

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）

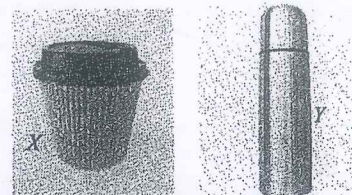
考生須知

- (一) 本卷分甲、乙兩部。考生宜於 50 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。

1.

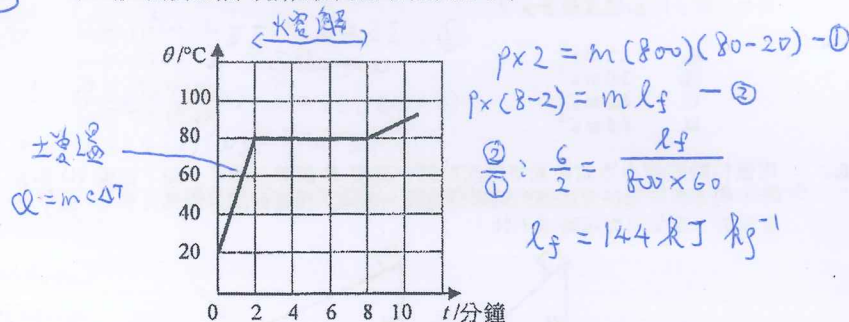


從雪櫃取出兩球相同的雪糕，並放進上圖所示的紙杯 X 和真空瓶 Y。在室溫下，容器內的雪糕完全熔化所需時間分別為 t_X 及 t_Y 。下列哪項是預期的結果以及正確解釋？

- A. $t_X > t_Y$ ，因真空瓶可減少熱散失至周圍環境。
- B. $t_X > t_Y$ ，因真空瓶可保持物件熱燙。
- C. $t_Y > t_X$ ，因真空瓶可透過放熱至周圍環境以保持物件冷凍。
- ☒ D. $t_Y > t_X$ ，因真空瓶可減低從周圍環境吸熱的率。

2.

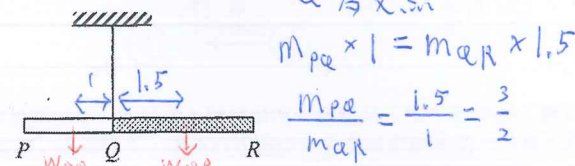
2 status
2 eqns



跟周圍環境隔熱的一個固體物質 X，以功率恆定的電熱器將其加熱。它的溫度 θ 隨時間 t 的變化如上圖所示。X 在固態時的比熱容為 $800 \text{ J kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ 。X 的熔解比潛熱是多少？

- ☒ A. 144 kJ kg^{-1}
- B. 192 kJ kg^{-1}
- C. 202 kJ kg^{-1}
- D. 沒法求得答案，因 X 的質量和電熱器的功率未有提供。

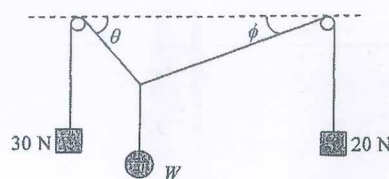
3.



勻截面的棒 PQR 是由兩段密度皆為均勻的不同物料 PQ 和 QR 複合而成。PQ 段跟 QR 段長度的比率為 2:3。當棒自 Q 點懸掛着時，它可如圖示保持水平。PQ 段跟 QR 段質量的比率為多少？

- A. 2:3
- B. 1:1
- ☒ C. 3:2
- D. 沒法求得答案，因兩段的密度比率未有提供。

4.



如圖所示，兩條輕繩穿越兩個在同一高度的滑栓並連接重量 W ，繩子另外兩端分別繫着 30 N 及 20 N 的重量，整個系統處於平衡狀態。下列哪項有關 W 的推斷是正確的？

- A. W 小於 50 N。
 B. W 等於 50 N。
 C. W 大於 50 N。
 D. 未能獲得有關 W 的資料，因角 θ 和 ϕ 為未知數。

$$30 \sin \theta + 20 \sin \phi = W \leq 50$$

$$30 \cos \theta = 20 \cos \phi$$

5. 一粒子沿直線以勻加速度一直運動，用了 4 s 移動 36 m 的距離，接着用了 2 s 再移動 36 m。粒子的加速度是多少？

- A. 2.5 m s^{-2}
 B. 3.0 m s^{-2}
 C. 4.0 m s^{-2}
 D. 4.5 m s^{-2}

$$\textcircled{1}: 36 = u \times 4 + \frac{1}{2} a (4)^2$$

$$u = \frac{36 - 8a}{4} = 9 - 2a$$

$$\textcircled{2}: 36 + 36 = u \times (4 + 2) + \frac{1}{2} a (4 + 2)^2$$

$$72 = (9 - 2a)(6) + 18a, a = 3 \text{ m s}^{-2}$$

6. 兩個相同的細小方塊在光滑斜面於同一高度 H 從靜止滑下，如下面圖 (1) 和圖 (2) 所示。兩方塊到達斜面底部的速率分別為 v_1 和 v_2 ，所需時間分別為 t_1 和 t_2 。以下哪一項是正確的？空氣阻力可略去不計。

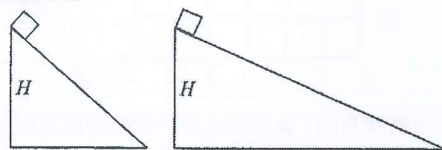


圖 (1)

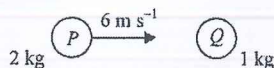
圖 (2)

- A. $v_1 > v_2$ 及 $t_1 = t_2$
 B. $v_1 > v_2$ 及 $t_1 < t_2$
 C. $v_1 = v_2$ 及 $t_1 = t_2$
 D. $v_1 = v_2$ 及 $t_1 < t_2$

Conservation of energy
 $P = mgh \Rightarrow KE = \frac{1}{2} mv^2$

same height
 same final v

7.



質量 2 kg 的球 P 對正碰撞另一初始時靜止的球 Q ， Q 的質量為 1 kg。碰撞前的速率為 6 m s^{-1} 。如果碰撞後兩球沿相同方向運動，下列哪項可能為 Q 剛碰撞後的速率？

- (1) 2 m s^{-1}
 (2) 4 m s^{-1}
 (3) 6 m s^{-1}

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

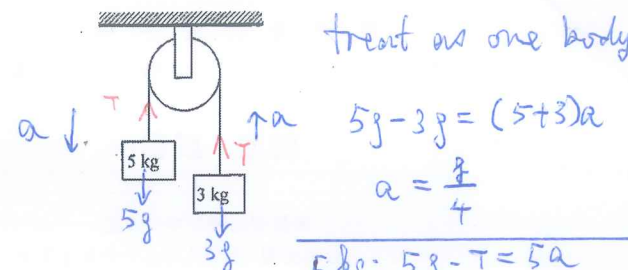
$$\textcircled{1} \quad 2 \times 6 = 2v_p + v_q$$

$$\textcircled{2} \quad \text{and } v_q \geq v_p$$

P 永遠不能「爬頭」

8.

質量分別為 5 kg 及 3 kg 的兩方塊，以一條繞過輕滑輪的輕繩連接，滑輪為無摩擦並固定的。當方塊被釋放時，求它們加速度的量值，以重力加速度 g 表達。空氣阻力可略去不計。



treat as one body

$$5g - 3g = (5 + 3)a$$

$$a = \frac{g}{4}$$

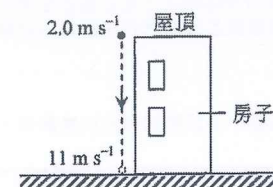
$$5 \text{ kg}: 5g - T = 5a$$

$$3 \text{ kg}: T - 3g = 3a$$

- A. g
 B. $\frac{g}{2}$
 C. $\frac{g}{4}$
 D. $\frac{g}{8}$

9.

