

卷一 甲部

題號	答案	題號	答案
1.	A (62)	26.	C (35)
2.	A (78)	27.	B (51)
3.	C (53)	28.	A (62)
4.	B (43)	29.	C (70)
5.	D (35)	30.	D (69)
6.	D (62)	31.	B (84)
7.	C (58)	32.	D (76)
8.	A (44)	33.	D (48)
9.	A (53)		
10.	C (75)		
11.	B (85)		
12.	C (68)		
13.	B (63)		
14.	D (47)		
15.	B (61)		
16.	B (63)		
17.	D (61)		
18.	C (56)		
19.	A (56)		
20.	C (33)		
21.	D (76)		
22.	A (28)		
23.	B (47)		
24.	A (45)		
25.	C (63)		

註：括號內數字為答對百分率。

卷一乙部

答案	分數	說明
1. (a) $Pt = ml$ $l = \frac{150 \times (5 \times 60)}{0.016}$ $= 2812500 \text{ J kg}^{-1} \approx 2810 \text{ kJ kg}^{-1}$	1M 1A 2	
(b) $C(100 - 22) = m_w c_w (22 - 20)$ $C = \frac{0.100 \times 4200(22-20)}{(100-22)}$ $= 10.76923 \text{ J } ^\circ\text{C}^{-1} \approx 10.8 \text{ J } ^\circ\text{C}^{-1}$	1M 1A 2	
(c) 由於附在球上的沸水所傳遞的能量，亦當作來自 金屬球 / 附在球上的沸水為這杯水帶來額外的能量 / 致最終溫度高了， 即 C 的真值低於 (所計算出的值)。	1A 1A 2	
(d) 不合理 (須附解釋)。 銅 - (良)導體而發泡膠 - (良)絕緣體 / 不良導體， 更多能量以傳導的形式從銅杯散失至周圍環境 / 膠杯的大部分仍處於室溫，其吸收的能量可忽略。	1A 1A 2	

答案	分數	說明
2. (a) $v = \frac{30 \times 2}{0.04} = 1500 \text{ m s}^{-1}$	1M 1A 2	
(b) (i) $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$ $\frac{18.5}{273 + 27} = \frac{p_2}{273 + 20}$ $p_2 = 18.068333 \text{ atm} \approx 18.1 \text{ atm}$	1M 1	
(ii) 當溫度下降，氣體分子的速率減少。 氣體分子撞擊氣樽(容器)內壁的頻密程度 及/或 猛烈程度皆下降， 因此壓強下降。	1A 1A 2	
(c) (i) $n_0 = n_1 + n_2$ $p_0 V_0 = p_1 V_1 + p_2 V_2$ $18.1 \times 0.012 = p_1 \times 0.012 + 4.0 \times 0.015$ $p_1 = 13.1 \text{ atm}$ (即 $\Delta p = 5.0 \text{ atm}$)	1M 1M 2	假設沒有洩漏
(ii) 將一個氣球充氣後，氣樽內壓強下降了 5.0 atm。 假設可將 k 個氣球完全充氣： $18.1 - 5.0k \geq 4.0$ 或 $k \leq \frac{18.1 - 4.0}{5.0} = 2.82$ $\therefore k = 2$	1M 1A 2	接受： $18.1 \text{ atm} \rightarrow 13.1 \text{ atm} \rightarrow 8.1 \text{ atm}$ $\therefore k = 2$
或 設 V = 壓縮氣體於 4.0 atm 之下的體積 $18.1 \times 0.012 = 4.0 \times V$ $V = 0.0543 \text{ m}^3$ $0.0543 - 0.015 \times k \geq 0.012$ $k \leq 2.82$ $\therefore k = 2$	1M 1A 2	

