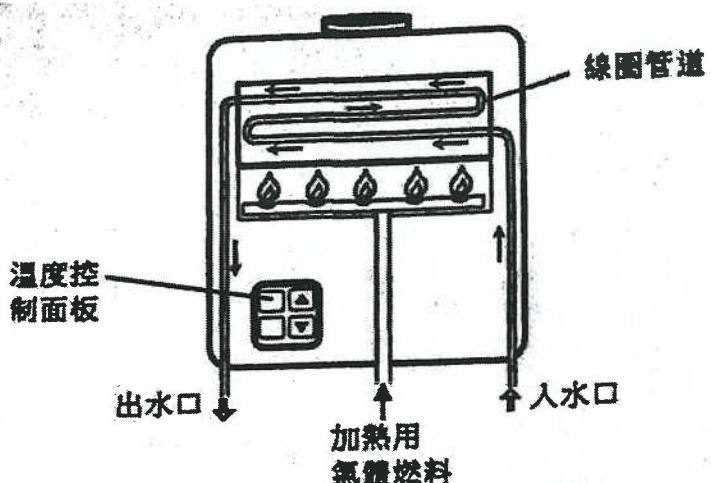


# 1 热和氣體

1. DSE 2018, Q1

圖 1.1 顯示一家居熱水爐，自來水進入爐中並通過線圈管道加熱，達至一定溫度的熱水從熱水爐流出。

圖 1.1



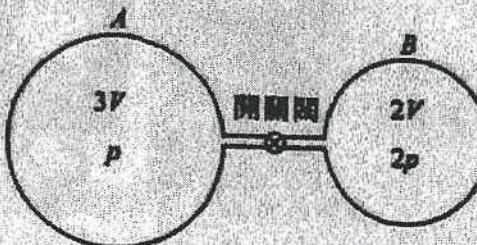
在某冬日，自來水的溫度為  $15^{\circ}\text{C}$ 。當熱水爐運作時，一分鐘能輸出  $6\text{ kg}$  溫度為  $50^{\circ}\text{C}$  的熱水。假設熱水爐跟周圍環境沒有熱交換。已知：水的比熱容 =  $4200\text{ J kg}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

- (a) 估算熱水爐供應給自來水的功率。 (3 分)
- (b) 假設 (a) 部所估算的功率保持不變，而熱水爐正輸出溫度為  $40^{\circ}\text{C}$  的熱水，求自來水進入熱水爐的流率，以  $\text{kg}$  每分鐘表示。 (2 分)

2. DSE 2018, Q2\*

2. 兩容器 *A* 和 *B* 的體積分別為  $3V$  和  $2V$ ，以一條裝有開關閥的幼管連接，如圖 2.1 所示。起始時開關閥關閉，而兩容器的溫度相同。容器 *A* 內有壓強為  $p$  的氮氣，而容器 *B* 內有  $0.8\text{ mol}$  壓強為  $2p$  的氮氣。設氮氣可視為一理想氣體。

圖 2.1



(a) 推算容器 *A* 內氮氣的數量 (以  $\text{mol}$  表達)。 (2 分)

(b) 現把開關閥開通，並達至穩態。假設溫度保持不變。

(i) 求容器內的氣壓，以  $p$  表達。 (2 分)

(ii) 以分子運動論解釋容器 *A* 內氮氣的壓強變化。 (2 分)

3. DSE 2018, Q3

細閱以下有關「汽車制動」的文章，並回答隨後的問題。

機械制動為汽車最普遍的制動方法，這方法是在汽車的車輪裝備煞車墊，利用所產生的摩擦力抑制車輪運動。摩擦制動導致車輛的動能轉換成熱能，並最終耗散至大氣成廢熱。

以下約為制動產生的熱能（以 J 表達）：

$$\text{產生的熱能} = F_r \times d$$

而  $F_r$  是摩擦力（以 N 表達），及

$d$  是制動距離（以 m 表達）。

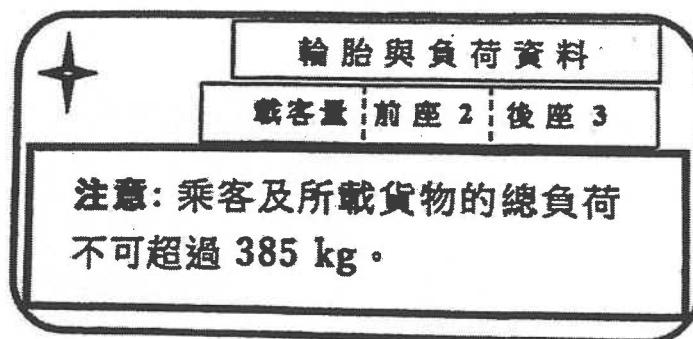
運用能量守恒原理：

$$\text{耗散的動能} = \text{產生的熱能}$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = F_r \times d$$

從這方程可知一物體的速度  $v$  或質量  $m$  增加時，要使該物體於同一距離內停下必須增加所施的摩擦力。

- (a) 參照上文，解釋為什麼車輛最大的負荷應設有限制（以下面的車輛標籤為例）。 (2 分)



- (b) (i) 已知當溫度超過攝氏數百度時，煞車墊所產生的摩擦力會大幅減少，甚至出現制動失效（即沒有摩擦提供）。當車輛沿一條長下坡路行駛時，試解釋為什麼司機不宜持續地以制動。 (1 分)

- (ii) 圖示緊急逃生斜坡（向上傾斜）的設置，可使如 (b)(i) 情況所引致制動失效的車輛停下來。如果逃生斜坡與水平的夾角為  $30^\circ$ ，而一輛制動失效的車以速率  $25 \text{ m s}^{-1}$  從斜坡底端駛進，估算該車沿斜坡行駛多遠才停下來。空氣阻力以及車輛內機械阻力可忽略不計。 $(g = 9.81 \text{ m s}^{-2})$  (2 分)

緊急逃生  
斜坡



4. DSE 2019, Q1

1. (a) 一熱容量可忽略而絕緣的容器盛着 1.5 kg 的茶，而茶的溫度為  $60^{\circ}\text{C}$ 。

(i) 需將多少質量在  $0^{\circ}\text{C}$  的冰加進茶中，方能令混合物的末溫度下降至  $10^{\circ}\text{C}$ ? 假設茶的比熱容跟水的相同。 (3分)

已知：冰的熔解比潛熱 =  $3.34 \times 10^5 \text{ J kg}^{-1}$

水的比熱容 =  $4200 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

(ii) 如果容器的熱容量不可忽略，解釋需用較多、較少還是相同份量的冰方可得到  $10^{\circ}\text{C}$  的末溫度。 (2分)

(b) 將一些  $-10^{\circ}\text{C}$  的雪糕放進一「保溫袋」，袋的內層以鋪有鋁箔的發泡聚乙烯製成，袋的頂部亦配備了拉鍊。



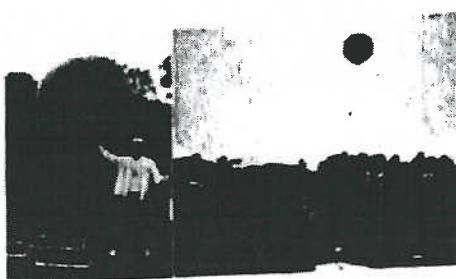
現將該保溫袋於陽光普照的熱天帶到戶外。

(i) 根據熱傳遞的過程，解釋該袋有助保持雪糕於低溫的一個特點。 (1分)

(ii) 建議一項改動以加強該袋保持所儲物件於低溫的能力。 (1分)

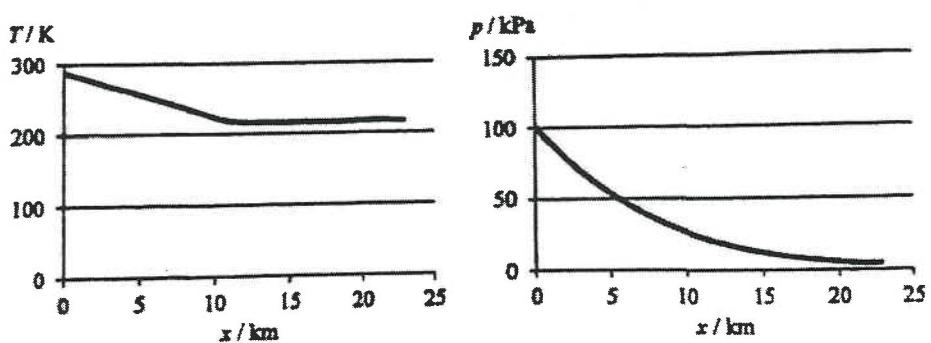
5. DSE 2019, Q2\*

\*2. 一氣象氣球在地面時注滿了溫度  $15^{\circ}\text{C}$  而壓強為  $100 \text{ kPa}$  的氮氣，氣球體積為  $0.52 \text{ m}^3$ 。



(a) 求氣球內氮氣的數量 (以 mol 表達)。 (2分)

(b) 以下線圖顯示空氣溫度  $T$  和大氣壓強  $p$  跟離地面高度  $x$  的變化。



把該氣象氣球釋放並上升至上層大氣，假設於任何高度  $x$ ，氣球內氮氣的溫度和壓強跟外面空氣的溫度和壓強皆相同。

(i) 一學生認為在最初 10 km 當空氣溫度下降時，氣球體積便減少。根據以上練習定性解釋為什麼此論點並不正確。 (2 分)

(ii) 實際上，氣象氣球上升時一直膨脹，空氣溫度於高度達 12 km 以上便穩定於 216 K。當氣球上升至超過 12 km 而其體積達  $5 \text{ m}^3$  時，

(1) 估算氣球內的氣體壓強； (2 分)

(2) 據此求氣球所達之相應高度。已知大氣壓強  $p$  跟高度  $x$  (單位 km) 的變化為

$$p = p_0 e^{-\frac{x}{k}},$$

其中  $p_0$  為在地面的大氣壓強，而  $k = 0.138 \text{ km}^{-1}$ 。 (2 分)

#### 6. DSE 2020, Q1

1. 某食肆製備「淨雲吞」是把 5 粒在  $4^\circ\text{C}$  的熟雲吞放入一湯碗，碗內盛有  $0.60 \text{ kg}$  溫度為  $96^\circ\text{C}$  的湯。

已知：每粒雲吞的平均質量 =  $0.02 \text{ kg}$

雲吞的比熱容 =  $3300 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

湯的比熱容 =  $4200 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

(a) 求混合物的末溫度。假設湯碗的熱容量及散失至周圍環境的熱可忽略。 (2 分)

(b) 在 (a) 的湯是取自熱容量為  $2000 \text{ J }^\circ\text{C}^{-1}$  的金屬容器，容器盛着  $16 \text{ kg}$  的湯，而湯以浸沒式電熱器保持在  $96^\circ\text{C}$ 。

(i) 為什麼電熱器須提供能量以使湯保持在  $96^\circ\text{C}$ ？ (1 分)

---

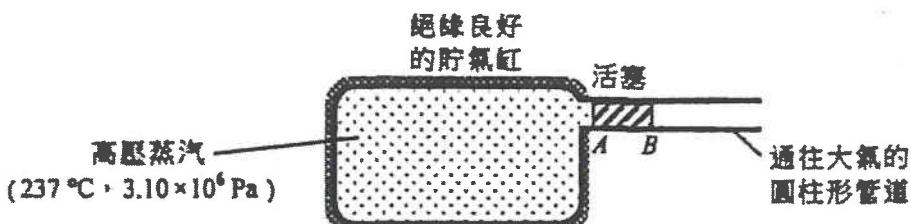
(ii) 一學生用以下方法求電熱器的運作功率  $P$ ：把電熱器從容器中移走，10 分鐘後記錄該  $16 \text{ kg}$  湯的溫度。結果發現溫度下降了  $9^\circ\text{C}$ 。估算  $P$ 。 (3 分)

(iii) 如果該學生再過 10 分鐘後重複作量度，相應的溫度下降會大於、等於還是小於  $9^\circ\text{C}$ ？試解釋。 (2 分)

#### 7. DSE 2020, Q2

圖 2.1 顯示一大型貯氣缸連接着通往大氣的圓柱形管道。管道配備一光滑的活塞  $AB$ 。該絕緣良好的貯氣缸，充滿了溫度為  $237^\circ\text{C}$  及壓強為  $3.10 \times 10^6 \text{ Pa}$  的高壓蒸汽，而可移動的活塞以一力  $F$ ，限制其不動。已知：大氣壓強 =  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$

圖 2.1



(a) (i) 在圖 2.1 標示力  $F_p$ . (1 分)

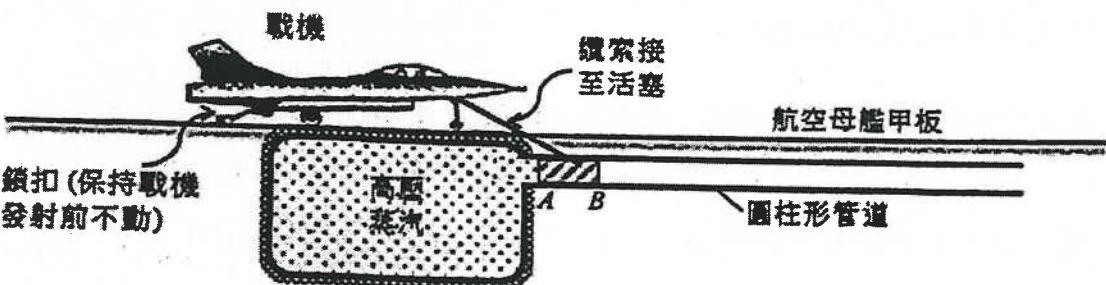
\*(ii) 考慮活塞因壓強差所受的力，求  $F_p$  的值。活塞的截面面積為  $0.67 \text{ m}^2$ . (2 分)

\*(iii) 貯氣缸載有  $570 \text{ kg}$  蒸汽，估算其體積。可視蒸汽為理想氣體。

已知：一摩爾蒸汽的質量 =  $0.018 \text{ kg}$  (3 分)

(b) 這裝置可用作「蒸汽彈射」將戰機從航空母艦發射。即將發射的戰機以不可伸長的繩索接至活塞，如圖 2.2 所示。當機尾的鎖扣被鬆開，貯氣缸中的高壓蒸汽便膨脹並推動活塞，從而協助戰機加速。

圖 2.2



在一次彈射測試中，戰機（其引擎沒有開動）在甲板上運動一段水平距離後，於  $1.5 \text{ s}$  達至末速  $54 \text{ m s}^{-1}$ 。戰機的質量為  $2.6 \times 10^4 \text{ kg}$ 。

(i) 求發射期間戰機所受淨力對其所作的功。 (2 分)

(ii) 計算發射期間戰機的平均加速度。 (2 分)

\*(iii) 指出戰機的加速度在發射期間是不斷增加、不斷減少還是為勻加速。解釋你的答案。 (3 分)

## 2 力和運動

1. DSE 2018, Q4

圖 4.1(a) 和 (b) 顯示一固定的彈簧槍的截面，槍內裝着一枚小砲彈。



圖 4.1(a)

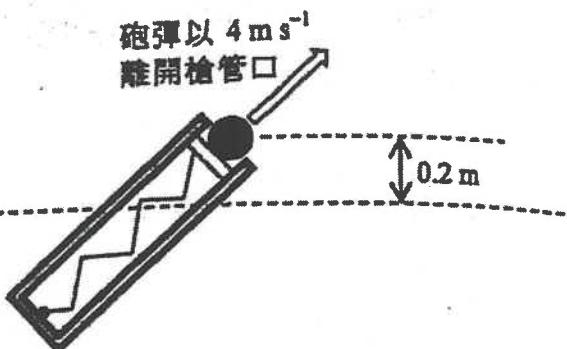


圖 4.1(b)

將完全壓縮的輕彈簧（圖 4.1(a)）釋放，質量  $0.3\text{ kg}$  的砲彈便以  $4\text{ m s}^{-1}$  的速率離開槍管口（圖 4.1(b))。空氣阻力可忽略不計。 $(g = 9.81\text{ m s}^{-2})$

(a) 從彈簧完全壓縮直至砲彈剛離開槍管口的過程中，

(i) 由彈簧轉移至砲彈的能量是多少？ (3 分)

(ii) 解釋彈簧槍和砲彈的總動量是否守恆。 (2 分)

\*(iii) 砲彈起始時以跟水平成  $50^\circ$  的方向投射，並到達跟槍管口成水平而距離為  $R$  的一點。求  $R$  及砲彈到達該點的飛行時間  $t_f$ 。 (4 分)

\*(c) 若投射角增至稍微大於  $50^\circ$  而初始速率  $4\text{ m s}^{-1}$  保持不變，毋需作任何計算，解釋  $t_f$  會否有任何改變。 (2 分)

2. DSE 2018, Q5

圖 5.1 所示的天平可量度一負荷的質量。沒有負荷及平衡錘時，秤桿連同在左邊末端的秤盤可平衡並保持水平。 $(g = 9.81\text{ m s}^{-2})$

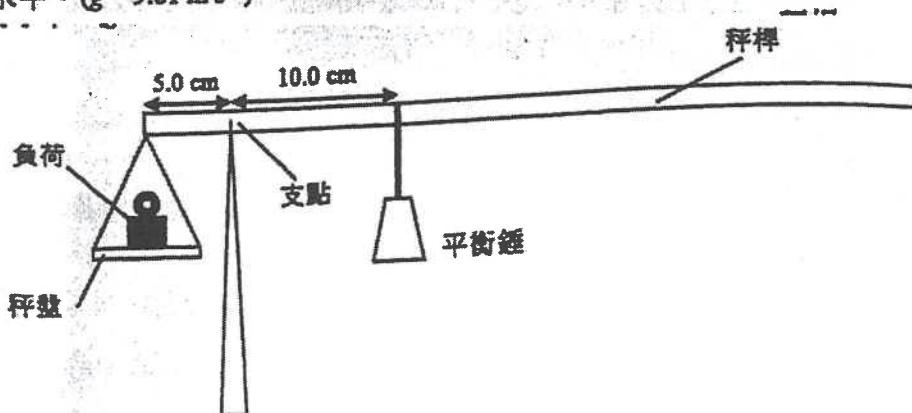


圖 5.1

(a) 一負荷放在與支點相距  $5.0\text{ cm}$  的秤盤上，當質量為  $50\text{ g}$  的平衡錘與支點相距  $10.0\text{ cm}$ ，裝置可如圖所示平衡。

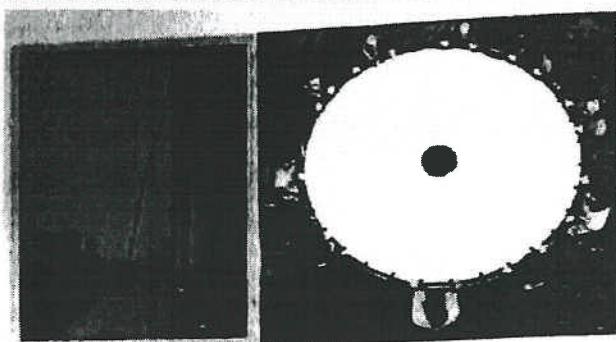
- (ii) 如果從秤桿上取得的平衡錘位置讀數帶  $\pm 0.1\text{ cm}$  的不確定性，求對應 (a)(i) 的結果的最大誤差。 (2 分)
- (b) 以一個標上牛頓刻度的彈簧秤量度一相同的負荷的重量，其讀數為多少？ (1 分)
- (c) 將圖 5.1 所示的天平裝置以及 (b) 部掛著負荷的彈簧秤一起放進一升降機內。
- (i) 現於勻加速上升的升降機內重複所作的量度，試分別指出所作量度或有的改變。 (2 分)

天平上平衡錘的位置	彈簧秤的讀數

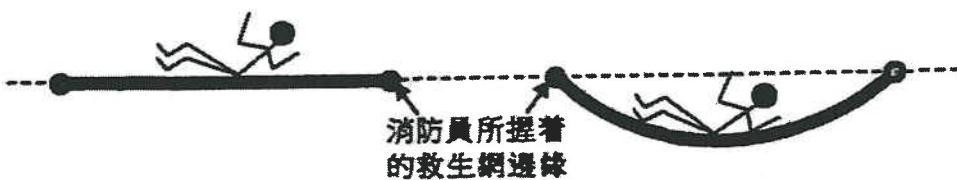
- (ii) 一位學生認為倘升降機自由下墜，天平仍可以用作量度該負荷的質量。試解釋他的說法是否正確。 (2 分)
3. DSE 2019, Q3

閱讀以下有關「救生網」的文章，並回答隨後的問題。

救生網曾經是消防用的拯救裝備。它讓身處發生火災樓宇高層的人跳下到地面逃生。  
由於消防科技的進步，此裝備已被淘汰。



即使曾有些人從八層樓跳下救生網仍然生還而只受不同程度的創傷，成功操作救生網的高度限制約為六層樓。下圖可說明救生網的操作原理。



當人碰撞到救生網令網變形，使人以相對於碰撞堅硬地面較長的時間停下。

- (a) 一人從救生網對上  $12\text{ m}$  的高度墮下，其初速可略。空氣阻力以及人的大小可忽略不計。  
( $g = 9.81\text{ m s}^{-2}$ )
- (i) 估算該人剛碰撞到救生網之前的 (1) 橫直速率  $v$  以及 (2) 下墮時間  $t$ 。 (4 分)

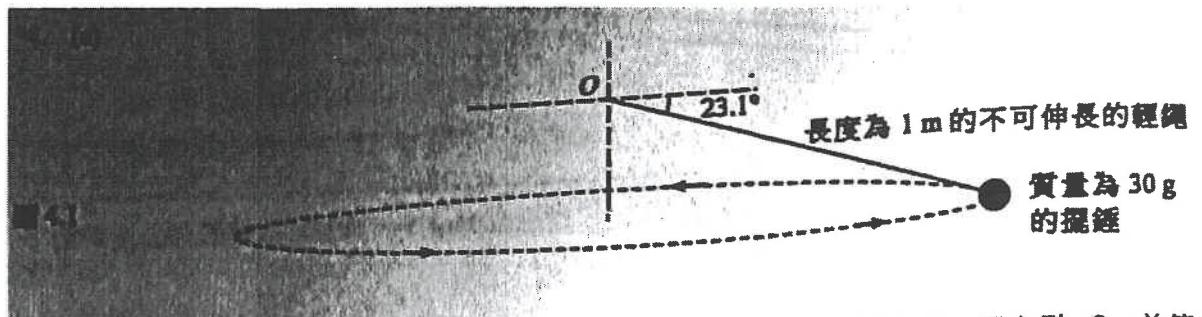
(ii) 如果下墮者的質量為 70 kg，並於 0.3 s 內被救生網停下，估算在該時段內救生網對下墮者所施的平均力。 (3 分)

(iii) 於下墮者減速時，救生網所儲是何種形式的能量？ (1 分)

(b) (i) 使用救生網有一定高度限制，試提出一原因。 (1 分)

\*(ii) 下墮者或會撞到救生網邊緣，引致自身或捲着救生網邊緣的消防員受傷。解釋人從高處跳下時為什麼不易落到救生網的中央部分。 (2 分)

4. DSE 2019, Q4\*



一質量為 30 g 的擺錘，以長度為 1 m 的不可伸長的輕繩繫至一固定點 O，並使其以  $5\text{ rad/s}$  的角速度沿一水平圓形勻速旋轉，如圖 4.1 所示。空氣阻力可忽略不計。  
( $\pi = 3.14 \text{ m}^{-1}$ )

(i) 摆錘的旋轉率（以每秒圈數表達）是多少？ (1 分)

(ii) 於圖 4.1 標示擺錘運動所需的向心力  $F_c$ 。求  $F_c$ 。 (3 分)

(iii) 相比 (a)(ii) 所求得的向心力  $F_c$ ，解釋繩子上張力的量值是較大、較小還是相同。 (2 分)

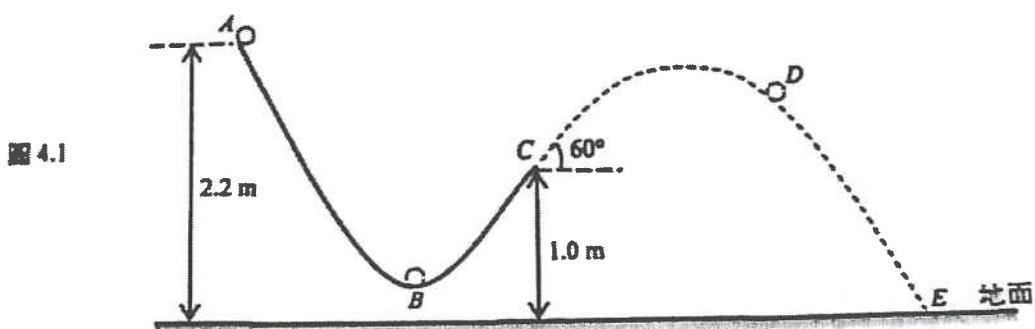
(b) 月球受地球的引力作用，於圓形軌道上以勻速率環繞地球運動。

(i) 假使月球受到引力作用，解釋為什麼它的速率保持不變。 (2 分)

(ii) 一學生認為由於月球質量遠小於地球，月球對地球的施力可忽略。試評論該學生的說法。 (2 分)

5. DSE, 2020, Q4

一小球於 A 點從靜止釋放，並沿圖 4.1 所示的光滑路軌 ABC 運動。於最低點 B 附近路軌的形狀約為圓形。



球在  $C$  點離開路軌，於該處路軌跟水平成  $60^\circ$  角。球最終於  $E$  點著地。空氣阻力可忽略不計。 $(g = 9.81 \text{ m s}^{-2})$

- (a) 將球在  $A$ 、 $B$ 、 $C$  和  $D$  各點的速率，從大至小依次排列。 (1 分)
- \*(b) 在圖 4.1 以箭矢分別標示球在  $B$  點和在  $D$  點所受的加速度。 (2 分)
- (c) (i) 描述球沿路軌  $ABC$  運動的能量轉換。 (2 分)
- (ii) 據此求球在  $C$  點的速率。 (2 分)
- \*(iii) 如果  $C$  點和  $E$  點的水平距離為  $2.55 \text{ m}$ ，計算球到達  $E$  點前的飛行時間。 (3 分)

6. DSE, 2020, Q5

5.

