

卷一甲部

題號	答案	題號	答案
1.	D (56)	26.	A (42)
2.	C (65)	27.	B (38)
3.	D (52)	28.	D (32)
4.	A (64)	29.	B (56)
5.	C (52)	30.	D (63)
6.	B (66)	31.	B (55)
7.	D (29)	32.	D (49)
8.	C (81)	33.	C (38)
9.	A (59)		
10.	C (60)		
11.	D (59)		
12.	C (45)		
13.	C (67)		
14.	A (70)		
15.	C (52)		
16.	A (45)		
17.	D (41)		
18.	A (45)		
19.	B (49)		
20.	B (31)		
21.	A (75)		
22.	B (62)		
23.	B (32)		
24.	D (52)		
25.	A (71)		

註：括號內數字為答對百分率。

卷一乙部

答案	分數	說明
(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 2	接受：85.0 °C 至 85.4 °C
(b) (i) 補償/平衡 (容器和所盛着的湯) 散失至周圍環境的熱。	1A 1	
(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 3	假設： 電熱器的功率 = 熱 (從容器和湯) 散失至周圍環境的率
(iii) 小於 9 °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 2	

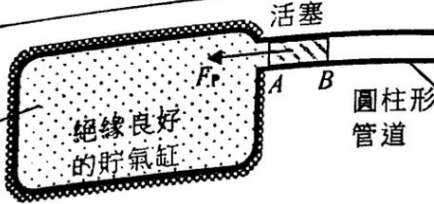
答案

分數

說明

2. (a) (i)

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



(ii)
$$F_p = (3.10 \times 10^6 - 1.0 \times 10^5) \times 0.67$$

$$= 2010000 \text{ N} = 2.01 \times 10^6 \text{ N}$$

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

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

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

(b) (i) 作功 = 增加的動能

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

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

(ii) 平均加速度
$$a = \frac{v-u}{t} = \frac{54-0}{1.5}$$

$$= 36 \text{ m s}^{-2}$$

(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。

3. (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。

1A

正確標示 F_p

1

1M

1A

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

2

1M+1M

1A

接受: 43.0 m^3 至 43.3 m^3

3

1M

1A

接受: 37.9 MJ 至 38.0 MJ

2

1M

1A

2

1A

1A

1A

3

1A

1A

2

1A

1A

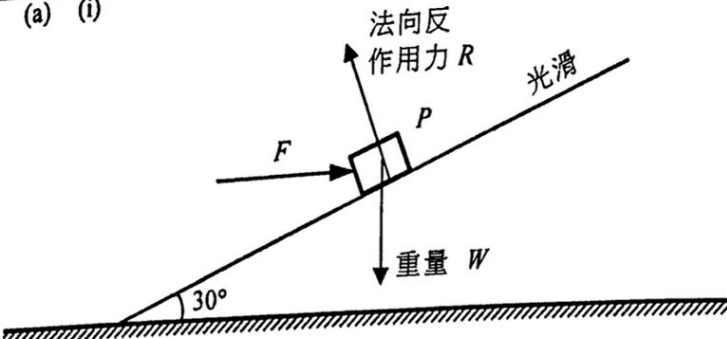
2

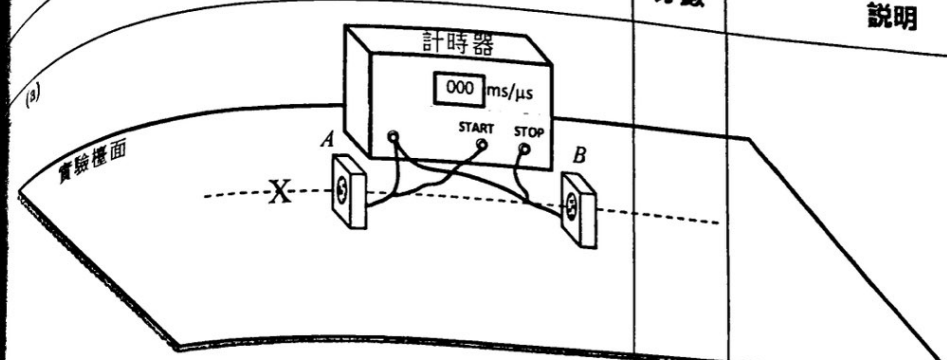
1A

1A

2

答案		分數	說明
(a) $v_B > v_C > v_D > v_A$		1A	
		1	
		1A 1A	正確標示 a_B 正確標示 a_D
		2	
(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	
		2	
(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}
		2	
(iii) (在 C 點的) 水平速率 = $4.85 \times \cos 60^\circ$ $= 2.426108 \text{ m s}^{-1} \approx 2.43 \text{ m s}^{-1}$ 水平距離 = $2.43 \times t = 2.55 \text{ m}$ $t = 1.051066 \text{ s} \approx 1.05 \text{ s}$		1M 1M 1A	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
或 (在 C 點的) 豎直速率 = $4.85 \times \sin 60^\circ$ $= 4.202142 \text{ m s}^{-1} \approx 4.20 \text{ m s}^{-1}$ $-1.0 = 4.20 \times t + \frac{1}{2}(-9.81)t^2$ $t = 1.051066 \text{ s} \approx 1.05 \text{ s}$		1M 1A	設 $g = 10 \text{ m s}^{-2}$ ，則 豎直速率 $\approx 4.24 \text{ m s}^{-1}$ 而 $t = 1.041033 \text{ s} \approx 1.04 \text{ s}$
		3	

