

1 热和氣體

1. DSE 2018, Q1

(a) 所需能量 $E = mc\Delta T$

$$= 6 \times 4200 \times (50 - 15)$$

$$= 882000 \text{ J (或 } 882 \text{ kJ)}$$

$$\text{功率 } P = \frac{E}{t} = \frac{882000}{60}$$

$$= 14700 \text{ W (或 } 14.7 \text{ kW)}$$

1M

1M

1A

3

1M

1A

$$\text{或 } \frac{m}{t} \propto \frac{1}{\Delta T}$$

$$\therefore \frac{m}{6} = \frac{50-15}{40-15}$$

(b) 設水的流率為 $m \text{ kg 每分鐘}$

$$mc\Delta T = Pt$$

$$m(4200)(40 - 15) = 14700 \times 60$$

$$m = 8.4 (\text{kg min}^{-1} \text{ 或 kg})$$

2. DSE 2018, Q2*

(a) $n = \frac{pV}{RT} \propto pV (T \text{ 為恆定})$

$$\frac{n_A}{n_B} = \frac{(p)(3V)}{(2p)(2V)}$$

$$n_A = 0.75 \times 0.80 \text{ mol}$$

$$= 0.60 (\text{mol})$$

1M

1A

或 $(2p)(2V) = 0.8RT$

$$pV = 0.2RT$$

$$p(3V) = nRT$$

$$n = 3 \times 0.2 = 0.6 (\text{mol})$$

1M

1A

2

(b) (i) $n = n_A + n_B$

$$p'(3V + 2V) = p(3V) + (2p)(2V)$$

$$p' = 1.4p$$

1M

1A

1M

1A

2

或 $p'(3V + 2V) = (0.6 + 0.8)RT$

$$p'(5V) = 1.4RT$$

$$p' = 1.4p$$

(ii) 當開關閥開通，因分子從容器 B (淨) 流向 A，容

器 A 內氣體分子的數目增加。

氣體分子與容器壁碰撞更頻繁 / 頻率增加，壓強因此而增加。

1A

1A

2

3. DSE 2018, Q3

答案

(a) 如果超過了車輛的最大負荷，倘所提供的摩擦力保持不變，制動距離便會增加。
在緊急情況時車輛不能及時停下來，(發生危險)。

1A

1A

1A

1A

2

另解：於相同距離內制動車輛需更大的摩擦，倘制動裝置不能提供相應的摩擦力，便會導致意外。

(b) (i) 如果持續施以制動，產生的熱能會把煞車盤 / 制動裝置加熱至更高溫度，令制動裝置失效。

(ii) 設 D 為沿斜坡行駛的距離，
車輛的動能轉化成其重力勢能

$$\frac{1}{2}m(25)^2 = m(9.81)(D \sin 30^\circ)$$

$$D = 63.710499 \text{ m}$$

$$\approx 63.7 \text{ m (62.5 m 對於 } g = 10 \text{ m s}^{-2})$$

或 $v^2 = u^2 + 2as$

$$0^2 = 25^2 + 2(-9.81 \sin 30^\circ)D$$

$$D \approx 63.7 \text{ m}$$

1A

1

1M

或車輛以其動能對抗車輛重量
沿斜坡的分量：

$$\frac{1}{2}mv^2 = mg \sin \theta \times D$$

1A

車輛的質量 = m

$$\text{註: } D \sin 30^\circ = 31.8552 \text{ m}$$

$$(或 31.25 \text{ m 對於 } g = 10 \text{ m s}^{-2})$$

接受 $D = 62.0 \text{ m}$ 至 64.0 m

1M

1A

4. DSE 2019, Q1

(i) (i) $(1.5)(4200)(60 - 10) = m(3.34 \times 10^5) + m(4200)(10 - 0)$
 $m = 0.837766 \text{ kg} \approx 0.838 \text{ kg}$

1M+1M

1A

3

1A

1A

2

(ii) 需用較多分量的冰，
以冷卻容器，因容器亦會釋出 热量/熱能。

(ii) (i) 傳導：

- 發泡聚乙烯是不良（的熱）傳導體，可盡量減少從環境傳遞到（袋內）冷凍物品 / 雪糕的 热量 / 热能。

1A

註：對流在此為較低效的熱傳遞過程，因雪糕周圍密度較高的凍空氣是處於外界熱空氣之下。

或

輻射：

- 光亮（內）面可減少热量 / 热能從環境以輻射發射的模式傳遞到（袋內）冷凍物品 / 雪糕。

任何
一項

或

對流：

- 拉鏈阻止外界熱空氣和（袋內）冷凍物品 / 雪糕 產生對流。

(ii) (輻射：) 使（袋的）外表面光亮。

1A

5. DSE 2019, Q2*

(a) $pV = nRT$

$$(100 \times 10^3)(0.52) = n(8.31)(273 + 15)$$

$$n = 21.727504 \text{ (mol)} \approx 21.7 \text{ (mol)}$$

1M
1A

接受：(21.0 至 22.0) mol

(b) (i) 由於 $pV = nRT \Rightarrow V = \frac{nRT}{p}$

氣球體積 V 取決於 T 和 p 。

壓強 p (隨離地面高度增加) 之減小 (百分比)，
比相應的溫度 T 之減小 (百分比) 更大 / 更急。

1A

1A

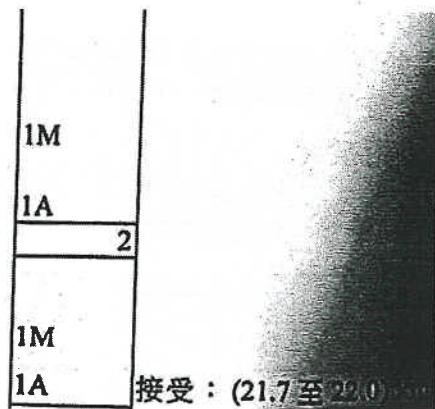
接受：

只有當壓強 p 保持不變時，體積 V 才會隨溫度 T 下降而減小，但壓強 p 隨離地面高度增加而減小。

(ii) (1) $\frac{pV}{T} = \text{常數}$
 $\frac{(100)(0.52)}{(273+15)} = \frac{p(8)}{216}$

$p = 4.875 \text{ kPa} \text{ 或 } 4875 \text{ Pa}$

(2) $p = p_0 e^{-kx}$
 $4.875 = 100 e^{-0.138x}$
 $x = 21.89166726 \text{ (km)} \approx 21.9 \text{ (km)}$



6. DSE 2020, Q1

(a) 設混合物的末溫度為 T 。

$$(5 \times 0.02) \times 3300 \times (T - 4) = 0.60 \times 4200 \times (96 - T)$$

$$T = 85.347368 \text{ }^{\circ}\text{C} \approx 85.3 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

1M
1A
接受： $85.0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 至 $85.4 \text{ }^{\circ}\text{C}$

(b) (i) 補償/平衡 (容器和所盛着的湯) 散失至周圍環境的熱。

(ii) $P \times 10 \times 60 = 2000 \times 9 + 16 \times 4200 \times 9$
 $P = 1038 \text{ W} \approx 1040 \text{ W}$

1M+1M
1A
假設：
電熱器的功率 = 热 (從容器和
湯) 散失至周圍環境的率

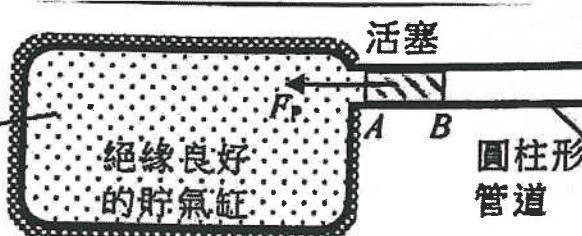
(iii) 小於 $9 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

因為湯(及容器)的溫度下降，(與周圍環境的)溫度差距亦隨之減少，熱散失率因而減少。

1A
1A

7. DSE 2020, Q2

(a) (i) 高壓蒸汽 $(237 \text{ }^{\circ}\text{C}, 3.10 \times 10^6 \text{ Pa})$



正確標示 F_p

(ii) $F_p = (3.10 \times 10^6 - 1.0 \times 10^5) \times 0.67$
 $= 2010000 \text{ N} = 2.01 \times 10^6 \text{ N}$

1M
1A
接受： $2.00 \times 10^6 \text{ N}$ 至 $2.01 \times 10^6 \text{ N}$

(iii) $pV = nRT \Rightarrow V = \frac{nRT}{p}$

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

$$= 43.292419 \text{ m}^3 \approx 43.3 \text{ m}^3$$

1M+1M

1A
接受： 43.0 m^3 至 43.3 m^3

(b) (i) 作功 = 增加的動能

$$= \frac{1}{2} (2.6 \times 10^4) 54^2$$

$$= 3.7908 \times 10^7 \text{ J} \approx 37.9 \text{ MJ}$$

1M
1A
接受： 37.9 MJ 至 38.0 MJ

(ii) 平均加速度 $a = \frac{v-u}{t} = \frac{54-0}{1.5}$
 $= 36 \text{ m s}^{-2}$

1M
1A

- (iii) 加速度不斷減少（即最初時是最大的）。
 (根據分子運動論，)當蒸汽膨脹，即體積增加，其壓強減少，以致作用於活塞 A 處的(壓)力減少，加速度亦相應減少。

1A

1A

1A

1.	A	2.	D	3.	A	4.	D	5.	B
6.	A	7.	D	8.	C	9.	D		

2 力和運動

1. DSE 2018, Q4

(a) (i) $K.E. + P.E. = \frac{1}{2}(0.3)(4)^2 + (0.3)(9.81)(0.2)$
 $= 2.4 + 0.5586 = 2.9886 \text{ J}$
 $\approx 2.99 \text{ J} (3.0 \text{ J} \text{ 對於 } g = 10 \text{ m s}^{-2})$