初速不
 一定是零



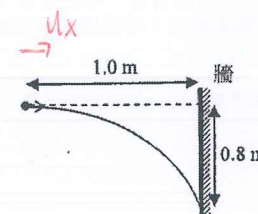
$$11^2 = 2^2 + 2(9.81)h$$

$$h = 6.0 \text{ m}$$

在一房子的屋頂將一粒子豎直擲下，初速為 2.0 m s^{-1} 。如圖所示，粒子到達地面時的速率為 11 m s^{-1} 。估算房子的高度，空氣阻力可略去不計。 ($g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$)

- A. 3.3 m
 B. 6.0 m
 C. 6.5 m
 D. 12 m

*10.



vertically
 $0.8 = \frac{1}{2} (9.81) t^2$
 $t = 0.404 \text{ s}$
 horizontally
 $1 = u_x \cdot 0.404$
 $u_x = 2.5 \text{ m s}^{-1}$

一粒子被水平拋射向 1.0 m 外的豎直牆壁。它擊中牆壁的位置在拋射點豎直下方 0.8 m。粒子以何速率拋射而出？空氣阻力可略去不計。 ($g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$)

- A. 2.0 m s^{-1}
 B. 2.5 m s^{-1}
 C. 5.0 m s^{-1}
 D. 6.3 m s^{-1}

*11. 在環繞地球的圓形軌道運動的太空船內，太空人好像失重是由於

- A. 太空人離地球太遠，因而感受不到地球的引力。
- ☒ B. 太空人和太空船兩者以向着地球的同一加速度運動。
- C. 地球對太空人的引力被太空船地板的反作用力平衡。
- D. 地球對太空人的引力被向心力平衡。

*12. 人造衛星沿圓形軌道運動，距地球表面的高度等於地球半徑。求衛星的加速度，以地球表面的重力加速度 g 表達。

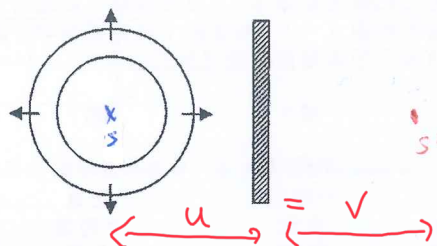
- A. $\frac{g}{8}$
- ☒ B. $\frac{g}{4}$
- C. $\frac{g}{2}$
- D. g

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

$$g' = \frac{GM}{(2R)^2} = \frac{1}{4} \frac{GM}{R^2} = \frac{g}{4}$$

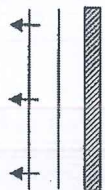
$$mg = \frac{GMm}{R^2}$$

13.

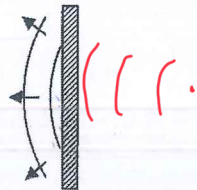


上圖顯示由落在水波槽的水滴造成的兩個圓形脈衝。脈衝隨後被直障礙物反射。以下哪一幅圖最能顯示反射脈衝？

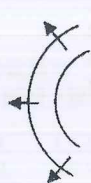
A.



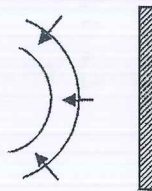
☒ B.



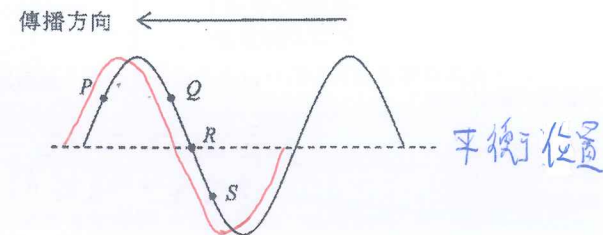
C.



D.



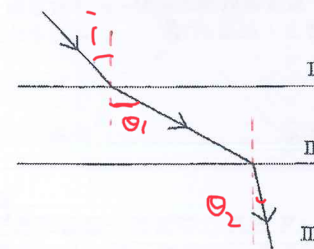
14. 一列橫波沿長繩子向左傳播。P、Q、R 和 S 是繩子上的粒子。以下哪些敘述正確描述它們在圖示一刻的運動？



- (1) P 向上運動。
- (2) Q 和 S 的運動方向相反。
- (3) R 為瞬時靜止。

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

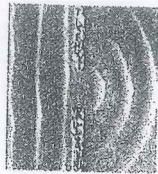
15. 圖示一條光線由介質 I 傳播至介質 III 的路徑，各個界面互相平行。試把光在各介質中的速率以升序排列。



- A. $I < III < II$
- B. $II < III < I$
- ☒ C. $III < I < II$
- D. $III < II < I$

◎ 越大，速率越高

16.

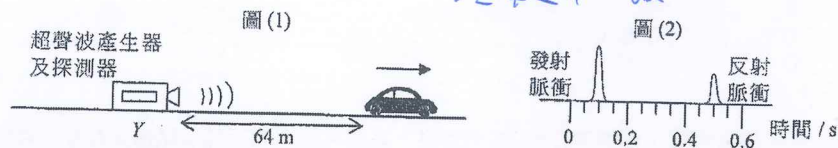


上圖顯示連續的平面海浪穿過海堤中的一個缺口並發生繞射。假設海浪的頻率不變，下列哪項能增大繞射效應？

- (1) 海堤的缺口收窄。
(2) 海浪的波長增加。
(3) 海浪的振幅增大。

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

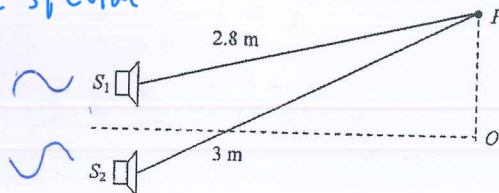
17.



- A. 16 m s^{-1}
B. 20 m s^{-1}
C. 24 m s^{-1}
D. 32 m s^{-1}

18.

quite special



$PS_2 - PS_1 = 3 - 2.8 = 0.2 \text{ m}$
 $= 20 \text{ cm} = 2\lambda \Rightarrow$ 相消
 $S_1O - S_2O = 0 \Rightarrow$ 相消
 $\therefore$ 反相

兩個揚聲器 S_1 和 S_2 連接着一個訊號產生器，但它們產生的聲波是反相的。O 點跟兩揚聲器等距，而 P 點與兩揚聲器的距離如圖所示。如果聲波的波長為 10 cm ，在 O 和 P 會產生哪類型的干涉？

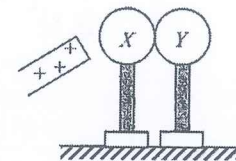
- | | O | P |
|----|----|----|
| A. | 相消 | 相長 |
| B. | 相長 | 相長 |
| C. | 相消 | 相消 |
| D. | 相長 | 相消 |

19. 下列哪項有關聲波的敘述是正確的？

- (1) 聲波是電磁波。
(2) 聲波不能在真空中傳播。
(3) 聲波不能形成駐波。

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

20.



兩個不帶電的絕緣金屬球 X、Y 互相接觸。如圖所示，把一根帶正電的棒移近 X，接着用手指短暫接觸 X 一下，然後把 Y 移走使兩球分開，最後將該帶電的棒移走。下列哪項有關 X 和 Y 所帶電荷的描述是正確的？

球 X

球 Y

- A. 不帶電
B. 不帶電
C. 負電
D. 負電

- 不帶電
正電
不帶電
負電

Try answer D $\Rightarrow +ve$
 $Q_1 = F = \frac{4}{1^2} - \frac{16}{2^2} = 0$
 $Q_2 = F = -\frac{4}{1^2} + \frac{4}{1^2} = 0$
 $Q_3 = F = \frac{4}{2^2} - \frac{4}{1^2} = 0$

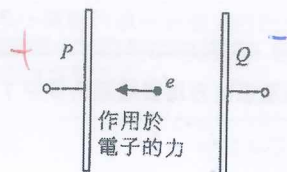
21.

估估吧
不必計數

三個點電荷 Q_1 、 Q_2 及 Q_3 固定於直線上， Q_2 位處 Q_1 及 Q_3 的中點，作用於每個電荷的合靜電力為零。下列哪項可以是 Q_1 、 Q_2 和 Q_3 的符號及量值(以相同任意單位表示)？

- | | Q_1 | Q_2 | Q_3 |
|----|-------|-------|-------|
| A. | +2 | +1 | +2 |
| B. | +2 | -1 | +2 |
| C. | -4 | +1 | +4 |
| D. | -4 | +1 | -4 |

22.



$$F = qE$$

$$W = 11.2$$

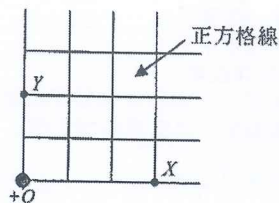
兩塊平行金屬板 P 和 Q 與電池組連接 (沒有顯示於圖上), 使兩板維持於某電勢差。放在兩板之間的一粒電子感受到量值為 $8.0 \times 10^{-18} \text{ N}$ 向 P 的靜電力。下列哪項有關板間的電場 E 的描述是正確的?