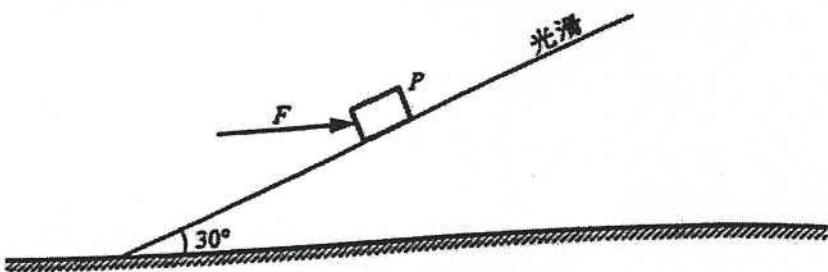
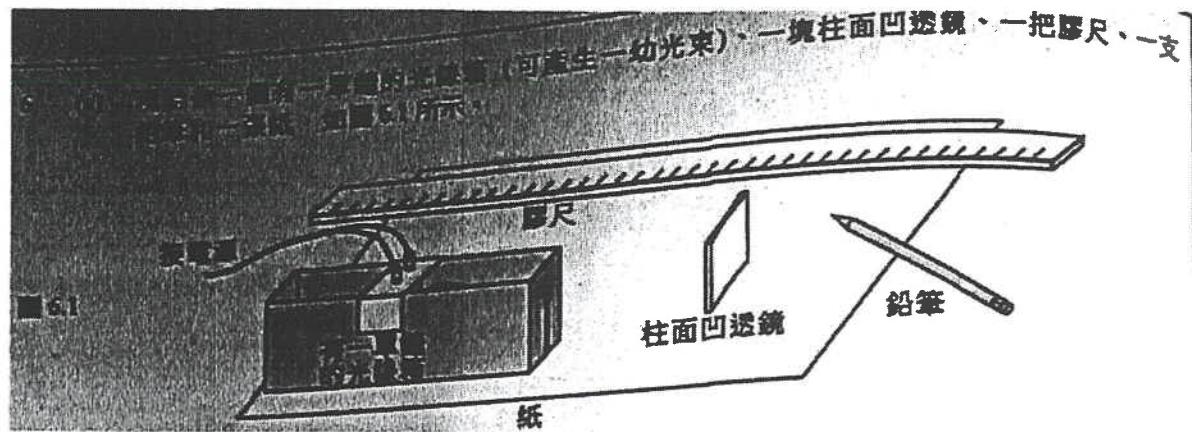


圖 5.1

- (a) 以一水平力  $F$  使質量為  $10 \text{ kg}$  的方塊  $P$  在一光滑斜面上保持靜止，如圖 5.1 所示：斜面跟水平成  $30^\circ$  角。 $(g = 9.81 \text{ m s}^{-2})$
- (i) 在圖 5.1 標示及註明其餘作用於  $P$  的各個力。 (2 分)
- (ii) 分別求力  $F$  和方塊施於斜面的力的量值。 (3 分)
- (b) 現撤去  $F$ ，而空氣阻力可忽略不計。
- (i) 方塊加速度的量值是多少？ (1 分)
- (ii) 解釋方塊施於斜面的力跟 (a)(ii) 的相比是增加、減少還是保持不變。 (2 分)

### 3 波動

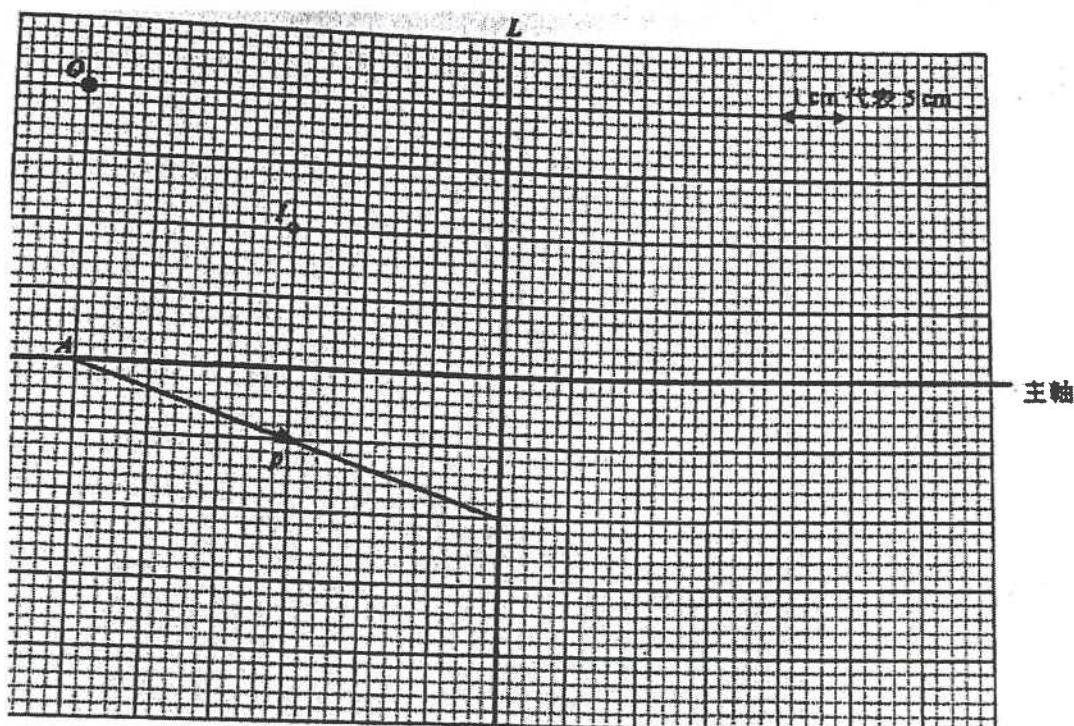
1. DSE 2018, Q6



描述你會怎樣利用上述的儀器求該透鏡的焦距，並指出實驗中一個可能的誤差來源。

(5分)

- (b) 在下圖， $L$  代表另一塊柱面透鏡。以一豎直的針作為物體置於  $O$ ，通過透鏡成像於  $I$ 。水平標度設為 1 cm 代表 5 cm。



- (i) 所用透鏡屬什麼類型？試解釋。

(2分)

- (ii) 繪畫一條合適的光線以找出透鏡  $L$  的主焦點  $F$ ，並求透鏡的焦距。

$$\text{焦距} = \dots \dots \dots$$

(2分)

- (iii) 完成從  $A$  點發出的光線  $p$  的路徑。

(1分)

7. \*<sup>(a)</sup>

圖 7.1

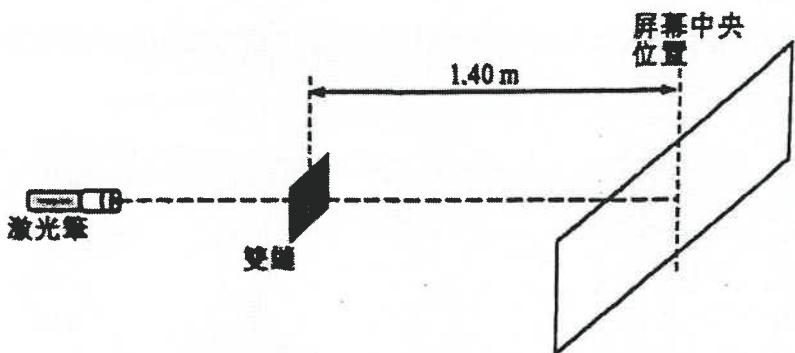


圖 7.1 所示裝置可用以量度激光筆所發出的光的波長  $\lambda$ 。屏幕上可看到數個平均間距約為 2 mm 的亮點。

(i) 就同一組儀器，試建議一個方法可增大屏幕上亮點的平均間距。 (1 分)

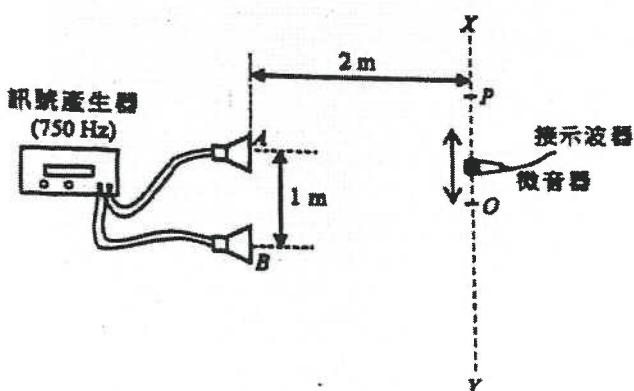
現以每 mm 刻有 400 線的衍射光柵取代雙縫。

(ii) 簡單解釋為什麼這樣可改善實驗的準確度。 (1 分)

(iii) 屏幕上只看到五個亮點，而第一點和第五點的間距為 1.56 m。求  $\lambda$ 。 (3 分)

(b) 為量度空氣中的聲速，一學生如圖 7.2 所示將兩個揚聲器 A 和 B 連接一訊號產生器。

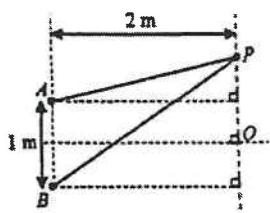
圖 7.2



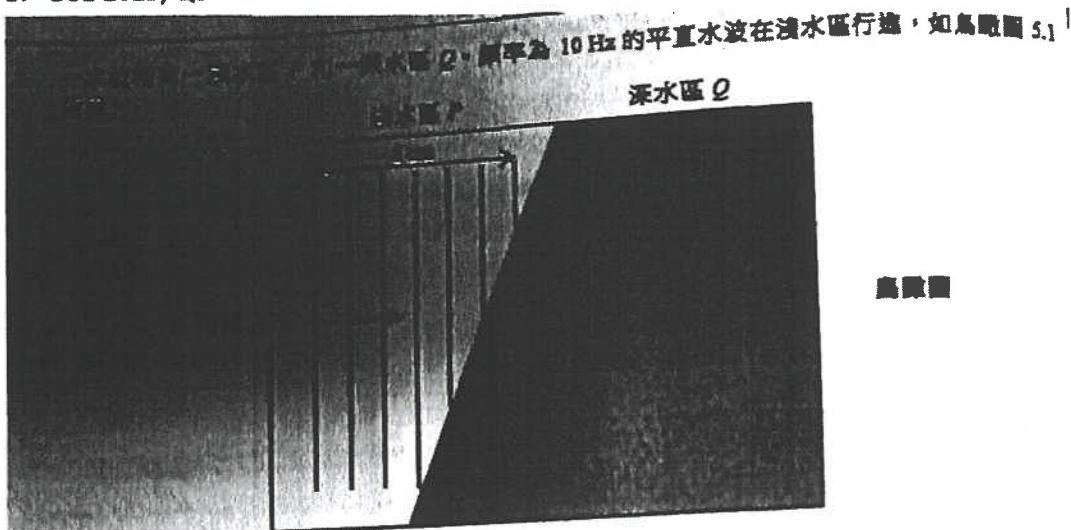
A 和 B 的間距為 1 m。於距離揚聲器 2 m 的線 XY 上以一微音器接收聲音。中央極大在 O 點，而下一個極大在 P 點。

(i) 就上述實驗設定來說，以雙縫干涉的條紋間距方程  $\Delta y = \frac{\lambda D}{a}$  求聲音的波長  $\lambda$  並不準確。試簡單解釋。 (1 分)

(ii) 當訊號產生器設定於 750 Hz，O 與 P 之間的距離測得為 1 m。考慮程差  $PB - PA$ ，利用實驗的結果求空氣中的聲速。 (3 分)



3. DSE 2019, Q5



(a) 如圖所示，在淺水區中七個波峰的間距為  $6\text{ cm}$ 。

(1分)

(i) 求淺水區中水波的波長。

(1分)

(ii) 淺水區中的波速是多少？

(1分)

(b) 水波然後傳播至深水區，而該區水波的波長為淺水區中的兩倍。

(1分)

(i) 指出深水區中水波的頻率。

(2分)

(ii) 於圖 5.1 草繪在深水區中的波動圖樣。

(2分)

(iii) 寫出跨交界所發生現象的名稱，並解釋其成因。

4. DSE 2019, Q6

在圖 6.1 中， $AB$  代表一物體經透鏡  $L$  所形成的虛像。像的放大率為  $0.4$ 。水平標度設為  $1\text{ cm}$  代表  $5\text{ cm}$ 。

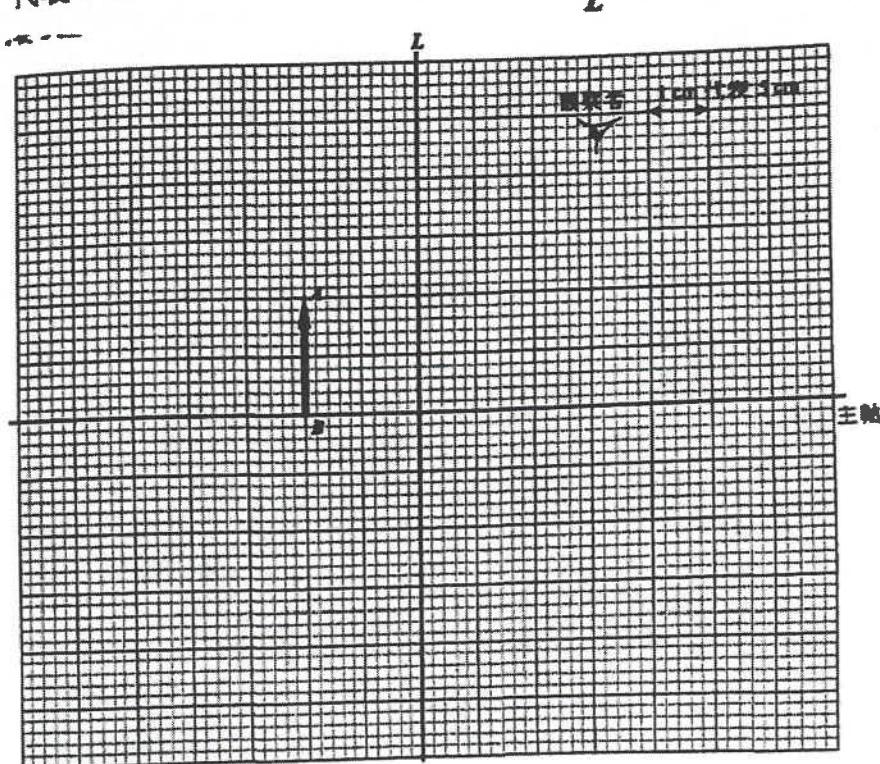


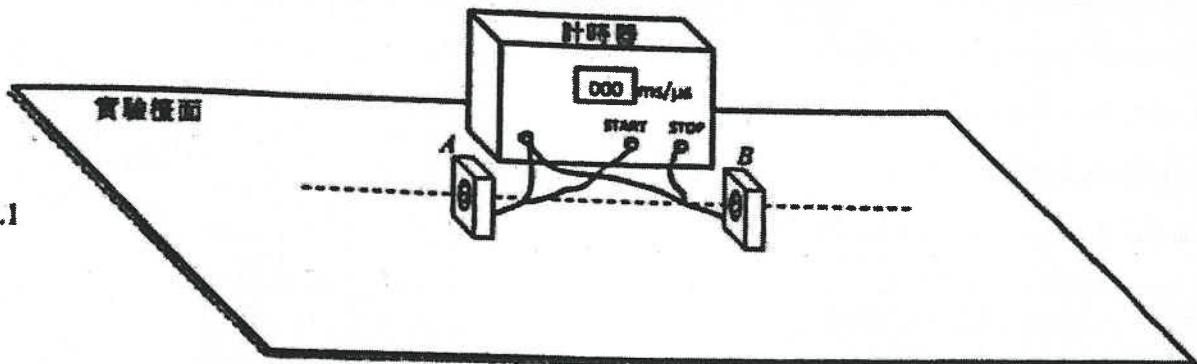
圖 6.1

- (a) 所用透鏡屬什麼類型？試解釋。 (2分)
- (b) 在圖 6.1 標示該物體的位置和高度。 (2分)
- (c) 繪畫一條合適的光線，以找出並標示透鏡焦點  $F$  的位置。求透鏡的焦距。 (3分)  
焦距 = .....
- (d) 繪畫一條從物體發射出的光線，以顯示圖中的觀察者如何能看到像的頂端  $A$ 。 (2分)

5. DSE 2020, Q6

6. 圖 6.1 的裝置是用以找出聲音在空氣中的速率。把兩個相同的微音器  $A$  和  $B$  連接一個計時器，並如圖所示放於一實驗檯面上。從兩微音器分別輸入至計時器 START 和 STOP 端紐的訊號，可相應使計時器「啟動」和「停止」計時。

圖 6.1



- (a) 現給你一錘子和一塊鐵板 (  )。在圖 6.1 以「X」標示於實驗中應在何處以錘子敲擊鐵板，使產生一短促而響亮的聲音讓兩微音器接收。就這實驗指出所需的一件額外儀器，以及需作的各項量度。 (3分)

- (b)  $A$  和  $B$  的間距設置為 0.280 m。重複實驗以得到下列數個計時器讀數：

$801 \mu\text{s}, 838 \mu\text{s}, 539 \mu\text{s}, 821 \mu\text{s}$

- (i) 求聲音在空氣中的速率，計算中須演示你會怎樣處理所得數據。  
(ii) 就實驗裝置的設定建議一項調整，以得到一個更準確的結果。

(3分)

6. DSE 2020, Q7

圖 7.1 顯示一光導纖維，其中折射率為  $n_s$  的圓柱形玻璃纖芯，以折射率為  $n_c$  的透明包覆層覆蓋。

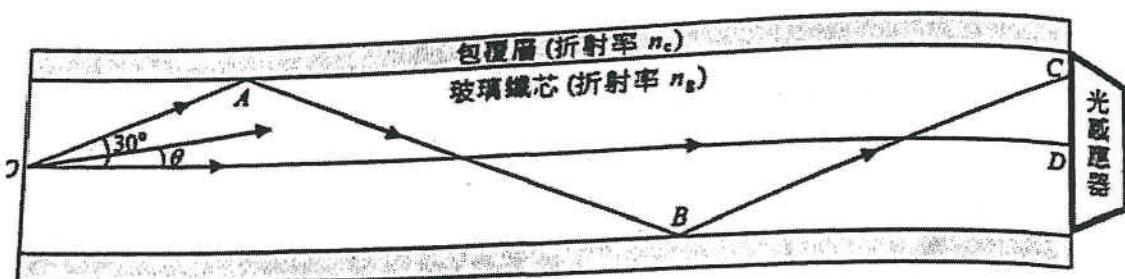
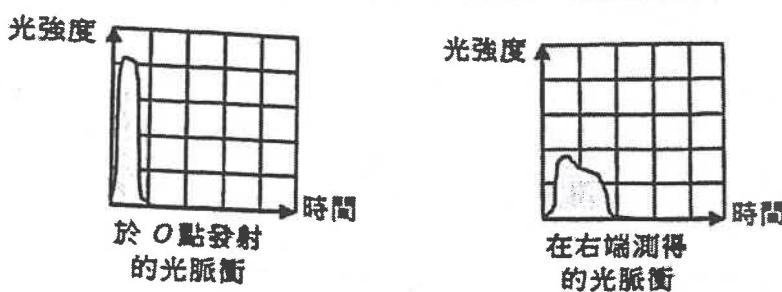


圖 7.1

如圖 7.1 所示，一個點光源於  $O$  點向四面八方發射單色光。在光導纖維內，光可透過眾多跟軸  $OD$  成角  $\theta$  的不同路徑到達光纖右端。這些路徑其中兩條  $OD$  和  $OABC$  已繪出作參考。光線  $OA$  跟軸  $OD$  成  $30^\circ$  角，並在纖芯-包覆層邊界上的  $A$  點以入射角  $i_A$  入射。

- (a) (i) 求  $i_A$ 。  
 (ii) 如果  $i_A$  僅大於該邊界的臨界角，估算  $\frac{n_g}{n_c}$ 。  
 (iii) 在  $A$  點發生什麼現象？指出  $\theta$  須滿足何條件則這現象不會發生。  
 (b) 一狹窄的單色光脈衝（即為時很短）於  $O$  點發射，在  $\theta = \pm 30^\circ$  之內該脈衝及其能量傳播至光導纖維右端的光感應器。所發射和測得的光脈衝分別以同一標度顯示如下。

圖 7.2



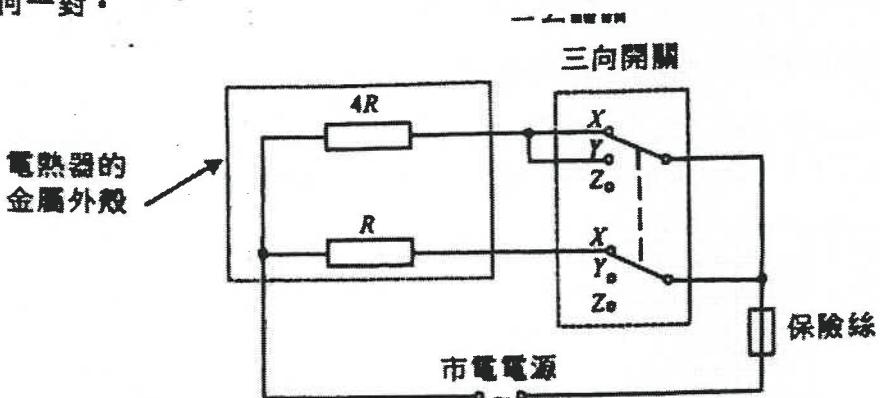
- (i) 解釋為什麼所探測到的光脈衝較寬（即為時較長）而強度較低。假設光脈衝因玻璃的吸收所損耗的能量可忽略。  
 (ii) 一工程師提議更改包覆層的折射率  $n_c$ ，以減少所測得光脈衝的寬度。 $n_c$  應增加還是減少？或是  $n_c$  的改變對脈衝寬度並無影響？解釋你的選擇。

## 4 電和磁

1. DSE 2018, Q8

- (a) 圖 8.1 的示意圖所顯示的電熱器有兩個操作模式，稱為「加熱」和「保溫」。電阻為  $4R$  和  $R$  的發熱元件透過三向開關接駁市電電源，開關內相連的兩極可接駁  $X$ 、 $Y$  或  $Z$  三對端紐其中任何一對。

圖 8.1



- (i) 當電熱器以「加熱」模式操作，開關應接於  $X$ 、 $Y$  或  $Z$  哪一對端紐？

(1 分)

電熱器以「加熱」模式操作時所耗功率為  $800\text{ W}$ 。

- (ii) 計算電熱器以「加熱」模式操作時從  $220\text{ V}$  市電電源取用的電流。

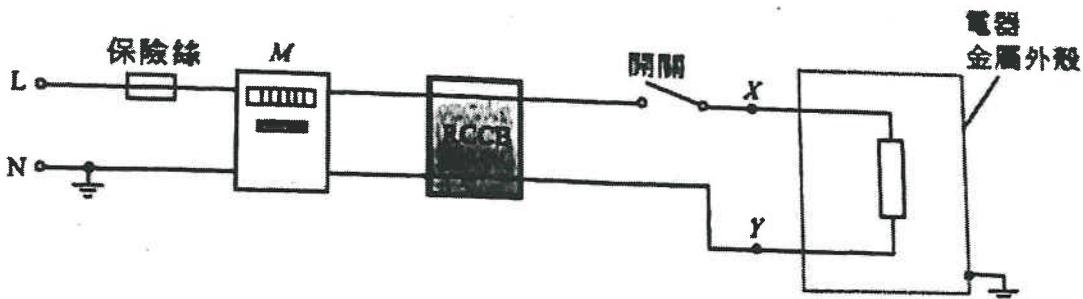
(2 分)

- (iii) 求電熱器以「保溫」模式操作時所耗的功率。

(3 分)

- 
- (b) 在圖 8.2 所示的簡化家居電路中，一電器通過保險絲、儀錶  $M$ 、漏電斷路器 (RCCB) 以及開關接上電路。

圖 8.2



- (i) 儀錶  $M$  記錄的是什麼物理量？

(1 分)

- (ii) 漏電斷路器 (RCCB) 是一種安全裝置，每當活線 (L) 和中線 (N) 上的電流有少許相差即自動斷電。試就以下各情況，指出哪個/哪些裝置會作出反應（即保險絲燒斷 及/或 RCCB 切斷電路）。

- (1) 點  $X$  和  $Y$  之間發生短路。

(1 分)

- (2) 點  $Y$  和電器的金屬外殼之間發生短路。

(1 分)