1M+1M 1A	$= 2.4 + 0.6 = 3.0 \text{ J} \text{ 對於 } g = 10 \text{ m s}^{-2}$
3	

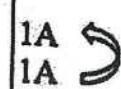
(ii) 由於彈簧槍為固定，因此有外力作用於系統 / 槍，(彈簧槍和砲彈的) 總動量並不守恆。

(b) 豈直： $s = ut + \frac{1}{2}at^2$
 $0 = (4 \sin 50^\circ)t_f - \frac{1}{2}(9.81)t_f^2$
 $t_f = 0.624705 \text{ s} (0.612836 \text{ s} \text{ 對於 } g = 10 \text{ m s}^{-2})$
 $\approx 0.625 \text{ s} (0.613 \text{ s} \text{ 對於 } g = 10 \text{ m s}^{-2})$

水平： $R = 4 \cos 50^\circ \times t_f = 4 \cos 50^\circ \times 0.625$
 $= 1.606210 \text{ m}$
 $\approx 1.61 \text{ m} (1.57 \text{ m} \text{ 對於 } g = 10 \text{ m s}^{-2})$

1M	或 $t_f = \frac{u \sin \theta}{g} = \frac{4 \sin 50^\circ}{9.81}$
1A	接受 $t_f = 0.61 \text{ s} \text{ 至 } 0.63 \text{ s}$
1M	或 $R = u \cos \theta \times \frac{2(u \sin \theta)}{g}$
1A	接受 $R = 1.56 \text{ m} \text{ 至 } 1.62 \text{ m}$

(c) t_f 增加
 因為初始豎直速度 / 分量較大。



2. DSE 2018, Q5

(a) (i) $m(5.0 \text{ cm}) = 50 \text{ g} (10.0 \text{ cm})$
 $m = 100 \text{ g} \text{ 或 } 0.1 \text{ kg}$

1M	
1A	
2	

(ii) 平衡錘位置： $10.0 \text{ cm} \pm 0.1 \text{ cm}$

$$\text{誤差百分率} = 100\% \times \left(\frac{0.1}{10.0} \right) = 1\%$$

$$\therefore m = 101 \text{ g} \text{ 至 } 99 \text{ g}$$

即最大誤差 $= \pm 1 \text{ g}$

(b) 彈簧秤讀數 $= mg = (0.1 \text{ kg})(9.81 \text{ N kg}^{-1})$
 $= 0.981 \text{ N} (1.0 \text{ N} \text{ 對於 } g = 10 \text{ N kg}^{-1})$
 $\approx 1.0 \text{ N}$

1M/1A	

天平上平衡錘的位置	彈簧秤的讀數
相同	讀數增加

1A+1A 2	

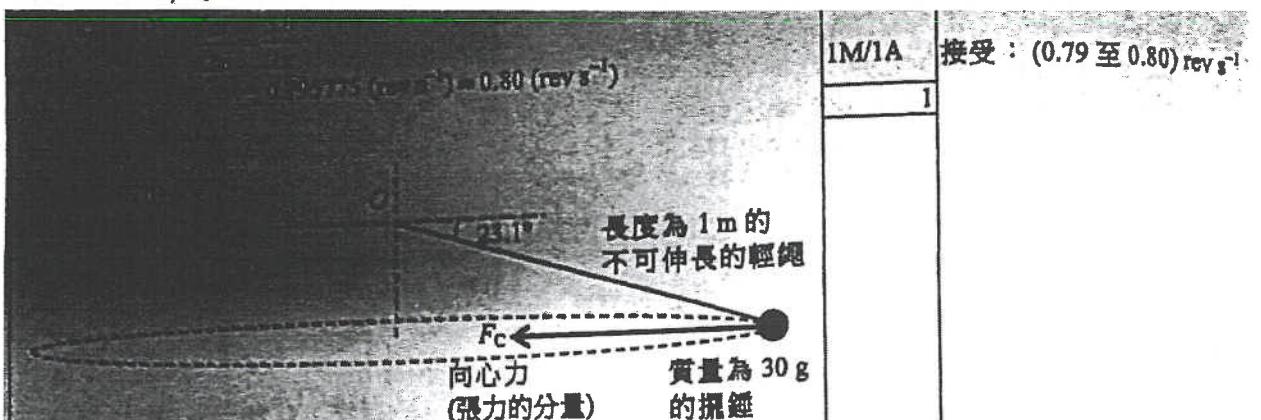
(ii) 天平未能運作 / 量度該負荷的質量，因其表觀重量為零 (或無重)，平衡錘可取任何位置。

3. DSE 2019, Q3

(a) (i) (1)	$\frac{1}{2}mv^2 = mgh$ $v^2 = 2(9.81)(12)$ $v = 15.344054 \text{ m s}^{-1} \approx 15.3 \text{ m s}^{-1}$ (設 $g = 10 \text{ m s}^{-2}$, 則 $v = 15.491933 \text{ m s}^{-1} \approx 15.5 \text{ m s}^{-1}$)	1M 1A 2	接受: $(15.0 \text{ 至 } 15.5) \text{ m s}^{-1}$
(2)	$s = \frac{1}{2}gt^2$ $12 = \frac{1}{2}(9.81)t^2$ $t = 1.564124 \text{ s} \approx 1.56 \text{ s}$ (設 $g = 10 \text{ m s}^{-2}$, 則 $t = 1.5491933 \text{ s} \approx 1.55 \text{ s}$)	1M 1A	接受: $(1.50 \text{ 至 } 1.60) \text{ s}$
(ii)	$F - mg = \frac{mv - mu}{t}$ $F = \frac{70 \times (0 - (-15.3))}{0.3} + 70 \times 9.81$ $= 4266.9793 \text{ N} \approx 4270 \text{ N}$ (設 $g = 10 \text{ m s}^{-2}$, 則 $F = 4314.7845 \text{ N} \approx 4310 \text{ N}$)	1M+1M 1A	接受: $(4180 \text{ 至 } 4320) \text{ N}$

(iii) 彈性勢能

(b) (i)	(速度太高，因此減速所需的力也太大。) - 救生網或會被撕裂。 - 下墮者或會受傷。 - 消防員或未能緊握救生網。	任何一項	1A
(ii)	人跳下時有水平速度， 相應的水平位移很難估算，因其取決於下墮時間，而一般如題中情況的下墮時間相對較長。	1A	
4. DSE 2019, Q4*		1A	



正確標示出 F_c 。	1A	1M/1A	接受: $(0.79 \text{ 至 } 0.80) \text{ rev s}^{-1}$
$F_c = mr\omega^2$ = $(0.03)(1 \times \cos 23.1^\circ)(5.0)^2$ = $0.689866 \text{ N} \approx 0.700 \text{ N}$ (設 $g = 10 \text{ m s}^{-2}$, 則 $F_c = 0.7033402 \text{ N} \approx 0.703 \text{ N}$)	1M 1A		
或 $T\cos\theta = F_c$ 和 $T\sin\theta = mg$ $F_c = \frac{mg}{\sin\theta} \cos\theta = 0.689866 \text{ N} \approx 0.690 \text{ N}$	1M 1A		

- (iii) 因為向心力是由張力的水平分量所提供的，所以張力比向心力大。

或 $T \cos \theta = F_c$ $\Rightarrow T > F_c$	1M 1A
--	----------

或 $T \sin \theta = mg$ $\Rightarrow T (0.750 \text{ N}) > F_c (0.690 \text{ N})$	1M 1A
---	----------

- (b) (i) 由於作用在月球的引力一直垂直於月球的運動 / 位移 / 速度。
故該力沒有對月球作功 (動能不變)。

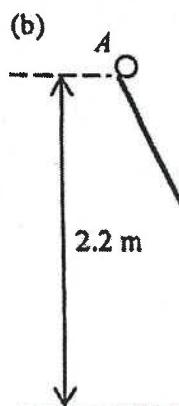
(ii) (該說法不正確。)

由牛頓運動第三定律可知，月球對地球的施力和地球對月球的施力之大小相同 (，但方向相反)。

接受：是一對作用與反作用力

5. DSE, 2020, Q4

(a) $v_B > v_C > v_D > v_A$



1A

正確標示 a_B
正確標示 a_D

- (c) (i) 小球從 A 至 B 運動時，重力勢能轉換成動能，而當小球從 B 至 C 運動時，部分動能轉換回重力勢能。

1A
1A

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

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

$$v = 4.852216 \text{ m s}^{-1} \approx 4.85 \text{ m s}^{-1}$$

1M
1A

設 $g = 10 \text{ m s}^{-2}$ ，則

$v = 4.89898 \text{ m s}^{-1} \approx 4.90 \text{ m s}^{-1}$

接受：4.85 m s^{-1} 至 4.90 m s^{-1}

(iii) (在 C 點的) 水平速率 $= 4.85 \times \cos 60^\circ$
 $= 2.426108 \text{ m s}^{-1} \approx 2.43 \text{ m s}^{-1}$

1M

設 $g = 10 \text{ m s}^{-2}$ ，則
水平速率

$= 2.44949 \text{ m s}^{-1} \approx 2.45 \text{ m s}^{-1}$

接受：1.04 s 至 1.10 s

水平距離 $= 2.43 \times t = 2.55 \text{ m}$
 $t = 1.051066 \text{ s} \approx 1.05 \text{ s}$

1M
1A

或
(在 C 點的) 豎直速率 $= 4.85 \times \sin 60^\circ$
 $= 4.202142 \text{ m s}^{-1} \approx 4.20 \text{ m s}^{-1}$

1M

設 $g = 10 \text{ m s}^{-2}$ ，則
豎直速率 $\approx 4.24 \text{ m s}^{-1}$

$$-1.0 = 4.20 \times t + \frac{1}{2}(-9.81)t^2$$

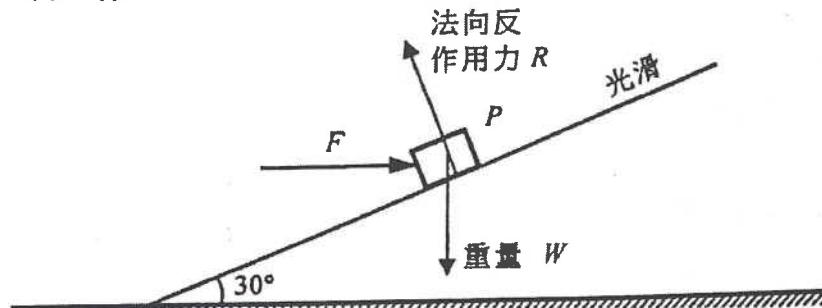
$$t = 1.051066 \text{ s} \approx 1.05 \text{ s}$$