- A. $E = 0.02 \text{ NC}^{-1}$ 從 Q 至 P 。
 B. $E = 0.02 \text{ NC}^{-1}$ 從 P 至 Q 。
 C. $E = 50 \text{ NC}^{-1}$ 從 Q 至 P 。
 D. $E = 50 \text{ NC}^{-1}$ 從 P 至 Q 。

$$8.0 \times 10^{-18} = E \times 1.6 \times 10^{-19}$$

$$E = 50 \text{ NC}^{-1} \text{ from } P \text{ to } Q$$

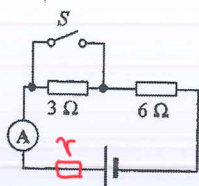
*23.
out sight



圖示孤立點電荷 $+Q$ 的位置。如果在 X 的電勢為 V , 在 Y 的電勢為多少?

- A. $\frac{2}{3}V$
 B. $\frac{3}{2}V$
 C. $\frac{4}{9}V$
 D. $\frac{9}{4}V$

24.



$$\text{S closed} \quad \text{S opened}$$

$$\text{emf} = 3(6+r) = I(9+r)$$

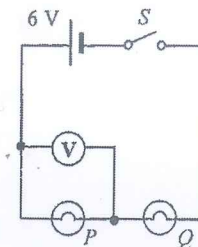
$$I = \frac{18+3r}{9+r}$$

$$\text{when } r=0 \Rightarrow I=2.0 \text{ A}$$

在上圖的電路中, 電池有恆定電動勢及固定的內阻。當開關 S 閉合, 安培計的讀數為 3.0 A 。當開關 S 斷開時, 安培計的讀數可以是多少?

- A. 1.6 A
 B. 2.0 A
 C. 2.4 A
 D. 3.2 A

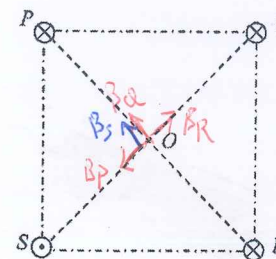
25.



圖示兩燈泡 P 和 Q 連接電動勢為 6 V 的電池, 而電池的內阻可略。當開關 S 閉合時, 伏特計讀得 6 V 。下列哪一項可能發生?

- A. P 和 Q 都短路了。
 B. P 和 Q 都燒毀了變成斷路。
 C. P 短路了或 Q 燒毀了變成斷路。
 D. P 燒毀了變成斷路或 Q 短路了。

26.



右手握拳定則

如圖所示, 四條處於正方形頂點的長直平行導線 P 、 Q 、 R 和 S 有等值的電流通過。 P 、 Q 和 R 每條導線上的電流指入紙面, 而通過 S 的電流則指出紙面, 在正方形中央 O 點的合磁場方向是沿着

- A. OP 。
 B. OQ 。
 C. OR 。
 D. OS 。

27.

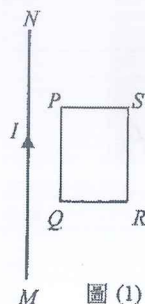
需要時間
去思考

圖 (1)

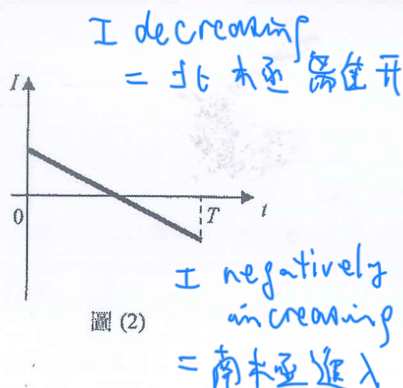
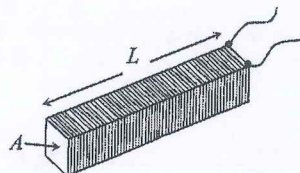


圖 (2)

如圖 (1) 所示，一條載流長直導線 MN 和矩形線圈 $PQRS$ 固定於同一平面。當電流 I 從 M 流向 N 時其值設為正數，而電流隨時間 t 的變化如圖 (2) 所示。在時段 $0 - T$ 內線圈上感生電流的方向是

- A. 首先是逆時針，其後是順時針。
B. 首先是順時針，其後是逆時針。
C. 一直為逆時針。
D. 一直為順時針。

28.

筆記：長度 $L \uparrow$
 $B \uparrow$ 

$$B = \mu_0 n I$$

$$= \mu_0 \frac{N}{L} I$$

圖示一個密堆積的長螺線管，截面積為 A ，長度為 L 而總匝數為 N 。螺線管一直帶恆定的直流電。以下哪項改變可增加在螺線管中央截面處的磁通量密度 B ？

	長度	截面積	總匝數
A.	$2L$	$2A$	$2N$
B.	L	$2A$	N
C.	$2L$	A	N
D.	L	A	$2N$

↑
不影響

*30. 當一發熱器連接 10 V 的直流電壓時，耗散的功率為 P 。如果發熱器連接一正弦交流電，耗散的功率則變為 $\frac{1}{2}P$ 。該交流電源的方均根電壓是多少？設發熱器的電阻恆定。

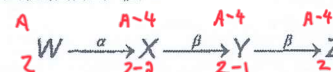
- A. 5 V
B. $5\sqrt{2}\text{ V}$
C. 10 V
D. $10\sqrt{2}\text{ V}$

$$P = \frac{10^2}{R}$$

$$\frac{V_{rms}^2}{R} = \frac{1}{2}P = \frac{1}{2}\left(\frac{10^2}{R}\right)$$

$$V_{rms} = \sqrt{50} = 5\sqrt{2}\text{ V}$$

31. 原子核 W 如下面所示衰變成原子核 Z ：



下列哪些敘述是正確的？

- (1) 原子核 X 較原子核 Y 多一顆質子。
(2) 原子核 W 較原子核 X 多兩顆中子。
(3) W 和 Z 是屬於同一元素的同位素。

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

V_{rms} 的定義
是假設使
用 D.C. 時的
值

32. 在一個會發射出 α 和 γ 輻射的放射源前方附近放置一 GM 計數器，所錄得計數率為每分鐘 450 次，而本底輻射的計數率則為每分鐘 50 次。把三種不同物料依次放於放射源與計數器之間，所得的結果見下表。

物料	所錄得計數率 / 每分鐘次數
(沒有)	450
卡紙	x
1 mm 鋁	y
2 mm 鉛	z

以下哪一個為 x 、 y 和 z 最合適的數值組合？

- | | x | y | z |
|----|-----|-----|-----|
| A. | 300 | 300 | 100 |
| B. | 300 | 100 | 50 |
| C. | 100 | 100 | 0 |
| D. | 100 | 50 | 50 |

- *33. 一個鐳原子核衰變成一個氦原子核時會發射出一個 α 粒子，過程中釋放出 4.9 MeV 的能量。一個氦原子核和一個 α 粒子的總質量比一個鐳原子核的質量

- A. 少 5.4×10^{-11} kg。
 B. 多 5.4×10^{-11} kg。
 C. 少 8.7×10^{-30} kg。
 D. 多 8.7×10^{-30} kg。

$$m \times (3 \times 10^8)^2 = 4.9 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19}$$

$$m = 8.7 \times 10^{-30} \text{ kg}$$

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。

請在此貼上電腦條碼

考生編號

題號	分數
1	7
2	6
3	12
4	9
5	7
6	8
7	7
8	12
9	8
10	8

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.