答案	分數	說明
3. (a) (i) 作功 = 動能增加 $= \frac{1}{2}(0.22)(13.4)^2$ $\approx 19.7516 \text{ J} \approx 19.8 \text{ J}$	1M 1A 2	
(ii) 根據機械能守恆 $\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mu^2 = mgh$ $v^2 - 13.4^2 = 2(9.81)(1.0)$ $v = 14.113114 \text{ m s}^{-1} \approx 14.1 \text{ m s}^{-1}$	1M 1A	若 $g = 10 \text{ m s}^{-2}$, $v = 14.13 \text{ m s}^{-1}$
或 $v_y^2 = u_y^2 + 2as$ $v_y^2 = (13.4 \sin 55^\circ)^2 + 2(-9.81)(-1.0)$ $v_y = 11.836662 \text{ m s}^{-1} \approx 11.8 \text{ m s}^{-1}$ 速率 $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$ $= \sqrt{11.8^2 + (13.4 \cos 55^\circ)^2}$ $= 14.113079 \text{ m s}^{-1} \approx 14.1 \text{ m s}^{-1}$	1M 1A 2	接受 14.1 m s^{-1} 至 14.2 m s^{-1}
(b) (i) 正在下降	1A 1	
(ii) $\frac{18}{2} = 13.4 \cos 55^\circ \times t$ (水平速率恆定) $t = 1.170971 \text{ s} \approx 1.17 \text{ s}$	1M 1A 2	
(c) 合理 (須附解釋) (以相若速率但較小的跟水平的夾角($35^\circ << 55^\circ$)發球), (初)速度的水平分量(顯著)增加, 或 (初)速度的豎直分量(大幅)減少 / 所達豎直高度較少, 整個旅程(和達致最高點)的飛行時間會縮短。	1A 1A 2	
(d) (和混凝土相比木料較柔軟, 所以) 當腳着地時的撞擊時間因而較長, 從而減低撞擊力。 [因為淨力 $F = \frac{mv - mu}{t} = \frac{0 - mu}{t}$]	1A 1A 2	

答案	分數	說明
4. (a) (i)		
	1A 1A	
(ii) 小於 (懸吊質量的重量 / mg)，即 $T < mg$ ，而根據牛頓第二定律，一淨力 F 提供給懸吊質量使其向下加速。 或 而根據牛頓第二定律，一向下的淨力 F 提供給懸吊質量使其加速。 (F 及 a 皆向下。)	1A 1A	
(iii) 應用牛頓第二定律於整個系統 $mg = (M + 0.1) a$	2	
(b) 線圖的斜率 $= \frac{2.5}{0.1} = 25 \text{ m s}^{-2} \text{ kg}^{-1}$ ($0.025 \text{ m s}^{-2} \text{ g}^{-1}$) $mg = (M + 0.1) a$ $a = \frac{g}{M+0.1} \times m$ \therefore 線圖的斜率 $= 25 = \frac{9.81}{M+0.1}$ $M = 0.2924 \text{ kg} \approx 292 \text{ g} \approx 0.3 \text{ kg}$	1A 1M 1A	若 $g = 10 \text{ m s}^{-2}$, $M = 0.3 \text{ kg}$
	3	

