

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。考生宜於約 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. 一些冰冷的液體置於真空瓶內以保持冷凍。下列哪些敘述是正確的？

- (1) 瓶的軟木塞減少了從周圍環境的得熱。
- (2) 玻璃壁內面上的鍍銀是良好的紅外反射物。
- (3) 雙層玻璃壁之間的真空減低因輻射的得熱。

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

2. 將 0.3 kg 溫度為 50°C 的水跟 0.2 kg 溫度為 0°C 的冰在一絕緣容器內混合，容器的熱容量可忽略。混合物的最終溫度是多少？

已知：水的比熱容 = $4200 \text{ J kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ 冰的熔解比潛熱 = $3.34 \times 10^5 \text{ J kg}^{-1}$

- A. -1.8°C
 B. 0°C
 C. 1.8°C
 D. 3.0°C

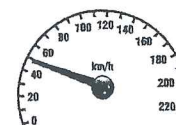
- *3. 將一理想氣體從 25°C 加熱至 50°C，氣體分子的平均動能會

- A. 增加一倍。
 B. 增加 41%。
 C. 增加 8.4%。
 D. 增加 4.1%。

$$E_k = \frac{3RT}{2N_A}, E \propto T$$

$$\frac{E_k'}{E_k} = \frac{T'}{T} = \frac{273+50}{273+25} = 1.084$$

4. 下圖的汽車車速計所顯示的為汽車的



- A. 瞬時速率。
 B. 瞬時速度。
 C. 全程的平均速率。
 D. 全程的平均速度。

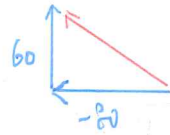
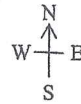
5. 以 80 km h^{-1} 東行的汽車轉向為 60 km h^{-1} 北行。以下哪圖代表汽車速度的改變？

A. $\uparrow 20 \text{ km h}^{-1}$

B. $\uparrow 100 \text{ km h}^{-1}$

C. 53°
 100 km h^{-1}

D. 53°
 100 km h^{-1}



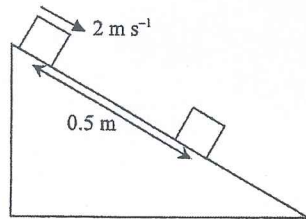
6. 如圖所示，重量為 W 的男孩向下施以拉力 F 於豎直懸掛在天花板的繩子，繩的重量為 G ，而男孩則站在地面不動。下列哪項正確給出以下各個力的量值？

- (1) 男孩施於地面的力
(2) 繩子施於天花板的力

	(1)	(2)
A.	W	$G - F$
B.	W	$G + F$
C.	$W - F$	$G - F$
D.	$W - F$	$G + F$



7. 一方塊以初速 2 m s^{-1} 沿粗糙的斜面下滑 0.5 m 的距離後便停下。方塊的減速度是多少？

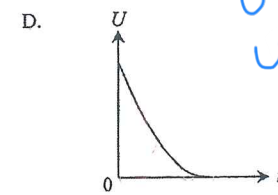
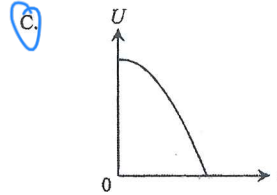
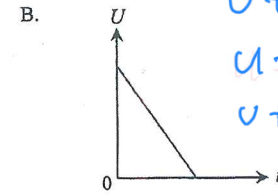
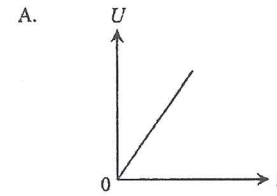


$$0 = 2^2 + 2a(0.5)$$

$$a = -4 \text{ m s}^{-2}$$

- A. 1 m s^{-2}
B. 2 m s^{-2}
C. 4 m s^{-2}
D. 沒法求得答案，因未知斜面的傾角。

8. 一物體自某高度從靜止受重力作用自由下墜。哪一線圖正確顯示其重力勢能 U 跟時間 t 的變化？空氣阻力可略去不計，並取在地面時 $U = 0$ 。



$$U + KE = \text{const}$$

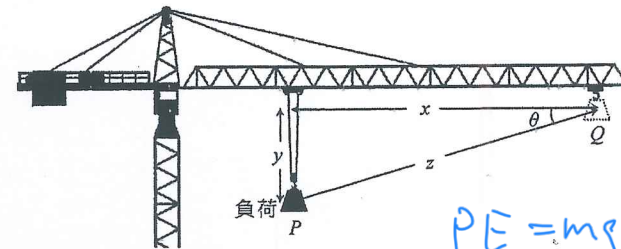
$$U + \frac{1}{2}mv^2 = \text{const}$$

$$U + \frac{1}{2}ma^2t^2 = \text{const}$$

$$U = \text{const} - \frac{1}{2}ma^2t^2$$

$$U \propto -t^2$$

9. 一吊臂將重量為 W 的負荷從點 P 穩定地運往點 Q ，如圖所示。



該吊臂對負荷的作功為

- A. Wy
B. $W(x+y)$
C. Wz
D. $Wz \cos \theta$

沒有橫向增加
能量
只有垂直增加

$$PE = mgh$$

$$= Wy$$

*10.

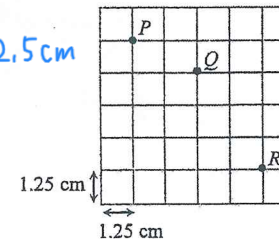
$$X: ut = 1.25 \times 2 = 2.5 \text{ cm}$$

$$Y: 1.25 = \frac{1}{2} \times 9.81 t^2$$

$$t = 0.505 \text{ s}$$

$$u = 4.95 \text{ cm s}^{-1}$$

$$= 0.495 \text{ m s}^{-1}$$

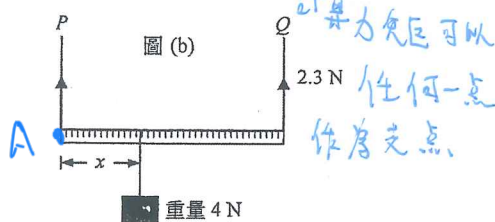
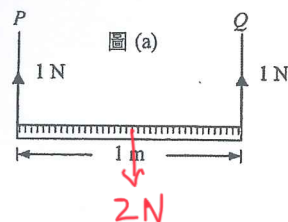


橫向速率固定
Same t

上面的頻閃照顯示一粒子在一豎直面上從位置 P 水平地投射至空氣。粒子其後到達位置 Q 和 R ，而 P 和 Q 相隔的時段跟 Q 和 R 的相等。每個方格的大小為 $1.25 \text{ cm} \times 1.25 \text{ cm}$ 。求粒子在 P 的投射速率。空氣阻力可略去不計。($g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$)

- A. 0.3 m s^{-1}
B. 0.4 m s^{-1}
C. 0.5 m s^{-1}
D. 0.6 m s^{-1}

11.



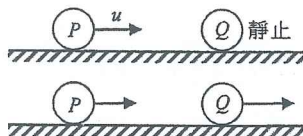
一均匀的米尺以豎直金屬線 P 和 Q 懸掛着，並如圖 (a) 所示保持水平靜止。金屬線上的張力同為 1 N 。一個 4 N 的重量如圖 (b) 所示懸掛於米尺某位置，米尺保持水平而 Q 的張力變為 2.3 N 。求圖中所示的距離 x 。

- ☒ A. 32.5 cm
☐ B. 57.5 cm
☐ C. 67.5 cm
☐ D. 沒法求得答案，因未知 P 的張力。

計算力矩可以
 任何一點
 作為支點。
 以 A 為支點。
 $4x + 2 \times 0.5 = 2.3 \times 1$
 $x = 0.325\text{ m}$

12.

在一光滑水平面上，一以速率 u 運動的彈珠 P 跟另一靜止的彈珠 Q 作正向碰撞。碰撞後， P 和 Q 如圖所示以不同速率運動。



下列哪項有關這碰撞的敘述是正確的？

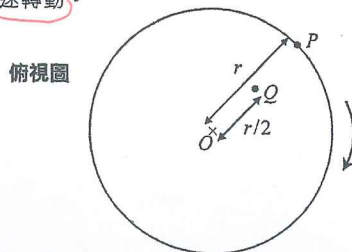
- (1) 碰撞期間， P 作用於 Q 的力相等於 Q 作用於 P 的力而方向相反。
 (2) 只有當碰撞是完全彈性時，兩彈珠的總動量才守恆。
 (3) P 所損失的動能必相等於 Q 所得的動能。

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

動量時常守恆 (在沒有外力)
 能量損失於周圍

*13.

