

評卷參考

本文件專為閱卷員而設，其內容不應視為標準答案。考生以及沒有參與評卷工作的教師在詮釋本文件時應小心謹慎。

閱卷員需知

1. 為保持評卷的一致性，閱卷員需按照評卷參考作為評分的準則。本評卷參考不能就各試題羅列所有可能的答案。閱卷員可根據專業判斷，接納未列於本評卷參考內其他正確和合理的答案。考生很多時候會以有別於評卷參考的方法作答並得到正確答案。除非該題已訂明須以特定方法解題，一般來說該正確答案可得答案分。

在評卷參考中，其他作答方式和評卷指引顯示於

方格

 內。

2. 在評卷參考中，附有單位的正確數值答案可得答案分或‘A’分。如果答案須以 km 表達，則 cm 和 m 會被視作錯誤單位。
3. 在包含數個連鎖分題的試題中，承接前一部的正確步驟/方法或代入方程可得方法分或‘M’分。
4. 如考生的答案超出所要求的答題數量，閱卷員須評閱所有答案，惟最低分的過量答案將在計算總分時被剔除。

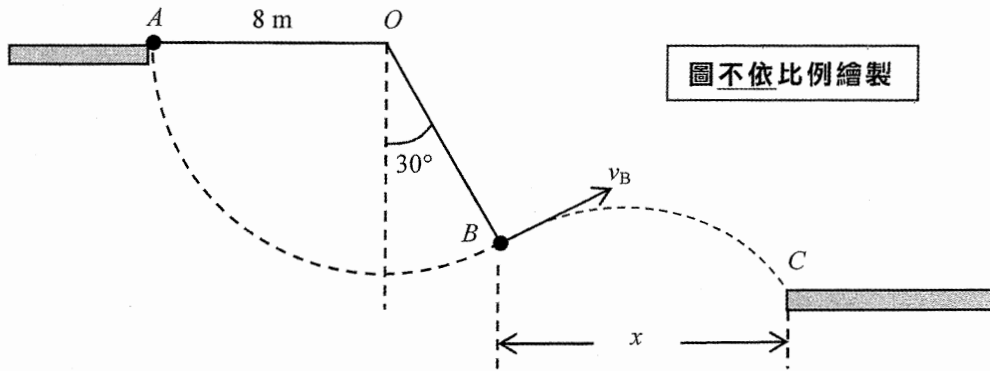
卷一甲部

題號	答案	題號	答案
1.	C (66)	26.	D (26)
2.	C (65)	27.	C (65)
3.	A (68)	28.	C (61)
4.	A (69)	29.	D (59)
5.	C (64)	30.	C (39)
6.	B (50)	31.	A (36)
7.	B (62)	32.	A (35)
8.	B (47)	33.	D (60)
9.	D (40)		
10.	D (33)		
11.	B (81)		
12.	A (61)		
13.	A (66)		
14.	D (41)		
15.	B (58)		
16.	D (50)		
17.	A (45)		
18.	D (61)		
19.	C (54)		
20.	A (39)		
21.	B (73)		
22.	D (33)		
23.	A (32)		
24.	B (44)		
25.	C (46)		

