

物理 試卷二
試題答題簿

本試卷必須用中文作答
一小時完卷（上午十一時四十五分至下午十二時四十五分）

考生須知

- (一) 宣布開考後，考生須首先在第1頁之適當位置填寫考生編號；並在第1、3、5及7頁之適當位置貼上電腦條碼。
- (二) 本試卷共有甲、乙、丙和丁**四部**。每部有八條多項選擇題和一條佔10分的結構式題目。考生須選答任何**兩部**中的**全部**試題。
- (三) 結構式題目的答案須寫在所提供的**答題簿**中。多項選擇題應以HB鉛筆把與答案相應的圓圈塗滿。每題只可填畫**一個**答案，若填畫多個答案，則該題**不給分**。
- (四) 如有需要，可要求派發方格紙及補充答題紙。每一紙張均須填寫考生編號、填畫試題編號方格，貼上電腦條碼，並用繩縛於**答題簿內**。
- (五) 考試完畢，試題答題簿及答題簿須**分別**繳交。
- (六) 本試卷的附圖**未必**依比例繪成。
- (七) 試題答題簿最後兩頁附有本科常用的數據、公式和關係式以供參考。
- (八) 試場主任宣布停筆後，考生不會獲得額外時間貼上電腦條碼及填畫試題編號方格。

請在此貼上電腦條碼

考生編號

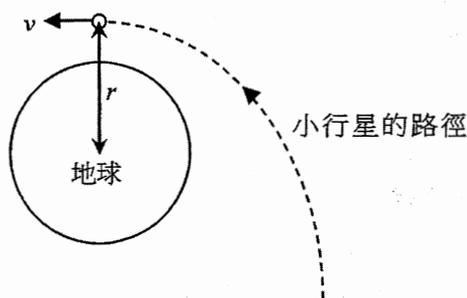
甲部：天文學和航天科學

Q.1: 多項選擇題

1.1 一太空船在半徑為 r 的圓形軌道上繞地球 (質量 M) 運動。在太空船內，以一彈簧秤量度一物體 (質量 m) 的重量。下列哪一項是正確的？

	彈簧秤的讀數	物體所受的重力	A	B	C	D
A.	0	0	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
B.	0	$\frac{GMm}{r^2}$				
C.	$\frac{GMm}{r^2}$	0				
D.	$\frac{GMm}{r^2}$	$\frac{GMm}{r^2}$				

1.2 一小行星 (質量 m) 如圖所示趨近地球 (質量 $M \gg m$)。它最接近地球時的速度為 v 並與地球中心相距 r 。假設小行星於旅程中沒有能量損失，它離地球極遠時的動能為多少？



A.	0	A	B	C	D
		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
B.	$\frac{1}{2}mv^2$				
C.	$\frac{1}{2}mv^2 - \frac{GMm}{r}$				
D.	$\frac{1}{2}mv^2 + \frac{GMm}{r}$				

1.3 下列有關各種天體典型大小的比較，哪些是正確的？

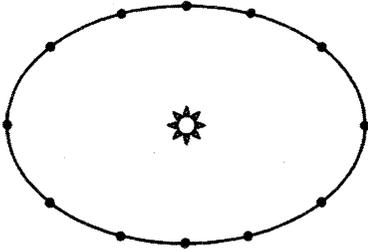
- (1) 星團較星系小。
- (2) 星系團較星系大。
- (3) 星雲較星系大。

A.	只有 (1) 和 (2)	A	B	C	D
		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
B.	只有 (1) 和 (3)				
C.	只有 (2) 和 (3)				
D.	(1)、(2) 和 (3)				

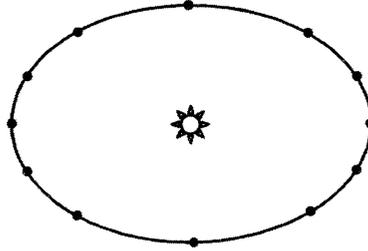
請在此貼上電腦條碼

1.4 以下哪圖最能顯示一行星繞恆星運動時於相隔同等時段的位置？

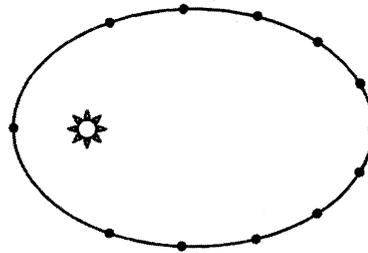
A.



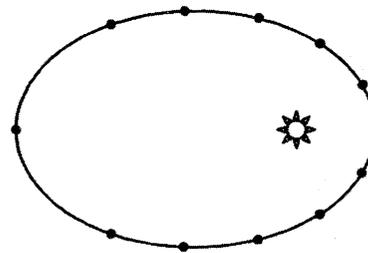
B.



