

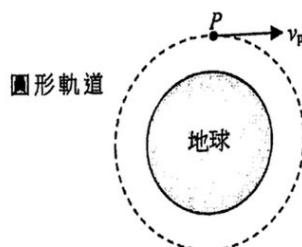
甲部：天文學和航天科學

Q.1：多項選擇題

1.1 參照下圖，在 P 紿予一物體速率 v_p 而

$$v_1 < v_p < v_2$$

其中 v_1 為經過 P 的圓形軌道速率，而 v_2 為從 P 的逃逸速度。



下列哪項有關物體隨後運動的敘述不正確？

- A. 它會沿一橢圓路徑飛行。
- B. 它會以恆定速率沿其路徑飛行。
- C. 它會在地球相反的一面某點離地球最遠。
- D. 除 P 點外，它的飛行路徑不會與圓形軌道相交。

A B C D

1.2 行星 X 和 Y 沿不同的圓形軌道繞一恆星運動。如果兩者週期之比 $\frac{X\text{的週期}}{Y\text{的週期}} = 8$ ，它們軌道半徑之比 $\frac{X\text{的半徑}}{Y\text{的半徑}}$ 是多少？

- A. $\frac{1}{4}$
- B. 4
- C. $\frac{1}{16\sqrt{2}}$
- D. $16\sqrt{2}$

A B C D

1.3 下列哪項伽利略所作的觀察，跟宇宙的日心模型一致而與地心模型不一致？

- (1) 火星的逆行運動
- (2) 衛星環繞木星運動
- (3) 金星相的改變

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

A B C D

請在此貼上電腦條碼

1.4 下列哪項有關「視星等」和「絕對星等」的敘述不正確？

- A. 一恆星的絕對星等可以大於其視星等。
- B. 一恆星的絕對星等可以小於其視星等。
- C. 如果一恆星的絕對星等跟另一恆星的視星等相同，每單位時間每單位面積從該兩恆星接收到的能量必定相等。
- D. 如果一恆星的視星等跟另一恆星的視星等相同，每單位時間每單位面積從該兩恆星接收到的能量必定相等。

A B C D

1.5 恒星 X 和 Y 的視亮度相同。恒星 X 的視差為恒星 Y 的兩倍。 $\frac{\text{恒星 } X \text{ 的光度}}{\text{恒星 } Y \text{ 的光度}}$ 之比是多少？

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

A B C D

1.6 下圖顯示一組星系的快照。



以下哪項敘述正確？

- (1) 對於在星系 1 的觀察者，星系 4 的吸收譜線所顯示的紅移較星系 2 的大。
- (2) 對於在星系 2 的觀察者，星系 4 比星系 1 以較高的速率遠離。
- (3) 對於在星系 3 的觀察者，星系 1 和星系 4 以大約相同的速率遠離。

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

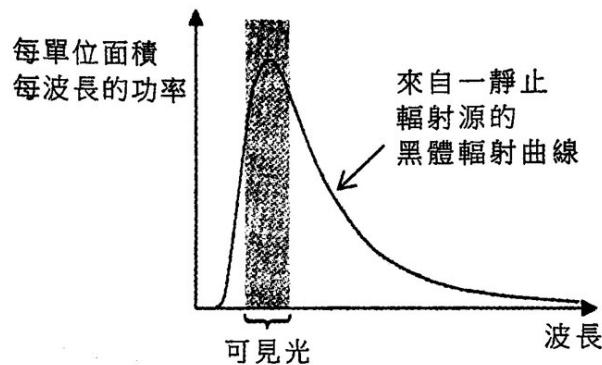
A B C D

1.7 恒星的哪些資料可從其吸收光譜推斷得到？

- (1) 它的光譜類型
 - (2) 它的徑向速度
 - (3) 它核心的化學成份
- A. 只有(1)和(2)
B. 只有(1)和(3)
C. 只有(2)和(3)
D. (1)、(2)和(3)

A B C D

1.8



就正在遠離地球的輻射源，下列哪項有關其黑體輻射的多普勒頻移的敘述正確？

- (1) 觀察所得黑體輻射曲線的峰向右移。
- (2) 從觀察所推斷出該輻射源的溫度低於其實際值。
- (3) 從觀察所得該輻射源的顏色跟靜止的輻射源的看起來會不同。