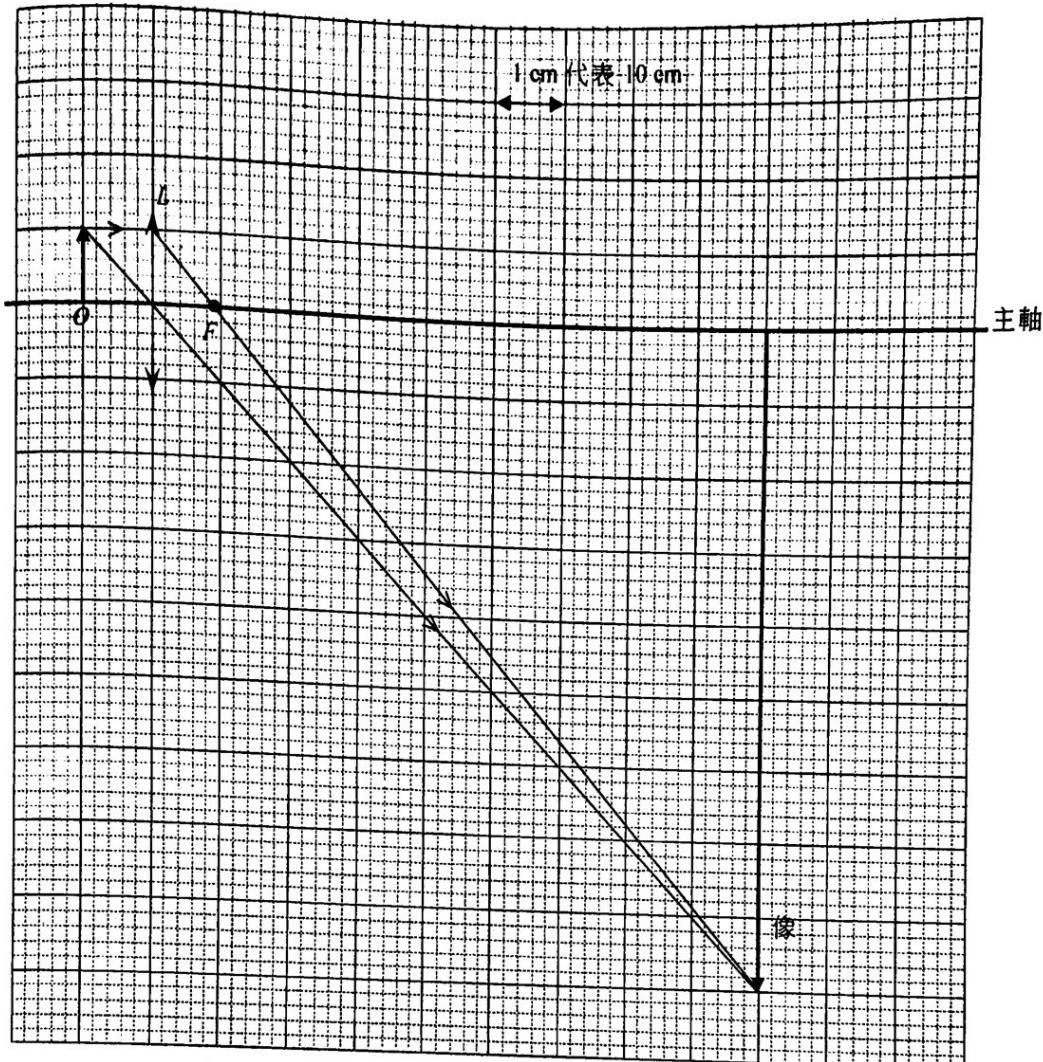
答案	分數	說明
5. (a) (i) $F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{2.60 \times 10^3 \times v}{1} = 5.20 \times 10^6$ $v = 2000 \text{ m s}^{-1}$	1M 1A 2	作用在氣體的力 = 作用在火箭的推力 (考慮大小)
(ii) $F - mg = ma$ $a = \frac{F}{m} - g = \frac{5.2 \times 10^6}{3.6 \times 10^3} - 8.56$ $= 5.884444 \text{ m s}^{-2} \approx 5.88 \text{ m s}^{-2}$	1M 1A 2	接受 5.88 m s^{-2} 至 5.90 m s^{-2}
(iii) 加速度會增加。 雖然推力保持不變，但火箭的質量 及/或 g 減少了。	1A 1A 2	
(b) (i) 24 小時 / 1 日 / 86400 秒	1A 1	
(ii) $m\omega^2 r = \frac{GMm}{r^2}$ 或 $\frac{mv^2}{r} = \frac{GMm}{r^2}$ 或 $gR^2 = v^2 r = \left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2 r$ $r^3 = \frac{GM}{R^2} \times R^2 \times \frac{1}{\omega^2} = 9.81 \times (6.37 \times 10^6)^2 \times \left(\frac{24 \times 60 \times 60}{2\pi}\right)^2$ $r = 4.222197 \times 10^7 \text{ m} \approx 42000 \text{ km}$	1M 1M 2	
6. (a) (i) $f = \frac{c}{\lambda}$ $= \frac{3 \times 10^8}{675 \times 10^{-9}}$ $= 4.444444 \times 10^{14} \text{ Hz} \approx 4.44 \times 10^{14} \text{ Hz}$	1M 1A 2	
(ii) $\frac{\sin 30^\circ}{\sin \theta} = \frac{c}{v} = \frac{\lambda}{\lambda'}$ $= \frac{675}{450}$ $\sin \theta = \left(\frac{450}{675}\right) \sin 30^\circ$ $\theta = 19.471^\circ \approx 19.5^\circ$	1M 1A 2	
(iii) (對比玻璃對紅光的折射率) 玻璃對藍光的折射率較高。	1A 1 1	
(b) (i) 實像 及/或 倒立的	1A 1	
(ii) 10 cm	1A 1	

