

1 天文學和航天科學

1. DSE 2012, Q1

無重狀態在沿軌道環繞地球運動的太空船內發生，下列哪一項敘述是正確的？

- A. 無重狀態只會發生於沿軌道環繞地球運動的太空船內物體。
- B. 在太空船的軌道上地球的萬有引力十分微弱，重力實際上近乎零。
- C. 地球的萬有引力跟月球的萬有引力抵消。
- D. 太空船及船內物體皆朝向地球自由落下。

2. DSE 2012, Q2

穿梭行星間的太空船從地球發射，其初速為 $\sqrt{\frac{3GM}{R}}$ ，其中 G 為萬有引力常數， M 為地球質量而 R 為地球半徑。當太空船離開地球極遠時其速率是多少？

- A. $\sqrt{\frac{GM}{R}}$
- B. $\sqrt{\frac{GM}{2R}}$
- C. $\sqrt{\frac{2GM}{R}}$
- D. 零

A B C D

3. DSE 2012, Q3

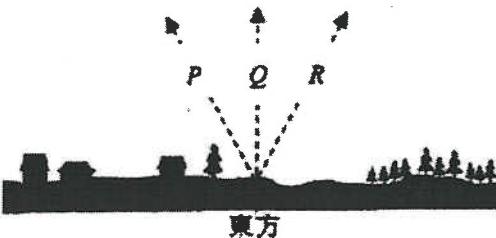
太陽距銀河系的中心約 8 kpc，而它繞著中心旋轉的速率為 220 km s^{-1} 。太陽繞銀河系中心旋轉一周需時多少？

- A. 2.24×10^8 年
- B. 3.55×10^8 年
- C. 2.24×10^{11} 年
- D. 3.55×10^{11} 年

A B C D

4. DSE 2012, Q4

圖示在香港面向東方地平線的情境。哪一箭矢 P 、 Q 或 R 可代表恆星從地平線昇起的方向？



- A. 箭矢 P
- B. 箭矢 Q
- C. 箭矢 R
- D. 方向會隨季節變化。

A B C D

5. DSE 2012, Q5

下列哪一項有關地球繞太陽運動的敘述不正確？

- A. 地球在其軌道上的速率並不固定。
- B. 太陽位於地球軌道的中心。
- C. 地球與太陽的距離呈週期性變化。
- D. 一般而言，地球的瞬時速度並非與太陽的萬有引力垂直。

6. DSE 2012, Q6

參考下列資料，哪些有關恆星 X 和 Y 的敘述是正確的？

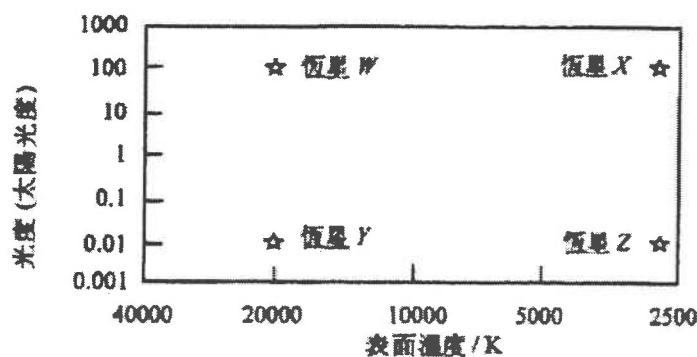
| | 絕對星等 | 視星等 |
|------|------|-----|
| 恆星 X | 2.8 | 4.7 |
| 恆星 Y | 5.4 | 3.2 |

- (1) 恒星 X 比恒星 Y 距地球更遠。
- (2) 恒星 Y 比恒星 X 距地球更遠。
- (3) 恒星 X 和 Y 與地球的距離可以利用上列資料測定。

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

7. DSE 2012, Q7

(第 1.7 和 1.8 題) 下圖顯示恆星 W、X、Y 和 Z 的資料。



1.7 下列哪些敘述是正確的？

- (1) 就恆星 X 而言，紅光的強度較其他顏色的光高。
- (2) 就恆星 W 而言，藍光的強度較其他顏色的光高。
- (3) 恒星 Z 與恒星 Y 相比，其紅光的強度跟其他顏色光的強度的比率較高。

- 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

8. DSE 2012, Q8

1.8 恒星 X 的吸收光譜可找到氫吸收譜線，這有什麼結論可以得到？

- 恒星 X 主要成份為氫氣。
- 在恒星 X 的外大氣層有氫氣。
- 與其他溫度相同的恆星相比，恒星 X 的氫氣量度較低。

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

A B C D

9. DSE 2013, Q1

將以下天體依其跟地球的距離由近到遠排列：

- 太陽
- 離地球 1.6 ly 的天狼星
- 離地球 19 AU 的天王星

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

A B C D

10. DSE 2013, Q2

就有關描述宇宙的托勒密地心模型和哥白尼日心模型，下列哪些敘述是正確的？

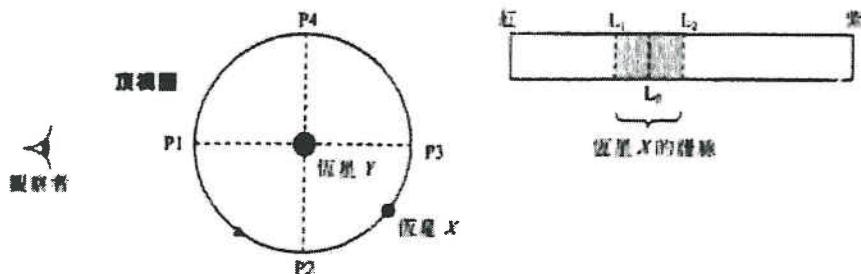
- 在兩個模型中，軌道皆為圓形。
- 在兩個模型中，地球皆位於月球軌道的中心。
- 兩個模型都可用來解釋逆行運動。

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

A B C D

11. DSE 2013, Q3

1.3 恒星 X 於近乎圓形的軌道上繞恆星 Y 運動，在地球上一觀察者觀察來自 X 的一條譜線，發現其波長對應於界限 L_1 和 L_2 之間變動， L_0 為該譜線在實驗室觀測得的波長。



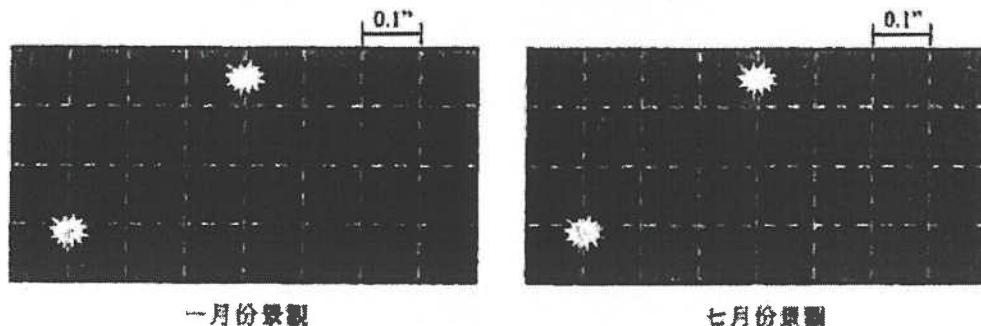
哪些波長對應於恒星 X 的位置 P1、P2、P3 和 P4？

- | | P1 | P2 | P3 | P4 |
|----|-------|-------|-------|-------|
| A. | L_0 | L_1 | L_2 | L_3 |
| B. | L_1 | L_2 | L_3 | L_0 |
| C. | L_0 | L_2 | L_3 | L_1 |
| D. | L_2 | L_0 | L_1 | L_3 |

A B C D

12. DSE 2013, Q4

- 1.4 下面兩幅圖是相隔六個月拍攝同一天域的圖像。圖上覆蓋了方格線，每個方格的大小對應的角標準為 $0.1''$ 。以秒差距為單位，恆星 X 與地球的距離是多少？

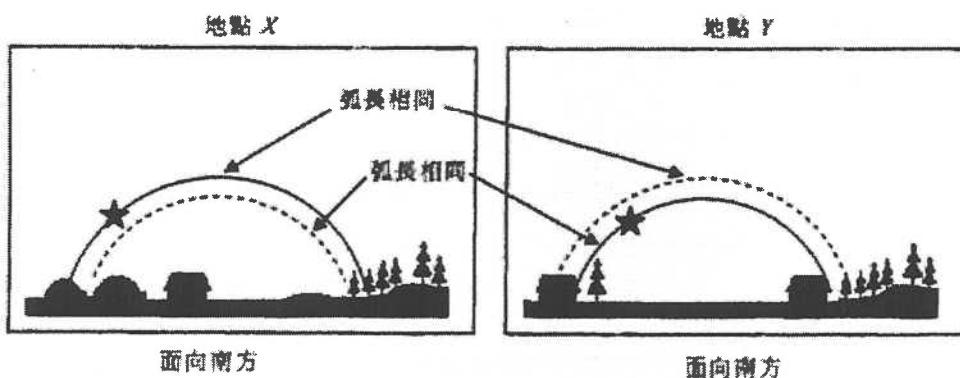


- A. 0.1 pc
B. 0.2 pc
C. 5 pc
D. 10 pc

A B C D

13. DSE 2013, Q5

- 1.5 在北半球的地點 X 和地點 Y 觀察同一恆星，在同一晚上於兩地點所看到的景象如下圖所示。



下列哪項描述正確？

- | | |
|--------------------|----------------------------|
| A. X 位於 Y 的南方。 | 恆星在 X 從昇起至落下的時段較在 Y 長。 |
| B. X 位於 Y 的南方。 | 恆星在 X 從昇起至落下的時段較在 Y 短。 |
| C. X 位於 Y 的北方。 | 恆星在 X 從昇起至落下的時段較在 Y 長。 |
| D. X 位於 Y 的北方。 | 恆星在 X 從昇起至落下的時段較在 Y 短。 |

A B C D

14. DSE 2013, Q6

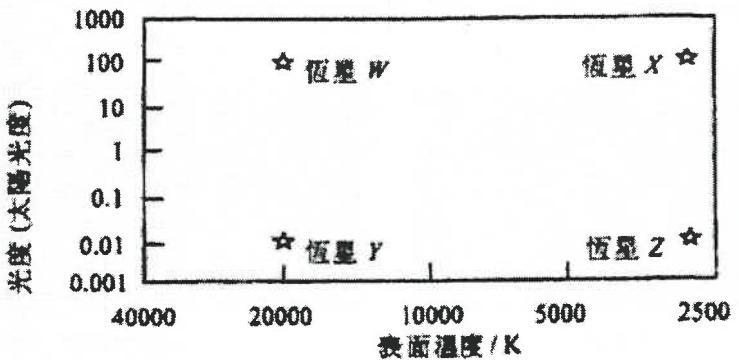
- 1.6 恒星 P 和 Q 的光度相同，恒星 P 的亮度為恒星 Q 的 25 倍。我們可推斷出

- A. P 的距離是 Q 的 5 倍。
B. Q 的距離是 P 的 5 倍。
C. P 的距離是 Q 的 25 倍。
D. Q 的距離是 P 的 25 倍。

A B C D

15. DSE 2013, Q7

下圖顯示恆星 W 、 X 、 Y 和 Z 的資料。



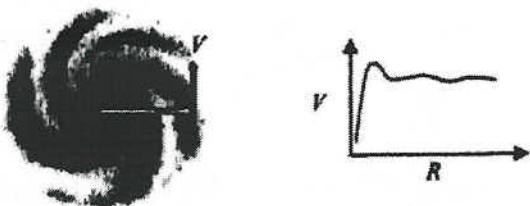
下列哪些有關恆星半徑的敘述是正確的？

- (1) X 的半徑 $> W$ 的半徑
- (2) W 的半徑 $> Y$ 的半徑
- (3) Y 的半徑 $> Z$ 的半徑

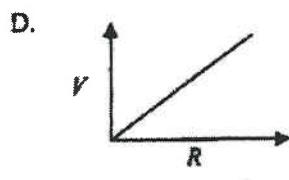
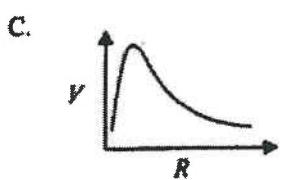
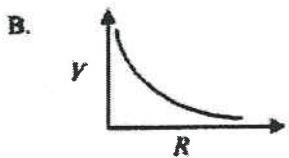
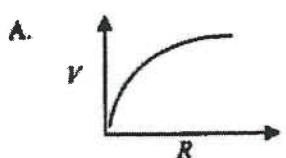
- A. 只有(1)
- B. 只有(3)
- C. 只有(1)和(2)
- D. 只有(2)和(3)

- A
- B
- C
- D

16. DSE 2013, Q8



圖示一星系的頂視圖，以及觀測所得的旋轉速率 V 跟離星系中心的半徑 R 的變化。而該曲線揭示了暗物質的存在。倘若暗物質並不存在，則以下哪個應為預期的旋轉曲線？



- A
- B
- C
- D

17. DSE 2014, Q1

1.1 水星距離太陽 0.39 AU。下列哪一項不可能是水星與地球的距離？設水星和地球的軌道為圓形並處共面。

- A. 1.20 AU
- B. 1.00 AU
- C. 0.78 AU
- D. 0.50 AU

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

18. DSE 2014, Q2

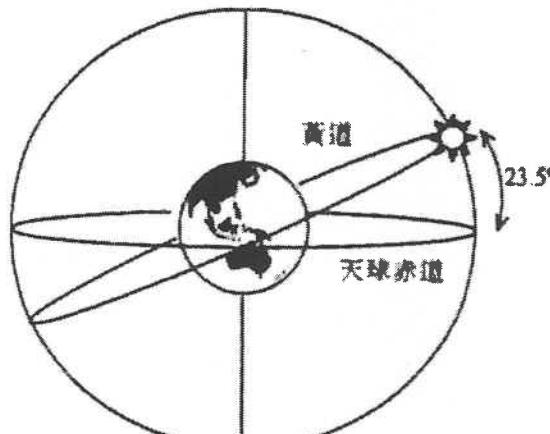
已知一個呈圓碟形的典型星系，其直徑為 10^5 ly 而厚度為 10^3 ly，星系內約有 10^{11} 顆恆星。估算在這星系內兩顆相鄰恆星的平均間距，設恆星是均勻分布的。

- A. 4.3 ly
- B. 6.8 ly
- C. 8.9 ly
- D. 43 ly

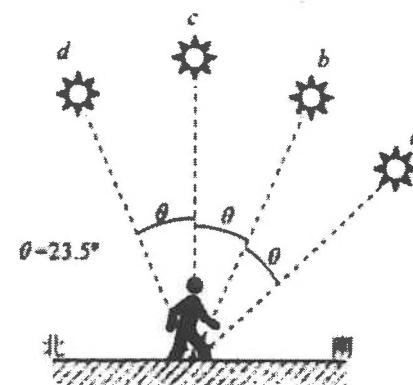
| | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A | B | C | D |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

19. DSE 2014, Q3

如果太陽在黃道上的位置如圖(1)所示，身處赤道以北緯度 23.5° 的觀察者，於正午時所看到的太陽是在圖(2)所示的哪一個位置？



圖(1)



圖(2)

- A. 位置 a
- B. 位置 b
- C. 位置 c
- D. 位置 d

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

20. DSE 2014, Q4

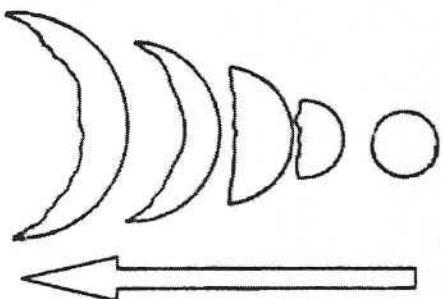
從一遙遠天體所發出氯光譜的紫色譜線 (410 nm) 出現藍移，即在觀測時波長好像短了 50 nm。從同一來源發出的紅色譜線 (656 nm) 觀察得到的波長為多少？

- A. 576 nm
- B. 606 nm
- C. 706 nm
- D. 736 nm

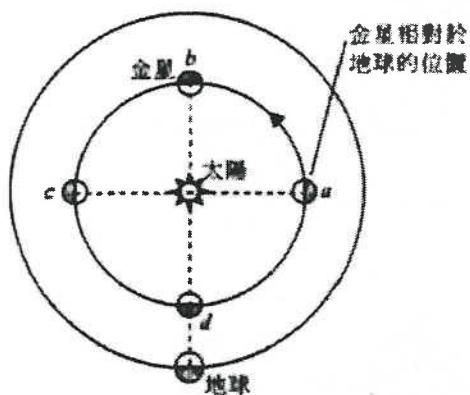
| | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A | B | C | D |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

21. DSE 2014, Q5

下圖為伽利略在 1610 年所繪畫的金星相圖。



以下哪部分的金星軌道代表上面相圖由右至左的演變？



- A. $a \rightarrow b \rightarrow c$
- B. $b \rightarrow c \rightarrow d$
- C. $c \rightarrow d \rightarrow a$
- D. $d \rightarrow a \rightarrow b$

- A
- B
- C
- D

22. DSE 2014, Q6

在貼近地球的 P 點，兩個物體 X 、 Y 以相同的速率 v 運動，其中 $v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$ 而 M 和 R 分別為地球的質量和半徑，而 G 為萬有引力常數。在 P 點， X 沿切向運動而 Y 則沿徑向往外運動。下列哪項有關它們隨後運動的敘述是正確的？空氣阻力可略去不計。



物體 X

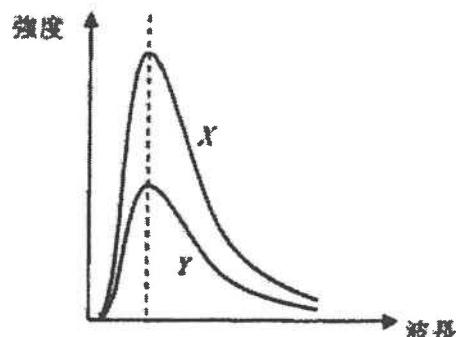
物體 Y

- | | |
|--|---|
| A. 最終會返回地球。 B. 最終會逃離地球。 C. 會繼續在其軌道上飛行。 D. 會繼續在其軌道上飛行，最終會逃離地球。 | 會繼續在其軌道上飛行，最終會返回地球。 會繼續在其軌道上飛行，最終會逃離地球。 會繼續在其軌道上飛行，最終會逃離地球。 |
|--|---|

- A
- B
- C
- D

23. DSE 2014, Q7

(第 1.7 和 1.8 題) 下圖顯示來自恆星 X 和 Y 的輻射的光譜，兩個光譜的峰值同一波長。



1.7 下列哪項敘述是正確的？

- A. X 的表面溫度 $> Y$ 的表面溫度
- B. X 的表面溫度 $< Y$ 的表面溫度
- C. X 的表面溫度 = Y 的表面溫度
- D. 所提供的資料不足以比較 X 和 Y 的表面溫度。

A B C D

24. DSE 2014, Q8

1.8 下列哪項敘述是正確的？

- A. 恒星 X 小於恒星 Y 。
- B. 恒星 X 大於恒星 Y 。
- C. 恒星 X 和恒星 Y 的大小相同。
- D. 所提供的資料不足以比較 X 和 Y 的大小。

A B C D

25. DSE 2015, Q1

1.1 一人造衛星沿着距離地球表面 h 的軌道繞地球運動。在軌道上的人造衛星的引力勢能相對在地球表面增加了多少？

m = 人造衛星的質量

R = 地球半徑

g = 地球表面的重力加速度

- A. $mgh\left(\frac{R}{R+h}\right)$
- B. $mgh\left(\frac{R}{R+h}\right)^2$
- C. $mgh\left(\frac{R+h}{R}\right)$
- D. $mgh\left(\frac{R+h}{R}\right)^2$

A B C D

26. DSE 2015, Q2

1.2 為要看到最大部分的天球，哪處是在地球上興建天文台的最佳地點？

- A. 緯度 $90^\circ N$
- B. 緯度 $90^\circ S$
- C. 緯度 0°
- D. 在所有的緯度上都是一樣的。

A B C D

27. DSE 2015, Q3

1.3 地球上每單位面積接收到太陽輻射的功率為 P_0 。估算距離太陽 40 AU 的冥王星每單位面積所接收到太陽輻射的功率。

- A. $\frac{1}{39}P_0$
- B. $\frac{1}{40}P_0$
- C. $\left(\frac{1}{39}\right)^3 P_0$
- D. $\left(\frac{1}{40}\right)^2 P_0$

A B C D

28. DSE 2015, Q4

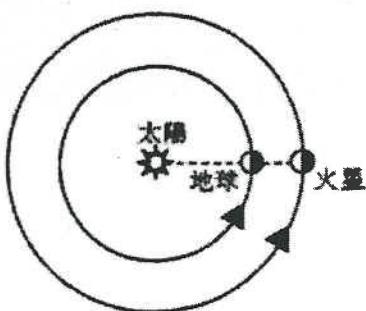
1.4 下列哪項伽利略的觀察跟宇宙的地心模型是有矛盾的？

- (1) 木星衛星的發現
 - (2) 火星的逆行運動
 - (3) 金星相圖的變化
- 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

29. DSE 2015, Q5

1.5 如圖所示，當地球跟太陽和火星成一直線時，從地球觀看火星看似是怎樣在夜空中移動的？

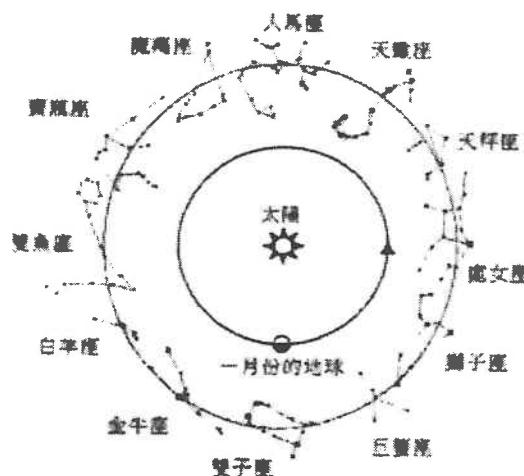


- A. 火星相對於背景的恆星從西至東運動。
- B. 火星相對於背景的恆星從東至西運動。
- C. 火星相對於背景的恆星並沒有運動。
- D. 火星的運動未能確定因不知東和西的方向。

A B C D

30. DSE 2015, Q6

1.6 於一月的夜晚在地球會見到下列哪些星座順次序經過子午線？



- A. 魔羯座、人馬座、天蠍座
 B. 天蠍座、人馬座、魔羯座
 C. 金牛座、雙子座、巨蟹座
 D. 巨蟹座、雙子座、金牛座

A B C D

31. DSE 2016, Q1

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？

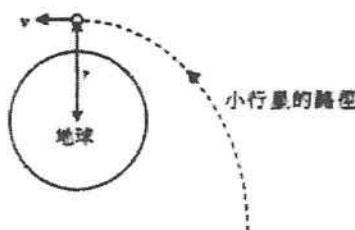
彈簧秤的讀數 物體所受的重力

- | | | |
|----|-------------------|-------------------|
| A. | 0 | 0 |
| B. | 0 | $\frac{GMm}{r^2}$ |
| C. | $\frac{GMm}{r^2}$ | 0 |
| D. | $\frac{GMm}{r^2}$ | $\frac{GMm}{r^2}$ |

A B C D

32. DSE 2016, Q2

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，它離地球最遠時的動能為多少？



- A. 0
 B. $\frac{1}{2}mv^2$
 C. $\frac{1}{2}mv^2 - \frac{GMm}{r}$
 D. $\frac{1}{2}mv^2 + \frac{GMm}{r}$

A B C D

33. DSE 2016, Q3

1.3 下列有關各種天體與星系大小的比較，哪些是正確的？

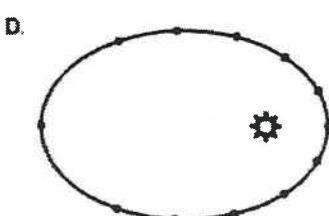
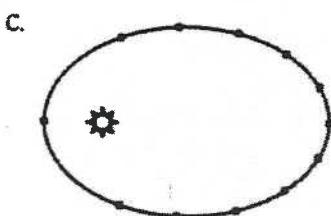
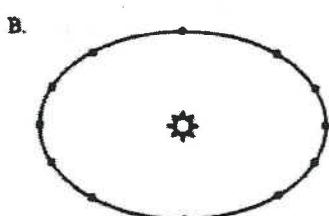
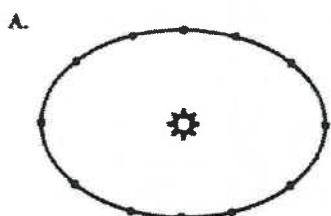
- (1) 星團較星系小。
- (2) 星系團較星系大。
- (3) 星雲較星系大。