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

A B C D

請在此貼上電腦條碼

Q.1：結構式題目

在我們的星系中，於距離地球 7940 pc 處有一強烈的無線電波發射源名為 Sgr A*。一恆星 X 繞着 Sgr A* 於一橢圓軌道運動，週期為 16.0 年。

(a) (i) 已知恆星 X 軌道的半長軸 a 的角大小為 $0.125''$ 。試求 a 的值，以 AU 為單位。 (1 分)

(ii) 據此應用開普勒第三定律於橢圓軌道 $T^2 = \frac{4\pi^2 a^3}{GM}$ ，證明 Sgr A* 的質量約為太陽質量的 3.82×10^6 倍。 (2 分)

(b) 如圖 1.1 所示，地球上一觀察者對準恆星 X 橢圓軌道 ABCD 的半長軸。沿視線方向 X 的徑向速度 v_r 的變化如下面的線圖所示：當物體離開觀察者 v_r 取為正，物體趨近觀察者則取為負。而 Sgr A* 可能處於位置 1 或 2。

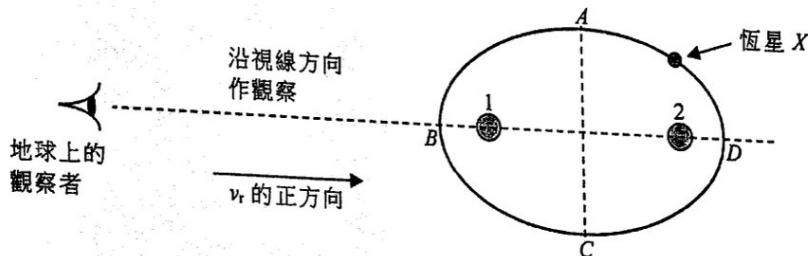
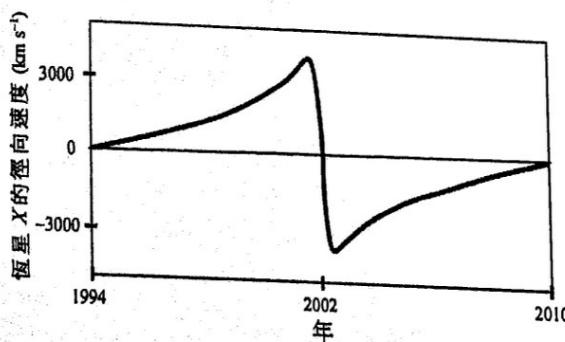


圖 1.1

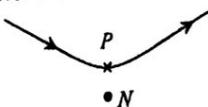


- (i) 提出確定 v_r 的一個方法。指出就 v_r 為正和負時，在該方法中觀察上的差異。 (2 分)
- (ii) 指出大概在 2002 年時，恆星 X 是位於 A、B、C 還是 D。據此確定 Sgr A* 的位置 (位置 1 或位置 2)，並解釋你的選擇。 (2 分)
- (c) 對於一質量為 M 和半徑為 R 的球形天體，從其表面的逃逸速度為 $v = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$ ，其中 G 為萬有引力常數。科學家相信 Sgr A* 是一黑洞，並假設其表面有着極強的引力場，即使光亦未能逃逸。利用上述方程和 (a)(ii) 的結果，估算這黑洞 (假設質量為球形分布) 的半徑，以 AU 為單位。已知： $GM_s = 1.33 \times 10^{20} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-1}$ ，其中 M_s 為太陽的質量。 (3 分)

乙部：原子世界

Q.2：多項選擇題

- 2.1 一 α 粒子趨近一位於 N 的大質量原子核，其路徑如下圖所示。 α 粒子在 P 點最為接近原子核。

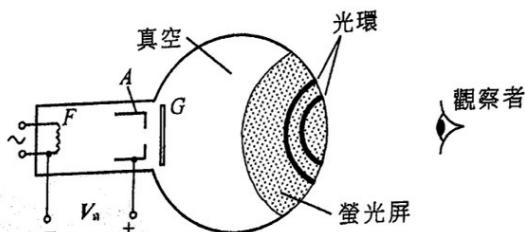


下列哪項敘述正確？

- A. α 粒子的動能在 P 時為最大。
- B. α 粒子的總能量在 P 時為最小。
- C. 如果原子核的原子序數較大， P 和 N 之間的距離會大些。
- D. 如果 α 粒子初始時有較大的動能， P 和 N 之間的距離會大些。