在一水平的圓形平台上，跟中心點 O 距離 r 和 $r/2$ 的地方分別固定着粒子 P 和 Q ，而平台如圖所示以勻速轉動。



P 與 Q 的加速度之比為

- ☐ A. $1:2$
☒ B. $2:1$
☐ C. $1:4$
☐ D. $4:1$

$F = ma = m\omega^2 r$
 $a \propto r$
 $a_P : a_Q = 2:1$

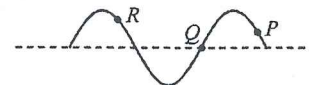
*14.

一人造衛星沿半徑為 $7.2 \times 10^6\text{ m}$ 的圓形軌道繞地球運動。該人造衛星的週期是多少？已知：地球質量 $= 6.0 \times 10^{24}\text{ kg}$

- ☐ A. 1.4 小時
☒ B. 1.7 小時
☐ C. 1 日
☒ D. 沒法求得答案，因未知人造衛星的質量。

$m\omega^2 r = \frac{GMm}{r^2}$
 $\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = \frac{GM}{r^3} = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24}}{(7.2 \times 10^6)^3}$
 $T = 6068\text{ s or } 1.68\text{ h}$

15.

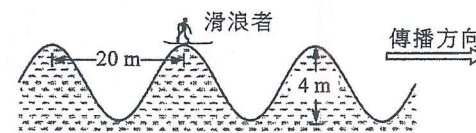


上圖所示為沿弦線上傳播的橫波的快照。下列哪項敘述是正確的？

- ☐ A. 如果粒子 P 於這刻為向上運動，波是向左方傳播的。
☒ B. 粒子 P 和 R 於這刻的運動方向是相同的。
☐ C. 粒子 Q 於這刻是靜止的。
☐ D. 粒子 R 振動的幅度較粒子 Q 的大。

16.

$T = 4\text{ s}$
 $f = 0.25\text{ Hz}$
 $v = 0.25 \times 20 = 5\text{ m s}^{-1}$



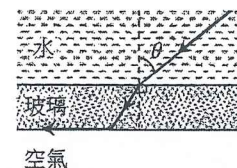
圖中的滑浪者於圖示一刻到達一波峰。水波的波峰相隔 20 m ，而滑浪者於 2 s 時段內從波峰至波谷下降 4 m 的豎直距離。波動的速率是多少？

- ☐ A. 1 m s^{-1}
☐ B. 2 m s^{-1}
☒ C. 5 m s^{-1}
☐ D. 10 m s^{-1}



17.

$1.33 = \frac{1}{\sin c}$
 $c = 48.8^\circ = \theta$



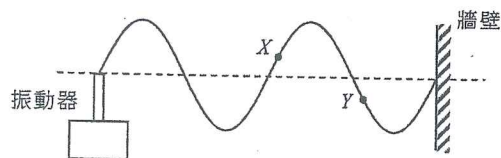
一塊兩面平行的玻璃片將水和空氣分隔。一條光線以角 θ 從水入射至玻璃片，並最終沿玻璃-空氣分界面射出至空氣，如圖所示。求 θ 。

已知：水的折射率為 1.33 。

- ☐ A. 41.2°
☒ B. 48.8°
☐ C. 53.1°
☐ D. 其值取決於玻璃的折射率。



18. 一弦線繫着一振動器而另一端固定於牆壁。一駐波形成如圖所示。



當振動器的頻率增加一倍時，下列哪項敘述是正確的？

- A. 波長會增加一倍。
B. 波速會增加一倍。
C. 振幅會減半。
D. 粒子 X 和 Y 會同相振動。

繩子張力不變
波速率不變
 $v = f\lambda$ — ①
 $v = 2f\lambda'$ — ②
 $\lambda' = \frac{1}{2}\lambda$

19. 光在下列哪些情況會發生衍射？

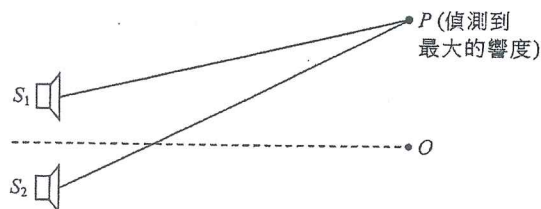
- (1) 通過一針孔
(2) 經過一鋒利的邊緣
(3) 通過一狹縫

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

20. 一束白光進入玻璃稜鏡後被分開成不同色光是因為不同色光

- A. 被稜鏡衍射至不同的程度。
B. 在稜鏡內以不同的角度作全內反射。
C. 在真空中以不同的速率傳播。
D. 在玻璃中以不同的速率傳播。

21.



連接着一個訊號產生器的揚聲器 S_1 和 S_2 發出同相的聲波。點 O 跟兩揚聲器等距，而於點 P 處偵測到最大的響度。聲波的波長為 λ 。下列哪項敘述是不正確的？

- A. PS_1 和 PS_2 兩者必為波長 λ 的整數倍。
B. 從上述資料不足以斷定程差 $PS_2 - PS_1$ 的確定值。
C. 在 O 和 P 之間至少有一點會偵測到最小的響度。
D. 如果從 S_1 和 S_2 發出的聲波是反相的，在 P 會偵測到最小的響度。

22. 一物體以恆速趨近一焦距為 10 cm 的凸透鏡。在它距透鏡 100 cm 的一刻，下列哪項有關像的描述是正確的？

像的運動方向

像的速率

- A. 離開透鏡
B. 趨近透鏡
C. 離開透鏡
D. 趨近透鏡

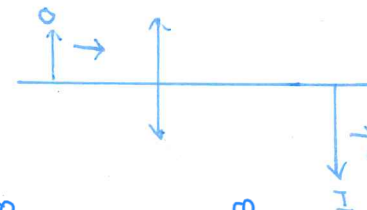
- 較物體的為快
較物體的為快
較物體的為慢
較物體的為慢

when $u=2f$, 物與像的速率相同
物在無限遠時
像在 F

23. 下列哪些為超聲波的應用？

- (1) 消毒食水
(2) 檢測鐵路軌的裂紋
(3) 擊碎腎石

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



$$E_A = \frac{4Q}{4\pi\epsilon_0 x^2}, E_B = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 (x-15)^2}$$

$$E_A = E_B$$

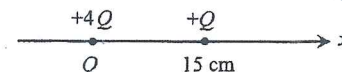
$$\frac{4}{x^2} = \frac{1}{(x-15)^2}$$

$$\frac{x}{2} = \frac{1}{x-15}$$

$$x = 30 \text{ cm}$$

*24.

不難得估
只好靠估

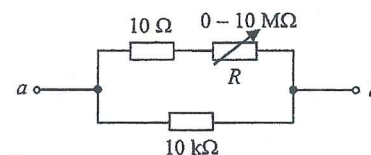


點電荷 +4Q 和 +Q 固定於 x-軸上，+4Q 位於原點 O 而 +Q 在 $x = 15 \text{ cm}$ ，如圖所示。兩電荷分別所產生的電場在哪處是相等的？

- A. $x = 10 \text{ cm}$
B. $x = 12 \text{ cm}$
C. $x = 20 \text{ cm}$
D. $x = 30 \text{ cm}$

±場即是力
E F

25.