2. DSE 2018, Q9

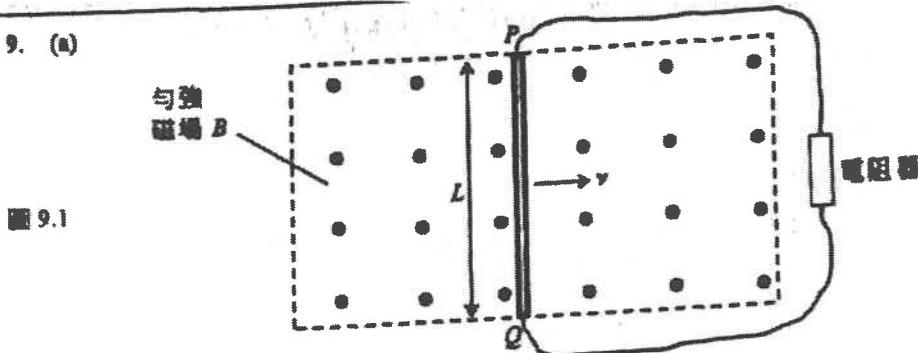


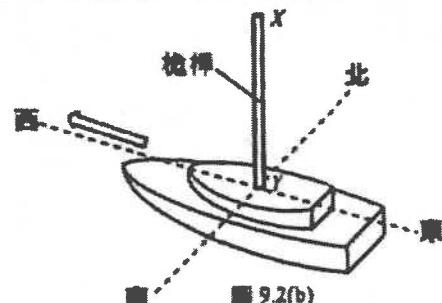
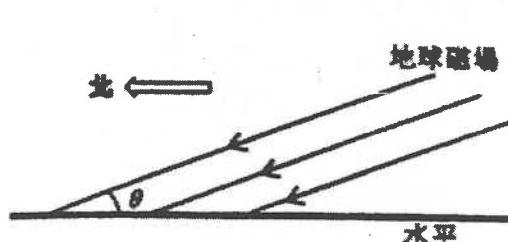
圖 9.1 顯示一長度為  $L$  的金屬棒  $PQ$ ，以恒速度  $v$  於一指出紙面的勻強磁場  $B$  中運動。當金屬棒切割場力線， $PQ$  兩端會產生一電動勢  $\xi$ ，將棒接至磁場外的一個電阻器，會有一電流  $I$  於電路中流通。

(1 分)

- 在圖 9.1 標示出  $I$  的方向。
- 解釋為何需施以一外力  $F$  以維持棒  $PQ$  的勻速運動。求  $F$ ，並以題中所提供的物理量表達。
- 這裝置運作有如一發電機，考慮由外力  $F$  輸入至這裝置的機械功率，證明  $\xi = BLv$ 。

(2 分)

(b) 在某地方，地球磁場的方向沿南-北走向而場力線跟水平成角  $\theta$ ，如圖 9.2(a) 所示。



一艘裝有垂直鋁質桅桿的船在海上沿直線向西航行，如圖 9.2(b) 所示。桅桿  $XY$  兩端因而產生一電動勢。

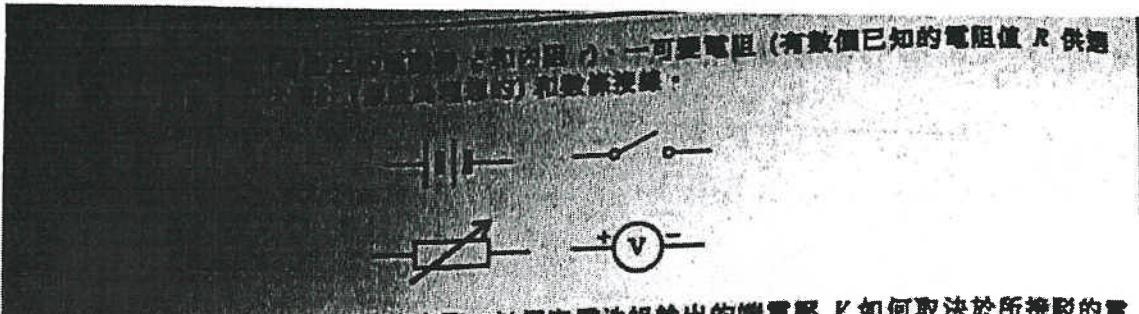
- 解釋為什麼只因為桅桿切割地球磁場的水平分量才產生該電動勢。
- 已知：桅桿的長度  $XY = 20\text{ m}$   
船的速率  $= 6\text{ m s}^{-1}$   
地球磁場  $= 50\text{ }\mu\text{T}$   
 $\theta = 30^\circ$

參照 (a)(iii) 部，計算  $XY$  兩端的感生電動勢，並指出在桅桿上自由電子的分佈是較多在端  $X$ 、較多在端  $Y$  還是均勻分佈於  $XY$ 。

(3 分)

- 若以一條並排於桅桿的電纜連接  $X$  和  $Y$  從而形成一完整電路，試解釋電路會否有電流流通。

3. DSE 2019, Q7

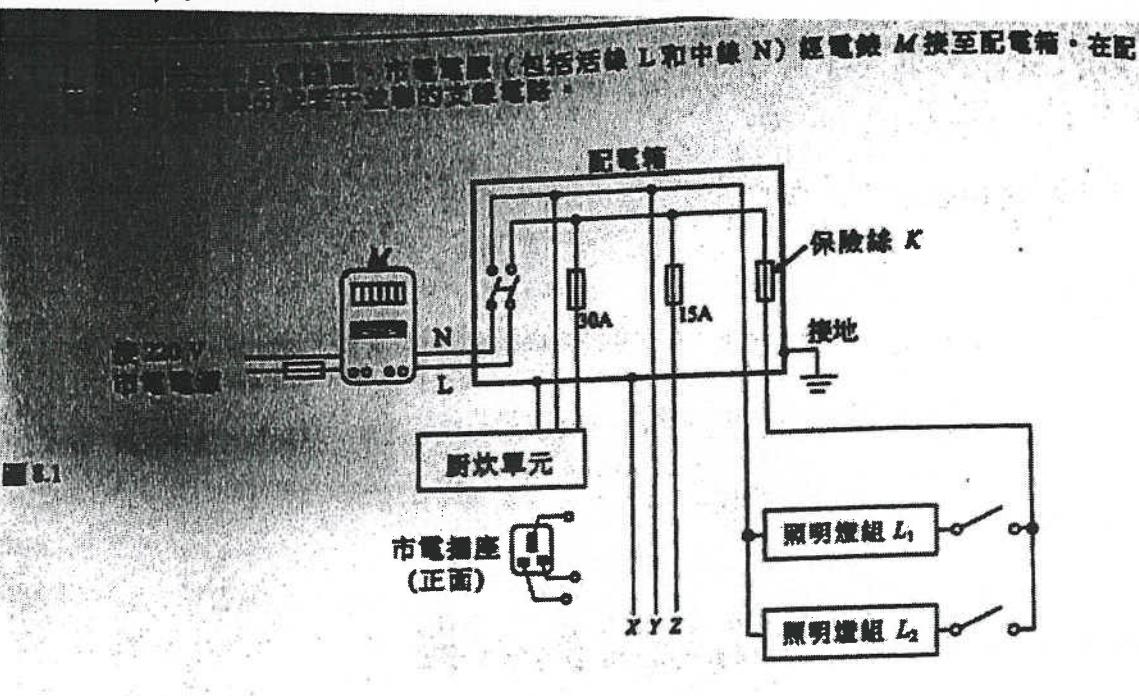


請按照圖 3.1 所示的步驟，以探究電池組輸出的端電壓  $V$  如何取決於所接駁的電  
阻  $R$ 。在回答問題時，請留意以下兩點：

(2 分)

- (i) 說明  $V$  隨  $R$  變化的變化，並以  $\zeta$ 、 $r$  和  $R$  表出  $V$ 。

4. DSE 2019, Q8



(a) 在圖 8.1 標示應如何將市電插座接駁至電線  $X$ 、 $Y$  和  $Z$ 。 (1 分)

(b) 領定功率分別為 300 W 和 450 W 的照明燈組  $L_1$  和  $L_2$  並聯連接含保險絲  $K$  的支線電路。

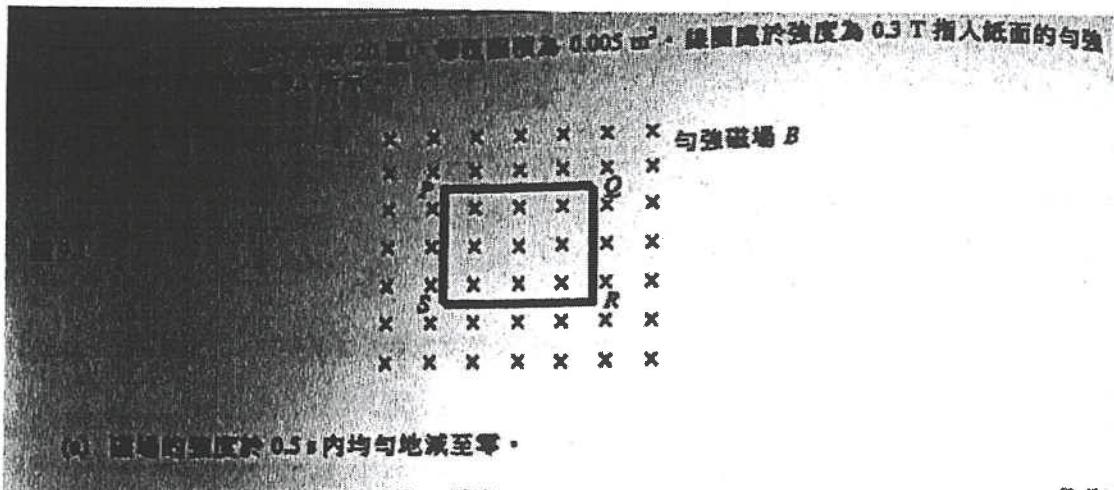
(i) 指出將  $L_1$  和  $L_2$  以並聯而非串聯連接支線電路的一個優點。 (1 分)

(ii) 備有標着 3 A、5 A、10 A 和 13 A 的保險絲，哪一個最適合用作保險絲  $K$ ? 解釋你所作的選擇。 (3 分)

(c) 廚房單元包括以下電器：

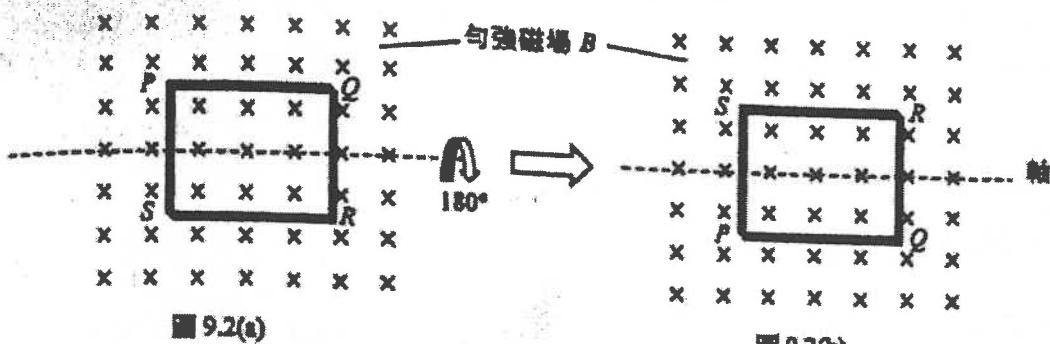
	額定值	每天以額定值有效運作的時間
電冰箱	220 V、500 W	8 小時
電水煲	220 V、2000 W	0.5 小時
電磁爐	220 V、3000 W	2 小時

如果每 1 kWh 電能的收費為 \$0.9，運作這些電器每天需付費多少? (3 分)



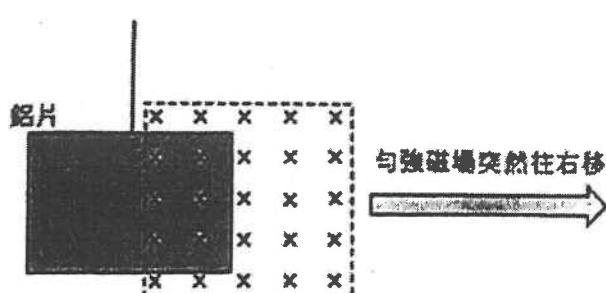
"(ii) 計算通過線圈的總磁通匝數改變，以及線圈上感生電動勢  $\zeta$  的值。 (3分)

(b) 如圖 9.2(a) 和 9.2(b) 所示，現於  $0.5\text{ s}$  內使線圈繞軸勻速旋轉  $180^\circ$ 。



- (i) 指出在此情況中通過線圈的總磁通匝數改變的值。 (1分)
- (ii) 於線圈旋轉了  $90^\circ$  的瞬間，感生電流的方向為  $PQRS$ 、 $PSRQ$  還是在線圈上並沒有感生電流？ (1分)
- (c) 圖 9.3 顯示一長方形薄鋁片以長繩懸掛着。鋁片有一部分處於由強磁鐵所提供的勻強磁場內。

圖 9.3



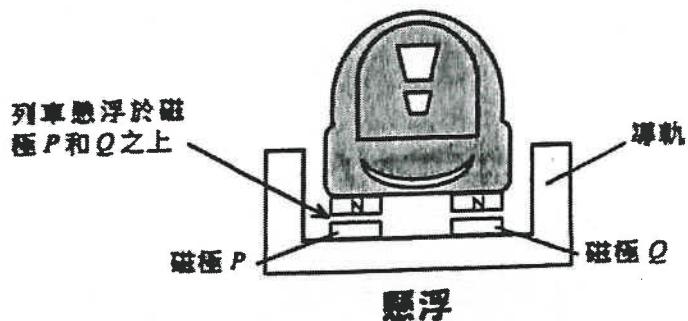
跟鋁片沒有任何接觸的磁鐵突然往右移。

- (i) 在圖 9.3 於鋁片上有感生電流感生的地方繪一小圓，並以箭頭標示電流方向。 (2分)
- (ii) 描述該鋁片隨後或有的運動。 (1分)

## 6. DSE 2020, Q3

細閱以下有關「磁浮列車」的文章，並回答隨後的問題。

磁浮列車發明人之一積斯堡威說：「一磁浮列車的車卡只是一個四角裝有磁鐵的盒子」。所用電磁鐵以超導線圈（即線圈的電阻極低）製成，因此可產生較普通電磁鐵強 10 倍的磁場，足以懸浮和驅動一列車。

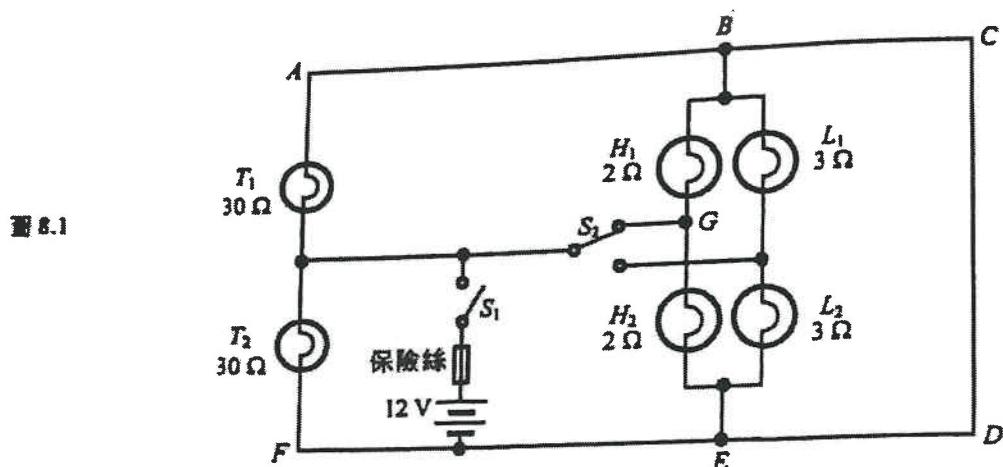


因應不同功能而設的兩組磁場，一組令列車如圖所示懸浮於磁極  $P$  和  $Q$  之上數厘米，而另一組以交流電運作的磁場則為驅動系統，以磁吸力和斥力使列車車卡於導軌上運動。這種懸浮設計使行車更平穩。即使列車以接近每小時 600 km 行駛，乘客仍較乘坐傳統火車感受較小的振動。

- 解釋為什麼以超導線圈製成的電磁鐵能產生這為強大的磁場。 (2 分)
- 指出磁極  $P$  和  $Q$  的極性，並說明這設置怎樣能使列車懸浮。 (2 分)
- 根據列車所受的各種阻力，解釋磁浮列車的旅程為何更 (i) 平穩和 (ii) 快捷。 (2 分)

## 7. DSE 2020, Q8

圖 8.1 顯示一汽車燈號系統的簡化電路。每一尾燈 ( $T_1$ 、 $T_2$ )、車頭高燈 ( $H_1$ 、 $H_2$ ) 和車頭低燈 ( $L_1$ 、 $L_2$ ) 的電阻分別為  $30\Omega$ 、 $2\Omega$  和  $3\Omega$ 。12 V 電池組的內阻以及保險絲的電阻可略去不計。



當開關  $S_1$  閉合而開關  $S_2$  設置在圖 8.1 所示位置，只有  $T_1$  和  $T_2$  以及  $H_1$  和  $H_2$  亮起。於這設定下，從電池組所取的電流為最大。

- (a) 解釋為什麼  $L_1$  和  $L_2$  沒有亮起。 (1 分)
- (b) (i) 跨尾燈  $T_2$  的電勢差是多少？ (1 分)
- (ii) 在圖 8.1 標示每一支路  $AB$ 、 $GB$  和  $BC$  上的電流方向。哪一支路上的電流最大？ (3 分)
- (c) 計算電池組所提供的功率，並證明於這設定下電路的等效電阻值少於  $1\Omega$ 。 (4 分)
- (d) 根據你在 (c) 所得的答案，解釋額定值為  $15\text{ A}$  的保險絲是否適用於這電路。 (2 分)

8. DSE 2020, Q9

兩細小的金屬球接於絕緣棒兩端，棒的長度為  $5.0\text{ cm}$ 。如圖 9.1 所示，兩球分別帶等值的電荷  $+Q$  和  $-Q$ 。絕緣棒水平懸掛在兩塊平行的金屬板  $A$  和  $B$  之間，兩板接至超高壓電源 (E.H.T.)。

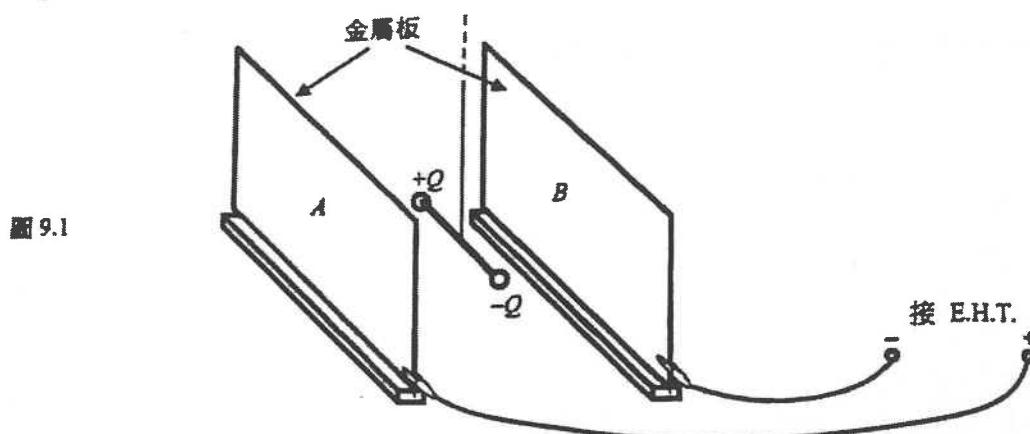


圖 9.1

當超高壓電源關閉時，棒跟兩金屬板平行。超高壓電源開啟後，兩板間形成一電場使棒扭轉了  $20^\circ$ ，如圖 9.2 所示。

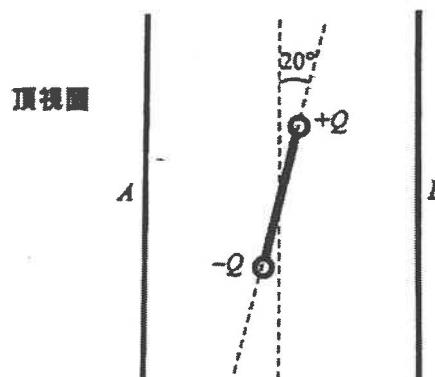


圖 9.2

- (a) 在圖 9.2 草繪跨兩板的電勢差所形成電場的場力線。 (2 分)
- (b) 跨  $A$  和  $B$  的電勢差為  $5.0\text{ kV}$ ，而兩金屬板的間距為  $10\text{ cm}$ 。電場施於每球的力均為  $2.0 \times 10^{-5}\text{ N}$ ，求
- (i) 帶電的球所受電力在圖 9.2 對棒所構成的力矩。 (2 分)
- \*(ii) 跨兩金屬板的電勢差所產生電場的強度  $E$ 。 (2 分)
- (iii) 球所帶電荷  $Q$  的值。 (2 分)

## 5 放射現象和核能

1. DSE 2018, Q10

10. (a) 以下為鈾-226 ( $\text{Ra}-226$ ) 放射鏈的一部份。 $\text{Ra}-226$  放出的  $\alpha$  粒子，半衰期為 1600 年。而這系的最終產物為穩定的鉛 ( $\text{Pb}$ )。

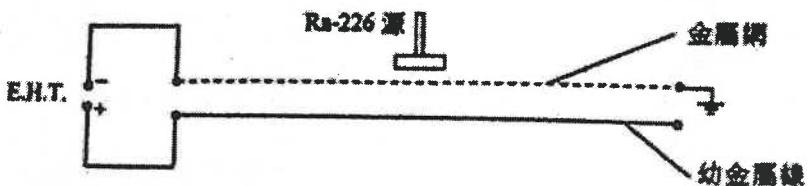


- (i)  $^{208}_{\text{Ra}}\text{Pb}$ 、 $^{207}_{\text{Ra}}\text{Pb}$  和  $^{206}_{\text{Ra}}\text{Pb}$  是鉛的三個穩定的同位素。附以理由，指出哪一同位素可以是這系的最終產物。  
(2 分)

\*(ii) 在某實驗室的一個  $\text{Ra}-226$  源使用了 50 年，經過該時段後，估算所剩未衰變的  $\text{Ra}-226$  的百分數。  
(2 分)

- (b) 火花計數器可顯示輻射的致電離能力。圖 10.1 顯示學校實驗室採用的一類火花計數器的主要部件。

圖 10.1



火花計數器有一條幼金屬線固定於接地的金屬網之下數 mm 處，金屬線接取超高壓電源 (E.H.T.) 的正端頭，使金屬線與金屬網之間產生一個非常強的電場。把一個  $\text{Ra}-226$  源附近金屬網時，會不規則地間歇產生帶閃光和爆裂聲的火花。

- (i) 解釋為什麼火花是不規則地間歇出現。  
(1 分)

學校實驗室所用的  $\text{Ra}-226$  源通常視作可發射  $\alpha$ 、 $\beta$  以及  $\gamma$  輻射。

- (ii) 解釋為什麼縱使該放射源基本為  $\alpha$ -發射體，它亦會發射  $\beta$  輻射。  
(1 分)

- (iii) 為什麼火花主要是由  $\alpha$  輻射引致而非因  $\beta$  或  $\gamma$  輻射造成？建議一個簡單的做法來印證此說。  
(2 分)

2. DSE 2019, Q10



(1 分)

問：何時可發生這種反應的一個必需條件。  
(1 分)

在美國密蘇里州的奧克洛發現，在二十億 ( $2 \times 10^9$ ) 年前發生天然核裂變的證據。現今從奧克洛測得的鈾礦砂中 U-235 的質量濃度為 0.6% (見下表)，這遠較正常值低。

- (b) 表列在奧克洛得到的一個鈾礦砂樣本中 U-235 和 U-238 含量的資料。  
已知：U-235 的半衰期 =  $7.04 \times 10^9$  年

	$2 \times 10^9$ 年之前	現今
U-235	$m_0$ kg	0.060 kg (即質量濃度為 0.6%)
U-238	13.556 kg	9.940 kg (即質量濃度為 99.4%)

- \*(i) 估算在  $2 \times 10^9$  年前，該樣本中 U-235 的含量  $m_0$  (單位 kg)。 (2 分)
- (ii) 據此推斷在  $2 \times 10^9$  年前 U-235 天然核裂變能否發生。在鈾礦砂中 U-235 的質量濃度最少須達 3% 方可發生裂變。 (1 分)

該鈾含量豐富的礦床附近需有地下水，天然核裂變才有可能發生，因水能使裂變產生的高溫中子減慢，令該些中子較易被 U-235 捕獲。

- (c) 實際上，即使在 U-235 的質量濃度降至 3% 之前，連鎖反應已停止了。試解釋為何如此。 (2 分)

### 3. DSE 2020, Q10

已知：質子質量 = 1.0073 u  
 $\alpha$  粒子質量 = 4.0015 u  
 $^{14}_7\text{N}$  原子核質量 = 13.9993 u  
 $^{17}_8\text{O}$  原子核質量 = 16.9947 u

一靜止的  $^{14}_7\text{N}$  原子核被一  $\alpha$  粒子轟擊，可引發以下核反應並有產物  $^{17}_8\text{O}$  和 X 飛出：



- (a) X 是什麼？ (1 分)
- \*(b) 從能量方面考慮，估算  $\alpha$  粒子需擁有的最小動能 (以 MeV 表達) 以促使這核反應發生。 (2 分)
- (c) 然而當加上動量守恆的考慮， $\alpha$  粒子擁有的動能必須較 (b) 所求得的大，方能令該反應發生。試解釋。 (2 分)