C.



D.



A B C D

1.5 一太空船在 130 AU 外傳送無線電訊號回地球。訊號需時多久才到達地球？

- A. 500 s
- B. 650 s
- C. 43333 s
- D. 65000 s

A B C D

1.6 大質量的恆星到達其生命終結並發生爆炸，便會於一段時間內在天空上呈現為一顆極其耀眼的超新星。在 1987 年，用肉眼可看到於 163000 光年外的大麥哲倫星系出現一超新星 (SN1987A)。在 1054 年，中國的天文學家觀察到於 6500 光年外的金牛座出現另一超新星 (SN1054)。SN1987A 是大約發生

- A. 在 SN1054 之後 933 年。
- B. 在 SN1054 之前 155567 年。
- C. 在 SN1054 之前 156500 年。
- D. 在 SN1054 之前 162067 年。

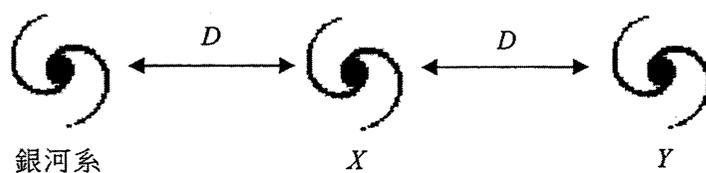
A B C D

1.7 肉眼所見恆星 X 和 Y 的亮度相同。恆星 X 量度得的視差是恆星 Y 的兩倍。 $\frac{\text{恆星 } X \text{ 的光度}}{\text{恆星 } Y \text{ 的光度}}$ 之比是多少？

- A. $\frac{1}{4}$
 B. $\frac{1}{2}$
 C. 2
 D. 4

A B C D

1.8 三個星系如下圖所示相隔距離 D 。從銀河系觀測星系 X 的 H_{α} 譜線出現 $\Delta\lambda$ 的紅移。



下列哪項敘述是正確的？

- (1) 從銀河系觀測星系 Y 的 H_{α} 譜線出現的紅移大於 $\Delta\lambda$ 。
 (2) 從星系 X 觀測銀河系的 H_{α} 譜線沒有出現紅移。
 (3) 星系 X 遠離星系 Y 的速率跟星系 X 遠離銀河系的速率相同。

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

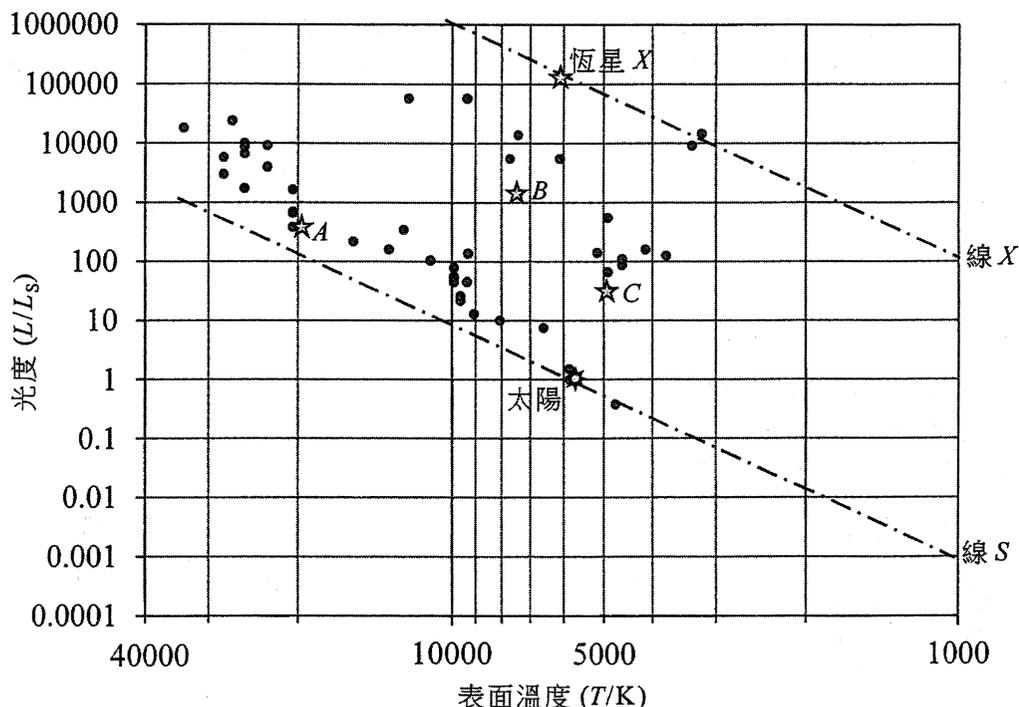
A B C D

Q.1: 結構式題目

- (a) 定性說明一顆恆星的 **絕對星等**、**視星等** 和 **光度** 的關係。

(2分)