1M
1A

而 $t = 1.041033 \text{ s} \approx 1.04 \text{ s}$

6. DSE, 2020, Q5

(a) (i)



1A
1A

正確標示及註明力 R (或 N) 及 W (或 Mg)

(ii) $R \cos 30^\circ = W = Mg$ 和 $R \sin 30^\circ = F$

1M

$$M = 10 \text{ kg}; Mg = 98.1 \text{ N}$$

$$F = Mg \times \tan 30^\circ = 56.63806 \text{ N} \approx 56.6 \text{ N}$$

1A

$$\text{設 } g = 10 \text{ m s}^{-2}, \text{ 則}$$

$$N = R = \frac{Mg}{\cos 30^\circ} = 113.27612 \text{ N} \approx 113 \text{ N}$$

1A

$$57.735027 \text{ N} \approx 57.7 \text{ N}$$

$$115.470054 \text{ N} \approx 115 \text{ N}$$

或 $R = W \cos 30^\circ + F \sin 30^\circ$ 和 $W \sin 30^\circ = F \cos 30^\circ$

1M

(b) (i) $g \sin \theta = 9.81 \sin 30^\circ = 4.905 \text{ m s}^{-2} \approx 4.91 \text{ m s}^{-2}$

1A

$$5 \text{ m s}^{-2} \text{ 設 } g = 10 \text{ m s}^{-2}$$

1

(ii) 減少

由於 F 垂直於斜面的分量 不再作用於方塊/斜面

1A

1A

或

當撤去 F , 壓在方塊/斜面的力減少(只餘下重量的分量)

1A

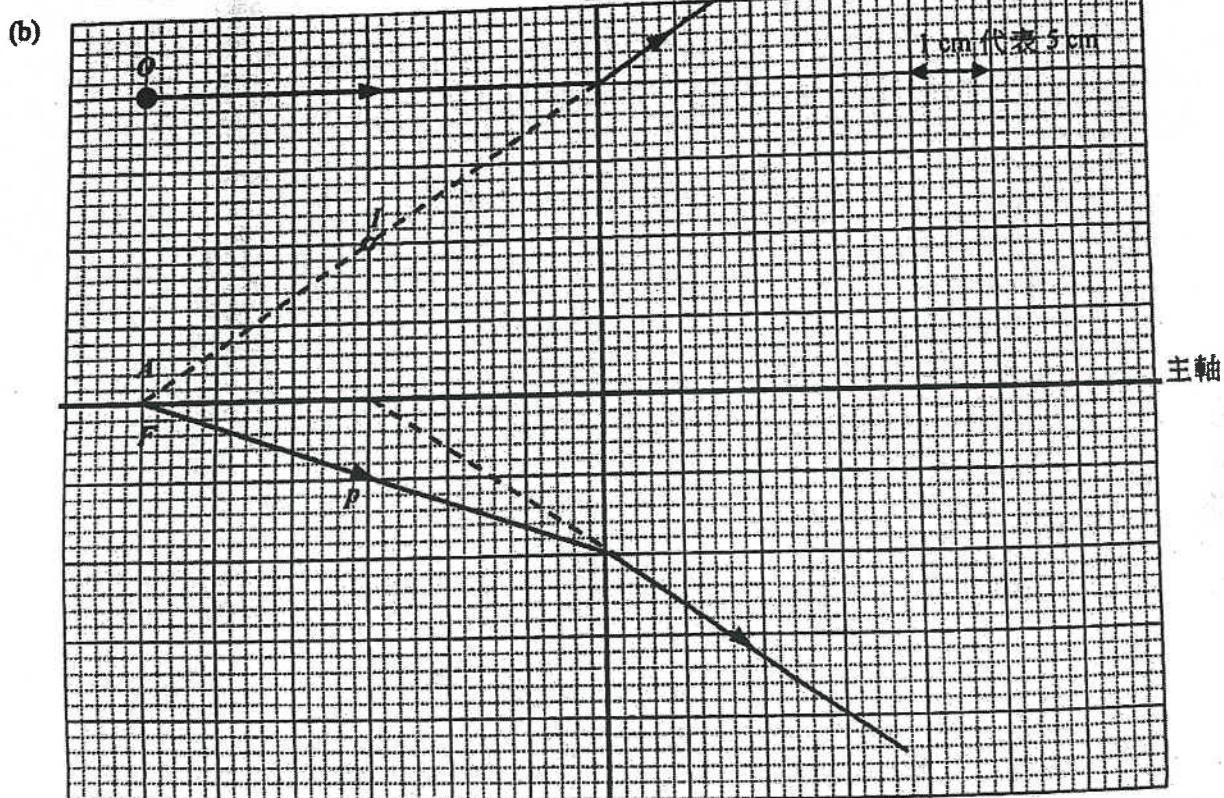
2

1.	A	2.	C	3.	B	4.	S	5.	A
6.	D	7.	B	8.	A	9.	C	10.	D
11.	A	12.	C	13.	B	14.	D	15.	B
16.	A	17.	B	18.	A	19.	C	20.	D
21.	A	22.	C	23.	B	24.	D	25.	B
26.	A								

3 波動

1. DSE 2018, Q6

答案	
(a) 將(正面)透鏡置於紙張上，描繪透鏡的輪廓，並採用 描繪光線徑跡的方法例如 - 以一光線射向透鏡並描繪其徑跡 - 以一光線平行或沿主軸射向透鏡並描繪其徑跡 (移動光線箱)使另一跟前者平行或沿主軸的光線射向 透鏡，並於紙張上描繪其(出射)光線的徑跡。 向後延伸兩出射光線的(路徑)，並確定其相交點(位於 包含 F 的焦平面上)。 量度相交點(或 F)與透鏡中心的距離，即為透鏡焦距。 誤差來源： 膠尺刻度的不確定性/準確度/精確度(讀至 mm)。 或未能標示正確的光線路徑，因光線箱所射出光束 較粗。 或光線並非平行(與主軸平行) 或任何合理答案(例如：光線並非垂直透鏡，對於利 用平行主軸的光線的方法而言)	1A 1A 1A 1A 1A 1A 1A 1A 5
	另解：利用透鏡公式 - 採用描繪光線徑跡的方法：以 一光線(跟主軸並不平行)射向透 鏡並描繪其徑跡。 - 向後延伸出射光線的(路徑)， 並確定其(跟主軸的)相交點。 - (在主軸上)量度相應的物距 u 和像距 v - 將 u 和 v 代入透鏡公式以求 f
	接受：以繪圖輔助/簡化描述。



- | | |
|-----------------------------------|----|
| (i) L 是發散透鏡 / 凹透鏡 | 1A |
| - 只有發散透鏡能在物體與透鏡之間產生(縮小
直立的虛)像。 | 1A |
| (ii) 焦距 = 30 cm | 2 |
| 正確光線求 F | 1A |
| | 1A |
| (iii) 正確光線 p | 1A |

接受 $(30 \pm 1) \text{ cm}$

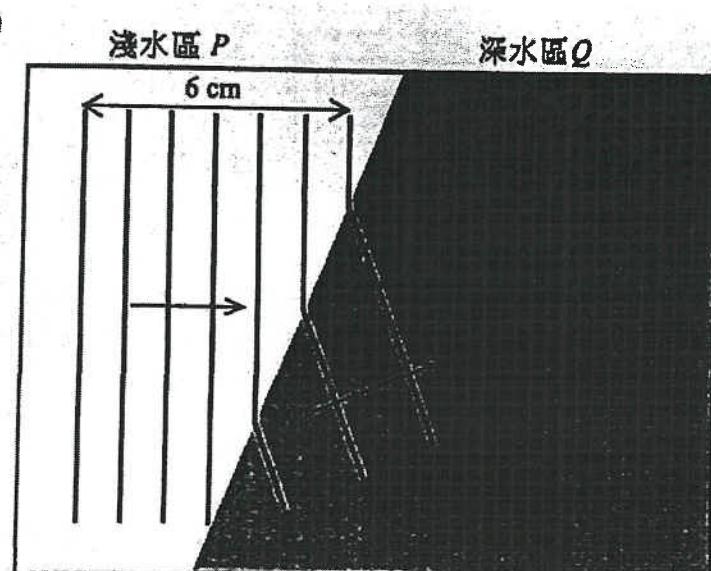
2. DSE 2018, Q7*

(a) (i) 增加雙縫與屏幕之間的間距 D .	1A 1
(ii) 屏幕上亮點的間距增大，因此其測量中的百分誤差較小。	1A 1
(iii) 第二級亮點的角位置 $\theta = \tan^{-1} \left(\frac{1.56/2}{1.40} \right) = 29.124053^\circ$ 檔線間距 $d = \frac{10^{-3}}{400} = 2.5 \times 10^{-6} \text{ m}$ 應用 $d \sin \theta = n\lambda$, $\text{波長 } \lambda = \frac{2.5 \times 10^{-6} \times \sin 29.12^\circ}{2}$ $= 6.08378 \times 10^{-7} \text{ m}$ $\approx 6.08 \times 10^{-7} \text{ m} (= 608 \text{ nm})$	1M 1M 1A 接受 $\lambda = (6.06 \text{ 至 } 6.10) \times 10^{-7} \text{ m}$
(b) (i) 方程只適用於 $-\lambda \ll a$ (即波長 \ll 兩源的間距)，或 λ 遠小於 a $-a \ll D$ (即兩源的間距 \ll 兩源與探測器的間距)，或 a 遠小於 D	1A 注意：聲音波長的數量級約為 10^{-1} m
或 以條紋間距方程求聲音的波長並不準確，原因為 $-\lambda$ 跟 a 相若 / 並非遠小於 a $-a$ 並非遠小於 D	1A 1
(ii) 對第一級極大， $\text{波長 } \lambda = \text{程差 } PB - PA$ $= \sqrt{(1+0.5)^2 + 2^2} - \sqrt{(1-0.5)^2 + 2^2}$ $= 2.5 - 2.06155281 = 0.43844719 \text{ m} \approx 0.438 \text{ m}$ 聲速： $v = f\lambda = 750 \times 0.4384$ $= 328.835 \text{ m s}^{-1}$ $\approx 329 \text{ m s}^{-1}$	1M 1M 1A 接受 $v = 328 \text{ m s}^{-1}$ 至 330 m s^{-1}