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

A B C D

34. DSE 2016, Q4

1.4 以下哪項最能顯示一行星繞恒星運動時於相隔同等時段的位置？



A B C D

35. DSE 2016, Q5

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

36. DSE 2016, Q6

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 天文學和航天科學

1. DSE 2012

- (a) 設 R_S 、 T_S 和 L_S 為太陽的半徑、表面溫度和光度，而 R 、 T 和 L 為某恆星的半徑、表面溫度和光度。

(i) 證明 $R = \left(\frac{T_S}{T}\right)^2 \left(\frac{L}{L_S}\right)^{\frac{1}{2}} R_S$ 。 (2分)

- (ii) 獵戶座參宿四是一顆恆星，它的表面溫度為 3650 K，而其光度是太陽的 126000 倍。求參宿四的半徑，以 R_S 表達。取太陽的表面溫度為 5780 K。 (2分)

- (b) (i) 參宿四的距離據估算為 197 pc，而該距離對應於 (a)(ii) 部所提供的光度。於 2008 年其距離測定為 197 ± 45 pc。不需計算出其實際數值，解釋當取該測定距離的上限時，在 (a)(ii) 求得的參宿四半徑會怎樣改變。參宿四於這距離可當作點光源，並向各方均勻地發光。 (2分)

- (ii) 提出一個原因說明為何難以用視差法準確量度參宿四的距離。 (1分)

- (c) 在 2011 年，有媒體報道當參宿四發生超新星爆炸時(即完成其恆星生命歷程)，在數星期內參宿四在天空上會好像「第二個太陽」。參考下述資料，將參宿四的超新星爆炸與太陽兩者的亮度相比較，解釋這現象會否成真。 (3分)

一顆與參宿四質量相約的恆星經歷超新星爆炸時，在同一時間內能放出比太陽強 10^7 倍的光度，而大約 1% 爆炸的功率會轉化成可見光。取參宿四的距離為 200 pc。

2. DSE 2013

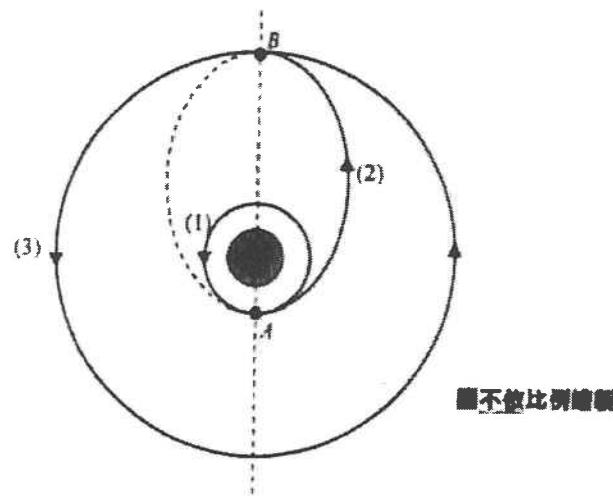
已知： $GM = 4.0 \times 10^{11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-1}$ ，其中 G 為萬有引力常數， M 為地球質量。

地球的平均半徑 = 6400 km。

地球靜止軌道的半徑約為 42400 km，即位於地球表面之上 36000 km。

以下描述把一個人造衛星發射到地球靜止軌道的一個方法：

- 用運載火箭把人造衛星發射到距地球表面 300 km 的圓形近地軌道 (1)。
- 於 A 點，人造衛星的引擎啓動一段短時間，使衛星推進入橢圓形轉移軌道 (2)，而 AB 為橢圓的長軸。
- 於 B 點，人造衛星的引擎再次啓動片刻，使衛星推進入地球靜止軌道 (3)。



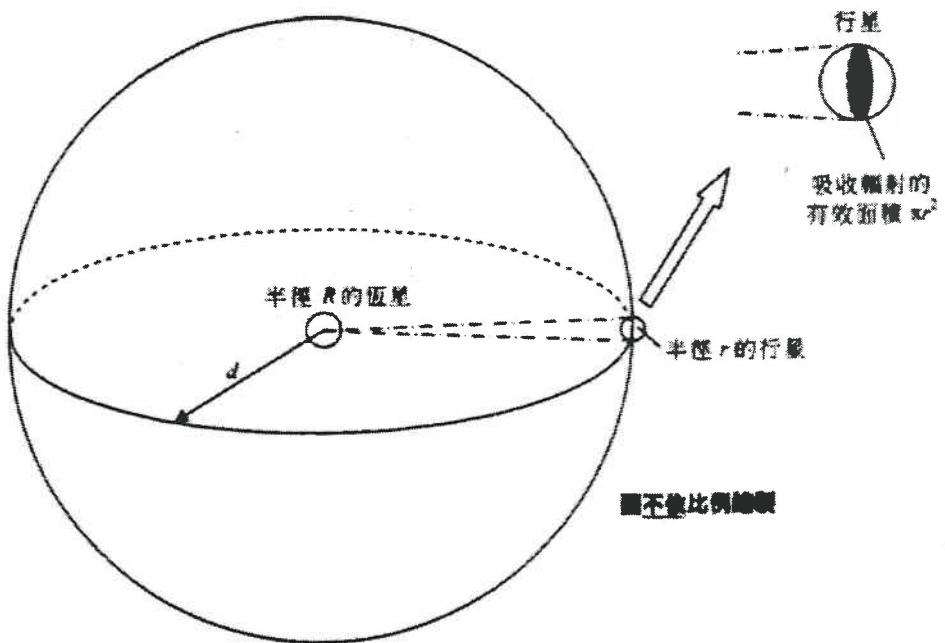
假設三組軌道處共面，而橢圓軌道分別於 A 和 B 點跟兩個圓形軌道相切。當人造衛星在轉移軌道上由 A 至 B 運動期間，引擎是關上的。

- (a) 通訊衛星一般會被發射到地球靜止軌道，指出並解釋這個安排的好處。 (2 分)
- (b) 求人造衛星在近地軌道 (1) 上的速率。 (2 分)
- (c)
 - (i) 就質量為 m 的人造衛星在半徑 r 的圓形軌道繞地球運動，證明其總機械能為 $-\frac{GMm}{2r}$ ，其中 M 為地球的質量。設人造衛星在無窮遠處的重力勢能為零。 (2 分)
 - (ii) 利用 (c)(i) 的結果計算將質量為 $m = 2000 \text{ kg}$ 的人造衛星，從通過 A 點的近地軌道 (1) 轉移至通過 B 點的地球靜止軌道 (3) 所需的能量。 (2 分)
 - (iii) 人造衛星沿轉移軌道 (2) 由 A 至 B 運動需時多久？ (2 分)

3. DSE 2014

Q.1: 結構式題目

- (a) 一半徑 R 和表面溫度 T_1 (單位 K) 的恆星向各方發射輻射，一半徑 r 的行星於距離 d 的軌道繞這恆星運動，而 d 遠較 R 和 r 大，假恆星和行星兩者皆表現為黑體。



- 取行星吸收從恆星所發射輻射的有效面積為 πr^2 ，證明行星所吸收的功率為 $\pi\sigma(\frac{rR}{d})^2T_1^4$ ，其中 σ 為斯特藩常數。假設行星是一個理想的輻射吸收體。 (2分)
- 如果行星只吸收能量，它的溫度會不斷上升，但這情況不會發生，因為行星吸收能量時亦會輻射出能量從而維持平衡狀態。證明行星的平衡表面溫度為 $T_p = \sqrt{\frac{R}{2d}}T_1$ 。 (2分)
- 一顆名為開普勒-22b 的行星被發現繞著一顆類太陽恆星運動，軌道半徑為 0.44 AU ($1 \text{ AU} = 1.50 \times 10^{11} \text{ m}$)。恆星的半徑為 $6.82 \times 10^8 \text{ m}$ ，而其表面溫度為 5518 K。
 - 利用 (a) 部的結果估算開普勒-22b 的平衡表面溫度。 (2分)
 - 一般認為液態水是行星上有否生物存活的關鍵。基於在 (b)(i) 部所得的資料，解釋開普勒-22b 行星是否適合生物存活。 (2分)
 - 如果開普勒-22b 以相同的軌道半徑繞一顆 K 等主序星運動，而非繞著一顆屬 G 等的類太陽恆星，它的平衡表面溫度會增加、減少還是保持不變？試寫出你的理據。已知：星等的次序為 OBAFGKM。 (2分)

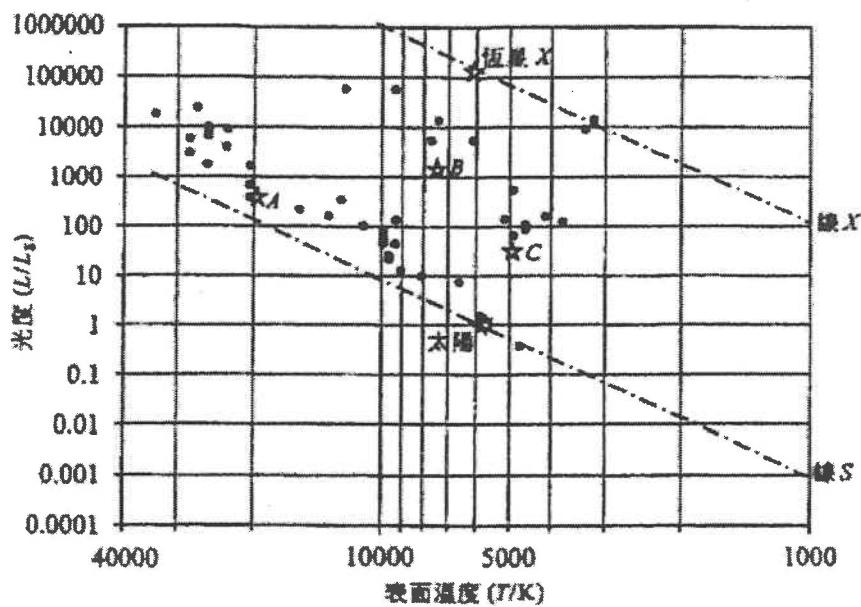
4. DSE 2016

Q.1: 結構式題目

(a) 定性說明一顆恆星的 賦光量等、半徑等和光度的關係。

(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 $T = 6100\text{ K}$ 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 $T_S = 5840\text{ K}$ 。 (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)

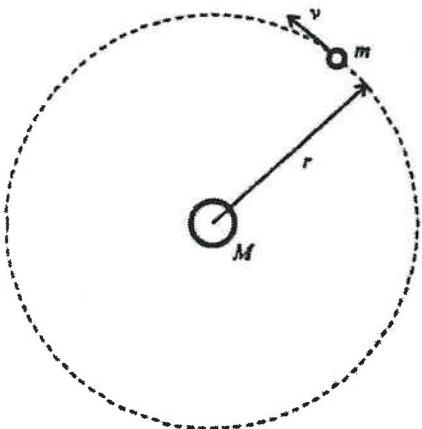
(ii) 就赫羅圖中的恆星 A 、 B 和 C ，試推斷哪一颗是最大的。 (1分)

5. DSE 2017

Q.1：結構式題目

- (a) 圖 1.1 顯示一個質量為 m 的物體圍繞質量為 M 的恆星運動，軌道半徑為 r 。該物體的速度為 v 。

圖 1.1



- (i) 以牛頓萬有引力定律證明

$$v^2 = \frac{GM}{r} ,$$

其中 G 為萬有引力常數。 (1 分)

- (ii) 據此或其他方法，證明

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{GM} r^3 ,$$

其中 T 為該物體運動的週期。 (2 分)

- (b) 恒星和氣體圍繞 M33 星系的中心運行。於靠近星系邊緣的位置 X 處(距星系的中心 3.98×10^{20} m)，氮氣的軌道速度約為 1.23×10^3 m s⁻¹。可以假設於 X 處的氮氣以圓形軌道運行。

- (i) 氮氣的其中一條光譜線 (HI 線) 的波長為 21.106 cm。若在 X 處的氮氣沿視線方向朝向地球運動，所觀測到 HI 線的波長是多少？ (2 分)

- (ii) 在 X 處的氮氣沿軌道環繞 M33 星系一周需時多久？ (1 分)

- (iii) 利用 (a)(ii) 部的結果或其他方法，估算 M33 星系的質量，以太陽質量表達答案。
已知：IAU = 1.50×10^{11} m，而 1 年 = 3.16×10^7 s。 (3 分)

- (iv) 天文學家估計 M33 星系中發光物體的總質量為 7×10^9 太陽質量。將這數據與 (b)(iii) 部的答案比較，若有差異，提供一個理由解釋。 (1 分)

1 天文學和航天科學

1. DSE 2012

1. (a) (i) $L_2 = \sigma T_2^4 (4\pi R_2^2)$ 1M
 $L_1 = \sigma T_1^4 (4\pi R_1^2)$
 $\therefore \frac{L_2}{L_1} = \frac{T_2^4 R_2^2}{T_1^4 R_1^2}$ 1M
 $R = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{L_2}{L_1}\right)^{\frac{1}{2}} R_1$ 2
- | | | | | |
|------|-----|-----------------------|------------------|-------|
| (ii) | 太陽 | $T_1 = 5780\text{ K}$ | L_1 | R_1 |
| | 參宿四 | $T = 3650\text{ K}$ | $L = 126000 L_1$ | R |
- $$R = \left(\frac{5780}{3650}\right)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{126000 L_1}{L_1}\right)^{\frac{1}{2}} R_1$$
- $$\approx 890 R_1$$
- 1A 2
- (b) (i) \because 所量得亮度不變而亮度 $\propto \frac{L}{4\pi d^2}$ 或 $\propto \frac{L}{d^2}$ 或 L 與 d 增加。
 d 增加 $\rightarrow L$ 較大。(若距離 d 取為 (197+45) pc)
即就參宿四而言， $\because L \propto R^2 \quad \therefore R$ 增加。
- 註**
 $M = m - 5(\log_{10} d - 1)$ 或 $M = m - 5(\log_{10} \frac{d}{10})$
(M : 絶對星等, m : 觀星等)
- (ii) 誤差法 ($d = \frac{1}{p}$, 準確至約 100 pc 之內) 太細或 d 太大/太遠
 $\left(- (1/200)^m = 5 \text{ millisecc}\right)$ 1A 1
- (c) $L = 10^3 L_1$, 亮度 $= \frac{(0.01 \times 10^3 L_1)}{4\pi d^2}$ 1M
 $d = 200 \times 206265 \text{ AU} = 41253000 \text{ AU}$ 1M
亮度 $= \frac{(0.01 \times 10^3)}{41253000^2} \frac{L_1}{4\pi(1\text{AU})^2} \times \frac{(0.01 \times 10^3)}{41253000^2}$ 太陽的亮度
 $= 5.88 \times 10^{-9}$ 太陽的亮度 2

2. DSE 2013

| | 分數 |
|--|------------|
| 1. (a) 人造衛星保持位於地球赤道某地點的豎直上方，而週期 = 24 小時，與地球自轉的週期相同。故此，易於從地球發射 / 接收訊號 / 無需移動天線來追蹤人造衛星。 | 1A 2 |
| (b) $\frac{mv^2}{r} = \frac{GMm}{r^2}$ | 1M |
| $v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{\frac{4.0 \times 10^{14}}{(6.4 \times 10^6 + 0.3 \times 10^6)}}$ | |
| $= 7727 \text{ m s}^{-1}$ | 1A 2 |
| (c) (i) 總能量 $= \frac{1}{2}mv^2 + \left(\frac{-GMm}{r}\right)$ $= \frac{GMm}{2r} + \left(\frac{-GMm}{r}\right) = \frac{-GMm}{2r}$ $\left(\frac{mv^2}{r} = \frac{GMm}{r^2} \text{ 即 } \frac{mv^2}{2} = \frac{GMm}{2r}\right)$ | 1M 2 |
| (ii) $\Delta E = \frac{-GMm}{2} \left(\frac{1}{r_B} - \frac{1}{r_A} \right) = \frac{1}{2} (4.0 \times 10^{14}) (2000) \left(\frac{1}{6700} - \frac{1}{42400} \right) \times 10^{-3}$ $= 5.03 \times 10^{10} \text{ J}$ | 1M 1A 2 |
| (iii) 開普勒第三定律用於橢圓形軌道 $T^2 = \frac{4\pi^2 a^3}{GM}$ $a = [r_A + r_B] \div 2$ $= \frac{6.7 \times 10^6 + 42.4 \times 10^6}{2} \text{ m}$ $= 2.455 \times 10^7 \text{ m}$ | 1M |
| 由 A 到 B 的時間 $= \frac{T}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{4\pi^2 a^3}{GM}} = \frac{2\pi}{2} \sqrt{\frac{a^3}{GM}} = \pi \sqrt{\frac{(2.455 \times 10^7)^3}{4.0 \times 10^{14}}}$ $= 19107 \text{ s} = 318.5 \text{ 分鐘} / 5.3 \text{ 小時}$ | 1A 2 |
| {或: $T^2 \propto a^3$ $\left(\frac{T}{24}\right)^2 = \left[\frac{(6700 + 42400) + 2}{42400}\right]^2$ $T = 10.6 \text{ 小時} \Rightarrow t = 5.3 \text{ 小時}$ } | |

3. DSE 2014

| | | |
|---------|---|----------------------|
| 1. | (a) (i) 恒星光度 $L = 4\pi R^2 \sigma T_s^4$ 離恒星距離 d 處的每單位面積的功率 $= \frac{L}{4\pi d^2} = \frac{R^2}{d^2} \sigma T_s^4$ 吸收的功率 $= \pi r^2 \times \frac{R^2}{d^2} \sigma T_s^4$ | 1M 1M 2 |
| | (ii) 處於平衡狀態時，吸收的功率 = 輻射出的功率 $\frac{R^2}{d^2} \pi r^2 \sigma T_s^4 = 4\pi r^2 \sigma T_p^4$ $\frac{R^2}{d^2} T_s^4 = 4 T_p^4$ $T_p^4 = \frac{R^2}{4d^2} T_s^4$ $T_p = \sqrt{\frac{R}{2d}} T_s$ | 1M 1M 1+1 2 |
| (b) (i) | $T_p = \sqrt{\frac{R}{2d}} T_s$ $= \sqrt{\frac{6.82 \times 10^8}{2 \times (0.84 \times 1.50 \times 10^{11})}} 5518$ $= 287 \text{ K (或 } 14^\circ\text{C)}$ | 1M 1A 2 |
| | (ii) 溫度介乎 273 K 和 373 K。 行星上可能有(液態)水。 因此，條件有利於生物存活。 | 1A 1A 2 |
| | (iii) 平衡表面溫度會較低 / 減少。 一顆屬 K 等的恆星較一顆屬 G 等的恆星冷。 | 1A 1A 2 |

4. DSE 2016

| | | |
|---|---|--|
| 1. (a) 恒星等是亮度的量度，其取決於（恒星的）光度和離開地球的距離。 | 1A | 亮度 - 於觀測者處每單位面積的功率 - 光度 / ($4\pi D^2$) |
| 倘距離 D 固定（於 10 pc），這稱為絕對星等，而其只取決於光度。 | 1A | |
| (b) (i) | 1M | |
| $L = 4\pi R^2 \sigma T^4$ | | |
| $L_S = 4\pi R_S^2 \sigma T_S^4$ | | |
| 假設太陽和恆星為黑體。 | 1A | |
| (ii) | 2 | |
| $\frac{R}{R_S} = \left(\frac{L}{L_S}\right)^{1/2} \left(\frac{T_S}{T}\right)^2$ | 1M | |
| $\frac{R}{R_S} = (126000)^{1/2} \times \left(\frac{5840}{6100}\right)^2$ | 1A | |
| $R = 325.350364 R_S \quad R_S = 325 R_S$ | 1A | |
| 恆星 X - (超) 巨星 | 1A | |
| (c) (i) | 3 | |
| $\underbrace{\log\left(\frac{L}{L_S}\right)}_{y = \log\left(\frac{L}{L_S}\right)} = 4 \underbrace{\log T + 2 \log\left(\frac{R}{R_S}\right)}_{x = \log T} - 4 \log T_S$ | 1A | |
| $y = \log\left(\frac{L}{L_S}\right) \quad x = \log T$ | 接受 $x = \log\left(\frac{T}{T_S}\right)$ | |
| 它呈現為一條直線 $y = mx + c$ (而 $m = 4$) | 1A | |
| y -截距 c 則從恆星半徑 R 判定 | 1A | |
| [註： $c = +2 \log\left(\frac{R}{R_S}\right) - 4 \log T_S$ ， R_S 和 T_S 為常數] | 2 | |
| (ii) B (最大的) | 1A | |
| | 1 | |

5. DSE 2017

| | |
|---|--------------------|
| <p>1. (a) (i) $\frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$</p> $v^2 = \frac{GM}{r}$ | IM 1 |
| <p>(ii) $T = \frac{2\pi r}{v}$</p> $T^2 = \frac{4\pi^2 r^2}{v^2}$ $= \frac{4\pi^2 r^2}{\left(\frac{GM}{r}\right)} \quad \text{根据 (i)}$ $= \frac{4\pi^2}{GM} r^3$ | IM 1 IM 2 |
| <p>(b) (i) 利用 $\frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} \approx \frac{v}{c}$</p> $\Delta\lambda \approx \frac{v}{c} \lambda_0 = \frac{1.23 \times 10^5}{3 \times 10^8} \times 21.106$ $= 8.65346 \times 10^{-3} \text{ cm}$ $\lambda = \lambda_0 - \Delta\lambda$ $= 21.106 - 8.65346 \times 10^{-3}$ $= 21.097 \text{ cm}$ | IM 1A 1 2 |
| <p>(ii) $T = \frac{2\pi r}{v}$</p> $= \frac{2 \times 3.14 \times (3.98 \times 10^{20})}{1.23 \times 10^5}$ $= 2.03 \times 10^{16} \text{ s (或 } 6.42 \times 10^8 \text{ 年)}$ | 1A 1 |

I. (b) (i) 對在 X 處圍繞 M33 星系運行的氫氣而言，

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{GM} r^3 \dots\dots(1)$$

其中 T 為 (b)(ii) 部的答案， M 為 M33 星系的質量，而 r 為 X 處與星系中心的距離。

考慮地球圍繞太陽運行，

$$T_s^2 = \frac{4\pi^2}{GM_s} r_s^3 \dots\dots(2)$$

其中 $T_s = 1$ 年， $r_s = 1$ AU 而 M_s 為太陽質量。

1M

$\frac{(1)}{(2)}$ 得

$$\frac{T^2}{T_s^2} = \frac{M_s}{M} r^3$$

$$M = \frac{T_s^2 r^3}{T^2 r_s^3} M_s$$

1M

$$= \left(\frac{3.16 \times 10^7}{2.03 \times 10^{16}} \right)^2 \left(\frac{3.98 \times 10^{20}}{1.50 \times 10^{11}} \right)^3 M_s$$

$$= 4.526 \times 10^{10} M_s \approx 4.53 \times 10^{10} M_s$$

1A

另解：

利用 $T^2 = \frac{4\pi^2}{GM} r^3$ 找出 M33 的質量

1M

$$M = \frac{4\pi^2 (3.98 \times 10^{20})^3}{G (2.03 \times 10^{16})^2} = 9.055 \times 10^{40} \text{ kg}$$

利用 $T_s^2 = \frac{4\pi^2}{GM_s} r_s^3$ 計算太陽質量

1M

$$M_s = \frac{4\pi^2 (1.5 \times 10^{11})^3}{G (3.16 \times 10^7)^2} = 2.0 \times 10^{30} \text{ kg}$$

得出 $M = 4.526 \times 10^{10} M_s$

1A

3

(iv) 星系內有暗物質/質量(非常)巨大的黑洞/非發光體存在。

1A

1

2 原子世界

1. DSE 2012, Q1

依據古典物理學的觀點，盧瑟福的原子模型有什麼局限？

- (1) 這原子會不斷發出電磁輻射。
- (2) 這原子會變得不穩定而最終會坍塌。
- (3) 原子發射光譜會是連續而非分立的。

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

2. DSE 2012, Q2

下列哪些有關光譜的敘述是正確的？

- (1) 鐵絲燈所發射出的是連續光譜。
- (2) 透過一些氫氣觀看鐵絲燈可得到線狀吸收光譜。
- (3) 氢的發射光譜包含一明亮背景並有一些暗線。

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

3. DSE 2012, Q3

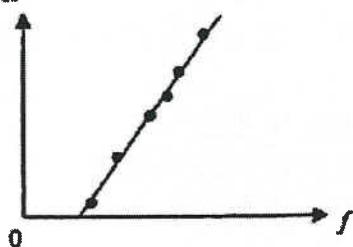
以能量為 7 eV 的光子照射光電池的陰極，發射出光電子的最大動能為 4 eV。當能量為 4 eV 的光子照射陰極時，遏止電勢應是