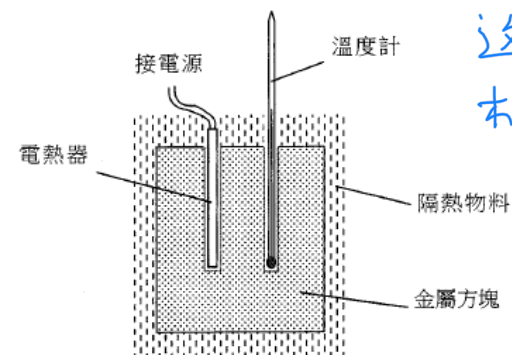
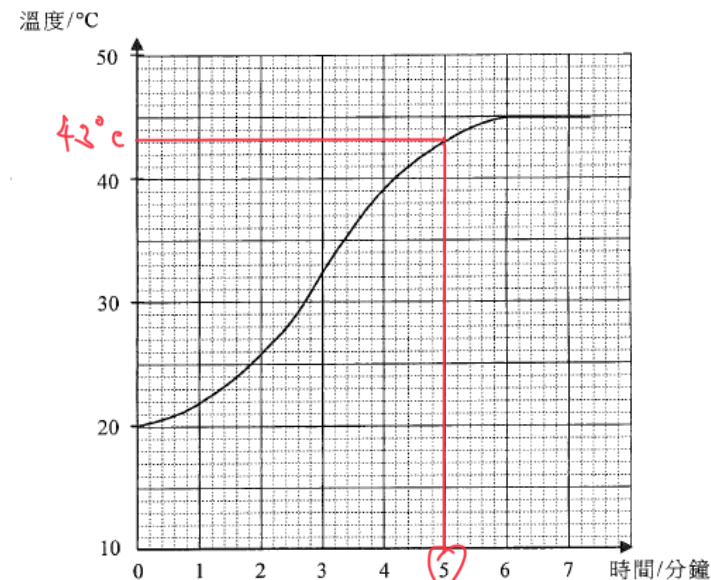


圖 1.1

圖 1.1 顯示量度金屬比熱容的實驗裝置。一金屬方塊以隔熱物料包裹着，一電熱器接駁着電源。當金屬方塊的溫度為 20°C 時將電熱器開啟，然後在溫度達 43°C 時把它關掉。下面線圖顯示金屬方塊的溫度隨時間的變化。



- (a) 利用線圖求電熱器接通電源的時間。5 min (1分)
- (b) 在電熱器關掉後，金屬方塊的溫度繼續上升了一會。解釋為何如此。 (1分)

傳熱需要時間

- (c) 已知：金屬方塊的質量 = 0.80 kg
電熱器電壓 = 12 V
電熱器電流 = 4.0 A } $P = VI = 48W$

(i) 考慮金屬方塊最大的溫度上升，計算實驗所得的金屬比熱容。 (2分)

$$P \cdot t = mc \Delta T \Rightarrow 48 \times 5 \times 60 = 0.8c(40-20) \Rightarrow c = 720 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

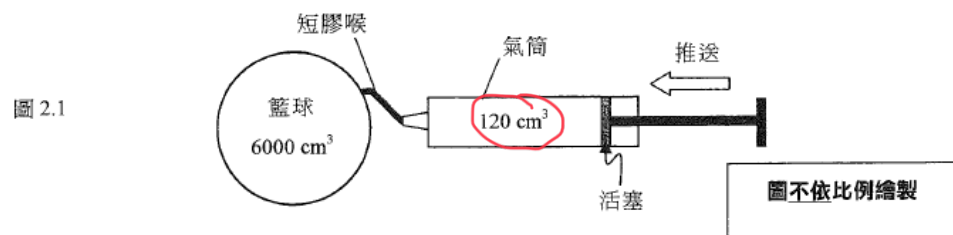
(ii) 你計算所得的結果，跟金屬比熱容的實際數值比較是相同、較大還是較小？試解釋。 (2分)

能量散失於周圍

(d) 這個方法不適用於量度玻璃方塊的比熱容。試解釋。 (1分)

是不良導熱體

*2. 圖 2.1 顯示一個籃球以短膠喉接駁着氣筒。每一次把氣泵的活塞往內推，可將氣筒內 120 cm^3 處於大氣壓強和室溫下的空氣壓入籃球。



初始時，籃球內空氣的體積為 6000 cm^3 ，且跟 100 kPa 的大氣壓強平衡。用於正式比賽的籃球其壓強需達 156 kPa 。在整個泵氣過程中，設籃球以及周圍環境的溫度保持在恆定的室溫。

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow 100 V_0 = 156 \times 6000, V_0 = 9360 \text{ cm}^3$$

每一次把活塞往內推，氣泵的活門（未有在圖 2.1 顯示）可容許氣筒內的空氣全部壓入籃球，並防止其於活塞往外拉時重返氣筒。

$$\therefore \text{air Vol} = 9360 - 6000 = 3360 \text{ cm}^3$$

(a) (i) 證明需把 3360 cm^3 原本處於大氣壓強的空氣壓入籃球，方能使其壓強適用於正式比賽。設籃球的體積 6000 cm^3 保持不變。 (3分)

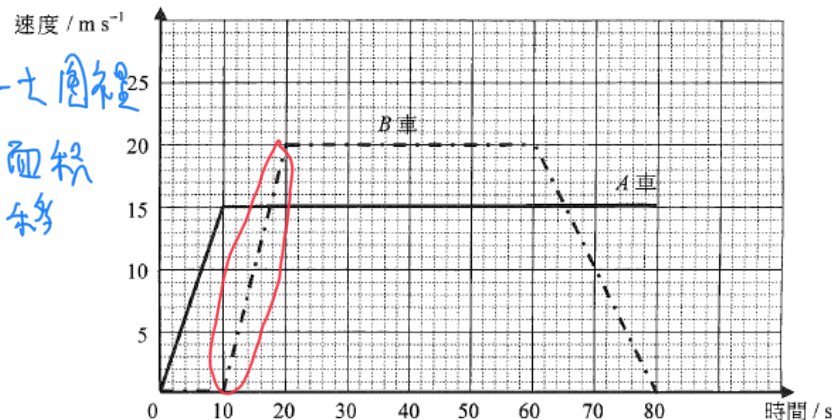
(ii) 據此估算要令籃球達至所需的壓強，需最少把活塞往內推多少次？ (1分)

$$n = 3360 \div 120 = 28 \text{ 次}$$

(b) 根據理想氣體的分動運動論，解釋當空氣被壓入籃球時，球內的壓強為何增加。 (2分)

$n \uparrow \Rightarrow \text{撞壁} \uparrow$

3. 初始時，在相同位置的兩輛車 A 和 B 沿同一水平直路開始運動。下面的線圖顯示兩車的速度如何隨時間變化。



在 V-t 圖裡
線下面積
= 位移

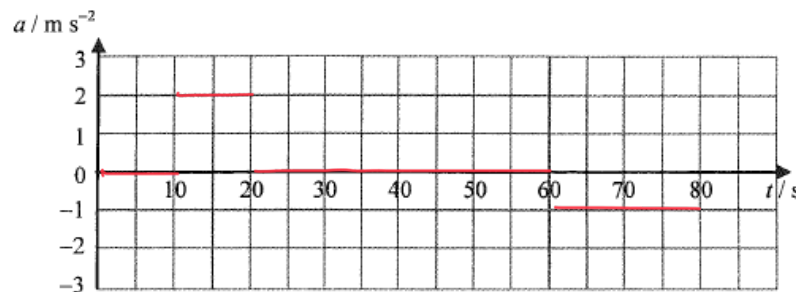
(a) 描述 A 車在時間 $t = 0$ 至 $t = 80 \text{ s}$ 整個旅程的運動。 (2分)

0-10s: 加速, 10-20s: 匀速

(b) (i) 哪一輛車在旅程中達到的加速度最大？求該加速度。 (2分)

$$B \text{ 車}: a = (20-0)/(20-10) = 2 \text{ m s}^{-2}$$

(ii) 草繪 B 車從 $t = 0$ 至 $t = 80 \text{ s}$ 的加速度-時間 ($a-t$) 線圖。 (2分)



$$\therefore AB = 125 \text{ m}$$

(c) (i) 在 $t = 20 \text{ s}$ ，A 車和 B 車的間距是多少？ $S_A = 225 \text{ m}$, $S_B = 100 \text{ m}$ (2分)

(ii) 推斷 B 車在哪一時間追及 A 車。 45 s , try to estimate when is same area (2分)

(d) 兩車的大小和形狀相近。已知每輛車所受的總阻力跟其速度的平方成正比。試求在時段 $t = 20 \text{ s}$ 至 $t = 60 \text{ s}$ 內，A 車引擎與 B 車引擎輸出功率的比率。 (2分)