下面的赫羅圖顯示從地球觀察到最光亮的 50 顆恆星。



- (b) (i) L 、 R 和 T 為一顆恆星的光度、半徑和表面溫度。利用斯特藩定律證明

$$\frac{L}{L_s} = \left(\frac{R}{R_s}\right)^2 \left(\frac{T}{T_s}\right)^4$$

其中 L_s 、 R_s 和 T_s 為太陽的光度、半徑和表面溫度。指出你所作的一個假設。 (2分)

- (ii) 在赫羅圖中的恆星 X ，其表面溫度 $T = 6100$ K 而光度 $L = 126000 L_s$ 。求恆星 X 的半徑 R ，以太陽的半徑 R_s 表達。據此指出它所屬恆星類別的名稱。
已知：太陽的表面溫度為 $T_s = 5840$ K。 (3分)

- (c) (i) 將 (b)(i) 部的等式取對數可得以下等式：

$$\log\left(\frac{L}{L_s}\right) = 4 \log T + 2 \log\left(\frac{R}{R_s}\right) - 4 \log T_s$$

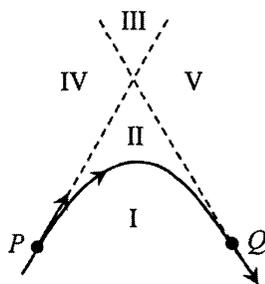
證明這等式代表赫羅圖上一條直線，而線上所有的恆星大小相同。赫羅圖兩軸皆為對數標度，而 x -軸趨向左方顯示較高溫度。 R_s 和 T_s 為常數。[註：圖中線 S 和線 X 是兩條這種從左上到右下的直線，並分別包括着太陽和恆星 X 。] (2分)

- (ii) 就赫羅圖中的恆星 A 、 B 和 C ，試推斷哪一顆是最大的。 (1分)

乙部：原子世界

Q.2: 多項選擇題

2.1



在上圖中，實線是一 α 粒子被金原子核（沒有在圖中顯示）散射的軌跡。虛線是軌跡上點 P 和點 Q 的切線。兩虛線連同軌跡將平面分成五個區域 (I–V)。金原子核可處於哪一/哪些區域？

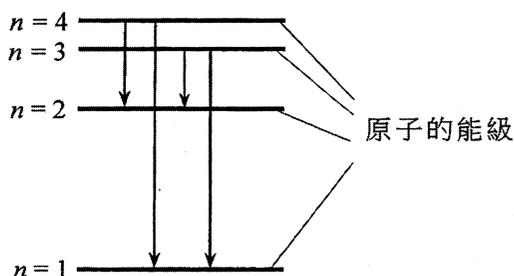
- | | | | | | |
|----|--------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A. | I | A | B | C | D |
| B. | II | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| C. | III | | | | |
| D. | IV 或 V | | | | |

2.2 下列哪些有關波粒二象性的敘述是正確的？

- (1) 光的干涉是光表現其波動性質的證據。
- (2) 光電效應是光表現其粒子性質的證據。
- (3) 電子被晶體衍射顯示電子表現其波動性質。

- | | | | | | |
|----|---------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A. | 只有 (1) 和 (2) | A | B | C | D |
| B. | 只有 (1) 和 (3) | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| C. | 只有 (2) 和 (3) | | | | |
| D. | (1)、(2) 和 (3) | | | | |

2.3



上圖顯示一原子的四個能級大約依比例繪出。以下哪一發射光譜最能對應所示的四個電子躍遷？

- | | | | | | |
|----|-----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | 頻率增加
→ | A | B | C | D |
| A. | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| B. | | | | | |
| C. | | | | | |
| D. | | | | | |

2.4 就以下氫原子能級之間的電子躍遷，哪一個所發射出電磁輻射的波長最長？

- | | | | | | |
|----|---------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A. | $n=2$ 至 $n=1$ | A | B | C | D |
| B. | $n=3$ 至 $n=2$ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| C. | $n=4$ 至 $n=2$ | | | | |
| D. | $n=5$ 至 $n=2$ | | | | |

2.5 如果一質子和一 α 粒子的德布羅意波有相同的波長，該質子與 α 粒子的動能之比是多少？

- | | | | | | |
|----|-----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A. | 1:4 | A | B | C | D |
| B. | 4:1 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| C. | 1:2 | | | | |
| D. | 2:1 | | | | |