答案	分數	說明
5. (a) (i) 	1A 1A	正確標示及註明力 R (或 W (或 Mg))
(ii) $R \cos 30^\circ = W = Mg$ 和 $R \sin 30^\circ = F$ $F = Mg \times \tan 30^\circ = 56.63806 \text{ N} \approx 56.6 \text{ N}$ $N = R = \frac{Mg}{\cos 30^\circ} = 113.27612 \text{ N} \approx 113 \text{ N}$ 或 $R = W \cos 30^\circ + F \sin 30^\circ$ 和 $W \sin 30^\circ = F \cos 30^\circ$	2 1M 1A 1A 1M	$M = 10 \text{ kg}; Mg = 98.1 \text{ N}$ 設 $g = 10 \text{ m s}^{-2}$, 則 $57.735027 \text{ N} \approx 57.7 \text{ N}$ $115.470054 \text{ N} \approx 115 \text{ N}$
(b) (i) $g \sin \theta = 9.81 \sin 30^\circ = 4.905 \text{ m s}^{-2} \approx 4.91 \text{ m s}^{-2}$	1A 1	5 m s^{-2} 設 $g = 10 \text{ m s}^{-2}$
(ii) 減少 由於 F 垂直於斜面的分量 不再作用於方塊/斜面 或 當撤去 F , 壓在方塊/斜面的力減少 (只餘下重量的分量)	1A 1A 1A	2

答案	分數	說明
<p>(a)</p> 		
<p>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。</p>	<p>1A 1A 1A</p>	<p>其中的一項量度</p>
<p>(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 $v = \frac{D}{\Delta t}$ $v = \frac{0.280}{820 \times 10^{-6}}$ $= 341.463415 \text{ m s}^{-1} \approx 341 \text{ m s}^{-1}$</p> <p>(ii) 增加微音器之間的間距 D</p>	<p>3 1M 1A 1A</p>	<p>接受: 340 m s^{-1} 至 342 m s^{-1}</p>

答案		分數	說明
7. (a) (i)	在 A 點的人射角， $i_A = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$	1A	
		1	
	(ii)	1M	
	$n_g \sin c = n_c \sin 90^\circ$	1A	
	$\Rightarrow \frac{n_g}{n_c} = \frac{1}{\sin c} \geq \frac{1}{\sin 60^\circ} = 1.1547005 \approx 1.15$	2	
(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	
		2	
(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	1A 「取不同的路徑」
		1A	1A 「到達的時間不同」
		2	
(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。
		2	