註：括號內數字為答對百分率。

答案	分數	說明
1. (a) (i) $\frac{140.51-102.00}{100-0} = \frac{R-102.00}{60-0}$ $R = 38.51 \times \frac{60}{100} + 102$ $= 125 \Omega (125.106 \Omega)$	1M 1A 2	
(ii) 低於 60 °C。	1A 1	
(b) 比熱容 = $\frac{\text{提供的熱}}{\text{水的質量} \times \text{溫度上升}}$ $\left[c = \frac{E}{m\Delta T} \right]$ 當停止加熱時因實際的末溫度低於 60 °C，或真實溫度改變 $\Delta T < 60$ °C， 或所提供的熱實際上少於當真正達到 60 °C 時應有的值 比熱容的值比應有的為少。	1A 1A 2	
2. (a) $210 \text{ atm} \times (1.0 \times 10^4 \text{ cm}^3) = 2.0 \text{ atm} \times V$ $V = 1.05 \times 10^6 \text{ cm}^3$ 可供應的空氣體積 = $1.05 \times 10^6 - 1.0 \times 10^4$ $= 1.04 \times 10^6 (\text{cm}^3)$	1M 1A 2	接受沒有考慮剩餘體積的答案，即 $1.05 \times 10^6 (\text{cm}^3)$
(b) (i) $V_0 = 1.04 \times 10^6 \text{ cm}^3 \div 60$ $= 17333 \approx 17300 (\text{cm}^3)$ (每分鐘)	1M/1A 1	$V_0 = 17500 (\text{cm}^3)$ 如沒有考慮剩餘體積
(ii) V' : 於該水深/情況的空氣總體積 $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V'}{T_2}$ $\frac{210 \times (1.0 \times 10^4)}{273 + 24} = \frac{4.5 \times V'}{273 + 20}$ $V' = 4.60 \times 10^5 \text{ cm}^3$ 可供應的空氣體積 = $4.60 \times 10^5 - 1.0 \times 10^4$ $= 4.50 \times 10^5 (\text{cm}^3)$ 時間長達： $= \frac{4.50 \times 10^5}{17333}$ $= 26.0$ (分鐘)	1M 1A 3	$V' = 4.60 \times 10^5 \text{ cm}^3$ 以及 時間 = 26.3 分鐘如沒有考慮剩餘體積

3. (a)



能正確標示及畫出 v_B (大致垂直 OB)。

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh$$

$$v_B^2 = 2gh = 2 \times 9.81 \times (8 \cos 30^\circ)$$

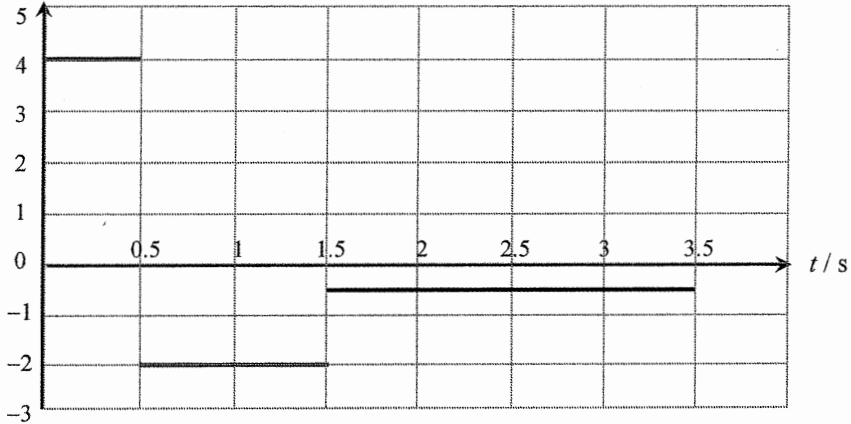
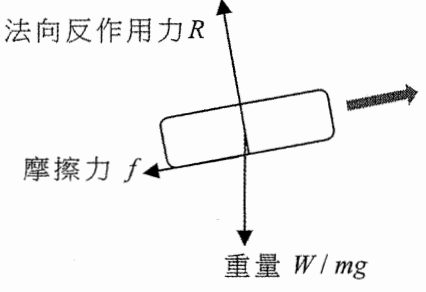
$$v_B = 11.7 \text{ m s}^{-1} (11.65896) \text{ (或 } 11.77 \text{ m s}^{-1} \text{ 如 } g = 10 \text{ m s}^{-2}\text{)}$$

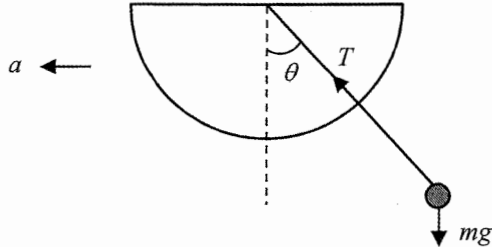
(b) (i) $x = v_x t = 11.7 \cos 30^\circ \times 1.25$ [$v_x = v_B \cos 30^\circ$]
 $= 12.6 \text{ m} (12.62119)$
 (或 12.7 至 12.8 m 如 $g = 10 \text{ m s}^{-2}$)