2.6 在正常照明下，可被人眼（瞳孔直徑 4 mm）分辨的兩點其最小角間距的數量級為

- | | | | | | |
|----|----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A. | 10^{-1} rad。 | A | B | C | D |
| B. | 10^{-2} rad。 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| C. | 10^{-3} rad。 | | | | |
| D. | 10^{-4} rad。 | | | | |

2.7 觀察納米大小的結構是用透射電子顯微鏡 (TEM) 而不是光學顯微鏡。這是因為電子波比可見光可以有

- A. 較短的波長，故此其衍射的程度較細。
 B. 較短的波長，故此其衍射的程度較大。
 C. 較長的波長，故此其衍射的程度較細。
 D. 較長的波長，故此其衍射的程度較大。

- | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A | B | C | D |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

2.8 以下哪項納米科技的應用是利用了蓮花效應？

- (1) 泳衣所用的斥水性織物是以納米塗層製成。
 (2) 將親水性物料的納米塗層加於玻璃上使其能夠自我清潔。
 (3) 納米大小的氧化鋅添加於織物作為光催化劑以防污。

- | | | | | | |
|----|--------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A. | 只有 (1) | A | B | C | D |
| B. | 只有 (1) 和 (2) | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| C. | 只有 (1) 和 (3) | | | | |
| D. | 只有 (2) 和 (3) | | | | |

Q.2: 結構式題目

圖 2.1

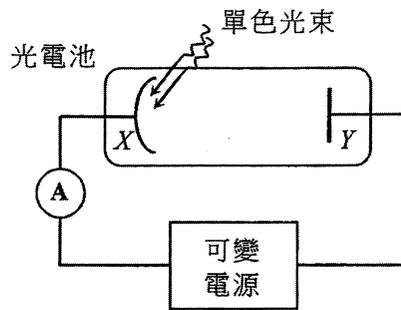
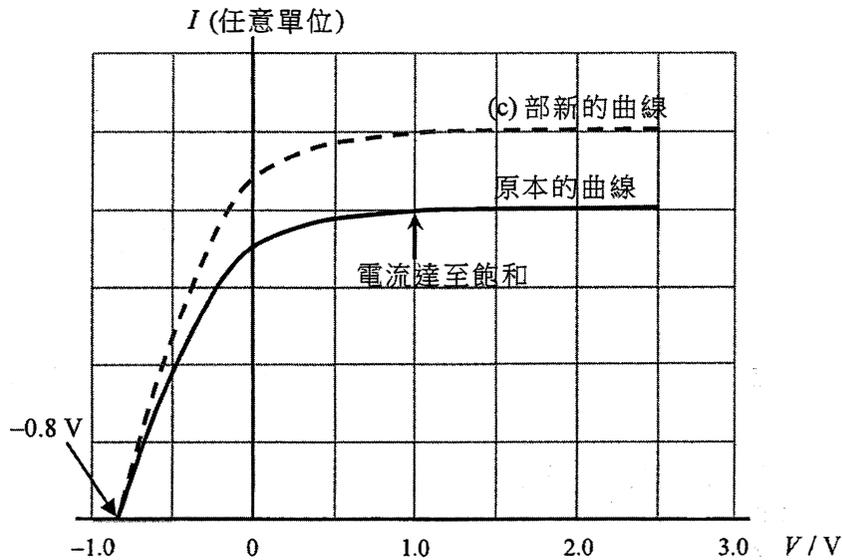


圖 2.1 的裝置可用以探究光電效應。一單色光束射往光電池的光敏陰極 X ，光束中每一光子帶 3.4 eV 的能量。調校可變電源可改變陽極 Y 與陰極 X 之間的電勢差 V 。線圖顯示光電流 I 跟電勢差 V 的變化。

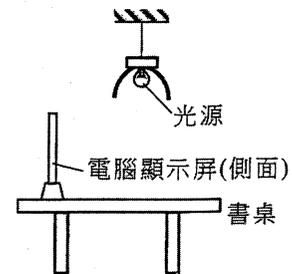


- (a) (i) V 達某數值後，光電流 I 達至飽和。解釋為何如此。 (1分)
- (ii) 據此推斷 I 剛飽和時光電子到達陽極 Y 的最大動能 (單位 eV)。 (2分)
- (b) (i) 求陰極 X 所用金屬的功函數 (單位 eV)，並計算對應這金屬的臨閾波長。 (3分)
- (ii) 據此解釋波長 576 nm 的黃光能否對陰極 X 產生光電效應。 (2分)
- (c) 如以另一光束射往同一光電池來重複實驗，所得新的曲線如圖所示 (虛線)。有關這光束的頻率和強度可得知些什麼？ (2分)