3. DSE 2019, Q5

(a) (i) 波長 $\lambda = \frac{0.06}{7-1}$ $= 0.01 \text{ m} (= 1 \text{ cm})$	1A 1
(ii) 波速 $v = f\lambda = 10 \times 0.01$ $= 0.1 \text{ m s}^{-1} (= 10 \text{ cm s}^{-1})$	1M/1A
(b) (i) 頻率 $= 10 \text{ Hz}$	1A

(ii)



1A

1A

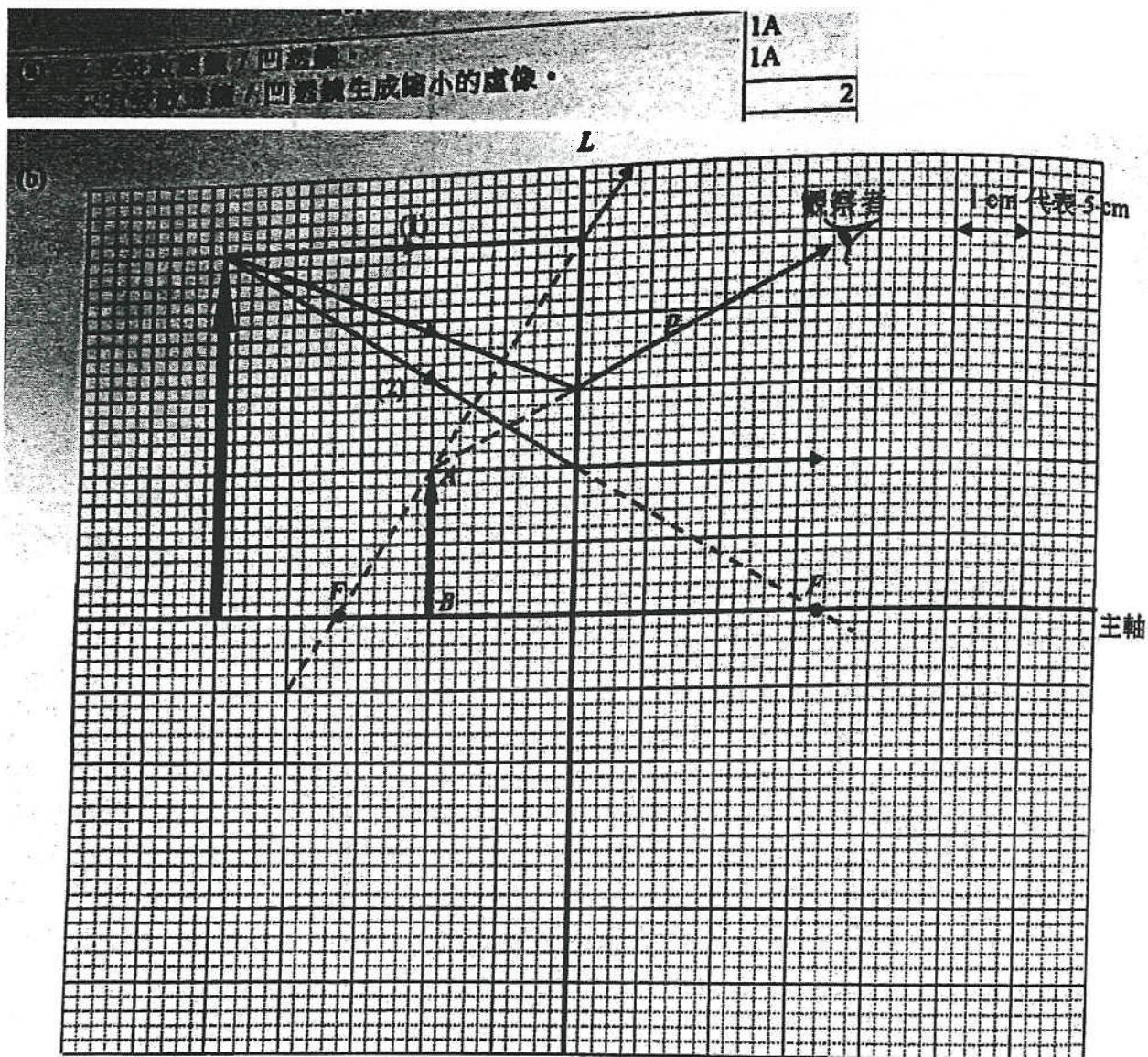
(iii) 折射。

這是由於 波長 / 波速 在不同 介質 / 深度 出現變化。

1A

1A

4. DSE 2019, Q6



物體的位置和高度正確。

- (c) 正確光線以找出透鏡焦點 F ，及正確標示 F 的位置。
焦距 = 16.5 cm

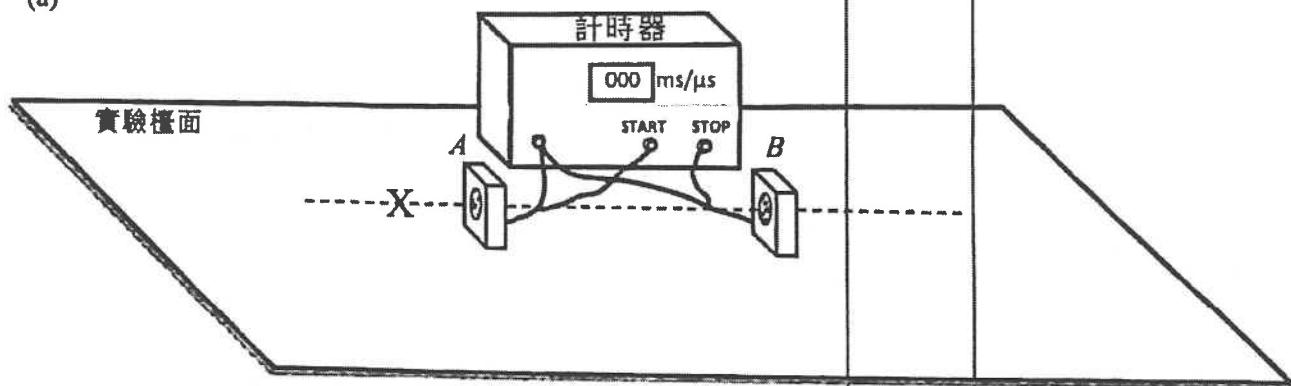
2A
2
2M
1A
3
2A

接受：(15.5 至 17.5) cm

- (d) 由物體頂端出發的正確光線 p

5. DSE 2020, Q6

6. (a)



正確標示 X 的位置（接近穿過微音器的軸，並在接到 START 的微音器 A 那邊）

以一把米尺

量度兩微音器之間的距離 / 間距 D 。

記錄計時器的讀數，該值是聲音從微音器 (START) 所在位置傳播至另一微音器 (STOP) 處，即 A 至 B 的時距 Δt 。

1A

1A

1A

其中的一項量度

(b) (i) 捨棄數據 $539 \mu\text{s}$, $\Delta t = \frac{801 + 838 + 821}{3} = 820 \mu\text{s}$

在空氣中的聲速 $v = \frac{D}{\Delta t}$

$$v = \frac{0.280}{820 \times 10^{-6}}$$

$$= 341,463415 \text{ m s}^{-1} \approx 341 \text{ m s}^{-1}$$

1M

1A

接受： 340 m s^{-1} 至 342 m s^{-1}

(ii) 增加微音器之間的間距 D

6. DSE 2020, Q7

(a) (i) 在 A 點的入射角，
 $i_A = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$

1A
1

(ii) $n_g \sin c = n_c \sin 90^\circ$

1M

1A

$$\Rightarrow \frac{n_g}{n_c} = \frac{1}{\sin c} \geq \frac{1}{\sin 60^\circ} = 1.1547005 \approx 1.15$$

(iii) 全內反射

來自 O 點且 $\theta > 30^\circ$ 的光線，將不會發生全內反射。

1A
1A

- (b) (i) (狹窄的光脈衝中的)部分光/能量 從最短的路徑 (即 OD) 首先到達，其餘的能量經較長的路徑隨後到達，所以脈衝變得較寬，而脈衝高度亦較低(強度較低)。

1A 「取不同的路徑」
1A 「到達的時間不同」

- (ii) 包覆層的折射率 n_c 應該增加。

由於 $\frac{n_g}{n_c} = \frac{1}{\sin c}$ ，若使 $c / \sin c$ 增加，只有較接近軸 / θ 較小 的光線會發生全內反射。
(即 $\frac{n_g}{n_c}$ 更接近 1)

1A
1A

注意：對於較大的 n_c ，較多的光線可從光導纖維逃逸。

1.	D	2.	C	3.	B	4.	D	5.	C
6.	B	7.	D	8.	C	9.	C	10.	A
11.	C	12.	B	13.	A	14.	D	15.	A
16.	D	17.	A	18.	B	19.	A	20.	C
21.	C	22.	A	23.	C	24.	B	25.	A
26.	D	27.	A	28.	D				

4 電和磁

1. DSE 2018, Q8

答
案

(a) (i) 接端紐 X

(ii) $P = IV$
 $800 \text{ W} = I(220 \text{ V})$
 $I = 3.636364 \text{ A}$
 $\approx 3.64 \text{ A}$