(ii) $y = ut - \frac{1}{2}gt^2$
 $u = v_y = v_B \sin 30^\circ = 5.83 \text{ m s}^{-1}$
 $y = v_y(1.25) - \frac{1}{2}(9.81)(1.25)^2$
 $y = -0.38 \text{ m} (-0.414 \text{ 至 } -0.352 \text{ m})$
 (或 $-0.455 \text{ 至 } -0.4375 \text{ m}$ 如 $g = 10 \text{ m s}^{-2}$)
 平台 C 在 B 點 0.38 m 之下

(c) 總機械能相同 / 不變。

1A
1M
1A
3
1M
1A
2
1M
1M
1A
3
1A
1

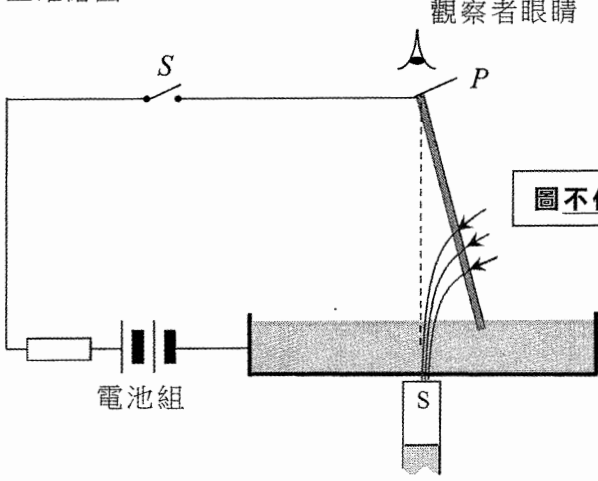
答案	分數	說明
4. (a) 方塊作勻減速 (直至 $t = 1.5$ s 時為靜止或速度為零) ; 方塊之後以勻加速滑下斜面 (直至 $t = 3.5$ s) 。	1A 1A 2	
(b) (i) $a_2 = \frac{-1-0}{3.5-1.5}$ $= 0.5 \text{ m s}^{-2}$	1M 1A 2	
(ii) $a / \text{m s}^{-2}$ 		
其中一個加速度正確 全部正確	1A 1A 2	
(c) 		
正確標示摩擦 全部正確	1A 1A 2	
(d) 向上運動 : $-mg \sin\theta - f = ma$ $-(1)(9.81) \sin\theta - f = (1)(-2) \dots \dots \dots \textcircled{1}$ 向下運動 : $-mg \sin\theta + f = ma'$ $-(1)(9.81) \sin\theta + f = (1)(-0.5) \dots \dots \dots \textcircled{2}$ $\textcircled{2} - \textcircled{1} : 2f = 1.5$ $f = 0.75 \text{ N}$ (註: $\theta = 7.32^\circ$)	1M 1M 1A 3	

答案	分數	說明
<p>5. 圖</p>  <p>長繩一端繫着金屬球而另一端穿越量角器的中心/小孔。</p> <p>當火車靜止時，保持量角器固定於沿運動方向的同一平面，而比方說長繩在 90° 標記。</p> <p>當火車正以加速度 a 加速時，繩子與豎直成夾角 θ，量度角 θ 的值。</p> <p>設 T 為長繩的張力 豎直: $T \cos \theta = mg$ ① 水平: $T \sin \theta = ma$ ② 其中 m 為金屬球的質量</p> <p>② : $\tan \theta = \frac{a}{g}$ ① : $a = g \tan \theta$</p>	<p>1A</p> <p>1A</p> <p>1A</p> <p>1A</p> <p>1M</p> <p>1A</p> <p>6</p>	