丙部：能量及能源的使用

Q.3: 多項選擇題

3.1 在一電腦室中，每一書桌正上方都有一光源，而光源大部分如圖所示被凹反射罩包着。這安排的目的為

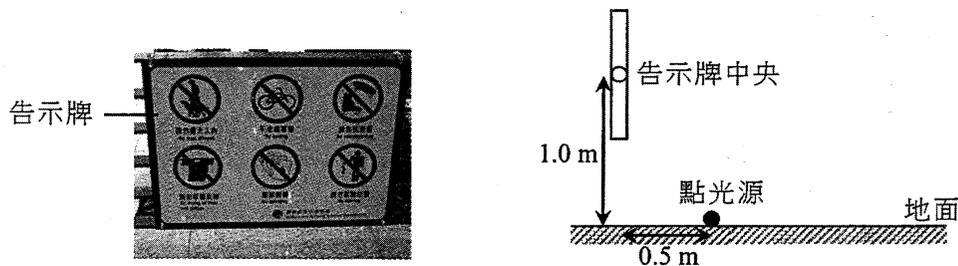


- (1) 使到達書桌面的光量最大化。
- (2) 減少到達電腦顯示屏的光量，從而減低眩光。
- (3) 增加光源的光通量。

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

A B C D

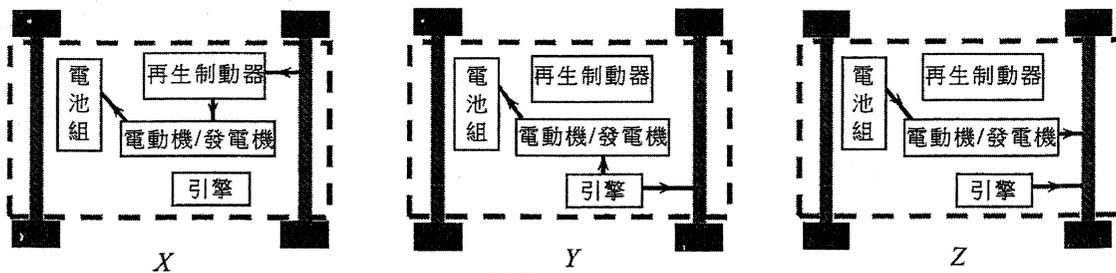
3.2 下面的告示牌以地面上的點光源照明，如圖所示。要在告示牌中央有 200 lux 的照明度，光源需有多大的光通量？假設光源均勻地向各方發射，並可忽略地面上的反射。



- A. 7025 lm
- B. 3512 lm
- C. 3142 lm
- D. 560 lm

A B C D

3.3 下面圖 X、Y 和 Z 顯示一輛混合動力車於三個不同情況的能量流動。



以下哪一項為各幅圖跟這些情況的正確配對？

- | | 制動 | 以滿功率加速 | 以恆定速率行駛 |
|----|----|--------|---------|
| A. | X | Y | Z |
| B. | Y | X | Z |
| C. | X | Z | Y |
| D. | Y | Z | X |

A B C D

3.4 下列哪一項有關太陽能電池的敘述是不正確的？

- A. 當陽光照射太陽能電池時，在半導體中有些電子被激發成自由電子。 A B C D
- B. 當太陽能電池發放功率時，電流只在 p-n 連接處的分界面流動。
- C. 當光照的強度增加時，太陽能電池的輸出電壓大致保持不變。
- D. 典型太陽能電池的效率約為 10% 至 20%。

3.5 一房間以一空調機製冷，並維持着較室外溫度低 ΔT 的穩定溫度。下列哪些因素會影響 ΔT ？

- (1) 房間牆壁所用物料的導熱率
(2) 空調機的冷卻能力
(3) 空氣的比熱容

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

3.6 下列哪一/哪些表達式是以瓦特 (W) 為單位？

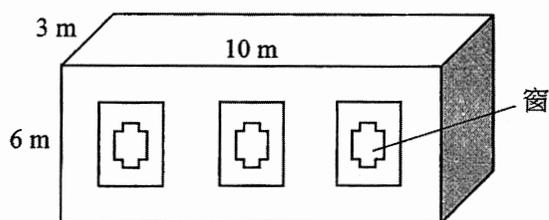
- (1) 光通量 \times 面積
(2) 太陽常數 \times 面積
(3) 熱傳送係數 \times 面積 \times 溫差