答案

分數

說明

6. (b) (iii)

正確標示 F 的位置

從物至像的光線正確

像的大小和位置正確

 L 的焦距 = 9 cm

1M

2M

1A

1A

接受 8 cm 至 10 cm

5

1A

1A

2

(iv) 白光由不同顏色的光組成。

由於(透鏡的介質)玻璃對不同顏色的光有不同的
的折射率，

在屏上不同顏色的像的大小略有差異。

當這些像在屏上重疊，邊緣不重合因而呈彩色。

答案	分數	說明
7. (a) (i) 涡電流的感生是為了對抗金屬片運動所引致的磁通量變化。 向左運動	1A 1A 2	
(ii) 動能 → 電能 → 內(熱)能	2A 2	
(iii) 局限： 因為渦流制動只有在車輛運動時才能應用。 例如：於斜坡上未能鎖定車輛於靜止位置/靜止狀態。	1A 1	
(b) 耗用了的電能 = $2 \text{ kW} \times \frac{15}{60} \text{ h} = 0.5 \text{ kW h}$ 電費 = $\$ 1.1 \times 0.5 = \$ 0.55$	1M 1A 2	
(c) 分層/疊片 即這些裝置採用多片絕緣金屬薄片組成的鐵心。	1A 1	
(d) 由於裂縫會減少渦電流，因而令 (於材料有缺陷的地方)測量到(由渦電流所產生)的 磁場減少。	1A 1A 2	

答案	分數	說明
g. (a) (i) $V_{AB} = (8.5 \times 10^{-3} \text{ A}) \times (1 \text{ k}\Omega) = 8.5 \text{ V}$	1M 1A	
(ii) 通過 S 的電流 = $\frac{8.5 \text{ V}}{10 \text{ k}\Omega} = 8.50 \times 10^{-4} \text{ A} = 0.85 \text{ mA}$	1M 1A	由於 AB 跟 CD 並聯，通過 S 的電流 = $(8.5 \times 10^{-3} \text{ A}) \times \frac{1 \text{ k}\Omega}{10 \text{ k}\Omega}$
(iii)	2A 2A 2A	
	1A 1M	
(iv) 跨 X 的電勢差 = $9 - V_{AB} = 9 - 8.5 = 0.5 \text{ V}$ 通過 X 的電流 = $(8.5 \times 10^{-3}) + (8.5 \times 10^{-4}) = 9.35 \times 10^{-3} \text{ A}$	1A 1A	
X 的電阻 = $\frac{0.5 \text{ V}}{9.35 \times 10^{-3} \text{ A}} = 53.476 \Omega \approx 53.5 \Omega$	3	
(b) 防止安培計負荷過大（當 PQ 短路或所測量的電阻值太小）	1A	
	1	