答案	分數	說明
6. (a) - 溫度梯度高; 或 - 光線走了足夠長的路程。	1A	接受 167.7 m 至 172.0 m
或發生「全內反射」。	1A	
	1	
(b) (i) $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 = n_3 \sin \theta_3 = n_4 \sin \theta_4$	1M	
$\sin \theta_1 = \frac{n_4}{n_1} \sin \theta_4$		
$\theta_1 = \sin^{-1} \left(\frac{1.000221}{1.000261} \right)$	1M	
$= 89.5^\circ (89.488^\circ)$	1A	
	3	
(ii) $\frac{h}{L} = \tan \alpha = \frac{1}{\tan \theta_1}$	1M	
$L = h \tan \theta_1 = 1.5 \tan 89.5^\circ = 167.72$		
$= 168 \text{ m}$	1A	
或 $L = \frac{h}{\tan \alpha} = \frac{1.5}{\tan 0.5^\circ} = 171.88$	1M	
$= 172 \text{ m}$	1A	
	2	
(c) 在相同距離 (168 m) 之外因為 「水源」的幻象是由遙遠物體的光線在相同的固定角度反射所形成。 [即與水平的夾角 $\alpha = 90^\circ - 89.488^\circ = 0.512^\circ$]	1A 1A	
或只要光線偏折和全內反射的條件仍然相同，「水源」仍在 168 m 外的距離 (滿足相同條件 / 反射角)	1A 1A	
	2	

答案	分數	說明
7. (a) $\Delta y = \frac{\lambda D}{a}$ $= \frac{(650 \times 10^{-9}) \times 3.0}{0.325 \times 10^{-3}}$ $= 0.006 \text{ m 或 } 6 \text{ mm}$	1M 1A 2	
(b) 屏幕被均勻照亮 (各個干涉圖樣只短暫出現且迅速變動，視覺上這些圖樣隨時間平均了)。 LEDs 所發出的光是不相干的 (即從兩個 LEDs 發出的光是沒有固定的相位關係)。	1A 1A 2	不接受「沒有出現干涉」
(c) 程差 $PS_1 - PS_2 = 10 \text{ mm}$ ， L_1 正確 程差 $PS_1 - PS_2 = 20 \text{ mm}$ ， L_2 正確 相長干涉 (在 P 發生)	1A 1A 1A 3	
(d) (i) $\Delta y = y_2 - y_1 = 31 \text{ mm} - 14 \text{ mm} = 17 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ (ii) 屏幕須遠離雙縫，即 $D \gg a$ (即要滿足 $D \gg y$ / 即考慮 y 接近中央最大) 或 雙縫距離屏幕太近，即未能滿足 $D \gg a$ (即 $D \gg y$ 未能滿足) 利用小角近似值 ($\theta \approx$) $\sin \theta \approx \tan \theta$ 未能應用小角近似	1A 1 1A 1A 2	

答案	分數	說明
8. (a) (i) $\rho = \frac{RA}{l}$ $\frac{R}{l} = \frac{\rho}{A} = \frac{2.6 \times 10^{-8}}{1.3 \times 10^{-5}}$ $= 2.0 \times 10^{-3} \Omega \text{ m}^{-1}$ $= 2.0 \Omega \text{ km}^{-1}$ 或 2.0Ω	1M 1A 2	
(ii) 各股輸電電線以並聯連接/電纜的截面積比單一股輸電電線大/電阻跟電纜的截面積成反比 $R_{\text{cable}} = \frac{R}{40} = 0.05 \Omega \text{ km}^{-1}$ 或 0.05Ω $(\frac{1}{R_{\text{cable}}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \dots + \frac{1}{R} \rightarrow \frac{1}{R_{\text{cable}}} = \frac{40}{R})$	1A 1M 2	
(iii) 小鳥身體的電阻比一小段架空電纜還要大。	1A	
或 小鳥在一段短小架空電纜上並聯連接，雙足之間的電勢差極小(每公里的電阻非常小)。	1A	
因此通過小鳥身體的電流可忽略。	1A 2	
(b) (i) $I = \frac{P}{V} = \frac{180 \times 10^6}{400 \times 10^3}$ $= 450 \text{ A}$	1M 1A 2	
(ii) 電功率損耗的百分比 = $\frac{P_{\text{loss}}}{P_{\text{total}}} \times 100\%$ $= \frac{450^2 \times 0.05 \times 10}{180 \times 10^6} \times 100\%$ $= 0.05625 \% < 0.1 \%$	1M 1A 2	
(iii) (I) $N_p : N_s = V_p : V_s$ $12 : 1 = 400 : V_s$ $V_s = 33.3 \text{ kV}$	1A 1	
(II) 下列任何一項： 線圈的電阻 + 使用電線較粗的線圈/ 核心的磁化和消磁 + 使用軟鐵心/ 核心的感生渦電流 + 分層的核心 / 磁力線的漏泄 + 核心的設計	1A+1A 2	