- A. 0 V。
- B. 1 V。
- C. 2 V。
- D. 3 V。

A B C D

4. DSE 2012, Q4

在探究光電效應時，以不同頻率 f 的紫外線照射某金屬，並量度所發射出光電子的最大動能 K 。所示為標繪得的線圖。



如以強度較高的紫外線照射同一金屬，線圖會發生什麼變化？

線圖斜率 線圖於水平軸的截距

- | | | |
|----|----|----|
| A. | 減少 | 不變 |
| B. | 增大 | 不變 |
| C. | 不變 | 不變 |
| D. | 不變 | 減少 |

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

5. DSE 2012, Q5

根據玻爾的氫原子模型，電子在第一受激態的軌道半徑與第二受激態的比例是

- | | |
|----|----------------|
| A. | 1:2。 |
| B. | $1:\sqrt{2}$ 。 |
| C. | 4:9。 |
| D. | 2:3。 |

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

6. DSE 2012, Q6

下列哪一項的德布羅意波長最短？

- | | |
|----|---|
| A. | 一個 60 kg 的人以 0.8 m s^{-1} 步行。 |
| B. | 一隻質量為 0.3 kg 的鳥以 20 m s^{-1} 飛行。 |
| C. | 一個質量為 0.6 kg 的籃球以 12 m s^{-1} 移動。 |
| D. | 一顆質量為 0.05 kg 的子彈以 800 m s^{-1} 移動。 |

7. DSE 2012, Q7

下列哪一性質可解釋蓮花效應？

- | | |
|----|----------|
| A. | 吸水性質 |
| B. | 斥水性質 |
| C. | 物質的波粒二象性 |
| D. | 高導電性 |

8. DSE 2012, Q8

如果將物質的大小減至成為 10 nm 大小的粒子，以下哪些有關這些粒子的性質會跟該物質整體的有所不同？

- (1) 光學性質
- (2) 力學性質
- (3) 電學性質

- 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

9. DSE 2013, Q1

2.1 在一個 α -粒子的散射實驗中，原子內的電子對入射 α -粒子的路徑近乎沒有影響，最有可能的原因是

- A. 電子非常細小以致 α -粒子不會碰撞到電子。
- B. 電子平均分布於原子內，因此作用於 α -粒子的合力為零。
- C. 電子和 α -粒子之間沒有電相互作用。
- D. α -粒子與電子碰撞時，其動能改變可以忽略。

A B C D

10. DSE 2013, Q2

2.2 根據古典電磁理論，從盧瑟福原子模型可得到什麼推論？

- A. 原子是穩定的，而原子光譜為連續譜。
- B. 原子是穩定的，而原子光譜為線狀譜。
- C. 原子是不穩定的，而原子光譜為連續譜。
- D. 原子是不穩定的，而原子光譜為線狀譜。

A B C D

11. DSE 2013, Q3

2.3 下列哪些光譜是連續的？

- (1) 燃燒蠟燭所產生的光譜
- (2) 白熾燈所產生的光譜
- (3) 氣體放電管所產生的光譜

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

A B C D

12. DSE 2013, Q4

- 2.4 氢原子中的電子所處能級為 $E_n = -\frac{E_0}{n^2}$ ，其中 E_0 為常數而 $n = 1, 2, 3, \dots$ 。能把第一受激態的氫原子電離的光子，其最大波長是多少？(\hbar =普朗克常數， c =在真空中光的速度)

- A. $\frac{3hc}{4E_0}$
- B. $\frac{hc}{E_0}$
- C. $\frac{4hc}{3E_0}$
- D. $\frac{4hc}{E_0}$

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

13. DSE 2013, Q5

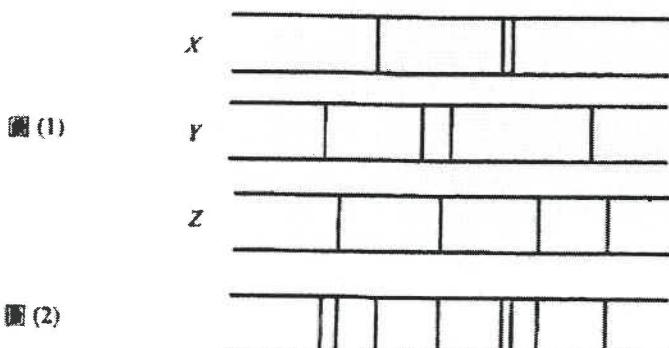
- 2.5 當一粒電子在一氫原子內從一受激態下跌至基態，是不會有下列哪一種輻射放出？

- A. γ 輻射
- B. 紫外輻射
- C. 紅外輻射
- D. 可見光

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

14. DSE 2013, Q6

2.6



- 圖(1)顯示三種元素 X 、 Y 和 Z 的線狀光譜，而圖(2)為某種礦物的線狀光譜，根據圖線分析，哪種元素一定不會在這種礦物中找到？

- A. X
- B. Y
- C. Z
- D. 以上三者皆存在於礦物中。

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

15. DSE 2013, Q7

- 2.7 典型的透射電子顯微鏡 (TEM) 的最小可分辨長度約為 0.2 nm 。如果有一種粒子跟電子的電荷相同而質量大四倍，而這粒子束以相同電壓在 TEM 內加速，最小可分辨長度會變為

- A. 0.05 nm
- B. 0.1 nm
- C. 0.4 nm
- D. 0.8 nm

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

16. DSE 2013, Q8

2.8 一個邊長 1 mm 的立方體被分割成邊長 1 nm 的納米標準立方體，其總表面面積增加了多少倍？

- A. 10^6
- B. 10^8
- C. 10^{10}
- D. 10^{12}

A B C D

17. DSE 2014, Q1

2.1 下列哪些有關盧瑟福原子模型的敘述是正確的？

- (1) 原子的全部正電荷和幾乎所有質量都集中在中央的細小原子核。
- (2) 帶負電荷的電子在軌道上圍繞原子核運動。
- (3) 電子只能帶特定能量在某些軌道上運動，且在加速度時不會放出輻射。

- 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

18. DSE 2014, Q2

2.2 太陽光的光譜中存在暗線。下列哪些敘述是正確的？

- (1) 暗線源於太陽大氣層中的原子吸收了某些波長的光。
- (2) 太陽大氣層中的原子吸收光後再向各方發射。
- (3) 從暗線的特性可推斷出太陽大氣層中所存在原子的類別。

- 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

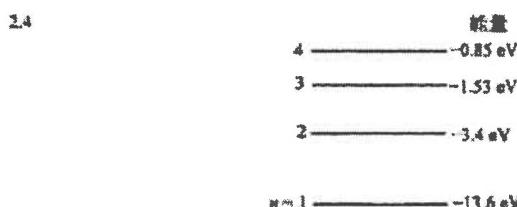
19. DSE 2014, Q3

2.3 一個處基態的氫原子吸收波長為 λ 的光子，使其從量子數 $n=1$ 受激至 $n=3$ 。一個處基態的氫原子其電離能以 eV 為單位是

- A. $\frac{3hc}{2\lambda}$
- B. $\frac{2hc}{3\lambda}$
- C. $\frac{9hc}{8\lambda}$
- D. $\frac{8hc}{9\lambda}$

A B C D

20. DSE 2014, Q4



氫原子最低的四個能級如上圖所示。下列哪項有關處基態氫原子的敘述是不正確的？

- A. 動能 10 eV 的電子跟原子的碰撞是完全彈性的。
- B. 動能 12 eV 的電子跟原子的碰撞可以為非彈性。
- C. 能量 12 eV 的光子可將原子激發至第一受激態。
- D. 能量 14 eV 的光子可將原子電離。

A B C D

21. DSE 2014, Q5

2.5 當每個能量為 3.41 eV 的光子入射金屬面時，所發射出光電子的最大動能為 0.54 eV 。該金屬的臨界頻率是多少？

- A. $4.33 \times 10^{22} \text{ Hz}$
- B. $9.53 \times 10^{14} \text{ Hz}$
- C. $8.23 \times 10^{14} \text{ Hz}$
- D. $6.93 \times 10^{14} \text{ Hz}$

A B C D

22. DSE 2014, Q6

2.6 頻率為 f 的光束照射光電池的陰極使其發射出光電子。如果以頻率 $2f$ 而強度相同的另一光束取代，下列各項物理量會有何改變？設每一入射光子能發射出一粒光電子。

V_0 : 過止電勢
 I : 饱和光電流的量值

| | V_0 | I |
|----|-------|-----|
| A. | 增加 | 增加 |
| B. | 增加 | 減少 |
| C. | 保持不變 | 減少 |
| D. | 減少 | 增加 |

A B C D

23. DSE 2014, Q7

2.7 物體 X 的德布羅意波長較物體 Y 的短。下列哪些推斷必定正確？

- (1) X 的速率高於 Y 。
- (2) X 的動量大於 Y 。
- (3) X 的動能大於 Y 。

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

A B C D

24. DSE 2014, Q8

2.8 下列哪些有關納米科技的敘述是正確的？

- (1) 被上納米厚度氧化鋅的玻璃能自我清潔。
- (2) 碳納米管和鑽石中的碳原子空間布局相同。
- (3) 當金的大小減至納米標準時，它的熔點跟其整體形態的會有所不同。

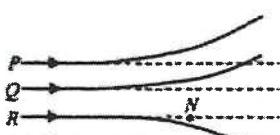
- A. 只有 (1) 和 (2)
- B. 只有 (1) 和 (3)
- C. 只有 (2) 和 (3)
- D. (1)、(2) 和 (3)

A B C D

25. DSE 2015, Q1

Q.2: 多項選擇題

2.1 初始動能相同的一束 α -粒子被重原子核 N 散射，在圖中若 P 為其中一粒 α -粒子的可能路徑，路徑 Q 、 R 和 S 之中何者可以是這粒 α -粒子的路徑？



- A. 只有 Q 和 R
- B. 只有 R 和 S
- C. 只有 Q
- D. 只有 S

A B C D

26. DSE 2015, Q2

2.2 下列哪項提供了原子內有分立能級的實驗證據？

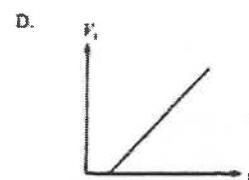
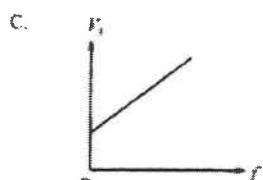
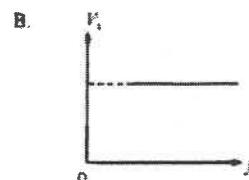
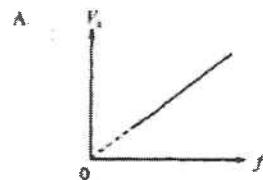
- (1) 納放電管的光譜
- (2) 鈷鉻燈的光譜
- (3) 電子液晶體內的原子間距衍射

- 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"/> |

27. DSE 2015, Q3

2.3 在一光電實驗中使用頻率 f 的單色光照射一金屬表面，所發射出光電子的遏止電勢為 V_0 。如果改變頻率 f ， V_0 會如何跟隨？變化？



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

28. DSE 2015, Q4

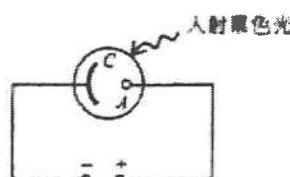
2.4 一架間諭偵察機在地球表面上 10 km 的高度巡航。機上所配備的照相機其物鏡的孔徑為 10 cm。估算這架相機能分辨在地球表面兩細小物體的最小距離，假設兩物體均發射出波長 500 nm 的光。

- A. 0.05 m
- B. 0.061 m
- C. 0.10 m
- D. 0.122 m

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

29. DSE 2015, Q5

2.5



光電池如圖所示接駁了直流電源，單色光照射光電池的陰極 C 使其發射出光電子。光電子對陽極 A 的最大動能取決於

- (1) 陰極表面由哪種金屬造成。
- (2) 直流電源的電壓。
- (3) 所用單色光的強度。

- 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"/> |

30. DSE 2015, Q6

2.6 北極光常可在高緯度的空中看到。當來自外太空的高能電子跟大氣上層的氮原子碰撞時，氮原子會被激發，隨後所發射出的光通常為波長 558 nm 的綠光。這些高能電子的最小速率的數量級為

- A. 10^2 m s^{-1} .
- B. 10^4 m s^{-1} .
- C. 10^6 m s^{-1} .
- D. 10^8 m s^{-1} .

A B C D

31. DSE 2015, Q7

2.7 下列哪項可增加透射電子顯微鏡 (TEM) 的解像能力？

- (1) 增加電子槍的陽極電壓
- (2) 減小物鏡的孔徑
- (3) 增加投影磁透鏡和螢光屏的距離

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

A B C D

32. DSE 2015, Q8

2.8 氧化鋅 (ZnO) 用於某些防曬霜。下列哪項敘述是正確的？

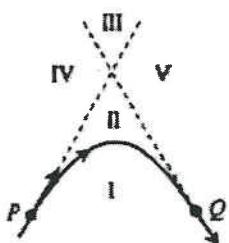
- (1) 納米大小的 ZnO 能阻隔紫外輻射，而較大的 ZnO 則不能。
- (2) 納米大小的 ZnO 相比較大的 ZnO 更能有效反射可見光。
- (3) 含有納米大小 ZnO 的防曬霜塗於皮膚上是呈透明的。

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

A B C D

33. DSE 2016, Q1

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。兩虛線之間軌跡將平面分成五個區域 (I-V)。金原子核可處於那一/哪些區域？

- A. I
- B. II
- C. III
- D. IV 或 V

A B C D

34. DSE 2016, Q2

2.2 下列哪些有關波粒二重性的敘述是正確的？

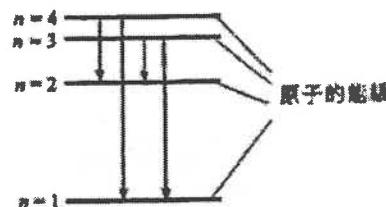
- (1) 光的干涉是光表現其波動性質的證據。
- (2) 光電效應是光表現其粒子性質的證據。
- (3) 電子被晶體衍射顯示電子表現其波動性質。

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

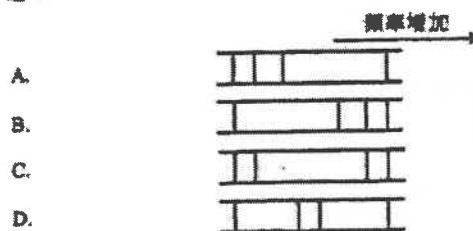
A B C D

35. DSE 2016, Q3

2.3



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



A B C D

36. DSE 2016, Q4

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 $n=1$
- B. $n=3$ 至 $n=2$
- C. $n=4$ 至 $n=2$
- D. $n=5$ 至 $n=2$

A B C D

37. DSE 2016, Q5

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
- B. 4:1
- C. 1:2
- D. 2:1

A B C D

38. DSE 2016, Q6

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数量級為

- A. 10^{-1} rad
- B. 10^{-2} rad
- C. 10^{-3} rad
- D. 10^{-4} rad

A B C D

39. DSE 2016, Q7

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

40. DSE 2016, Q8

2.8 以下哪項納米科技的應用是利用了蓮花效應？

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

A B C D

41. DSE 2017, Q1

2.1 根據盧瑟福原子模型，下列哪些描述正確？

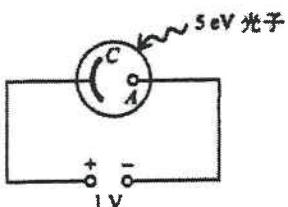
- (1) 原子的差不多所有質量皆集中在其原子核。
- (2) 原子的差不多所有電荷皆集中在其原子核。
- (3) 電子圍繞原子核運行。

- 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

42. DSE 2017, Q2

2.2



圖示一個光電池與 1 V d.c. 電源連接。一單色光束照射光電池的陰極 C 使光電子射出，光束中每一光子的能量為 5 eV。若陰極 C 的功函數為 2 eV，到達陽極 A 的光電子其最高動能為多少？

- A. 2 eV
- B. 3 eV
- C. 4 eV
- D. 6 eV

A B C D

43. DSE 2017, Q3

2.3 當波長分別為 λ 和 $\frac{1}{4}\lambda$ 的單色光照射一光電池的陰極表面，遏止電勢的比例為 1 : 2，能使該光電池發射出光電子的單色光，其波長最長是多少？

- A. λ
- B. $\frac{1}{3}\lambda$
- C. $\frac{1}{2}\lambda$
- D. $\frac{2}{3}\lambda$

A B C D

44. DSE 2017, Q4

2.4 將來自鈉放電管的一束平行黃光射向載有鈉氯的玻璃管，當鈉氯吸收黃光後，會出現以下哪一種情況？

- A. 再見不到有黃光。
- B. 鈉氯沿入射光束的方向發射出黃光。
- C. 鈉氯向各個方向發射出黃光。
- D. 鈉氯向各個方向發射出白光。

A B C D

45. DSE 2017, Q5

2.5 將一束 8 keV 的電子射向一晶體以觀測電子的繞射，一粒 8 keV 的電子其德布羅意波長為多少？

- A. 4.34×10^{-10} m
- B. 1.37×10^{-11} m
- C. 1.74×10^{-19} m
- D. 5.49×10^{-21} m

A B C D

46. DSE 2017, Q6

2.6 位於貴州省的射電望遠鏡，供觀測用的有效口徑為 300 m，它可用於觀測頻率介於 7×10^7 Hz 至 3×10^9 Hz 的電磁波，估算該望遠鏡可分辨的最小角間距。

- A. 4.07×10^{-4} rad
- B. 9.49×10^{-4} rad
- C. 1.74×10^{-2} rad
- D. 4.07×10^{-2} rad

A B C D

47. DSE 2017, Q7

2.7 植物雪城花的葉被納米標準的細絲覆蓋，這些細絲吸收紫外輻射但反射所有可見光，下列哪些描述正確？

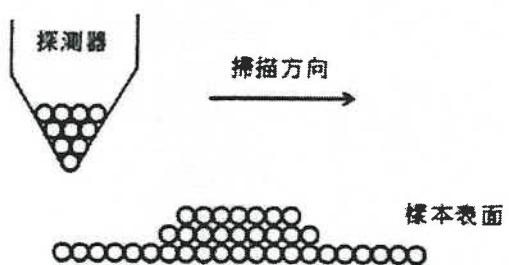
- (1) 由於細絲反射所有可見光，在陽光下觀看，葉子成白色。
- (2) 細絲不能以光學顯微鏡觀測。
- (3) 因細絲太微小，即使被人體吸收，亦對健康無害。

- 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

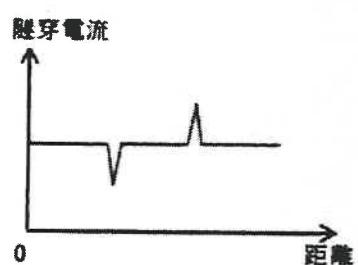
48. DSE 2017, Q8

2.8 顯示一座掃描隧道顯微鏡 (STM) 掃描經過一個樣本表面，探測器水平地以固定高度掃描經過該樣本表面。

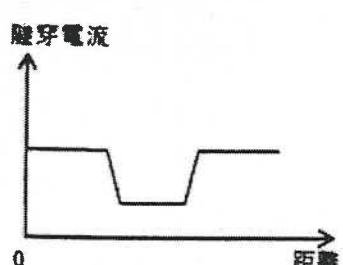


下列哪一個線圖最能表示隧道電流隨探測器所移動距離的變化？

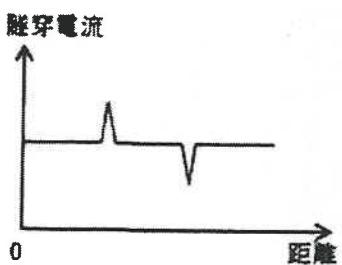
A.



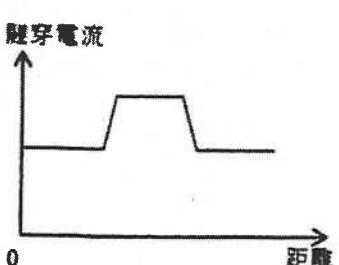
B.



C.



D.



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

37. DSE 2016, Q7

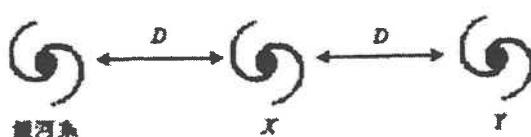
- 1.7 肉眼所見恆星 X 和 Y 的亮度相同。恆星 X 光度得的視差是恆星 Y 的兩倍。 $\frac{\text{恒星 } X \text{ 的光度}}{\text{恒星 } Y \text{ 的光度}}$ 之比是多少？

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

A B C D

38. DSE 2016, Q8

- 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} 電線出現 $\Delta\lambda$ 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} 電線出現的紅移大於 $\Delta\lambda$ 。
- (2) 從星系 X 觀測銀河系的 H_{α} 電線沒有出現紅移。
- (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

39. DSE 2017, Q1

- 1.1 一般而言，在一年之間火星在天空向東移動。在 2016 年的五月和六月觀測到火星的逆行運動。下列哪項/哪些描述正確？

- (1) 在該段時間內，火星在天空向西移動。
- (2) 可觀測到逆行運動是因為地球移動較火星快。
- (3) 托勒密地心模型不能解釋逆行運動。

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

A B C D

40. DSE 2017, Q2

- 1.2 在太空站內的兩名太空人感受「失重」，太空人的質量分別為 50 kg 和 70 kg。下列哪項/哪些描述正確？

- (1) 地球沒有重力作用於該兩名太空人。
- (2) 作用於該兩名太空人的淨力相同。
- (3) 該兩名太空人有相同的加速度。

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

A B C D

41. DSE 2017, Q3

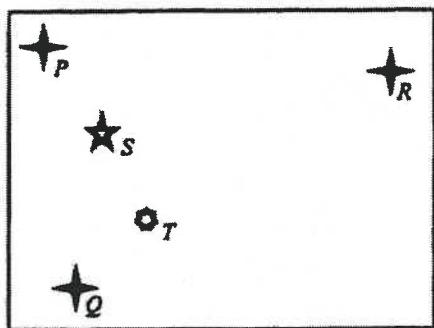
1.3 已知月球的半徑為 $0.273 R$ ，其中 R 為地球的半徑。而月球表面的重力加速度為 $\frac{1}{6}g$ ，其中 g 為地球表面的重力加速度。若 v 為在地球表面的逃逸速度，在月球表面的逃逸速度是多少？

- A. $0.046v$
- B. $0.167v$
- C. $0.213v$
- D. $0.273v$

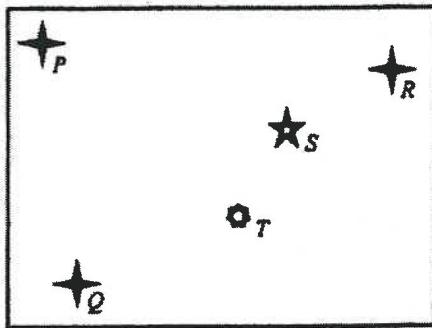
A B C D

42. DSE 2017, Q4

1.4 下面顯示在某年的一月和五月所拍攝天空中相同區域的圖像。 P 、 Q 、 R 、 S 和 T 為五顆恆星。



一月景觀



五月景觀

下列哪項/哪些描述必定正確？

- (1) 恒星 P 、 Q 和 R 與地球等距。
- (2) 恒星 S 的視差較恒星 T 的小。
- (3) 恒星 S 較恒星 T 接近地球。

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

A B C D

43. DSE 2017, Q5

1.5 下表顯示三顆恆星的視星等和絕對星等。

| 恒星 | 視星等 | 絕對星等 |
|------|-------|-------|
| 天狼星A | -1.47 | 1.42 |
| 織女一 | 0.03 | 0.58 |
| 北極星A | 1.98 | -3.64 |