# 1 天文學和航天科學

1. DSE 2018, Q1

(a)  $X$  是一遙遠的恆星，從地球觀察時其視差為  $0.08''$ 。

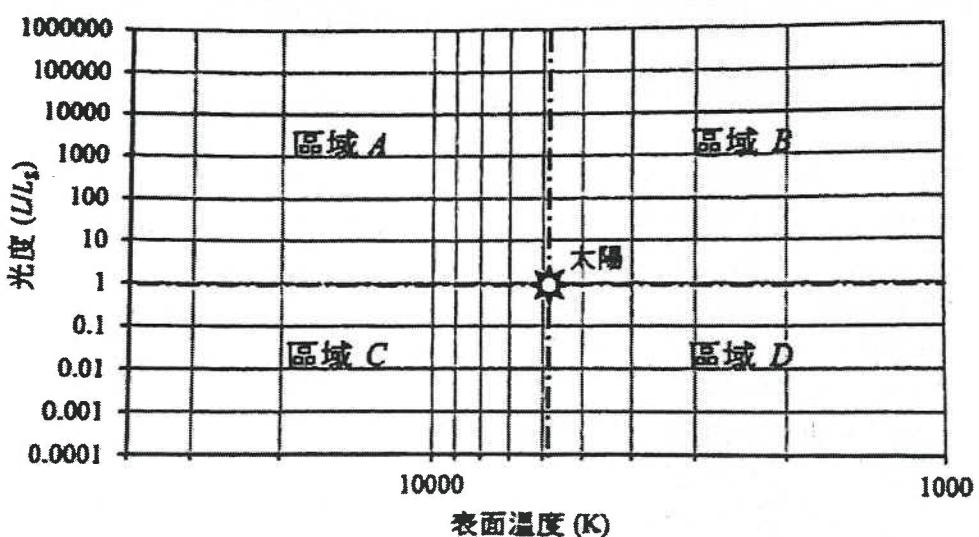
(i) 求恆星  $X$  與地球的距離，答案以 ly 表達。 (2 分)

(ii) 以下為恆星  $X$  的資料：

表面溫度 =  $2900\text{ K}$

半徑 =  $0.14 R_{\odot}$  其中  $R_{\odot}$  為太陽的半徑

已知太陽的表面溫度  $T_{\odot} = 5800\text{ K}$ ，推算恆星  $X$  的光度並以太陽的光度  $L_{\odot}$  表達，據此或其他方法，指出  $X$  是位於赫羅 (H-R) 圖上 A、B、C 或 D 哪一區域。 (3 分)



(b) 有一地球大小的行星  $Y$  圍繞恆星  $X$  運動。

(i) 為什麼難以直接用光學望遠鏡觀察  $Y$ ，除了因為它非常細小並離地球極遠？ (1 分)

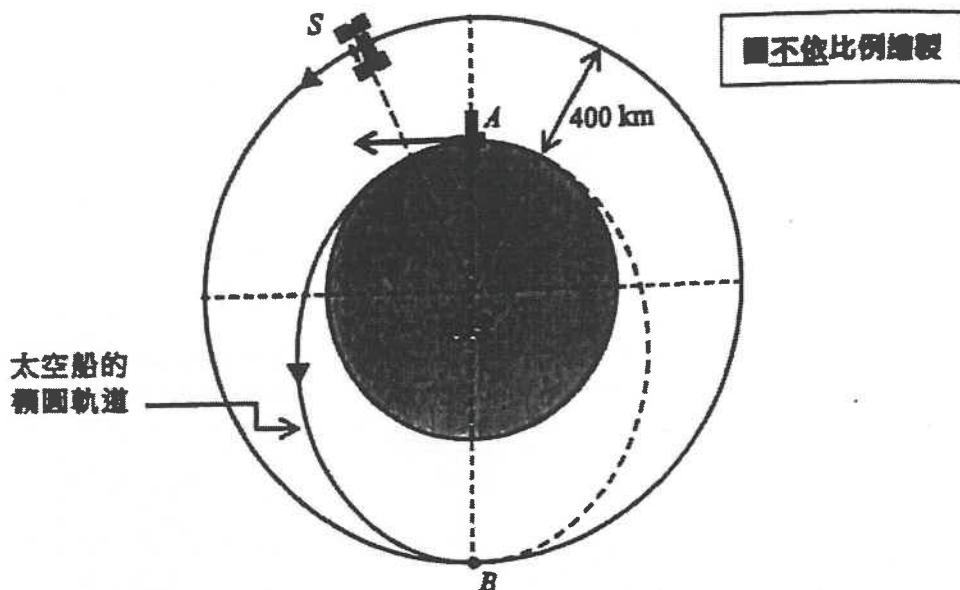
(ii) 天文學家能間接推算出  $Y$  圍繞母恆星  $X$  的軌道週期  $T$ ，因兩者的相互作用導致  $X$  以同一週期晃動 (即繞它們的質心作小幅度旋轉)。寫出這種相互作用，並指出應量度  $X$  的哪一物理量以求  $T$ 。 (2 分)

(iii) 某行星是否有利生物存活的一項假定為，從母恆星照射到該行星上每單位面積的功率  $I_Y$ ，跟從太陽照射到地球上每單位面積的功率  $I_{\oplus}$  之比是否介乎 0.5 至 2。利用 (a)(ii) 的結果推算行星  $Y$  是否滿足這條件。已知  $X$  和  $Y$  的距離為 0.04 AU。(註：從母恆星照射到行星上每單位面積的功率為  $I = \frac{L}{4\pi d^2}$ ，其中  $L$  為母恆星的光度，而  $d$  為行星與母恆星的距離。) (2 分)

2. DSE 2019, Q1

圖 1.1 顯示一太空站  $S$  在地球表面對上  $400\text{ km}$  高的圓形軌道上繞轉。

圖 1.1



一太空船從地球表面的  $A$  點以  $8.02\text{ km s}^{-1}$  的速率發射，經長軸為  $AB$  的橢圓軌道航行以會合該太空站  $S$ 。當沿橢圓軌道從  $A$  至  $B$  航行時，太空船的火箭引擎關掉。假設該兩軌道處同一平面。

已知： $GM = 4 \times 10^5 \text{ km}^3 \text{ s}^{-2}$ ，其中  $G$  為萬有引力常數而  $M$  為地球質量。

地球半徑 =  $6400\text{ km}$

- (a) (i) 利用總機械能守恆或其他方法，求太空船於到達  $B$  的速率  $v_B$ 。大氣的影響可忽略。  
(2 分)
- (ii) 證明太空船從  $A$  航行至  $B$  需時約  $2663\text{ s}$ 。  
(2 分)
- (iii) 解釋為什麼在軌道航行的太空船內，太空人會感受到「無重狀態」。  
(1 分)
- (b) 太空站  $S$  以恆定速率  $7.67\text{ km s}^{-1}$  在圓形軌道上運動，週期為  $5570\text{ s}$ 。
  - (i) 如果當太空船剛到達  $B$  時與太空站  $S$  會合，利用 (a)(ii) 所得結果證明當太空船在  $A$  剛發射時，兩者的角間距  $\theta$  (顯示於圖 1.1) 應略小於  $8^\circ$ 。  
(2 分)
  - (ii) 當兩者在  $B$  會合時，為使 (a)(i) 求得的太空船速率  $v_B$  完全等同太空站  $S$  的速率，一學生建議稍為調校太空船在  $A$  的發射速率。評論該建議的可行性。  
(2 分)
  - (iii) 建議一個簡單的方法，使太空船在  $B$  跟太空站  $S$  以相同速率運動。  
(1 分)

3. DSE 2020, Q1

在非常久遠之前，距離地球約  $50\text{ kpc}$  的某恆星  $X$  發生爆炸，因而形成了超新星 1987A (SN 1987A)。該超新星的光最先在 1987 年到達地球。

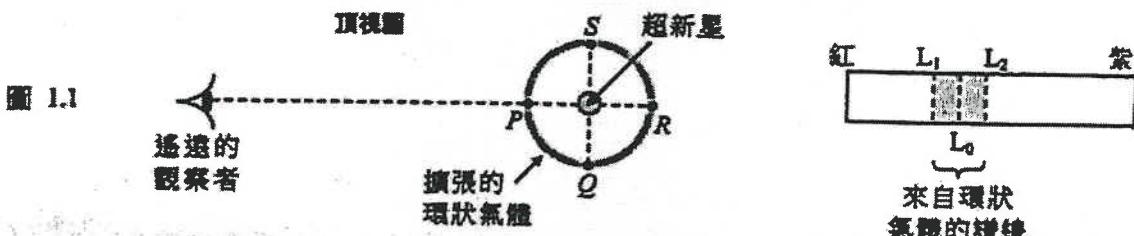
- (a) 估算上述爆炸於多日前發生。(答案以年表達至 3 位有效數字)  
(1 分)
- (b) 於 SN 1987A 亮度最大時，其視星等為  $+2.9$ 。SN 1987A 於亮度最大時的「絕對星等」是少於、大於還是等於  $+2.9$ ？解釋你的答案。  
(2 分)

恆星  $X$  未爆炸之前，其光度約為太陽的 40000 倍，而它的表面溫度是太陽的 3.1 倍。

- (c) (i) 利用斯特藩定律，證明恆星  $X$  的半徑約為太陽半徑的 20 倍。 (2 分)
- (ii) 恒星  $X$  位於赫羅圖上  $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$  哪一區域？解釋這恆星的類型是否屬於「紅巨星」。 (2 分)



- (d) SN 1987A 的一個特點是有一圓環狀的氣體圍繞著該超新星。這些氣體是早於恆星  $X$  爆炸前一段時間從恆星噴出，而環上每點均以恆定速率遠離超新星向外擴張，如圖 1.1 所示。



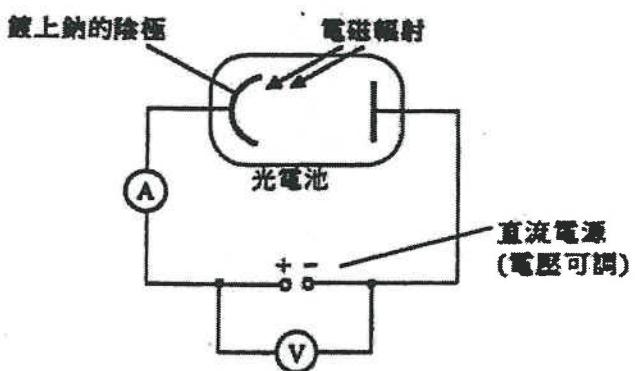
在包含著該環的平面上，假設有一遙遠的觀察者觀測來自環狀氣體的某譜線，發現該譜線所覆蓋波長在界限  $L_1$  和  $L_2$  之間，如圖 1.1 所示。在實驗室觀測該譜線時波長為  $L_0$ 。指出分別源於環上  $Q$  點和  $R$  點的波長。解釋你的答案。 (3 分)

## 2 原子世界

1. DSE 2018, Q2

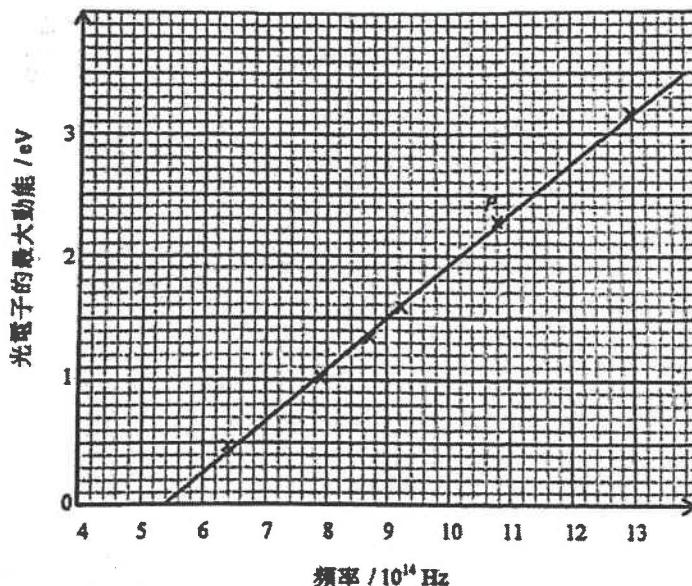
利用強度相同但頻率不同的電磁輻射，照射圖 2.1 所示裝置中表面被上鈉的陰極，以量度從鈉金屬所發射光電子的最大動能。

圖 2.1



- (a) 簡述怎樣以這裝置量度光電子的最大動能。 (2 分)
- (b) 圖 2.2 的錄圖顯示實驗的結果。

圖 2.2



- (i) 指出來自電磁波譜哪部分的輻射用以得到數據點 P。 (1 分)
- (ii) 求線圖的斜率並推斷其物理意義。 (3 分)
- (iii) 計算納的功函數，答案以 eV 表達。 (2 分)
- (c) 如果採用強度較低的電磁輻射重複這實驗，指出所得線圖或有的改變。試解釋。 (2 分)

## 2. DSE 2019, Q2

- (a) 在湯姆生的「葡萄乾-布丁」原子模型中，一原子是一團帶正電的物質嵌入帶負電並到處分布的電子。
- (i) 為驗證該原子模型，一個以一束  $\alpha$  粒子射向金箔的實驗曾進行，並量度  $\alpha$  粒子的偏轉。指出該散射實驗的結果。 (2 分)
- (ii) 湯姆生原子模型不能解釋在 (a)(i) 的散射實驗的結果。為什麼？ (1 分)
- (b) 下圖代表一氫原子的部分能級。氫原子的基態能量  $E_0$  為  $-13.6\text{ eV}$ 。

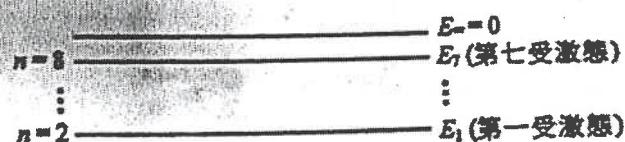


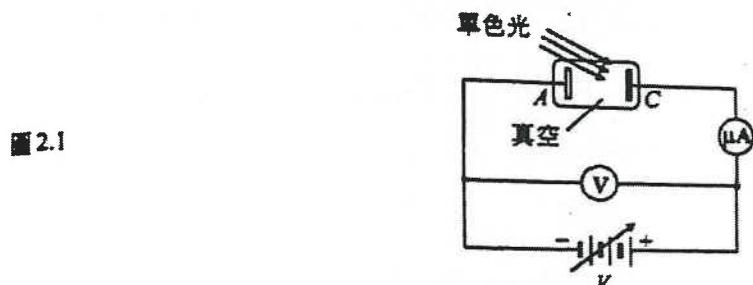
圖 2.1

**■不按比例繪製**

- (i) 一氫原子的所有能級除  $E_0$  之外皆為負值。指出能級為「負值」的物理意義以及電子處於  $E_n$  的含義。 (2 分)
- (ii) 一氫原子從第七受激態 ( $n = 8$ ) 跳遷至第一受激態 ( $n = 2$ )，所發射出電磁波的波長是多少？ (3 分)
- (iii) 將處於第三受激態 (未有顯示) 的一氫原子電離，求所需的最少能量。 (2 分)

### 3. DSE 2020, Q2

為演示光電效應，圖 2.1 所示光電池的電極 A 和 C 接取着電勢差  $V$ ，其讀數以高電阻伏特計讀取。該電勢差可從 0 V 調校至 2.5 V。



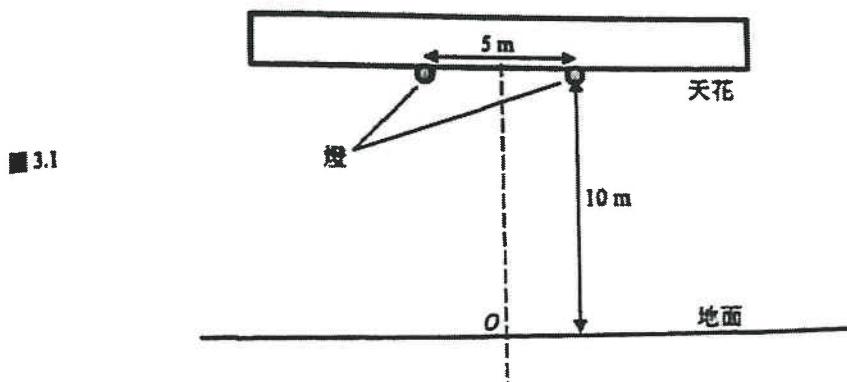
當波長為 300 nm 的單色光照射電極 C，內阻可略的微安計顯示有讀數。

- (a) (i) 指出該入射光屬於電磁波譜的哪一部分（紫外線、藍色、綠色、紅色還是紅外線）。 (1 分)
- (ii) 根據波動理論，光電發射應有一「時間延遲」才出現，然而實驗結果顯示光電發射是即時的。指出這實驗結果的含義。 (1 分)
- (b) 調校所施電勢差，直至在  $V = 1.7$  V 時微安計讀數剛下降至零。
  - (i) 若所用入射光的波長相同但強度較高，指出並解釋微安計讀數會否改變。 (2 分)
  - (ii) 計算電極 C 的功函數，以 eV 表達。 (3 分)
- (c) 現調校所施電勢差直至  $V = 0.8$  V 而微安計顯示  $0.4 \mu\text{A}$ 。
  - (i) 估算每秒鐘到達電極 A 的光電子數目。 (1 分)
  - (ii) 指出到達 A 的光電子的最大動能，以 eV 表達。解釋為什麼到達 A 的光電子不是全部皆擁有這數量的動能。 (2 分)

## 3 能量和能源的使用

### 1. DSE 2018, Q3

- (a) (i) 白熾燈的能源效益遠低於其他光源如螢光燈或發光二極管 (LED)。試就白熾燈如何產生光以解釋為何如此。 (2 分)
- (ii) 大小和形狀相同的兩個光源分別發出自白光和綠光。如果兩者輸出光的功率相同，簡釋哪一個光源看起來較亮。 (2 分)
- (b) 圖 3.1 顯示簡化了的隧道燈光安排，在天花安裝了兩盞燈而每盞的光通量為 10000 流明。



2. DSE 2019, Q3

(a) 太陽的總功率約為  $3.86 \times 10^{26} \text{ W}$ ，並均勻地向四方八面輻射。地球與太陽的平均距離為  $1.50 \times 10^{11} \text{ m}$ 。

(i) 估算跟地球距離太陽同樣遠的地方，每單位面積接收到太陽輻射的功率。 (2分)

(ii) 指出一原因為何在正向太陽的地球表面，每單位面積接收到太陽輻射的最高功率只約為 (a)(i) 所得的 70%。 (1分)

(b) 在以下簡化示意圖所示家居儲電系統中，太陽的能量到達一太陽能板並儲存至一電池組。



圖 3.1

太陽能板的面積為  $1.65 \text{ m}^2$ ，並通過充電控制裝置（未顯示於圖 3.1）連接至電池組。在陽光普照時，該塊太陽能板正向太陽時可提供  $300 \text{ W}$ 。

已知：地球表面每單位面積接收到太陽輻射的功率 =  $1000 \text{ W m}^{-2}$

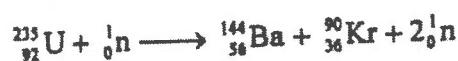
(i) 描述該家居儲電系統於充電期間的各項能量轉換。 (2分)

(ii) 求該太陽能板的效率。 (2分)

(iii) 儲電電池組的容量為「 $100 \text{ Ah } 12 \text{ V}$ 」。以該太陽能板將初始時完全放電的電池組充電，而充電期間有 20% 的能量散失，要將該電池組完全充電需時多久？指出計算中的一項假設。 (3分)

3. DSE 2020, Q3

世界上的核電廠大多採用壓水式反應堆。在反應堆內，能量從鈾-235 原子核 ( $^{235}_{92}\text{U}$ ) 的裂變產生。以下為一個典型的裂變反應：



(a) 根據圖 3.1 的結合能曲線，解釋為什麼鈾-235 原子核有進行裂變的傾向。 (2分)

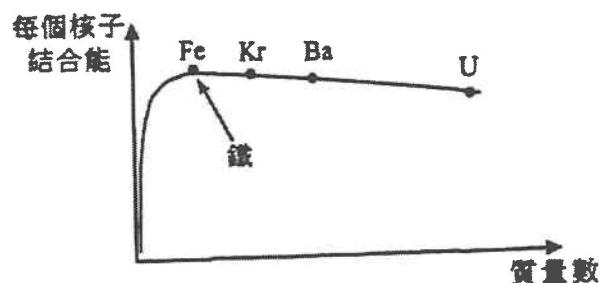


圖 3.1

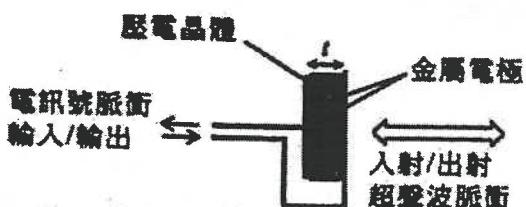
- (b) 一鈾-235 原子核的結合能為  $1783 \text{ MeV}$ 。
- 以上敘述的意思是什麼？ (1 分)
  - 求一鈾-235 原子核裂變所釋出的能量，以 MeV 為單位。  
已知： $^{144}_{36}\text{Ba}$  原子核的每個核子結合能 =  $8.27 \text{ MeV}$  每核子  
 $^{89}_{36}\text{Kr}$  原子核的每個核子結合能 =  $8.59 \text{ MeV}$  每核子 (2 分)
- (c) (i) 假設一核電廠反應堆的燃料棒所含鈾-235 原子核全部進行了裂變，會釋出總能量  $1.30 \times 10^{30} \text{ MeV}$ 。已知核電廠的平均輸出功率為  $500 \text{ MW}$ ，而將核能轉換成電能的效率為  $40\%$ ，估算燃料棒可用多久，以年為單位。(取  $1 \text{ 年} = 3.15 \times 10^7 \text{ 秒}$ ) (2 分)
- (ii) 指出一原因為何早於 (c)(i) 所估算時間到達之前，燃料棒通常已被更換。 (1 分)
- (d) 解釋以下各項在一裂變反應堆中的作用：
- 減速劑
  - 控制棒
- (2 分)

## 4 醫學物理學

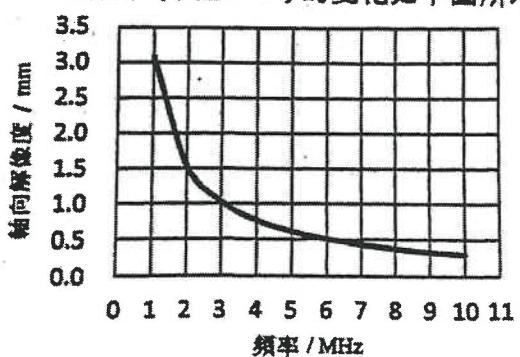
1. DSE 2018, Q4

- (a) 壓電換能器可產生以及探測超聲波。圖 4.1 顯示一壓電換能器的基本結構，其中壓電晶體的厚度為  $t$ 。

圖 4.1



- (i) 晶體對某頻率  $f$  的所施電訊號起最大反應，亦即晶體中超聲波的波長的一半約為  $t$ 。超聲波在晶體中的速率為  $4000 \text{ m s}^{-1}$ ，如果  $t = 0.4 \text{ mm}$ ，估算  $f$ 。 (1 分)
- (ii) 壓電換能器所產生的一個超聲波脈衝被一界面反射回來成一回聲。解釋換能器如何探測到這回聲。 (2 分)
- (b) 醫學成像所使用的超聲波束，沿波束方向（軸向）對軟組織的解像度（單位 mm）跟所用超聲波的頻率（單位 MHz）的變化如下圖所示。



- (i) 解釋軸向解像度於超聲波成像的重要性。 (2分)
- (ii) 實際上，軸向解像度跟所用超聲波的頻率成反比，試利用線圖上一或兩點來推算使用 12 MHz 超聲波時所得圖像的軸向解像度。 (2分)

(c) 以圖 4.2 顯示的裝置探究一組織界面，界面處於厚度為 2 cm 的脂肪層和厚度為 8 cm 的軟組織層之下，超聲波在脂肪層的速率為  $1450 \text{ m s}^{-1}$ ，而在軟組織層則為  $1540 \text{ m s}^{-1}$ 。

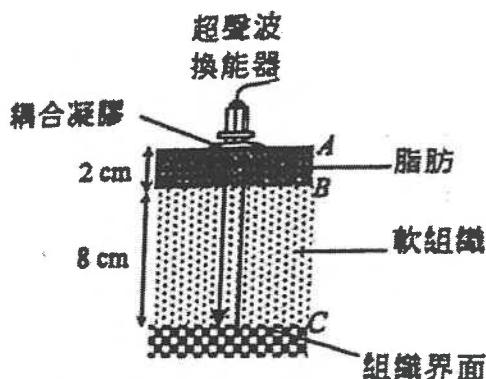
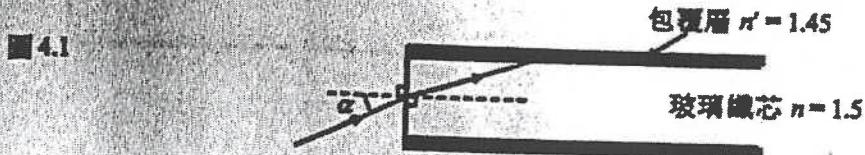