考慮最大值和
最小值

在上面的電路中，可變電阻器 R 可在 0 至 10 MΩ 全範圍之內調校。a 和 b 之間的電阻範圍約為多少？

- A. 0 至 10 kΩ
B. 10 Ω 至 10 kΩ
C. 10 Ω 至 10 MΩ
D. 10 kΩ 至 10 MΩ

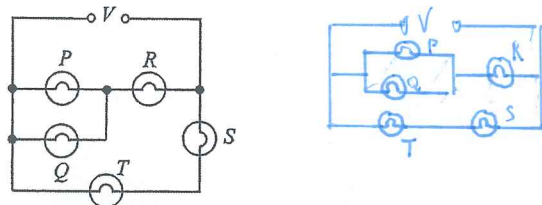
when $R=0$, $R_{eq} \approx 10\Omega$
when $R=10M\Omega$, $R_{eq} \approx 10k\Omega$

26. 兩鎢絲燈泡 X 和 Y 並聯連接一乾電池。 X 較 Y 光亮。下列哪些敘述是正確的？

- (1) 在 1 s 內通過 X 的電荷數目較通過 Y 的多。
- (2) 在 1 s 內 X 耗散的電能較 Y 所耗散的多。
- (3) 在每單位電荷通過時， X 耗散的電能跟 Y 所耗散的相等。

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

27.



在上面的電路中，所有燈泡是相同的。如果電壓 V 逐漸增加，哪個或哪些燈泡會最先燒掉？

- A. P 和 Q
☒ B. R
 C. S
 D. T

28. 一台電視機於待機模式時消耗 1.5 W 。如果電視機每天處於該模式 16 小時，估算在一個 30 天的月份內因待機模式耗電造成的二氧化碳 (CO_2) 排放。
 已知： 1 kWh 的耗電對應 0.8 kg CO_2 從電廠排放。

- ☒ A. 0.576 kg
 B. 0.720 kg
 C. 576 kg
 D. 720 kg

$$E = P \cdot t = 0.0015 \times 16 \times 30 = 0.72 \text{ kWh}$$

$$\text{CO}_2 = 0.72 \times 0.8 = 0.576 \text{ kg}$$

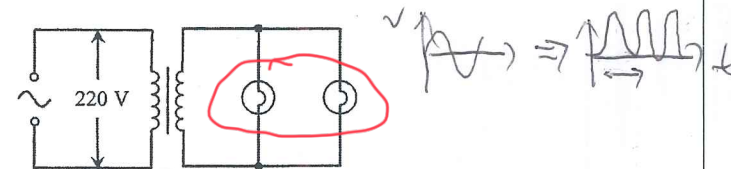
*30. 某頻率的正弦交流電所提供的方均根電壓為 $V_{\text{r.m.s.}}$ 。如果交流電的頻率增加一倍而其峰值電壓則減半，其方均根電壓會是多少？

☒ A. $\frac{1}{2} V_{\text{r.m.s.}}$

$$V_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{\sum V^2 t}{\sum t}}$$

$$V'_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{\sum \left(\frac{V}{2}\right)^2 t}{\sum \frac{t}{2}}} = \sqrt{\frac{\sum V^2 t}{4 \sum t}} = \frac{1}{2} V_{\text{rms}}$$

*31.



在上面的電路中，每一燈泡以其額定值「 22 W 、 11 V 」運作。原線圈中的電流為 0.25 A 。求變壓器的效率。

- A. 20%
 B. 40%
 C. 64%
☒ D. 80%

$$\eta = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \times 100\% = \frac{22 \times 2}{220 \times 0.25} = 0.8$$

32. 下列哪項有關致電離輻射的敘述是正確的？

- (1) α 粒子的致電離能力遠較 β 粒子的強。
- (2) 10 cm 厚的混凝土壁可完全阻隔 γ 輻射。
- (3) 致電離輻射 α 、 β 和 γ 在電場中都會出現偏轉。

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

33. 兩放射性核素 X 和 Y 的半衰期分別為 3 小時和 4 小時，而初始時分別有為數 N_X 和 N_Y 未衰變的原子核。 24 小時後，兩核素未衰變的原子核數目變為相等，求 $N_X:N_Y$ 。

- A. $8:1$
 B. $4:3$
☒ C. $4:1$
 D. $2:1$

$$N'_X = N_X \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{24}{3}} \text{ and } N'_Y = N_Y \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{24}{4}}$$

$$\therefore N'_X = N'_Y \therefore N_X \left(\frac{1}{2}\right)^8 = N_Y \left(\frac{1}{2}\right)^6$$

$$\frac{N_X}{N_Y} = \left(\frac{1}{2}\right)^{6-8} = 4$$

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	8
2	7
3	9
4	11
5	11
6	10
7	9
8	11
9	8

1. 現提供下列實驗用品以估算青銅的比熱容 c_b ：

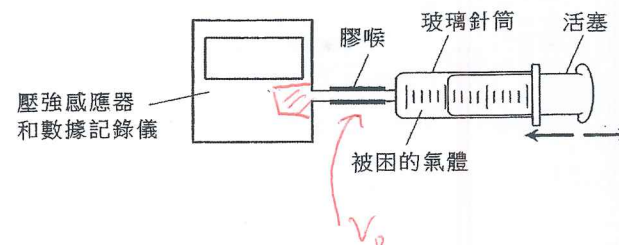
- 一個處於室溫 T_0 下質量為 0.80 kg 的青銅球以繩子懸掛着
- 一隻聚苯乙烯杯盛着 0.50 kg 處於室溫 T_0 的水
- 一個維持在 80°C 的水槽
- 一支溫度計
- 一根攪棒
- 一條毛巾

$$0.8 C_b \times (80 - T_f) = 0.5 \times 4200 \times (T_f - T_0)$$
$$C_b = 2625 \times \frac{T_f - T_0}{80 - T_f}$$

- (a) 試描述實驗的步驟並指出兩個在實驗中須採取的預防措施。寫出可求得 c_b 的等式。
已知：水的比熱容 = $4200 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ (6分)

- (b) 在(a)部實驗中所求得 c_b 的值較實際數值為小。試解釋。
*2. 能量散失於周圍
水不升高的溫度低於應有的值 (2分)

圖 2.1



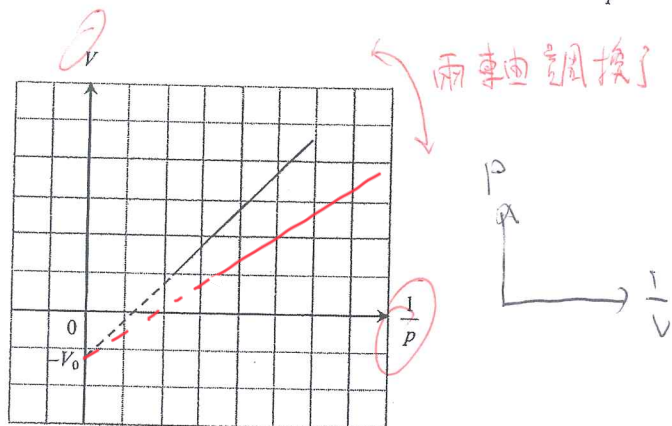
智美使用圖 2.1 所示的裝置探究一固定質量的氣體在恆溫下其壓強與體積的關係。困於針筒內氣體的體積 V 可直接從針筒讀取，而對應的壓強 p 可經壓強感應器連接數據記錄儀量得。

- (a) 在 25°C 的室溫下，氣體的初始體積和壓強分別為 $6.0 \times 10^{-5} \text{ m}^3$ 和 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。估算困於針筒內氣體分子的數目。 (3分)

$$pV = nRT$$
$$1 \times 10^5 \times 6 \times 10^{-5} = n \times 8.31 \times (273 + 25)$$
$$n = 2.42 \times 10^{-3} \text{ mol}$$
$$\text{分子數目} = nN_A$$
$$= 2.42 \times 10^{-3} \times 6.02 \times 10^{23}$$
$$= 1.46 \times 10^{21}$$

- (b) 將活塞推入或拉出以改變 V 和 p ，從而錄取多對數據。圖 2.2 顯示所標繪的 V 對 $\frac{1}{p}$ 線圖。

圖 2.2



- (i) 說出實驗中的一個預防措施使氣體的溫度保持恆定。慢慢推入活塞 (1分)

- (ii) 直線線圖並沒有穿過原點，而是與豎直軸相交於 $-V_0$ 。試指出 V_0 代表什麼。(1分)

困於膠管的氣體

- (iii) 如果在較高室溫下用這裝置以相同質量的同一氣體進行實驗，在圖 2.2 草繪預期的線圖。(2分)