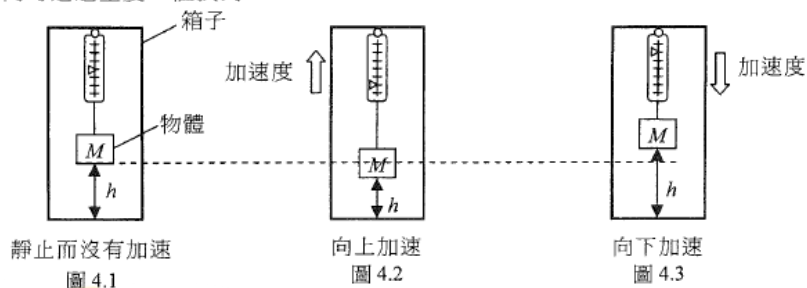
difficult

$$P_A : P_B = F_A \cdot V_A : F_B \cdot V_B$$

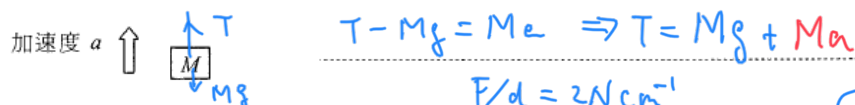
$$= V_A^3 : V_B^3 = 3^3 : 4^3 = 27 : 64$$

4. 細閱這段有關「加速計」的敘述，並回答下列問題。

加速計是量度加速度的裝置。以下例子闡明一個簡單加速計的原理。在一個箱子內，質量為 M 的物體以彈簧秤懸掛著。如果箱子靜止而沒有加速，物體距箱底為 h (圖 4.1)。當箱子向上加速時， h 值減少 (圖 4.2)。同樣地，當箱子向下加速時， h 值則增加 (圖 4.3)。已知彈簧秤的張力跟其伸長成正比，因此箱子加速度的量值和方向可透過量度 h 值找到。

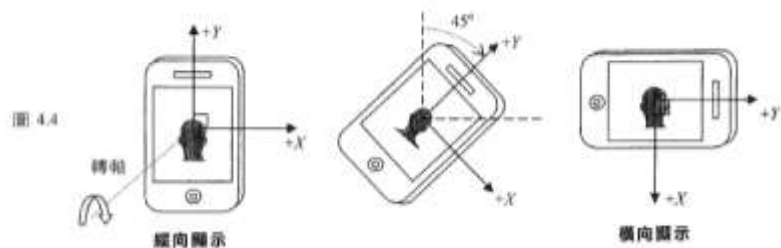


- (a) 在下面的空間繪出附標示的自由體圖，以顯示當箱子以加速度 a 向上加速時物體所受的力。解釋為何 h 值在這情況下會減少。(4分)



- (b) 彈簧秤的刻度已校準為每當受力改變 2 N 則指針移動 1 cm 。物體的重量為 5 N 。如果 h 值比圖 4.1 的情況減少了 0.5 cm ，彈簧秤的讀數是多少？據此求箱子對應的加速度的量值。(重力加速度 $g = 9.81\text{ m s}^{-2}$) (3分)

採用相近原理的電子加速計已廣泛應用於智能電話。電話內置了數個加速計以檢測其定向，每個加速計分別檢測沿電話上相互垂直的軸上的重力加速度。圖 4.4 左方顯示豎直定向的電話，其沿 Y 軸的加速計感應到的是重力加速度，標示為 $a_Y = -g$ 。當電話繞垂直 X 及 Y 軸的水平軸旋轉超過 45° 時，「縱向顯示」會變為「橫向顯示」，如圖 4.4 右方所示。



- (c) 如果將電話沿順時針旋轉，直至在旋轉了的 Y 軸上的加速計感應到的加速度 a_Y 為 $-0.5g$ ，所出現的會是哪一種顯示？試加以說明。(2分)

$$a_Y = -0.5g = -g \cos \theta \quad \therefore \theta = 60^\circ > 45^\circ \Rightarrow \text{橫向}$$

5.

圖 5.1

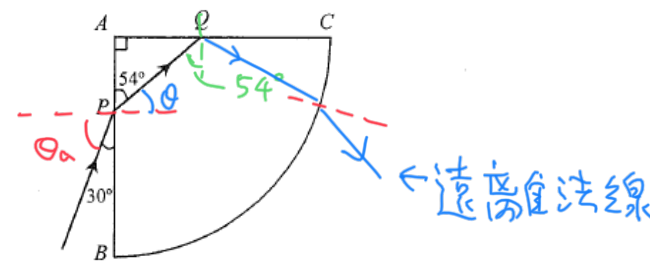


圖 5.1 顯示玻璃塊 ABC 的截面。 ABC 為四分之一個圓形，其中心為 A 。如圖所示，一條紅色光線於 P 點入射 AB 面，而折射光線射向 AC 面的 Q 點。

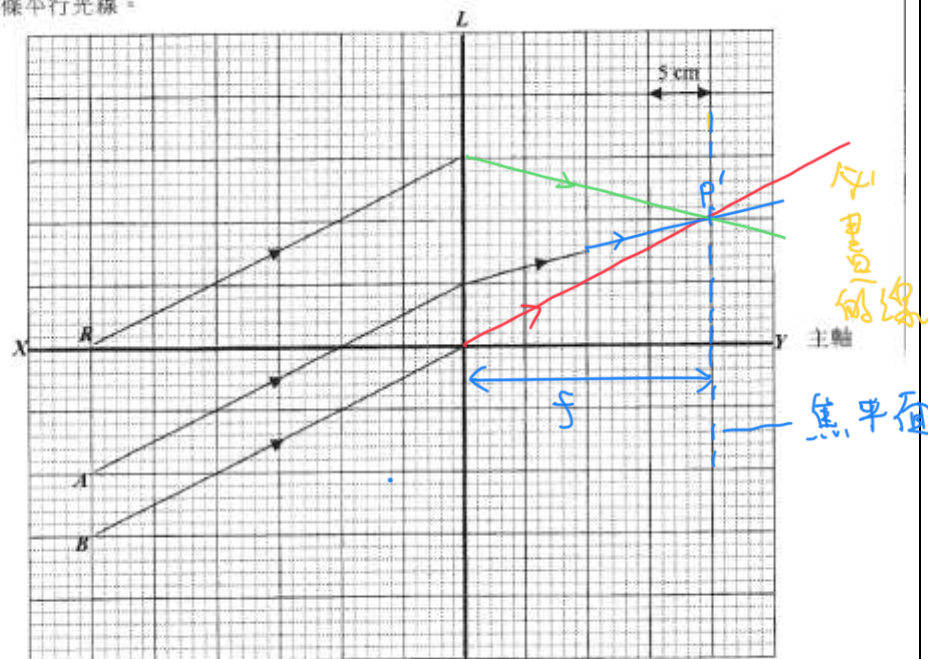
- (a) 計算玻璃對紅光的折射率。 $n = \frac{\sin \theta_a}{\sin \theta} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 36^\circ} = 1.47$ (2分)
- (b) 解釋為什麼光線射向 AC 面的 Q 點時會全部被反射。(2分)
- (c) 在圖 5.1 草繪光線隨後的路線，直至它最終從玻璃塊出射到空氣。(2分)
- (d) 如果入射的是白色光線，當它最終從玻璃塊出射時可觀察到什麼？(1分)

$$\begin{aligned} \sin c &= \frac{1}{1.47}, c = 42.7^\circ, 54^\circ > c \Rightarrow \text{全內反射} \\ 5 &= mg, m = \frac{5}{g} \\ 1 &= ma \\ 1 &= \frac{5}{g}a \\ a &= \frac{1}{5}g = 0.2g \text{ 向上} \end{aligned}$$