答案	分數	說明
9. (a) 向右 (電流向下流動, 磁場 B 指入紙面) 當棒到達最高點隨後下跌, 其下端再次與導電液接觸, 同樣的磁力使棒從液體「踢」出。 過程不斷重複, 使棒不斷「踢」出液體表面後又再次返回。	1A 1A 1A 3	
(b) (i) 由於力矩 $= F \times d$ $7.2 \times 10^{-4} \text{ N m} = F (0.09 \text{ m})$ $F = \frac{7.2 \times 10^{-4}}{0.09} = 8.0 \times 10^{-3} \text{ N}$	1M 1A 2	
(ii) $F = BIl$ $8.0 \times 10^{-3} \text{ N} = B (3.2 \text{ A}) (0.06 \text{ m})$ $B = 0.042 \text{ T}$	1M 1A 2	
(c) (i) 正確繪圖 	1A 1	
(ii) 棒沿逆時針方向旋轉 (從上方向下觀察)。 或 棒旋轉如一錐擺。	1A 1A 1	

答案	分數	說明
10. (a) 質量虧損 $= (2.014102 + 3.016049) \text{ u} - (4.002602 + 1.008665) \text{ u}$ $= 0.018884 \text{ u}$ 釋放出的能量 $= 0.018884 \times 931 \text{ MeV}$ $= 17.58 \text{ (MeV)}$	1M 1A	
或 釋放出的能量 $= 0.018884 \times 1.661 \times 10^{-27} \times c^2$ $= 2.823 \times 10^{-12} \text{ J 或 } 17.64 \text{ MeV}$	1A	
	2	
(b) (i) 對抗兩個 (正) 原子核間的 (靜電) 相斥並 轉換成 (兩原子核的) 電勢能。	1A 1A	
	2	
(ii) 高溫促使它們有足夠動能 (以克服兩原子核的電 相斥)。	1A	
	1	
(iii) 動能轉換成電勢能 $E_p = 2 \times \frac{1}{2} m (c_{\text{rms}})^2 = 2 \times \frac{3RT}{2N_A}$ $0.4 \text{ MeV} = 2 \times \left(\frac{3 \times 8.31 \times T}{2 \times 6.02 \times 10^{23}} \right)$ $T = 1.545 \times 10^9 \text{ K 即數量級 } 10^9 \text{ (K)}$	1M 1A	接受沒有「 $\times 2$ 」的因子 $0.4 \text{ MeV} = 6.4 \times 10^{-14} \text{ J}$
替代方法: $E_p = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{10^{-15}} = 2 \times \frac{3RT}{2N_A}$ $T = 5.56 \times 10^9 \text{ K 即數量級 } 10^9 \text{ (K)}$	1M 1A	
	2	