圖 4.2

- (i) 計算超聲波脈衝來回位於 C 的組織界面的回聲時間 T。 (2分)
- (ii) 一部計算該組織界面深度的儀器，將整個回聲時間 T 視作只在軟組織中來回傳播（即校準於速率  $1540 \text{ m s}^{-1}$ ）。試推算計算深度與組織界面的實際深度相差多少。 (1分)

## 2. DSE 2019, Q4

- (a) 一內窺鏡以一束光導纖維製成，而每條光導纖維的玻璃纖芯以包覆層覆蓋，如圖 4.1 所示。內窺鏡可從病人的天然開孔進入來看內臟。玻璃纖芯和包覆層的折射率分別為 1.5 和 1.45。



- (i) 求纖芯-包覆層界面的臨界角  $c$ 。 (1分)
- (ii) 對於一條如圖示以角  $\alpha$  進入玻璃纖芯的光線，解釋為什麼  $\alpha$  須小於某角  $\alpha_{\max}$  才可被導引通過纖芯而不會漏光。 (2分)
- (iii) 一患者患有胃潰瘍（即胃黏膜有損傷），指出以內窺鏡檢查胃部相對採用 X-射線放射攝影的一個優點和一個缺點。 (2分)

- (b) 有關聲音穿透不同身體組織時的資料表列如下。

組織	聲音的速率 / $\text{m s}^{-1}$	聲阻抗 / $\text{kg m}^{-2} \text{s}^{-1}$
骨	3780	$7.15 \times 10^6$
肌肉	1590	$1.65 \times 10^6$
脂肪	1450	$1.37 \times 10^6$

(i) 估算骨的密度。 (1分)

(ii) 當超聲波入射一「肌肉-骨」界面，求界面所反射超聲波與入射超聲波的強度之比。 (2分)

(iii) 解釋為什麼於超聲波掃描中，「肌肉-骨」界面比「肌肉-脂肪」界面較易區分。 (2分)

### 3. DSE 2020, Q4

(a) 簡要指出 X 射線如何產生。 (1分)

(b) 下表列出一 X 射線束在軟組織和骨的線衰減係數。

線衰減係數	
軟組織	$\mu_s = 0.51 \text{ cm}^{-1}$
骨	$\mu_b = 2.46 \text{ cm}^{-1}$

(i) 指出令骨的線衰減係數較軟組織為高的一個因素。 (1分)

(ii) 強度為  $I_0$  的 X 射線束通過 5.6 cm 厚的軟組織後衰減至強度  $I$ ，同一 X 射線束通過多厚的骨會有相同程度的衰減？寫出你的計算步驟。 (2分)

(iii) 解釋為什麼乳房的 X 射線放射攝影成像一般採用較低能量的 X-射線 (~20 keV)，而檢查含骨骼的結構則採用能量約 100 keV 的 X 射線。 (2分)

(c) 醫學檢查例如 X 射線放射攝影成像和電腦斷層造影 (CT) 所涉的輻射暴露，普遍為公眾所關注。以下是輻射劑量的相關資訊：

來源/項目	等效劑量
一次 X 射線放射攝影成像	0.1 – 0.2 mSv
一次 CT 掃描	1 – 10 mSv
一個人平均每週的天然本底劑量	約 0.05 mSv

(i) 指出人體暴露於致電離輻射的一項潛在危害。 (1分)

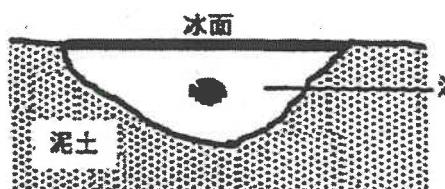
(ii) 解釋為什麼一次 CT 掃描的等效劑量較一次 X 射線放射攝影成像為高。 (2分)

(iii) 寫出構成天然本底劑量的一個來源。 (1分)

# 1 热和氣體

1. DSE 2018, Q2

在某些國家，冬天時室外溫度可降至  $0^{\circ}\text{C}$  以下，且湖面形成一層厚冰。然而冰面下的水卻不易結成冰，因此水生生物大多能在冬季存活。



以下哪項敘述最能解釋這現象？

- A. 该冰层提供了良好的热绝缘。
- B. 在冰面下的水其凝固点远低于  $0^{\circ}\text{C}$ 。
- C. 有热能从泥土传至湖中的水。
- D. 冰熔化时释出潜热。

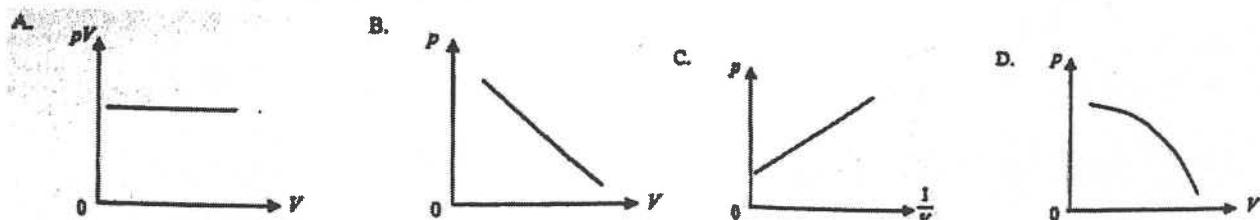
2. DSE 2018, Q3

把  $5^{\circ}\text{C}$  的奶加入一杯  $25^{\circ}\text{C}$  的茶。下列哪些敘述正確？可忽略杯的熱容量，並假設周圍環境沒有熱交換。

- (1) 茶中水分子的平均動能減少。
- (2) 茶中水分子的平均勢能保持不變。
- (3) 茶所失去的能量相等於奶所獲得的能量。
- 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 2018, Q4

就一固定質量的理想氣體而言，從以下哪一線圖可推斷出當氣體溫度保持恆定其壓強  $P$  與體積  $V$  成反比？

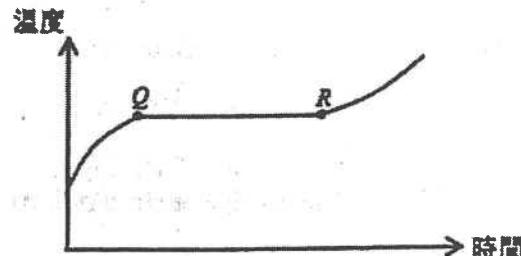


4. DSE 2019, Q1

把一  $-30^{\circ}\text{C}$  的方塊放置溫度為  $40^{\circ}\text{C}$  的水中，混合物的末溫度為  $70^{\circ}\text{C}$ 。下列哪項推斷必定正確？假設沒有熱散失至周圍環境。

- A. 水所得到的能量較方塊所失的多。
- B. 水的質量較方塊的質量大。
- C. 水的比熱容較製成方塊的物料的小。
- D. 水的熱容量較方塊的小。

5. DSE 2019, Q2

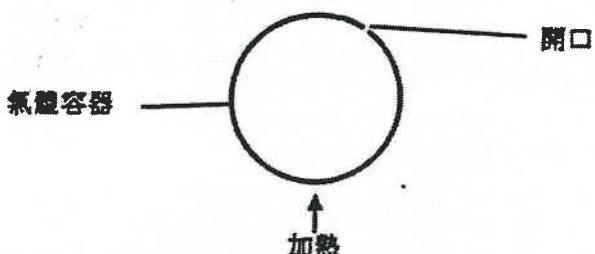


一物質經歷熔解過程。圖示該物質的溫度如何隨時間變化。在  $Q$  至  $R$  的時段內，該物質的溫度保持不變。在這時段內下列哪項/哪些推斷正確？

- (1) 該物質沒有吸熱。
- (2) 該物質處於固態和液態的質量比一直保持不變。
- (3) 該物質分子的平均勢能隨時間增加。
- A. 只有(1)
- B. 只有(3)
- C. 只有(1)和(2)
- D. 只有(2)和(3)

6. DSE 2019, Q3\*

圖示的容器不會膨脹，並有一開口。



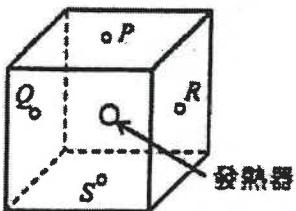
當以發熱器將容器內的氣體慢慢加熱，下列哪些有關容器內氣體分子的敘述正確？

- (1) 分子的數目減少。
- (2) 分子的平均動能增加。
- (3) 分子之間的平均間距保持不變。

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

7. DSE 2020, Q1

一注滿水的正立方水缸於其中心裝有一發熱器。溫度感應器  $P$ 、 $Q$ 、 $R$  和  $S$  分別固定於水缸上壁、左壁、右壁和下壁的中央。



發熱器開啟了一段短時間後，下面哪一對感應器會顯示最大的溫差？

- A.  $Q$ 和 $R$
- B.  $R$ 和 $S$
- C.  $Q$ 和 $S$
- D.  $P$ 和 $R$

8. DSE 2020, Q2

一電水煲盛着 1 kg 的水，將水從室溫加熱至沸點需 168 s。電水煲的額定值為「220 V, 2000 W」。設水煲所耗的電能全部轉移至水。下列哪項敘述正確？

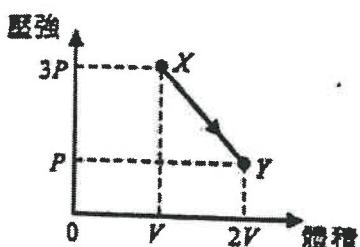
已知：水的比熱容 =  $4200 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

- (1) 水的初始溫度為  $20^{\circ}\text{C}$ 。
- (2) 電水煲發熱元件的電阻約為  $24 \Omega$ 。
- (3) 若電水煲以  $110 \text{ V}$  運作，將水加熱至沸點所需的時間會加倍。

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

9. DSE 2020, Q3\*

以下壓強-體積線圖代表一固定質量的理想氣體從態  $X$  膨脹至態  $Y$  的過程。



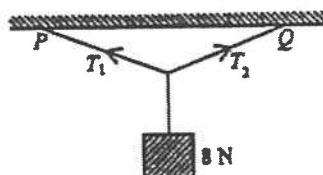
如果氣體於態  $Y$  的溫度為  $25^{\circ}\text{C}$ ，它在態  $X$  的溫度是多少？

- A.  $-74.3^{\circ}\text{C}$
- B.  $16.7^{\circ}\text{C}$
- C.  $37.5^{\circ}\text{C}$
- D.  $174^{\circ}\text{C}$

## 2 力和運動

1. DSE 2018, Q5

如圖所示，重量為 8 N 的方塊以不可伸長的絆繩從水平天花板上不同的兩點 P 和 Q 懸掛着。絆繩的長度相等。

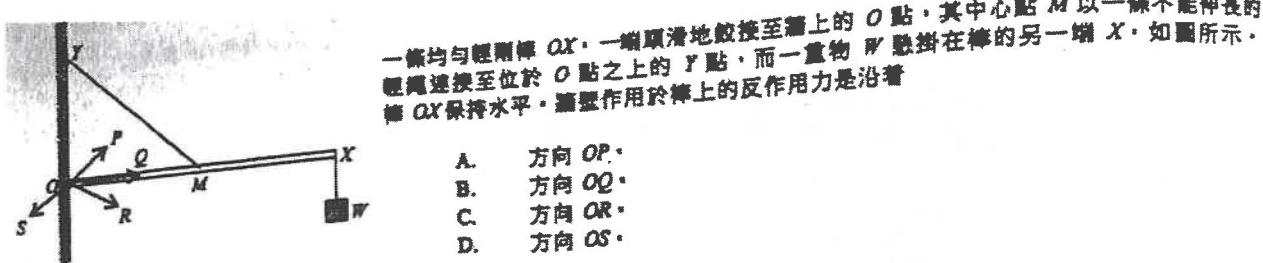


下列有關兩條絆繩上的張力  $T_1$  和  $T_2$  的描述，哪項/哪些是正確的？

- (1)  $T_1$  的量值必定大於 4 N.
- (2)  $T_2$  的最大值不會超過 8 N.
- (3)  $T_1$  和  $T_2$  的合力是零.

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

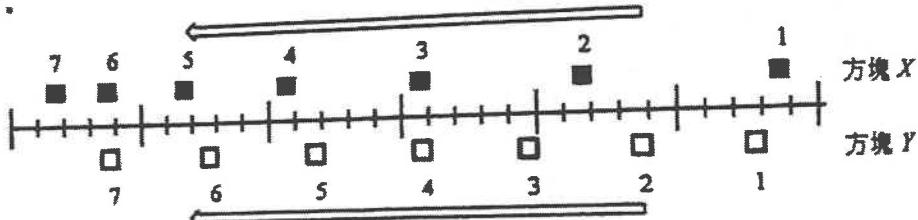
2. DSE 2018, Q6



- A. 方向  $OP$ .
- B. 方向  $OQ$ .
- C. 方向  $OR$ .
- D. 方向  $OS$ .

3. DSE 2018, Q7

兩方塊  $X$  和  $Y$  向左方運動，它們於時距相同的連續瞬間（以數目標示）的位置顯示如下。

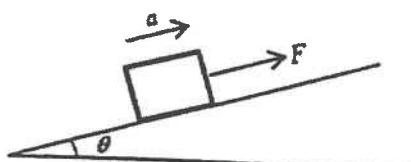


兩方塊是否有相同的瞬時速率？

- A. 有，在時刻 3.
- B. 有，在時刻 4 和 5 之間某一瞬間。
- C. 有，在時刻 6.
- D. 沒有。

4. DSE 2018, Q8

質量為  $m$  的方塊放在跟水平成角  $\theta$  的光滑斜面上，如圖所示。當量值為  $F$  並平行斜面的力施於方塊時，方塊以加速度  $a$  沿斜面向上運動。如果施力改為  $2F$ ，則加速度的量值會是多少？



- A. 大於  $2a$
- B. 等於  $2a$
- C. 於  $a$  至  $2a$  之間
- D. 加速度是否大於  $2a$ 、等於  $2a$  或於  $a$  至  $2a$  之間，要視乎  $\theta$  的值。

5. DSE 2018, Q9

一沿直線以速率  $0.5 \text{ m s}^{-1}$  運動的粒子，於  $0.2 \text{ s}$  時段內改變其運動方向而隨後以同一速率沿相反方向運動。求在這  $0.2 \text{ s}$  時段中粒子平均加速度的量值。

- A.  $5 \text{ m s}^{-2}$
- B.  $2.5 \text{ m s}^{-2}$
- C.  $0 \text{ m s}^{-2}$
- D. 其量值取決於粒子的質量

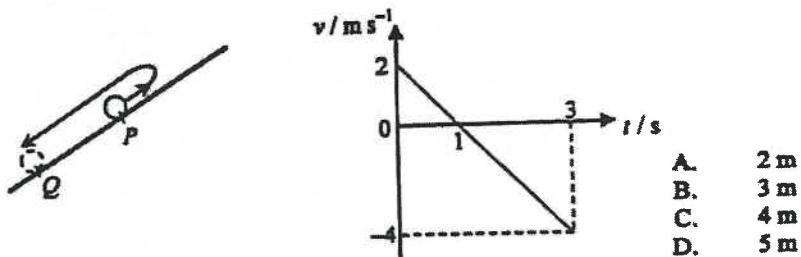
6. DSE 2018, Q10

一列火車自某車站離開，並沿直線駛往相距  $1.2 \text{ km}$  的下一站停車。火車的最大加速度和減速度皆為  $5 \text{ m s}^{-2}$ ，其最高速率限定為  $20 \text{ m s}^{-1}$ ，求這程最短需時。

- A.  $56 \text{ s}$
- B.  $58 \text{ s}$
- C.  $62 \text{ s}$
- D.  $64 \text{ s}$

7. DSE 2018, Q11

於時間  $t = 0$ ，將一珠子在  $P$  點沿光滑斜面向上投射，如圖示珠子達至最高點後便向下運動，並於  $t = 3 \text{ s}$  時經過  $Q$  點。下面的線圖顯示珠子的速度-時間 ( $v-t$ ) 關係，求沿斜面上  $PQ$  的距離。



8. DSE 2018, Q12

在某一刻，一物體以  $1 \text{ m s}^{-1}$  水平向右飛行，它忽然爆開成質量比  $1:2$  的兩塊碎片。如果剛爆開後質量較大的碎片以  $3 \text{ m s}^{-1}$  向右飛行，另一碎片於剛爆開後則會

- A. 以  $3 \text{ m s}^{-1}$  向左飛行。
- B. 以  $4 \text{ m s}^{-1}$  向左飛行。
- C. 瞬時靜止。
- D. 以  $1 \text{ m s}^{-1}$  向右飛行。

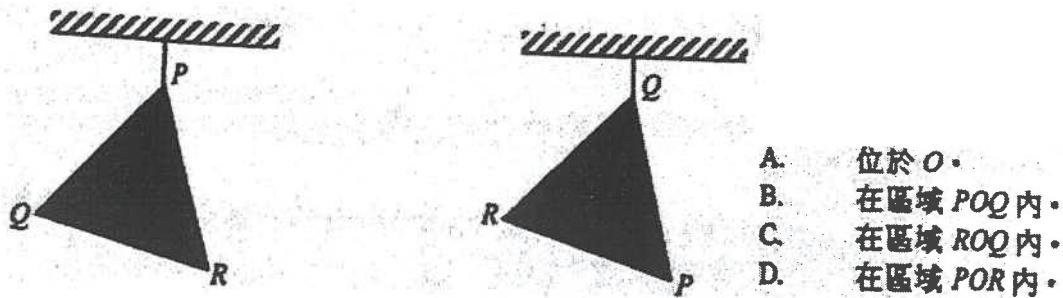
9. DSE 2018, Q13\*

質量為  $m$  的人造衛星在半徑為  $r$  的圓形軌道上繞質量為  $M$  的行星運動。人造衛星的角速度取決於什麼？

- (1)  $r$
- (2)  $m$
- (3)  $M$

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

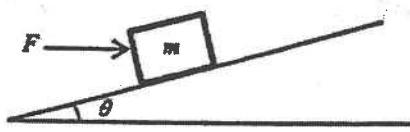
10. DSE 2019, Q4



- A. 位於  $O$ 。
- B. 在區域  $POQ$  內。
- C. 在區域  $ROQ$  內。
- D. 在區域  $POR$  內。

$O$  是等邊三角形金屬板  $POR$  的中心，金屬板的質量分布並不均勻。如圖所示，將金屬板在天花板上從點  $P$  然後從點  $Q$  懸掛。金屬板的重心

11. DSE 2019, Q5

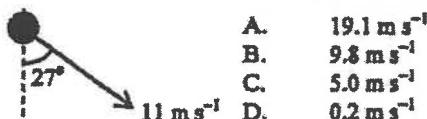


- A.  $\frac{mg \sin \theta}{\cos \theta}$
- B.  $mg \sin \theta \cos \theta$
- C.  $\frac{mg \cos \theta}{\sin \theta}$
- D.  $mg \sin \theta$

在上圖一水平力  $F$  施於質量為  $m$  的方塊，以保持其靜止於跟水平成角  $\theta$  的光滑斜面上。求  $F$  的量值。

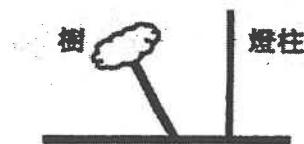
12. DSE 2019, Q6\*

一小球於拋出後只在重力影響下運動，球在某一瞬間的速度顯示如下。球在  $1\text{s}$  之前的速率是多少？空氣阻力可忽略不計。 $(g = 9.81 \text{ m s}^{-2})$

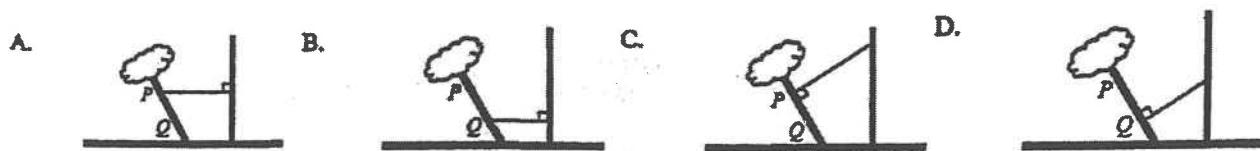


- A.  $19.1 \text{ m s}^{-1}$
- B.  $9.8 \text{ m s}^{-1}$
- C.  $5.0 \text{ m s}^{-1}$
- D.  $0.2 \text{ m s}^{-1}$

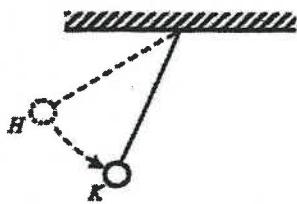
13. DSE 2019, Q7



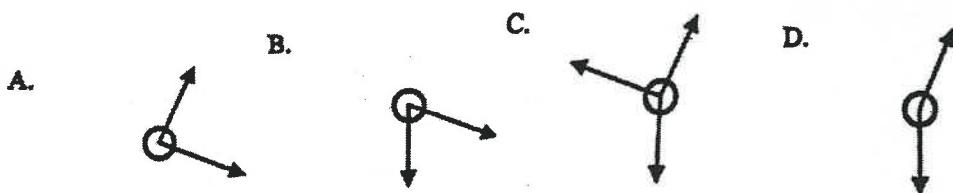
一棵樹被強風吹歪至傾側。為支撐該樹，以繩子纏繞樹幹並繫至旁邊的固定燈柱。在以下哪一安排中繩子最有可能斷裂？



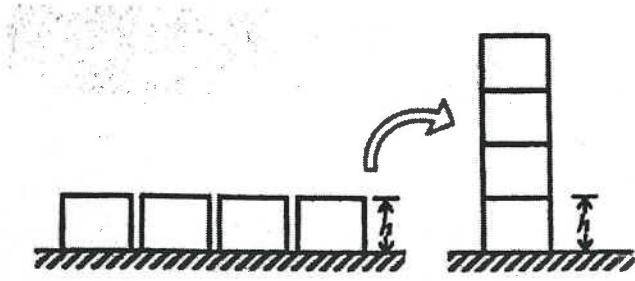
14. DSE 2019, Q8



以不可伸長的輕繩懸掛着的一個小球，如圖所示從點  $H$  釋放。當小球向下擺動時繩子保持張緊。下列哪一隔離體圖最能顯示小球於點  $K$  受到的所有力？空氣阻力可忽略不計。



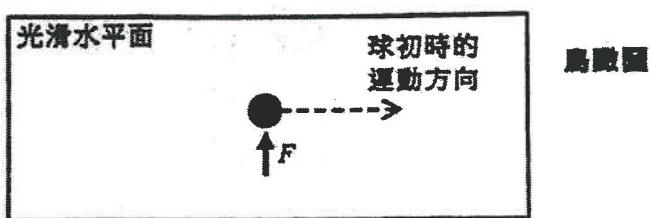
15. DSE 2019, Q9



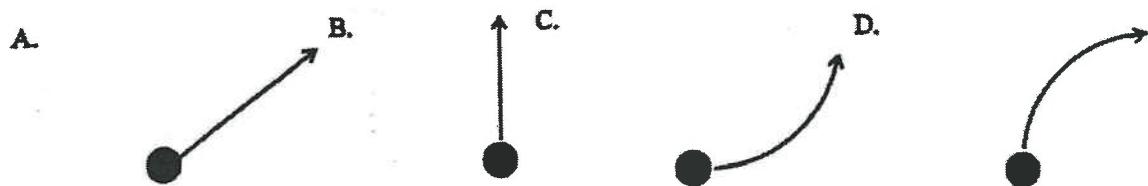
- A.  $8mgh$   
B.  $6mgh$   
C.  $4mgh$   
D.  $3mgh$

四個相同的均勻方塊初時放於水平桌面上，每一方塊的質量為  $m$  而高度為  $h$ 。假如圖所示將方塊逐一疊起，最少需作功多少？

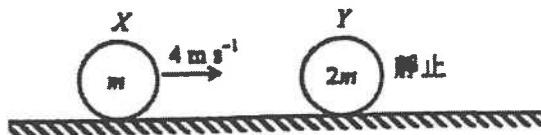
16. DSE 2019, Q10



上圖顯示一球在光滑水平面上以恆速率直線運動。於某一瞬間，一力  $F$  如上圖所示短暫作用於該球。下列哪圖最可能是該球隨後所行的路徑？



17. DSE 2019, Q11



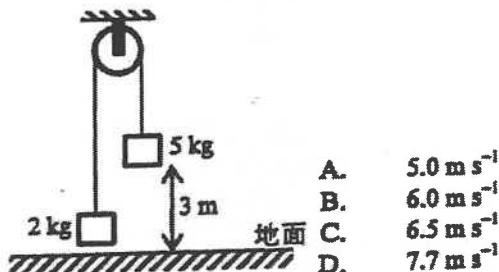
在一光滑水平面上，質量為  $m$  的球  $X$  以速率  $4 \text{ m s}^{-1}$  運動，它跟另一個質量為  $2m$  而初始時靜止的球  $Y$  對正碰撞。下列哪項可以是  $Y$  碰撞後的速率？

- (1)  $1 \text{ m s}^{-1}$       (2)  $2 \text{ m s}^{-1}$       (3)  $3 \text{ m s}^{-1}$

