

2020-DSE
物理

卷一 甲部

香港考試及評核局

2020年香港中學文憑考試

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。

A1. $E = mc \Delta T$ 加熱和冷卻時的能量轉移

A2. $E = l \Delta m$ 物態變化時的能量轉移

A3. $pV = nRT$ 理想氣體物態方程

A4. $pV = \frac{1}{3} Nmc^2$ 分子運動論方程

A5. $E_K = \frac{3RT}{2N_A}$ 氣體分子動能

B1. $F = m \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ 力

B2. 力矩 $= F \times d$ 力矩

B3. $E_p = mgh$ 重力勢能

B4. $E_K = \frac{1}{2} mv^2$ 動能

B5. $P = Fv$ 機械功率

B6. $a = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$ 向心加速度

B7. $F = \frac{Gm_1 m_2}{r^2}$ 牛頓萬有引力定律

C1. $\Delta y = \frac{\lambda D}{a}$ 雙縫干涉實驗中條紋的間距

C2. $d \sin \theta = n\lambda$ 衍射光柵方程

C3. $\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$ 單塊透鏡方程

D1. $F = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ 庫倫定律

D2. $E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ 點電荷的電場強度

D3. $E = \frac{V}{d}$ 平行板間的電場(數值)

D4. $R = \frac{\rho l}{A}$ 電阻和電阻率

D5. $R = R_1 + R_2$ 串聯電阻器

D6. $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ 並聯電阻器

D7. $P = IV = I^2 R$ 電路中的功率

D8. $F = BQv \sin \theta$ 磁場對運動電荷的作用力

D9. $F = BIl \sin \theta$ 磁場對載流導體的作用力

D10. $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$ 長直導線所產生的磁場

D11. $B = \frac{\mu_0 NI}{l}$ 螺線管中的磁場

D12. $\epsilon = N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ 感生電動勢

D13. $\frac{V_s}{V_p} \approx \frac{N_s}{N_p}$ 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

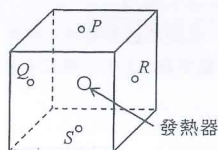
E3. $A = kN$ 放射強度和未衰變的原子核數目

E4. $\Delta E = \Delta mc^2$ 質能關係式

甲部

本部共有 33 題。標示有 * 的題目涉及延展部分的知識。

1. 一注滿水的正立方水缸於其中心裝有一發熱器。溫度感應器 P 、 Q 、 R 和 S 分別固定於水缸上壁、左壁、右壁和下壁的中央。



考 IQ
Q 和 R 是對稱的

發熱器開啟了一段短時間後，下面哪一對感應器會顯示最大的溫差？

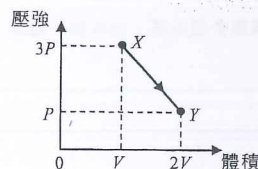
- A. Q 和 R
B. R 和 S
C. Q 和 S
D. P 和 R

2. 一電水煲盛着 1 kg 的水，將水從室溫加熱至沸點需 168 s。電水煲的額定值為「220 V, 2000 W」。設電水煲所耗的電能全部轉移至水。下列哪項敘述正確？
已知：水的比熱容 = $4200 \text{ J kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

- (1) 水的初始溫度為 20°C 。
(2) 電水煲發熱元件的電阻約為 24Ω 。
(3) 若電水煲以 110 V 運作，將水加熱至沸點所需的時間會加倍。

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

- *3. 以下壓強-體積線圖代表一固定質量的理想氣體從態 X 膨脹至態 Y 的過程。



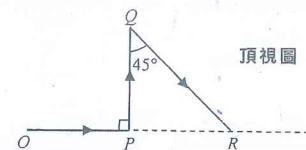
$Y: P \times 2V = nR(273 + 25) - \text{①}$
 $X: 3P \times V = nR(273 + T) - \text{②}$

$\frac{\text{②}}{\text{①}}: \frac{3}{2} = \frac{273 + T}{298}$
 $T = 174^\circ\text{C}$

如果氣體於態 Y 的溫度為 25°C ，它在態 X 的溫度是多少？

- A. -74.3°C
B. 16.7°C
C. 37.5°C
D. 174°C

4. easy



$2 + \tan 45^\circ = 2 \text{ km}$

圖示一輛汽車用了 8 分鐘沿一水平面上的路徑 $OPQR$ 行駛。已知 $OP = PQ = 2 \text{ km}$ ，求汽車在這行程的平均速度的量值。

- A. 30 km h^{-1}
B. 36 km h^{-1}
C. 41 km h^{-1}
D. 51 km h^{-1}

$\bar{v} = \frac{s}{t} = \frac{2+2}{\frac{8}{60}} = 30 \text{ km h}^{-1}$

5. easy



對於在高速公路行駛中的汽車而言，下列哪項有關頭枕安全設計的敘述正確？

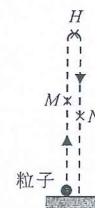
- (1) 由於頭枕是軟的，於碰撞時它可減低作用在乘客頭部的力。
(2) 當汽車被另一車輛從後碰撞，它能減低乘客所受傷害。
(3) 當緊急煞車時，它能減低乘客所受傷害。

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

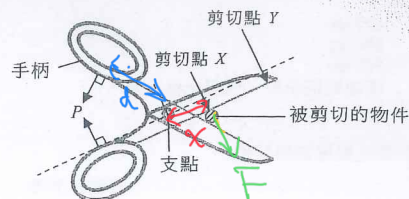
6. 一粒子被豎直上拋，其徑跡如下圖所示。粒子所達最高點為 H 。下列有關該粒子的敘述，哪項正確？空氣阻力可忽略不計。

- (1) 它在 M 的加速度向上。
(2) 它在 H 的加速度為零。
(3) 它在 N 的加速度向下。

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



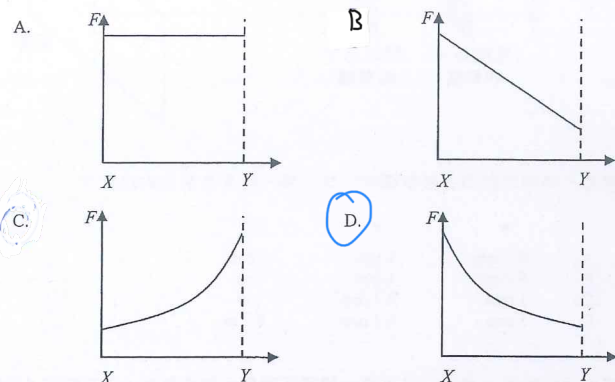
7. 圖示一對量值恆定的力 P 垂直施於剪刀的手柄，以剪切物件。



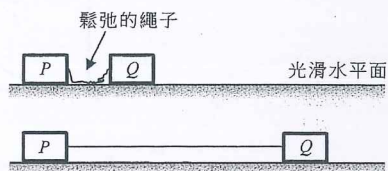
$$P \cdot d = F \cdot x = \text{const}$$

$$F \propto \frac{1}{x}$$

當剪刀閉合時，以下哪一線圖最能顯示於剪切點產生的力 F 從 X 至 Y 的變化？



8. 在一光滑水平面上，兩相同的方塊 P 和 Q 以一條不能伸長的輕繩連接。初始時，繩子鬆弛而兩方塊皆靜止。



使 Q 以 4 m s^{-1} 的速率向右運動。在繩子剛被拉緊而 P 開始運動時，求兩方塊的速率。

	方塊 P	方塊 Q
A.	1 m s^{-1}	1 m s^{-1}
B.	2 m s^{-1}	1 m s^{-1}
C.	2 m s^{-1}	2 m s^{-1}
D.	4 m s^{-1}	2 m s^{-1}

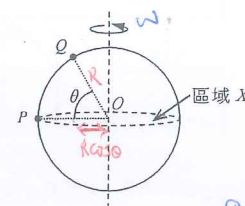
$$m \times 4 = m \times v_p + m \times v_q$$

$$= m(v_p + v_q)$$

完全非彈性

*9.
Ext

如圖所示，粒子 P 和 Q 固定於一球體表面，球體繞一穿過球心 O 的豎直軸旋轉。水平的陰影區域 X 把球體分成兩半。 P 位於區域 X 的邊沿，而 Q 位於區域 X 對上仰角 θ 處。



$$\frac{a_p}{a_q} = \frac{\omega^2 R}{\omega^2 R \cos \theta} = \frac{1}{\cos \theta}$$

求 P 的向心加速度跟 Q 的比值。

- A. $1 : \cos \theta$
B. $1 : \sin \theta$
C. $\cos \theta : 1$
D. $\sin \theta : 1$

*10

2 states
2 Egnr

海王星的直徑約為地球的 4 倍，而其質量約為地球的 17 倍。估算在海王星表面的重力加速度。已知：地球表面的重力加速度 $g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$

- A. 2.3 m s^{-2}
B. 9.2 m s^{-2}
C. 10.4 m s^{-2}
D. 41.7 m s^{-2}

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

$$g' = \frac{G(17M)}{(4R)^2}$$

$$g' = \frac{17}{16} g = \frac{17}{16} \times 9.81 = 10.4 \text{ m s}^{-2}$$

11.