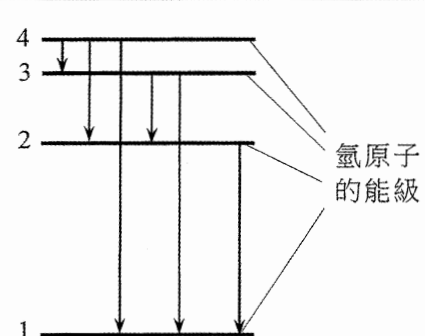
甲部：天文學和航天科學

1. A(34%)	2. C(53%)	3. D(57%)	4. B(46%)
5. B(40%)	6. C(60%)	7. A(46%)	8. D(52%)

答案	分數	說明
1. (a) (i) 徑向速度是沿觀察者視線的恆星速度分量 / 沿觀察者方向或恆星和觀察者連線上的速度。	1A	
	1	
(ii) D 點	1A	
	1	
(b) $v_1 = 180 \text{ km s}^{-1}$	1A	
$v_1 = \frac{2\pi r_1}{T} = \frac{2\pi r_1}{40 \times 60 \times 60}$ (週期 $T = 40 \text{ hr}$)	1M	
$r_1 = 4.125 \times 10^6 \text{ km}$ 或 $4.125 \times 10^9 \text{ m}$	1A	
由圖 $v_2 = 120 \text{ km s}^{-1}$; 並以比值或類似的計算得出	1A	
$r_2 = 2.75 \times 10^6 \text{ km}$ 或 $2.75 \times 10^9 \text{ m}$	1A	
	4	
(c) $\frac{Gm_1m_2}{(r_1+r_2)^2} = m_1\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 r_1 = \frac{m_1v_1^2}{r_1} \left[\omega = \frac{2\pi}{T}\right]$	1M	
$\frac{(6.67 \times 10^{-11}) m_2}{(4.125 \times 10^9 + 2.75 \times 10^9)^2} = \frac{(180 \times 10^3)^2}{4.125 \times 10^9}$	1A	
所以 $m_2 = 5.57 \times 10^{30} \text{ kg}$	1A	
	2	
(d) $\frac{v_r}{c} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{0.5 \text{ nm}}{656.28 \text{ nm}} \Rightarrow v_r = 228.3 \text{ km s}^{-1} > 180 \text{ km s}^{-1}$;	1M	
或 $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v_r}{c} = \frac{180 \times 10^3}{3 \times 10^8} \Rightarrow \Delta\lambda = 0.394 \text{ nm} < 0.5 \text{ nm}$;	1M	
所以不適合。	1A	
接受以 120 km s^{-1} 計算, $\Delta\lambda = 0.263 \text{ nm} < 0.5 \text{ nm}$	1A	
	2	

乙部：原子世界

1. D(40%)	2. A(42%)	3. D(62%)	4. B(66%)
5. C(47%)	6. C(44%)	7. A(42%)	8. B(36%)

答案	分數	說明
2. (a) - 電子被認為是以特定軌道/圓周運動圍繞着原子核旋轉的粒子，或 - 向心力由庫倫力提供，或 - 電子的運動遵從牛頓運動定律	1A	
	1	
(b) 最低能級 或 最穩定態	1A	
	1	
(c) $p = \frac{h}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda} \cdot \frac{1}{c}$ $p = \frac{E}{c}$	1M	
	1A	
	2	
(d) (i) $E_4 = -\frac{13.6}{4^2} = -0.85 \text{ eV}$, $\Delta E_{1 \rightarrow 4} = E_4 - E_1 = -0.85 - (-13.6) = 12.75 \text{ eV}$ $E_5 = -\frac{13.6}{5^2} = -0.544 \text{ eV}$, $\Delta E_{1 \rightarrow 5} = E_5 - E_1 = -0.544 - (-13.6) = 13.056 \text{ eV}$ $12.75 \text{ eV} < 12.9 \text{ eV} < 13.06 \text{ eV}$ ，所以最多只能達第三受激態 ($n=4$)。	1M	
	1A	
或 $\Delta E = E_n - E_1 = -13.6\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{1^2}\right) = 12.9 \text{ eV}$ $n = 4.41$ 而由於 n 為整數，因此取 $n = 4$ (第三受激態)。	1M	
	1A	
	2	
(ii) $mvr_n = \frac{nh}{2\pi} \Rightarrow 2\pi r_n = \frac{nh}{mv} = n\lambda$ (由公設得知) 當 $n = 4$ ， $2\pi(0.053)(4^2) = 4\lambda$ 所以 $\lambda = 1.33 \text{ nm}$	1M	
	1A	
或 $r = (0.053) 4^2 \text{ nm} = 0.848 \text{ nm} = 8.48 \times 10^{-10} \text{ m}$ $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow v^2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{r} \cdot \frac{1}{m} = 9 \times 10^9 \times \frac{(1.6 \times 10^{-19})^2}{8.48 \times 10^{-10}} \cdot \frac{1}{9.11 \times 10^{-31}}$ $\Rightarrow v = 5.46 \times 10^5 \text{ ms}^{-1}$ $\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{(9.11 \times 10^{-31})(5.46 \times 10^5)} = 1.33 \times 10^{-9} \text{ m} = 1.33 \text{ nm}$	1M	
	1A	
	2	
(iii) 	2A	
	2	