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

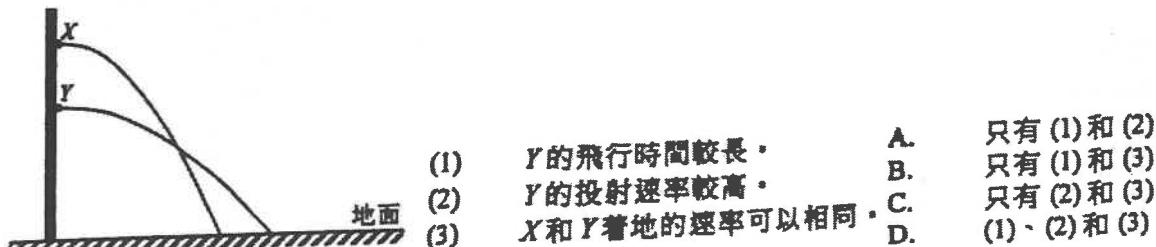
18. DSE 2019, Q12

質量分別為  $2 \text{ kg}$  和  $5 \text{ kg}$  的兩方塊以不可伸長的輕繩相連，繩子如圖所示跨過一固定的光滑輕滑輪。當  $5\text{-kg}$  方塊離地面  $3 \text{ m}$  時將該系統從靜止釋放。 $5\text{-kg}$  方塊剛到達地面時的速率為多少？空氣阻力可忽略不計。 $(g = 9.81 \text{ m s}^{-2})$



- A.  $5.0 \text{ m s}^{-1}$   
B.  $6.0 \text{ m s}^{-1}$   
C.  $6.5 \text{ m s}^{-1}$   
D.  $7.7 \text{ m s}^{-1}$

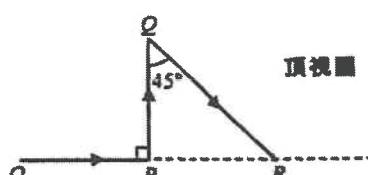
19. DSE 2019, Q13\*



- (1)  $Y$  的飛行時間較長。  
(2)  $Y$  的投射速率較高。  
(3)  $X$  和  $Y$  着地的速率可以相同。  
A. 只有 (1) 和 (2)  
B. 只有 (1) 和 (3)  
C. 只有 (2) 和 (3)  
D. (1)、(2) 和 (3)

粒子  $X$  和  $Y$  從豎直的牆上水平投射而出，圖示它們到達地面前在空中的路徑。下列哪些敘述正確？空氣阻力可忽略不計。

20. DSE 2020, Q4



圖示一輛汽車用了 6 分鐘沿一水平面上的路徑  $OPQR$  行駛。已知  $OP = PQ = 2 \text{ km}$ ，求汽車在這行程的平均速度的量值。

- A.  $30 \text{ km h}^{-1}$   
B.  $36 \text{ km h}^{-1}$   
C.  $41 \text{ km h}^{-1}$   
D.  $51 \text{ km h}^{-1}$

21. DSE 2020, Q5



對於在高速公路行駛中的汽車而言，下列哪項有關頭枕安全設計的敘述正確？

- |                                |              |
|--------------------------------|--------------|
| (1) 由於頭枕是軟的，於碰撞時它可減低作用在乘客頭部的力。 | A. 只有(1)     |
| (2) 當汽車被另一車輛從後碰撞，它能減低乘客所受傷害。   | B. 只有(3)     |
| (3) 當緊急煞車時，它能減低乘客所受傷害。         | C. 只有(1)和(2) |
|                                | D. 只有(2)和(3) |

22. DSE 2020, Q6

一粒子被豎直上拋，其徑跡如下圖所示。粒子所達最高點為  $H$ 。下列有關該粒子的敘述，哪項正確？空氣阻力可忽略不計。

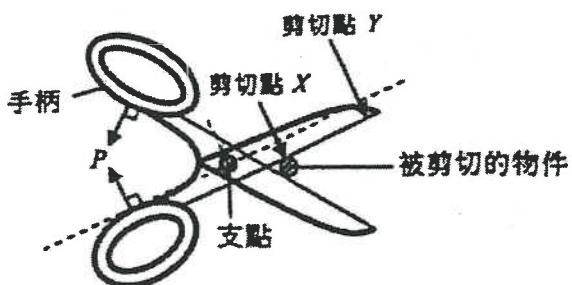
- (1) 它在  $M$  的加速度向上。
- (2) 它在  $H$  的加速度為零。
- (3) 它在  $N$  的加速度向下。

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

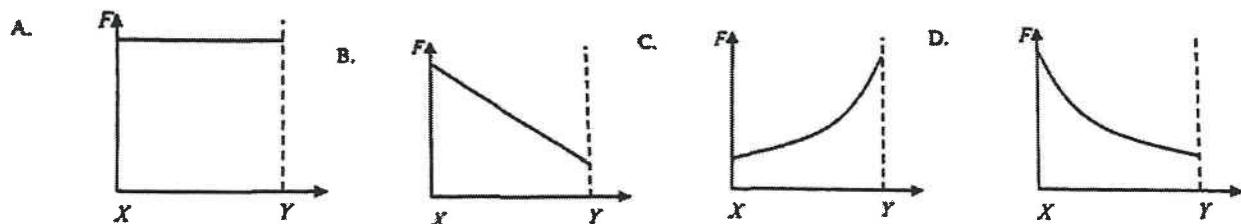


23. DSE 2020, Q7

圖示一對量值恆定的力  $P$  垂直施於剪刀的手柄，以剪切物件。

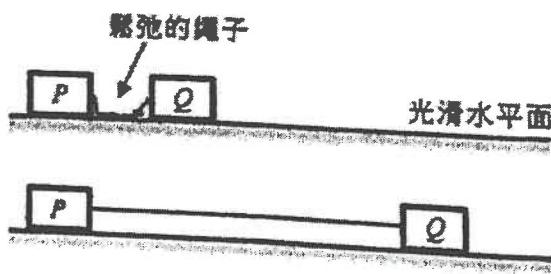


當剪刀閉合時，以下那一線圖最能顯示於剪切點產生的力  $F$  從  $X$  至  $Y$  的變化？



24. DSE 2020, Q8

在一光滑水平面上，兩相同的方塊  $P$  和  $Q$  以一條不能伸長的輕繩連接。初始時，繩子鬆弛而兩方塊皆靜止。

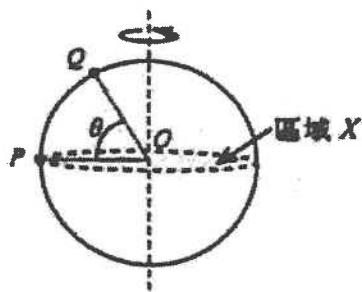


使  $Q$  以  $4 \text{ m s}^{-1}$  的速率向右運動。在繩子剛被拉緊而  $P$  開始運動時，求兩方塊的速率。

方塊 $P$	方塊 $Q$
A. $1 \text{ m s}^{-1}$	$1 \text{ m s}^{-1}$
B. $2 \text{ m s}^{-1}$	$1 \text{ m s}^{-1}$
C. $2 \text{ m s}^{-1}$	$2 \text{ m s}^{-1}$
D. $4 \text{ m s}^{-1}$	$2 \text{ m s}^{-1}$

25. DSE 2020, Q9\*

如圖所示，粒子  $P$  和  $Q$  固定於一球體表面，球體繞一穿過球心  $O$  的豎直軸旋轉。水平的陰影區域  $X$  把球體分成兩半。 $P$  位於區域  $X$  的邊沿，而  $Q$  位於區域  $X$  對上仰角  $\theta$  處。



求  $P$  的向心加速度跟  $Q$  的比值。

- A.  $1 : \cos \theta$
- B.  $1 : \sin \theta$
- C.  $\cos \theta : 1$
- D.  $\sin \theta : 1$

26. DSE 2020, Q10\*

海王星的直徑約為地球的 4 倍，而其質量約為地球的 17 倍。估算在海王星表面的重力加速度。已知：地球表面的重力加速度  $g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$

- A.  $2.3 \text{ m s}^{-2}$
- B.  $9.2 \text{ m s}^{-2}$
- C.  $10.4 \text{ m s}^{-2}$
- D.  $41.7 \text{ m s}^{-2}$

### 3 波動

1. DSE 2018, Q14

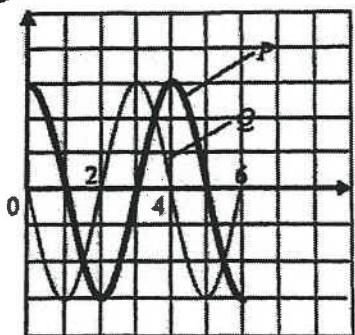
下列有關波動的敘述，哪項/哪些是正確的？

- (1) 橫波可將能量由一處傳遞至另一處，而橫波則不能。 A. 只有 (1)  
(2) 聲波在水中傳播較在空氣中快。 B. 只有 (3)  
(3) 紅外輻射是電磁波的一種。 C. 只有 (1) 和 (2)  
D. 只有 (2) 和 (3)

2. DSE 2018, Q15

在波長為  $\lambda$  的同一列橫向行波上的粒子  $P$  和  $Q$  其位移-時間線圖顯示如下。

位移

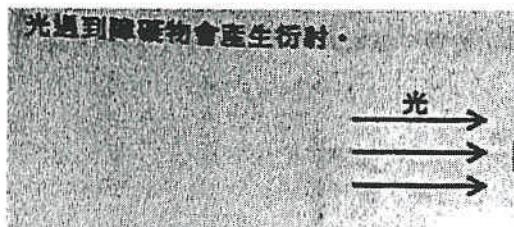


下列哪項/哪些敘述必定正確？取向上的位移為正。

- (1) 於時間  $t=2\text{ s}$ ,  $P$  為瞬時靜止。  
(2) 於時間  $t=4\text{ s}$ ,  $Q$  向下運動。  
(3)  $P$  與  $Q$  的平衡位置的間距為  $0.25\lambda$ 。

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

3. DSE 2018, Q16



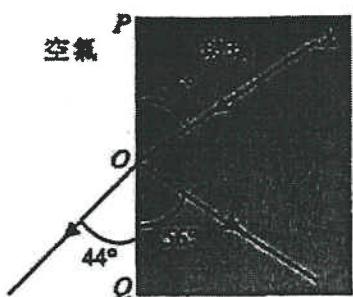
在以下哪情況衍射角會增加？

- (1) 入射光的振幅增加  
(2) 障礙物的闊度增加  
(3) 入射光的波長增加

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

4. DSE 2018, Q17

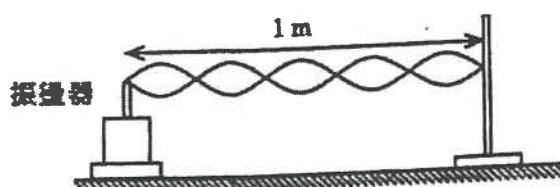
在上圖中，光線  $XO$  入射玻璃-空氣邊界面  $PQ$ 。下列哪項為玻璃的折射率？



- A.  $\frac{\sin 56^\circ}{\sin 44^\circ}$   
B.  $\frac{\sin 44^\circ}{\sin 34^\circ}$   
C.  $\frac{\sin 56^\circ}{\sin 46^\circ}$   
D.  $\frac{\sin 46^\circ}{\sin 34^\circ}$

5. DSE 2018, Q18

圖示繩子的一端固定而另一端則接連一振盪器，並如圖所示於某頻率形成一駐波。



如果沿繩子上波動的速率為  $7 \text{ m s}^{-1}$ ，波的頻率為多少？

- A. 2.8 Hz
- B. 7 Hz
- C. 17.5 Hz
- D. 35 Hz

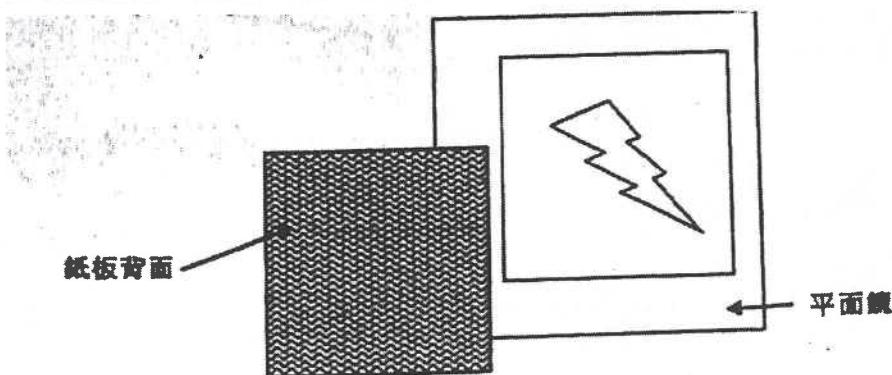
6. DSE 2018, Q19\*

一物體放置在距離透鏡 25.0 cm 處，在距透鏡 11.1 cm 處形成一虛像。該透鏡是

- A. 焦距為 7.7 cm 的凹透鏡。
- B. 焦距為 20 cm 的凹透鏡。
- C. 焦距為 7.7 cm 的凸透鏡。
- D. 焦距為 20 cm 的凸透鏡。

7. DSE 2018, Q20

圖示一塊前面印有圖案的紙板放在一平面鏡前，於鏡中看到的像。



下列哪一幅圖為紙板上的圖案？

- A.
- B.
- C.
- D.

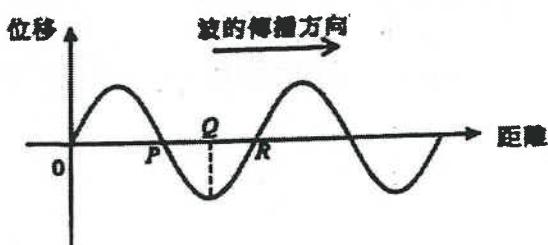
8. DSE 2018, Q21

下列哪項並非日常生活中的典型聲強級？

- A. 130 dB：當飛機起飛
- B. 110 dB：搖滾音樂會
- C. 80 dB：一般談話
- D. 30 dB：圖書館內

9. DSE 2019, Q14

圖示一向右傳播的縱波在某一瞬間的位移-距離線圖。取向右的位移為正。

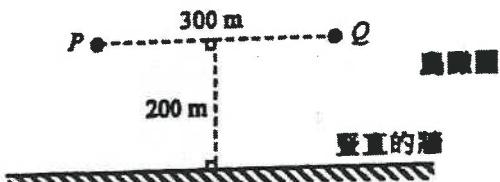


在圖示時間，下列哪項/哪些敘述正確？

- (1)  $P$  為一密部的中心。  
(2) 平衡位置在  $Q$  的粒子為靜止。  
(3) 平衡位置在  $R$  的粒子正向下運動。

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

10. DSE 2019, Q15

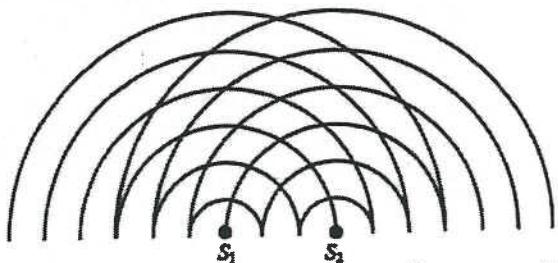


男孩  $P$  和  $Q$  相距 300 m，兩者與一豎直的牆距離 200 m，如圖所示。當  $P$  叫喊一聲， $Q$  聽到兩下喊聲。下列哪項描述正確？

已知：聲音在空氣中的速率 =  $340 \text{ m s}^{-1}$

- A. 第一下喊聲較響，而第二下喊聲於 0.59 s 之後聽到。  
B. 第一下喊聲較響，而第二下喊聲於 0.29 s 之後聽到。  
C. 第二下喊聲較響，而第一下喊聲於 0.59 s 之前聽到。  
D. 第二下喊聲較響，而第一下喊聲於 0.29 s 之前聽到。

11. DSE 2019, Q16

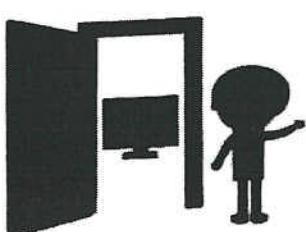


- A. 3  
B. 4  
C. 6  
D. 7

圖示兩個點波源  $S_1$  和  $S_2$  同步振動所產生的圓形水波，各線代表波峰。所形成波節線（即最小振幅）的數目是多少？

12. DSE 2019, Q17

志樂站在一房間的門側。他聽到房內電視機所發出的聲音，但看不見電視畫面。下列哪項/哪些為可能的原因？



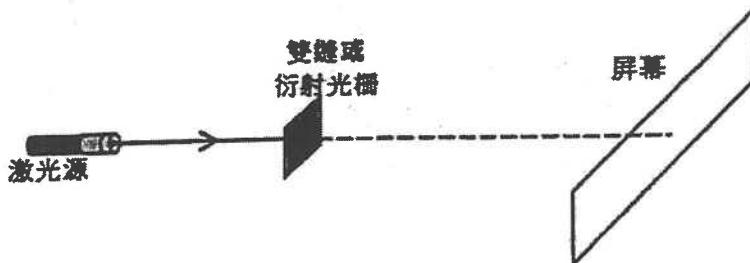
- (1) 聲波會衍射而光波不會。  
(2) 聲波本質為機械波而光波則為電磁波。  
(3) 聲波的波長遠較可見光的長。
- A. 只有(1)  
B. 只有(3)  
C. 只有(1)和(2)  
D. 只有(2)和(3)

13. DSE 2019, Q18

在一張緊的弦線上，如果增加弦線的張力或者以質量較大而長度和張力相同的弦線取代，波在弦線上傳播的速率會怎樣改變？

	張力增加	採用質量較大而長度和張力相同的弦線
A.	速率增加	速率減少
B.	速率增加	速率增加
C.	速率減少	速率減少
D.	速率減少	速率增加

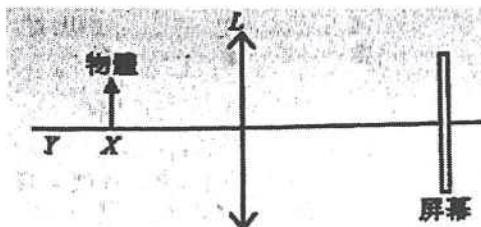
14. DSE 2019, Q19



一雙縫和一衍射光柵分別用於上圖的裝置，並逐一以紅色和綠色激光照射。由此在屏幕上所得呈亮點的四個圖樣顯示如下。哪一個圖樣是由綠光照射在衍射光柵構成？

- A.
- B.
- C.
- D.

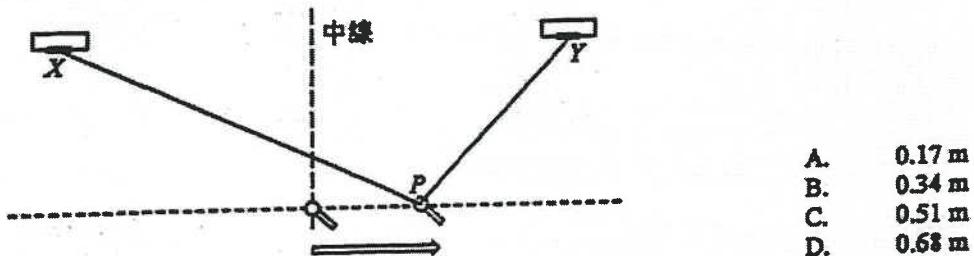
15. DSE 2019, Q20



圖示一物體置於一凸透鏡  $L$  之前的點  $X$ ，在屏幕上得到一清晰的像。現將物體移往點  $Y$ 。下列哪項調校或可在屏幕上再次形成清晰的像？

- A. 以焦距較長的另一凸透鏡取代  $L$ 。
- B. 以折射率較大的物料製成而形狀相同的另一凸透鏡取代  $L$ 。
- C. 以凹透鏡取代  $L$ 。
- D. 把屏幕向右移。

16. DSE 2019, Q21



兩揚聲器  $X$  和  $Y$  發出頻率為  $500\text{ Hz}$  的聲波。如圖所示，一微音器在跟中線垂直的線上穩定地移動，微音器於中線檢測得最大振幅的聲波，而於點  $P$  則檢測得下一個最大振幅。求  $PX - PY$ 。

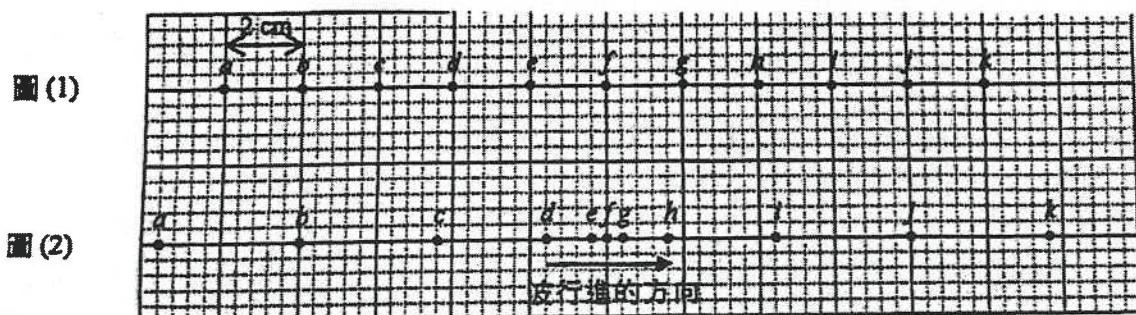
已知：聲音在空氣中的速率 =  $340\text{ m s}^{-1}$

17. DSE 2019, Q22

下列哪項/哪些有關紅外輻射的敘述正確？

- |                     |              |
|---------------------|--------------|
| (1) 它從空氣進入水時會向法線偏折。 | A. 只有(1)     |
| (2) 它在水中傳播較在空氣中快。   | B. 只有(3)     |
| (3) 它是用於衛星通訊的。      | C. 只有(1)和(2) |
|                     | D. 只有(2)和(3) |

18. DSE 2020, Q11

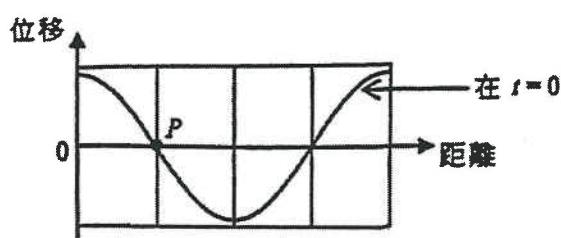


圖(1)顯示粒子  $a$  至  $k$  在一介質中的平衡位置，各粒子的相互間距為  $2\text{ cm}$ 。一頻率為  $5\text{ Hz}$  的縱波由左至右傳播。圖(2)顯示在某一刻各粒子的位置。求波的振幅和速率。

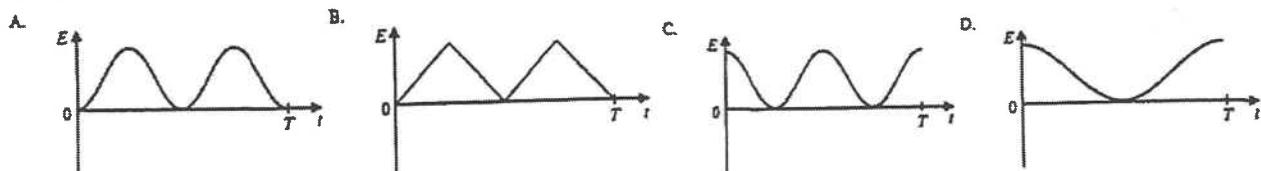
	振幅	速率
A.	$3.6\text{ cm}$	$40\text{ cm s}^{-1}$
B.	$3.6\text{ cm}$	$80\text{ cm s}^{-1}$
C.	$2.4\text{ cm}$	$40\text{ cm s}^{-1}$
D.	$2.4\text{ cm}$	$80\text{ cm s}^{-1}$

19. DSE 2020, Q12

圖示一週期為  $T$  的行波在時間  $t=0$  的部分位移-距離線圖。 $P$  是波上的一個粒子。

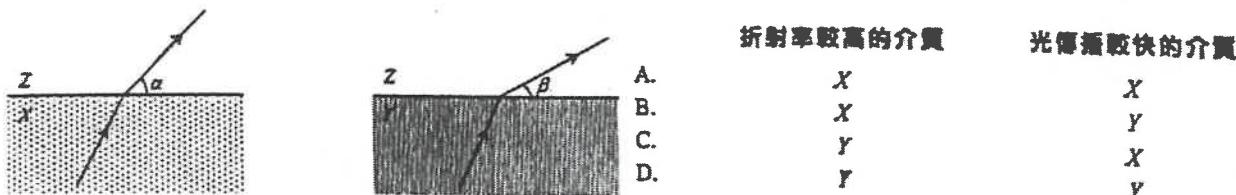


下列哪一線圖正確顯示從  $t=0$  起計該粒子的動能  $E$  在一週期內的變化？



20. DSE 2020, Q13

一單色光以同一入射角分別從介質  $X$  和  $Y$  傳播至另一介質  $Z$ ，如圖所示。



在  $Z$  相應的折射線跟邊界面分別成角  $\alpha$  和  $\beta$  (而  $\alpha > \beta$ )。哪一介質 ( $X$  或  $Y$ ) 有較大的折射率？光在哪一介質中 ( $X$  或  $Y$ ) 傳播較快？

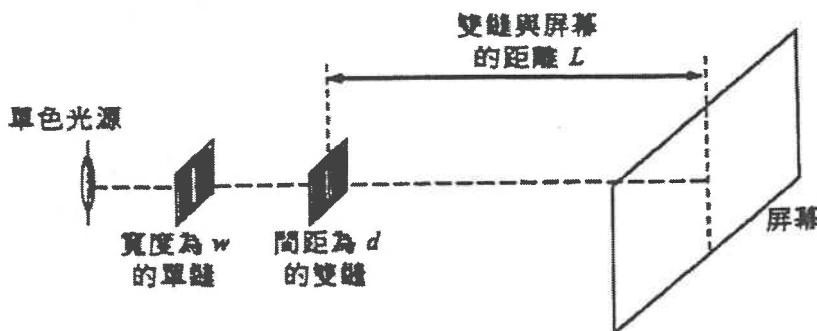
21. DSE 2020, Q14\*

一以波長  $\lambda_1$  和  $\lambda_2$  組成的光束法向入射一衍射光柵，在所得衍射圖樣中，波長  $\lambda_1$  的第三級衍射跟波長  $\lambda_2$  的第四級衍射重疊。如果  $\lambda_1$  為  $680\text{ nm}$ ，求  $\lambda_2$ 。