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

3.7 一空調機每耗用 0.5 J 即可從一房間移走 1 J 的熱量至室外。空調機從房間移走 1500 J 的熱量時，估算釋放到室外的總熱能。

- A. 750 J A B C D
- B. 1000 J
- C. 2250 J
- D. 4500 J

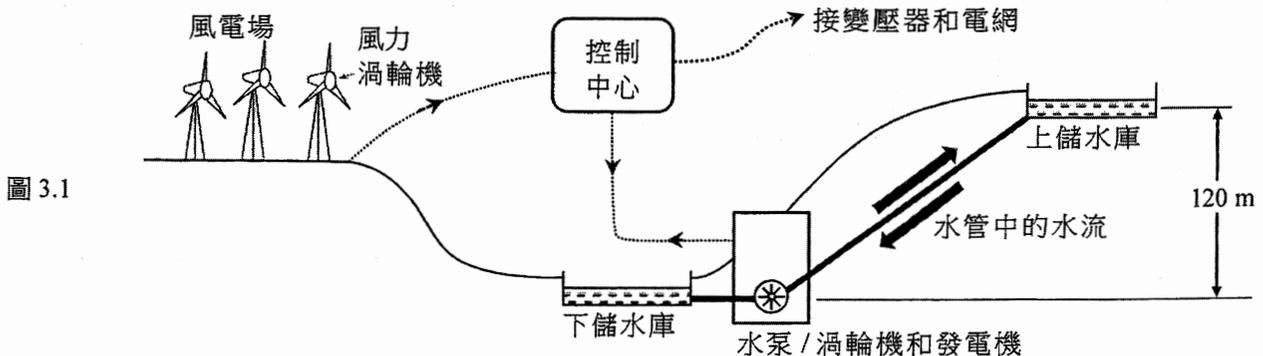
3.8 圖示房屋的總熱傳送值 (OTTV) 為 25 W m^{-2} ，而由屋內的人類活動產生熱量的率為 2000 W。具備以下哪一冷卻能力的空調系統是這房屋最合適的選擇？



- A. 2 kW A B C D
- B. 5 kW
- C. 10 kW
- D. 15 kW

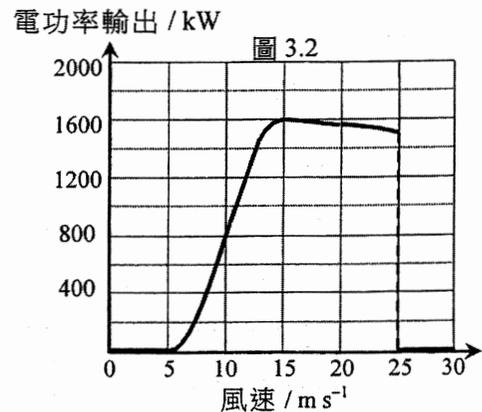
Q.3: 結構式題目

圖 3.1 顯示一風力發電廠透過控制中心以抽水蓄能水力發電系統作輔助。在低需求時段，風電場過剩的電功率可用以從下儲水庫抽水至上儲水庫。於需求高峰期，水從上儲水庫往下流驅動渦輪機和發電機以產生電。