看到光譜

6. 在圖 6.1 中， XY 是薄球面透鏡 L 的主軸，而 $A \cdot B$ 是來自一遙遠物體（未有繪出）上某點 P 的兩條平行光線。

圖 6.1

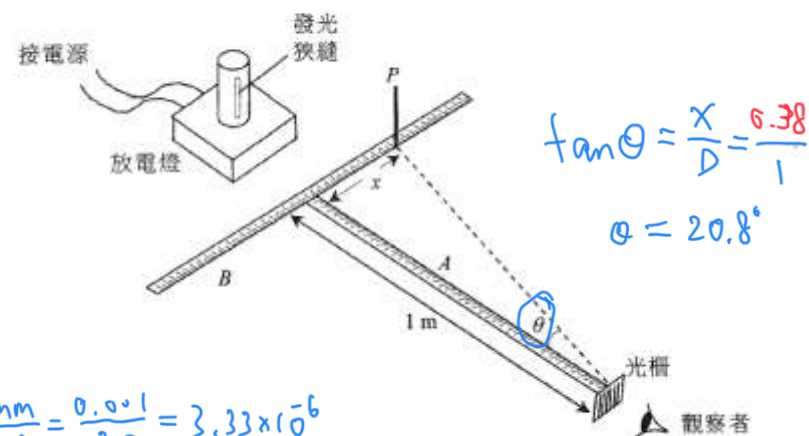


- (a) 透鏡 L 屬哪一類型？試加以說明。 (2分)
凸透鏡 Ray A 偏向光心
- (b) (i) 找出 P 所成的像的位置（標作點 P' ）。 (2分)
 (ii) 據此求透鏡的焦距。 (1分)
 焦距 = 20 cm
- (c) 7 R 是來自同一點 P 的光線，試完成其穿過透鏡後的光路。 (1分)
- (d) 根據以上光線圖所示的情況，描述一個簡單的實驗方法以找出透鏡 L 的焦距。 (2分)

屏幕捕捉影像

7. 圖 7.1 顯示用來測定單色光波長的裝置。單色光從放電燈的豎直狹縫射出，兩把米尺 A 和 B 互相垂直放於實驗檯上，米尺 A 指向放電燈。刻線為豎直定向的衍射光柵放在米尺 A 的另一端。使豎直的長針 P 沿米尺 B 移動，直至觀察者看到長針與第二級衍射像重疊。透過量度其對應的距離 x 以找出衍射角 θ 。

圖 7.1



$$d = \frac{1 \text{ mm}}{300} = \frac{0.001}{300} = 3.33 \times 10^{-6}$$

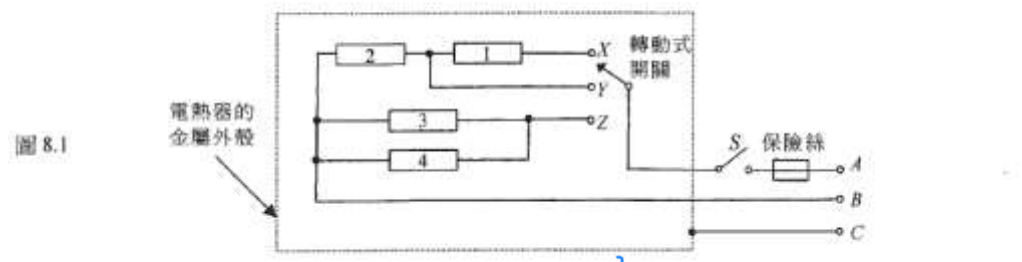
光柵每 mm 刻有 300 線，而第二級衍射像對應的 x 量得為 0.38 m

- (a) (i) 計算衍射角 θ 。 20.8° $d \sin \theta = n \lambda$ (1分)
 $3.33 \times 10^{-6} \times \sin 20.8^\circ = 2 \lambda$ (3分)
 $\lambda = 5.92 \times 10^{-7} \text{ m}$
- (ii) 據此求放電燈所射出光的波長。 (3分)
- (a) (iii) 說出量度第二級而非第一級衍射像的位置的一個優點。 (1分)
有較大的 $\theta \Rightarrow$ 誤差 $\downarrow$
- (b) 在這個實驗中，發光狹縫未必完全對準米尺 A 。試建議一個減低該誤差的方法。 (2分)

全取直尺兩邊的數據
 並以平均值計算

$$R = 96.8 \Omega$$

8. 在圖 8.1 示意圖中的電熱器內有四個相同的發熱元件，每個的額定值為 500 W 220 V。使用者可透過轉動式開關來選擇三個操作模式 X、Y、Z 其中之一。從電熱器出來的導線 A、B、C 通過三腳插頭連接至 220 V 交流市電。



- (a) 求一個發熱元件的電阻 R 。

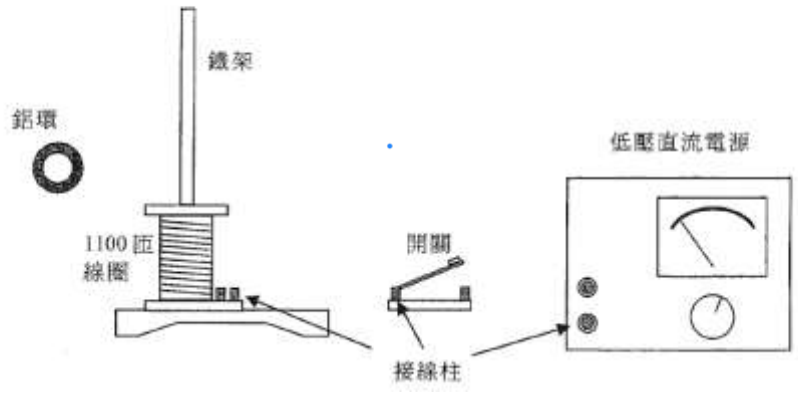
$$P_x = \frac{220^2}{2 \times 96.8} = 250 \text{ W}$$
 (1分)
- (b) 當選取了模式 X 時，總功率耗散是多少？假設發熱元件的電阻不變。 (2分)
- (c) 不需作出計算，解釋哪一操作模式的總功率耗散最大。Z, 並聯的 R_{eq} 最少 (1分)
- (d) (i) 倘有 3 A、5 A 和 13 A 的保險絲，試決定哪一個最適合用以限制過量的電流通過。寫出你的步驟。
 $P_2 = 500 + 500 = 1000 \text{ W}$, $I_2 = \frac{1000}{250} = 4.55 \text{ A}$ (3分)
- (ii) 一位學生認為由於電熱器所用的是交流電，開關 S 安裝在線 A 或線 B 均可。試評論這說法。 (2分)
- (iii) 倘出現故障並導致活線接觸到電熱器的金屬外殼，哪一條線，A、B 還是 C 能防止接觸到電熱器外殼的人受到電震？試解釋。
 接大地 (2分)

10. 美國太空總署 (NASA) 所設計的太空探測器「航行者 1 號」，可在太空運作超過十年。它配備了一個放射性同位素熱發電機 (Radioisotope Thermoelectric Generator, RTG)，可將放射源衰變時釋出的能量轉換成電能。「航行者 1 號」所用的鈾-238 放射源會進行 α 衰變。

- (a) 鈾-238 源是密封在 RTG 的 薄金屬盒內。下面相片顯示一位太空總署的員工正徒手處理 RTG。解釋為什麼該位員工這樣處理並無不妥。
 屏蔽 (1分)



9. (a) 現提供的儀器包括一個低壓直流電源、一個鋁環、一個開關以及如圖示放置的一個 1100 匝線圈和一個鐵架。試以三條接線完成圖中各儀器的接駁，並描述怎樣演示磁感應中的楞次定律。指出並解釋所得觀察。 (6分)



- (b) 如果依以下安排重複 (a) 部的實驗，描述會觀察到什麼。
- (i) 使用低壓 交流 電源運作：浮在空中 (1分)
- (ii) 使用低壓交流電源運作，以及一個如圖所示斷開一縫的鋁環 (1分)



當「航行者 1 號」發射時，放射源內鈾-238 原子的數目為 3.2×10^{25} 。
 已知：鈾-238 的半衰期 = 87.74 年。
 取 1 年 = 3.16×10^7 秒。

- (b) * (i) 求鈾放射源於發射時的放射強度，以 Bq 為單位。 (3分)
- $$\lambda = \frac{\ln 2}{87.74 \times 3.16 \times 10^7} = 2.5 \times 10^{-10} \text{ s}^{-1}$$
- $$A = \lambda N = 2.5 \times 10^{-10} \times 3.2 \times 10^{25} = 8.0 \times 10^{15} \text{ Bq}$$
- (b) (ii) 當一個鈾-238 原子衰變時會釋出 5.5 MeV 的能量。估算在發射時，放射源所提供的功率，以 kW 為單位。 (2分)

difficult

* (iii) 「航行者 1 號」在發射 36 年後，於 2013 年 9 月剛離開了太陽系，由此可見「航行者 1 號」的 RTG 仍在運作，估算此時鈾放射源所提供的功率，表達為在發射時的功率的百分比。 (2分)

(ii)
$$P = \frac{E}{t} = 8.0 \times 10^{15} \times 5.5 \text{ MeV} = 8 \times 10^{15} \times 5.5 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19} = 7040 \text{ W}$$