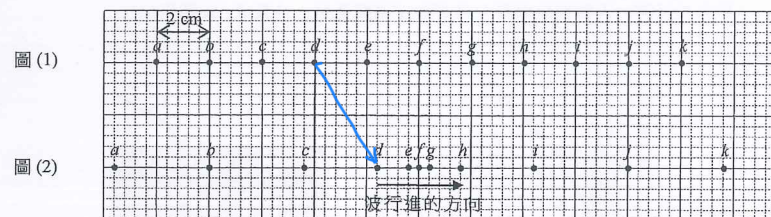


圖 (1) 顯示粒子 a 至 k 在一介質中的平衡位置，各粒子的相互間距為 2 cm 。一頻率為 5 Hz 的縱波由左至右傳播。圖 (2) 顯示在某一時刻各粒子的位置。求波的振幅和速率。

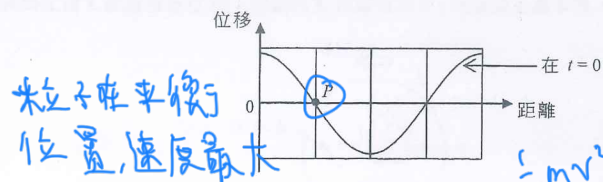
	振幅	速率
A.	3.6 cm	40 cm s^{-1}
B.	3.6 cm	80 cm s^{-1}
C.	2.4 cm	40 cm s^{-1}
D.	2.4 cm	80 cm s^{-1}

$$A = 2.4 \text{ cm}$$

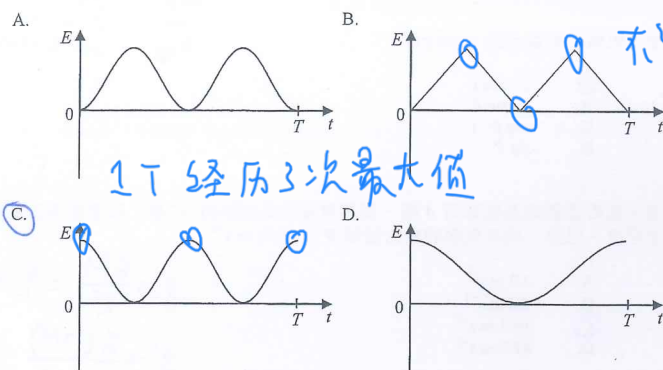
$$\lambda = 16 \text{ cm}$$

$$v = 5 \times 16 = 80 \text{ cm s}^{-1}$$

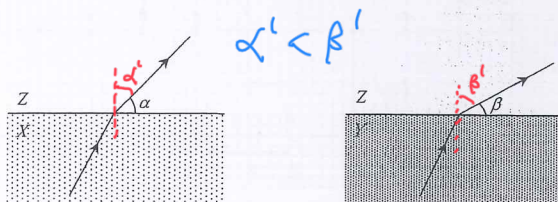
12. 圖一週期為 T 的行波在時間 $t=0$ 的部分位移-距離線圖。 P 是波上的一個粒子。



下列哪一線圖正確顯示從 $t=0$ 起計該粒子的動能 E 在一週期內的變化？



13. 一單色光以同一入射角分別從介質 X 和 Y 傳播至另一介質 Z ，如圖所示。



在 Z 相應的折射線跟邊界面分別成角 α 和 β (而 $\alpha > \beta$)。哪一介質 (X 或 Y) 有較大的折射率？光在哪一介質中 (X 或 Y) 傳播較快？

	折射率較高的介質	光傳播較快的介質
A.	X	X
B.	X	Y
C.	Y	X
D.	Y	Y

- *14. 一以波長 λ_1 和 λ_2 組成的光束法向入射一衍射光柵。在所得衍射圖樣中，波長 λ_1 的第三級衍射跟波長 λ_2 的第四級衍射重疊。如果 λ_1 為 680 nm ，求 λ_2 。

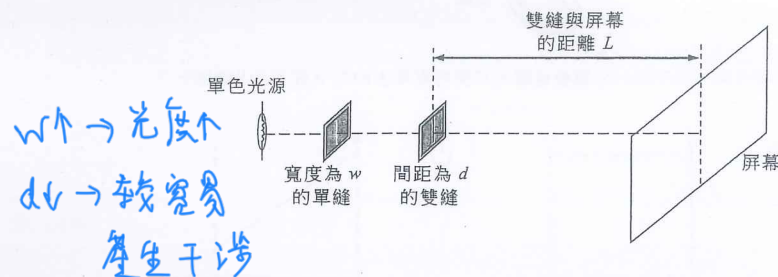
- A. 510 nm
B. 680 nm
C. 907 nm
D. 柵線間距未知，因而未能確定。

$$d \sin \theta = 3\lambda_1 = 4\lambda_2$$

$$\lambda_2 = \frac{3}{4}\lambda_1$$

$$= \frac{3}{4} \times 680 \text{ nm} = 510 \text{ nm}$$

15. 圖一典型的楊氏雙縫實驗裝置。

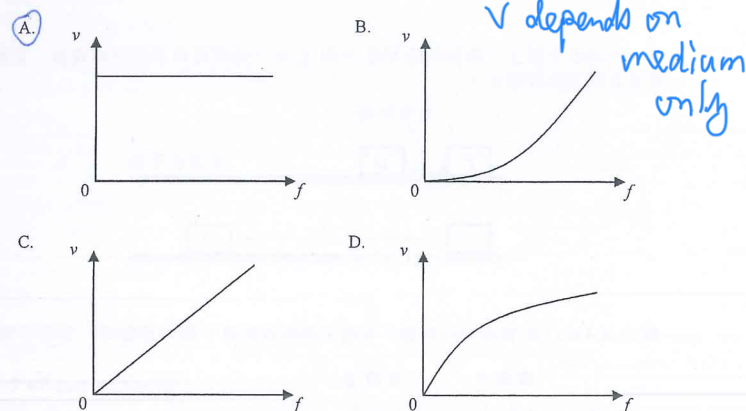


要在屏幕上得到可觀察的條紋圖樣，以下哪一組合為最佳的設置？

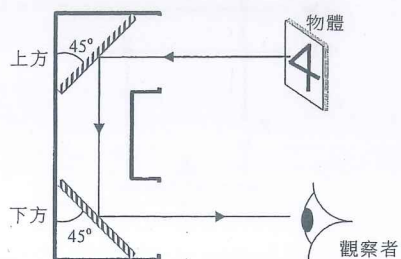
	w	d	L
A.	0.1 mm	1 mm	10 m
B.	0.1 mm	1 mm	1 m
C.	1 mm	0.1 mm	1 m
D.	1 mm	0.1 mm	0.1 m

$L \uparrow \rightarrow$ 放大干涉效果

16. 一橫波沿張緊的線上傳播。以下哪一線圖正確顯示波的速率 v 跟其頻率 f 的變化？



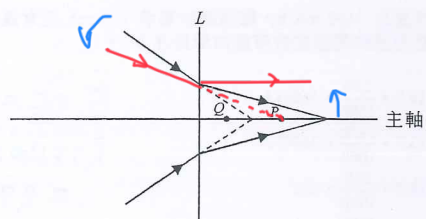
17. 圖示一學生所設計的潛望鏡，並用以觀察一物體。



以下哪個是觀察者所看到的像？

- A.
- B.
- C.
- D.

- 18.