- A.  $510\text{ nm}$
- B.  $680\text{ nm}$
- C.  $907\text{ nm}$
- D. 構像間距未知，因而未能確定。

22. DSE 2020, Q15

圖示一典型的楊氏雙縫實驗裝置。

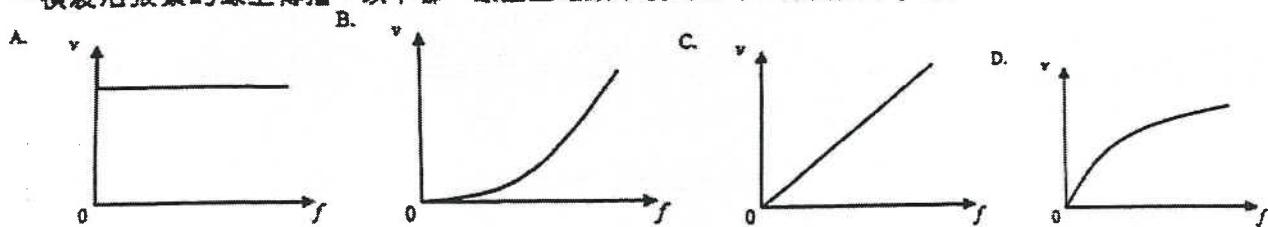


要在屏幕上得到可觀察的條紋圖樣，以下哪一組合為最佳的設置？

- |    | $w$    | $d$    | $L$   |
|----|--------|--------|-------|
| A. | 0.1 mm | 1 mm   | 10 m  |
| B. | 0.1 mm | 1 mm   | 1 m   |
| C. | 1 mm   | 0.1 mm | 1 m   |
| D. | 1 mm   | 0.1 mm | 0.1 m |

23. DSE 2020, Q16

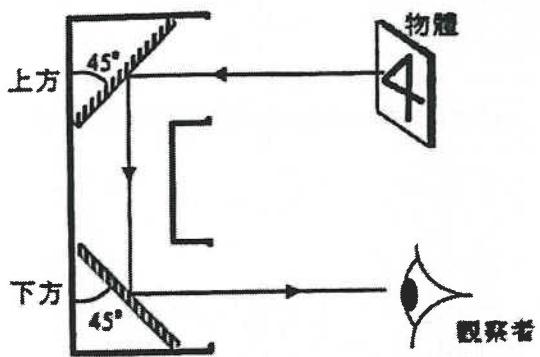
一橫波沿張緊的線上傳播。以下哪一線圖正確顯示波的速率  $v$  跟其頻率  $f$  的變化？



24. DSE 2020, Q17

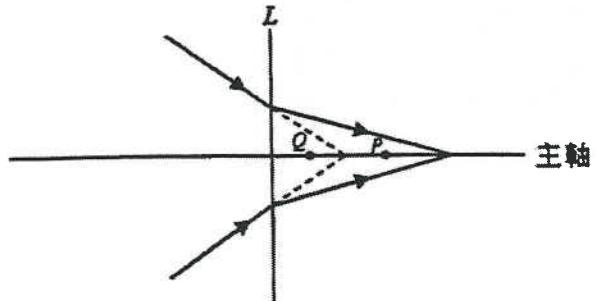
圖示一學生所設計的潛望鏡，並用以觀察一物體。

以下哪個是觀察者所看到的像？



- A.  4
- B.  4
- C.  4
- D.  4

25. DSE 2020, Q18



根據以上光線圖， $L$  所代表透鏡屬什麼類型？哪一點 ( $P$  或  $Q$ ) 可以是它的焦點？

透鏡 $L$	焦點
A. 凹透鏡	$P$
B. 凸透鏡	$P$
C. 凹透鏡	$Q$
D. 凸透鏡	$Q$

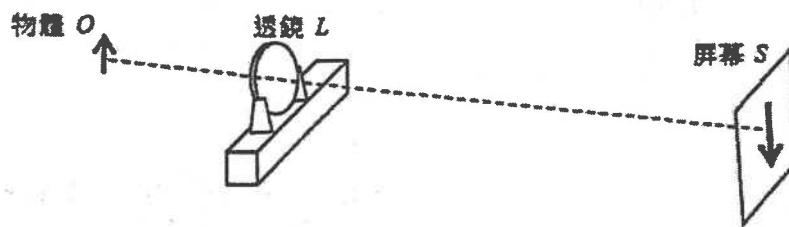
26. DSE 2020, Q19

下列哪個現象可確定聲音是波？

- (1) 聲音從牆壁反射
- (2) 聲音於兩介質之間的邊界折射
- (3) 聲音的干涉
- A. 只有 (2)
- B. 只有 (3)
- C. 只有 (1) 和 (2)
- D. 只有 (1) 和 (3)

27. DSE 2020, Q20

圖示一物體  $O$  經凸透鏡  $L$  於屏幕  $S$  形成一放大而清晰的像。



下列哪項可使屏幕上形成一縮小而清晰的像？

- |  |  |
|--|--|
| (1) 保持 $O$ 和 $L$ 的位置不變，將 $S$ 適當地移近 $L$ 。 (2) 保持 $L$ 和 $S$ 的位置不變，將 $O$ 適當地移離 $L$ 。 (3) 保持 $O$ 和 $S$ 的位置不變，將 $L$ 適當地移近 $S$ 。 | A. 只有 (1)<br>B. 只有 (3)<br>C. 只有 (1) 和 (2)<br>D. 只有 (2) 和 (3) |
|--|--|

28. DSE 2020, Q21

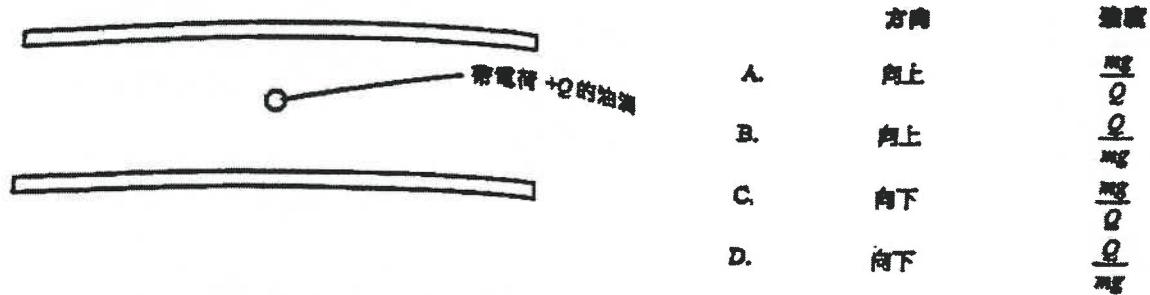
下列哪項有關超聲波的敘述正確？

- (1) 超聲波比可聽得見的聲音有較短的波長。  
(2) 超聲波不能以振動的物體產生。  
(3) 超聲波不能聽得見，因其未能於空氣中傳播。

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

## 4 電和磁

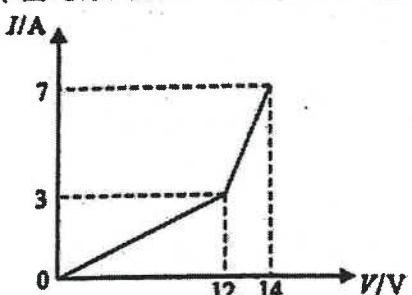
1. DSE 2018, Q22



一隻帶有  $+Q$  帶電荷的油滴，懸浮於兩塊水平的平行金屬板之間強度恒定的電場中。  
油滴帶電荷  $+Q$ 。電場的方向和強度為何？

2. DSE 2018, Q23

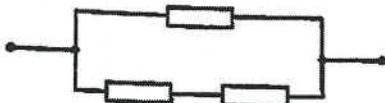
下面的線圖顯示一導體的電流-電壓 ( $I-V$ ) 關係。



下列哪項敘述不正確？

- A. 當導體兩端的電壓少於 12 V，導體遵守歐姆定律。
- B. 當導體兩端的電壓超過 12 V，導體的電阻開始下降。
- C. 當通過導體的電流為 5 A，導體的電阻為  $0.5 \Omega$ 。
- D. 當導體兩端的電壓為 14 V，導體的電阻為  $2 \Omega$ 。

3. DSE 2018, Q24



三個相同的電阻器設置如圖示。每一電阻器的額定功率為 12 W。倘沒有電阻器超載其額定功率，此設置的最大功率耗散是多少？

- A. 16 W
- B. 18 W
- C. 20 W
- D. 24 W

4. DSE 2018, Q25

兩條導線  $X$  和  $Y$  的長度相同而物料相異， $X$  的半徑為  $Y$  的一半。當兩條導線並聯連接同一電源，通過每條導線的電流相等。 $X$  和  $Y$  所用物料的電阻率之比是多少？

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

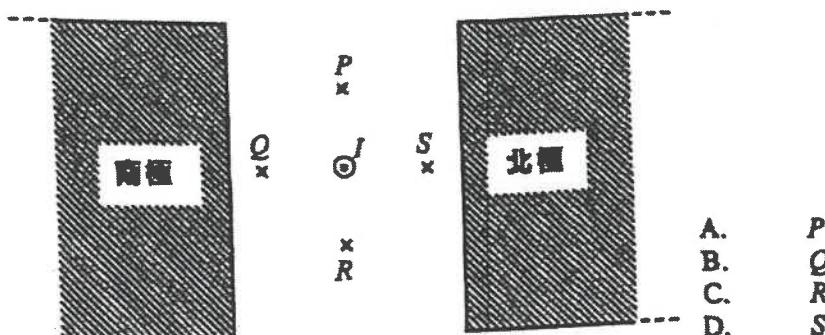
5. DSE 2018, Q26

一枚標着 2800 mA h 儲電量的手機電池組初始時完全充電。當電池組以 200 mA 電流放電 3 小時後，其所剩儲電量的百分數是多少？

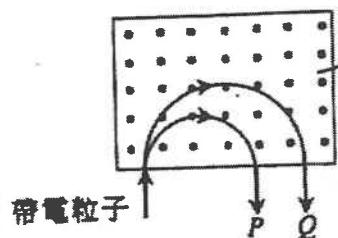
- A. 7.1%
- B. 21.4%
- C. 78.6%
- D. 92.9%

6. DSE 2018, Q27

在兩磁極之間的勻強磁場中，如圖示放置一條載有指出紙面的電流  $I$  的直導線。在  $P$ 、 $Q$ 、 $R$  和  $S$  各點中，哪一點的合磁場可為零？地球磁場的影響可忽略。



7. DSE 2018, Q28\*



指出紙面的勻強磁場

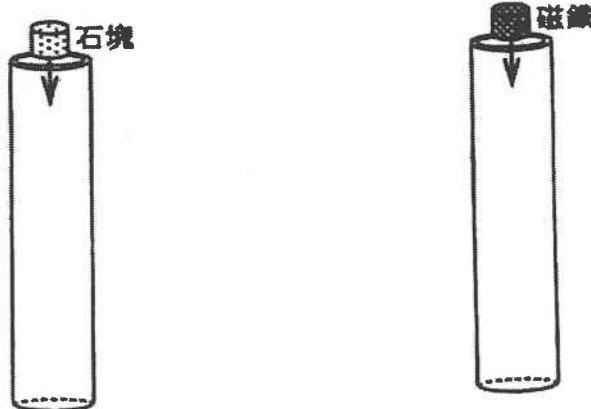
- (1)  
(2)  
(3)

$P$  和  $Q$  都帶正電荷。  
 $P$  和  $Q$  以相同的速率從磁場射出。  
 $Q$  的質量較  $P$  的大。

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

質量不同的兩個粒子  $P$  和  $Q$  所帶電荷量相同，它們以同一速率運動並進入一指出紙面的勻強磁場。如圖所示，它們從磁場射出前沿着半徑不同的半圓路徑運動。下列哪些描述正確？

8. DSE 2018, Q29



形狀和大小相同的石塊和強磁鐵分別從靜止釋放，進入一中空鋁管。下列哪項正確？  
空氣阻力可忽略不計。

下墜數值

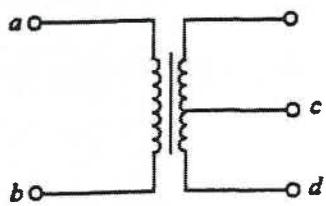
- A. 石塊  
B. 磁鐵  
C. 石塊  
D. 磁鐵

原因

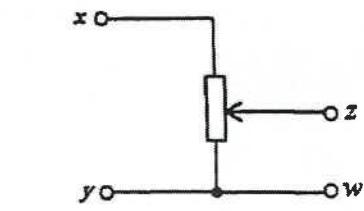
- 石塊的質量較大  
石塊的質量較大  
磁鐵令鋁管感生渦電流  
磁鐵令鋁管感生渦電流

9. DSE 2018, Q30\*

在下面的電路中，如果  $ab$  兩端和  $xy$  兩端分別施以  $12\text{ V}$  正弦交流電，橫跨  $cd$  和  $zw$  的電壓皆為  $6\text{ V}$ 。現在如果  $cd$  兩端和  $zw$  兩端分別施以  $6\text{ V}$  正弦交流電，則橫跨  $ab$  和  $xy$  的電壓分別為多少？



橫跨  $ab$  的電壓



橫跨  $xy$  的電壓

- A.  $12\text{ V}$
- B.  $12\text{ V}$
- C.  $6\text{ V}$
- D.  $12\text{ V}$

- A.  $12\text{ V}$
- B.  $6\text{ V}$
- C.  $6\text{ V}$
- D.  $0\text{ V}$

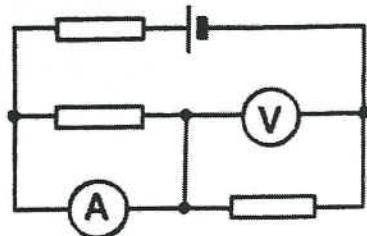
10. DSE 2019, Q23



在上面，點電荷  $Y$  放於兩個相同的正點電荷  $X$  和  $Z$  中間，其中  $Z$  為固定。初始時  $X$  和  $Y$  平衡而靜止。倘若將  $Y$  慢慢推向  $Z$ ，則  $X$  會怎樣？

- A. 它向左運動。
- B. 它向右運動。
- C. 它保持靜止。
- D.  $Y$  的極性未知，因而未能確定。

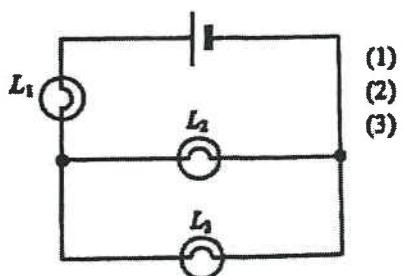
11. DSE 2019, Q24



- A.  $6\text{ V}$
- B.  $4\text{ V}$
- C.  $3\text{ V}$
- D.  $2\text{ V}$

圖示一內阻可略的  $6\text{ V}$  電池連接着三個相同的電阻器。安培計和伏特計皆為理想的。求伏特計的讀數。

12. DSE 2019, Q25



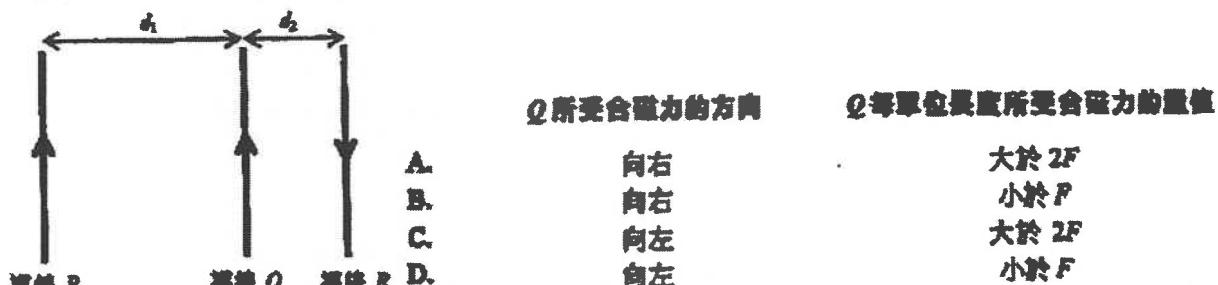
- (1)  $L_1$  發生故障並變成短路。
- (2)  $L_2$  發生故障並變成短路。
- (3)  $L_2$  發生故障並變成斷路。

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

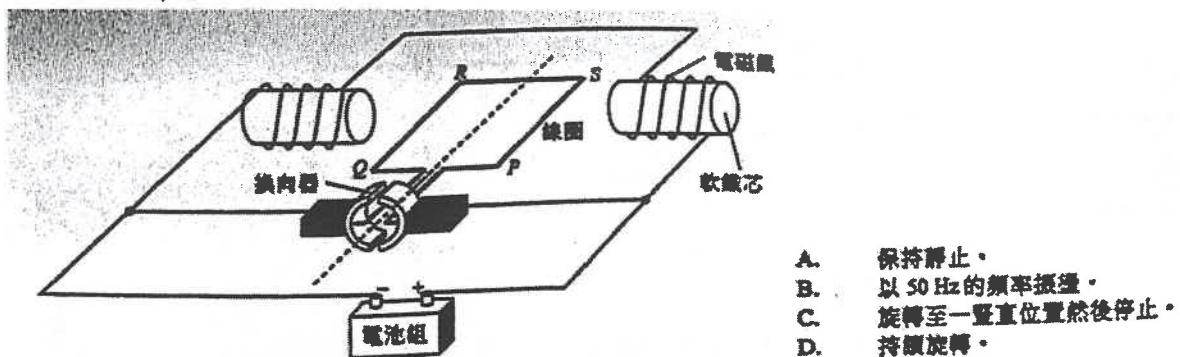
在上面的電路中， $L_1$ 、 $L_2$  和  $L_3$  為三個燈泡而電池的內阻可略去不計。下列哪些改變可令  $L_3$  變得更亮？

13. DSE 2019, Q26

三條平行的導線  $P$ 、 $Q$  和  $R$  依圖示的圓距  $d_1$  和  $d_2$  放置 (而  $d_1 > d_2$ )。每一導線所載電流的量值相同，而方向則標示如圖。如果  $P$  對  $Q$  每單位長度所施磁力的量值為  $F$ ，則  $Q$  每單位長度所受合磁力的方向和量值為何？

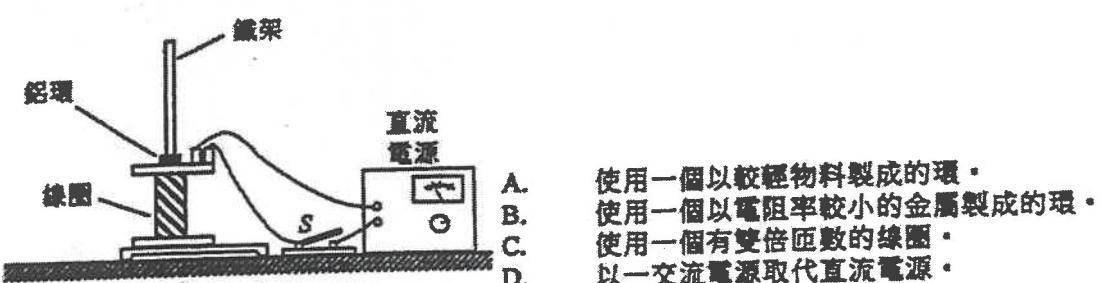


14. DSE 2019, Q27



圖示一電動機的結構。線圈  $PQRS$  和兩組電磁鐵跟電池組連接，使線圈持續旋轉。如果以頻率為 50 Hz 的正弦交流電源取代電池組，線圈會

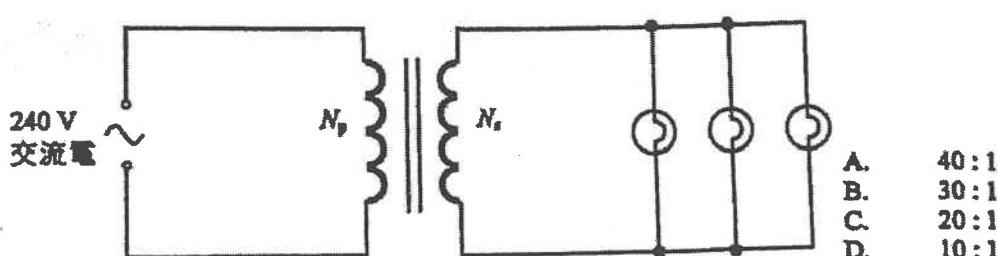
15. DSE 2019, Q28



圖示裝置包括一鐵架和一連接着直流電源的線圈。一鋁環穿過鐵架並放在線圈上。當開關  $S$  閉合，鋁環瞬間跳起隨後跌返。下列哪項改動可令環升起並懸浮於空中？

16. DSE 2019, Q29\*

在下面的電路中每個燈泡以額定值「12 V, 24 W」運作，該變壓器的匝數比  $(N_p:N_s)$  應為多少？



17. DSE 2019, Q30\*

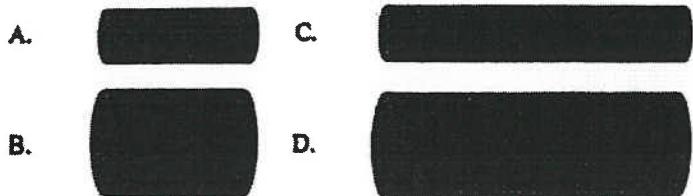
對於一個連接交流市電的電熱器，下列哪項/哪些可增加其發熱元件的功率消耗？

- (1) 增加發熱元件的電阻。
- (2) 增加交流電壓的頻率。
- (3) 增加交流電壓的方均根值。

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

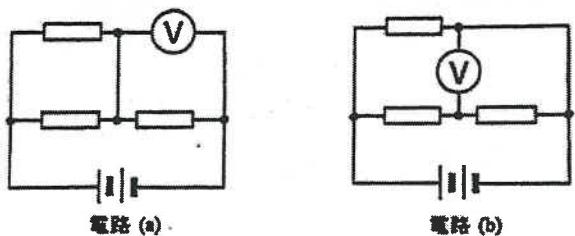
18. DSE 2020, Q22

以下圓柱形電阻器皆以相同金屬製成。當逐一將每個電阻器的兩端跨接同一電壓，哪一個所產生的功率最大？



19. DSE 2020, Q23

三個相同的電阻器、一內阻可忽略的電池組以及一理想的伏特計，分別連接成電路(a)和電路(b)。

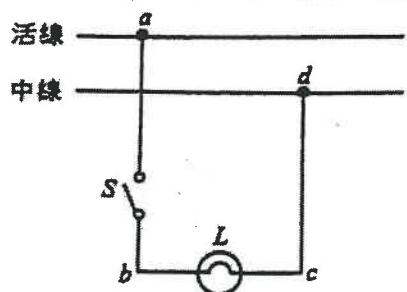


已知電路(a)中伏特計的讀數為 8 V，電路(b)中伏特計的讀數為多少？

- A. 4 V
- B. 6 V
- C. 8 V
- D. 12 V

20. DSE 2020, Q24

圖示家居照明電路的一部分，燈泡 L 於開關 S 閉合時沒有亮起。



- A. 開關 S 已經損壞。
- B. 燈泡 L 的燈絲已經燒掉而成斷路。
- C. a 和 d 之間出現短路。
- D. c 和 d 之間出現斷路。

現於開關 S 閉合時測試該電路。以電壓測試器分別接觸 b 點和 c 點，測試器顯示該兩點皆處高電壓。當以測試器分別接觸 a 點和 d 點，則發現只有 a 點處高電壓。下列哪項可能是故障的原因？

21. DSE 2020, Q25

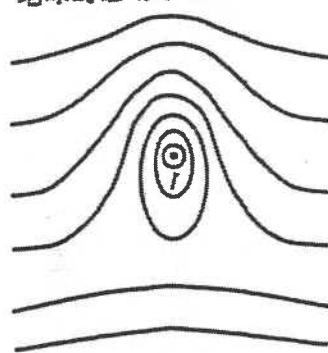
圖示電池組的容量為 1100 mA h。電池組以電流 250 mA 正常運作一小時提供了多少能量？假設電池組的運作電壓在該時段內保持在 3.7 V。



- A.  $(3.7 \times \frac{250}{1000} \times 3600) \text{ J}$
- B.  $(3.7 \times \frac{1100}{1000} \times 3600) \text{ J}$
- C.  $(3.7 \times \frac{250}{1000} \times 1) \text{ J}$
- D.  $(3.7 \times \frac{1100}{1000} \times 1) \text{ J}$