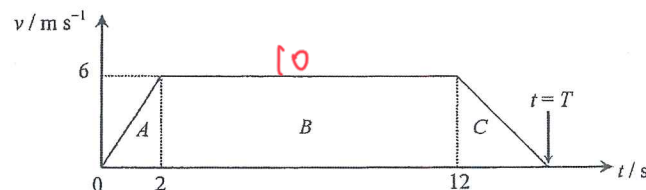
$$PV = nRT$$

$$\text{斜率} = \frac{V}{\frac{1}{p}} = pV$$

$T \uparrow \Rightarrow pV \uparrow$
 V_0 不變

3. 一個質量為 m 的人站在升降機內的一個秤上。升降機於時間 $t=0$ 從大廈頂部下行，並在 $t=T$ 時到達地面。升降機的速度-時間 ($v-t$) 線圖如圖 3.1 所示。 ($g=9.81 \text{ m s}^{-2}$)

圖 3.1



- (a) 計算升降機於 $t=0$ 至 $t=2$ s 期間的加速度。

$$a = \frac{6-0}{2-0} = 3 \text{ m s}^{-2} \text{ 向下}$$

試想像自己搭電梯時的感覺 (2分)

在該人乘搭升降機的途中秤的讀數有所改變，其值錄得為 685 N、569 N 和 395 N。

- (b) 試將這些讀數配對途中三個不同的階段 A、B 和 C (圖 3.1 所示)。據此推算這人的質量。(3分)

$$A: 395 \text{ N}$$

$$B: 569 \text{ N}$$

$$C: 685 \text{ N}$$

$$m \times 9.81$$

$$m = 58.0 \text{ kg}$$

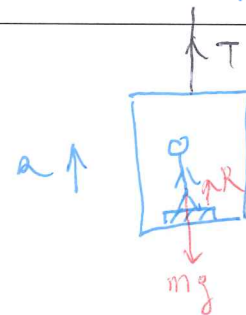
- (c) (i) 證明 $T=15$ s。

- (ii) 據此估算大廈的高度。

$$C: \text{stage C: } 569 - 685 = 58a, a = -2 \text{ m s}^{-2}$$

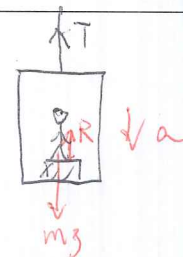
$$a = \frac{0-6}{T-12} = -2 \text{ m s}^{-2}, T=15$$

$$(ii) \text{ 高度} = \text{area under the curve} = \frac{10+15}{2} \times 6 = 75 \text{ m}$$



$$R - mg = ma$$

$$R = m(g+a)$$



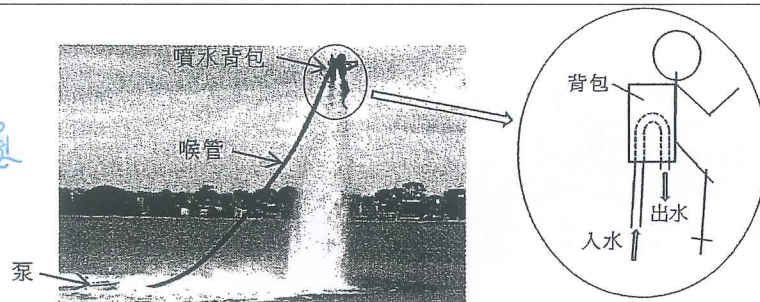
$$mg - R = ma$$

$$R = m(g-a)$$

4.

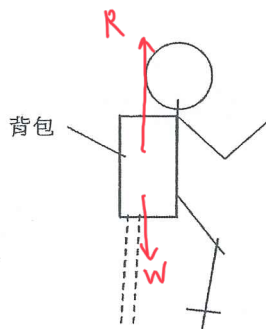
圖 4.1

外土免題



一人背着一個噴水背包使他可以「懸浮」在空中並保持平衡，如圖 4.1 所示。海面上的泵通過喉管不斷抽水至背包，水繼續向下噴出。

- (a) 根據圖 4.1，水以一定的速率進入背包內的 U-形喉管，然後沿豎直向下噴出。以牛頓運動定律解釋為何會產生一個上托力作用於人。(3 分)
- (b) 在下面的自由體圖，繪畫並標示該穿着背包的人整體所受各個力。可忽略連接着背包的喉管所導致的拉力。(1 分)



- (c) 假設水以 10 m s^{-1} 豎直向上的速率進入背包，然後以相同的速率豎直向下噴出。
($g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$)

(i) 只考慮水的動量改變，估算每秒鐘需噴出多少 kg 的水才會產生所需的 1000 N 上托力。(2 分)

(ii) 水被泵至離海面 7.5 m 高的噴水背包，然後從背包噴出。就考慮水的機械能增加，估算泵的最小輸出功率。
 $P = \left(\frac{E}{t} \right)$ (3 分)

- (d) 這人改為「懸浮」於較高位置並保持平衡。如果進入背包和從其噴出的水之速率保持不變，每秒鐘需噴出的水量相比 (c)(i) 部的結果是較多、相等還是較少？試解釋。(喉管的重量可忽略。)(2 分)

相同的上托力

$$(c)(i) F = \frac{\Delta m v}{\Delta t}$$

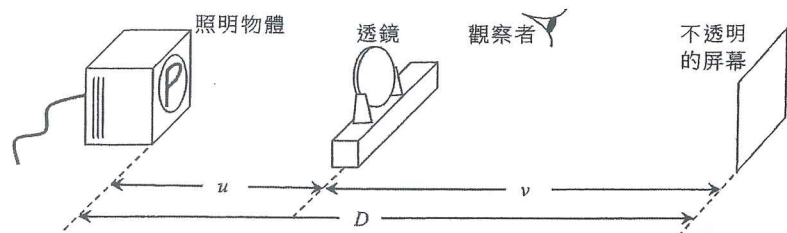
$$1000 = \frac{\Delta m}{\Delta t} (10 - (-10))$$

$$\frac{\Delta m}{\Delta t} = 50 \text{ kg s}^{-1}$$

$$\begin{aligned} (ii) \quad & \frac{\Delta m}{\Delta t} gh + \frac{1}{2} \frac{\Delta m}{\Delta t} v^2 \\ &= 50 \times 9.81 \times 7.5 + \frac{1}{2} \times 50 \times 10^2 \\ &= 6179 \text{ W} \end{aligned}$$

5.

圖 5.1



美娟以圖 5.1 所示裝置來探究一透鏡所成的像。透鏡放置在照明物體 (字母「P」) 前距離為 u 處。一塊不透明的屏幕放於距離物體 D 處以捕捉所成的像。

(a) (i) 指出所用透鏡的類型。試加以闡釋。

(2分)

凸透鏡, 實像

(ii) 草繪觀察者在屏幕上所看到的像。

(1分)