根據以上光線圖， L 所代表透鏡屬什麼類型？哪一點 (P 或 Q) 可以是它的焦點？

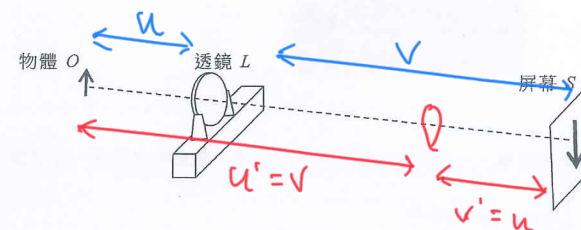
- | | 透鏡 L | 焦點 |
|----|--------|-----|
| A. | 凹透鏡 | P |
| B. | 凸透鏡 | P |
| C. | 凹透鏡 | Q |
| D. | 凸透鏡 | Q |

19. 下列哪個現象可確證聲音是波？

- (1) 聲音從牆壁反射
(2) 聲音於兩介質之間的邊界折射
(3) 聲音的干涉

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

20. 圖示一物體 O 經凸透鏡 L 於屏幕 S 形成一放大而清晰的像。



下列哪項可使屏幕上形成一縮小而清晰的像？

- (1) 保持 O 和 L 的位置不變，將 S 適當地移近 L 。
(2) 保持 L 和 S 的位置不變，將 O 適當地移離 L 。
(3) 保持 O 和 S 的位置不變，將 L 適當地移近 S 。

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

21. 下列哪項有關超聲波的敘述正確？

- (1) 超聲波比可聽得見的聲音有較短的波長。
(2) 超聲波不能以振動的物體產生。
(3) 超聲波不能聽得見，因其未能於空氣中傳播。

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

22. 以下圖柱型電阻器皆以相同金屬製成。當逐一將每個電阻器的兩端跨接同一電壓，哪一個所產生的功率最大？

A.



B.



C.



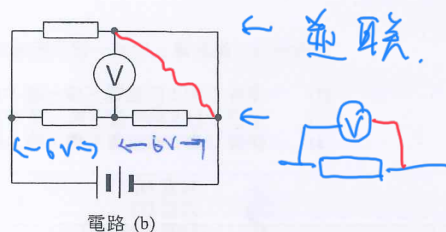
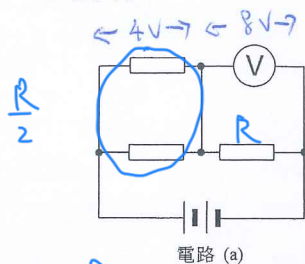
D.



$$R = \rho \frac{l}{A}$$

$$l \uparrow \text{ or } A \downarrow \Rightarrow R \uparrow$$

23. 三個相同的電阻器、一內阻可忽略的電池組以及一理想的伏特計，分別連接成電路 (a) 和電路 (b)。

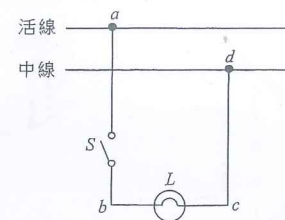


Handwritten: $emf = 12V$

已知電路 (a) 中伏特計的讀數為 8 V，電路 (b) 中伏特計的讀數為多少？

- A. 4 V
B. 6 V
C. 8 V
D. 12 V

24. 圖示家居照明電路的一部分，燈泡 L 於開關 S 閉合時沒有亮起。



現於開關 S 閉合時測試該電路。以電壓測試器分別接觸 b 點和 c 點，測試器顯示該兩點皆處高電壓。當以測試器分別接觸 a 點和 d 點，則發現只有 a 點處高電壓。下列哪項可能是故障的原因？

- A. 開關 S 已經損壞。
B. 燈泡 L 的燈絲已經燒掉而成斷路。
C. a 和 d 之間出現短路。
D. c 和 d 之間出現斷路。

25.

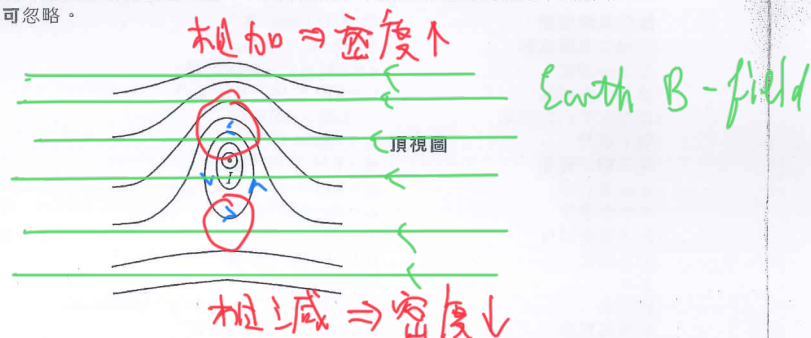


圖示電池組的容量為 1100 mA h。電池組以電流 250 mA 正常運作一小時提供了多少能量？假設電池組的運作電壓在該時段內保持在 3.7 V。

- A. $(3.7 \times \frac{250}{1000} \times 3600) \text{ J}$
B. $(3.7 \times \frac{1100}{1000} \times 3600) \text{ J}$
C. $(3.7 \times \frac{250}{1000} \times 1) \text{ J}$
D. $(3.7 \times \frac{1100}{1000} \times 1) \text{ J}$

Handwritten: $E = p \cdot t$
 $= V \cdot I \cdot t$
 $= 3.7 \times \frac{250}{1000} \times 3600$
mA
↓
A

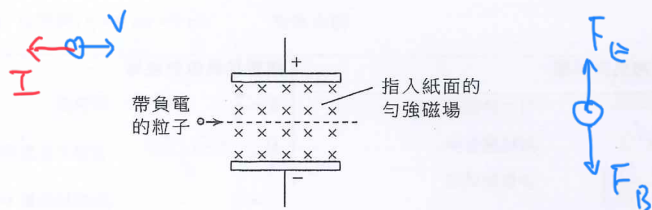
26. 一豎直長導線載有指出紙面的穩定電流 I ，其周圍的水平面上的磁場圖樣如下圖所示。地球的磁場不可忽略。



下列各項的方向為何？

- 地球磁場的
水平分量
- 載流導線
所受的磁力
- Fleming's left-hand rule*
- A. ☒ ← ↓
- B. ☐ ← ↑
- C. ☐ → ↓
- D. ☐ → ↑

*27.

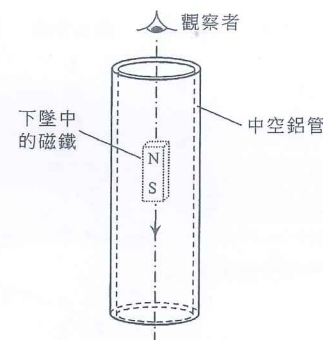


圖示區域中設有一勻強電場和一勻強磁場，而跨兩平行金屬板的電勢差構成該電場。一帶負電的粒子穿過該區域而沒有偏轉。下列哪項改變可令該帶電粒子向下偏轉？重力的影響可忽略。

- (1) 增加兩板之間的電勢差
(2) 增加粒子所帶電荷的量值
(3) 增加粒子進入該區域的速率

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

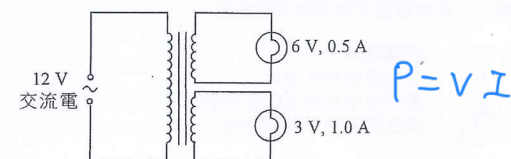
28.



圖示一細小的強磁鐵下墜穿過一中空鋁管，會感生渦電流。就一從上方觀看的觀察者而言，下列哪項正確描述在鋁管所感生電流的方向？

- A. 磁鐵之上和磁鐵之下皆為順時針
B. 磁鐵之上和磁鐵之下皆為逆時針
C. 磁鐵之上為順時針，而磁鐵之下為逆時針
D. ☒ 磁鐵之上為逆時針，而磁鐵之下為順時針

*29.



圖示一理想的變壓器，標示為「6V, 0.5A」和「3V, 1.0A」的兩燈泡分別連接變壓器的兩組副線圈。當一 12 V 交流電源連接至原線圈，兩燈泡各自以額定值運作。估算原線圈中的電流。

- A. 0.25 A
B. ☒ 0.50 A
C. 0.75 A
D. 1.0 A

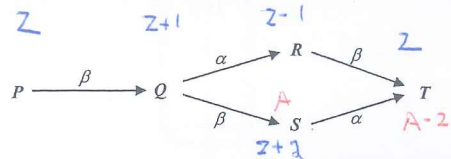
$$P_p = P_s$$

$$12 \times I = 6 \times 0.5 + 3 \times 1$$

$$I = 0.5 \text{ A}$$

30. 在一實驗中，以蓋革-彌勒計數器測定本底計數率。實驗記錄了四個每分鐘計數率的讀數。下列哪一組讀數為最有可能？

	第一分鐘	第二分鐘	第三分鐘	第四分鐘
A.	5	62	8	69
B.	40	40	40	40
C.	60	50	30	20
D.	29	26	31	35



31. 核素 P 可由過程 P-Q-R-T 或由過程 P-Q-S-T 衰變而成核素 T，如圖所示。下列哪些推斷正確？

- (1) P 和 T 是同一元素的同位素。
- (2) Q 和 S 的質子數目相同。
- (3) S 較 R 多一粒中子。

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

- *32. 一元素的一個放射性同位素的衰變常數

- A. 是隨機的。
 B. 取決於壓強和溫度。
 C. 跟同位素的核子數目成正比。
 D. 為該同位素的識別特性。

33. P 和 Q 是剛製備好的兩個放射性樣本。已知當 P 的全部原子核其中 $\frac{15}{16}$ 已衰變，Q 的全部原子核其中 $\frac{63}{64}$ 亦已衰變。求比值 $\frac{P \text{ 的半衰期}}{Q \text{ 的半衰期}}$ 。