(iii) $800 = \frac{V^2}{R} + \frac{V^2}{4R} = \frac{5V^2}{4R}$
 $P_{\text{keep warm}} = \frac{V^2}{4R}$
 $= 800 \left(\frac{1}{5}\right) = 160 \text{ W}$

另解(I)

$$800 = \frac{V^2}{R} + \frac{V^2}{4R} = \frac{5V^2}{4R}$$

$$R = 75.625 \Omega$$

$$P_{\text{keep warm}} = \frac{V^2}{4R}$$

$$= \frac{220^2}{4(75.625)}$$

$$= 160 \text{ W}$$

另解(II)

功率 $\propto \frac{1}{\text{電阻}}$

$$\frac{P_{\text{keep warm}}}{P_{\text{heating}}} = \frac{R_{\text{eq}}}{4R}$$

$$P_{\text{keep warm}} = P_{\text{heating}} \left(\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{4R} \right)^{-1} / 4R \right)$$

$$= 160 \text{ W}$$

(b) (i) (所耗用的) 電能

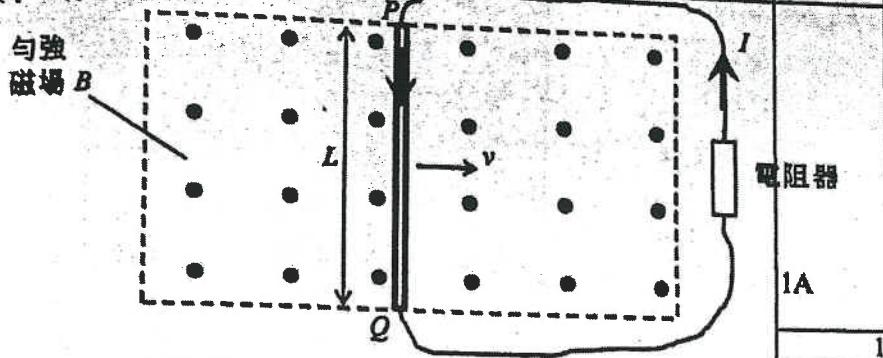
1A

(ii) (1) 只有保險絲燒斷
(2) 只有 RCCB 切斷電路

1A
1A

2. DSE 2018, Q9

(a) (i)



- (ii) 根據楞次定律，磁力 F_B 作用於棒從而對抗其運動。需一外力 F 平衡 F_B 以維持勻速運動 (或 v 保持不變)

$$\therefore F = F_B = ILB \text{ (量值)}$$

$$\text{或 } F \cdot v = I \xi, \therefore F = \frac{I \xi}{v}$$

接受：
需一外力作功將機械能轉為電能

- (iii) 機械功率輸入 $= Fv$
 $= (ILB)v$

1M

功率輸入 = (電)功率輸出

$$ILBv = I\xi$$

$$\xi = BLv$$

1M

- (b) (i) 水平 (分量) 與桅桿垂直。

1A

或

豎直 (分量) 與桅桿平行。

1A

根據 (a)(iii) 運用 B 的水平分量

$$\begin{aligned} (ii) \quad \xi &= (B \cos 30^\circ) L v \\ &= (50 \times 10^{-6} \cos 30^\circ) (20) (6) \\ &= 5.196152 \times 10^{-3} \text{ V} \\ &\approx 5.20 \text{ mV} \end{aligned}$$

1

電子的分佈較多在端 X

1A

1A

1A

- (iii) 沒有電流流通。

1A

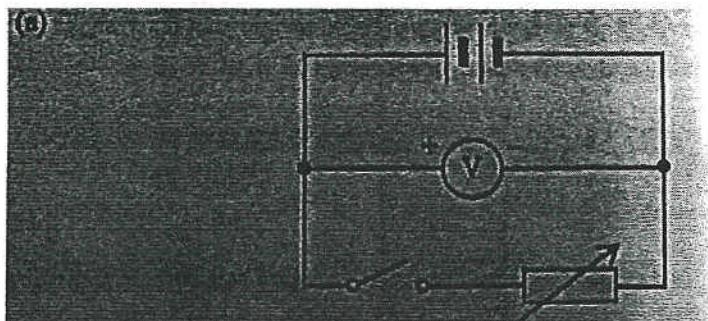
電纜和桅桿兩者同樣地切割場力線，所產生的電動勢相等且互相對抗。

1A

或 通過所形成電路回路的磁通量並沒有改變。

1A

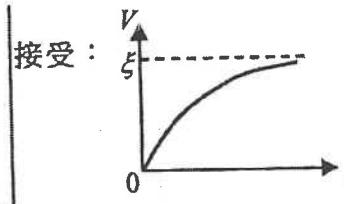
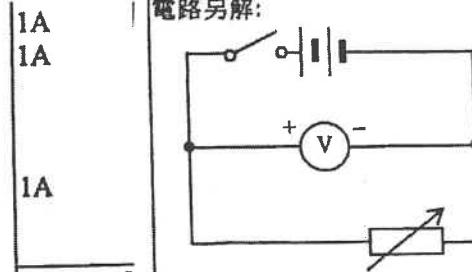
3. DSE 2019, Q7



1A
1A

以正確符號顯示的正確電路
正確極性

電路另解:



合上面圖，並記錄對應的 V 和 R 讀數。
調節電阻值 R 至較低 / 其他值，並重複實驗。

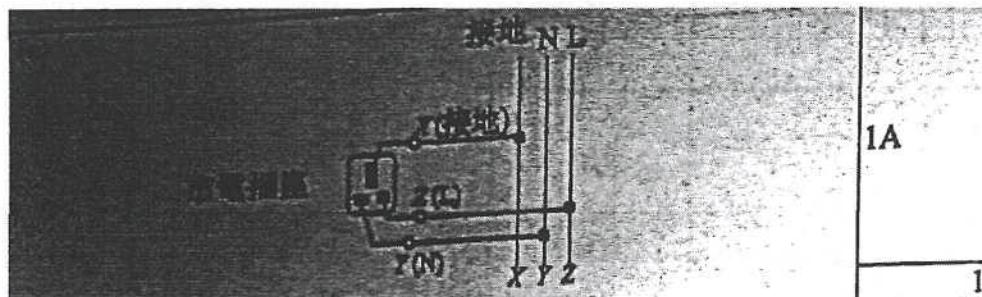
注意事項：

- 首先將可變電阻調至最大/較大的電阻值
- 在每次量度後，把開關打開/斷開
- 其他合理答案

- (b) 電池組輸出的端電壓 V 隨(負荷)電阻值 R 增加而增加。(或以線圖表示)

$$V = \xi - \frac{R}{R+r} \quad \text{或} \quad V = \xi - \frac{\xi}{R+r} r$$

4. DSE 2019, Q8



- (i) (i) 若其中一照明燈組出現故障，其他(並聯)
的照明燈組仍能繼續運作，即各照明燈組
可獨立運作。
- 各照明燈組可在額定功率下運作。
- 接受其他合理答案。

1A
1

1A
任何一項

(ii) $P = IV$
 $(300 + 450) = I(220)$

$$I = \frac{P_1}{V} + \frac{P_2}{V} = \frac{300}{220} + \frac{450}{220}$$

$$I = 3.409091 \text{ A} \approx 3.41 \text{ A}$$

1M

1A

1A

故應選用標着 5 A 的保險絲。

- (c) 每天所用電能

$$= 0.500 \text{ kW} \times 8 \text{ h} + 2 \text{ kW} \times 0.5 \text{ h} + 3 \text{ kW} \times 2 \text{ h}$$

$$= 11 \text{ kW h}$$

$$\text{需付費用} = \$0.9 / \text{kW h} \times 11 \text{ kW h}$$

$$= \$9.9$$

1M

1M

1A

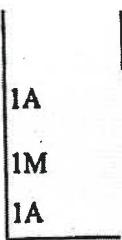
5. DSE 2019, Q9

- (a) (i) 由楞次定律可知，磁通量變化會感生一電動勢，
以抵抗該磁通量變化，即(指入紙面的)磁通量減少，
會在線圈 / (完整)電路中感生一(順時針方向的)
電流。

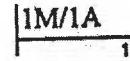
1A

1A

(ii) $N\Delta\Phi = NBA$
 $= (20)(0.3)(0.005)$
 $= 0.03 \text{ Wb}$
 $\zeta = \frac{N\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{0.03}{0.5}$
 $= 0.06 \text{ V (或 } 60 \text{ mV)}$

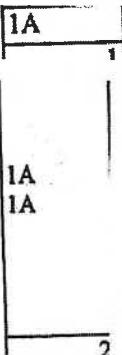
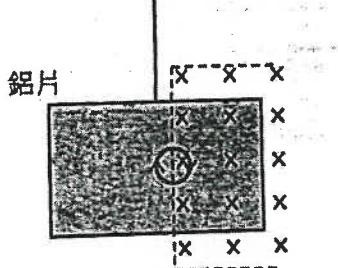


- (b) (i) 磁通量變化為 (a)(ii) 所得的兩倍。即 0.06 Wb 。



- (ii) 電流方向： $PQRS$

- (c) (i)

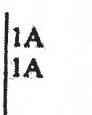


- (ii) 鋁片初時 / 瞬間向右移動 / (擺)盪 / 擺動。



6. DSE 2020, Q3

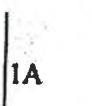
- (a) 採用超導體 / 電阻極低或近乎零的線圈，
可讓非常大的電流通過，以產生較強的磁場（因電流
引致的熱損耗較少）。