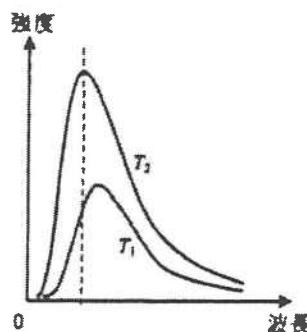
下列哪項正確？

- | 光度最大 | 離地等最近 | 從地球上觀看最亮 |
|---------|-------|----------|
| A. 天狼星A | 天狼星A | 北極星A |
| B. 天狼星A | 織女一 | 天狼星A |
| C. 北極星A | 織女一 | 北極星A |
| D. 北極星A | 北極星A | 天狼星A |

A B C D

44. DSE 2017, Q6

1.6 圖示為一黑體於兩不同溫度 T_1 和 T_2 的輻射的光譜。



下列哪項正確？

溫度較高 於 T_1 時的顏色

- | | | | |
|----|-------|------|---|
| A. | T_1 | 顯得較紅 | A |
| B. | T_1 | 顯得較藍 | B |
| C. | T_2 | 顯得較紅 | C |
| D. | T_2 | 顯得較藍 | D |

45. DSE 2017, Q7

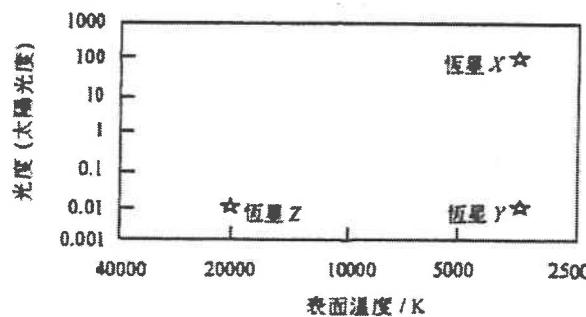
1.7 已知太陽為一顆 G 型恆星，而船尾座 ζ 為一顆 O 型超巨星。下列哪項正確？
已知：光譜型的次序為 OBAFGKM。

表面溫度較高 光度較大

- | | | | |
|----|-------------|-------------|---|
| A. | 船尾座 ζ | 船尾座 ζ | A |
| B. | 船尾座 ζ | 太陽 | B |
| C. | 太陽 | 船尾座 ζ | C |
| D. | 太陽 | 太陽 | D |

46. DSE 2017, Q8

1.8 下圖顯示恆星 X、Y 和 Z 的資料。



下列哪項有關三顆恆星大小的比較是正確的？

- | | | |
|----|-------------|---|
| A. | $X > Y > Z$ | A |
| B. | $X = Y > Z$ | B |
| C. | $X > Y = Z$ | C |
| D. | $Z > Y > X$ | D |

2 原子世界

1. DSE 2012, Q2

氫原子中的電子所處能級為

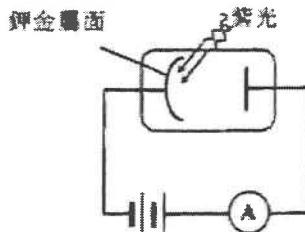
$$E = -\frac{13.6}{n^2} \text{ eV}$$

- (a) 解釋 E 為負值的物理意義。 (1分)
- (b) 說出玻耳氫原子模型兩個非「古典」的公設。 (2分)
- (c) 以波長為 102.8 nm 和 100.0 nm 的一束紫外光照射處於基態的氫氣。結果 102.8 nm 的紫外光被氫氣吸收，而 100.0 nm 的紫外光卻不受影響。
- (i) 計算波長為 102.8 nm 紫外光的光子能量，以 eV 表示。當氫原子吸收這個光子後，其量子數是多少？ (3分)
- (ii) 為什麼 100.0 nm 的紫外光通過氫氣沒有被吸收？ (1分)
- (iii) 當該粒受激的氫原子回到基態時，有多少個躍遷的可能性？指出其中哪一個躍遷會放出可見光，並加以解釋。已知：一粒可見光的光子的能量介乎 1.7 eV 至 3.2 eV。 (3分)

2. DSE 2013

Q2: 結構式題目

以某波長的紫光照射鉀金屬面，使金屬面發射出電子，其最大動能為 0.81 eV。鉀的功函數為 2.30 eV。

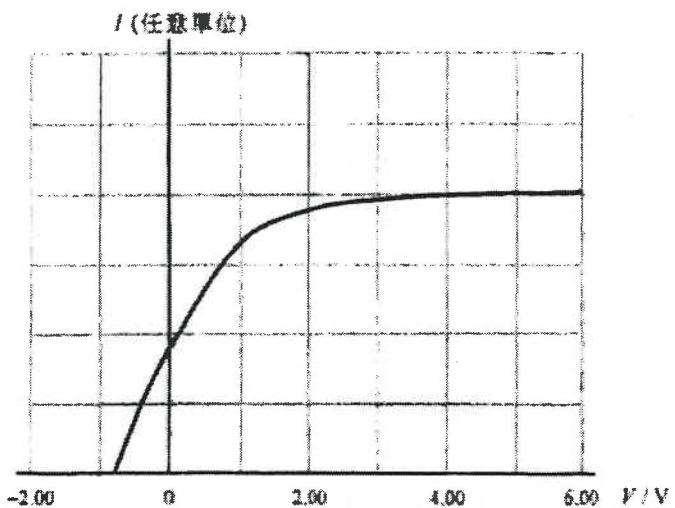


- (a) (i) 求一粒紫光光子的能量，以 eV 為單位。 (1分)
- (ii) 所發射出的電子並非全部擁有最大動能，試解釋。 (1分)

所用紫光的強度為 0.01 W m^{-2} 。

- (b) (i) 根據古典波動理論，原子需從光波吸收足夠能量才會發射電子，估算鉀原子最少需多少時間吸收能量才能發射電子。設一個鉀原子吸收能量的有效面積為 0.01 nm^2 ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$)。 (2分)
- (ii) 解釋為何即使光的強度非常弱，在實驗中電子從金屬面發射出來時差不多沒有時間延遲。 (1分)
- (c) 如果鉀金屬面接收紫光的面積為 $4.00 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ ，每秒有多少光子撞擊金屬面？倘若每 10 粒光子撞擊金屬面會發射出一粒電子，求最大光電流。 (3分)

(d) 下面據圖為光電流 I 對陰極和陽極之間電勢差 V 的曲線。



抄繪這個至你的答題簿。如果光的強度減至原來的一半，在你所抄繪的圖上以虛線草繪相應的曲線。
(2分)

3. DSE 2014

Q.2: 結構式題目

(a) 在透射電子顯微鏡 (TEM) 中，從陰極發射出的電子通過樣本以及下列四個功能部分後在屏幕上成像。

- 功能部分：(1) 磁物鏡
(2) 投影磁透鏡
(3) 聚焦磁透鏡
(4) 陽極

參照下面的 TEM 方框圖，配對圖中 A 、 B 、 C 和 D 所代表的功能部分。
(2分)



- (b) (i) 當質量 m 和電荷 e 的電子以電壓 V 使其從靜止加速，證明其德布羅意波長 λ 為 $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2meV}}$ ，其中 h 為普朗克常數。
(2分)
- (ii) 一台 TEM 的加速電壓為 10 kV，求 λ 。
(2分)
- (iii) 解釋為何 TEM 的解像能力比光學顯微鏡高。
(2分)
- (c) 掃描隧道顯微鏡 (STM) 與透射電子顯微鏡 (TEM) 皆有極高的解像能力。現有一片金屬樣本需研究其內部結構，上述哪一種顯微鏡適用還是兩者皆適用？試加以說明。
(2分)

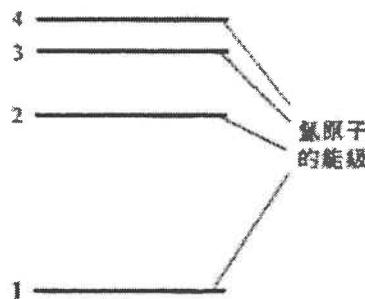
4. DSE 2015

Q.2: 框模式題目

在玻爾模型中，氫原子內的電子的能量 E_n 可由下式表達：

$$E_n = \frac{-13.6}{n^2} \text{ eV} \quad \text{其中 } n=1,2,3,\dots$$

- (a) 玻爾的構思不時被部分物理學家批評為半古典半量子。指出玻爾模型一項屬於古典方面的地方。
(1分)
- (b) 試從能量的角度說出一氫原子正處於基態在物理上的意思。
(1分)
- (c) 如果要離一個處於基態的氫原子最少需要能量 E ，以 E 和另一物理常數表示出可電離該氫原子的光子的最少動量 p 。
(2分)
- (d) 一些處於基態的氫原子被電子撞擊，每粒電子的動能為 12.9 eV。
- (i) 證明這些氫原子最高可被激發至第三受激態(即 $n=4$)。
(2分)
- (ii) 就處於第三受激態 ($n=4$) 的氫原子而言，在其軌道上運動的電子的德布羅意波長是多少？已知：在玻爾模型的氫原子內，電子的軌道半徑 r_n 等於 $0.053 n^2$ (單位 : nm)，其中 $n=1,2,3,\dots$ 。
(2分)
- (iii) 抄錄下面的能級圖至你的答題簿，並繪畫箭矢以表示這些受激的氫原子所有導致發射出光子的可能躍遷。
(2分)



5. DSE 2016

Q.2: 結構式題目

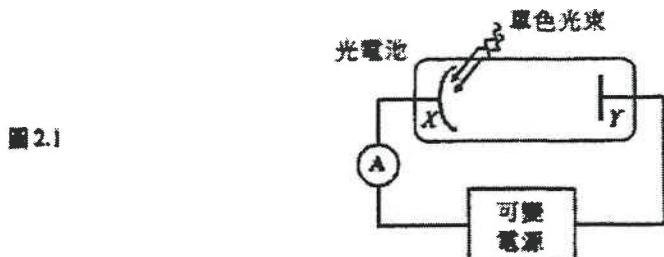
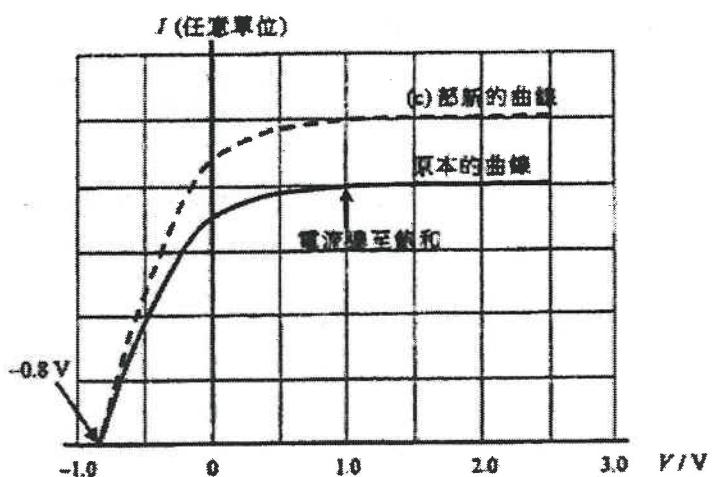


圖 2.1

圖 2.1 的裝置可以用以探究光電效應。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 。線圈顯示光電流 I 與電勢差 V 的變化。

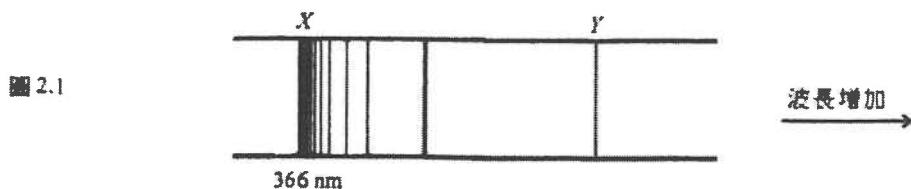


- (a) (i) V 達某數值後，光電流 I 達至飽和，解釋為何如此。 (1分)
- (ii) 據此推斷 I 饱和時光電子到達陽極 Y 的最大動能(單位 eV)。 (2分)
- (b) (i) 求陰極 X 所用金屬的功函數(單位 eV)，並計算對應這金屬的閾限波長。 (3分)
- (ii) 據此解釋波長 576 nm 的黃光能否對陰極 X 產生光電效應。 (2分)
- (c) 如以另一光束射往同一光電池來重複實驗，所得新的曲線如圖所示(虛線)。有關這光束的頻率和強度可得知些什麼？ (2分)

6. DSE 2017

Q.2：結構式題目

圖 2.1 顯示氫的線狀光譜的一部分。



它包括一系列的光譜線，其波長 λ 可表達為

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) ,$$

其中 R 為一常數而 $n = 3, 4, 5, \dots$ 。在該系列內沒有光譜線的波長較線 X (366 nm) 的更短，亦沒有光譜線的波長較線 Y 的更長。

- (a) 利用玻爾的氫原子模型解釋為什麼光譜線是分立的而非連續的。 (2 分)
- (b) (i) 線 X 屬於電磁波譜中的哪一個範圍？ (1 分)
- (ii) 線 X 的一粒光子的能量是多少？以 eV 表達答案。 (2 分)
- (iii) 當一束波長與線 X 相同的輻射射向一些處於第一受激態 ($n = 2$) 的氫原子時，會出現什麼情況？試簡單解釋。 (2 分)
- (c) (i) 指出在氫原子內可以產生線 Y 的躍遷。 (1 分)
- (ii) 求線 Y 的波長。 (2 分)

2 原子世界

1. DSE 2012

2. (a) 負值的物理意義：

- 電子受原子「束縛」。
- 原子核與電子之間的力為吸引力。
- 必須作功才可將電子移往無窮遠處。

1A 1

(b) -電子角動量為 $\frac{h}{2\pi}$ 的整數倍，即量子化。

- 電子處於某些確定的軌道而沒有發出任何輻射。
- 電子只在分立的軌道上/原子的總能量是量化的/能級是分立的。
- 當電子從某能級躍遷至其他能級時，原子只能發射或吸收光子形式的輻射。

2A 2

(c) (i) 能量 = $E = \frac{hc}{\lambda}$

$$= \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{102.8 \times 10^{-9}} = 1.93 \times 10^{-18} \text{ J}$$

$$= 1.93 \times 10^{-18} / (1.60 \times 10^{-19}) = 12.09 \text{ eV}$$

1A

$$\Delta E = 12.09 \text{ eV} = -\left(\frac{1}{n_2^2} - \frac{1}{n_1^2}\right) 13.6 \text{ eV}$$

1M

$$n_2^2 = \frac{1}{1.1209}$$

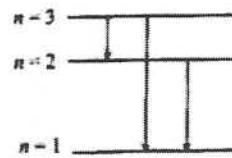
$$n_2^2 = 9.007 \Rightarrow n_2 = 3$$

1A 2

(ii) 100.0 nm 紫外光的能量並不適合氫的基態與其他能級的能量差。

1A 1

(iii) 共有三個躍遷的可能性。
氫原子處於 $n=3$ 的受激態。



1A

$$E_3 = -\frac{13.6}{3^2} \text{ eV} = -1.51 \text{ eV}$$

$$E_2 = -\frac{13.6}{2^2} \text{ eV} = -3.40 \text{ eV}$$

$$E_1 = -\frac{13.6}{1^2} \text{ eV} = -13.60 \text{ eV}$$

3 至 1 $\Delta E = 12.09 \text{ eV} (= -1.51 - (-13.6))$

3 至 2 $\Delta E = 1.89 \text{ eV} (= -1.51 - (-3.40))$

2 至 1 $\Delta E = 10.2 \text{ eV} (= -3.40 - (-13.6))$

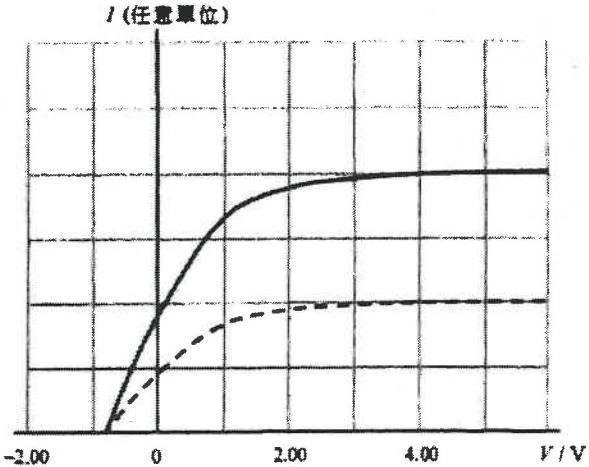
1M

從 3 至 2 的躍遷會放出可見光，這由於 1.89 eV 介乎相應範圍內。

1A 2

2. DSE 2013

| | 分數 |
|---|---------------|
| 2. (a) (i) $E = hf = \text{功函數} + KE_{\max}$ (最大動能) $= 2.30 \text{ eV} + 0.81 \text{ eV} = 3.11 \text{ (eV)}$ | 1A 1 |
| (ii) 只有金屬表面的傳導 / 自由電子才擁有最大動能。 或 金屬的功函數只是射出一粒電子所需的最小能量。 或 金屬內的傳導 / 自由電子各自有不同的能量。 或 能量較少的電子受原子核束縛，需要更多能量才能擺脫原子核的吸引而自由運動。 或 一些電子不在金屬的表面，故它們不會擁有最大動能。 | 1A 1 |
| (b) (i) 原子吸收的能量 = 功函數 $(0.01 \text{ W m}^{-2}) \times [0.01 \times (10^{-3})^2 \text{ m}^2] \times t = 2.30 \times (1.60 \times 10^{-19}) \text{ J}$ $t = 3680 \text{ s} = 61.3 \text{ 分鐘}$ | 1M 1A 2 |
| (ii) 如果單一光子有足夠能量把電子轟出，則電子只在一次的碰撞便會獲得足夠的能量。 或 這是一對一的過程 / 若一粒電子接受了一粒能量較金屬功函數大的光子，則電子可立即發射出來。 | 1A 1 |
| (c) $(0.01 \text{ W m}^{-2}) \times (4.00 \times 10^{-4} \text{ m}^2) \div [3.11 \times (1.60 \times 10^{-19}) \text{ J}]$ $= 8.04 \times 10^{12}$ (每秒的光子數目) $(8.04 \times 10^{12}) \times 0.1 \times (1.60 \times 10^{-19}) \text{ A}$ $= 1.29 \times 10^{-7} \text{ A} = 0.13 \mu\text{A}$ | 1A 1M 1A 2 |
| (d) | 2A 2 |

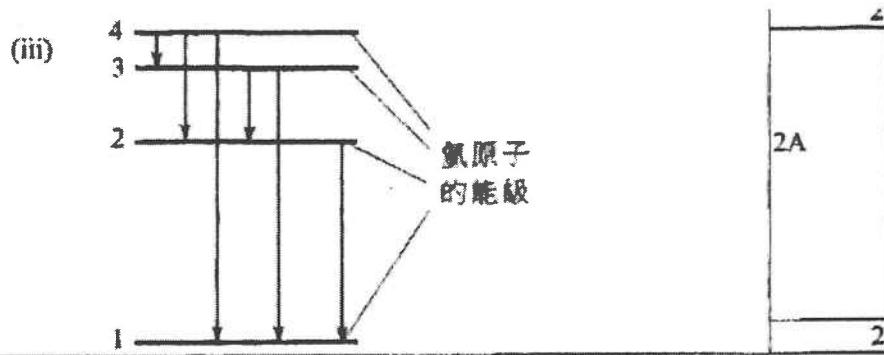


3. DSE 2014

| | |
|--|---------------|
| 2. (a) A - (4): 陽極 B - (3): 線圈磁透鏡 C - (1): 磁物鏡 D - (2): 投影磁透鏡 | 2A |
| (b) (i) 動能 = 電子獲得的能量 $\frac{1}{2}mv^2 = eV$ $(mv)^2 = 2meV$ $p = mv = \sqrt{2meV}$ $\therefore \lambda = \frac{h}{\sqrt{2meV}}$ | IM |
| (ii) $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2meV}}$ $= \frac{6.63 \times 10^{-34}}{\sqrt{2(9.11 \times 10^{-31})(1.60 \times 10^{-19})(10 \times 10^3)}}$ $\lambda = 1.2279 \times 10^{-11} \text{ m} (= 0.012 \text{ nm})$ | IM 1A 2 |
| (iii) 由於電子束的波長 ($\sim 10^{-11} \text{ m}$) 較可見光的波長 ($\sim 10^{-7} \text{ m}$) 小 / 短。 顯微鏡採用的波長較短(衍射較少)則其解像能力 $\theta = \frac{1.22\lambda}{d}$ 較大。 | IA 1A 2 |
| (c) 透射電子顯微鏡 (TEM)。 掃描隧道顯微鏡 (STM) 只能展示樣本的表面結構。 | IA IA 2 |

4. DSE 2015

| | |
|---|----|
| 2. (a) - 電子被認為是以特定軌道/圓周運動圍繞著原子核旋轉的粒子，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 |
| | 1A |
| | I |
| (b) 最低能級 或 最穩定態 | |
| (c) $p = \frac{h}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda} \cdot \frac{1}{c}$ | 1M |
| $p = \frac{E}{c}$ | 1A |
| (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 eV < 12.9 eV < 13.06 eV, 所以最多只能達第三受激態 ($n = 4$)。 | 2 |
| 或 $\Delta E = E_n - E_1 = -13.6(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{1^2}) = 12.9 \text{ eV}$ | 1M |
| $n = 4.41$ 而由於 n 為整數，因此取 $n = 4$ (第三受激態)。 | 1A |
| (ii) $mvr_n = \frac{nh}{2\pi} \Rightarrow 2\pi r_n = \frac{nh}{mv} = n\lambda$ (由公設得知) | 2 |
| 當 $n = 4$: $2\pi(0.053)(4^2) = 4\lambda$ | 1M |
| 所以 $\lambda = 1.33 \text{ nm}$ | 1A |
| $r = (0.053) 4^2 \text{ nm} = 0.848 \text{ nm} = 8.48 \times 10^{-10} \text{ m}$ | |
| $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{e^2}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow v^2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{e^2}{r} \cdot \frac{1}{m} = 9 \times 10^9 \times \frac{(1.6 \times 10^{-19})^2}{8.48 \times 10^{-10}} \cdot \frac{1}{9.11 \times 10^{-31}}$ | 1M |
| $\Rightarrow v = 5.46 \times 10^5 \text{ ms}^{-1}$ | |
| $\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{(9.11 \times 10^{-31})(5.46 \times 10^5)} = 1.33 \times 10^{-9} \text{ m} = 1.33 \text{ nm}$ | 1A |



5. DSE 2016

| | |
|--|----------------|
| 2. (a) (i) 所有(由X)發射出的光電子都能到達Y. | 1A |
| 或所發射出光電子的最大數目受光強度所限。 或每秒鐘產生的光電子數目是有限的。 | 1A 1A |
| (ii) 到達陽極Y的最大動能 = $(0.8 + 1.0)\text{ eV}$ $= 1.8\text{ (eV)}$ | 1M 1A |
| (b) (i) $3.4 = \phi + 0.8 \Rightarrow \phi = 2.6\text{ (eV)}$ | 1A |
| $\frac{hc}{\lambda} = \phi \Rightarrow \lambda = \frac{(6.63 \times 10^{-34})(3.0 \times 10^8)}{(2.6)(1.60 \times 10^{-19})}$ $\lambda = 4.78125 \times 10^{-7}\text{ m} \approx 478\text{ nm}$ | 1M 1A |
| (ii) 不能，因 $\lambda_{yellow} = 576\text{ nm} (\approx 2.16\text{ eV}) > 478\text{ nm} (\approx 2.6\text{ eV})$ 或臨閾值。 或 $f_{yellow} \approx 5.20833 \times 10^{14}\text{ Hz} < f = 6.27451 \times 10^{14}\text{ Hz}$ 或 $E_{yellow} = 3.45312 \times 10^{-19}\text{ J} < E = 4.16000 \times 10^{-19}\text{ J}$ | 1A 1M 1M |
| (c) 這光束的強度更強，但 具原本光束的相同頻率。 | 1A 1A |