不透明的屏幕

小心觀察者的方向

(b) 改變間距 D 並調校透鏡的位置使像再一次在屏幕上形成, 得到對應的物距 u 後用以標繪 D 對 u 的線圖 (圖 5.2)。

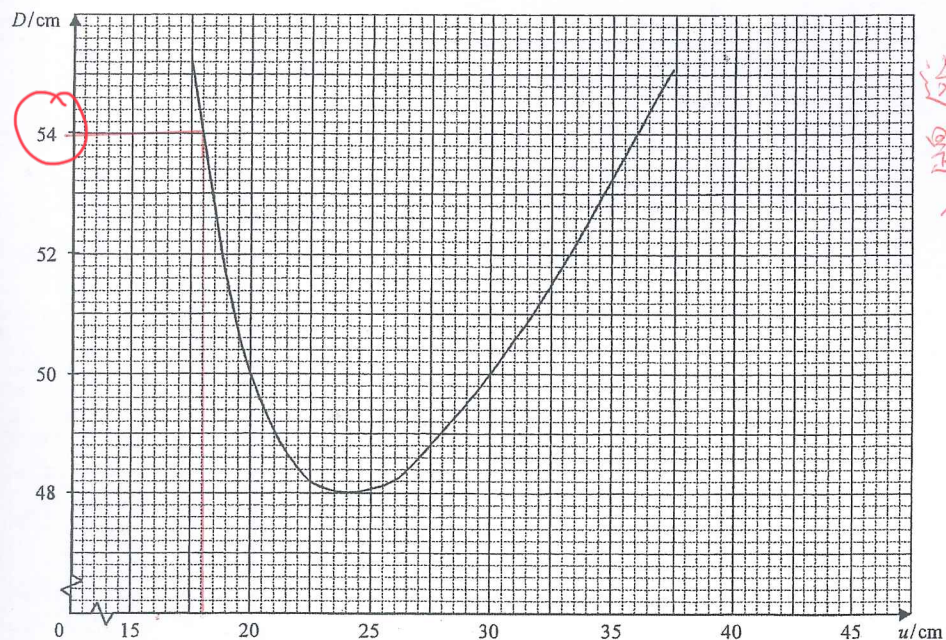


圖 5.2

這個圖
是多余的
解

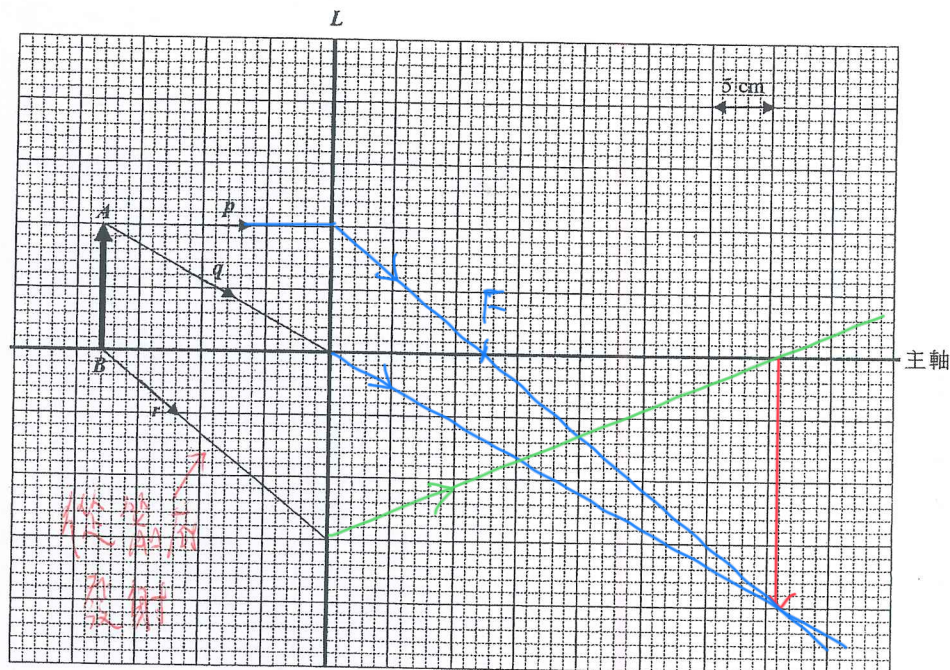
(i) 當透鏡與物體相距 18 cm 時, 利用線圖求對應的透鏡與屏幕間距。據此計算像的放大率。 (2分)

$$v = 54 - 18 = 36 \text{ cm}$$

$$D = 54 \text{ cm}$$

$$m = \frac{v}{u} = \frac{36}{18} = 2$$

在下圖, AB 代表照明物體並跟透鏡 L 相距 18 cm, 光線 p 、 q 和 r 來自 AB 。



(ii) 標示出 AB 所成的像 (標作 I), 並繪畫 p 、 q 和 r 的折射線。 (3分)

(iii) 據此求透鏡的焦距。水平標度設為 1 cm 代表 5 cm。 (1分)

$$\text{焦距} = 12 \text{ cm}$$

(iv) 保持物體和屏幕的位置不變, 試建議美娟應將透鏡移往何處以使像可再次在屏幕上形成。指出該新像的高度與原本像的高度之比。 (2分)

移動透鏡遠離物體 18 cm

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

$$\frac{1}{f} - \frac{1}{u} = \frac{1}{v}$$

$$\frac{u-v}{uf} = \frac{1}{v}$$

$$v = \frac{uf}{u-f}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{u+v}{uv}$$

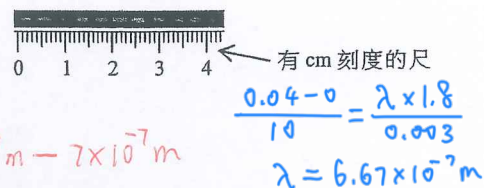
$$\frac{1}{f} = \frac{D}{u \cdot \frac{D-u}{u-f}}$$

$$D = \frac{u^2}{u-f}$$

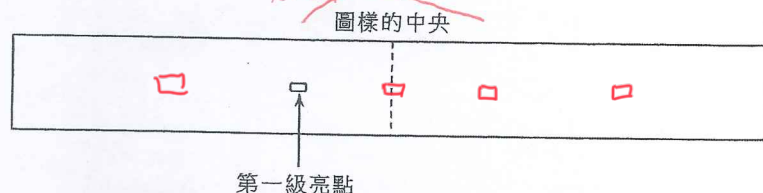
$$\frac{h_i}{h_o} = \frac{1}{4} = 1:4$$

- *6. (a) 以一束激光垂直射向間距為 $a = 0.3 \text{ mm}$ 的雙縫，投射於 1.8 m 外的屏幕上的亮點圖樣如圖 6.1 所示。

圖 6.1



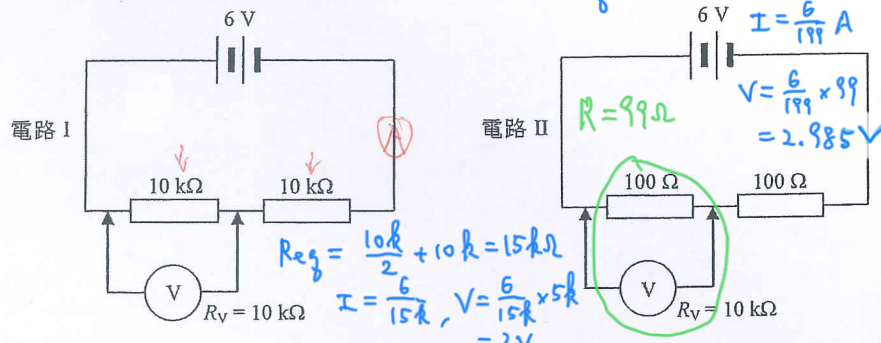
- (i) 求激光束的波長。 $4 \times 10^{-7} \text{ m} - 7 \times 10^{-7} \text{ m}$ (3 分)
- (ii) 解釋為什麼縫寬要非常狹窄方能觀看到上述圖樣。 (2 分)
- (b) 現以每 mm 刻有 500 線的衍射光柵代替雙縫。 (3 分)
- (i) 在相同的實驗設定下，求屏幕上圖樣的中央亮點和第一級亮點的間距。 (3 分)
- (ii) 當使用該衍射光柵時，草繪你預期在屏幕上看見至到第二級的圖樣。一個第一級亮點已為你繪出。 (2 分)



difficult

7. (a) 在圖 7.1 中，每一電路都有兩個電阻器串聯連接內阻可略的 6 V 電池組。電路 I 的電阻器每個為 $10 \text{ k}\Omega$ ，而電路 II 的每個為 100Ω 。

圖 7.1



如圖所示，一個內阻為 $R_V = 10 \text{ k}\Omega$ 的伏特計用以量度其中一個電阻器兩端的電勢差。

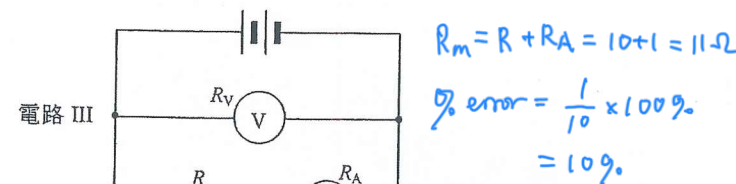
- (i) 伏特計的讀數分別為多少？ (3 分)
- (ii) 事實上在未接駁伏特計之前，兩電路中每一電阻器兩端的電勢差均為 3 V 。解釋為什麼這伏特計在電路 I 會錄得相對較不準確的值。據此指出挑選一個合適的伏特計作這種量度的普遍原則。 (2 分)