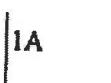
- (b) P 和 Q : N(北極)
同極性磁極之間的相互斥力



- (c) (i) 由於列車與導軌沒有接觸，
彼此沒有相互作用力 / 摩擦力，振動減少因而更平
穩。



- (ii) 列車與導軌沒有相互作用力 / 摩擦力，驅動系統只
需為對抗空氣阻力而作功，所以更快捷。

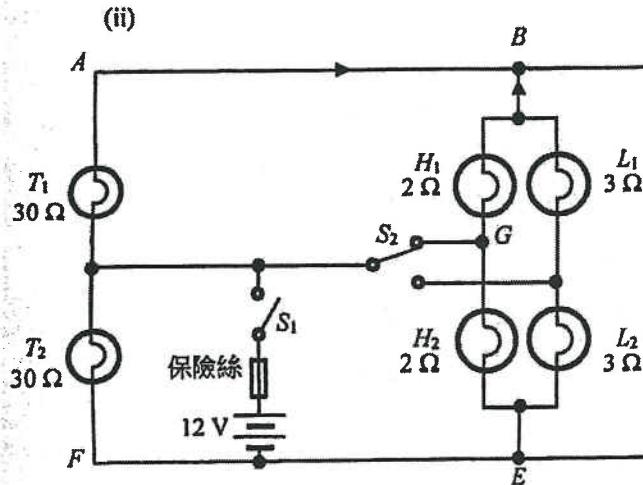


7. DSE 2020, Q8

- (a) 由於（以串聯連接）的 L_1 和 L_2 被 $BCDE$ 短路。

接受：跨每一車頭低燈 (L_1 或 L_2) 的電勢差為 0 V

- (b) (i) 跨 T_2 的電勢差 = 12 V



任意兩電流正確標示。
所有電流正確標示。

支路 BC 上的電流最大。

(c) 所提供的功率 $P = 2 \times \left(\frac{12^2}{30} + \frac{12^2}{2} \right) = 153.6 \text{ W} \approx 154 \text{ W}$

$$\frac{V^2}{R_{eq}} = \frac{12^2}{R_{eq}} = 153.6 \quad (\text{或} \quad \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{30} + \frac{1}{30} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2})$$

$$R_{eq} = 0.9375 \Omega \approx 0.938 \Omega \approx 1 \Omega$$

(d) 最大電流 $I_{max} = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{12}{0.9375} = 12.8 \text{ A}$

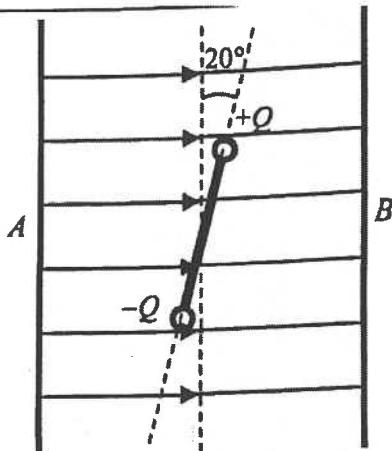
$$(\text{或} \quad I_{max} = \frac{P}{V} = \frac{153.6}{12} = 12.8 \text{ A})$$

由於保險絲的額定值較(當所有車頭高燈和尾燈皆亮起時的)最大電流稍高，所以該保險絲是適用的。

8. DSE 2020, Q9

(a)

頂視圖



正確方向 (由 A 至 B)

1A

垂直於兩平行板，
平行及均勻分佈

(b) (i) $F \times d = (2.0 \times 10^{-5})(0.05 \cos 20^\circ) = 9.396926 \times 10^{-7} \text{ N m} \approx 9.40 \times 10^{-7} \text{ N m}$

1M

1A

(ii) $E = \frac{V}{d} = \frac{5.0 \times 10^3}{0.1} = 50000 \text{ V m}^{-1} \text{ 或 } \text{N C}^{-1} = 50 \text{ kV m}^{-1} \text{ 或 } \text{kN C}^{-1}$

1M

1A

(iii) $E = \frac{F}{Q}$
 $Q = \frac{F}{E} = \frac{2.0 \times 10^{-5}}{5.0 \times 10^4} = 4.0 \times 10^{-10} \text{ C}$

1M

1A

1.	A	2.	C	3.	B	4.	A	5.	C
6.	C	7.	D	8.	D	9.	B	10.	A
11.	C	12.	B	13.	C	14.	D	15.	D
16.	C	17.	B	18.	A	19.	A	20.	C
21.	B	22.	C	23.	D	24.	D	25.	C

5 放射現象和核能

1. DSE 2018, Q10

(a) (i) $226 - 206 = 20$ (對 α 為 4 的倍數) $\therefore {}^{206}_{82}\text{Pb}$ 為最終產物	1M 1A	2
(ii) % 所剩未衰變的 Ra-226 $\frac{N}{N_0} = e^{-\frac{\ln 2 \times 50}{1600}}$ = 97.857 % ≈ 97.9 %	1M 1A	接受 97.8 % 至 98.0 %
或 % 所剩未衰變的 Ra-226 $= \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{50}{1600}}$ ≈ 97.9 %	1M 1A	

(b) (i) ∵ 隨機過程

(ii) 有些 Ra-226 的子核仍具有放射性，所以可發射 β 粒子。

(iii) 原因： β 及 γ 輻射的電離能力較弱。
 - 升高放射源達至距離大於 α 的射程 (數 cm)，火花便停止產生。
 - 在放射源與金屬網之間加插一張紙，火花便停止產生。

2. DSE 2019, Q10

一個中子，以觸發更多的裂	1A	1
(i) $m_0 = \frac{m}{2} (= 9.846 \times 10^{-10} \text{ yr}^{-1})$ $0.06 = m_0 \cdot t$ $m_0 = 0.429882832 (\text{kg}) \approx 0.430 (\text{kg})$	1M 1A	或 $0.06 = m_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{2 \times 10^9}{7.04 \times 10^8}}$
(ii) $\frac{0.430}{13.556 + 0.430} = 0.03073691 \approx 3.1\% > 3\%$ 因此天然核裂變有可能發生。	1M/1A	

(c) 地下水可能已流乾。
或 製變釋出的能量使地下水乾涸 / 蒸發掉。

故裂變可能會因缺乏慢中子而停止。

3. DSE 2020, Q10

(a) 質子 / ${}^1\text{H}$ / p / 氫原子核

(b) 質量改變

$$\Delta m = (16.9947 + 1.0073) - (13.9993 + 4.0015)$$

$$= 0.0012 \text{ u}$$

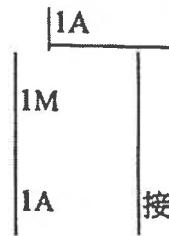
$$\text{所需能量} = 0.0012 \times 931$$

$$= 1.1172 \text{ (MeV)} \approx 1.12 \text{ (MeV)}$$

(c) 根據動量守恆，

因為發生核反應前 α 粒子是具有動量，那麼所有產物的總動量 ($= \alpha$ 粒子的動量) 必定不為零，

即所有產物的總動能必定大於零，因此 α 粒子的動能須較(b)所求得的大。



接受 : 1.10 (MeV) 至 1.12 (MeV)

$[\alpha$ 粒子的動能
= (b) 所求得的能量
+ 所有產物的總動能]

1.	D	2.	B	3.	A	4.	D	5.	B
6.	C	7.	B	8.	D	9.	B	10.	C

1 天文學和航天科學

1. DSE 2018, Q1

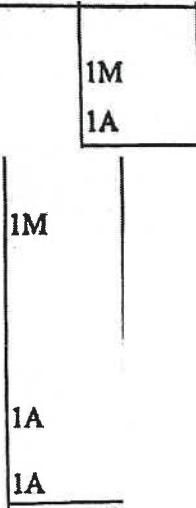
(a) (i) 與地球的距離

$$= \frac{1}{0.08} \text{ pc} (= 12.5 \text{ pc} = 12.5 \times 3.26 \text{ ly}) \\ = 40.75 \text{ (ly)}$$

(ii) $L = 4\pi R^2 \sigma T^4$

$$\therefore L \propto R^2 T^4 \text{ 或 } \frac{L}{L_S} = \left(\frac{R}{R_S}\right)^2 \left(\frac{T}{T_S}\right)^4 \\ \frac{L}{L_S} = \left(\frac{0.14}{1}\right)^2 \left(\frac{2900}{5800}\right)^4 \\ = 0.001225 \\ \approx 0.00123$$

區域 D



(b) (i) 行星不會發光 / 只會反射光，所以容易被母恆星的(焰)光掩蓋，黯然失色。

(ii) 重力 / 萬有引力 (引力) / 地心吸力。

監測(由恆星 X 的徑向速度變化所導致)其某特定譜線的多普勒頻移，便可求得週期 T 。

$$(iii) I = \frac{L}{4\pi d^2}$$

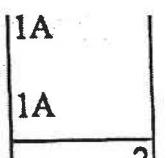
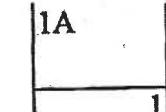
$$\therefore I \propto \frac{L}{d^2} \text{ 或 } \frac{I_Y}{I_E} = \left(\frac{L_X}{L_S}\right) \left(\frac{d_E}{d_Y}\right)^2$$

$$\frac{I_Y}{I_E} = \left(\frac{0.001225}{1}\right) \left(\frac{1}{0.04}\right)^2$$

$$= 0.765625$$

$$\approx 0.766 \text{ (介乎 0.5 至 2)}$$

行星滿足有利生物存活的條件。



1M

1A

接受 : (7.50 ~ 7.60) km s⁻¹

2. DSE 2019, Q1

$$(a) (i) \frac{1}{2} m (v_B^2 - v_A^2) = GMm \left(\frac{1}{r_B} - \frac{1}{r_A}\right)$$

$$v_B^2 - 8.02^2 = 2(4 \times 10^5) \left(\frac{1}{6400 + 400} - \frac{1}{6400}\right)$$

$$v_B = 7.547679036 \text{ km s}^{-1} \approx 7.55 \text{ km s}^{-1}$$

1M

1A

$$(ii) T = \frac{2\pi a}{v} \text{ 和 } \frac{GMm}{a^2} = \frac{mv^2}{a}$$

$$\therefore T^2 = \frac{4\pi^2 a^3}{GM}$$

1M

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{a^3}{GM}} \quad \text{其中 } a = \frac{r_A + r_B}{2} \quad \text{對於橢圓軌道}$$

$$a = \frac{r_A + r_B}{2} = \frac{(6400) + (400 + 6400)}{2} = 6600 \text{ km}$$

$$T_{AB} = \frac{T}{2} = \frac{1}{2} \left\{ 2\pi \sqrt{\frac{6600^3}{4 \times 10^5}} \right\} = 2663.3962 \text{ s} \approx 2663 \text{ s}$$