(iii)
$$\% = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{36}{87.74}} \times 100 \%$$

$$= 75.25 \%$$

物理 試卷二
試題答題簿

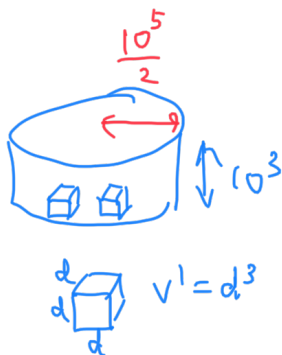
本試卷必須用中文作答
一小時完卷（上午十一時四十五分至下午十二時四十五分）

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。

請在此貼上電腦條碼

考生編號

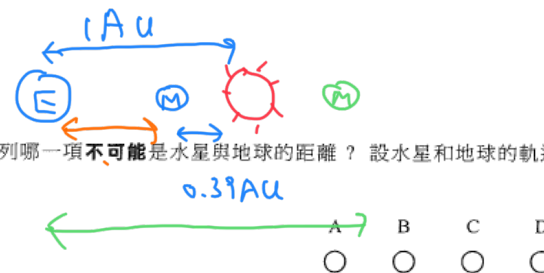


甲部：天文學和航天科學

Q.1: 多項選擇題

1.1 水星距離太陽 0.39 AU。下列哪一項不可能是水星與地球的距離？設水星和地球的軌道為圓形並處共面。

- A. 1.20 AU
B. 1.00 AU
C. 0.78 AU
D. 0.50 AU



$$1 - 0.39 \leq d \leq 1 + 0.39$$

$$0.61 \text{ AU} \leq d \leq 1.39 \text{ AU}$$

1.2 已知一個呈圓盤形的典型星系，其直徑為 10^5 ly 而厚度為 10^3 ly ，星系內約有 10^{11} 顆恆星。估算在這星系內兩顆相鄰恆星的平均間距。設恆星是均勻分布的。

- A. 4.3 ly
B. 6.8 ly
C. 8.9 ly
D. 43 ly

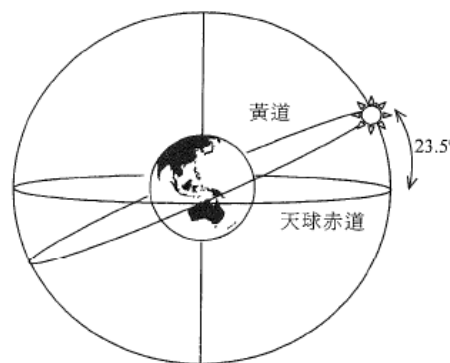
$$V = \pi \left(\frac{10^5}{2} \right)^2 \times 10^3$$

$$= 78.54 \text{ ly}^3$$

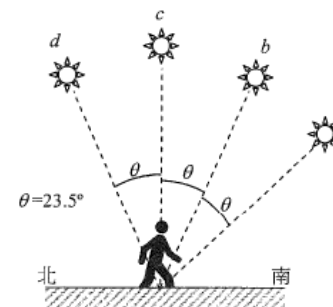
- A. ☐ B. ☐ C. ☐ D. ☐

$$\therefore d = \sqrt[3]{V} = 4.28 \text{ ly}$$

1.3 如果太陽在黃道上的位置如圖(1)所示，身處赤道以北緯度 23.5° 的觀察者，於正午時所看到的太陽是在圖(2)所示的哪一個位置？



圖(1)



圖(2)

- A. 位置 a
B. 位置 b
C. 位置 c
D. 位置 d

- A. ☐ B. ☐ C. ☐ D. ☐

- 1.4 從一遙遠天體所發出氫光譜的紫色譜線 (410 nm) 出現藍移，即在觀察時波長好像短了 50 nm。從同一來源發出的紅色譜線 (656 nm) 觀察得到的波長為多少？

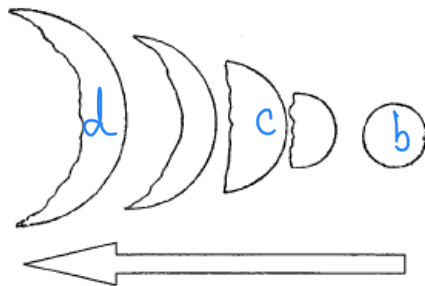
- A. 576 nm
B. 606 nm
C. 706 nm
D. 736 nm

$$\frac{50}{410} = \frac{v}{c} = \frac{\Delta\lambda'}{656}$$

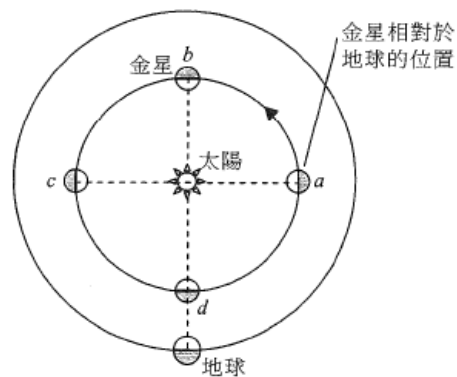
$$\Delta\lambda' = 80 \text{ nm}, \lambda_r' = 656 - 80 = 576 \text{ nm}$$

- A. ☐ B. ☐ C. ☐ D. ☐

- 1.5 下圖為伽利略在 1610 年所繪畫的金星相圖。



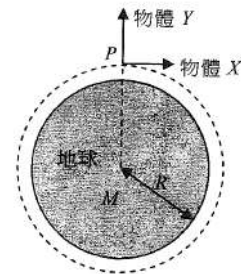
以下哪部分的金星軌道代表上面相圖由右至左的演變？



- A. $a \rightarrow b \rightarrow c$
B. $b \rightarrow c \rightarrow d$
C. $c \rightarrow d \rightarrow a$
D. $d \rightarrow a \rightarrow b$

- A. ☐ B. ☐ C. ☐ D. ☐

- 1.6 在貼近地球的 P 點，兩個物體 X 、 Y 以相同的速率 v 運動，其中 $v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$ 而 M 和 R 分別為地球的質量和半徑，而 G 為萬有引力常數。在 P 點， X 沿切向運動而 Y 則沿徑向往外運動。下列哪項有關它們隨後運動的敘述是正確的？空氣阻力可略去不計。



物體 X

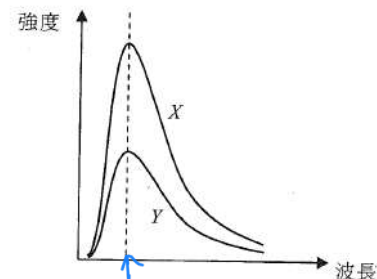
- A. 最終會返回地球。
B. 最終會返回地球。
C. 會繼續在其軌道上飛行。
D. 會繼續在其軌道上飛行。

物體 Y

- 會繼續在其軌道上飛行。
最終會返回地球。
會繼續在其軌道上飛行。
最終會返回地球。

- A. ☐ B. ☐ C. ☐ D. ☐

- (第 1.7 和 1.8 題) 下圖顯示來自恆星 X 和 Y 的輻射的光譜，兩個光譜的峰處同一波長。



- 1.7 下列哪項敘述是正確的？

- A. X 的表面溫度 $> Y$ 的表面溫度
B. X 的表面溫度 $< Y$ 的表面溫度
C. X 的表面溫度 $= Y$ 的表面溫度
D. 所提供的資料不足以比較 X 和 Y 的表面溫度。

- A. ☐ B. ☐ C. ☐ D. ☐

- 1.8 下列哪項敘述是正確的？

- A. 恆星 X 小於恆星 Y 。
B. 恆星 X 大於恆星 Y 。
C. 恆星 X 和恆星 Y 的大小相同。
D. 所提供的資料不足以比較 X 和 Y 的大小。

- A. ☐ B. ☐ C. ☐ D. ☐

(a) 一半徑 R 和表面溫度 T_s (單位 K) 的恆星向各方發射輻射。一半徑 r 的行星於距離 d 的軌道繞這恆星運動，而 d 遠較 R 和 r 大。設恆星和行星兩者皆表現為黑體。



$$\frac{R^2}{d^2} b T_s^4 \times \pi r^2 = 4\pi r^2 b T_p^4 \quad \text{圖不依比例繪製} = \frac{R^2}{d^2} b T_s^4$$

$$T_p = \sqrt{\frac{R}{2d}} T_s$$

圖不依比例繪製

$$P_{\text{rad}} = \frac{R^2}{d^2} \sigma T_s^4 \times \pi r^2$$

$$= \pi \sigma \left(\frac{R}{d} \right)^2 T_s^4$$

(i) 取行星吸收從恆星所發射輻射的有效面積為 πr^2 ，證明行星所吸收的功率為 $\pi \sigma \left(\frac{R}{d}\right)^2 T_s^4$ ，其中 σ 為斯特藩常數。假設行星是一個理想的輻射吸收體。 (2分)