- A. 1:4
 B. 2:3
 C. 3:2
 D. 4:1

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
 真空中光的速率
 電子電荷
 電子靜止質量
 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)
 $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
 $c = 3.00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
 $q_e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$
 $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$
 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$
 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H m}^{-1}$
 $u = 1.661 \times 10^{-27} \text{ kg}$
 $AU = 1.50 \times 10^{11} \text{ m}$
 $ly = 9.46 \times 10^{15} \text{ m}$
 $pc = 3.09 \times 10^{16} \text{ m} = 3.26 ly = 206265 AU$
 $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$

(1 u 相當於 931 MeV)

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	能量和能源的使用
$U = -\frac{GMm}{r}$ 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	$E = \frac{\Phi}{A}$ 照明度 $\frac{Q}{t} = \kappa \frac{A(T_H - T_C)}{d}$ 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	醫學物理學
$\frac{1}{2} m_e v_{\max}^2 = hf - \phi$ 愛因斯坦光電方程 $E_n = -\frac{1}{n^2} \left[\frac{m_e q_e^4}{8h^2 \epsilon_0^2} \right] = -\frac{13.6}{n^2} \text{ eV}$ 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)	$\theta \approx \frac{1.22\lambda}{d}$ 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

1. 某食肆製備「淨雲吞」是把 5 粒在 4°C 的熟雲吞放入一湯碗，碗內盛有 0.60 kg 溫度為 96°C 的湯。

已知：每粒雲吞的平均質量 $= 0.02\text{ kg}$

雲吞的比熱容 $= 3300\text{ J kg}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

湯的比熱容 $= 4200\text{ J kg}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

DSE2020

- (a) 求混合物的末溫度。假設湯碗的熱容量及散失至周圍環境的熱可忽略。 (2 分)

$$(5 \times 0.02) \times 3300 \times (T - 4) = 0.6 \times 4200 \times (96 - T), \quad T = 85.3^{\circ}\text{C}$$

- (b) 在 (a) 的湯是取自熱容量為 $2000\text{ J }^{\circ}\text{C}^{-1}$ 的金屬容器，容器盛着 16 kg 的湯，而湯以浸沒式電熱器保持在 96°C 。 (1 分)

- (i) 為什麼電熱器須提供能量以使湯保持在 96°C ?

補償能量散失於周圍

- (ii) 一學生用以下方法求電熱器的運作功率 P ：把電熱器從容器中移走，10 分鐘後記錄該 16 kg 湯的溫度，結果發現溫度下降了 9°C 。估算 P 。 (3 分)

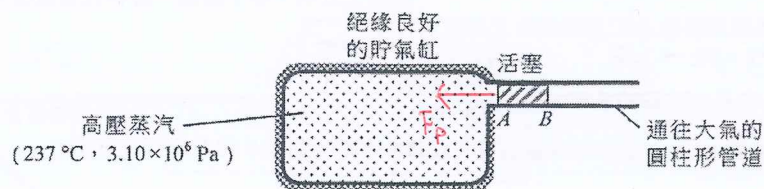
$$P \times 10 \times 60 = 2000 \times 9 + 16 \times 4200 \times 9, \quad P = 1040\text{ W}$$

- (iii) 如果該學生再過 10 分鐘後重複作量度，相應的溫度下降會大於、等於還是小於 9°C ? 試解釋。 (2 分)

能量散失於周圍

2. 圖 2.1 顯示一大型貯氣缸連接着通往大氣的圓柱形管道。管道配備一光滑的活塞 AB 。該絕緣良好的貯氣缸，充滿了溫度為 237°C 及壓強為 $3.10 \times 10^6\text{ Pa}$ 的高壓蒸汽，而可移動的活塞以一力 F_p 限制其不動。已知：大氣壓強 $= 1.0 \times 10^5\text{ Pa}$

圖 2.1



- (a) (i) 在圖 2.1 標示力 F_p 。 (1 分)

- *(ii) 考慮活塞因壓強差所受的力，求 F_p 的值。活塞的截面面積為 0.67 m^2 。 (2 分)

$$F_p = (3.1 \times 10^6 - 1 \times 10^5) \times 0.67 = 2.01 \times 10^6\text{ N}$$

- *(iii) 貯氣缸載有 570 kg 蒸汽，估算其體積。可視蒸汽為理想氣體。 (3 分)

已知：一摩爾蒸汽的質量 $= 0.018\text{ kg}$

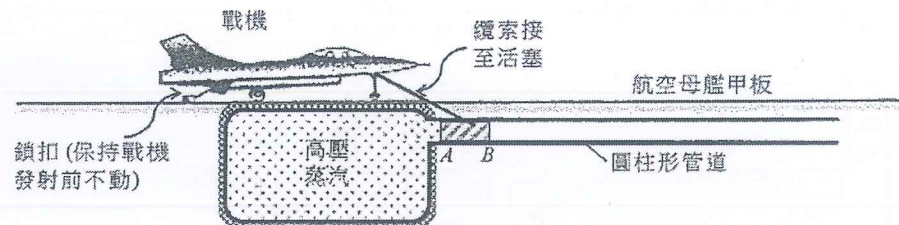
$$pV = nRT$$

$$3.10 \times 10^6 V = \frac{570}{0.018} \times 8.31 \times (237 + 273)$$

$$V = 43.3\text{ m}^3$$

- (b) 這裝置可用作「蒸汽彈射」將戰機從航空母艦發射。即將發射的戰機以不可伸長的纜索接至活塞，如圖 2.2 所示。當機尾的鎖扣被鬆開，貯氣缸中的高壓蒸汽便膨脹並推動活塞，從而協助戰機加速。

圖 2.2



在一次彈射測試中，戰機（其引擎沒有開動）在甲板上運動一段水平距離後，於 1.5 s 達至末速 54 m s^{-1} 。戰機的質量為 $2.6 \times 10^4\text{ kg}$ 。

- (i) 求發射期間戰機所受淨力對其所作的功。 (2 分)

$$W = \Delta KE = \frac{1}{2} (2.6 \times 10^4) \times 54^2 = 37.9\text{ MJ}$$

- (ii) 計算發射期間戰機的平均加速度。 (2 分)

$$a = \frac{v - u}{t} = \frac{54 - 0}{1.5} = 36\text{ m s}^{-2}$$

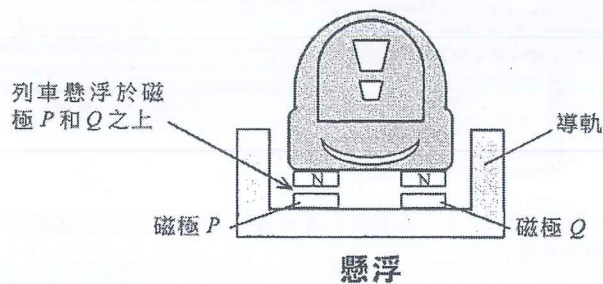
- *(iii) 指出戰機的加速度在發射期間是不斷增加、不斷減少還是為勻加速。解釋你的答案。 (3 分)

不斷減少，

$$g \downarrow \Rightarrow P \downarrow \Rightarrow F \downarrow$$

3. 細閱以下有關「磁浮列車」的文章，並回答隨後的問題。

磁浮列車發明人之子積斯堡威說：「一磁浮列車的車卡只是一個四角裝有磁鐵的盒子」。所用電磁鐵以超導線圈（即線圈的電阻極低）製成，因此可產生較普通電磁鐵強 10 倍的磁場，足以懸浮和驅動一列車。



因應不同功能而設的兩組磁場，一組令列車如圖所示懸浮於磁極 P 和 Q 之上數厘米，而另一組以交流電運作的磁場則為驅動系統，以磁吸力和斥力使列車車卡於導軌上運動。這種懸浮設計使行車更平穩。即使列車以接近每小時 600 km 行駛，乘客仍較乘坐傳統火車感受較小的振動。