A B C D

- 2.2 圖示的電子衍射管可揭示電子的本質。



被加熱的燈絲 F 釋出電子，並通過 F 和陽極 A 之間的高電壓 V_a 加速。電子穿過一塊薄石墨片 G ，並在螢光屏上形成光和暗的同心環，如圖所示。下列哪些有關這實驗的描述正確？

- (1) 實驗演示快速運動的電子具有波的本質。
- (2) 電子被石墨片衍射。
- (3) 如果 V_a 稍為增加，環的半徑會增加。

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

A B C D

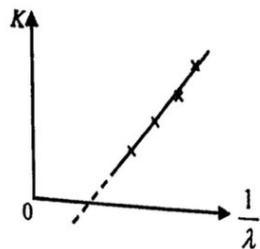
- 2.3 當波長為 λ 和 2λ 的單色光照射一金屬面，所發射光電子的最大動能之比為 3:1。求可觸發該金屬進行光電發射的單色光的最長波長。

- A. $\frac{5\lambda}{2}$
- B. 3λ
- C. $\frac{7\lambda}{2}$
- D. 4λ

A B C D

請在此貼上電腦條碼

2.4 線圖顯示某金屬所發射出光電子的最大動能 K 跟入射光波長的倒數 $1/\lambda$ 的變化。



如以強度較低的入射光照射另一塊功函數較小的金屬，線圖會怎樣變化？

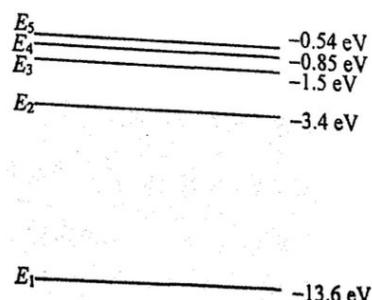
線圖的斜率

- A. 不變
- B. 不變
- C. 較小
- D. 較大

水平軸的截距

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

2.5



圖示氫原子最低的五個能級。如果從 E_4 至 E_2 的電子躍遷會發射出藍光的光子，以下哪一電子躍遷會發射出紅光？已知：可見光譜約為 400 nm 至 750 nm

- A. E_5 至 E_2
- B. E_4 至 E_3
- C. E_3 至 E_2
- D. E_2 至 E_1

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

2.6 當一質量為 m 而電荷為 e 的電子從靜止以電壓 V 加速，其德布羅意波長 λ 可表示為

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2meV}}$$
，其中 h 為普朗克常數。如果 λ 以納米 (nm) 表達而 V 以千伏 (kV) 表達，則約為

- A. $\frac{0.04}{\sqrt{V}}$ 。
- B. $\frac{0.12}{\sqrt{V}}$ 。
- C. $\frac{0.4}{\sqrt{V}}$ 。
- D. $\frac{1.2}{\sqrt{V}}$ 。

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

2.7 下列哪些有關光學顯微鏡和透射電子顯微鏡 (TEM) 的敘述正確？

- (1) TEM 可有較高解像能力，因為其電子束的波長遠較光學顯微鏡所用可見光的短。
- (2) 在 TEM 中的載流線圈提供磁場使電子束會聚，這近似在光學顯微鏡中的透鏡把會聚。
- (3) 兩顯微鏡的角解像度皆受瑞利判據所限。

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

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

2.8 一種納米材料

- (1) 的體積與表面面積之比高於同一材料於大塊形式時的值。
- (2) 的尺寸至少有一邊小於 1 nm 。
- (3) 比同一材料於大塊形式時有較高的化學活躍度。