答案		分數	說明
9. (a) (i)	β 衰變 或 ${}_{19}^{40}\text{K} \rightarrow {}_{20}^{40}\text{Ca} + {}_{-1}^0\beta$	1A 1	
(ii)	合理: β 輻射的貫穿能力足以貫穿人體器官/皮膚 或 不合理: 放射強度太低, 與本底輻射相若 $/ \beta$ 輻射大部分被人體阻隔	1A 1	
(b) (i)	$\frac{0.45 \times 0.012\%}{40.0} = 1.35 \times 10^{-6}$ (摩爾)	1A 1	
(ii)	$k = \frac{\ln 2}{1.25 \times 10^9 (3.16 \times 10^7)} = 1.754803 \times 10^{-17} (\text{s}^{-1})$ 放射強度 = kN $= 1.754803 \times 10^{-17} \times (1.35 \times 10^{-6} \times 6.02 \times 10^{23})$ $= 14.261284 (\text{Bq}) \approx 14.3 (\text{Bq})$	1M/1A 1A 2	$5.545177 \times 10^{-10} (\text{年}^{-1})$ 接受 14.2 至 14.3 (Bq)

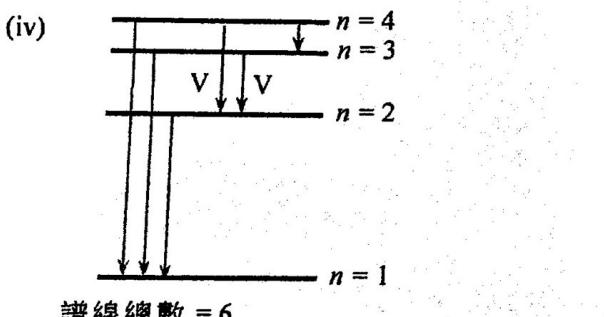
甲部：天文學和航天科學

1. B (54%)	2. B (52%)	3. D (53%)	4. C (62%)
5. A (46%)	6. D (44%)	7. A (39%)	8. D (34%)

答案	分數	說明
1. (a) (i) 根據定義： $1'' = 1 \text{ AU}/1 \text{ pc}$ 故此，半長軸 $a = 0.125'' \times 7940 \text{ pc}$ $= 992.5 \text{ AU} \approx 993 \text{ AU}$ 或 角大小 $\theta = 0.125''$ $= \frac{0.125}{60 \times 60} \times \frac{\pi}{180^\circ}$ $= 6.06 \times 10^{-7} \text{ rad}$ $a = d \times \theta$ $= (7940 \times 206265) \times 6.06 \times 10^{-7}$ $= 992.5 \text{ AU}$	1A	
(ii) 就地球和太陽而言， $a = 1 \text{ AU}$ 、 $M = M_\odot$ 及 $T = 1 \text{ 年}$ 。 應用簡單比例， $\frac{M_{\text{Sgr A}^*}}{M_\odot} = \frac{(993 \text{ AU})^3}{(1 \text{ AU})^3} = 3.819017 \times 10^6 \approx 3.82 \times 10^6$ 因此發射源的質量約為 $3.82 \times 10^6 M_\odot$ 。	1 1M 1M 2	
(b) (i) 徑向速度 v_r ：通過測量恆星 X 的(發射/吸收)譜線的多普勒頻移。 v_r 為正時，所觀察到光譜特徵的波長會發生紅移 (波長較大或頻率較低)，或者當 v_r 為負時，則會發生藍移 (波長較短或頻率較高)。	1A 1A 2	
(ii) (大概在 2002) 處於位置 D 。 v_r 的值為正 (遠離地球) 並一直增加到 2002 年，這意味著 (巨大的引力中心) Sgr A^* 在位置 2 (根據開普勒第二定律)。 或 在 2002 年時，恆星 X 經歷了 (徑向) 速度的急劇改變/加速， v_r 從一個大的正值 (遠離地球) 變為一個大的負值 (趨向地球)，這顯示它接近 Sgr A^* (根據開普勒第二定律)，即 Sgr A^* 處於位置 2。	1A 1A 2	接受： 當 X 越接近 Sgr A^* ，其速度因受強大引力影響變得越快。
(c) 由於逃逸速度 $v = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$ ，因此 $R = \frac{2GM}{v^2}$ 。 將 v 設為光速 c ，該黑洞的半徑 $R_{\text{BH}} = \frac{2GM_{\text{Sgr A}^*}}{c^2}$ $= \left(\frac{2(1.33 \times 10^{20} \times 3.82 \times 10^6)}{(3 \times 10^8)^2} \right)$ $= 1.129022 \times 10^{10} \text{ m} \approx 1.13 \times 10^{10} \text{ m}$ $\approx 0.0752681 (\text{AU}) \approx 0.075 (\text{AU})$	1M 1M 1A 3	