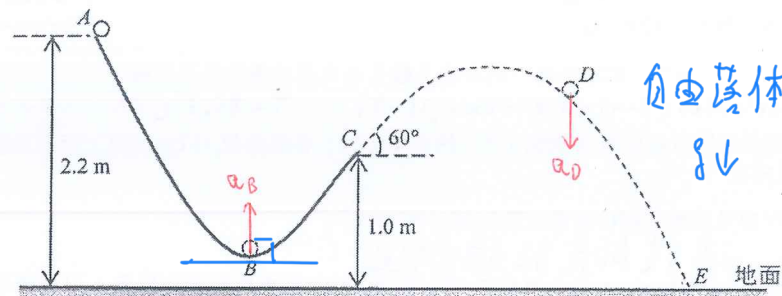
- (a) 解釋為什麼以超導線圈製成的電磁鐵能產生遠為強大的磁場。 (2分)
 $R \approx 0 \rightarrow I \uparrow \rightarrow B \uparrow$
 (b) 指出磁極 P 和 Q 的極性，並說明這設置怎樣能使列車懸浮。 (2分)
 $N \text{ and } S$
 (c) 根據列車所受各種阻力的解釋，解釋磁浮列車的旅程為何更 (i) 平穩和 (ii) 快捷。 (2分)

(i) 沒有接觸 $\Rightarrow f=0$

(ii) 作用力是需抵抗空氣阻力。

4. 一小球於 A 點從靜止釋放，並沿圖 4.1 所示的光滑路軌 ABC 運動。於最低點 B 附近路軌的形狀約為圓形。

圖 4.1



球在 C 點離開路軌，於該處路軌跟水平成 60° 角。球最終於 E 點著地。空氣阻力可忽略不計。 ($g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$)

- (a) 將球在 A、B、C 和 D 各點的速率，從大至小依次排列。 (1分)

$$v_B > v_C > v_D > v_A$$

- * (b) 在圖 4.1 以箭矢分別標示球在 B 點和在 D 點若有的加速度。 (2分)

- (c) (i) 描述球沿路軌 ABC 運動的能量轉換。 (2分)

$$A \rightarrow B = PE \rightarrow KE, \quad B \rightarrow C = KE \rightarrow PE$$

- (ii) 據此求球在 C 點的速率。 (2分)

- difficult (iii) 如果 C 點和 E 點的水平距離為 2.55 m，計算球到達 E 點前的飛行時間。 (3分)

$$(i) \quad \frac{1}{2}mv^2 = mgh$$

$$v^2 = 2 \times 9.81 \times (2.2 - 1.0)$$

$$v = 4.85 \text{ m s}^{-1}$$

$$(iii) \text{ at } C, \quad v_x = 4.85 \times \cos 60^\circ = 2.43 \text{ m s}^{-1}$$

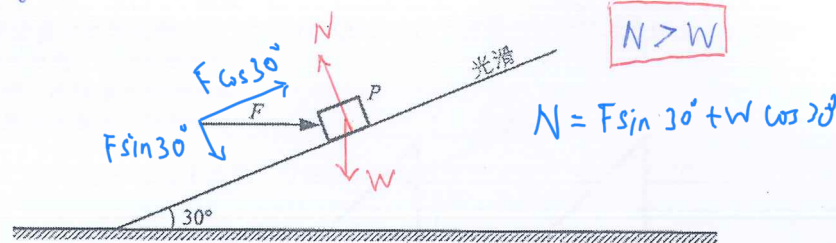
$$C \text{ 點水平距離} = 2.43 t = 2.55 \text{ m}$$

$$t = 1.05 \text{ s}$$

5.

tricky
difficult

圖 5.1



- (a) 以一水平力 F 使質量為 10 kg 的方塊 P 在一光滑斜面上保持靜止，如圖 5.1 所示。斜面跟水平成 30° 角。 $(g = 9.81\text{ m s}^{-2})$

$$N \cos 30^\circ = W = Mg \quad \& \quad N \sin 30^\circ = F$$

- (i) 在圖 5.1 標示及註明其餘作用於 P 的各個力。(2分)

- (ii) 分別求力 F 和方塊施於斜面的力的量值。(3分)

$$F = Mg \tan 30^\circ = 10 \times 9.81 \tan 30^\circ = 56.6\text{ N}$$

- (b) 現撤去 F ，而空氣阻力可忽略不計。

$$N = \frac{Mg}{\cos 30^\circ} = \frac{10 \times 9.81}{\cos 30^\circ} = 113\text{ N}$$

- (i) 方塊加速度的量值是多少？ $g \sin \theta = 9.81 \sin 30^\circ = 4.91\text{ m s}^{-2}$ (1分)

- (ii) 解釋方塊施於斜面的力跟 (a)(ii) 的相比是增加、減少還是保持不變。 $N = mg \cos \theta$ (2分)

6. 圖 6.1 的裝置是用以找出聲音在空氣中的速率。把兩個相同的微音器 A 和 B 連接一個計時器，並如圖所示放於一實驗檯面上。從兩微音器分別輸入至計時器 START 和 STOP 端鈕的訊號，可相應使計時器「啟動」和「停止」計時。

easy

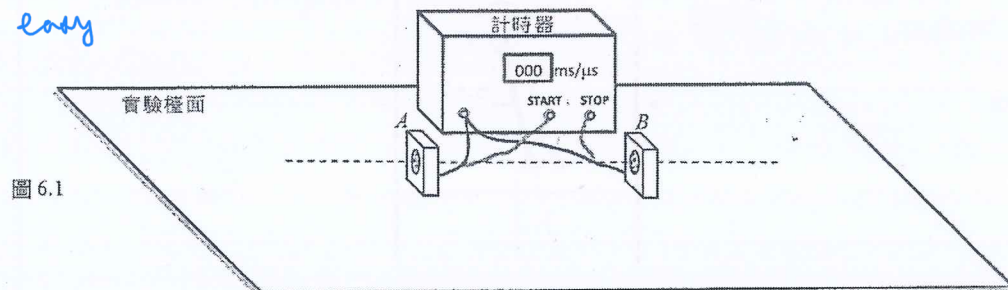


圖 6.1

- (a) 現給你一錘子和一塊鐵板 (圖 6.1 以「X」標示於實驗中應在何處以錘子敲擊鐵板，使產生一短促而響亮的聲音讓兩微音器接收。就這實驗指出所需的一件額外儀器，以及需作的各項量度。(3分)

- (b) A 和 B 的間距設置為 0.280 m 。重複實驗以得到下列數個計時器讀數：

801 μs 、838 μs 、~~539 μs~~ 、821 μs

$$\Delta t = \frac{801 + 838 + 821}{3} = 820\text{ } \mu\text{s}$$

- (i) 求聲音在空氣中的速率，計算中須演示你會怎樣處理所得數據。 $v = \frac{0.28}{820 \times 10^{-6}}$

- (ii) 就實驗裝置的設定建議一項調整，以得到一個更準確的結果。 $= 341\text{ m s}^{-1}$ (3分)

D ↑ then Δt ↑

7. 圖 7.1 顯示一光導纖維，其中折射率為 n_g 的圓柱形玻璃纖芯，以折射率為 n_c 的透明包覆層覆蓋。

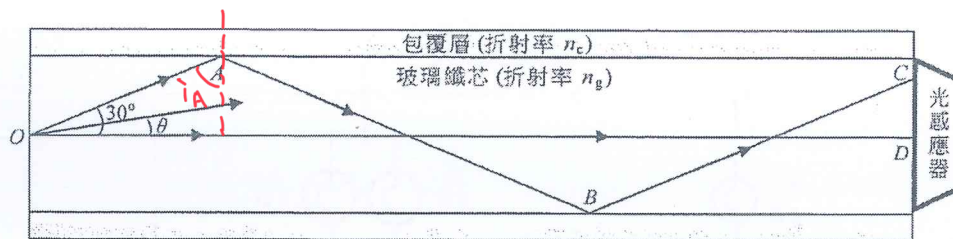


圖 7.1

如圖 7.1 所示，一個點光源於 O 點向四面八方發射單色光。在光導纖維內，光可透過眾多跟軸 OD 成角 θ 的不同路徑到達光纖右端。這些路徑其中兩條 OD 和 $OABC$ 已繪出作參考。光線 OA 跟軸 OD 成 30° 角，並在纖芯-包覆層邊界上的 A 點以入射角 i_A 入射。

- (a) (i) 求 i_A 。 $i_A = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$ (1分)

- (ii) 如果 i_A 僅大於該邊界的臨界角，估算 $\frac{n_g}{n_c}$ 。 $n_g \sin c = n_c \sin 90^\circ$ (2分)

$$\frac{n_g}{n_c} = \frac{1}{\sin 60^\circ} = 1.15$$

- (iii) 在 A 點發生什麼現象？指出 θ 須滿足何條件則這現象不會發生。(2分)