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

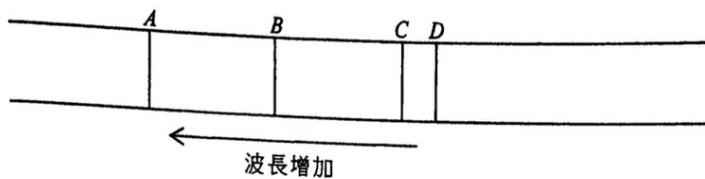
A	B	C	D
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

請在此貼上電腦條碼

Q.2：結構式題目

- (a) 廬瑟福的行星原子模型未能解釋原子的穩定性。為什麼？ (1分)
- (b) 氢原子的發射光譜只有四條屬可見光範圍的譜線 (A至D)，如圖 2.1 所示。

圖 2.1



這些譜線屬於對應躍遷至第一受激態 ($n = 2$) 的光譜線系。這光譜線系中並無譜線在 A 之外。經驗得知以下公式代表該光譜線系全部譜線的波長 λ (單位 nm)。

$$\lambda = 364.6 \left(\frac{n^2}{n^2 - 2^2} \right) \text{ 其中 } n = 3, 4, 5, \dots$$

- (i) 哪一譜線 (A、B、C 還是 D) 源自能級 $n = 5$ 和 $n = 2$ 之間的電子躍遷？ (1分)
- (ii) 求 (b)(i) 的譜線的波長，並指出該條譜線的顏色。 (2分)
- (iii) 該光譜線系中其餘眾多看不見的譜線位於譜線 D 之外，並越來越互相靠近直至最終會聚於極限 364.6 nm。假設波長短於 364.6 nm 的一光子跟處於第一受激態 ($n = 2$) 的一氫原子碰撞，指出該入射光子、氫原子和其軌道上的電子會有什麼發生。 (3分)
- (iv) 初始時一群氫原子處於第三受激態 ($n = 4$)。附以能級圖展示所有可產生發射譜線的電子躍遷，並以字母「V」標註會產生可見光範圍譜線的躍遷。 (3分)

丙部：能量及能源的使用

Q.3：多項選擇題

3.1 一綠光源放出 1 W 光功率對應 683 lm 的光通量。考慮人眼的靈敏度，一發射白光的燈絲燈放出 1 W 光功率只產生約一半這光通量。如果燈絲燈的最終能源效益約為 3% ，估算其發光效率。

- A. 40 lm W^{-1}
- B. 20 lm W^{-1}
- C. 10 lm W^{-1}
- D. 5 lm W^{-1}

A B C D

3.2 風力渦輪發電機可提取流動空氣的能量。然而風的動能不能全部轉換成電能，因為

- (1) 風速於風通過渦輪機後不能是零。
- (2) 發電機轉換能量時有損失。
- (3) 風並非總是正面吹着渦輪機。

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

A B C D

3.3 縱使天朗氣清，太陽功率至少有 26.8% 會被大氣吸收。面積為 5 m^2 的太陽能板其效率為 15% ，求太陽能板的最大輸出功率。已知：太陽常數 $= 1366\text{ W m}^{-2}$

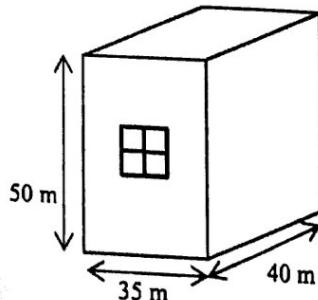
- A. 275 W
- B. 750 W
- C. 1560 W
- D. 4250 W

A B C D

3.4 圖示一尺寸為 $35\text{ m} \times 40\text{ m} \times 50\text{ m}$ 的混凝土建築物。已知建築物的總熱傳送值 (OTTV) 不應超過 24 W m^{-2} 。如果該建築物內外之間的有效溫差為 10°C ，求建築物的牆上最多可安裝多少扇大小為 $2\text{ m} \times 3\text{ m}$ 的窗。