丙部：能量及能源的使用

1. A(33%)	2. D(50%)	3. B(67%)	4. C(21%)
5. B(28%)	6. C(28%)	7. C(47%)	8. A(32%)

答案	分數	說明
3. (a) (i) 所需的時間 = $\frac{\text{移走的熱量 } (mc\Delta T)}{\text{冷卻能力}}$ $= \frac{[(20.0 \times 3.0) \times 1.2] \times 1000 \times (33 - 25)}{6.80 \times 1000}$ $= \frac{576000}{6800} = 85 \text{ s (1.42 分鐘 或 0.0236 小時)}$	1M 1A 2	
(ii) 任何一項： 熱需要從牆壁、傢具等移走 / 從房間外流入的熱需要被移走 / 其他合理因素如空調機通風欠佳 / 門窗沒有緊閉妥當 / 安裝位置向西或直接曝露在陽光下等 / 從四周所吸收的熱 / 不良熱導體 (空氣) 延長了傳熱的時間	1A 1	
(b) (i) $P_{\text{in}} = \frac{2525}{1200} = 2.1 \text{ (kW) 或 } 2100 \text{ W}$	1A 1	
(ii) $\frac{\text{冷卻能力}}{\text{電功率輸入}} (\text{COP}) = \frac{6.80}{2.1} = 3.24$ 並沒有違反能量守恆原理。 空調機 / 壓縮機每消耗 1 焦耳電能，則有 3.24 J 的熱透過空調機轉移/移走，而並非產生熱。	1M/1A 1A 1A 3	
(c) (i) $(C \rightarrow) B \rightarrow A \rightarrow D$ 部件 B (或冷凝器)	1A 1A 2	
(ii) 逆轉製冷劑的流動方向 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">或 接受互換 / 掉換 B (冷凝器) 與 D (蒸發器) 或 A (膨脹閥) 與 C (壓縮機) 的位置</div>	1A 1	

丁部：醫學物理學

1. B(47%)	2. D(45%)	3. D(26%)	4. D(29%)
5. B(64%)	6. C(58%)	7. A(50%)	8. A(60%)

答案	分數	說明
4. (a) (i) A: 耳膜 B: 半規管 C: 耳蝸 D: 卵圓窗	1A	說明
C (耳蝸) 是用於辨析傳入的聲波之不同頻率 / 把聲波轉換為神經訊號 / 內裏的聽覺感應細胞傳送訊號至腦部。	1A	
(ii) $25 \div 20 = 1.25$ (即增加 25%)	2	
(b) (i) 60 (方)	1M/1A	
耳朵對低頻或高頻 (相對 1~2 kHz 頻率) 的聲音較不敏感 / 對中頻的聲音較敏感 / 對高頻或低頻具相同響度的聲音需有較高的聲強度。	1	
(ii) 曲線 C。	1A	
曲線向上移，即聽覺閾(或具相同響度感覺)有較大的聲強級，尤其是在 kHz 音域更為顯著。	1A	
(c) 聲強級變化	2	
$L_1 = 10 \log \frac{80}{I_0}$	1M	
$L_2 = 10 \log \frac{2.5 \times 10^{-5}}{I_0}$	1M	
$L_2 - L_1 = 10 \log \frac{80}{2.5 \times 10^{-5}}$ $= -65 \text{ (dB)}$	1A	
或 假設 $I_0 = 10^{-12} \text{ W m}^{-2}$ $L_1 = 10 \log \frac{80}{10^{-12}} = 139.03 \text{ dB}$ $L_2 = 10 \log \frac{2.5 \times 10^{-5}}{10^{-12}} = 74.03 \text{ dB}$ $L_2 - L_1 = -65 \text{ (dB)}$	1M	
或 $10 \log \left(\frac{I_{\text{noise reduced}}}{I_{\text{original}}} \right)$ $= 10 \log \left(\frac{2.5 \times 10^{-5}}{80} \right)$ $= -65 \text{ dB}$ $\therefore \text{減少 } 65 \text{ (dB)}$	1M+1A	
	2M	
	1A	
	3	

接受 $\pm 65 \text{ dB}$