全內反射 if $\theta > 30^\circ \Rightarrow$ 不會有全內反射

- (b) 一狹窄的單色光脈衝 (即為時很短) 於 O 點發射，在 $\theta = \pm 30^\circ$ 之內該脈衝及其能量傳播至光導纖維右端的光感應器。所發射和測得的光脈衝分別以同一標度顯示如下。

考創意

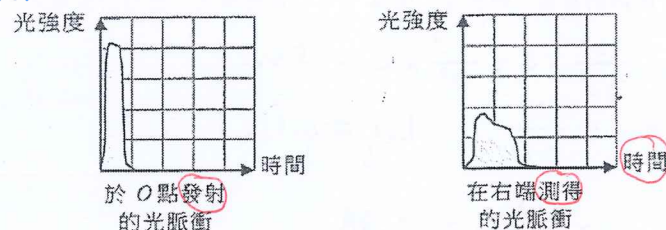


圖 7.2

- (i) 解釋為什麼所探測到的光脈衝較寬 (即為時較長) 而強度較低。假設光脈衝因玻璃的吸收所損耗的能量可忽略。some from OD others from sides, take longer time & I ↓ (2分)

- (ii) 一工程師提議更改包覆層的折射率 n_c ，以減少所測得光脈衝的寬度。 n_c 應增加還是減少？或是 n_c 的改變對脈衝寬度並無影響？解釋你的選擇。(2分)

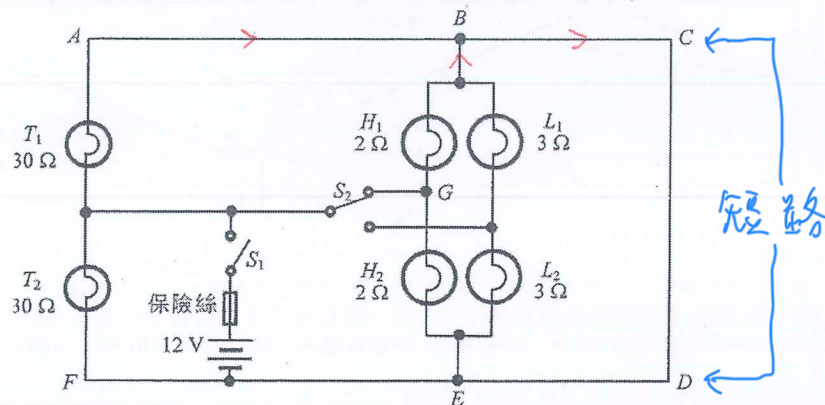
只有在 θ 較小的情況下才能做到全內反射

ericky

8. 圖 8.1 顯示一汽車燈號系統的簡化電路。每一尾燈 (T_1 、 T_2)、車頭高燈 (H_1 、 H_2) 和車頭低燈 (L_1 、 L_2) 的電阻分別為 $30\ \Omega$ 、 $2\ \Omega$ 和 $3\ \Omega$ 。12 V 電池組的內阻以及保險絲的電阻可略去不計。

(difficult, 味森親人)

圖 8.1



當開關 S_1 閉合而開關 S_2 設置在圖 8.1 所示位置，只有 T_1 和 T_2 以及 H_1 和 H_2 亮起。於這設定下，從電池組所取的電流為最大。

- (a) 解釋為什麼 L_1 和 L_2 沒有亮起。 $BCDE$ shorted the BE circuit (1 分)
- (b) (i) 跨尾燈 T_2 的電勢差是多少？ 12V easy (1 分)
- (ii) 在圖 8.1 標示每一支路 AB 、 GB 和 BC 上的電流方向。哪一支路上的電流最大？ BC (3 分)
- (c) 計算電池組所提供的功率，並證明於這設定下電路的等效電阻僅少於 $1\ \Omega$ 。 (4 分)
- (d) 根據你在 (c) 所得的答案，解釋額定值為 15 A 的保險絲是否適用於這電路。 (2 分)

$$(c) \quad P = \frac{12^2}{30^2} \times 2 + \frac{12^2}{2^2} \times 2 = 154\text{W}$$

$$154 = \frac{12^2}{R_{eq}} \quad R_{eq} = 0.935\ \Omega < 1\ \Omega$$

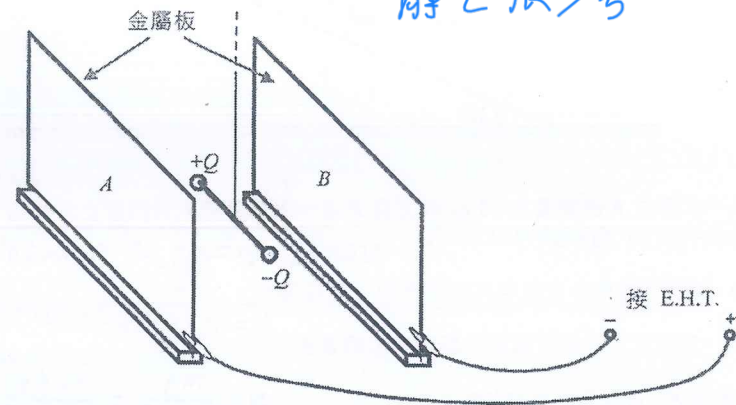
$$(d) \quad I_{max} = \frac{12}{0.935} = 12.8\text{A}$$

electrostatics so rare

9. 兩細小的金屬球接於絕緣棒兩端，棒的長度為 5.0 cm。如圖 9.1 所示，兩球分別帶等值的電荷 $+Q$ 和 $-Q$ 。絕緣棒水平懸掛在兩塊平行的金屬板 A 和 B 之間，兩板接至超高壓電源 (E.H.T.)。

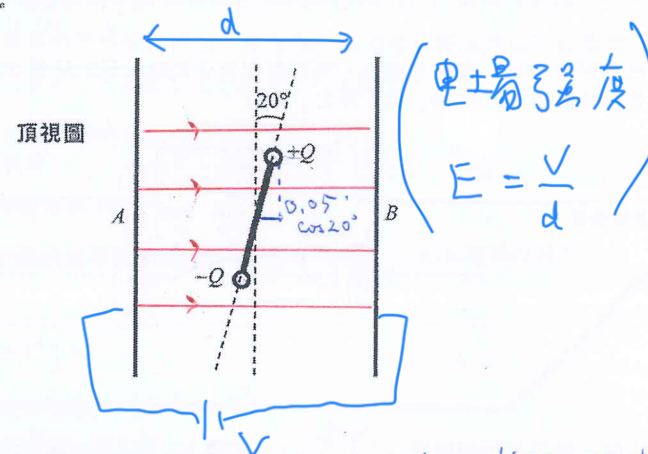
靜電很少考

圖 9.1



當超高壓電源關閉時，棒跟兩金屬板平行。超高壓電源開啟後，兩板間形成一電場使棒扭轉了 20° ，如圖 9.2 所示。

圖 9.2



- (a) 在圖 9.2 草繪跨兩板的電勢差所形成電場的場力線。 $uniform\ field,\ direction$ (2 分)

- (b) 跨 A 和 B 的電勢差為 5.0 kV，而兩金屬板的間距為 10 cm。電場施於每球的力均為 $2.0 \times 10^{-5}\text{ N}$ ，求

- (i) 帶電的球所受電力在圖 9.2 對棒所構成的力矩。 $= F \cdot d = 2 \times 10^{-5} \times 0.05 \cos 20^\circ = 9.40 \times 10^{-7}\text{ Nm}$ (2 分)

- (ii) 跨兩金屬板的電勢差所產生電場的強度 E 。 (2 分)

- (iii) 球所帶電荷 Q 的值。 $E = \frac{V}{d} = \frac{5000}{0.1} = 50000\text{ Vm}^{-1}$ (2 分)

$$F = QE \quad 2 \times 10^{-5} = Q \times 50000$$

$$Q = 4 \times 10^{-10}\text{ C}$$

10. 已知：質子質量 = 1.0073 u
 α 粒子質量 = 4.0015 u
 ${}^{14}_7\text{N}$ 原子核質量 = 13.9993 u
 ${}^{17}_8\text{O}$ 原子核質量 = 16.9947 u

一靜止的 ${}^{14}_7\text{N}$ 原子核被一 α 粒子轟擊，可引發以下核反應並有產物 ${}^{17}_8\text{O}$ 和 X 飛出：



(a) X 是什麼？

(1 分)