已知：建築物混凝土的 U -值 $= 2.0\text{ W m}^{-2}\text{ K}^{-1}$

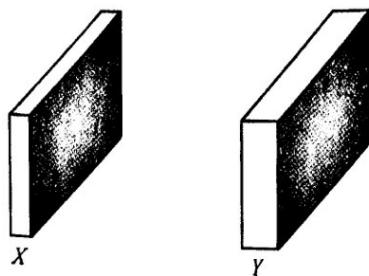
窗所用玻璃的 U -值 $= 5.7\text{ W m}^{-2}\text{ K}^{-1}$



- A. 960
- B. 598
- C. 160
- D. 120

A B C D

3.5



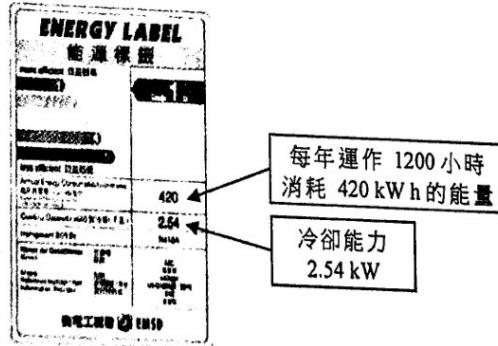
面積相同的牆 X 和 Y 以同一物料造成，而 Y 較 X 厚。如果每一牆兩面的溫差相同，

- (1) 導熱率。
- (2) 熱傳送係數 (U-值)。
- (3) 每單位時間傳導的熱。

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

- A
- B
- C
- D

3.6 下面能源標籤顯示某空調機的資料。

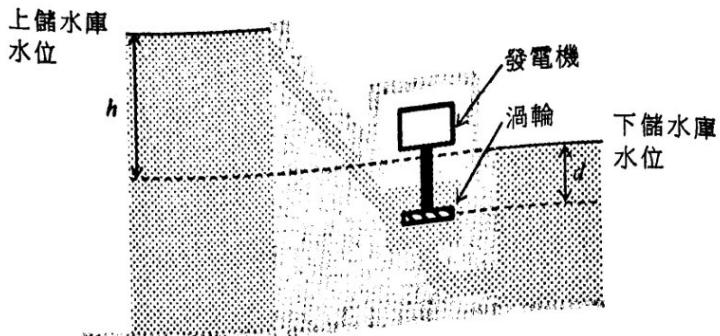


求該空調機的性能係數 (COP)。

- A. 1.12
- B. 1.38
- C. 7.26
- D. 8.89

- A
- B
- C
- D

3.7 下圖顯示一水力發電廠。



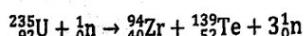
以下哪些因素可影響發電廠的最大輸出功率？

- (1) 上儲水庫和下儲水庫水位的高度差 h 。
- (2) 潛輪與下儲水庫水位的距離 d 。
- (3) 水通過潛輪的流率。

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

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

3.8 以下為一 U-235 原子核的裂變反應，當中的質量虧損為 $0.1855u$ 。



當 1 kg 的 U-235 全部進行了該裂變，會釋出多少能量（以 J 為單位）？

已知：U-235 的摩爾質量 = 235 g

1 u 的質量虧損會釋出 $1.49 \times 10^{-10}\text{ J}$ 的能量

- A. $\frac{1000}{235} \times 6.02 \times 10^{23} \times 0.1855 \times 1.49 \times 10^{-10}$
- B. $\frac{1}{235} \times 6.02 \times 10^{23} \times 0.1855 \times 1.49 \times 10^{-10}$
- C. $\frac{235}{1000} \times 6.02 \times 10^{23} \times 0.1855 \times 1.49 \times 10^{-10}$
- D. $\frac{1000}{235} \times 6.02 \times 10^{23} \times 1.49 \times 10^{-10}$

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

Q.3：結構式題目

有關電動車 A 和 B 的一些資料表列如下：

電動車	電池組的容量 / kW h	最大行駸里程 / km	質量 / kg
A	95	326	2500
B	66	414	1620

- (a) 雖然 A 的電池組容量較高，但它的最大行駸里程較 B 的短。指出一個可能的原因並解釋為什麼。
(1分)
- (b) (i) 如果所提供的充電電壓為 220 V，將已完全放電的 A 車電池組於 12 小時內完全充電，估算所需最小的充電電流。
(2分)
- (ii) 解釋為什麼實際需要的充電電流較 (b)(i) 所求得的大。
(1分)