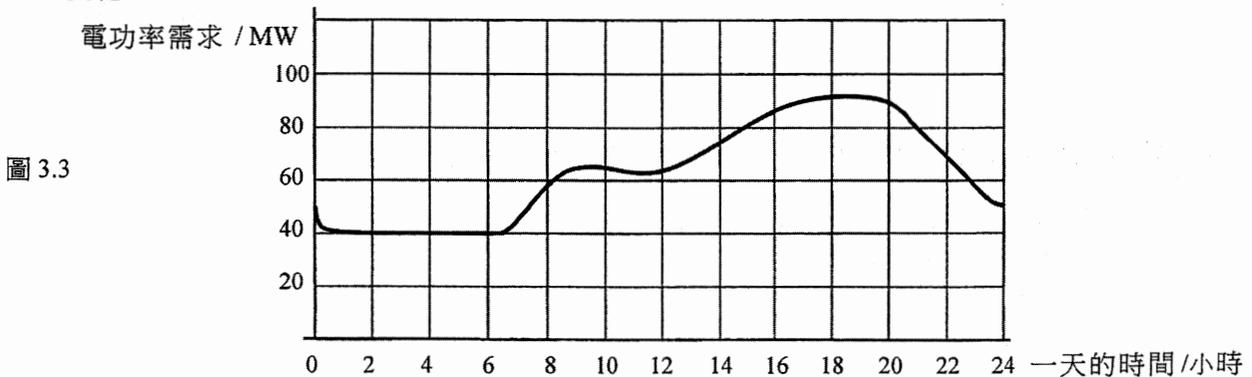


風力渦輪機每一扇葉長 30 m。每一渦輪機可經自動控制使扇葉旋轉的平面跟風向保持垂直。圖 3.2 的線圖顯示每一渦輪機的電功率輸出怎樣跟風速變化。

- (a) (i) 於實際操作中，當風速 (I) 低於 5 m s^{-1} ；以及 (II) 高於 25 m s^{-1} 時，指出為什麼渦輪機沒有功率輸出。 (2分)
- (ii) 渦輪機於風速 15 m s^{-1} 時達最高功率輸出。求風力渦輪機在這風速下將風能轉換為電能的效率。已知：空氣的密度 = 1.23 kg m^{-3} (2分)



- (b) 風電場共有 50 台風力渦輪機為一市鎮供電。圖 3.3 顯示該市鎮一天當中電功率需求跟時間的變化。



- (i) 在不使用抽水蓄能水力發電系統的情況下，利用所提供的兩個線圖求可滿足市鎮一天當中最小電功率需求的最低風速。 (2分)
- (ii) 假設某天的風速恆為 15 m s^{-1} 。
- (I) 估算風電場的總電功率輸出。據此指出抽水蓄能水力發電系統需為市鎮發電的時段。 (2分)
- (II) 在市鎮電功率需求最小的時段，水從下儲水庫泵至位處 120 m 高的上儲水庫的流率 (單位 kg s^{-1}) 為多少？水泵的整體效率為 80%。 ($g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$) (2分)

丁部：醫學物理學

Q.4: 多項選擇題

4.1 視網膜是由兩類感光細胞-視桿和視錐-所構成。下列哪項有關視桿和視錐的敘述是正確的？

- (1) 視桿是負責低光度時的視覺。
- (2) 視桿的數目較視錐少。
- (3) 視桿和視錐兩者皆可造成顏色視覺。

- | | | | | | |
|----|---------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A. | 只有 (1) | A | B | C | D |
| B. | 只有 (1) 和 (2) | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| C. | 只有 (2) 和 (3) | | | | |
| D. | (1)、(2) 和 (3) | | | | |

4.2 志聰患有某種視力問題，以致他的視覺調節近點距離其眼睛 2 m。他需配戴什麼焦強的眼鏡方可將其近點糾正至 0.25 m？

- | | | | | | |
|----|--------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A. | +3.5 D | A | B | C | D |
| B. | -3.5 D | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| C. | +4.5 D | | | | |
| D. | -4.5 D | | | | |

4.3 飛機起飛時，有些乘客會感到耳痛或短暫失聰。下列哪項是可能的原因？

- A. 耳膜所受壓強突增，因而令中耳內的三塊耳骨不能活動。
- B. 耳膜所受壓強突增，因而令卵圓窗關閉。
- C. 外耳和中耳之間的壓強突然不平衡，因而令耳蝸失卻功能。
- D. 外耳和中耳之間的壓強突然不平衡，而耳膜不能自由振動。

- | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A | B | C | D |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

4.4 診斷大腸病變廣泛採用內窺鏡而非其他醫學成像方法，這是因為

- (1) 它能提供解像相當良好而清晰的直接圖像。
- (2) 透過內窺鏡的導管可放入工具來擷取組織作進一步化驗。
- (3) 它的風險較其他成像方法低。

- | | | | | | |
|----|--------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A. | 只有 (2) | A | B | C | D |
| B. | 只有 (3) | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| C. | 只有 (1) 和 (2) | | | | |
| D. | 只有 (1) 和 (3) | | | | |

4.5 一學生在距離一細小聲源 x 處量度聲強級 (單位 dB)。估算他需距離聲源多遠才會使量得的聲強級減少 20 dB。

- A. $5x$
- B. $10x$
- C. $20x$
- D. $40x$

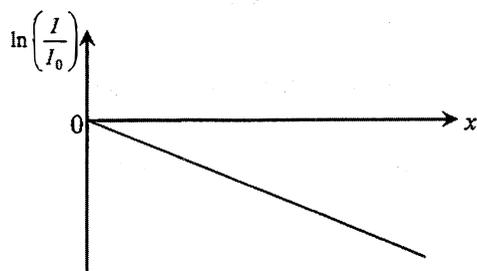
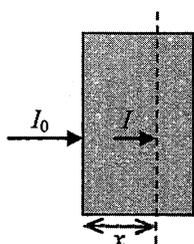
- A
- B
- C
- D