中子

*(b) 從能量方面考慮，估算 α 粒子需擁有的最小動能 (以 MeV 表達) 以促使這核反應發生。

$$\Delta m = (16.9947 + 4.0015) - (13.9993 + 1.0073); E = 0.0012 \times 931 = 1.12 \text{ MeV} \quad (2 \text{ 分})$$

(c) 然而當加上動量守恆的考慮， α 粒子擁有的動能必須較 (b) 所求得的大，方能令該反應發生。試解釋。 (2 分)

動量守恆原則

核反應前 α 有動量，所以產物的動量 $\neq 0$

$\Rightarrow KE$ 的所有產物 > 0

$\Rightarrow \alpha$ 的 $KE > 1.12 \text{ MeV}$

1.1 下列哪項是依大至小的次序排列？

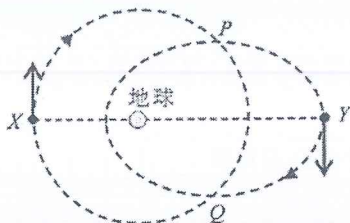
DSE2020

- A. 星團 > 星系 > 行星系統
 B. 星團 > 行星系統 > 星系
 C. 星系 > 行星系統 > 星團
 D. 星系 > 星團 > 行星系統

A B C D
☐ ☐ ☐ ☐

1.2 兩衛星 X 和 Y 依順時針方向繞地球旋轉，如圖所示。X 的圓形軌道的直徑相等於 Y 的橢圓軌道長軸的長度。兩軌道於 P 和 Q 相交。

difficult



$$\frac{T^2}{R^3} = \text{const}$$

在圖示一刻，兩衛星跟地球在同一直線上。以下哪些推斷正確？

- (1) X 和 Y 經過 P 時有相同的加速度。✓
 (2) 在圖示一刻，X 的速率大於 Y。✓
 (3) 無論是在 P 還是在 Q，兩衛星都不會相遇。✓

- 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
☐ ☐ ☐ ☐

1.3 火星的質量為地球的 0.107 倍，火星的半徑為地球的 0.532 倍。火星的逃逸速度以地球的逃逸速度 v_E 表達為多少？

- A. $0.201 v_E$
 B. $0.378 v_E$
 C. $0.449 v_E$
 D. $0.615 v_E$

$$v_E = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

$$v_M = \sqrt{\frac{2G(0.107M)}{0.532R}} = \sqrt{\frac{0.017}{0.532} \cdot \frac{2GM}{R}}$$

$$= 0.449 v_E$$

A B C D
☐ ☐ ☐ ☐

1.4 恆星 P 的光度是恆星 Q 的兩倍，而 P 的亮度為 Q 的八倍。就恆星 P 和 Q 分別跟地球的距離可推斷出什麼？

difficult

- A. P 跟地球的距離是 Q 的 2 倍。
 B. Q 跟地球的距離是 P 的 2 倍。
 C. P 跟地球的距離是 Q 的 4 倍。
 D. Q 跟地球的距離是 P 的 4 倍。

$$L_P = 2L_Q, \quad I_P = 8I_Q$$

$$P: I_P = \frac{L_P}{d_P^2} \Rightarrow 8I_Q = \frac{2L_Q}{d_P^2} \quad \text{--- (1)}$$

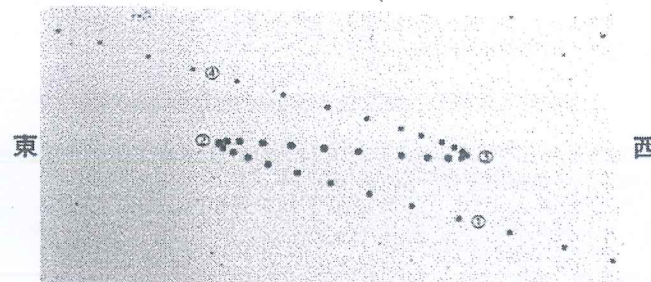
$$Q: I_Q = \frac{L_Q}{d_Q^2} \quad \text{--- (2)} \quad \frac{(1)}{(2)}: 8 = 2 \frac{d_Q^2}{d_P^2}$$

反平方定律

$$d_Q = 2d_P$$

1.6 下圖顯示在約 7 個月的時段內，火星在夜空背景從右下到左上的運動。

normally
由西向東



沿該路徑火星於哪一點最接近地球？

- A. 在 ① 和 ② 之間某處
 B. 在 ② 和 ③ 之間某處
 C. 在 ③ 和 ④ 之間某處
 D. 在轉向點 ② 或在轉向點 ③

A B C D
☐ ☐ ☐ ☐

difficult

1.7 一距離太陽 4.2 光年的恆星，於相隔 6 個月從地球觀察。估算觀察所得這恆星位置的最大角差。

$$1 \text{ pc} = 3.26 \text{ ly}$$

$$4.2 \text{ ly} = \frac{4.2}{3.26} \text{ pc} = 1.288 \text{ pc}$$

$$d = \frac{1}{p}$$

$$p = \frac{1}{d} = \frac{1}{1.288} = 0.77619''$$

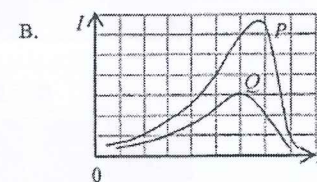
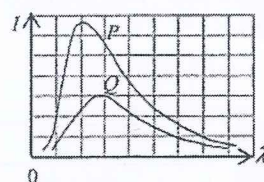
$$2p = 1.6''$$

- A. 0.8 弧秒
 B. 1.3 弧秒
 C. 1.6 弧秒
 D. 2.6 弧秒

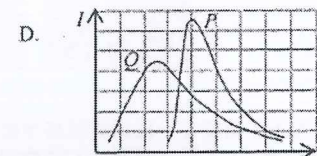
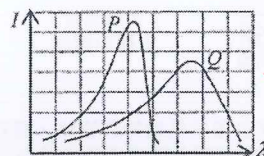
easy

1.8 恆星 P 的表面溫度較恆星 Q 的高，然而恆星 Q 的半徑較大。以下哪一線圖顯示 P 和 Q 表面所發射電磁輻射的光譜強度 I (單位 W m^{-2} 每 nm) 跟波長 λ (單位 nm) 的分布？設兩恆星皆為黑體輻射。

easy



wrong shifting



no intersection

Q.1: 結構式題目

在非常久遠之前，距離地球約 50 kpc 的某恆星 X 發生爆炸，因而形成了超新星 1987A (SN 1987A)。該超新星的光最先在 1987 年到達地球。

(a) 估算上述爆炸於多久前發生。(答案以年表達至 3 位有效數字) $50000 \times 3.26 = 163000 \text{ ly}$ (1 分)

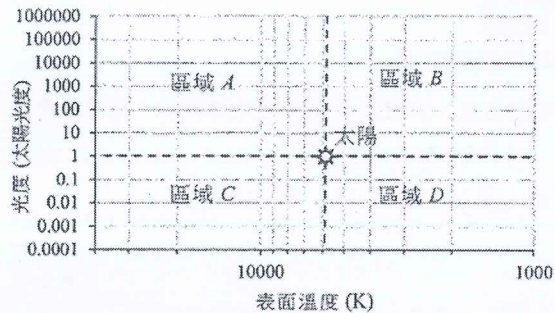
(b) 於 SN 1987A 亮度最大時，其視星等為 +2.9。SN 1987A 於亮度最大時的「絕對星等」是少於、大於還是等於 +2.9? 解釋你的答案。 $\therefore 50 \text{ kpc} \gg 10 \text{ pc}$ (2 分)

恆星 X 未爆炸之前，其光度約為太陽的 40000 倍，而它的表面溫度是太陽的 3.1 倍。

(c) (i) 利用斯特藩定律，證明恆星 X 的半徑約為太陽半徑的 20 倍。 (2 分)

(ii) 恆星 X 位於赫羅圖上 A、B、C、D 哪一區域? 解釋這恆星的類型是否屬於「紅巨星」。

$T_x > T_s$ not red



$$(i) \frac{L_x}{L_s} = \left(\frac{R_x}{R_s}\right)^2 \left(\frac{T_x}{T_s}\right)^4$$