加入了 V 後，令部份電阻值 ($10k\Omega$) $\downarrow$

因此 $R_V \gg$ 電阻值 must

- (b) 電路 III 顯示一個以伏特計和安培計量度電阻的可行方法。伏特計和安培計的內阻分別為 R_V 和 R_A ，而從其讀數 V_m 和 I_m 得出電阻的測量值 $R_m = \frac{V_m}{I_m}$ 。電阻器的電阻真值為 R 。

圖 7.2



- (i) 就 V_m 、 I_m 或是兩者，指出哪讀數不能給出電阻器兩端的電壓真值和/或流過電阻器的電流真值。據此寫出一等式以表示 R_A 、 R_m 和 R 的關係。 (2 分)
- (ii) 當量度這電阻器的電阻時，求 R_m 所含的百分誤差。 (2 分)
- 已知： $R_V = 10 \text{ k}\Omega$ ， $R_A = 1 \Omega$ 而 $R = 10 \Omega$ 。

8. 細閱這段有關「閃電」的文章，並回答下列問題。

雷雨雲

閃電

地面

感生電荷

閃電電流

$E = \frac{V}{d}$

$V = Ed$

$= 3 \times 10^5 \times 2000 = 6 \times 10^8 \text{ V}$

當電荷在雲中積聚至一定的程度，直至大氣中的電場足夠強而引致空氣失去其絕緣性質，閃電便會發生。導致「擊穿」發生的臨閾電場約為 $3 \times 10^5 \text{ V m}^{-1}$ ，高於此值則在大氣中的電子或離子可穿越雲和地面之間或雲和雲之間的空氣。典型閃電的峰值電流約可達 30000 A 。至於電荷如何分開並積聚於雲中仍有待探究。大部分的情況是負電荷處於雲的底部而地面上則感生出正電荷。

絕緣

(a) (i) 於文章中「擊穿」是什麼意思？

(1分)

*(ii) 雷雨雲底部和地面可模擬成兩塊帶相反電荷的平行板。如果分布於雲底的負電荷距地面約為 $d = 2 \text{ km}$ ，當大氣中的電場剛好達到「擊穿」的臨閾值時，求雲和地面之間的電勢差。

(2分)

$$E = \frac{V}{d}$$

$$\downarrow \downarrow \downarrow E = V$$

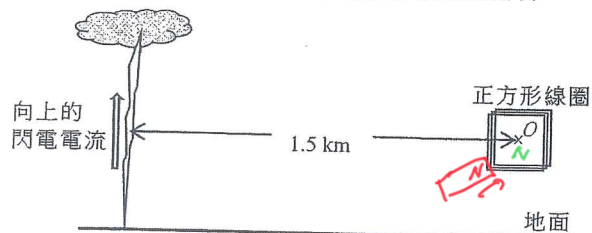
$$V = \int E \cdot dl$$

$$V = \int_0^d E \cdot dl = E \cdot d$$

$$V = \int_0^d \frac{V}{d} \cdot dl = \frac{V}{d} \cdot d = V$$

$$V = \int_0^d \frac{V}{d} \cdot dl = \frac{V}{d} \cdot d = V$$

內有一細小正方形線圈的閃電探測器置於離閃電 1.5 km 的 O 點，線圈與閃電方向如圖所示處於同一豎直平面上。設閃電電流從地面豎直向上流往雷雨雲。



圖不依比例繪製

(b) (i) 指出閃電電流在 O 點所產生磁場的方向 (向左 / 向右 / 指入紙面 / 指出紙面)。估算磁場強度在 O 點的峰值。

(3分)

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 30000}{2\pi \times 1500} = 4 \times 10^{-6} \text{ T}$$

(ii) 解釋為什麼在維持極短的閃電期間有一感生電流在線圈中先沿某方向流動，之後則作反方向流動。你的答案須包括感生電流在線圈中的方向。

(3分)

$I \uparrow \Rightarrow$ 線圈的感生電流 $\uparrow$ & 逆時針

(iii) 在有關閃電的物理量中，大氣中的電場、閃電電流和閃電產生的磁場，建議可監測何者以作為閃電預警之用。解釋你所作的選擇。

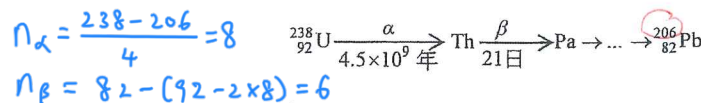
(2分)

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{2r}$$

$$B = \mu_0 n I, n = \frac{N}{L}$$

9. 鈾-238 (U-238) 的連串衰變其中一部分顯示如下，而最終產物鉛-206 (Pb-206) 是穩定的。



只有 α -decay 才有質量數的減少

(a) 當一個 U-238 原子核衰變成一個 Pb-206 原子核時，會發射出多少個 α 粒子和 β 粒子？(2分)

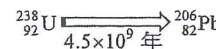
different

(b) 在以上連串衰變中，首項從 U 至 Th 的衰變的半衰期遠較隨後各衰變的半衰期長，因此從 U-238 至 Pb-206 的衰變可簡化成半衰期為 4.5×10^9 年的單一衰變：

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$$

$$\frac{3}{5} = \left(\frac{1}{2}\right)^{t/4.5 \times 10^9}$$

$$t = 3.3 \times 10^9 \text{ yr}$$



$$\frac{3}{5} = e^{-\frac{\ln 2}{4.5 \times 10^9} t}$$

$$t = 3.3 \times 10^9 \text{ yr}$$

假設有一含鈾的石塊，在很久前由熔融物質凝固而成時只含 U-238 而並無 Pb-206。在石塊的某樣本中找到現時 Pb-206 原子的數目與 U-238 原子的數目的比例為 $\frac{2}{3}$ 。共 5 份

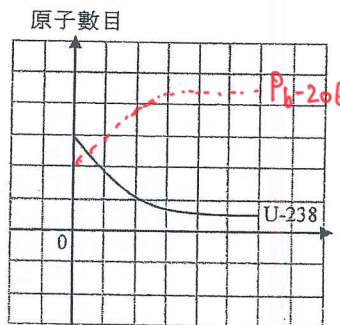
(i) 估算石塊的年齡。假設所有的 Pb-206 原子皆源於當初在樣本中的 U-238 經歷衰變所產生，並可忽略少量已衰變但仍未變成 Pb-206 的 U-238 原子。(2分)

(ii) 如果部分的 Pb-206 原子實際上已流失了，指出 (b)(i) 部的答案是高估了還是低估了石塊的年齡，並給出理由。

(2分)

$\frac{N_t}{N_0}$ should be smaller $\Rightarrow t$ will be longer

(iii) 圖 9.1 的線圖顯示樣本中 U-238 原子的數目往後怎樣隨時間 t 變化，而 $t=0$ 代表現時。在圖 9.1 草繪一線圖以顯示樣本中 Pb-206 原子的數目隨時間的變化。(2分)



總數 5 份

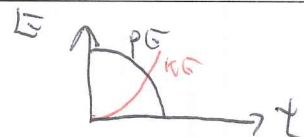
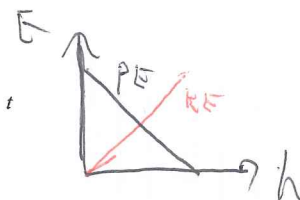


圖 9.1

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 一太空船在半徑為 r 的圓形軌道上繞地球(質量 M)運動。在太空船內，以一彈簧秤量度一物體(質量 m)的重量。下列哪一項是正確的？

彈簧秤的讀數

物體所受的重力

A.

0

0

A

B

C

D

B.

0

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

☐

☐

☐

☐

C.

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

0

D.