乙部：原子世界

1. C (56%)	2. A (51%)	3. D (39%)	4. B (60%)
5. C (54%)	6. A (36%)	7. D (51%)	8. B (36%)

答案	分數	說明
2. (a) 在此模型中，軌道電子（通過輻射）逐漸失去能量，並螺旋往內走，直至最終撞入原子核，即原子坍塌。	1A	
(b) (i) 譜線 C(由 $n=5$ 至 $n=2$)	1A	
(ii) $\lambda = 364.6 \left(\frac{5^2}{5^2 - 2^2} \right)$ $= 434.047619 \text{ (nm)} \approx 434 \text{ (nm)}$	1A	
顏色 - 紫色 / 藍色 / 靛	1A	
(iii) 該入射光子被吸收，氫原子被電離 / 離子化，即變為氫離子。其軌道上的電子成為一自由電子，(即被釋放了並帶一些動能)	1A 1A 1A	
(iv)  譜線總數 = 6	2A 1A	正確標註兩可見光範圍譜線。

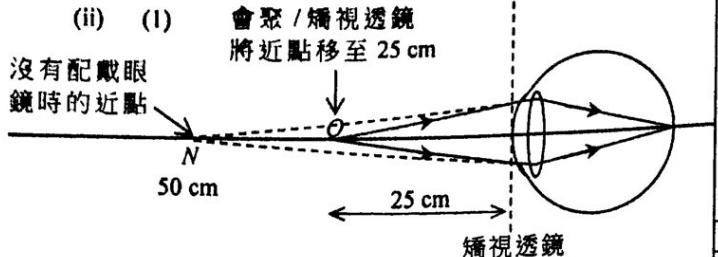
丙部：能量及能源的使用

1. C (73%)	2. D (61%)	3. B (66%)	4. C (49%)
5. A (55%)	6. C (74%)	7. B (50%)	8. A (64%)

答案	分數	說明
3. (a) <i>A</i> 的車身尺寸較大，需更多能量以克服空氣阻力 / 摩擦。 或 <i>A</i> 的質量較大，車輛加速和 / 或減速時需耗散更多能量。 (接受與轉換效率有關的合理因素)	1A 1 1M 1A 2	
(b) (i) $95 \times 10^3 \text{ W h} = 220 \text{ V} \times I \times 12 \text{ h}$ $I = 35.984848 \text{ A} \approx 36.0 \text{ A}$	接受 35.9 A – 36.1 A	
(ii) 充電效率並非 100% / 充電過程中會有能量損耗 (轉化成熱)。	1A 1	
(c) (i) 功率輸出 $= \frac{\frac{1}{2}mv^2}{t} = \frac{\frac{1}{2} \times 2500 \times (\frac{100}{3.6})^2}{5.5} \approx \frac{9.64506 \times 10^5}{5.5}$ $= 1.753648 \times 10^5 \text{ W} \approx 175 \text{ kW}$ 效率 $= \frac{175}{300} \times 100\%$ $= 58.454920\% \approx 58.5\%$	1M 1A 2	接受 58% – 59%
(ii) 最大行駛里程測試所用總時間 $= \frac{414}{70} = 5.914286 \text{ h} \approx 5.91 \text{ h}$ 功率輸出 $= \frac{66}{5.91}$ $= 11.159420 \text{ kW} \approx 11.2 \text{ kW}$	1M 1A 2	接受 11.0 kW – 11.5 kW
(d) 模式 2 (在以紅綠燈調節的城市交通中暢順行駛)，因為 (再生) 制動系統可以利用車輛 (相對較大的) 動能；例如，在紅綠燈前停車時。 或 模式 1 (在經常開車停車的交通情況中以每小時數公里行駛)，由於需要經常制動因而頻密啟動 (再生) 制動系統。	1A+1A 0A+1A 2	