- (iii) - 作用於太空人的重力 / 引力 (重量) (全部)
用於向心力 / 太空人的加速。
- 太空人和太空船同樣以重力加速度運動，即自由落體。

$$(b) (i) \theta = \frac{\frac{5570 - 2663}{2}}{5570} \times 360^\circ = 7.8850987^\circ \approx 7.89^\circ$$

$$\text{或 } \frac{2663}{5570} = \frac{180^\circ - \theta}{360^\circ}$$

1M

1A

2

- (ii) 如果在 A 的發射速率略高 (或略低)，橢圓軌道的長軸長度則較大 (或較小)，即軌道改變了。
因此，兩軌道不會在 B 相接 (相交)。

1A
1A

- (iii) 太空船須在 B 處短暫 (瞬間) 燃點其火箭引擎，以將其速率提升至所需的值。
(即由 7.55 km s^{-1} 至 7.67 km s^{-1})

1A

3. DSE 2020, Q1

- (a) 距離 $50 \text{ kpc} = 50000 \times 3.26 \text{ ly} = 163000 \text{ ly}$
因此恆星爆炸於 163000 年之前發生。

1A

注意：可忽略 $2020 - 1987 = 33$ 年
接受：163000 年 ~ 164000 年

- (b) 如果將位於 50 kpc 即比 10 pc 距離遠很多之 SN 1987A 置在 10 pc 時，其亮度會更高 (比 $+2.9$ 對應的亮度)。
因此，其絕對星等 (的值) 遠小於 $+2.9$ / 視星等。

1A

- (c) (i) 取 L_S 、 R_S 和 T_S 分別為太陽的光度、半徑和表面溫度，而 L_X 、 R_X 和 T_X 則分別為 X 的各項。
根據斯特藩定律：

$$L_S = \sigma(4\pi R_S^2)T_S^4 \text{ 和 } L_X = \sigma(4\pi R_X^2)T_X^4$$

$$\text{所以 } \frac{L_X}{L_S} = \left[\frac{R_X}{R_S} \right]^2 \left[\frac{T_X}{T_S} \right]^4$$

1M

$$40000 = \left[\frac{R_X}{R_S} \right]^2 [3.1]^4$$

1M

$$\frac{R_X}{R_S} = 20.81165 \approx 20.8$$

1A

- (ii) 區域 A 因恆星 X 的溫度 (遠) 較太陽為高，故不屬於「紅巨星」。

注意：恆星 X 實際上是一顆藍超巨星。

或紅巨星是在區域 B

1A

2

- (d) $Q: L_0$; $R: L_1$
 根據多普勒效應，於 R 處的氣體後撤遠離觀察者，引致
 紅移（於 P 則反之亦然），
 而位於 Q (和 S) 處的氣體沒有朝向 / 遠離觀察者的速度
 分量，故沒有多普勒 / 藍 / 紅移。

1A
1A
1A
3

1.	B	2.	A	3.	C	4.	A	5.	B	6.	C	7.	D	8.	D	9.	D	10.	B
11.	B	12.	A	13.	D	14.	A	15.	C	16.	C	17.	D	18.	D	19.	C	20.	B
21.	C	22.	B	23.	C	24.	A												

2 原子世界

1. DSE 2018, Q2

- (a) 增加 / 調高電壓直至剛好沒有電流通過電路（沒有光電子形成閉合電路），
 記錄電壓 V 以求得光電子的最大動能 = eV 。

1A
1A
2

- (b) (i) 紫外 (UV) 輻射 (光) ($\sim 278 \text{ nm}$)

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{10.8 \times 10^{14}} \approx 277.8 \text{ nm}$$

$$\begin{aligned} \text{(ii) 線圖的斜率} &= \frac{3.3 - 0}{(13.4 - 5.4) \times 10^{14}} \\ &= 4.125 \times 10^{-15} \text{ eV s} (= 6.6 \times 10^{-34} \text{ J s}) \end{aligned}$$

1M
1A
1A

斜率即為普朗克常數 h 。

- (iii) 臨閾頻率 $f_0 = 5.4 \times 10^{14} \text{ Hz}$

$$\begin{aligned} \text{鈉的功函數} &= hf_0 \\ &= (6.6 \times 10^{-34}) \times (5.4 \times 10^{14}) \\ &= 3.564 \times 10^{-19} \text{ J} \\ &= 2.2275 \text{ (eV)} \approx 2.23 \text{ (eV)} \end{aligned}$$

1M
1A
接受 2.20 eV 至 2.40 eV

$$\boxed{\text{或 } hf_0 = (4.125 \times 10^{-15}) \times (5.4 \times 10^{14}) \\ = 2.2275 \text{ (eV)} \approx 2.23 \text{ (eV)}} \quad 1M$$

1A

- (c) 不變，即同樣的線圖。

1A \$

(最大) 動能取決於每一光子的能量，並跟電磁輻射的頻率成正比。

1A

或
光電子的最大動能 / 光子的能量不會受影響。

1A

(i) (a) 大部分的電子(率直)穿過金箔，有些僅略微偏轉。
 (b) 少數的電子以大角度散射，有些/個別甚至反彈回來。

1A

1A

2

(ii) 由於在「湯姆生原子模型」中一原子的電荷和質量均勻分布， α 粒子不應(以大角度)偏轉。

1A

(b) (i) 電子受原子核束縛，即必須提供 能量/作功 以從原子中移除電子/使原子電離。

1A

處於 E_∞ 的一電子不受來自原子核的吸力所束縛，即是一自由電子。

1A

$$\begin{aligned} \text{(ii)} \quad \Delta E &= E_7 - E_1 \\ &= -13.6 \left(\frac{1}{8^2} - \frac{1}{2^2} \right) \\ &= 3.1875 \text{ eV} \approx 3.1875 \times (1.60 \times 10^{-19}) \text{ J} \end{aligned}$$

1M

$$\lambda = \frac{hc}{\Delta E} = \frac{(6.63 \times 10^{-34})(3 \times 10^8)}{3.1875 \times (1.60 \times 10^{-19})}$$

1M

$$= 3.9 \times 10^{-7} \text{ m} \approx 390 \text{ nm}$$

1A

$$\text{(iii)} \quad E_3 = -\frac{13.6}{4^2} = -0.85 \text{ eV}$$

1M

$$\begin{aligned} \text{所需能量} &= 0 - (-0.85) \\ &= 0.85 \text{ eV} \text{ 或 } 1.36 \times 10^{-19} \text{ J} \end{aligned}$$

1A

- (a) (i) 紫外線 (UV)

1A

(ii) 光(能)是以包或(整數的)量子稱為光子(即量子化)的形式(傳遞至陰極上的電子)。

1A

(b) (i) 微安計讀數仍然是零，入射光子的能量 E 保持不變。儘管強度增加導致更多的光子入射，但對光電發射或所發射電子的最大動能沒有影響。

1A

1A

(ii) 光子的能量 = $\frac{hc}{\lambda}$

$$= \frac{(6.63 \times 10^{-34})(3 \times 10^8)}{300 \times 10^{-9}}$$

$$= 6.63 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$= 4.14375 \text{ (eV)} \approx 4.14 \text{ (eV)}$$

功函数 $\phi = 4.14 - 1.7$
 $= 2.44375 \text{ (eV)} \approx 2.44 \text{ (eV)}$

1M

接受 : 4.10 (eV) 至 4.14 (eV)

1M
1A

接受 : 2.40 (eV) 至 2.44 (eV)

(c) (i) 每秒鐘到達電極 A 的光電子數目

$$= \frac{0.4 \times 10^{-6}}{1.6 \times 10^{-19}} = 2.5 \times 10^{12}$$

1A

(ii) $1.7 - 0.8 = 0.9 \text{ (eV)}$ 或 $4.14 - 2.4 - 0.8 = 0.94 \text{ (eV)}$

陰極 C 內(不在表面上)的電子，需要比功函數更多的能量才能從 C 逃逸 / 發射。

1A

1A

1.	C	2.	D	3.	D	4.	A	5.	C	6.	B	7.	C	8.	B	9.	C	10.	D
11.	A	12.	B	13.	A	14.	D	15.	B	16.	A	17.	C	18.	C	19.	B	20.	D
21.	A	22.	A	23.	B	24.	D												

3 能量和能源的使用

1. DSE 2018, Q3

(a) (i) 白熾燈：(以電流) 以焦耳加熱把(鎢絲) 燈絲加熱至高溫 / 紅熱，

1A

大部份能量成為熱能 / 熱，或只有一小部份轉換為光輸出。

1A

(ii) 由於眼睛對綠色光最為靈敏，



所以(具有相同光輸出功率的)綠色光源看起來較白光(包含不同顏色)光亮。

(b) (i) 每盞燈的光通量：

$$E = 10000 \text{ 流明}$$

$$\tan \theta = \frac{2.5}{10} \text{ (或 } \cos \theta = \frac{10}{\sqrt{10^2 + 2.5^2}})$$

$$\theta = 14.036243^\circ \approx 14.0^\circ$$

$$I = \frac{E \times \cos^3 \theta \times 2}{4\pi d^2}$$

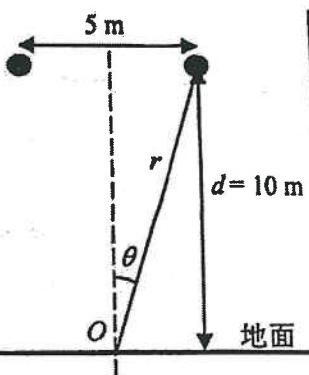
$$= 14.532045 \text{ lux}$$

$$\approx 14.5 \text{ lux or lx}$$

1M

1M

1A



(ii) 效能 $(A) = \frac{11000}{150} = 73.333333 \text{ lm W}^{-1}$

效能 $(B) = \frac{10000}{135} = 74.074074 \text{ lm W}^{-1}$

建議選用燈 B 。

1A

(iii) 優點：

- 照明度的變化較小
- 個別燈發生故障所導致的影響較小
- 較少刺眼強光

任何
一項

1A

缺點：

- 更換 / 替換燈較頻繁
- 隨安裝成本增加而較昂貴
- 會有更多的接線
- 安裝時間較長

任何
一項

1A

2. DSE 2019, Q3

(a) (i) 每單位面積接收到太陽輻射的功率為

$$P_0 = \frac{P_S}{4\pi R_0^2} = \frac{3.86 \times 10^{26} \text{ W}}{4\pi(1.50 \times 10^{11})^2 \text{ m}^2} \\ = 1.365195734 \times 10^3 \text{ W m}^{-2} \approx 1365 \text{ W m}^{-2}$$