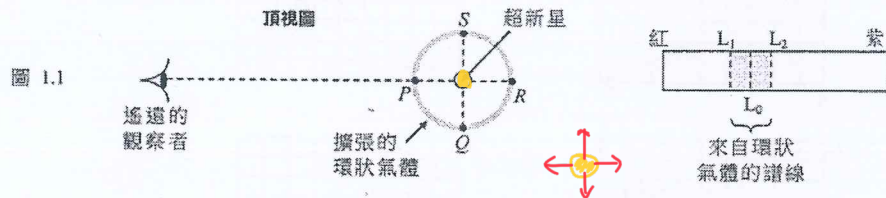
$$40000 = \left(\frac{R_x}{R_s}\right)^2 (3.1)^4$$

$$\frac{R_x}{R_s} = 20.8$$

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

$$= \sigma 4\pi R^2 T^4$$

(d) SN 1987A 的一個特點是有一圓環狀的氣體圍繞着該超新星。這些氣體是早於恆星 X 爆炸前一段時間從恆星噴出，而環上每點均以恆定速率遠離超新星向外擴張，如圖 1.1 所示。



在包含着該環的平面上，假設有一遙遠的觀察者觀測來自環狀氣體的某譜線，發現該譜線所覆蓋波長在界限 L_1 和 L_2 之間，如圖 1.1 所示。在實驗室觀測該譜線時波長為 L_0 。指出分別源於環上 Q 點和 R 點的波長。解釋你的答案。 (3 分)

多普勒效应, R 遠离观察者, 波长变长, 没有多普勒效应, Q 靠近观察者, 波长变短

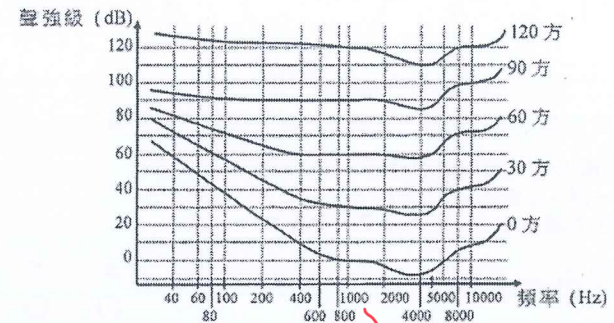
4.1 當眼睛從觀看遙遠的物體調節至觀看近處的物體，下列哪項敘述正確？

- (1) 眼部晶體「凸」的程度減少。 X
- (2) 眼部晶體的焦距增加。 ✓
- (3) 圍繞晶體的睫狀肌收縮。 ✓

- 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 圖示聽覺正常人士就響度 (以方為單位) 跟聲強級 (以 dB 為單位) 的關係。下列哪項敘述不能從這圖推斷得到？



- A. 耳朵對頻率於 2000 Hz 至 5000 Hz 的聲音最靈敏。 ✓
- B. 40 dB 的 60 Hz 聲音是聽不到的。 ✓
- C. 聽覺靈敏度會隨聲音的頻率上升而一直增加。 X
- D. 頻率低於 1000 Hz 的聲音，其聲強級 (以 dB 為單位) 的數值不會小於其響度 (以方為單位)。

4.3 一醫生懷疑一病者肝臟有腫瘤。以下哪個方法可用以偵測腫瘤並量度其大小？

- (1) 以內窺鏡檢查 X
- (2) 進行超聲波 B-掃描 ✓
- (3) 進行電腦斷層造影 (CT) ✓

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

A B C D
○ ○ ○ ○

4.4 下列有關超聲波換能器內的壓電晶體的敘述，哪項正確？

- (1) 壓電晶體將電訊號轉換成機械振動，反之亦然。✓
 (2) 壓電晶體的厚度為任意的。✗
- ☒ A. 只有(1)正確。
 B. 只有(2)正確。
 C. (1)和(2)皆正確。
 D. (1)和(2)皆不正確。

A B C D
☐ ☐ ☐ ☐

4.5 根據以下所提供的資料，求超聲波從空氣入射進皮膚時透射的能量所佔比例。

	聲阻抗 / $\text{kg m}^{-2} \text{s}^{-1}$
空氣	430
軟組織	1.5×10^6

$$\alpha = \frac{I_r}{I_0} = \frac{(Z_2 - Z_1)^2}{(Z_2 + Z_1)^2} = \frac{(1.5 \times 10^6 - 430)^2}{(1.5 \times 10^6 + 430)^2} = 0.99985399$$

$$I_t = (1 - 0.99985399) I_0 = 1.1 \times 10^{-3}$$

transmission

- A. 5.7×10^{-4}
☒ B. 1.1×10^{-3}
 C. 2.8×10^{-3}
 D. 1.0×10^{-2}

A B C D
☐ ☐ ☐ ☐

4.6 以下哪一項是放射性核素成像 (RNI) 流程的正確排序？

- (1) 藉血液流動將藥物帶往目標器官。
 (2) 將藥物注射入病者體內。
 (3) 以放射性同位素標記藥物。
 (4) 以電腦重構影像。
 (5) 以伽瑪照相機掃描病者。

- A. (2) → (3) → (1) → (5) → (4)
 B. (2) → (3) → (1) → (4) → (5)
☒ C. (3) → (2) → (1) → (5) → (4)
 D. (3) → (2) → (1) → (4) → (5)

A B C D
☐ ☐ ☐ ☐

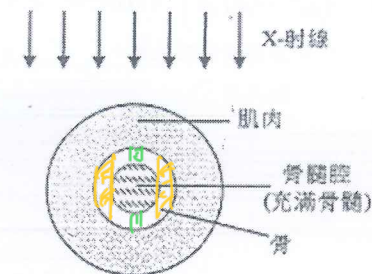
數小時

4.7 放射性核素成像可用以探究腎臟的疾病。以下哪一放射性同位素最為合適？

放射性同位素	發射出的輻射	半衰期
A. γ	γ	20.3 分鐘
☒ B. γ	γ	6.0 小時 ✓
C. β, γ	β, γ	2.7 日
D. β	β	3.3 小時

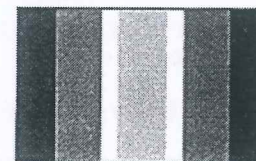
A B C D
☐ ☐ ☐ ☐

4.8 圖示為人類手臂的截面的簡化圖。中央的空腔是充滿骨髓的骨髓腔。骨髓的線衰減係數跟肌肉的大致相同。

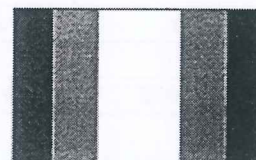


以下哪圖最能代表手臂的 X 射線放射攝影成像？

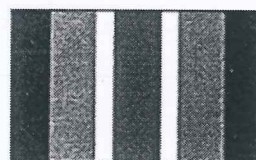
☒ A.



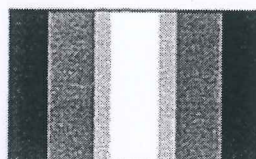
B.



C.



D.



A B C D
☐ ☐ ☐ ☐

Q.4: 結構式題目

easy

- (a) 簡要指出 X 射線如何產生。 *fast moving electron 撞擊金屬* (1 分)
- (b) 下表列出一 X 射線束在軟組織和骨的線衰減係數。

	線衰減係數
軟組織	$\mu_s = 0.51 \text{ cm}^{-1}$
骨	$\mu_b = 2.46 \text{ cm}^{-1}$

- (i) 指出令骨的線衰減係數較軟組織為高的一個因素。 *高密度* (1 分)
- (ii) 強度為 I_0 的 X 射線束通過 5.6 cm 厚的軟組織後衰減至強度 I 。同一 X 射線束通過多厚的骨會有相同程度的衰減？寫出你的計算步驟。 (2 分)
- (iii) 解釋為什麼乳房的 X 射線放射攝影成像一般採用較低能量的 X-射線 (~20 keV)，而檢查含骨骼的結構則採用能量約 100 keV 的 X 射線。 (2 分)
- (c) 醫學檢查例如 X 射線放射攝影成像和電腦斷層造影 (CT) 所涉的輻射暴露，普遍為公眾所關注。以下是輻射劑量的相關資訊：

來源/項目	等效劑量
一次 X 射線放射攝影成像	0.1 – 0.2 mSv
一次 CT 掃描	1 – 10 mSv
一個人平均每週的天然本底劑量	約 0.05 mSv

- (i) 指出人體暴露於致電離輻射的一項潛在危害。 *誘發癌症* (1 分)
- (ii) 解釋為什麼一次 CT 掃描的等效劑量較一次 X 射線放射攝影成像為高。 (2 分)
- (iii) 寫出構成天然本底劑量的一個來源。 *CT 是多次照射 x-ray 等效劑量較大* (1 分)

(ii)

$$I = I_0 e^{-0.51 \times 5.6}$$

$$I = I_0 e^{-2.46 \times t_b}$$

$$\therefore 0.51 \times 5.6 = 2.46 t_b$$

$$t_b = 1.2 \text{ cm}$$

(ii) 乳房是軟組織

骨骼衰減係數高，需要較高能量 x-ray