丁部：醫學物理學

1. D (51%)	2. B (39%)	3. A (27%)	4. C (49%)
5. A (51%)	6. C (54%)	7. D (73%)	8. B (59%)

答案	分數	說明
4. (a) (i) 上半 $\text{焦強 } = \frac{1}{f} = -1.0 \text{ D} \Rightarrow -1.0 = \frac{1}{\infty} + \frac{1}{-d}$ $\therefore \text{沒有配戴眼鏡時的遠點距離} = 1.0 \text{ m} = 100 \text{ cm}$	1A 1A/IM 2	$D_{\text{eyeball}} = \text{眼球直徑}$ 另解： $P_{\text{eye}} = \frac{1}{d} + \frac{1}{D_{\text{eyeball}}} \quad (1)$ $P_{\text{eye}} - 1.0 = \frac{1}{\infty} + \frac{1}{D_{\text{eyeball}}} \quad (2)$ $\left. \begin{array}{l} (1) \\ (2) \end{array} \right\} (1 \text{ M})$
(ii) (1) 會聚 / 矯視透鏡 將近點移至 25 cm  沒有配戴眼鏡時的近點 $N = 50 \text{ cm}$ O 25 cm 矯視透鏡	2A 2	
(2) 配戴矯視透鏡後(凸透鏡) 物體位於 $O \Rightarrow u = 25 \text{ cm} = 0.25 \text{ m}$ 虛像位於 $N \Rightarrow v = -d$ (其中 d 為沒有配戴眼鏡時的近點距離) $P = \frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$ $\Rightarrow 2 = \frac{1}{0.25} + \frac{1}{-d}$ $\Rightarrow d = 0.5 \text{ m} = 50 \text{ cm}$	1M 1A 2	另解： $P_{\text{eye}} = \frac{1}{d} + \frac{1}{D_{\text{eyeball}}} \quad (1)$ $P_{\text{eye}} + 2 = \frac{1}{0.25} + \frac{1}{D_{\text{eyeball}}} \quad (2)$ $\left. \begin{array}{l} (1) \\ (2) \end{array} \right\} (1 \text{ M})$
(b) (i) $\Delta t = t_2 - t_1 = 8 - 3 = 5 \mu\text{s}$ $d = \frac{1}{2} c \Delta t$ 或 $d = ct'$ 其中 $t' = \frac{\Delta t}{2}$ $= \frac{1}{2} (1520)(5 \times 10^{-6}) = 3.8 \times 10^{-3} \text{ m} = 3.8 \text{ mm}$	1M 1A 2	接受 4 μs 至 5 μs
(ii) 由於以超聲脈衝檢驗靠近表面的結構，吸收和衰減較少，而 15 MHz ($\lambda \sim 0.023 \text{ mm}$) 比 3 MHz ($\lambda \sim 0.11 \text{ mm}$) 提供較短的波長，應選擇 15 MHz 以達致更高 (空間)解像度。	1A 1	接受 3.04 mm ($\Delta t = 4 \mu\text{s}$) 至 3.8 mm
(iii) 任何一項應用： <ul style="list-style-type: none"> - 擊碎腎結石、膽結石等 - 在白內障手術中分解 / 打碎眼睛的晶體 - 於牙科治療時，清除牙齒表面的牙結石 - 手術中以高強度超聲波消除腫瘤 - 加速骨折後的癒合 - 治療方面的應用：止痛、促進循環並增加軟組織的活動、消炎以及治療創傷。 	1A 1	