6. DSE 2017

| | | | |
|--|---|---|----|
| <p>2. (a) 當原子從較高能級躍遷到低能級，便會發出光子(其能量相等於該兩能級的能量差)。 由於能級皆為量子化，因此所發射光子的能量(以及由此的波長)只能為分立的數值。</p> <p>(b) (i) 線 X 屬於紫外線範圍。</p> | IA | | |
| | IA | | |
| | 2 | | |
| | IA | | |
| | 1 | | |
| | IA | | |
| | 1M | | |
| | IA | | |
| | 2 | | |
| | IA | | |
| <p>(ii) 能量 $= \frac{hc}{\lambda e}$ $= \frac{(6.63 \times 10^{-34})(3 \times 10^8)}{(366 \times 10^{-9})(1.60 \times 10^{-19})}$ $= 3.40 \text{ eV}$</p> <p>(iii) 輻射會被吸收，而氫原子電離。</p> <p>(c) (i) 從 $n = 3$ 到 $n = 2$ 的躍遷。 (即從第二到第一受激態)</p> | IA | | |
| | IA | | |
| | 2 | | |
| | IA | | |
| | IA | | |
| | 2 | | |
| | IA | | |
| | 1 | | |
| | IA | | |
| | 1M | | |
| <p>(ii) 由線 X 可得 $\frac{1}{366} = R(\frac{1}{2^2} - 0)$ $R \approx 0.0109 \text{ (nm}^{-1}\text{)} \text{ (或 } 1.09 \times 10^7 \text{ m}^{-1}\text{)}$ 對線 Y： $\frac{1}{\lambda} = R(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2})$ $\lambda = 658.8 \text{ nm}$</p> <p>另解：</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px; vertical-align: top;"> $R = \frac{13.6 \text{ eV}}{hc}$ $= \frac{13.6 \times (1.6 \times 10^{-19})}{(6.63 \times 10^{-34})(3 \times 10^8)}$ $= 1.094 \times 10^7 \text{ (m}^{-1}\text{)}$ $\frac{1}{\lambda} = R(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2})$ $\lambda = 6.58 \times 10^{-7} \text{ m}$ </td> <td style="padding: 5px; vertical-align: top;"> $E = E_2 - E_1$ $h \frac{c}{\lambda} = 13.6 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) \text{ eV}$ $= 13.6 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) \times 1.6 \times 10^{-19}$ $\lambda = 6.58 \times 10^{-7} \text{ m}$ </td> </tr> </table> | $R = \frac{13.6 \text{ eV}}{hc}$ $= \frac{13.6 \times (1.6 \times 10^{-19})}{(6.63 \times 10^{-34})(3 \times 10^8)}$ $= 1.094 \times 10^7 \text{ (m}^{-1}\text{)}$ $\frac{1}{\lambda} = R(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2})$ $\lambda = 6.58 \times 10^{-7} \text{ m}$ | $E = E_2 - E_1$ $h \frac{c}{\lambda} = 13.6 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) \text{ eV}$ $= 13.6 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) \times 1.6 \times 10^{-19}$ $\lambda = 6.58 \times 10^{-7} \text{ m}$ | IA |
| $R = \frac{13.6 \text{ eV}}{hc}$ $= \frac{13.6 \times (1.6 \times 10^{-19})}{(6.63 \times 10^{-34})(3 \times 10^8)}$ $= 1.094 \times 10^7 \text{ (m}^{-1}\text{)}$ $\frac{1}{\lambda} = R(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2})$ $\lambda = 6.58 \times 10^{-7} \text{ m}$ | $E = E_2 - E_1$ $h \frac{c}{\lambda} = 13.6 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) \text{ eV}$ $= 13.6 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) \times 1.6 \times 10^{-19}$ $\lambda = 6.58 \times 10^{-7} \text{ m}$ | | |
| IA | | | |
| 1M | | | |
| IA | | | |
| 1M | | | |
| IA | | | |
| IA | | | |
| 2 | | | |
| IA | | | |
| 1M | | | |

3 能量和能源的使用

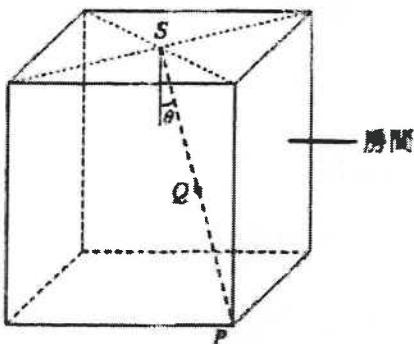
1. DSE 2012, Q1

下列哪個燈泡的最終能源效益最高？

| | 光通量 | 額定功率 |
|----|--------|------|
| A. | 750 lm | 15 W |
| B. | 900 lm | 30 W |
| C. | 750 lm | 60 W |
| D. | 600 lm | 90 W |

2. DSE 2012, Q2

在下圖所示房間中有一點光源 S 作照明，角 P 的照度為 E ，房間內各個面的反射可忽略不計。



Q 是 P 與 S 的中點，其照度為

A. $\frac{\sqrt{2}E}{\cos \theta}$.

A B C D

B. $2E \cos \theta$.

C. $4E$.

D. $8E$.

3. DSE 2012, Q3

以下哪一序列最能描述電動車於制動時，其再生制動系統的能量轉換？

- A. 動能 \rightarrow 電能
B. 動能 \rightarrow 化學能
C. 動能 \rightarrow 化學能 \rightarrow 電能
D. 動能 \rightarrow 電能 \rightarrow 化學能

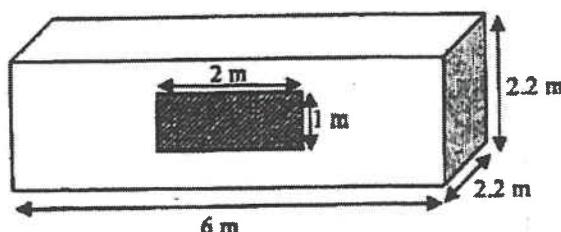
A B C D

4. DSE 2012, Q4

一個貨櫃箱如圖所示改裝成辦公室。一扇 $1\text{ m} \times 2\text{ m}$ 的窗安裝在貨櫃箱的前側上。而在五個外露的面上，貨櫃箱裏外的等效溫差為 7°C 。(在計算中忽略太陽輻射透過窗戶所造成的能力流入。)

已知：貨櫃箱金屬物料的 U -值 = $26.2\text{ W m}^{-2}\text{ K}^{-1}$

窗戶的玻璃的 U -值 = $1.8\text{ W m}^{-2}\text{ K}^{-1}$



估算貨櫃箱辦公室的總熱傳送值(OTTV)，以 W m^{-2} 表達。

- A. 25.2
- B. 26.2
- C. 176.5
- D. 183.4

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

5. DSE 2012, Q5

如在一內部體積為 29.0 m^3 的隔熱房間安裝一部冷卻能力為 2.2 kW 的空調機，估算使該房間從 37°C 降溫至 24°C 所需的時間。

已知：空氣的密度 = 1.2 kg m^{-3}
空氣的比熱容 = $1000\text{ J kg}^{-1}\text{ K}^{-1}$

- A. 171 s
- B. 206 s
- C. 380 s
- D. 586 s

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

6. DSE 2012, Q6

一風力渦輪機的扇葉長 5 m ，並在 12 m s^{-1} 的風正面吹動下轉動。風力渦輪機的整體效率為 25% 。估算要產生 1 MW 電功率輸出所需的風力渦輪機數目。已知：空氣的密度 = 1.2 kg m^{-3}

- A. 12
- B. 49
- C. 122
- D. 196

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

7. DSE 2012, Q7

一水力發電站的水位相差為 50 m 。在較低水位處，水以 3000 kg s^{-1} 的流率通過發電站的渦輪機。倘發電站的功率輸出為 1 MW ，估算渦輪機的效率。 $(g = 9.81\text{ m s}^{-2})$

- A. 32%
- B. 60%
- C. 68%
- D. 75%

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

8. DSE 2012, Q8

如果核裂變反應堆的減速劑失效會有什麼事發生？

- A. 連鎖反應最終或會停止。
- B. 中子不能被減速劑吸收。
- C. 熱不能傳遞至蒸汽產生器。
- D. 燃料棒或會熔解。

9. DSE 2013, Q1

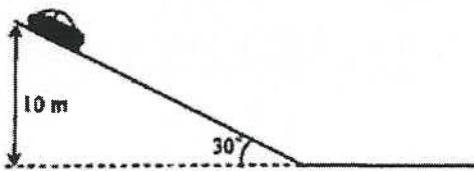
3.1 發光二極管 (LED) 通常產生單色光是因為

- A. 一枚 LED 中的 p-層和 n-層的能量相差是固定的。
- B. 一枚 LED 表面的塗層只有一種螢光物料。
- C. 一枚 LED 的運作溫度是固定的。
- D. 一枚 LED 只容許電流於一個方向通過。

A B C D

10. DSE 2013, Q2

3.2 一輛質量為 1000 kg 的汽車裝有再生剎動系統，可將動能轉換為化學能並貯存於系統中的電池組。當汽車以恆定速率下坡並移動了 10 m 的整直距離後，電池組貯存了多少能量？再生剎動系統的整體效率為 30% 。 $(g = 9.81 \text{ m s}^{-2})$

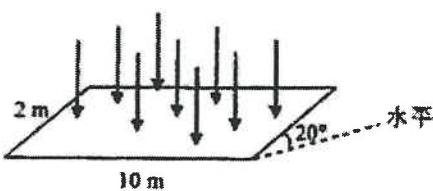


- A. 14.7 kJ
- B. 29.4 kJ
- C. 49.1 kJ
- D. 98.1 kJ

A B C D

11. DSE 2013, Q3

3.3 假設豎直照射地球表面某處的太陽能功率密度為 1000 W m^{-2} ，闊 2 m 和長 10 m 的太陽能電池面板跟水平成 20° 傾角，面板於該處接收到的功率是多少？



- A. 6840 W
- B. 7280 W
- C. 18800 W
- D. 20000 W

A B C D

12. DSE 2013, Q4

3.4 水泵以風力渦輪機驅動，把水泵上一蓄水庫。風力渦輪機的扇葉長 10 m ，而平均風速為 5 m s^{-1} 。如果系統的整體效率為 20% ，在 3 小時內可泵多少水往蓄水庫？假設水的重力勢能平均增加 981 J kg^{-1} 。已知：空氣的密度 = 1.23 kg m^{-3}

- A. 39.4 kg
- B. $2.84 \times 10^4\text{ kg}$
- C. $1.15 \times 10^5\text{ kg}$
- D. $1.42 \times 10^4\text{ kg}$

A B C D

13. DSE 2013, Q5

3.5 一個厚度為 1 cm 的封閉發泡膠箱載有一些正在融化的冰，箱的尺寸為 $0.5\text{ m} \times 0.3\text{ m} \times 0.4\text{ m}$ 。如果室溫為 28°C ，估算熱從周圍環境傳導至箱內的率。
已知：發泡膠的導熱率為 $0.03\text{ W m}^{-1}^\circ\text{C}^{-1}$

- A. 39.5 W
- B. 79 W
- C. 3950 W
- D. 7900 W

A B C D

14. DSE 2013, Q6

3.6 透過縮小建築物的玻璃窗戶可以減低其總熱傳送值 (OTTV)，原因是

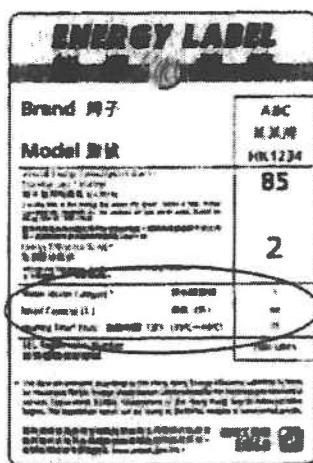
- (1) 玻璃的導熱率遠高於混凝土。
- (2) 如將窗戶打開會因對流讓熱傳遞。
- (3) 玻璃容許輻射形式的熱傳遞。

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

A B C D

15. DSE 2013, Q7

3.7



額定容積：40 L
加熱時間 ($15^\circ\text{C} \rightarrow 65^\circ\text{C}$)：25 分鐘

根據上面所示的貯水式熱水器能源標籤，若該熱水器注滿 40 L ($1\text{ L} = 1000\text{ cm}^3$) 的水而溫度為 15°C ，估算其有效輸出功率。已知：水的比熱容 = $4200\text{ J kg}^{-1}^\circ\text{C}^{-1}$ ，水的密度 = 1000 kg m^{-3}

- A. 1870 W
- B. 2430 W
- C. 85000 W
- D. 112000 W

A B C D

16. DSE 2013, Q8

3.8 若四個氫原子核，每個質量為 1.007825 u ，聚變成一個元素 Q 的原子核，其質量為 4.002603 u ，下列哪些敘述是正確的？

- (1) 氢原子核需有極高動能來啓動聚變過程。
- (2) 過程中釋出的能量約為 26.7 MeV 。
- (3) 元素 Q 具放射性。

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

A B C D

17. DSE 2014, Q1

3.1 就單色光源而言，下列各對的亮度哪對看起來相同？

- (1) 1 流明的紅光與 1 流明的綠光
- (2) 1 瓦特的紅光與 1 瓦特的綠光
- (3) 1 瓦特的紅光與 1 流明的紅光

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

A B C D

18. DSE 2014, Q2

3.2 空調機上的能源標籤顯示其每年的能量消耗（以每年 1200 小時運作計算）以及其冷卻能力。下列哪一部空調機的能源效益最高？

| | 每年能量消耗 / $\text{kW}\cdot\text{h}$ | 冷卻能力 / kW | |
|----|-----------------------------------|--------------------|---|
| A. | 672 | 2.44 | A B C D |
| B. | 684 | 2.58 | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |
| C. | 696 | 2.89 | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |
| D. | 750 | 2.63 | |

19. DSE 2014, Q3

3.3 下列不同厚度的建築物料中，何者的隔熱效能最佳？

| | 物料 | 導熱率 / $\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$ | 厚度 / m | |
|----|-----|---------------------------------------|-----------------|---|
| A. | 混凝土 | 0.50 | 0.20 | A B C D |
| B. | 木 | 0.15 | 0.05 | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |
| C. | 玻璃 | 1.00 | 0.04 | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |
| D. | 石膏 | 0.24 | 0.10 | |

20. DSE 2014, Q4

3.4 有低放射性塗層的玻璃可減少熱傳遞入建築物是因其主要反射

- A. 紫外輻射。
- B. 可見光。
- C. 紅外輻射。
- D. 微波。

A B C D

21. DSE 2014, Q5

- 3.5 風速不定的風正面吹着一台風力渦輪發電機，首兩分鐘的風速為 1 m s^{-1} 而第三分鐘的風速為 2 m s^{-1} 。如果發電機的整體效率為 30% 而每一圈葉長 20 m，在該 3 分鐘時段內的平均功率輸出（單位 W）是多少？已知： $\rho = \text{空氣的密度}$ ，以 kg m^{-3} 為單位。

- A. $180\pi\rho$
B. $200\pi\rho$
C. $600\pi\rho$
D. $667\pi\rho$

A B C D

22. DSE 2014, Q6

- 3.6 下列哪些有關混合動力車的敘述是正確的？

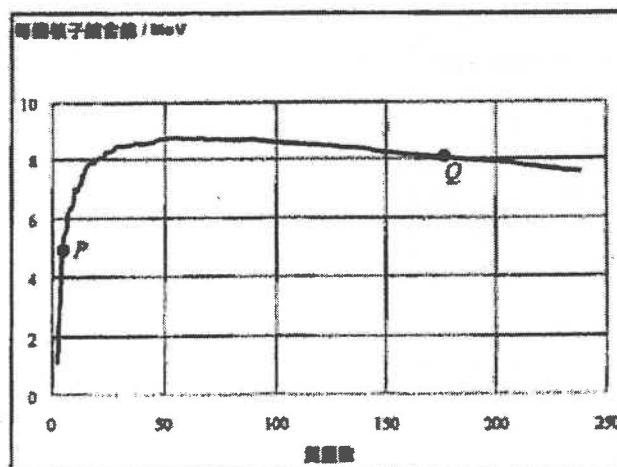
- (1) 混合動力車在行駛前須用外置電源將其電池組再充電。
(2) 混合動力車的內燃機的功率小於重量和性能相同的傳統燃油汽車。
(3) 混合動力車的原始能量來源 100% 為汽油。

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

A B C D

23. DSE 2014, Q7

- 3.7 下圖曲線顯示不同質量數的核素的每個核子結合能。



- 以下哪些敘述是正確的？

- (1) P 的原子核可透過核聚變釋放能量。
(2) Q 的原子核可透過核裂變釋放能量。
(3) P 的原子核比 Q 的原子核穩定。

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

A B C D

24. DSE 2014, Q8

3.8 下列哪些有關正常運作的核電廠壓水式反應堆的敘述是正確的？

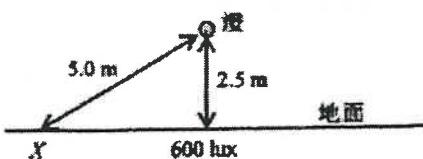
- (1) 從反應堆帶走能量的冷卻劑帶有放射性。
- (2) 用以推動渦輪機的蒸氣帶有放射性。
- (3) 從核電廠排出海中的冷卻水含有反應堆的一些放射性物質。

- 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"/> |

25. DSE 2015, Q1

3.1 一房間內固定於天花板的燈是唯一的光源，直接在燈下的地面上的照度為 600 lux。假設燈光是均勻地向各方發射的，圖示在地面上的點 X 附近的照度是多少？牆壁和天花板的反射可忽略不計。

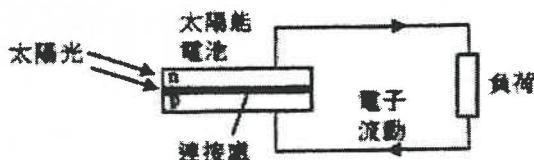


- A. 75 lux
- B. 130 lux
- C. 150 lux
- D. 300 lux

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

26. DSE 2015, Q2

3.2 下面的示意圖顯示一太陽能電池被太陽光照射着。入射光子到達電池的 p 型和 n 型半導體夾層連接處。以下哪一序列正確解釋電能如何供應予負荷？



- (1) 連接處內所產生的電場將自由電子和空穴分別帶往 n 型和 p 型夾層。
- (2) 自由電子通過負荷流往 p 型夾層，並跟那裏的空穴重新結合。
- (3) 入射光子將連接處的原子內的電子擊出成為自由電子，並遺留下空穴。

- A. (1) → (2) → (3)
- B. (1) → (3) → (2)
- C. (3) → (2) → (1)
- D. (3) → (1) → (2)

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

27. DSE 2015, Q3

3.3 一人造衛星以面積為 100 m^2 的太陽能電池板供電，電池板的轉換效率為 15%。太陽光照射的方向跟電池板的法線成 30° 角，太陽常數為 1370 W m^{-2} 。估算這太陽能電池板的電功率輸出。

- A. 10.3 kW
- B. 17.8 kW
- C. 20.6 kW
- D. 58.2 kW

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

28. DSE 2015, Q4

3.4 一燃煤發電廠產生的電能傳輸至遠方的用戶，當一用戶接駁一白熾燈至市電電源，下列數據顯示煤灰所含每 1000 J 能量如何轉換為電能並供應給白熾燈。

| | |
|---------------|-------|
| 在電廠的發電過程中的損耗 | 600 J |
| 在到達白熾燈之前的傳輸損耗 | 100 J |
| 白熾燈所產生的熱 | 250 J |
| 白熒燈所產生的可見光 | 50 J |

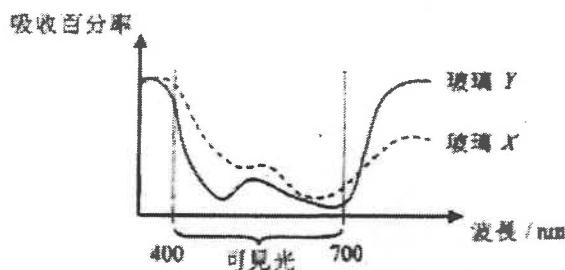
該白熒燈的最終能效率效益是多少？

- A. 5%
- B. 12.5%
- C. 16.7%
- D. 30%

A B C D

29. DSE 2015, Q5

3.5 下面線圖顯示當不同的電磁輻射穿過兩種玻璃 X 和 Y 時的吸收百分率，其中一種玻璃會選作為香港建築物的窗戶，就建築物能源效益的考慮，下列哪項敘述是正確的？

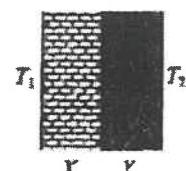


- A. 選選 X 因它比 Y 更能減低空調和照明的需求。
- B. 選選 Y 因它比 X 更能減低空調和照明的需求。
- C. 選選 X 因它能大大減低空調的需求，而它只比 Y 多一些照明的需求。
- D. 選選 Y 因它能大大減低空調的需求，而它只比 X 多一些照明的需求。

A B C D

30. DSE 2015, Q6

3.6 圖示由厚度相同的夾層 X 和 Y 構成的牆壁。夾層 X 所用物料的導熱率較 Y 的高，牆壁的兩邊維持於不同溫度 T_1 和 T_2 。下列哪項敘述是正確的？



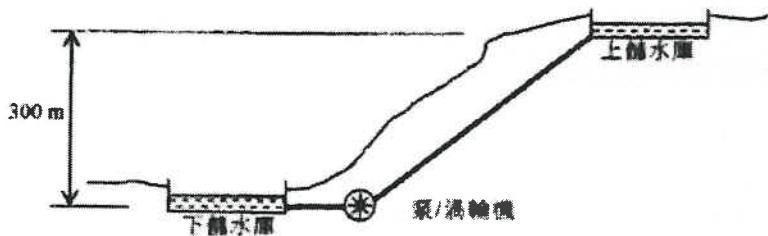
- (1) 夾層 X 的熱傳導係數較夾層 Y 的高。
- (2) 每秒通過夾層 X 的能量較通過夾層 Y 的多。
- (3) 跨夾層 X 隔離的溫度下降較跨夾層 Y 的小。

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

A B C D

31. DSE 2015, Q7

3.7 一發電廠一直以最高輸出功率 1800 MW 運作。然而，每日內的用電需求變動很大，故此一抽水蓄能發電系統設計用來增加在高需求時段的輸出。在每日低需求時段的 14 小時內的平均需求只有 600 MW，而過剩的輸出用以從下儲水庫抽水至上儲水庫。當需求大於 1800 MW 時，水通過渦輪機返回下儲水庫以產生電。



設抽水蓄能發電系統的效率為 100%，求上儲水庫所需的最小容量（以多少 kg 的水表示）。
($g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$)

- A. $1.03 \times 10^{10} \text{ kg}$
- B. $1.47 \times 10^{10} \text{ kg}$
- C. $2.06 \times 10^{10} \text{ kg}$
- D. $3.01 \times 10^{10} \text{ kg}$

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

32. DSE 2015, Q8

3.8 在核裂變反應堆中的鈽壩有何功能？

- A. 它使中子減速而這有助增加核裂變的速度。
- B. 它使中子減速而這有助減低核裂變的速度。
- C. 它會吸收中子而這有助減低核裂變的速度。
- D. 它為核裂變產生中子。

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

33. DSE 2016, Q1

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。

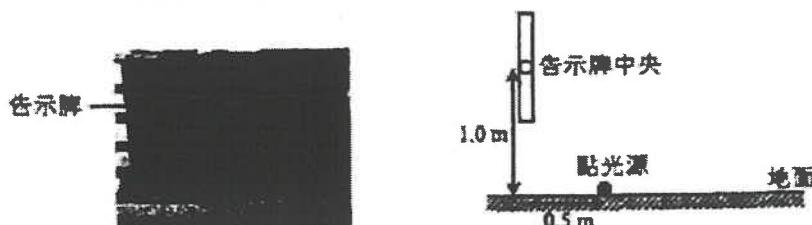


- A. 只有(1)
- B. 只有(1)和(2)
- C. 只有(1)和(3)
- D. 只有(2)和(3)

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

34. DSE 2016, Q2

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。

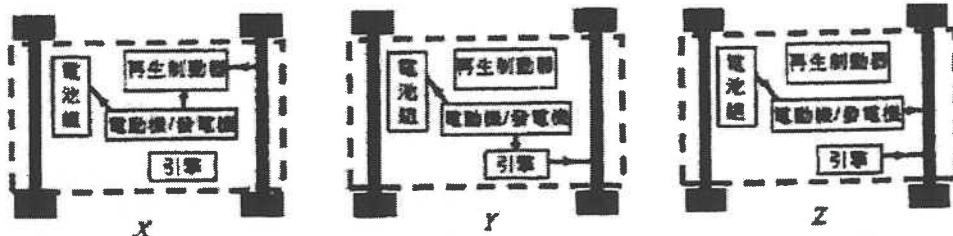


- A. 7025 lm
- B. 3512 lm
- C. 3142 lm
- D. 560 lm

A B C D

35. DSE 2016, Q3

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 | 以恒功率加速 | 以恒定速度行駛 |
|----|----|--------|---------|
| A. | X | Y | Z |
| B. | Y | Z | Z |
| C. | X | Z | Y |
| D. | Y | Z | X |

A B C D

36. DSE 2016, Q4

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。
- 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. 當光強的強度增加時，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%。