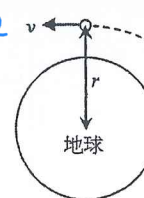
$\frac{GMm}{r^2}$

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

- 1.2 一小行星(質量 m)如圖所示趨近地球(質量 $M \gg m$)。它最接近地球時的速度為 v 並與地球中心相距 r 。假設小行星於旅程中沒有能量損失，它離地球極遠時的動能為多少？

$$r: E = -\frac{GMm}{r} + \frac{1}{2}mv^2$$

$$\infty: E = 0 + KE'$$



小行星的路徑

A. 0

A

B

C

D

B. $\frac{1}{2}mv^2$

☐

☐

☐

☐

C. $\frac{1}{2}mv^2 - \frac{GMm}{r}$

D. $\frac{1}{2}mv^2 + \frac{GMm}{r}$

- 1.3 下列有關各種天體典型大小的比較，哪些是正確的？

- (1) 星團較星系小。
- (2) 星系團較星系大。
- (3) 星雲較星系大。

- 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

☐

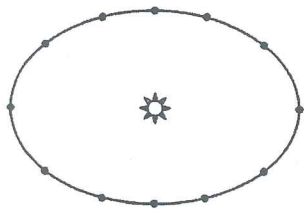
☐

☐

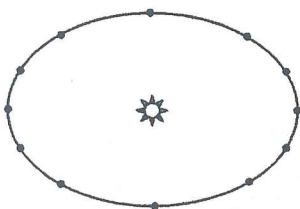
☐

1.4 以下哪圖最能顯示一行星繞恆星運動時於相隔同等時段的位置？

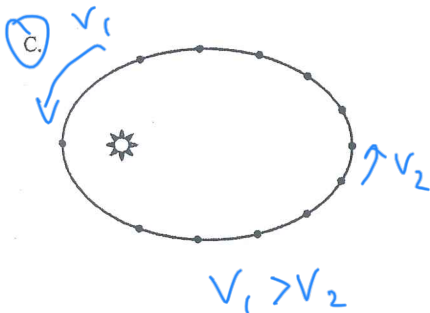
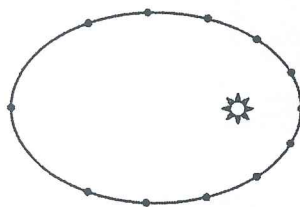
A.



B.



D.



A B C D
○ ○ ○ ○

1.5 一太空船在 130 AU 外傳送無線電訊號回地球。訊號需時多久才到達地球？

- A. 500 s
B. 650 s
C. 43333 s
D. 65000 s

$c = \frac{d}{t}$
 $t = \frac{130 \times 1.5 \times 10^{11}}{3 \times 10^8} = 65000 \text{ s}$

A B C D
○ ○ ○ ○

1.6 大質量的恆星到達其生命終結並發生爆炸，便會於一段時間內在天空上呈現為一顆極其耀眼的超新星。在 1987 年，用肉眼可看到於 163000 光年外的大麥哲倫星系出現一超新星 (SN1987A)。在 1054 年，中國的天文學家觀察到於 6500 光年外的金牛座出現另一超新星 (SN1054)。SN1987A 是大約發生

- A. 在 SN1054 之後 933 年。
B. 在 SN1054 之前 155567 年。
C. 在 SN1054 之前 156500 年。
D. 在 SN1054 之前 162067 年。

A B C D
○ ○ ○ ○

163000 - 6500 - 933 = 155567 yr

X $\xrightarrow{6500}$ 1054 $\xrightarrow{933}$ 1987

X $\xrightarrow{163000}$

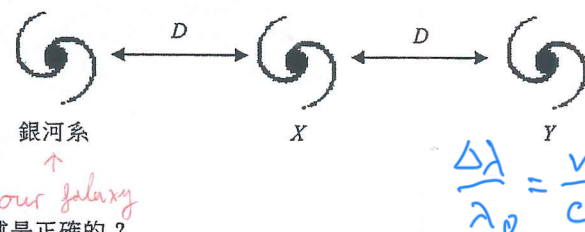
1.7 肉眼所見恆星 X 和 Y 的亮度相同。恆星 X 量度得的視差是恆星 Y 的兩倍。恆星 X 的光度之恆星 Y 的光度比是多少？

- A. $\frac{1}{4}$
B. $\frac{1}{2}$
C. 2
D. 4

$I_x = I_y$
 $d_x = \frac{1}{p}, d_y = \frac{1}{\frac{p}{2}} = \frac{2}{p}$
 $I_x = I_y \Rightarrow \frac{L_x}{d_x^2} = \frac{L_y}{d_y^2}$
 $\frac{L_x}{L_y} = \frac{\frac{1}{p^2}}{(\frac{2}{p})^2} = \frac{1}{4}$

A B C D
○ ○ ○ ○

1.8 三個星系如下圖所示相隔距離 D。從銀河系觀測星系 X 的 H_α 譜線出現 $\Delta\lambda$ 的紅移。



下列哪項敘述是正確的？

- (1) 從銀河系觀測星系 Y 的 H_α 譜線出現的紅移大於 $\Delta\lambda$ 。
(2) 從星系 X 觀測銀河系的 H_α 譜線沒有出現紅移。
(3) 星系 X 遠離星系 Y 的速率跟星系 X 遠離銀河系的速率相同。

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

A B C D
○ ○ ○ ○

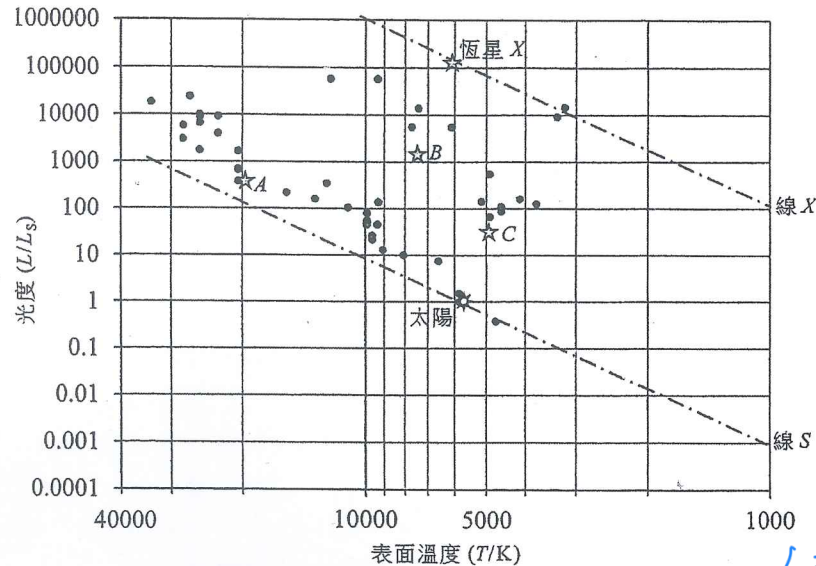
Q.1: 結構式題目

(a) 定性說明一顆恆星的絕對星等、視星等和光度的關係。

difficult

(2分)

下面的赫羅圖顯示從地球觀察到最光亮的 50 顆恆星。



(b) (i) L 、 R 和 T 為一顆恆星的光度、半徑和表面溫度。利用斯特藩定律證明

$$\frac{L}{L_s} = \left(\frac{R}{R_s}\right)^2 \left(\frac{T}{T_s}\right)^4$$

$$L = A\sigma T^4$$

其中 L_s 、 R_s 和 T_s 為太陽的光度、半徑和表面溫度。指出你所作的一個假設。

(2分)

(ii) 在赫羅圖中的恆星 X ，其表面溫度 $T = 6100 \text{ K}$ 而光度 $L = 126000 L_s$ 。求恆星 X 的半徑 R ，以太陽的半徑 R_s 表達。據此指出它所屬恆星類別的名稱。
已知：太陽的表面溫度為 $T_s = 5840 \text{ K}$ 。

$$126000 = \left(\frac{R}{R_s}\right)^2 \left(\frac{6100}{5840}\right)^4$$

$$R = 325 R_s$$

(c) (i) 將 (b)(i) 部的等式取對數可得以下等式：

$$\log\left(\frac{L}{L_s}\right) = 4 \log\left(\frac{R}{R_s}\right) + 4 \log\left(\frac{T}{T_s}\right) - 4 \log\left(\frac{A\sigma}{A\sigma_s}\right)$$

證明這等式代表赫羅圖上一條直線，而線上所有的恆星大小相同。赫羅圖兩軸皆為對數標度，而 x -軸趨向左方顯示較高溫度。 R_s 和 T_s 為常數。[註：圖中線 S 和線 X 是兩條這種從左上到右下的直線，並分別包括着太陽和恆星 X 。]

(2分)

(ii) 就赫羅圖中的恆星 A 、 B 和 C ，試推斷哪一顆是最大的。

(1分)