下表提供更多有關兩電動車的資料：

電動車	從 0 加速至 100 km h^{-1} 所需時間 / s	峰值功率 / kW
A	5.5	300
B	6.5	150

根據所提供的所有資料，估算

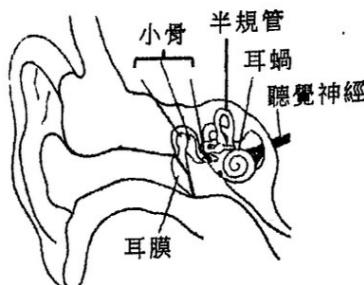
- (c) (i) A 車的能源效益。你可假設車輛以峰值功率運作。
(2分)
- (ii) B 車電池組的平均輸出功率，若它在最大行駸里程測試中的平均速率為 70 km h^{-1} 。
(2分)
- (d) 試討論再生制動系統於下列哪一種行駸模式能發揮最大效用：
(2分)

模式 1	在經常開車停車的交通情況中以每小時數公里行駸
模式 2	在以紅綠燈調節的城市交通中暢順行駸
模式 3	在高速公路行駸

丁部：醫學物理學

Q.4：多項選擇題

4.1 耳朵的哪部分負責分辨頻率？



- A. 耳膜
- B. 半規管
- C. 小骨
- D. 耳蝸

A B C D

4.2 一內窺鏡中的每條光導纖維由纖芯和將其覆蓋的包覆層組成，而纖芯和包覆層以不同的透明物料造成。下列哪些有關光導纖維的描述正確？

- (1) 包覆層的折射率較纖芯的小。
- (2) 纖芯-包覆層邊界所成的臨界角較纖芯-空氣邊界的小。
- (3) 倘沒有包覆層，部分光線會在光導纖維相互的接觸點穿過。

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

A B C D

4.3 下列有關超聲波成像 A-掃描和 B-掃描的描述，哪些正確？

- (1) B-掃描於確定腫瘤位置較為有用。
- (2) B-掃描可用以實時觀察器官的活動。
- (3) B-掃描有較高解像度。

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

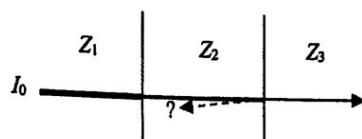
A B C D

4.4 於診斷腦部創傷時，醫生以電腦斷層造影 (CT) 來確定內出血的位置。就這情況而言，以下造影方法未被採用的原因，哪些是正確的？

- (1) X 射線放射攝影：因其解像度不足。
 - (2) 超聲波掃描：因超聲波不能穿過頭骨。
 - (3) 內窺鏡：因腦內沒有空腔給內窺鏡插入。
- A. 只有(1)和(2)
B. 只有(1)和(3)
C. 只有(2)和(3)
D. (1)、(2)和(3)

A B C D

4.5 一束強度為 I_0 的狹窄超聲波穿過三個有不同聲阻抗 Z_1 、 Z_2 和 Z_3 的介質，如圖所示。



假設超聲波的衰減和吸收可忽略。於聲阻抗為 Z_2 和 Z_3 的介質間的分界面，所反射超聲波的強度是多少？

- A. $\left[1 - \frac{(Z_2 - Z_1)^2}{(Z_2 + Z_1)^2}\right] \frac{(Z_3 - Z_2)^2}{(Z_3 + Z_2)^2} I_0$
 B. $\frac{(Z_2 - Z_1)^2}{(Z_2 + Z_1)^2} \frac{(Z_3 - Z_2)^2}{(Z_3 + Z_2)^2} I_0$
 C. $\frac{(Z_2 - Z_1)^2}{(Z_2 + Z_1)^2} \left[1 - \frac{(Z_3 - Z_2)^2}{(Z_3 + Z_2)^2}\right] I_0$
 D. $\left[1 - \frac{(Z_2 - Z_1)^2}{(Z_2 + Z_1)^2}\right] \left[1 - \frac{(Z_3 - Z_2)^2}{(Z_3 + Z_2)^2}\right] I_0$