(ii) 如果行星只吸收能量，它的溫度會不斷上升。但這情況不會發生，因為行星吸收能量時亦會輻射出能量從而維持平衡狀態。證明行星的平衡表面溫度為 $T_p = \sqrt{\frac{R}{\alpha}} T_s$ (2分)

(b) 一顆名為開普勒-22b 的行星被發現繞着一顆類太陽恆星運動，軌道半徑為 0.84 AU (1 AU = 1.50×10^{11} m)。恆星的半徑為 6.82×10^8 m，而其表面溫度為 5518 K。

(i) 利用 (a) 部的結果估算開普勒-22b 的平衡表面溫度。

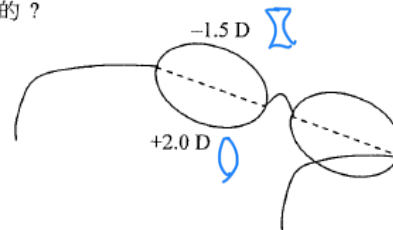
(ii) 一般認為液態水是行星上有否生物存活的關鍵。基於在 (b)(i) 部所得的資料，解釋開普勒-22b 行星是否適合生物存活。 (2 分)

(iii) 如果開普勒-22b 以相同的軌道半徑繞一顆 K 等主序星運動，而非繞着一顆屬 G 等的類太陽恆星，它的平衡表面溫度會增加、減少還是保持不變？試寫出你的理據。已知：星等的次序為 OBAFGKM。 (2分)

↑
the hottest

$$T_K < T_G$$

4.1 李先生配戴一副圖示的雙焦距眼鏡。每一鏡片上半和下半的焦強分別為 -1.5 D 及 $+2.0\text{ D}$ 。下列哪些敘述是正確的？



- (1) 眼鏡上半是用來觀看遙遠景物而下半則是用來觀看近距離物件。
- (2) 李先生只患有老花。
- (3) 當沒有配戴眼鏡時，無論物件放在何處李先生都無法看清楚。

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

A	B	C	D
☐	☐	☐	☐

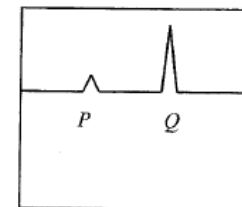
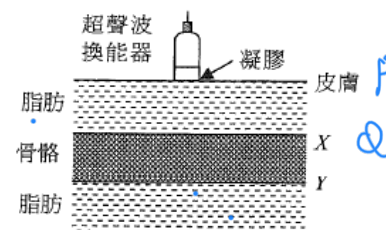
4.2 下列哪些有關聽覺閾的敘述是正確的？

- (1) 聽覺閾的聲音強度為 0 W m^{-2} 。 $I_0 = 10^{-12} \text{ W m}^{-2}$
- (2) 聽覺閾對應的聲強級選作 0 dB 。
- (3) 聽覺閾取決於聲音的頻率。

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

A	B	C	D
☐	☐	☐	☐

4.3



把超聲波換能器放在人體某處的皮膚上進行A-掃描。如圖所示，接收到的訊號有兩個尖峰P和Q。下列哪些敘述是正確的？

- (1) 界面 Y 幾乎沒有反射，因為骨骼差不多吸收了所有超聲波。✗
- (2) 界面 Y 幾乎沒有反射，因為界面 X 差不多把所有超聲波反射。✓
- (3) 兩個尖峰 P 和 Q 分別對應在界面 X 和 Y 的反射。✗

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

A	B	C	D
☐	☐	☐	☐

4.4 下列哪一項有關光纖內窺鏡的敘述是正確的？

- A. 相干光纖管束主要是用於把光從光源傳送至作檢查之處，並把光送返另一端。 ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D
- B. 非相干光纖管束比相干光纖管束有較多的光損失。 ☐
- ☒ C. 相干光纖管束和非相干光纖管束在稍為彎曲下皆能正常運作。 ☐
- D. 光纖內窺鏡只能顯示黑和白兩色的影像。 ☐

4.5 一位病人進行針抽切片檢查，將一支幼針穿過皮膚插入他的肝臟，抽取少許活組織進行化驗。為減低內出血的風險，最重要是測出插針位置附近較大的肝臟血管，而肝臟在人體內亦可微微移動，因此插針時需有實時成像。最適當的成像方法是

- A. X-射線平面成像。 ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D
- B. 電腦斷層造影(CT)。 ☐
- ☒ C. 超聲波成像。 ☐
- D. 放射性核素成像。 ☐

4.6 圖示物體以厚度同為 1 cm 的兩種不同物料 P 和 Q 合成。P 和 Q 對 X-射線的線衰減係數分別為 0.05 cm^{-1} 和 0.68 cm^{-1} 。強度為 I_0 的 X-射線束入射該物體，當從物體出射時的強度為 I 。下列哪一項給出 $\frac{I}{I_0}$ 的比率？

- A. $\frac{0.05}{0.68}$ ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D
- B. $\frac{(0.68 - 0.05)^2}{(0.68 + 0.05)^2}$ ☐
- C. $\frac{0.05}{e^{0.68}}$ ☐
- ☒ D. $e^{-(0.05 + 0.68)}$ ☐

4.7 人工顯影劑於放射攝影的功能是什麼？

- A. 它把 X-射線減慢以使 X-射線在器官內停留較久。 ☐
- ☒ B. 它使器官增加了對部分 X-射線的吸收。 ☐
- C. 在 X-射線離開器官前，它使 X-射線的能量增加。 ☐
- D. 注射入人體的人工顯影劑水溶液，會減低接受放射攝影的器官的密度。 ☐

4.8 一種放射性核素 Y 的生物半衰期和物理半衰期分別為兩日和三日。一病人服用了某劑量的 Y 作為放射性核素成像的示踪物。留在病人體內的放射性核素 Y 需時多久其劑量才減少至原來的 $\frac{1}{8}$ ？

- ☒ A. 3.6 日 ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D
- B. 4.8 日 ☐
- C. 7.5 日 ☐
- D. 15 日 ☐

Q.4: 結構式題目

- (a) (i) 用超聲波作醫學成像時會以壓電換能器掃描病人。描述壓電換能器如何產生超聲波。 (2分)
- (ii) 指出在醫學成像中使用較高頻率超聲波的優點和缺點各一個。 high resolution, 穿透力↓ (2分)
- (b) (i) 志強擁有正常視力，於觀看遙遠景物時他眼睛的焦距為 +59 D。估算他眼睛的晶體與視網膜的間距。假設他眼睛的折射能力主要來自晶體。 $59 = \frac{1}{\infty} + \frac{1}{v}$ (2分)
- (ii) 智能電話 X 的顯示屏以眾多細小的方形像素組成，如圖所示。

$$\theta = \frac{1.22\lambda}{d} = \frac{1.22 \times 5.35 \times 10^{-7}}{0.004} = 1.63 \times 10^{-4} \text{ rad}$$

顯示屏一部分的幾個方形像素

志強正看着智能電話 X 的顯示屏上的圖形，他眼睛瞳孔的直徑為 4.0 mm，估算他眼睛對呈綠色的圖形的解像能力 θ (以弧度 radians 表達)。已知：綠色光的波長 = $5.35 \times 10^{-7} \text{ m}$ 。 (2分)

- (iii) 由於智能電話 X 的像素極為細小，在典型視距 $L = 0.30 \text{ m}$ 下，人眼不能分辨出兩個毗連的像素。利用 (b)(ii) 部的結果，估算智能電話 X 顯示屏上一個方形像素的最大邊長 r 。你可假設以弧度表示的角 θ 很細小時， $\tan \theta \approx \theta$ 。 (2分)

$$r = L\theta = 0.3 \times 1.63 \times 10^{-4} = 4.89 \times 10^{-5} \text{ m} \approx 4.9 \mu\text{m}$$