丁部：醫學物理學

Q.4: 多項選擇題

4.1 視網膜是由兩類感光細胞-視桿和視錐-所構成。下列哪項有關視桿和視錐的敘述是正確的？

- (1) 視桿是負責低光度時的視覺。✓
- (2) 視桿的數目較視錐少。✗
- (3) 視桿和視錐兩者皆可造成顏色視覺。✗

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

A B C D
☐ ☐ ☐ ☐

4.2 志聰患有某種視力問題，以致他的視覺調節近點距離其眼睛 2 m 。他需配戴什麼焦強的眼鏡方可將其近點糾正至 0.25 m ？

- A. $+3.5 \text{ D}$
- B. -3.5 D
- C. $+4.5 \text{ D}$
- D. -4.5 D

$$P_0 = \frac{1}{2} + \frac{1}{v} - ①$$

$$P_1 + P_0 = \frac{1}{0.25} + \frac{1}{v} - ②$$

$$② - ① : P_1 = \frac{1}{0.25} - \frac{1}{2} = +3.50$$

A B C D
☐ ☐ ☐ ☐

4.3 飛機起飛時，有些乘客會感到耳痛或短暫失聰。下列哪項是可能的原因？

- A. 耳膜所受壓強突增，因而令中耳內的三塊耳骨不能活動。
- B. 耳膜所受壓強突增，因而令卵圓窗關閉。
- C. 外耳和中耳之間的壓強突然不平衡，因而令耳蝸失卻功能。
- D. 外耳和中耳之間的壓強突然不平衡，而耳膜不能自由振動。

A B C D
☐ ☐ ☐ ☐

4.4 診斷大腸病變廣泛採用內窺鏡而非其他醫學成像方法，這是因為

- (1) 它能提供解像相當良好而清晰的直接圖像。✓
- (2) 透過內窺鏡的導管可放入工具來擷取組織作進一步化驗。✓
- (3) 它的風險較其他成像方法低。✗

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

A B C D
☐ ☐ ☐ ☐

- 4.5 一學生在距離一細小聲源 x 處量度聲強級 (單位 dB)。估算他需距離聲源多遠才會量得的聲強級減少 20 dB。

- A. $5x$
☒ B. $10x$
 C. $20x$
 D. $40x$

$$L = 10 \log \left(\frac{P}{4\pi x^2 / I_0} \right) \quad \text{--- ①}$$

$$L - 20 = 10 \log \left(\frac{P}{4\pi d^2 / I_0} \right) \quad \text{--- ②}$$

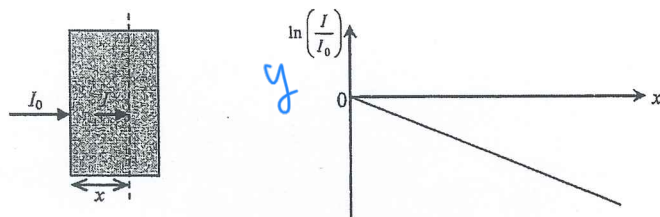
① - ②: $20 = 10 \log \left(\frac{1/x^2}{1/d^2} \right)$
 $\frac{d^2}{x^2} = 100 \therefore d = 10x$

- 4.6 就掃描位於體內的肝臟而言，以下哪一超聲波選擇是正確的？並附理據。

- A. 3 MHz 超聲波，因所成的像解像度較高。
☒ B. 3 MHz 超聲波，因它能較深入行進體內。
 C. 12 MHz 超聲波，因所成的像解像度較高。
 D. 12 MHz 超聲波，因它能較深入行進體內。

- A. ☐ B. ☐ C. ☐ D. ☐

- 4.7 一束強度為 I_0 的 X 射線入射一介質，介質的線衰減係數為 μ 。如圖所示，射線束在進入介質距離 x 後其強度變為 I 。一個 $\ln \left(\frac{I}{I_0} \right)$ 對 x 的線圖標繪而成。線圖斜率的量值代表什麼？



- A. $\frac{\mu}{2}$
 B. $\frac{\ln 2}{\mu}$
 C. $\frac{1}{\mu}$
☒ D. μ

$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

$$\frac{I}{I_0} = e^{-\mu x}$$

$$\ln \left(\frac{I}{I_0} \right) = -\mu x$$

$$y = -\mu x$$

- A. ☐ B. ☐ C. ☐ D. ☐

- 4.8 下列哪項有關電腦斷層造影 (CT) 的敘述是正確的？

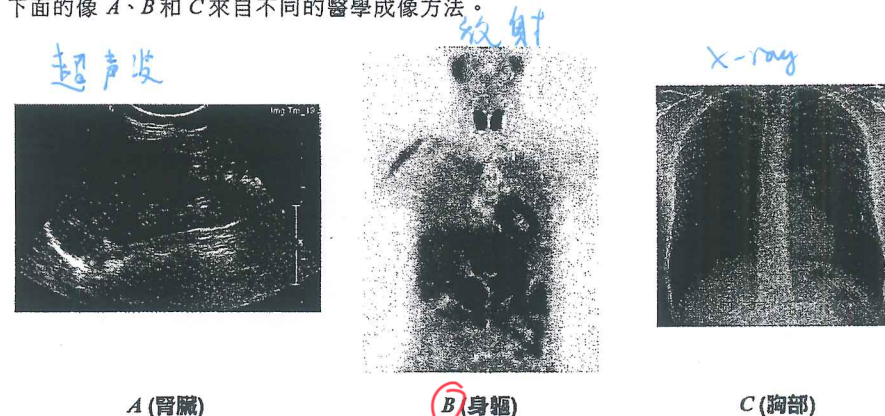
- (1) CT 成像的灰度層次跟 X 射線於身體組織的衰減係數相對應。
 (2) CT 成像的重建涉及將成像平面上從不同角度所得的 X 射線束強度讀數反投射而成。
 (3) 病人接受 CT 掃描所接收到的輻射劑量遠高於傳統的 X 射線成像。

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

- A. ☐ B. ☐ C. ☐ D. ☐

Q.4: 結構式題目

- (a) 下面的像 A、B 和 C 來自不同的醫學成像方法。

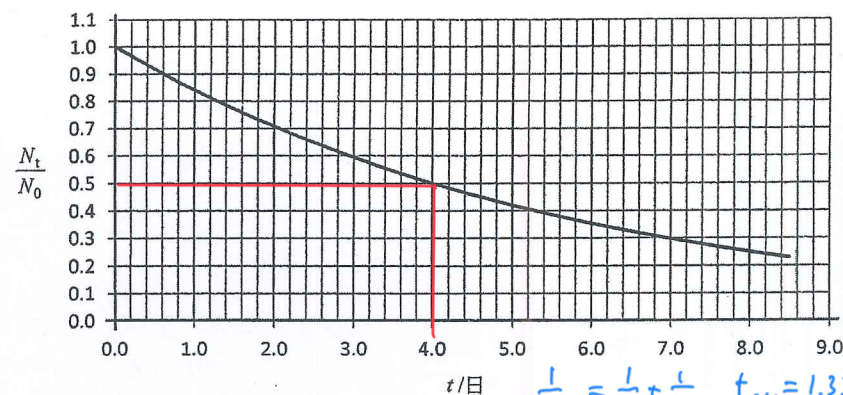


A (腎臟)

B (身軀)

C (胸部)

- (i) 哪一個是放射性核素成像所產生？解釋該像如何形成。不須描述所用探測儀器的結構和機理。 (4 分)
- (ii) 指出放射性核素成像較其餘兩個成像方法優勝的一個地方。 (1 分)
- (b) 一初始數量為 N_0 的放射性同位素經時間 t 衰變至 N_t 。下面的線圖顯示 $\frac{N_t}{N_0}$ 比值隨時間 t 的變化。



- (i) 利用線圖求放射性同位素的半衰期。 (1 分)

一個含該放射性同位素的化合物用作「示踪物」，並注射進病人體內以探究一生理過程。這「示踪物」的生物半衰期為 2 日。

- (ii) 「示踪物」的生物半衰期是什麼意思？ (1 分)

- (iii) 如果初始時注射了 50 mg 的「示踪物」，估算需時多久該放射性化合物殘留在體內的數量才降至 10 mg。 (3 分)