A B C D

37. DSE 2016, Q5

3.5 一房間以一空調機製冷，並維持著較室外溫度低 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)
- B. 只有(1)和(3)
- C. 只有(2)和(3)
- D. (1)、(2)和(3)

A B C D

38. DSE 2016, Q6

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) 熱傳遞係數 \times 面積 \times 溫差

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

A B C D

39. DSE 2016, Q7

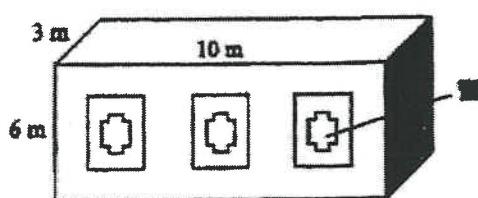
3.7 一空調機每耗用 0.5 J 即可從一房間移走 1 J 的熱量至室外。空調機從房間移走 1500 J 的熱量時，估算釋放到室外的總熱能。

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

A B C D

40. DSE 2016, Q8

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。真機以下哪一冷卻能力的空調系統是這房屋最合適的選擇？

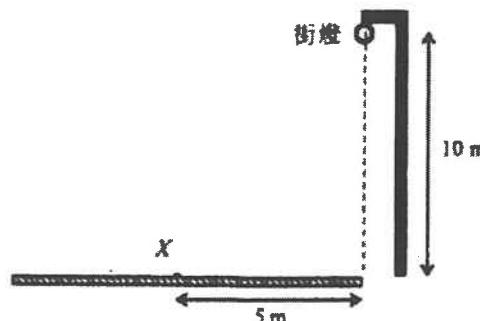


- A. 2 kW
- B. 5 kW
- C. 10 kW
- D. 15 kW

A B C D

41. DSE 2017, Q1

3.1 在路旁離地面 10 m 高處安裝一支街燈，在路面上離路旁 5 m 的 X 點處，照明度為 30 lux。



設街燈為一點光源均勻地向各方發射，並可忽略反射和其他光源的照射，估算街燈的光通量。

- A. $4.21 \times 10^4 \text{ lm}$
- B. $5.27 \times 10^4 \text{ lm}$
- C. $5.80 \times 10^4 \text{ lm}$
- D. $6.59 \times 10^4 \text{ lm}$

- A
- B
- C
- D

42. DSE 2017, Q2

3.2 將下列光源按其效能從大至小排列。

| | X | Y | Z |
|------|--------|--------|--------|
| 額定功率 | 11 W | 13 W | 20 W |
| 光通量 | 300 lm | 400 lm | 500 lm |

- A. X · Y · Z
- B. X · Z · Y
- C. Y · X · Z
- D. Y · Z · X

- A
- B
- C
- D

43. DSE 2017, Q3

3.3 電磁爐的表面一般以強化玻璃製造。使用後玻璃表面會變熱的主要原因為

- A. 電磁爐的能源效益高。
- B. 當煮食器具變熱時，煮食器具將熱傳遞到玻璃表面。
- C. 溝電流在玻璃中流動。
- D. 爐內的螺線管會產生熱。

- A
- B
- C
- D

44. DSE 2017, Q4

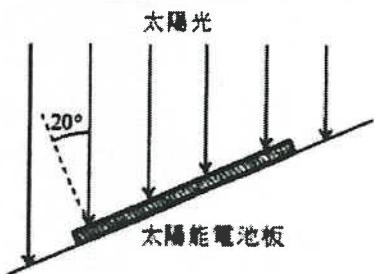
3.4 下列哪一項變動不會減少一座大廈的總熱傳送值 (OTTV)？

- A. 建造天台花園。
- B. 在牆上裝上隔熱材料。
- C. 在窗戶加上太陽隔熱膜。
- D. 將大廈外牆塗成深色。

- A
- B
- C
- D

45. DSE 2017, Q5

- 3.5 在屋頂安裝面積為 3 m^2 的太陽能電池板，正午時，陽光與太陽能電池板的法線形成 20° 角。太陽常數為 1366 W m^{-2} ，而大氣吸收了 40% 的輻射功率。



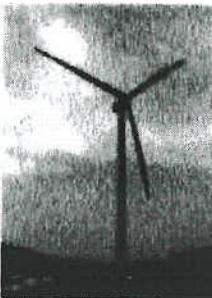
若太陽能電池板的效率為 10% ，它在正午時所產生的電功率為多少？

- A. 84 W
B. 154 W
C. 231 W
D. 246 W

A B C D

46. DSE 2017, Q6

- 3.6 圖示一風力渦輪機。



下列哪些描述解釋了為什麼該風力渦輪機不能以 100% 的效率將風的動能轉換成電能？

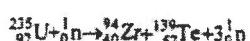
- (1) 活動組件有機械能損耗。
(2) 經過轉子後，風不會完全停止。
(3) 風向會不規則地轉變。

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

47. DSE 2017, Q8

- 3.8 下列鈾-235的核裂變會釋出能量。



下列哪項/哪些有關該反應的描述是正確的？

- (1) 反應率可以透過吸收部分所產生的中子來控制。
(2) 在反應中質量守恆。
(3) $^{235}_{92}\text{U}$ 的每一個子結合能較 $^{94}_{40}\text{Zr}$ 的或 $^{136}_{54}\text{Te}$ 的為高。

- 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 能量和能源的使用

1. DSE 2012

- (a) 已知即使於晴空下，大氣層平均吸收 26.8% 太陽能，求在地球表面每單位面積所接收到的太陽能最大功率。已知：太陽常數 = 1366 W m^{-2} (1 分)
- (b) 指出太陽能電池的能量轉換，並建議一個方法以改善太陽能電池的能量吸收。 (2 分)
- (c) *Solar Impulse* 是瑞士的一個太陽能驅動長途飛機研究計劃，其原始模型 HB-SIA 有四個以電池相驅動的引擎，安裝在機上的太陽能電池則為這些電池組充電。在 2011 年 5 月，HB-SIA 曾成功進行國際飛行。HB-SIA 的規格詳列如下：
- 每個引擎的功率為 7.35 kW
 - 每一太陽能電池面板的表面面積 = 0.0172 m^2
 - 在中午正入射的太陽輻射下，太陽能電池的轉換效率 = 12%
- (i) 假設太陽能電池輸出的所有電功率平均地分配至四個引擎，如每個引擎以最高功率運作，估算所需的太陽能電池數目。假設所有在 HB-SIA 上的太陽能電池，每單位面積接收到的太陽能功率跟 (a) 部計算得的相同。 (3 分)
- (ii) 基於某種原因，在 2011 年的飛行中 HB-SIA 安裝了 11628 枚太陽能電池，這並不足以驅動四個引擎達至最大功率。提出採用此設計的一個實際原因。 (1 分)
- (d) 解釋為什麼太陽能被稱為可再生能源，除太陽能外，建議另一種於香港最可行的可再生能源。寫出你作此選擇所持的理由。 (3 分)

2. DSE 2013

Q.3: 結構式題目

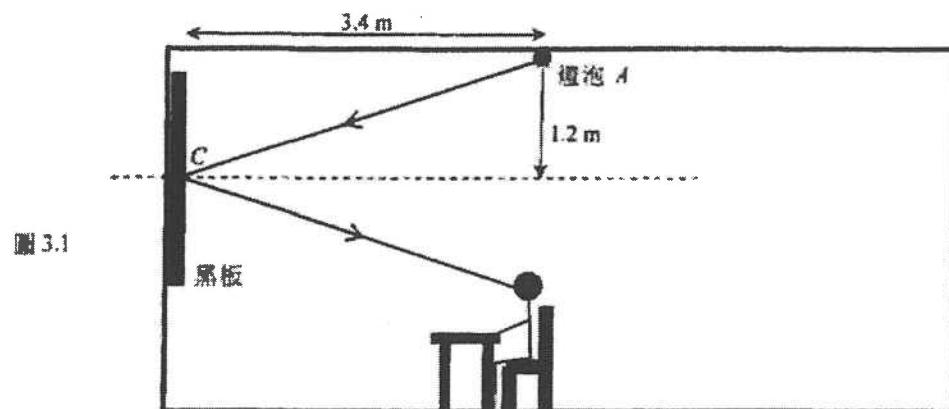
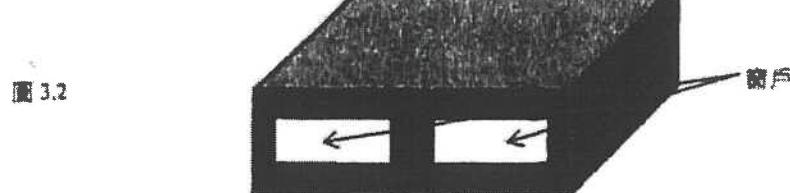


圖 3.1 所示課室有一個白熾燈泡 A，燈泡的光通量為 2000 lm (流明)。你可將燈泡視為點光源。

- 求燈泡 A 於黑板中央 C 附近的照度，答案以 lm m^{-2} 為單位。光的反射可忽略不計。 (2 分)
- 燈泡 A 主要為學生書桌作照明，然而顯示反射入學生眼睛的光線有欠理想。解釋黑板應為何種表面以減輕該問題。 (2 分)
- 圖 3.2 顯示課室的外觀，課室從外面的平均得熱率為 14.5 kW 。



課室的設計最多可同時容納 15 人，每個人平均每秒產生 100 J 的熱。課室一共裝有 6 個相同的白熾燈泡提供照明，而每個燈泡每秒產生 80 J 的熱。

- 估算課室的空調系統所需的冷卻能力(源於課室內所產生的熱以及從外面所得的熱)，答案以 kW 表達。假設課室內沒有其他裝置產生熱。 (2 分)
- 每個燈泡的額定功率為 100 W 。空調系統從課室每移走 1 J 的熱會消耗 0.5 J 的電能。如果課室每個月開放 20 日且每天運作 8 小時，估算每月用於照明和空調的電費總支出。已知：電費收費 = $\$1.0 / \text{kW h}$ (3 分)
- 建議一個改動建築結構或電器用具的方法，透過節能以減低電費。 (1 分)

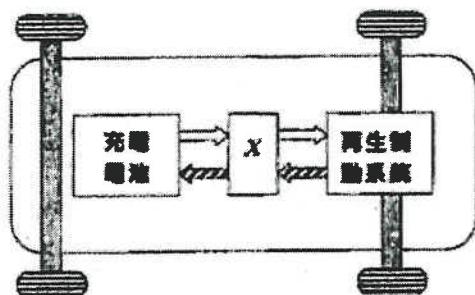
3. DSE 2014

Q.3: 結構式題目

- (a) 已完全放電的電動車電池組，用 220 V 的端電壓及 13 A 的平均電流將其完全充電，可儲存 23 kWh 的能量。估算將電池組完全充電所需的時間，以小時表出。電池組的內阻可忽略。
(2 分)

- (b) 圖 3.1 顯示一輛電動車的示意圖。

圖 3.1



→ 顯示當車輛行駛時的能量傳輸

▨ 顯示當車輛制動時的能量傳輸

- (i) 當車輛向前加速時，圖 3.1 的元件 X 的功能是什麼？根據圖 3.1 描述再生制動系統在制動時如何節省能量。
(3 分)
- (ii) 假設於制動期間有固定百分比的能量耗散為熱，再生制動系統在電動車低速還是高速運動時效能較佳？試解釋。
(2 分)
- (iii) 為何電動車除了裝配再生制動系統外，亦須配置機械制動系統？
(1 分)
- (c) 已知典型的電動車能把 60% 所供應的電能轉化為車輛的機械輸出，考慮下列以不同模式運作的車輛：

| | |
|------|---|
| 模式 1 | 傳統燃油汽車：能把汽油內 20% 所儲存的能量轉化為車輛的機械輸出。 |
| 模式 2 | 燃煤電廠 + 電動車：燃煤電廠把煤所儲存的能量轉化為電插座所供輸電能的效率為 45%。 |
| 模式 3 | 核電廠 + 電動車：核電廠把燃料棒所儲存的能量轉化為電插座所供輸電能的效率為 35%。 |

哪一種模式的總能效最高？該模式的空氣污染物總排放量在三種模式中是否最低？試加以說明。
(2 分)

4. DSE 2015

Q3: 組樹式題目

圖 3.1 顯示一空調機 X 的能源標籤。

圖 3.1



- (a) 該空調機裝置在一房間內，房間的地平面積為 20.0 m^2 而高度為 3.0 m 。
已知：空氣的密度 = 1.2 kg m^{-3} ，空氣的比熱容 = $1000\text{ J kg}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
- 估算將房間從 33°C 降溫至 25°C 所需的時間。設空氣的密度和比熱容一直保持不變。
(2 分)
 - 提出一個原因解釋為何從 33°C 降溫至 25°C 的實際需時較 (a)(i) 部所得的結果長。
(1 分)
- (b) (i) 求空調機 X 在運作時所輸入的平均電功率 (以 kW 為單位)，
(1 分)
- 求這空調機 $\frac{\text{冷卻能力}}{\text{電功率輸入}}$ 的值。一學生認為該比率的值大於 1 是違反了能量守恆原理，因為空調機所移走的熱量大於電功率輸入。試討論該名學生的觀點。
(3 分)

5. DSE 2016

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。於需求高峰時，水從上儲水庫往下流驅動渦輪機和發電機以產生電。

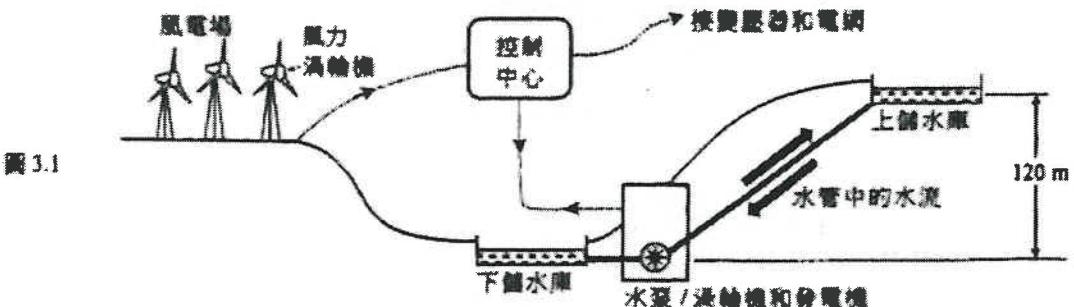
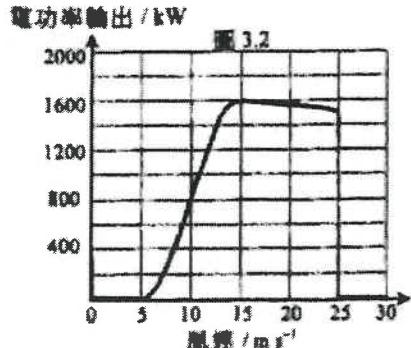


圖 3.1

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 $\approx 1.23 \text{ kg m}^{-3}$
(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時間的變化。

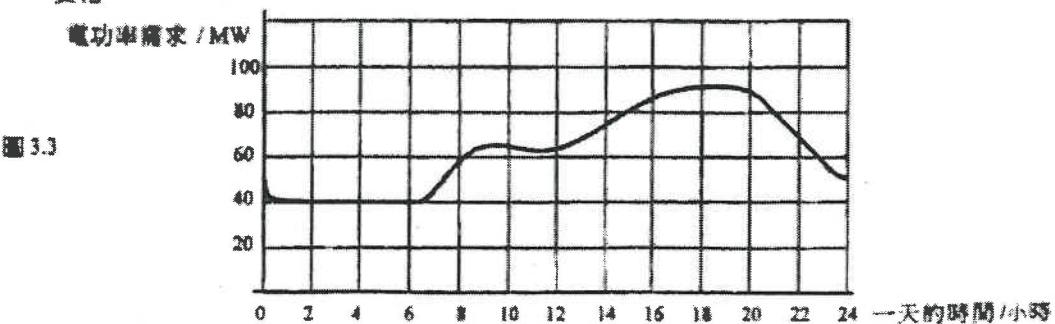
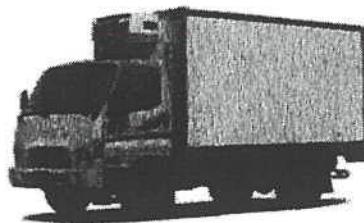


圖 3.3

- (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) 假設某天的風速僅為 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 高的上儲水庫的流量（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)

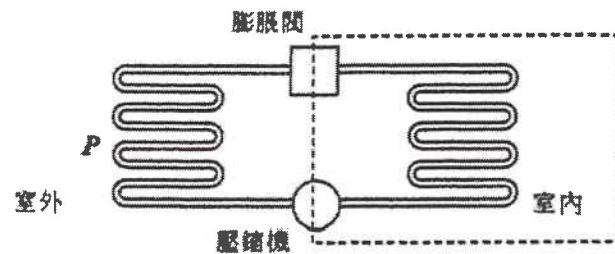
Q3：結構式題目

一輛冷藏貨車用以運送冷凍貨物，其冷藏隔室安裝有冷凍系統。



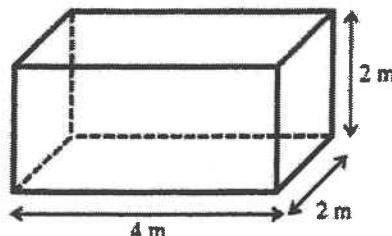
(a) 圖 3.1 顯示一冷凍系統的簡化示意圖。

圖 3.1



- (i) 製冷劑從哪個方向流過壓縮機（從室內流向室外還是從室外流向室內）？ (1 分)
- (ii) 當製冷劑流經部件 P 時，描述其物態改變和熱交換。 (2 分)
- (b) 圖 3.2 顯示冷藏隔室的尺寸，隔室以厚度為 0.08 m 的聚苯乙烯作絕緣，聚苯乙烯的導熱率為 $0.03\text{ W m}^{-1}\text{ K}^{-1}$ 。

圖 3.2



- (i) 若要保持外層和內層表面的溫差為 50°C ，估算冷凍系統所需的最低製冷能力。（提示：考慮隔室的所有表面。） (3 分)
- (ii) 在一個陽光普照的下午，氣溫為 35°C ，利用具有 (b)(i) 部所計算製冷能力的冷凍系統，簡單解釋為什麼隔室內的溫度不能保持於 -15°C 。 (2 分)
- (c) 冷藏隔室內安裝了發光二極管 (LED) 作照明用。指出兩項使用 LED 較使用其他常用照明器具優勝之處。 (2 分)

3 能量和能源的使用

1. DSE 2012

3. (a) 地球表面每單位面積所接收到的太陽能最大功率
~ $1366 \times (1 - 0.268)$
~ 1000 W m^{-2} 或 W 1A 1
- (b) 太陽能/輻射/輻射能/光能 轉化為電能。
在太陽能電池面板貼上透光的防反光膜。
太陽追蹤法以接收最多陽光。
使用透鏡/鏡來聚焦/反射以收集太陽光等方法。 } 任何一項 1A 2
- (c) (i) 每一太陽能電池所收到的太陽能功率
~ $1000 \text{ W m}^{-2} \times 0.0172 \text{ m}^2$
~ 17.2 W 1M
- 每一太陽能電池所輸出電功率
~ $17.2 \text{ W} \times 0.12$
~ 2.064 W 1M
- 所需的太陽能電池數目
$$\frac{7.35 \text{ kW} \times 4}{2.064 \text{ W}}$$

~ 14244 1A 2
- (ii) - 限制飛機重量/將飛機重量減至最少。
- 機上安裝太陽能電池的面積是有限的。
- 只電池組需以最大功率驅動引擎，電池組充電則無必要用最高功率。 } 任何一項 1A 1
- (d) 從正常補充的自然資源/過程而來的能量。
風能
因為 香港普遍會(分別在冬季和夏季)吹(東北和西南)季候風。 1A 2

2. DSE 2013

| | 分數 |
|---|--------------------------------|
| 3. (a) $2000 \left[\frac{1}{4\pi(3.4)^2} \cos^3(\tan^{-1}(\frac{1.2}{3.4})) \right]$ $= 11.5 \text{ (lm m}^{-2}\text{)}$ | 1M 1A 2 |
| (b) 應使用粗糙的表面以達到 漫反射來減少刺眼眩光。 | 1A 1A 2 |
| (c) (i) $14.5 \text{ kW} + 15 \times 0.1 \text{ kW} + 6 \times 0.08 \text{ kW}$ $= 16.48 \text{ (kW)} \text{ (接受 } 16.48 \text{ kW 或 } 16.5 \text{ kW)}$ | 1M 1A 2 |
| (ii) $(6 \times 0.1 \text{ kW} + 16.48 \text{ kW} \times 50\%)$ $\times 8 \times 20 \times 1.0$ $= \$1414.4 \text{ (接受 } \$1414.4 \text{ 或 } \$1416)$ | 1M 1M 1A 2 |
| (iii) 使用節能低輻射塗層窗戶， 或較厚的織覽。 或以螢光燈取代燈泡。 或採用冷卻能力 (製冷能力) / 能效 較高的空調系統。 | 1A 1A 1A 1A 1 1 |

3. DSE 2014

| | | |
|--|----------------|---|
| 3. (a) $E = VIt$ $23 \times 1000 = 220 \times 13 \times t$ $t = 8.04 \text{ (小時)}$ | IM IA 2 | 28951 秒 或 482.5 分鐘 |
| (b) (i) 將電池組的電能 / 能量 轉換為動能 / 機械能 / 駕動 車子的力 / 使車子加速 或 電動機 制動時，車輪 / 車輛 的部分動能經 電動機 / 發 電機 / 元件 X 轉換為電能。 然後，電能儲存至充電電池 / 把充電電池充電。 | 1A 1A 1A | |
| (ii) 高速。 於高速時制動車輛，可轉換為電能 (把電池組充 電) 的動能總量較大。 | 1A 1A 1A | 車的動能 = E ； 耗散為熱的能量 = aE 把電池充電的能量 = $(1 - a)E$ a 為固定，高速 \rightarrow 較多能量 $(1 - a)E$ 可用以充電。 |
| (iii) 當再生制動系統出現故障時，機械制動系統可 發揮制動作用。 或 機械制動系統可把車輛位置鎖定。 或 當電池組完全充電後，再生制動系統便無法 運作。 | 1A 1A 1A | 接受高速和低速的效果相因倒解 課中提到 $\frac{E - aE}{E} = (1 - a)$ 的意思。 |
| (c) 模式 2 (純能源效益 $= 45\% \times 60\% = 27\% >$ 另外兩種模式的 20% 或 21%) 否，模式 3 實際上只有少量甚或沒有空氣污染物排放。 | 1A 1A 2 | |

4. DSE 2015

| | |
|--|---|
| <p>3. (a) (i) 所需的時間 = $\frac{\text{移走的熱量} (mc\Delta T)}{\text{冷卻能力}}$</p> $= \frac{[(20.0 \times 3.0) \times 1.2] \times 1000 \times (33 - 25)}{6.80 \times 1000}$ $= \frac{576000}{6800} = 85 \text{ s (1.42 分鐘 或 0.0236 小時)}$ | 1M 1A 2 1A 1 1A 1 1M/1A 1A 1A 3 1A 1A 2 1A 1 |
| <p>(ii) 任何一項：</p> <p>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</p> | |
| <p>(b) (i) $P_{in} = \frac{2525}{1200} = 2.1 \text{ (kW) 或 } 2100 \text{ W}$</p> | |
| <p>(ii) $\frac{\text{冷卻能力}}{\text{電功率輸入}} (\text{COP}) = \frac{6.80}{2.1} = 3.24$</p> <p>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。</p> | |
| <p>(c) (i) $(C \rightarrow) B \rightarrow A \rightarrow D$ 部件 B(或冷凝器)</p> <p>(ii) 逆轉製冷劑的流動方向</p> <p>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</p> | |

5. DSE 2016,

| | | |
|--|-------|---|
| 3. (a) (i) (I) 此風速的風未能克服接觸面之間過大的摩擦力。 (II) 滾輪機會被自動鎖定和停止，否則強風會損毀扇葉。 | 1A | 註：基於風向和風力渦輪機的擺放，在實際情況中每一渦輪機的功率輸出會有所不同。 |
| | 1A | |
| | 2 | |
| | IM | |
| | 1A | |
| | 2 | |
| (b) (i) 單一渦輪機需提供的功率 $\approx \frac{40 \times 10^3}{50} = 0.8 \text{ MW 或 } 800 \text{ kW}$ 根據線圖，所需風速為 10 m s^{-1} 。 | IM/1A | $P = \frac{1}{2} \rho A v^3 \times \eta$ $1600 \times 10^3 \text{ W} = \frac{1}{2} \times 1.23 \text{ kg m}^{-3} \times \pi \times (30 \text{ m})^2 \times (15 \text{ m s}^{-1})^3 \times \eta$ $\eta = 27.3\%$ |
| | 1A | |
| | 2 | |
| (ii) (I) $1600 \text{ kW} \times 50 = 80000 \text{ kW}$ 或 80 MW 根據線圖 ($> 80 \text{ MW}$)，15:00 – 21:00 (即 6 小時) | IM/1A | 如 $g = 10 \text{ m s}^{-2}$ ， $m = 26667 \text{ (kg s}^{-1}\text{)}$ |
| | 1A | |
| | 2 | |
| (III) $(80 - 40) \times 10^3 \text{ W} \times 80\% = m \times 9.81 \text{ m s}^{-2} \times 120 \text{ m}$ $m = 2.7183 \times 10^4 \text{ (kg s}^{-1}\text{)}$ | IM | |
| | 1A | |
| | 2 | |

6. DSE 2017

| | | |
|--|----|-------------------|
| 3. (a) (i) 製冷劑通過壓縮機從室內流向室外。 (ii) 製冷劑凝結/從氣態變成液態，把熱/內能散發到周圍環境。 | 1A | 註：隔室從引擎/廢氣排放系統吸熱。 |
| | 1 | |
| | 2 | |
| | IM | |
| | 1M | |
| | IA | |
| (b) (i) 壁面積 = $(4 \times 2) \times 4 + (2 \times 2) \times 2 = 40 \text{ m}^2$ 製冷能力 = 吸熱率 $= k \frac{A(T_H - T_C)}{d} = 0.03 \frac{40(50)}{0.08}$ $= 750 \text{ W}$ | 3 | |
| | IA | |
| | 2 | |
| (ii) 隔室以輻射方式吸收熱，使冷藏隔室的表面溫度高於 35°C 。因此內部溫度高於 -15°C 。 | IA | |
| | IA | |
| | 2 | |
| (c) 發光二極管 (LED) 有較長的壽命和較高效能。 | IA | |
| | IA | |
| | 2 | |

4 醫學物理學

1. DSE 2012, Q1

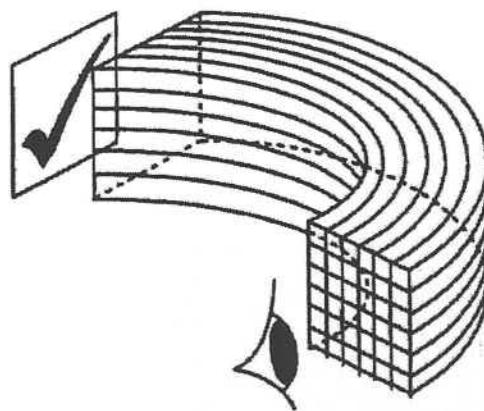
小美不能清楚看到與眼睛相距 0.80 m 內的物件，她應配戴那一種透鏡？如要使她的近點糾正為 0.25 m，透鏡的焦強度為多少？

- A. 凸透鏡，+2.75 D
- B. 凸透鏡，+5.25 D
- C. 凹透鏡，-2.75 D
- D. 凹透鏡，-5.25 D

A B C D

2. DSE 2012, Q2

下圖顯示一束有 36 組正方元件的相干光導纖維，現以該束纖維觀看圖示物體(繪圖不依比例)。



下列哪個圖最能表示觀測者看見的圖像？

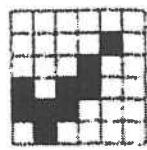
A.