4.6 就掃描位於體內的肝臟而言，以下哪一超聲波選擇是正確的？並附理據。

- A. 3 MHz 超聲波，因所成的像解像度較高。
- B. 3 MHz 超聲波，因它能較深入行進體內。
- C. 12 MHz 超聲波，因所成的像解像度較高。
- D. 12 MHz 超聲波，因它能較深入行進體內。

- A
- B
- C
- D

4.7 一束強度為 I_0 的 X 射線入射一介質，介質的線衰減係數為 μ 。如圖所示，射線束在進入介質距離 x 後其強度變為 I 。一個 $\ln\left(\frac{I}{I_0}\right)$ 對 x 的線圖標繪而成。線圖斜率的量值代表什麼？



- A. $\frac{\mu}{2}$
- B. $\frac{\ln 2}{\mu}$
- C. $\frac{1}{\mu}$
- D. μ

- A
- B
- C
- D

4.8 下列哪項有關電腦斷層造影 (CT) 的敘述是正確的？

- (1) CT 成像的灰度層次跟 X 射線於身體組織的衰減係數相對應。
- (2) CT 成像的重建涉及將成像平面上從不同角度所得的 X 射線束強度讀數反投射而成。
- (3) 病人接受 CT 掃描所接收到的輻射劑量遠高於傳統的 X 射線成像。

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

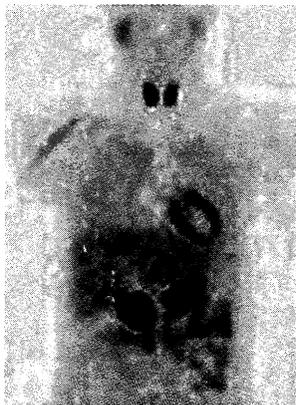
- A
- B
- C
- D

Q.4: 結構式題目

(a) 下面的像 *A*、*B* 和 *C* 來自不同的醫學成像方法。



A (腎臟)



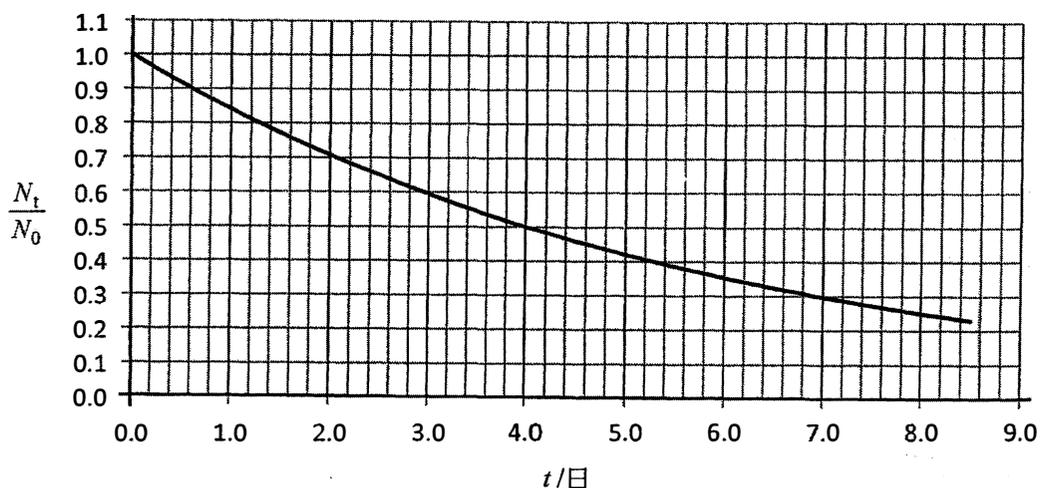
B (身軀)



C (胸部)

- (i) 哪一個是放射性核素成像所產生？解釋該像如何形成。不須描述所用探測儀器的結構和機理。 (4分)
- (ii) 指出放射性核素成像較其餘兩個成像方法優勝的一個地方。 (1分)

(b) 一初始數量為 N_0 的放射性同位素經時間 t 衰變至 N_t 。下面的線圖顯示 $\frac{N_t}{N_0}$ 比值隨時間 t 的變化。



- (i) 利用線圖求放射性同位素的半衰期。 (1分)
- 一個含該放射性同位素的化合物用作「示踪物」，並注射進病人體內以探究一生理過程。這「示踪物」的生物半衰期為 2 日。
- (ii) 「示踪物」的生物半衰期是什麼意思？ (1分)
- (iii) 如果初始時注射了 50 mg 的「示踪物」，估算需時多久該放射性化合物殘留在體內的數量才降至 10 mg。 (3分)

試卷完

本試卷所引資料的來源，將於香港考試及評核局稍後出版的《考試報告及試題專輯》內列明。