A B C D

4.6 一 X 射線束穿過一厚度為 0.01 m 的金屬板後，其強度減少了 25%。求該 X 射線束相應的半值厚度。

- A. 0.005 m
 B. 0.020 m
 C. 0.024 m
 D. 0.042 m

A B C D

4.7 放射性核素成像只使用 γ 輻射的原因是

- (1) γ 可被磁場偏折，使其以任何角度入射病者。
- (2) γ 的致電離能力較低，對細胞的損害較小。
- (3) γ 的貫穿能力較高，在身體外可檢測得到。

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

A B C D

4.8 下列為計算有效劑量時不同輻射的輻射比重因子：

α 輻射	20
β 輻射	1
γ 輻射	1
X 射線	1

α 的輻射比重因子較大是因為

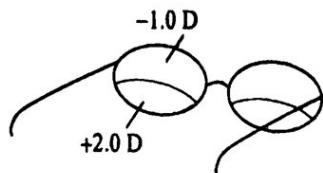
- A. 它的貫穿能力較低。
- B. 它的致電離能力較強。
- C. 它是氮原子核所以質量相對大些。
- D. 它的本質是粒子。

A B C D

Q.4：結構式題目

- (a) 保羅有視覺缺陷，他需要配戴圖 4.1 所示的矯視眼鏡。每一鏡片上半和下半的焦強分別為 -1.0 D 和 $+2.0\text{ D}$ 。

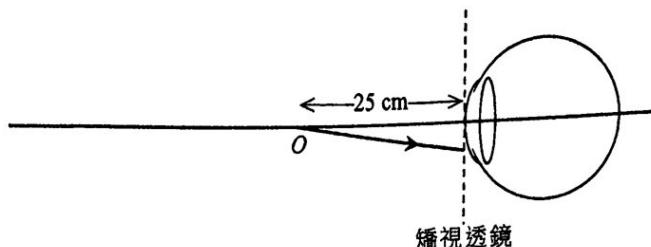
圖 4.1



配戴眼鏡後，保羅的近點矯正至距離眼睛 25 cm ，而遠點則矯正至無限遠。假設鏡片非常貼近他的眼睛。

- (i) 指出鏡片哪一半使保羅能看清遙遠的物體。求他沒有配戴眼鏡時的遠點距離。 (2 分)
 (ii) 圖 4.2 顯示一個點物體 O 放於矯視透鏡前 25 cm ，矯視透鏡以虛線代表。

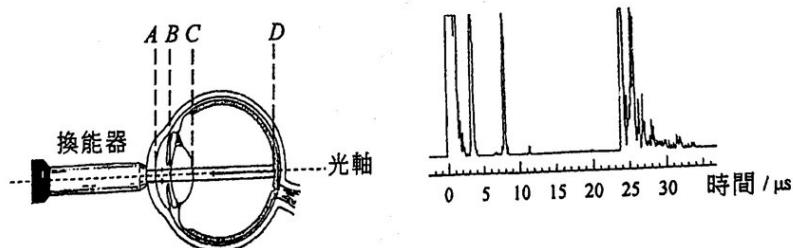
圖 4.2



矯視透鏡

- (1) 抄繪圖 4.2 到你的答題簿，完成自 O 發出的光線如何到達視網膜的路徑。並於你的圖中標示保羅沒有配戴眼鏡時的近點 N 。假設眼睛內的折射只在晶體進行。 (2 分)
 (2) 計算 N 跟他眼睛的距離。 (2 分)
- (b) 以超聲波換能器如圖 4.3 所示掃描眼睛。從分界面 A 、 B 、 C 和 D 反射的脈衝以 A-掃描記錄顯示如下。

圖 4.3



- (i) 估算沿光軸的晶體厚度。已知：超聲波在晶體內的速度 = 1520 m s^{-1} 。 (2 分)
 (ii) 解釋以頻率 3 MHz 還是 15 MHz 的超聲波掃描眼睛較適合。 (1 分)
 (iii) 除了在診斷中作掃描成像之外，寫出超聲波在醫學上的一項應用。 (1 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《香港中學文憑考試試題專輯》內列明。