得到的圖像分辨率比 Y 的高。

- A. 只有 (1) 和 (2)
 B. 只有 (1) 和 (3)
 (C) 只有 (2) 和 (3)
 D. (1)、(2) 和 (3)

- A B C D
☐ ☐ ☐ ☐

- 4.4 人耳的靈敏度高是基於聲波到達內耳前，其壓強改變被大幅放大了。以下哪些事實促成這個巨大的放大率？

- (1) 當耳骨把振動從耳膜傳遞至內耳的卵圓窗時會產生槓桿作用。
 (2) 耳膜的面積比內耳的卵圓窗大很多。
 (3) 內耳中的液體的密度比外面的空氣高很多。

- (A) 只有 (1) 和 (2)
 B. 只有 (1) 和 (3)
 C. 只有 (2) 和 (3)
 D. (1)、(2) 和 (3)

- A B C D
☐ ☐ ☐ ☐

- 4.5 一個揚聲器接連一擴音機來產生聲音。當供給揚聲器的功率為 50 W，於某處所造成的聲強級為 100 dB。假設並無其他聲源，而揚聲器將電能轉換為聲音的效率固定，於同一處產生 110 dB 的聲強級所需的功率為何？

- A. 52 W
B. 55 W
C. 100 W
D. 500 W

$$\begin{aligned} \textcircled{1} \quad 100 &= 10 \log \left(\frac{50}{P_0} \right) \\ \textcircled{2} \quad 110 &= 10 \log \left(\frac{P'}{P_0} \right) \\ \textcircled{3} - \textcircled{1} : 10 &= 10 \log \left(\frac{P'}{50} \right) \\ P' &= 500 \text{ W} \end{aligned}$$

- A ☐ B ☐ C ☐ D ☐

- 4.6 鐳-99m 是一種放射性同位素，它會進行 γ 衰變而半衰期為 6 小時。將鐳-99m 跟一種容易被肝臟吸收的物質結合，並給一病人服用，然後於不同時間以伽瑪照相機拍攝一系列影像。下列哪些敘述是正確的？



服用 1 小時後



服用 3 小時後



服用 6 小時後

- (1) 影像較深色部分對應於肝臟令 γ 射線有較高衰減的部分。
(2) 該系列影像提供了病人肝臟功能的資料。
(3) 影像之間的差異完全是源於鐳-99m 的衰變。

- A. 只有 (1)
B. 只有 (2)
C. 只有 (1) 和 (3)
D. 只有 (2) 和 (3)

- A ☐ B ☐ C ☐ D ☐

- 4.7 以下哪些有關超聲波醫學成像的敘述是正確的？

- (1) 超聲波有潛在危險，因為它是一種致電離輻射。
(2) 超聲波不適用於肺掃描，因為它到達肺部的組織-空氣界面時幾乎全被反射。
(3) 高頻超聲波的貫穿能力較強，但所得圖像分辨率較低。

- A. 只有 (1)
B. 只有 (2)
C. 只有 (1) 和 (3)
D. 只有 (2) 和 (3)

- A ☐ B ☐ C ☐ D ☐

- 4.8 一名交通意外的傷者懷疑腦部有內出血。為確定可能有出血的位置，哪一個醫學成像方法最適用？

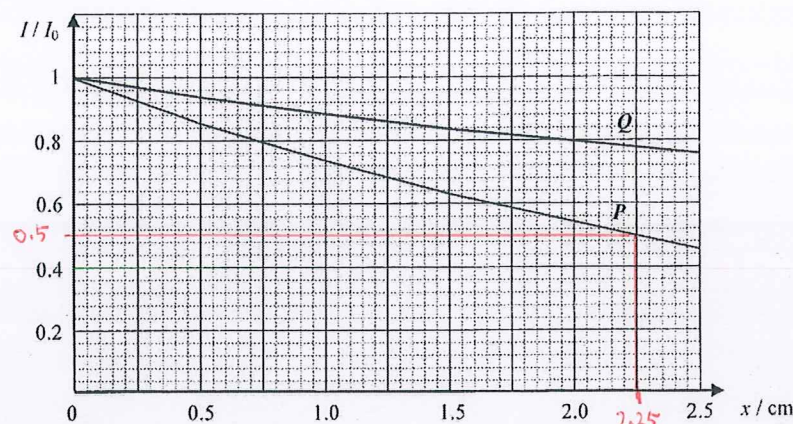
- A. 超聲波掃描
B. 內窺鏡
C. X-射線放射攝影
D. 電腦斷層造影(CT)

- A ☐ B ☐ C ☐ D ☐

Q.4: 結構式題目

- (a) 圖 4.1 顯示當一束 X-射線分別穿透兩介質 P 和 Q 一段距離 x 後，X-射線束的強度怎樣改變。X-射線束的初始強度為 I_0 。

圖 4.1



- (i) 介質 P 的半值厚度為多少？

$$2.25 \text{ cm}$$

- (ii) 求介質 P 的線衰減係數。

$$\mu = \frac{\ln 2}{x_{1/2}} = \frac{0.693}{2.25} = 0.308 \text{ cm}^{-1}$$

- (iii) 介質 Q 的密度是高於、等於還是低於介質 P？

低，衰減較少

- (b) 圖 4.2 是一幅胸部的 X-射線放射攝影圖像。

圖 4.2



要花時間去寫

- (i) 根據不同介質包括軟組織和骨骼對所通過 X-射線的影響，解釋該圖像如何形成。(2 分)
(ii) 簡單解釋為什麼相比 X-射線放射攝影，電腦斷層造影 (CT) 能提供更具詳細的身體結構資料。(2 分)
(iii) 雖然 CT 圖像具有上述優點，寫出兩個原因 (除了 CT 掃描儀較昂貴之外) 說明為何不以電腦斷層造影完全取代傳統的 X-射線放射攝影。(2 分)

有效劑量

便捷性