答案

分數

說明

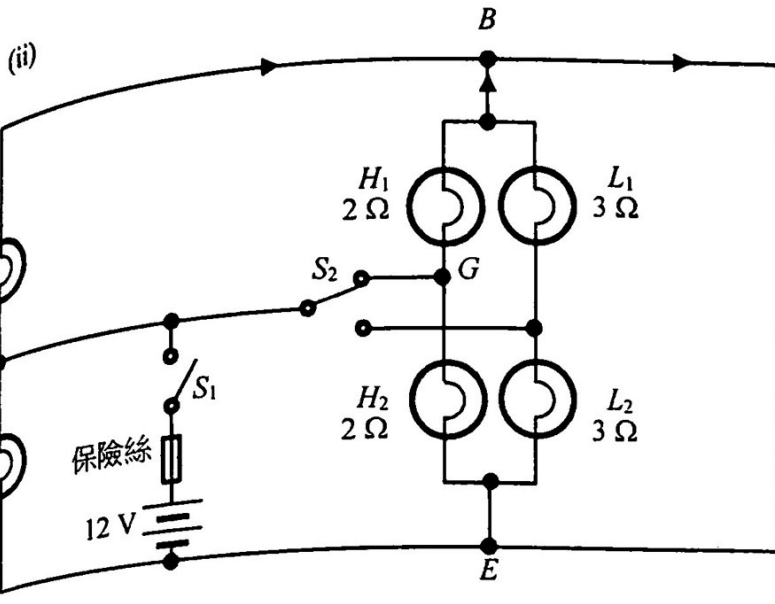
(b) 由於 (以串聯連接) 的 L_1 和 L_2 被 BCDE 短路。

1A

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

1A



C

1A

任意兩電流正確標示。
所有電流正確標示。

1A

支路 BC 上的電流最大。

1A

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

3

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

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

1M

1A

1M

1A

4

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

1M

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

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。

1A

2

答案		分數	說明
9. (a)		1A 1A	正確方向 (由 A 至 B) 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)	$E = \frac{V}{d}$ $= \frac{5.0 \times 10^3}{0.1}$ $= 50\,000 \text{ V m}^{-1} \text{ 或 } \text{N C}^{-1} = 50 \text{ kV m}^{-1} \text{ 或 } \text{kN C}^{-1}$	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	
10. (a)	質子 / ${}^1_1\text{H}$ / p / 氫原子核	1A	
(b)	質量改變 $\Delta m = (16.9947 + 1.0073) - (13.9993 + 4.0015)$ $= 0.0012 \text{ u}$ 所需能量 = 0.0012×931 $= 1.1172 \text{ (MeV)} \approx 1.12 \text{ (MeV)}$	1M 1A	接受：1.10 (MeV) 至 1.12
(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 (= α 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。	1A 1A	[α 粒子的動能 = (b) 所求得的能量 + 所有產物的總動能]

1. D (60%)	2. D (24%)	3. C (63%)	4. B (44%)
5. C (55%)	6. B (57%)	7. C (45%)	8. A (52%)

答案

答案	分數	說明
1. (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
	1	
(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	
	1A	
	2	
(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： $L_S = \sigma(4\pi R_S^2)T_S^4$ 和 $L_X = \sigma(4\pi R_X^2)T_X^4$ 所以 $\frac{L_X}{L_S} = \left[\frac{R_X}{R_S}\right]^2 \left[\frac{T_X}{T_S}\right]^4$ $40000 = \left[\frac{R_X}{R_S}\right]^2 [3.1]^4$ $\frac{R_X}{R_S} = 20.81165 \approx 20.8$	1M 1M	
	2	
(ii) 區域 A 因恆星 X 的溫度(遠)較太陽為高，故不屬於「紅 巨星」。 或紅巨星是在區域 B	1A 1A 1A	注意：恆星 X 實際上是一顆藍超 巨星。
	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	

乙部：原子世界

1. C (29%)	2. C (75%)	3. B (27%)	4. D (23%)
5. A (40%)	6. A (42%)	7. B (61%)	8. D (32%)

答案	分數	說明
2. (a) (i) 紫外線 (UV)	1A	
	1	
(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	
	1	
(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	
	2	
(ii) 光子的能量 = $\frac{hc}{\lambda}$ $= \frac{(6.63 \times 10^{-34})(3 \times 10^8)}{300 \times 10^{-9}}$ $= 6.63 \times 10^{-19} \text{ J}$ $= 4.14375 \text{ (eV)} \approx 4.14 \text{ (eV)}$ 功函數 $\phi = 4.14 - 1.7$ $= 2.44375 \text{ (eV)} \approx 2.44 \text{ (eV)}$	1M	接受：4.10 (eV) 至 4.14 (eV)
	1M	
	1A	
	1A	
	3	
(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	
	1	
(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	
	2	

所部：能量及能源的使用

1. B (66%)	2. A (83%)	3. D (73%)	4. C (55%)
5. A (65%)	6. B (24%)	7. D (48%)	8. A (85%)

答案		分數	說明		
3. (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	接受：質子和中子(核子) 形成單一個原子核所釋出的能量。		
		1A			
		2			
(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			
		1			
(b) (ii)	${}_{92}^{235}\text{U}$ 原子核的結合能 = 1783 MeV ${}_{56}^{144}\text{Ba}$ 原子核的結合能 = $8.27 \times 144 = 1190.88$ MeV ${}_{36}^{90}\text{Kr}$ 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			
				2	
				接受：180 (MeV) 至 181 (MeV)	
(c) (i)	所釋放的總能量 \times 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			
				2	
				接受：5.27 年至 5.30 年	
(b) (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			
		1			
(d) (i)	減速劑： 減慢裂變所產生的快速中子的速度。	1A			
		1			
(d) (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			

丁部：醫學物理學

1. D (59%)	2. C (59%)	3. D (59%)	4. A (46%)
5. B (43%)	6. C (76%)	7. B (54%)	8. A (37%)

答案	分數	說明
4. (a) X 射線是當高速電子撞擊重金屬（例如鎢）靶時所產生。	1A	接受：1.16 cm 至 1.2 cm
	1	
(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	
	1	
(ii) $I = I_0 e^{-\mu_s t_s} = I_0 e^{-0.51 \times 5.6}$ $I = I_0 e^{-\mu_b t_b} = I_0 e^{-2.46 \times t_b}$ $\therefore 0.51 \times 5.6 = 2.46 \times t_b$ $t_b = 1.16097561 \text{ cm} \approx 1.2 \text{ cm}$ (2 位有效數字)	1M	
	1A	
	2	
(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	
	2	
(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	
	1	
(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	
	1A	
	2	
(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	