1M

接受： $(1360 \sim 1370) \text{ W m}^{-2}$

(ii) 由於被大氣所吸收而導致散失 (損失)。

1A

(b) (i) 太陽能 \rightarrow 電能 \rightarrow 化學能

1A+1A

$$\eta = \frac{\text{輸出功率}}{\text{太陽能輸入功率}} \times 100\%$$

$$= \frac{300}{1000 \times 1.65} \times 100\% \\ = 18.1818\% \approx 18.2\%$$

1M

1A

$$t = \frac{\text{總能量儲存}}{\text{輸入功率}}$$

$$= \frac{100 \text{ Ah} \times 12 \text{ V}}{300 \text{ W} \times 0.8} \\ = 5 \text{ 小時}$$

1M

1A

1A

太陽光線 (總是) 垂直 / 正向 / 法向太陽能板
或晴天 / 無雲

3. DSE 2020, Q3

- (a) 裂變產物 / 核素的每個核子結合能較鈾-235 為高。所以裂變會釋出能量，而所產生的核素較為穩定。 1A
1A
- (b) (i) 這表示把鈾-235 所有的核子(質子和中子) 分離至無限遠 / 相距遙遠 / 完全分離 所需的能量。 1A 接受：質子和中子(核子) 形成單一個原子核所釋出的能量。
- (ii) $^{235}_{92}\text{U}$ 原子核的結合能 = 1783 MeV
 $^{144}_{56}\text{Ba}$ 原子核的結合能 = $8.27 \times 144 = 1190.88$ MeV
 $^{90}_{36}\text{Kr}$ 原子核的結合能 = $8.59 \times 90 = 773.1$ MeV }
 故裂變所釋出的能量
 $= (1190.88 + 773.1) - 1783$
 $= 180.98$ (MeV) ≈ 181 (MeV) 1M
1A 接受：180 (MeV) 至 181 (MeV)
- (c) (i) 所釋放的總能量 × 效率
 輸出功率

$$= \frac{(1.30 \times 10^{30} \times 10^6)(1.6 \times 10^{-19})(0.4)}{500 \times 10^6}$$

 $= 1.664 \times 10^8 \text{ s} \approx 5.28254 \text{ 年} \approx 5.28 \text{ 年}$ 1M
1A 接受：5.27 年至 5.30 年
- (ii) 鈾-235 原子核的濃度會隨時間降低，當濃度太低時，便無法維持連鎖反應。 1A
- (d) (i) 減速劑：
 減慢裂變所產生的快速中子的速度。 1A
- (ii) 控制棒：
 透過吸收中子 來控制核裂變 / 反應的速率
 或 在緊急情況下關閉反應堆。 1A

1.	A	2.	B	3.	C	4.	D	5.	A	6.	D	7.	C	8.	B	9.	B	10.	B
11.	A	12.	D	13.	D	14.	A	15.	C	16.	C	17.	B	18.	A	19.	D	20.	C
21.	A	22.	B	23.	D	24.	A												

4 醫學物理學

1. DSE 2018, Q4

- (a) (i) 頻率 f 為

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{4000 \text{ ms}^{-1}}{2 \times 0.4 \times 10^{-3} \text{ m}} = 5 \text{ MHz}$$
 1A
- (ii) 當超聲波回聲衝擊壓電晶體，晶體被受迫振動 / 變形。
 壓電晶體壓縮或延伸時，晶體兩端會產生電勢差 / 電壓。 1A

(b) (i) 沿光束路徑 (軸向) 於不同距離能檢測並分辨出兩物體 / 兩點的能力越強，解像度越高。	1A
	或距離較接近的兩點仍可分辨為分立的兩點。
	解像度為圖像中可檢測到的最小細節 (結構) 的量度。解像度提高則圖像呈現較多細節 (或更細緻)。

(ii) 已知 (成反比) 關係： 軸向解像度 \times 頻率 = 常數 即 $1.5 \text{ mm} \times 2 \text{ MHz} = 3 \text{ mm MHz}$ (使用任何一數據點)	1M
	所以，在 12 MHz 時，軸向解像度 $= \frac{3}{12} = 0.25 \text{ mm}$
	1A

(i) 超聲波脈衝穿過 2 cm 的脂肪和 8 cm 的軟組織的往返時間分別為， $t_1 = \frac{2 \times 2 \text{ cm}}{1.45 \times 10^5 \text{ cm s}^{-1}} = 27.5862069 \mu\text{s} \approx 27.6 \mu\text{s}$ $t_2 = \frac{2 \times 8 \text{ cm}}{1.54 \times 10^5 \text{ cm s}^{-1}} = 103.896104 \mu\text{s} \approx 103.9 \mu\text{s}$ 回聲時間 $T = (27.59 + 103.90) \mu\text{s}$ $= 131.482311 \mu\text{s} \approx 131 \mu\text{s}$	1M
	1A
	接受 $131 \mu\text{s}$ 至 $132 \mu\text{s}$

(ii) 計算出的深度為	
$\frac{1.54 \times 10^5 \text{ cm s}^{-1} \times 131.48 \mu\text{s}}{2} = 10.124138 \text{ cm} \approx 10.12 \text{ cm}$	

即計算出的組織界面深度較實際位置深 1.2 mm 。

2. DSE 2019, Q4

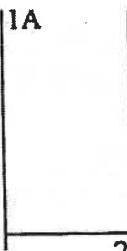
 <p>(i) 當 α 大於 α_{\max}，光線隨後入射鐵芯-包覆層界面的 速度將小於 c，因此全內反射不會發生 (或 反之亦然)。</p>	1A
	1A
	2

<p>(iii) 相比X-射線放射攝影：</p> <p>優點：</p> <ul style="list-style-type: none"> - 能直接視察胃黏膜 / 壁 / 內部 - 檢查時如有需要可進行活組織切片 (以獲取組織) - 不涉及 X-射線的致電離輻射 	1A
	任何一項

缺點：

- 檢查前須禁食（數小時）
- 內窺鏡檢查為侵入性操作，可引致內出血或令患者不適的風險
- 或需進行麻醉
- X-射線攝影為非侵入性操作

任何一項



(b) (i) $Z_B = \rho c$
 $7.15 \times 10^6 = \rho (3780)$
 $\rho = 1891.534392 \text{ kg m}^{-3} \approx 1890 \text{ kg m}^{-3}$

1M/1A

接受： $(1890 \sim 1900) \text{ kg m}^{-3}$

(ii) $\alpha_b = \frac{(Z_2 - Z_1)^2}{(Z_2 + Z_1)^2}$
 $= \frac{(7.15 - 1.65)^2}{(7.15 + 1.65)^2}$
 $\alpha_b = \frac{I}{I_0} = 0.390625 \approx 0.391 = 39.1\%$

1M

1A

接受： $0.390 \sim 0.391$

(iii) 於「肌肉-骨」界面（兩）聲阻抗的相差較在「肌肉-脂肪」界面的大（或反之亦然），因此得出較大的反射聲強係數 α_b (~39%) / 較大反射聲強的比值（或反之亦然）故更清晰 / 更容易區分。

1A

1A

3. DSE 2020, Q4

(a) X 射線是當高速電子撞擊重金屬（例如鎢）靶時所產生。

1A

(b) (i) 骨的密度較高 /
骨含有高原子序數的元素 /
骨骼中的鈣等重元素會阻擋 X 射線
(接受其他合理的答案)

1A

(ii) $I = I_0 e^{-\mu_s t_s} = I_0 e^{-0.51 \times 5.6}$

1M

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

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

1A

$$t_b = 1.16097561 \text{ cm} \approx 1.2 \text{ cm} \text{ (2 位有效數字)}$$

接受：1.16 cm 至 1.2 cm

(iii) 乳房造影只涉及軟組織，因此只需較長波長 / 較低頻率 / 較低貫穿能力的 X 射線

1A

或
提供更好的軟組織對比度 / 對於軟組織的密度改變較靈敏。

1A

對於含骨骼的結構，則需要較短波長 / 較高頻率 / 較高貫穿能力 的 X 射線。

1A

- (c) (i) 誘發癌症 / 遺傳突變 / 遺傳或基因相關的疾病
 (接受其他合理的答案) | 1A
- (ii) CT掃描（使用旋轉的X射線源）通過多次照射/
 曝光，以得到身體部位的二維截面圖像。
 由於相對較長的照射/曝光時間，等效劑量較
 高。 | 1A
- (iii) 宇宙射線 / 氡氣（來自建築物）/ 土壤 / 岩石 / 食
 物和水 所含放射性物質。
 (接受其他合理的答案) | 1A

1.	D	2.	D	3.	A	4.	C	5.	B	6.	A	7.	B	8.	A	9.	C	10.	B
11.	A	12.	D	13.	A	14.	C	15.	D	16.	B	17.	D	18.	C	19.	D	20.	A
21.	B	22.	C	23.	B	24.	A												