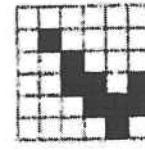
B.



C.

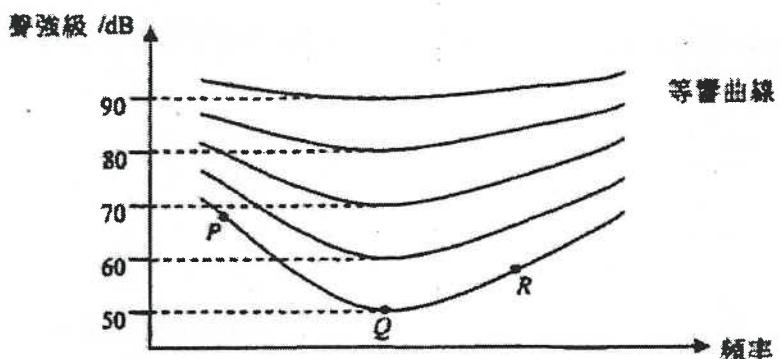


D.



3. DSE 2012, Q3

三位演奏家奏出三個不同樂音 P 、 Q 及 R ，一位觀眾聆聽到這些樂音有相同的響度，該些樂音展示於下面的等響曲線圖。利用微音器收錄該演奏，再用揚聲器以比原聲強級高 20 dB 重播。下列哪項為重播的聲音的響度排序？

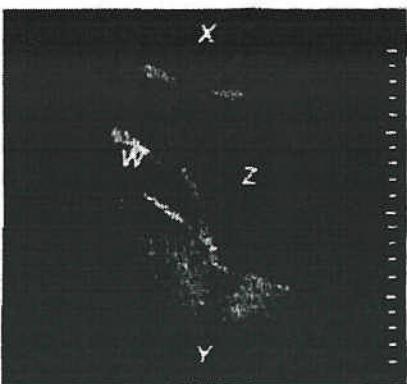


- A. $P = Q = R$
- B. $P > R > Q$
- C. $R > Q > P$
- D. $Q > R > P$

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

4. DSE 2012, Q4

圖示一超聲波 B-掃描圖像。那些敘述是正確的？



- (1) X 比 Y 較接近掃描器。
- (2) 部位 Z 的亮度低是由於它吸收較多超聲波。
- (3) 部位 W 的亮度高是由於它反射較多超聲波。

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

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

5. DSE 2012, Q5

已知脂肪和肌肉之間的反射聲強係數為 1% ，脂肪的聲阻抗為 $1.38 \times 10^6 \text{ kg m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，估算肌肉的聲阻抗。

- A. $1.5 \times 10^6 \text{ kg m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
- B. $1.6 \times 10^6 \text{ kg m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
- C. $1.7 \times 10^6 \text{ kg m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
- D. $1.8 \times 10^6 \text{ kg m}^{-2} \text{ s}^{-1}$

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

6. DSE 2012, Q6

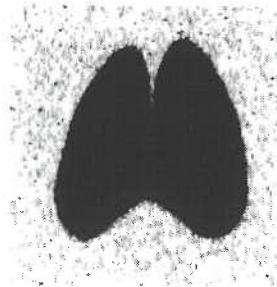
厚度為 5 cm 的某身體組織能使某 X-射線束的強度減少至原來的 59%。該身體組織的線衰減係數是多少？

- A. 0.066 m^{-1}
- B. 0.085 m^{-1}
- C. 8.2 m^{-1}
- D. 10.6 m^{-1}

A B C D

7. DSE 2012, Q7

下圖是利用了碘-131示踪劑的甲狀腺掃描，透過伽瑪攝影儀拍攝，較深黑部分代表其接收到的強度較高。下列哪一個有關部位 X 的推論正確？



- A. 它是會令 γ 軫射產生異常地高衰減的物質。
- B. 它是會令 γ 軫射產生異常地低衰減的物質。
- C. 它吸收了過量的碘。
- D. 它不能正常地吸收碘。

A B C D

8. DSE 2012, Q8

哪些敘述能解釋為何鉭-99m 適合用於放射性核素醫學成像？

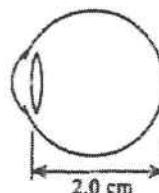
- (1) 它能與大部分化學物品及蛋白質組成放射性示踪劑。
- (2) 由於鉭-99m 的半衰期較短，病者的輻射暴露可減低。
- (3) 它能發射出適當的 γ 軫射，於不同組織中衰減因而得到放射性核素圖像。

- 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

9. DSE 2013, Q1

- 4.1 圖示一個有視覺缺陷人士的眼球，視網膜與折光部分的光心相距 2.0 cm，而折光部分的最短焦強為 +55 D。矯正該視覺缺陷需配戴焦強為多少的眼鏡？



- A. -5 D
- B. -10 D
- C. 15 D
- D. +10 D

A B C D

10. DSE 2013, Q2

- 4.2 這雙眼鏡相隔 5 mm 間距的兩個點物體，兩物體發出波長 550 nm 的綠光。假設在正常日光下左眼眼睛的瞳孔直徑約為 3 mm，估算牠最多距離該兩物體多遠而仍可分辨出它們？

- A. 42.4 m
B. 24.2 m
C. 22.4 m
D. 20.4 m

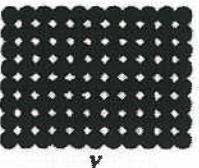
A B C D

11. DSE 2013, Q3

- 4.3 下圖顯示用於內窺鏡的兩束相干光導纖維 X 和 Y，兩束纖維的橫截面大小相同，但 X 的光導纖維較多並較幼。以下哪些敘述是正確的？



X



Y

- (1) 從 X 得到的圖像亮度遠高於 Y。
(2) X 比 Y 可彎曲得較多。
(3) 從 X 得到的圖像分辨率比 Y 的高。

- 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

12. DSE 2013, Q4

- 4.4 人耳的靈敏度高是基於聲波到達內耳前，其響度改變被大幅放大了。以下哪些事實促成這個巨大的放大率？

- (1) 當耳骨把振動從耳膜傳遞至內耳的卵圓窗時會產生槓桿作用。
(2) 耳膜的面積比內耳的卵圓窗大很多。
(3) 內耳中的液體的密度比外面的空氣高很多。

- 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

13. DSE 2013, Q5

- 4.5 一個揚聲器接連一擴音機來產生聲音。當供給揚聲器的功率為 50 W，於某處所測成的聲強級為 100 dB。假設並無其他聲源，而揚聲器將電能轉換為聲音的效率固定，於同一處產生 110 dB 的聲強級所需的功率為何？

- A. 52 W
B. 55 W
C. 100 W
D. 500 W

A B C D

14. DSE 2013, Q6

4.6 鈸-99m 是一種放射性同位素，它會進行 γ 衰變而半衰期為 6 小時。將鈸-99m 與一種容易被肝臟吸收的物質結合，並給一病人服用，然後於不同時間以伽瑪照相機拍攝一系列影像。下列哪些敘述是正確的？



服用 1 小時後



服用 3 小時後



服用 6 小時後

- (1) 影像較深色部分對應於肝臟令 γ 射線有較高衰減的部分。
- (2) 該系列影像提供了病人肝臟功能的資料。
- (3) 影像之間的差異完全是源於鈸-99m 的衰變。

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

- A B C D
-

15. DSE 2013, Q7

4.7 以下哪些有關超聲波醫學成像的敘述是正確的？

- (1) 超聲波有潛在危險，因為它是一種致電離輻射。
- (2) 超聲波不適用於肺掃描，因為它到達肺部的組織-空氣界面時幾乎全被反射。
- (3) 高頻超聲波的穿刺能力較強，但所得圖像分辨率較低。

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

- A B C D
-

16. DSE 2013, Q8

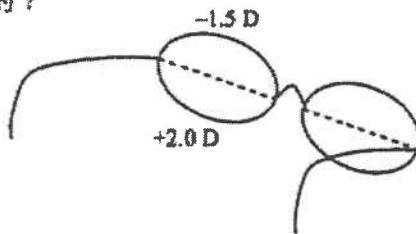
4.8 一名交通意外的傷者懷疑腹部有內出血。為確定可能有出血的位置，哪一個醫學成像方法最適用？

- A. 超聲波掃描
- B. 內窺鏡
- C. X-射線放射攝影
- D. 電腦斷層造影(CT)

- A B C D
-

17. DSE 2014, Q1

4.1 李先生配戴一副顯示的雙焦距眼鏡。每一鏡片上半和下半的焦強分別為 -1.5 D 及 $+2.0\text{ D}$ 。下列哪些敘述是正確的？



- (1) 眼鏡上半是用來觀看遠遠景物而下半則是用來觀看近距離物件。
- (2) 李先生只患有老花。
- (3) 當沒有配戴眼鏡時，無論物件放在何處李先生都無法看清楚。

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

- A B C D
-

18. DSE 2014, Q2

4.2 下列哪些有關聽覺閾的敘述是正確的？

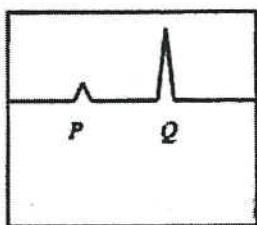
- (1) 聽覺閾的聲音強度為 0 W m^{-2} 。
- (2) 聽覺閾對應的聲強級選作 0 dB 。
- (3) 聽覺閾取決於聲音的頻率。

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

A B C D

19. DSE 2014, Q3

4.3



把超聲波換能器放在人體某處的皮膚上進行A-掃描，如圖所示，接收到的訊號有兩個尖峰 P 和 Q 。下列哪些敘述是正確的？

- (1) 界面 Y 幾乎沒有反射，因為骨骼差不多吸收了所有超聲波。
- (2) 界面 Y 幾乎沒有反射，因為界面 X 差不多把所有超聲波反射。
- (3) 兩個尖峰 P 和 Q 分別對應在界面 X 和 Y 的反射。

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

A B C D

20. DSE 2014, Q4

4.4 下列哪一項有關光纖內窺鏡的敘述是正確的？

- A. 相干光纖管束主要是用於把光從光源傳送至作檢查之處，並把光送返另一端。
- B. 非相干光纖管束比相干光纖管束有較多的光損失。
- C. 相干光纖管束和非相干光纖管束在稍微彎曲下皆能正常運作。
- D. 光纖內窺鏡只能顯示黑和白兩色的影像。

A B C D

21. DSE 2014, Q5

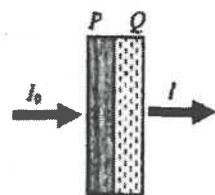
4.5 一位病人進行針抽切片檢查，將一支幼針穿過皮膚插入他的肝臟，抽取少許活組織進行化驗。為減低內出血的風險，最重要是勘測出插針位置附近較大的肝臟血管，而肝臟在人體內亦可微微移動，因此插針時需有實時成像，最適當的成像方法是

- A. X-射線平面成像。
- B. 電腦斷層造影(CT)。
- C. 超聲波成像。
- D. 放射性核素成像。

A B C D

22. DSE 2014, Q6

- 4.6 圖示物體以厚度同為 1 cm 的兩種不同物料 *P* 和 *Q* 合成。*P* 和 *Q* 對 X-射線的線衰減係數分別為 0.05 cm^{-1} 和 0.68 cm^{-1} ，強度為 I_0 的 X-射線射入射該物體，當從物體出射時的強度為 *I*，下列哪一項給出 $\frac{I}{I_0}$ 的比率？



- A. $\frac{0.05}{0.68}$
 B. $\frac{(0.68 - 0.05)^2}{(0.68 + 0.05)^2}$
 C. $e^{-\frac{0.05}{0.68}}$
 D. $e^{-(0.05 + 0.68)}$

A B C D

23. DSE 2014, Q7

- 4.7 人工顯影劑於放射攝影的功能是什麼？

- A. 它把 X-射線減慢以便 X-射線在器官內停留較久。
 B. 它使器官增加了對部分 X-射線的吸收。
 C. 在 X-射線離開器官前，它使 X-射線的能量增加。
 D. 注射入人體的人工顯影劑水溶液，會減低接受放射攝影的器官的密度。

A B C D

24. DSE 2014, Q8

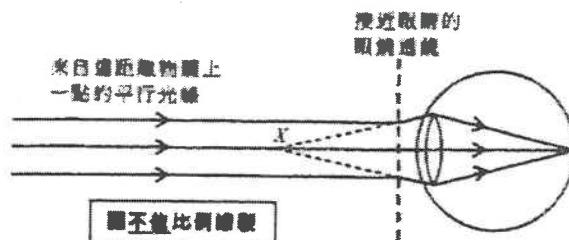
- 4.8 一種放射性核素 *T* 的生物半衰期和物理半衰期分別為兩日和三日，一病人服用了某劑量的 *T* 作為放射性核素成像的示踪物，留在病人體內的放射性核素 *T* 約需多長時間才減少至原來的 $1/7$ ？

- A. 3.6 日
 B. 4.8 日
 C. 7.5 日
 D. 15 日

A B C D

25. DSE 2015, Q1

- 4.1 這項患有某種視力問題並需配戴眼鏡，圖示可矯正該視力問題的眼鏡透鏡，下列哪項敘述是正確的？



- (1) 這項患有近視。
 (2) 點 *X* 是當他沒有配戴眼鏡時的近點。
 (3) 如果 *X* 距離眼鏡達 0.5 m ，透鏡的焦強度為 -1.25 D 。

- 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

26. DSE 2015, Q2

4.2 下列哪項為光纖內鏡的缺點？

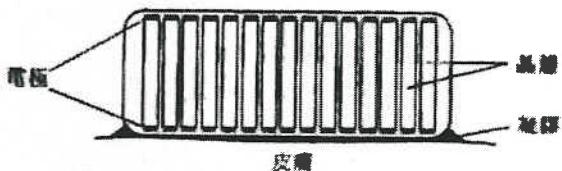
- 病人或有需要進行剪開。
- 它只能用以檢視有空腔的器官的內壁。
- 它可能會導致內出血。

- 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

27. DSE 2015, Q3

4.3 顯示的超聲波探描器有一列晶體，將每一晶體都接有一對電極。下列哪項敘述是正確的？



- 壓頭的作用是減低超聲波在穿過探描器和皮膚的間隙時的衰減。
- 當一晶體接收到超聲波，壓電效應會使電極之間產生電訊號。
- 該探描器的設計是用作 B-掃描成像。

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

A B C D

28. DSE 2015, Q4

4.4 超聲波探描對肺部並不適用是由於肺部內的空氣

- A. 吸收係數很高，因此能吸收差不多所有超聲波。
 B. 吸收係數很低，因此能吸收差不多所有超聲波。
 C. 相對於軟組織有很高的壓電效，因此能反射差不多所有超聲波。
 D. 相對於軟組織有很低的壓電效，因此能反射差不多所有超聲波。

A B C D

29. DSE 2015, Q5

4.5



顯示一束 X-射線穿過線衰減係數為 μ 的金屬方塊，其強度從 I 減至 $\frac{I}{2}$ 。如果以另一厚度相同的線衰減係數為 3μ 的金屬方塊取代，出射的 X-射線束的強度會是多少？

- A. $\frac{I}{6}$
 B. $\frac{I}{8}$
 C. $\frac{I}{9}$
 D. $\frac{I}{16}$

A B C D

30. DSE 2015, Q6

4.6 電腦斷層造影 (CT) 的成像大小為 $32\text{ cm} \times 32\text{ cm}$ ，而成像上每一像素的大小為 0.391 mm^2 。下列哪個矩阵大小對應這電腦斷層造影成像的解像度？

- A. 128×128
- B. 256×256
- C. 512×512
- D. 1024×1024

A B C D

31. DSE 2015, Q7

4.7 一位醫生決定替一名病人的腎臟進行放射性核素成像，下列哪項為選用放射性核素成像而不採用其他成像方法的主要原因？

- A. 這方法可診斷腎臟的功能。
- B. 這方法可看到腎臟的細微結構。
- C. 這方法成像的解像度相比其他方法是最高的。
- D. 這方法可診斷到所患腎病種類的特定資訊。

A B C D

32. DSE 2015, Q8

4.8 下列放射源皆無毒性並容易被某器官吸收，那一個最適合作為該器官放射性核素成像的示踪物？

- A. 半衰期為 16 小時的 γ -源
- B. 半衰期為 8 個月的 γ -源
- C. 半衰期為 20 秒的 β -源
- D. 半衰期為 12 小時的 β -源

A B C D

33. DSE 2016, Q1

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

A B C D

34. DSE 2016, Q2

4.2 孟堅患有不穩視力問題，以致他的視覺調節近點距離其眼睛 2 m。他需配戴什麼類型的眼鏡方可將其近點糾正至 0.25 m？

- A. $+3.5\text{ D}$
- B. -3.5 D
- C. $+4.5\text{ D}$
- D. -4.5 D

A B C D

35. DSE 2016, Q3

4.3 飛機起飛時，有些乘客會感到耳痛或短暫失聽。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，因而令耳膜會破裂。
- C. 外耳和中耳之間的壓強突然不平衡，因而令耳膜失去功能。
- D. 外耳和中耳之間的壓強突然不平衡，而耳膜不應自由擺動。

A B C D

36. DSE 2016, Q4

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

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

37. DSE 2016, Q5

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 |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

38. DSE 2016, Q6

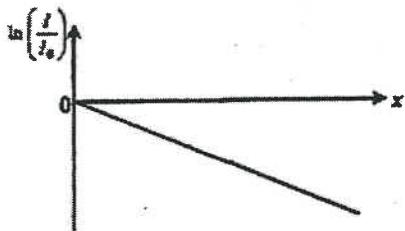
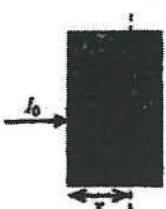
4.6 就掃描位於體內的肝臟而言，以下哪一超聲波選擇是正確的？並附理據。

- 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 |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

39. DSE 2016, Q7

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 |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

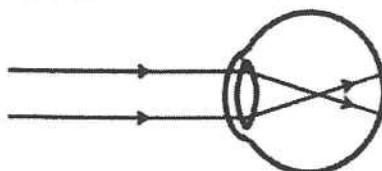
40. DSE 2016, Q8

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射線束強度據數反投射而成。
(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

41. DSE 2017, Q1

4.1 圖示一隻眼睛望着遠方的一件物體。



下列哪項正確？

- | | | | |
|-------|------------|-----------------------|-----------------------|
| 眼鏡的晶體 | 配戴眼鏡矯正，鏡片為 | | |
| A. 太厚 | 發散透鏡 | A | B |
| B. 太厚 | 會聚透鏡 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| C. 太薄 | 發散透鏡 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| D. 太薄 | 會聚透鏡 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

42. DSE 2017, Q2

4.2 下列哪些有關人類聽覺的敘述是正確的？

- (1) 中耳內的耳骨將聲波變成耳膜的振動。
(2) 因耳膜和卵圓窗的面積有差異，使壓強放大。
(3) 在內耳中，機械振動被轉換成電訊號。

- 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

43. DSE 2017, Q3

4.3 某工廠內的聲強級為95 dB。工廠內的工人都戴上保護耳筒，它能把聲強級降低30 dB。工人聽到的聲音強度為多少？

已知：聽覺閾 $I_0 = 1 \times 10^{-12} \text{ W m}^{-2}$

- A. $1.00 \times 10^{-9} \text{ W m}^{-2}$
B. $3.16 \times 10^{-6} \text{ W m}^{-2}$
C. $3.16 \times 10^{-3} \text{ W m}^{-2}$
D. 3.16 W m^{-2}
- A B C D

44. DSE 2017, Q4

4.4 下表顯示不同組織和空氣的聲阻抗。

| | 聲阻抗 ($\times 10^6 \text{ kg m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) |
|----|--|
| 脂肪 | 1.34 |
| 肝臟 | 1.65 |
| 肌肉 | 1.71 |
| 骨骼 | 7.8 |
| 空氣 | 0.0004 |

在超聲波掃描中，以下哪一個界面會有最大的反射聲強係數？

- A. 肝臟-肌肉
- B. 脂肪-肌肉
- C. 肌肉-骨骼
- D. 肌肉-空氣

- A
- B
- C
- D

45. DSE 2017, Q5

4.5 利用超聲波換能器掃描眼睛（圖 4.5.1），所接收到的回聲如圖 4.5.2 所示。超聲波在眼睛內的速度為 1550 m s^{-1} 。

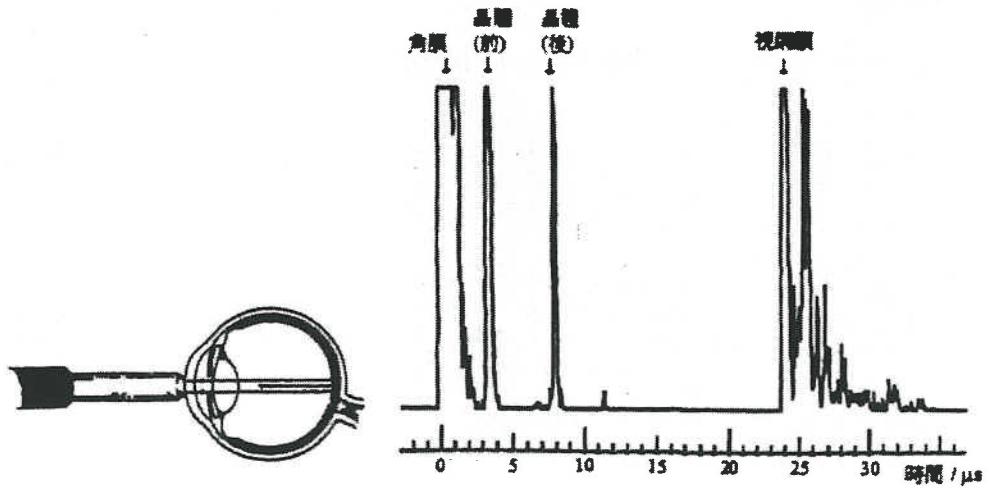


圖 4.5.1

圖 4.5.2

晶體的厚度約為

- A. 1.6 mm
- B. 3.5 mm
- C. 7.0 mm
- D. 18.6 mm

- A
- B
- C
- D

46. DSE 2017, Q6

4.6 下列哪項有關內窺鏡的描述是正確的？

- A. 相干光纖管束是用來傳送影像的。
- B. 光只能從物鏡傳播至目鏡，但不能向相反方向傳播。
- C. 光纖包層的折射率較玻璃的為高。
- D. 內窺鏡只能顯示黑白影像。

A B C D

47. DSE 2017, Q7

4.7 某示蹤物 Y 的生物半衰期為 3 日，而其物理半衰期為 4 小時， Y 的有效半衰期為多少？

- A. 0.24 小時
- B. 1.71 小時
- C. 3.79 小時
- D. 4.23 小時

A B C D

48. DSE 2017, Q8

4.8 下列哪項有關放射性核素成像的描述是正確的？

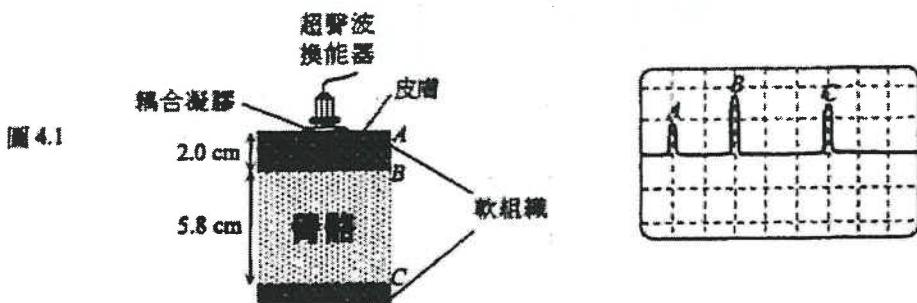
- A. 因示蹤物的衰變，應在注射示蹤物後立刻拍攝影像。
- B. 伽瑪照相機發射伽瑪輻射以幅照示蹤物。
- C. 放射性核素成像能夠清楚顯示一個衰竭器官的結構。
- D. 注射示蹤物後一段時間內，病人的排泄物可能有放射性。

A B C D

4 醫學物理學

1. DSE 2012

- (a) 圖 4.1 顯示位於 2.0 cm 厚的一層軟組織下的骨骼截面，其厚度為 5.8 cm、一超聲波換能器跟著有耦合凝膠的皮膚接觸。從不同的界面 A、B 和 C 反射的超聲波脈衝顯示於示波器上。



- (i) 求超聲波在骨骼的速度跟其在軟組織的速度之比。(2 分)

不同身體組織對所用超聲波的聲阻抗值表列如下。

| 軟組織 (平均值) | 1.63×10^6 |
|-----------|--------------------|
| 骨骼 | 7.78×10^6 |

- (ii) 如果超聲波在軟組織的速度為 1580 m s^{-1} ，估算骨骼的密度。(3 分)
- (b) (i) 描述超聲波 B-掃描成像的操作原理。(3 分)
- (ii) 就醫學成像而言，指出使用超聲波掃描的一個優點及一個限制。(2 分)

2. DSE 2013

Q.4: 結構式題目

- (a) 圖 4.1 顯示當一束 X-射線分別穿過兩介質 P 和 Q 一段距離 x 後，X-射線束的強度怎樣改變。
X-射線束的初始強度為 I_0 。

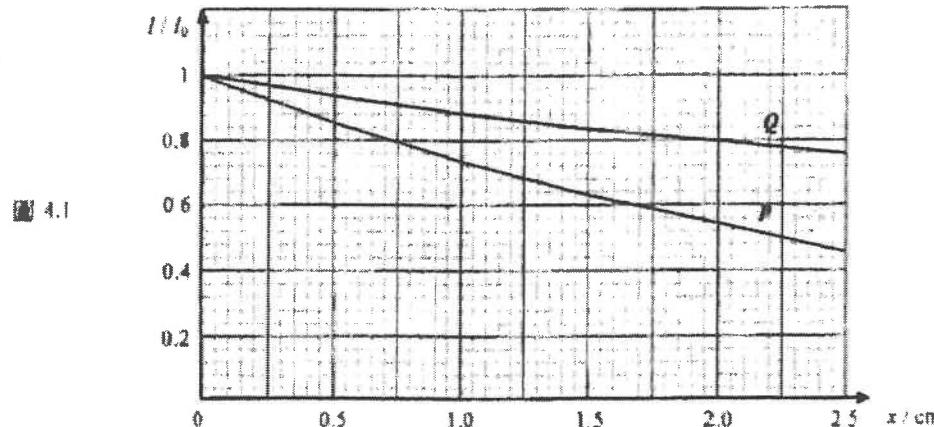


圖 4.1

- (i) 介質 P 的半值厚度為多少？ (1 分)
 (ii) 求介質 P 的線衰減係數。 (2 分)
 (iii) 介質 Q 的密度是高於、等於還是低於介質 P ？ (1 分)
- (b) 圖 4.2 是一幅胸部的 X-射線放射攝影圖像。



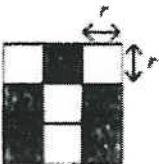
圖 4.2

- (i) 根據不同介質包括軟組織和骨骼對所通過 X-射線的影響，解釋該圖像如何形成。 (2 分)
 (ii) 簡單解釋為什麼相比 X-射線放射攝影，電腦斷層造影 (CT) 能提供更詳細的身體結構資料。 (2 分)
 (iii) 雖然 CT 圖像具有上述優點，寫出兩個原因 (除了 CT 檢查儀較昂貴之外) 說明為何不以電腦斷層造影完全取代傳統的 X-射線放射攝影。 (2 分)

3. DSE 2014

Q.4: 組織式題目

- (a) (i) 用超聲波作醫學成像時會以壓電換能器掃描病人，描述壓電換能器如何產生超聲波。
(2分)
- (ii) 指出在醫學成像中使用較高頻率超聲波的優點和缺點各一個。
(2分)
- (b) (i) 茲道真有正常視力，於觀看遙遠景物時他眼睛的焦距為 +59 D，估算他眼睛的晶體與視網膜的距離。假設他眼睛的折射能力主要來自晶體。
(2分)
- (ii) 智能電話 X 的顯示屏以眾多細小的方形像素組成，如圖所示。



顯示屏一部分的幾個方形像素

茲道真看着智能電話 X 的顯示屏上的圖形，他眼睛瞳孔的直徑為 4.0 mm，估算他眼睛對呈綠色的圖形的解像能力 θ (以弧度 radians 表達)，已知：綠色光的波長 $= 5.35 \times 10^{-7} \text{ m}$ 。
(2分)

- (iii) 由於智能電話 X 的像素極為細小，在典型視距 $L = 0.30 \text{ m}$ 下，人眼不能分辨出兩個毗連的像素。利用 (b)(ii) 部的結果，估算智能電話 X 顯示屏上一個方形像素的最大邊長 r 。你可假設以弧度表示的角 θ 很細小時， $\tan \theta \approx \theta$ 。
(2分)

4. DSE 2015

Q.4: 組構式題目

圖 4.1 顯示人耳的結構。

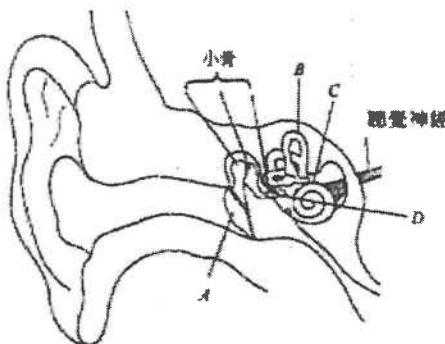


圖 4.1

- (a) (i) 試把圖 4.1 中字母 A、B、C 和 D 訊對下述耳朵的各部分，包括耳膜、錐體管、導聲管和耳郭，指出 C 的功能。
(2 分)
- (ii) A 對 D 的面積比為 20，如果當聲音訊號經過 D 之後被耳朵將其壓強總共放大了 25 倍，求小骨的慣性作用所構成的壓強增益。
(1 分)

(b) 圖 4.2 顯示聽覺正常人士的一條等響曲線。

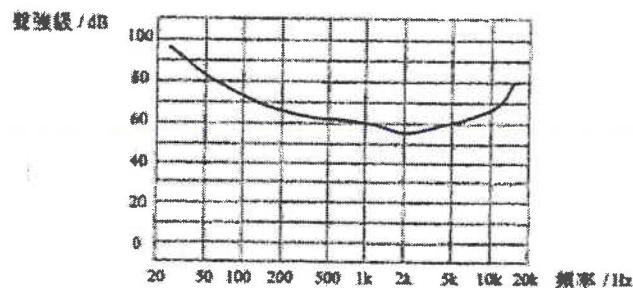
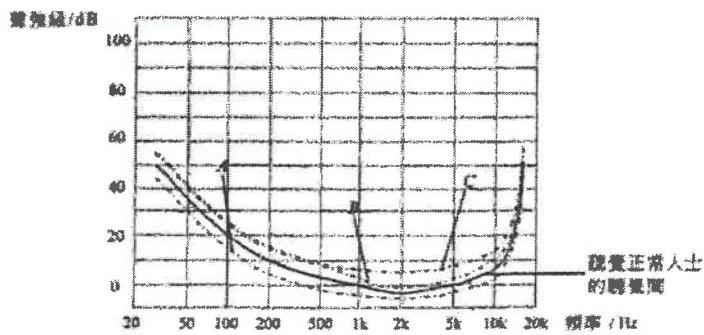


圖 4.2

- (i) 寫出這曲線所代表的響度，以方為單位。指出曲線兩端相對較高有何物理意義。
(2 分)
- (ii) 一名工人長期受環境噪音影響而導致聽力受損，其聽力損失對於 kHz 頻率範圍的聲音尤為嚴重。如果為該名工人進行聽覺篩選試，在圖 4.3 所示的等響曲線 A、B 和 C 中，哪一條最能代表他的反應？解釋你的選擇。
(2 分)

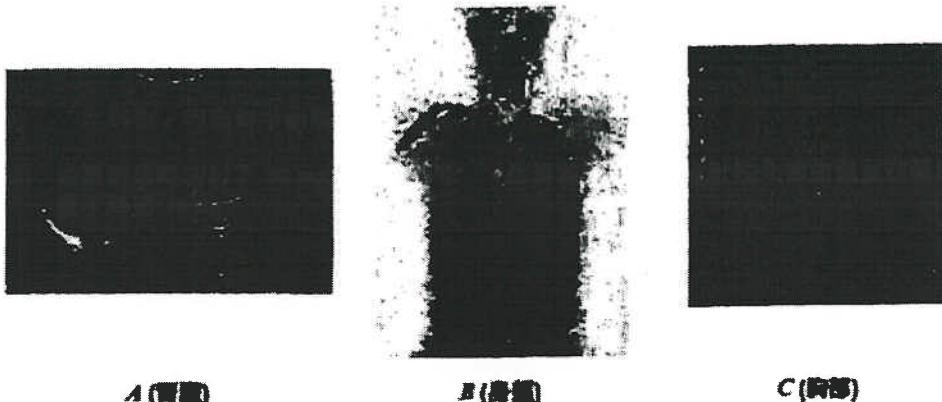


- (c) 在運作中的機器旁工作的一名工程師所受到噪音的聲強度為 80 W m^{-2} 。當戴上耳罩後，他所聽到噪音的聲強度減至 $2.5 \times 10^{-2} \text{ W m}^{-2}$ 。估算戴上耳罩後他所聽到噪音的聲強級減了多少 dB。
(3 分)

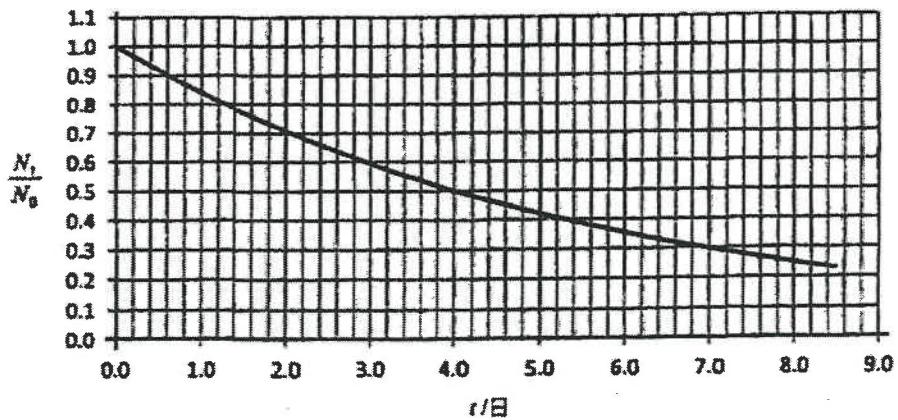
5. DSE 2016

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。



- (i) 哪一個是放射性核素成像所產生？解釋該像如何形成。不須描述所用探测儀器的結構和機理。
(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 變變至 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)

6. DSE 2017

Q.4：結構式題目

X-射線放射攝影成像和電腦斷層造影 (CT) 掃描均應用於醫療用途。

- (a) 簡單描述 X-射線如何產生。 (1分)
- (b) 指出一項 CT 掃描較 X-射線放射攝影成像優勝之處。 (1分)
- (c) 所吸收輻射的有效劑量可以用毫希沃特 (mSv) 量度，或以從本底輻射接收到等效的劑量需時多久來表達。胸部 X-射線放射攝影成像和胸部 CT 掃描的有效劑量分別如下。

| | 有效劑量 (mSv) | 等效本底輻射劑量 (日) |
|---------------|------------|--------------|
| 胸部 X-射線放射攝影成像 | 0.02 | 1.85 |
| 胸部 CT 掃描 | 6.6 | 610.5 |

- (i) 簡單解釋為什麼 CT 掃描的有效劑量相對甚高。 (1分)
- (ii) 頭部 CT 掃描的有效劑量為 1.5 mSv，以表列的資料，估算其等效本底輻射劑量。 (1分)
- (d) 在 CT 掃描中，一束初始強度為 I_0 的狹窄 X-射線沿途穿越肺腔、軟組織和骨骼。下表顯示各組織的線衰減係數，和 X-射線在各組織中的途徑長度。

| | 線衰減係數 (cm^{-1}) | 途徑長度 (cm) |
|-----|----------------------------|-----------|
| 肺腔 | 0.1 | 19.8 |
| 軟組織 | 0.18 | 8.8 |
| 骨骼 | 0.48 | 4.4 |

- (i) 簡單解釋為什麼肺腔和骨骼的線衰減係數相差甚大。 (1分)
- (ii) 求該 X-射線穿越肺腔、軟組織和骨骼後 $\frac{\text{透射強度 } I}{\text{初始強度 } I_0}$ 的值。 (3分)
- (e) 有學生建議 CT 掃描可用於檢查胎兒。簡單解釋你是否同意。若不同意，請建議一種適用於檢查胎兒的醫學成像方法。 (2分)

4 醫學物理學

1. DSE 2012

4. (a) (i) 設 v 和 v_b 分別為超聲波在軟組織和在骨骼內的速率
 t 和 t_b 分別為超聲波在軟組織和在骨骼內所經過的時間

$$\text{可得 } \frac{v_b t_b / 2}{vt / 2} = \frac{5.8}{2.0} \text{ 或 } \frac{v_b t_b}{vt} = \frac{5.8}{2.0}$$

$$\left(\frac{v_b}{v}\right)\left(\frac{t_b}{t}\right) = 2.9$$

$$\frac{v_b}{v} = 1.93$$

(ii) 由 (i), $v_b = 1.93 \times 1580 \text{ m s}^{-1} = 3055 \text{ m s}^{-1}$

∴對於骨骼 $Z = \rho c$

$$7.78 \times 10^6 = \rho(3055)$$

$$\rho = 2547 \text{ kg m}^{-3}$$

- (b) (i) 超聲波於組織界面/當進入另一組織時會被反射。

B-掃描成像的亮度/振幅/強度與反射的超聲波強度/聲阻抗改變成正比。

以訊號回到超聲波換能器所耗的時間，計算出距離/深度。/將掃描所得跡線結合

氣可得掃描部位的 2D/平面影像。

- (ii) 優點 (任何一項):

1. 較安全 (因其不含電離輻射)

2. 瞬時可用

3. 能實時探測器官的移動

限制(任何一項):

1. 穿透組織的能力有限，特別對骨骼或內藏空氣的器官

2. 相比其他造影術，超聲波的視野範圍 (FOV) 較窄

2. DSE 2013

| | 分數 |
|--|------------|
| 4. (a) (i) 2.25 cm | 1A 1 |
| (ii) $x_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\mu}$ (或 $0.5I_0 = I_0 e^{-\mu x_{\frac{1}{2}}}$) | 1M |
| $0.0225 = \frac{\ln 2}{\mu}$ | 1A 2 |
| $\mu = 30.8 \text{ m}^{-1}$ (接受 30.8 m^{-1} 和 31.0 m^{-1}) | |
| (iii) 介質 ρ : 密度較低 | 1A 1 |
| (b) (i) 當 X-射線穿過 (穿越) 介質時，強度會衰減 / 被吸收。 於骨骼的衰減 / 吸收較軟組織的大，所以骨骼在底片上呈現白色 (較淺色) / 軟組織呈現黑色 (較深色)。 | 1A 1A 2 |
| (ii) X-射線管及探測器圍繞病人轉動，以拍攝多幅 X-射線 投影 / 圖像。 這些投影會被重建 / 計算 / 製作反投影 / 合成 以得到斷層造影圖，提供更多身體狀況的資料。 | 1A 1A 2 |
| (iii) - CT 摄影的輻射照射量或劑量較高 (達 8.0 mSv 相對於 X-射線放射攝影的 0.01 mSv) - 不及 X-射線放射攝影般可攜性或便於操作 | 1A 1A 2 |

3. DSE 2014

| | | | |
|------------|---|----|---------------------------------|
| 4. (a) (i) | 當電勢差施於換能器內一小塊壓電晶體時，晶體會變形。 若將電勢差除去，它便會回復原狀，因着其隨後的振盪而產生超聲波。 | IA | |
| (ii) | 優點：解像度較佳 / 較清晰 缺點：較大的衰減 / 穿透較少 | IA | 2 |
| (b) (i) | $P = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$ 或 $P = \frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$ $59 = \frac{1}{\infty} + \frac{1}{v}$ $v = 0.01695 \text{ m (或 } 1.695 \text{ cm)} \approx 17 \text{ mm}$ | 1M | |
| | | IA | 接受 16.9 ~ 17.0 mm |
| (ii) | $\theta = \frac{1.22 \lambda}{d}$ $\theta = \frac{1.22 \times 5.35 \times 10^{-7}}{4.0 \times 10^{-3}}$ $= 1.63175 \times 10^{-4} (\text{rad}) \approx 1.63 \times 10^{-4} (\text{rad})$ | 1M | |
| | | IA | 接受 0.0093° |
| (iii) | $\theta = \frac{r}{L}$ 以弧度表示的角 θ 很小時 $r = 1.632 \times 10^{-4} \times 0.30 \text{ m}$ $= 4.89525 \times 10^{-5} \text{ m (或 } 0.0489525 \text{ mm)} \approx 49.0 \mu\text{m}$ | 1M | 接受 $\tan \theta = \frac{r}{L}$ |
| | | IA | 接受 $48.9 \sim 49.0 \mu\text{m}$ |

4. DSE 2015

| | | |
|---|--|----------------|
| 4. (a) (i) | A: 耳膜 B: 半規管 C: 耳蝸 D: 邊圓窗 | IA |
| | 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) | $25 + 20 = 1.25$ (即增加 25%) | 2 |
| (b) (i) | 60 (方) 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。 | 1M/1A |
| (ii) | 曲線 C。 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。 | 1 |
| (c) 聲強級變化 | | 1A |
| | $L_1 = 10 \log \frac{80}{I_0}$ | 1A |
| | $L_2 = 10 \log \frac{2.5 \times 10^{-5}}{I_0}$ | 2 |
| | $L_2 - L_1 = 10 \log \frac{80}{2.5 \times 10^{-5}}$ = -65 (dB) | 1A |
| | | 接受 ± 65 dB |
| 題 | | |
| 假設 $I_0 = 10^{-12} \text{ W m}^{-2}$ | | |
| $L_1 = 10 \log \frac{80}{10^{-12}} = 139.03 \text{ dB}$ | | 1M |
| $L_2 = 10 \log \frac{2.5 \times 10^{-5}}{10^{-12}} = 74.03 \text{ dB}$ | | |
| $L_2 - L_1 = -65 \text{ (dB)}$ | | 1M+1A |
| 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 dB | | 2M |
| ∴ 減少 65 (dB) | | 1A |
| | | 3 |

5. DSE 2016

| | | | |
|---|--|----------------------|----------------------------------|
| 4. (a) (i) B | 一放射性物質 / 放射性藥物 被注射進 / 吸入至病人。 並經血液輸送至身體各部分，這(放射性) 物質會在特定的器官積聚。 放射性同位素發射出的伽瑪射線可由伽瑪照相機 (伽瑪攝影機 / 伽瑪攝影機) 檢測。 | IA IA IA IA | |
| | | 4 | |
| | (ii) 優點： 從熱點 / 热灶 (高於正常攝取) 或冷點 / 冷灶 (低於正常攝取) 可推斷所涉器官的問題，即功能性診斷。 | IA | |
| | | 1 | |
| (b) (i) $T_{\text{phys}} = 4 \text{ 日}$ | | IA | |
| | | 1 | |
| (ii) 在身體 / 器官內的「示踪物」透過生物過程 (如消除 / 自然排泄 / 新陳代謝) 減少至其初始值的一半所需的時間。 | IA | | |
| | | 1 | |
| (iii) | $\frac{1}{T_{\text{eff}}} = \frac{1}{T_{\text{phys}}} + \frac{1}{T_{\text{kin}}}$ $= \frac{1}{2} + \frac{1}{4}$ $T_{\text{eff}} = 1.33 \text{ 日}$ $N = N_0 e^{-kt}$ $k = \frac{\ln 2}{T_{\text{eff}}}$ $t = \frac{T_{\text{eff}} \ln(10)}{\ln 2}$ $t = \frac{-1.33 \ln(\frac{10}{50})}{\ln 2}$ $t = 3.096 \text{ 日}$ | 1M | |
| | | 1M | |
| | | 1A | 或 74.3 小時 · 2.67×10^5 秒 |
| | | 3 | |

6. DSE 2017

4. (a) 快速的電子撞擊重金屬靶會產生 X-射線。
- (b) CT掃描在軟組織圖形成像/區分體內互相覆蓋的組織結構/ 製造 3D 影像較為優勝。
- (c) (i) 由於一次 CT掃描涉及多次 X-射線放射攝影成像，因此 CT掃描的有效劑量較高。
- (ii) 等效本底輻射劑量

$$= 1.85 \times \frac{1.5}{0.02}$$

$$= 138.75 \text{ 天}$$
- (d) (i) 肺腔內充滿空氣/肺腔和骨骼的密度相差甚大
- (ii)
$$I = I_0 e^{-(\mu_1 x_1 + \mu_2 x_2 + \mu_3 x_3)}$$

$$\frac{I}{I_0} = e^{-(0.1 \times 19.8 + 0.18 \times 8.8 + 0.48 \times 4.4)}$$

$$= e^{-3.676} = 3.43 \times 10^{-3}$$
- (e) 不同意，因為 CT掃描可引致細胞內產生電離作用(改變)/損害胎兒的DNA。
 可以利用超聲波掃描檢查胎兒。

| |
|-------|
| IA |
| 1 |
| 1M+1M |
| IA |
| 3 |
| IA |
| IA |
| 2 |