22. DSE 2020, Q26

一豎直長導線載有指出紙面的穩定電流  $I$ ，其周圍的水平面上的磁場圖樣如下圖所示。地球的磁場不可忽略。



下列各項的方向為何？

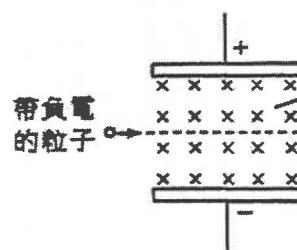
頂視圖

地球磁場的  
水平分量

導流導線  
所受的磁力

- |    |   |   |
|----|---|---|
| A. | ← | ↓ |
| B. | ← | ↑ |
| C. | → | ↓ |
| D. | → | ↑ |

23. DSE 2020, Q27\*



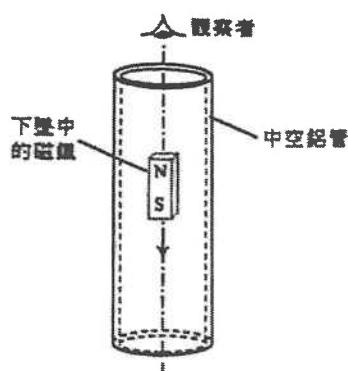
- (1) 指入紙面的  
(2) 匀強磁場  
(3) 帶負電  
的粒子

- (1) 增加兩板之間的電勢差  
(2) 增加粒子所帶電荷的量值  
(3) 增加粒子進入該區域的速率

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

圖示區域中設有一勻強電場和一勻強磁場，而跨兩平行金屬板的電勢差構成該電場。一帶負電的粒子穿過該區域而沒有偏轉。下列哪項改變可令該帶電粒子向下偏轉？重力的影響可忽略。

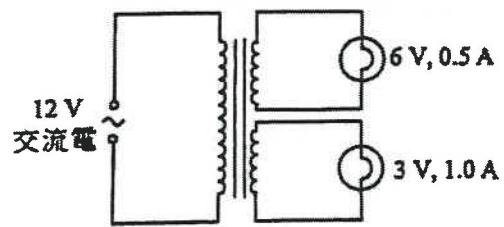
24. DSE 2020, Q28



圖示一細小的強磁鐵下墜穿過一中空鋁管，會感生渦電流。就一從上方觀看的觀察者而言，下列哪項正確描述在鋁管所感生電流的方向？

- A. 磁鐵之上和磁鐵之下皆為順時針
- B. 磁鐵之上和磁鐵之下皆為逆時針
- C. 磁鐵之上為順時針，而磁鐵之下為逆時針
- D. 磁鐵之上為逆時針，而磁鐵之下為順時針

25. DSE 2020, Q29\*



- A. 0.25 A
- B. 0.50 A
- C. 0.75 A
- D. 1.0 A

圖示一理想的變壓器，標示為「6 V, 0.5 A」和「3 V, 1.0 A」的兩燈泡分別連接變壓器的兩組副線圈。當一 12 V 交流電源連接至原線圈，兩燈泡各自以額定值運作。估算原線圈中的電流。

## 5 放射現象和核能

1. DSE 2018, Q31

下列哪項/哪些核反應有可能構成鏈鎖反應？

- (1)  ${}^2_1H + {}^3_1H \rightarrow {}^1_0n + {}^4_2He$       A. 只有 (1)  
(2)  ${}^{235}_{92}U + {}^1_0n \rightarrow {}^{141}_{56}Ba + {}^{92}_{36}Kr + 3 {}^1_0n$       B. 只有 (2)  
(3)  ${}^{239}_{94}Pu + {}^1_0n \rightarrow {}^{148}_{58}Ce + {}^{89}_{36}Kr + 3 {}^1_0n$       C. 只有 (1) 和 (3)  
    D. 只有 (2) 和 (3)

2. DSE 2018, Q32\*

$X$  和  $Y$  為兩種放射性核素。一個  $X$  的原子跟一個  $Y$  的原子的質量比為  $1:2$ 。 $X$  和  $Y$  的半衰期分別為  $T$  和  $2T$ 。倘兩個分別只含  $X$  和  $Y$  的樣本初始質量相同，經過  $4T$  的時段後，求  $X$  和  $Y$  未衰變的原子核數目之比。

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

3. DSE 2018, Q33\*

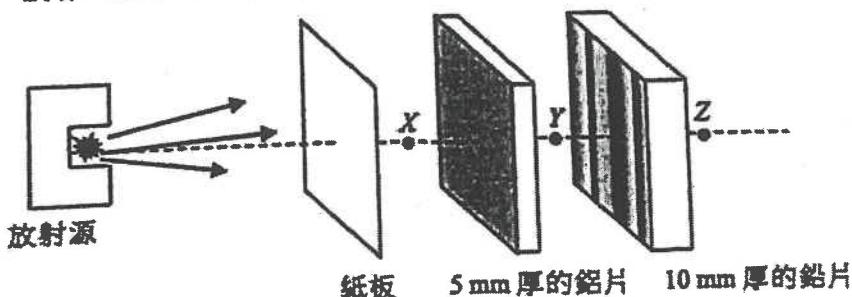
當 2 個質子和 1 個中子形成一個  ${}^3_2He$  原子核時，

已知：質子質量 = 1.007276 u  
中子質量 = 1.008665 u  
 ${}^3_2He$  原子核的質量 = 3.016030 u  
1 u = 931 MeV

- A. 釋出 6.7 MeV 的能量。  
B. 需要 6.7 MeV 的能量。  
C. 釋出 8.0 MeV 的能量。  
D. 需要 8.0 MeV 的能量。

4. DSE 2019, Q31

一放射源發射出  $\alpha$ 、 $\beta$  和  $\gamma$  輻射。



有關圖中所標示位置  $X$ 、 $Y$ 、 $Z$  檢測得的輻射，以下哪項敘述正確？

- A. 在  $Z$  檢測不到放射源發出的輻射。  
B.  $\beta$  和  $\gamma$  輻射均可在  $Y$  檢測得到。  
C.  $\alpha$  輻射只能在  $X$  檢測得到，在  $Y$  和  $Z$  則未能測得。  
D.  $\beta$  輻射只能在  $X$  檢測得到，在  $Y$  和  $Z$  則未能測得。

5. DSE 2019, Q32\*

一些放射性同位素的半衰期表列如下：

放射性同位素	半衰期
碳-11	20.3 分鐘
磷-32	14.3 日
鈉-22	2.60 年

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

下列哪項/哪些敘述正確？

- (1) 碳-11 的放射強度必為最高。
- (2) 磷-32 的衰變常數較碳-11 的大。
- (3) 如果鈉-22 的初始放射強度為 1520 Bq，經過 6 年後其放射強度會低於 380 Bq。

6. DSE 2019, Q33\*

已知：中子質量 =  $16749 \times 10^{-31}$  kg

質子質量 =  $16726 \times 10^{-31}$  kg

電子質量 =  $9 \times 10^{-31}$  kg

在一核反應中，一中子變成了一質子和一  $\beta$  粒子。估算在這過程中釋出的能量。

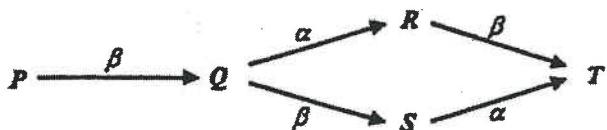
- A. 1.8 MeV
- B. 1.3 MeV
- C. 0.79 MeV
- D. 0.51 MeV

7. DSE 2020, Q30

在一實驗中，以蓋革-彌勒計數器測定本底計數率。實驗記錄了四個每分鐘計數率的讀數。下列哪一組讀數為最有可能？

	第一分鐘	第二分鐘	第三分鐘	第四分鐘
A.	5	62	3	69
B.	40	40	40	40
C.	60	50	30	20
D.	29	26	31	35

8. DSE 2020, Q31



核素 P 可由過程  $P-Q-R-T$  或由過程  $P-Q-S-T$  衰變而成核素 T，如圖所示。下列哪些推斷正確？

- |                      |                  |
|----------------------|------------------|
| (1) P 和 T 是同一元素的同位素。 | A. 只有 (1) 和 (2)  |
| (2) Q 和 S 的質子數目相同。   | B. 只有 (1) 和 (3)  |
| (3) S 較 R 多一粒中子。     | C. 只有 (2) 和 (3)  |
|                      | D. (1)、(2) 和 (3) |

9. DSE 2020, Q32\*

一元素的一個放射性同位素的衰變常數

- A. 是隨機的。
- B. 取決於壓強和溫度。
- C. 與同位素的核子數目成正比。
- D. 為該同位素的識別特性。

10. DSE 2020, Q33

$P$  和  $Q$  是剛製備好的兩個放射性樣本。已知當  $P$  的全部原子核其中  $\frac{15}{16}$  已衰變， $Q$  的全部原子核其中  $\frac{63}{64}$  亦已衰變。求比值  $\frac{P \text{ 的半衰期}}{Q \text{ 的半衰期}}$ 。

- A. 1 : 4
- B. 2 : 3
- C. 3 : 2
- D. 4 : 1

# 1 天文學和航天科學

1. DSE 2018, Q1

1.1 一艘無動力太空船沿橢圓軌道繞地球運動。下列哪項/哪些描述正確？

- (1) 太空船的加速度恆常指向橢圓軌道的中心。
- (2) 當太空船運動得最快時，其加速度的量值最大。
- (3) 太空船在軌道上的重力勢能保持不變。

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

A      B      C      D  
           

2. DSE 2018, Q2

1.2 地球表面的逃逸速度為  $11.2 \text{ km s}^{-1}$ 。一太空探測器從地球表面發射，當離地球極遠時其速率為  $6 \text{ km s}^{-1}$ 。求這太空探測器的發射速率，假設除發射期間外探測器作無動力飛行，而其他天體的影響可忽略。

- A.  $12.7 \text{ km s}^{-1}$
- B.  $15.6 \text{ km s}^{-1}$
- C.  $16.4 \text{ km s}^{-1}$
- D.  $17.2 \text{ km s}^{-1}$

A      B      C      D  
           

3. DSE 2018, Q3

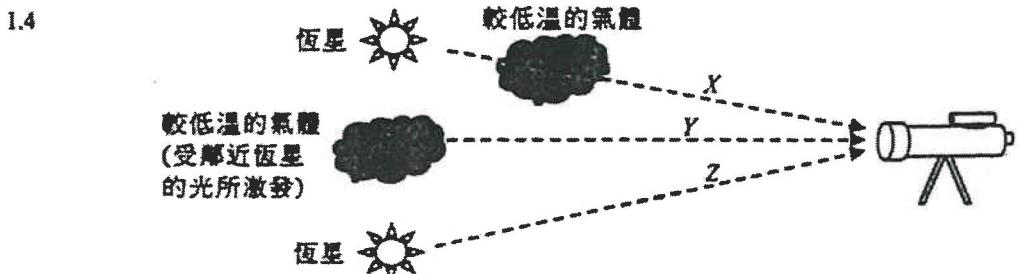
1.3 下列哪項/哪些觀察皆可以托勒密地心模型和哥白尼日心模型解釋？

- (1) 行星的亮度在一年之中呈現變化。
- (2) 火星在天空的逆行運動。
- (3) 金星在天空顯示一完整的相循環。

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

A      B      C      D  
           

4. DSE 2018, Q4



一望遠鏡從 X、Y 和 Z 三個方向的光得到光譜。下列哪項為所得的光譜？

連續譜      吸收線狀態      發射線狀態

- |         |      |      |
|---------|------|------|
| A. 方向 Z | 方向 X | 方向 Y |
| B. 方向 Z | 方向 Y | 方向 X |
| C. 方向 X | 方向 Y | 方向 Z |
| D. 方向 X | 方向 Z | 方向 Y |

A      B      C      D

5. DSE 2018, Q5

1.5 一半徑為  $R$  的恆星從地球觀察時的視差為  $\theta$ 。下列哪項為該恆星對於地球上觀察者的角大小？

- A.  $\frac{4R\theta}{1\text{AU}}$
- B.  $\frac{2R\theta}{1\text{AU}}$
- C.  $\frac{R\theta}{1\text{AU}}$
- D.  $\frac{R\theta}{2\text{AU}}$

A      B      C      D  
           

6. DSE 2018, Q6

1.6 下表顯示四顆恆星的視星等和絕對星等。

恒星	視星等	絕對星等
P	0.	-0.5
Q	-0.5	2
R	2	-1.5
S	-2	-2.5

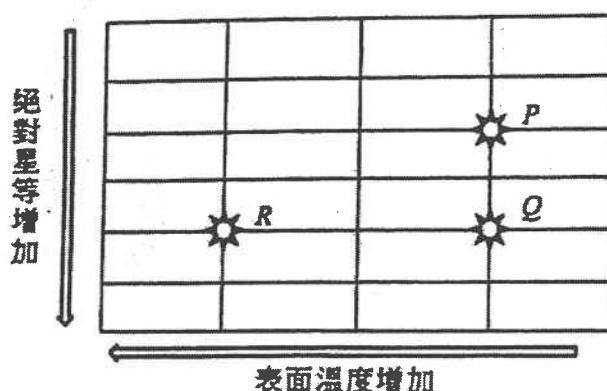
哪一恆星離地球最遠？

- A. P
- B. Q
- C. R
- D. S

A      B      C      D  
           

7. DSE 2018, Q7

1.7 下圖顯示有關恆星 P、Q 和 R 的絕對星等以及表面溫度的資料。



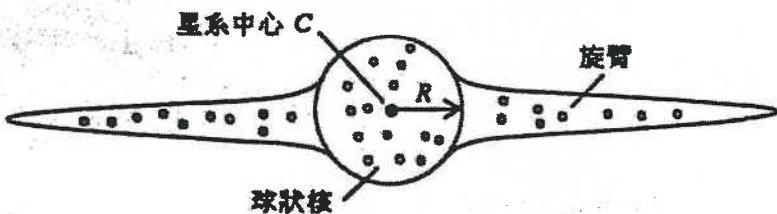
如果 Q 屬主序星，試按恆星半徑的升序排列 P、Q 和 R。

- A.  $Q < R < P$
- B.  $R < P < Q$
- C.  $P < R < Q$
- D.  $R < Q < P$

A      B      C      D

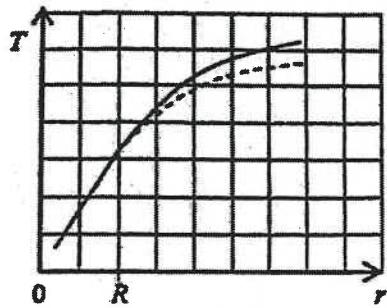
8. DSE 2018, Q8

圖示一典型星系的側視圖，其包含一個半徑為  $R$  的球狀核以及數條旋臂。觀察顯示核內的恆星繞星系中心  $C$  旋轉就好像核為一固體。預期旋臂上的恆星繞  $C$  的旋轉是遵從開普勒第三定律，但觀察顯示它們卻以相若的恆速旋轉。

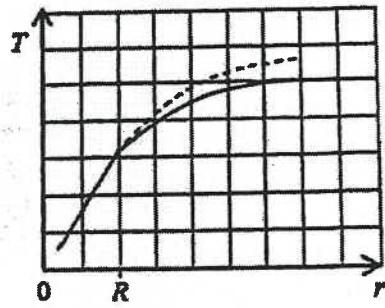


哪一線圖最能顯示恆星的旋轉週期  $T$  跟其與  $C$  的距離  $r$  的變化？(實線代表觀察所得結果，而虛線則代表預期的結果。)

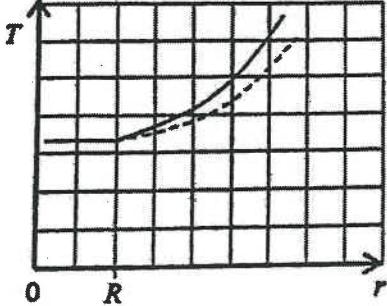
A.



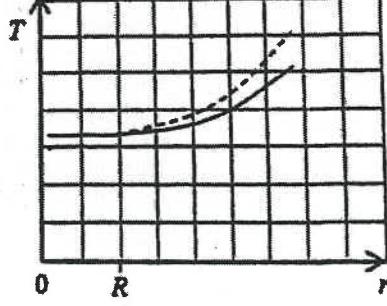
B.



C.



D.



A      B      C      D  
           

9. DSE 2019, Q1

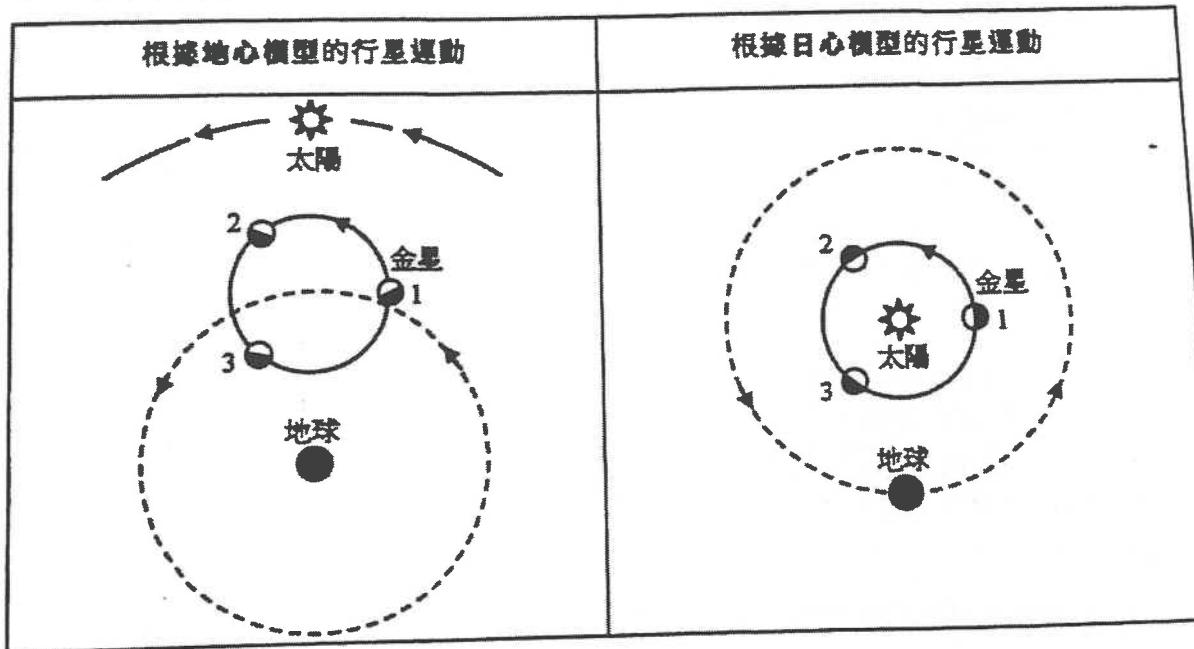
1.1 原子核大小的數量級為  $10^{-14}$  m。星系團大小的數量級為  $10^6$  pc。一原子核與一星系團的體積比約為\_\_\_\_\_。

- A.  $10^{-37}$   
 B.  $10^{-40}$   
 C.  $10^{-74}$   
 D.  $10^{-111}$

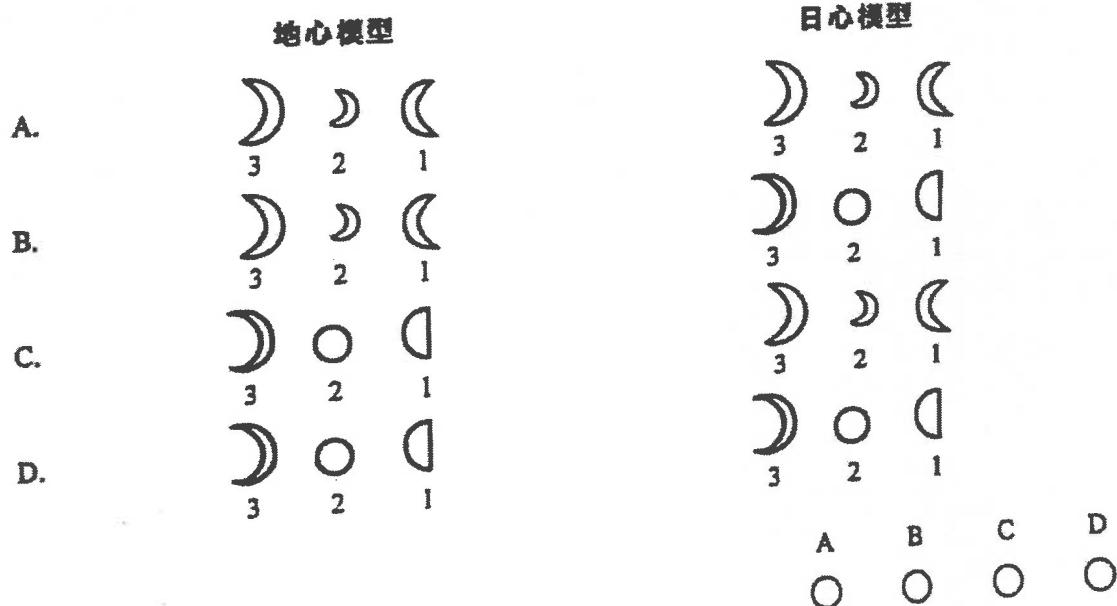
A      B      C      D

10. DSE 2019, Q2

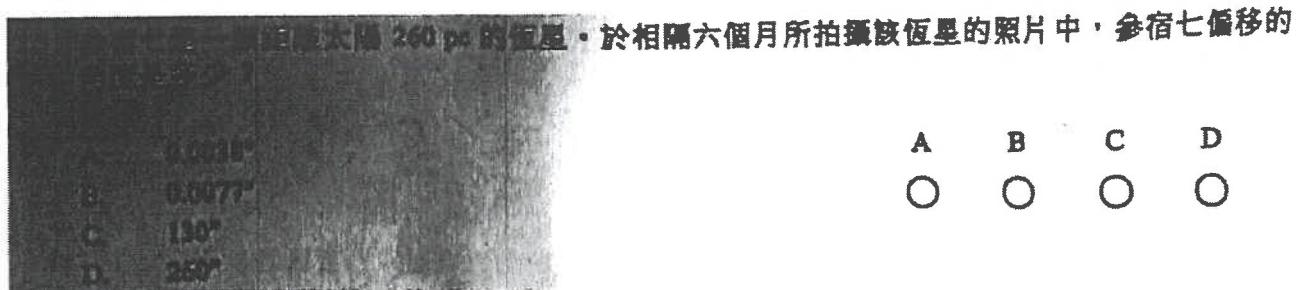
1.2 在以下兩個模型中的數字顯示金星的三個連續位置。



根據這兩個模型，以下哪項為預測所得從地球觀察到的金星相圖？



11. DSE 2019, Q3



A      B      C      D

12. DSE 2019, Q4

某恆星的光度為太陽的 256 倍，而恆星 X 的表面溫度為太陽的 2 倍。恆星 X 的半徑是

- A. 太陽的 4 倍。
- B. 太陽的 8 倍。
- C. 太陽的 16 倍。
- D. 太陽的 64 倍。

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

13. DSE 2019, Q5

1.5 一恆星的氫  $\beta$  譜線 ( $H_\beta$ ,  $\lambda = 486.1 \text{ nm}$ ) 從地球觀察所得為  $486.6 \text{ nm}$ 。該恆星相對地球的速度是多少？

- A. 以  $308.3 \text{ km s}^{-1}$  趨近地球
- B. 以  $308.3 \text{ km s}^{-1}$  遠離地球
- C. 以  $308.6 \text{ km s}^{-1}$  趨近地球
- D. 以  $308.6 \text{ km s}^{-1}$  遠離地球

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

14. DSE 2019, Q6

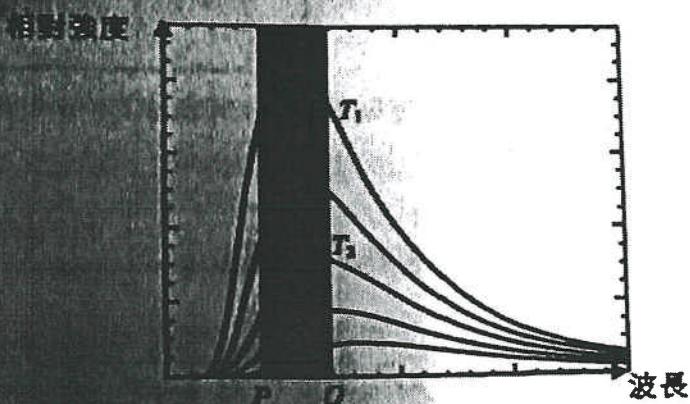
1.6 恒星的光譜型按表面溫度的升序排列為

- A. KGFAO ·
- B. OKGFA ·
- C. AFGKO ·
- D. OAFGK ·

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

15. DSE 2019, Q7

恒星的黑體曲線：



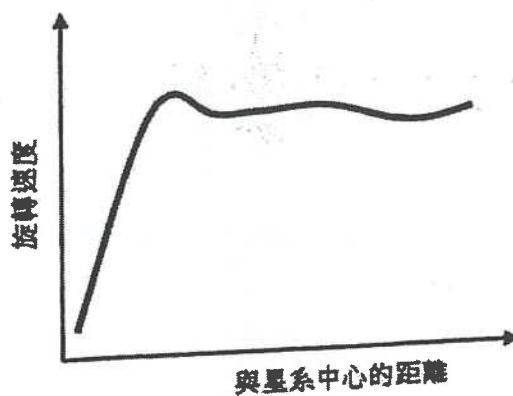
P 和 Q 分別標示可見光譜的波長下限和上限。 $T_1$  和  $T_2$  分別為兩輻射曲線對應的溫度，而其中一條屬於太陽。下列哪項正確？

- A.  $P = \text{紅}$ ;  $Q = \text{紫}$ ;  $T_1$  是太陽的溫度
- B.  $P = \text{紅}$ ;  $Q = \text{紫}$ ;  $T_2$  是太陽的溫度
- C.  $P = \text{紫}$ ;  $Q = \text{紅}$ ;  $T_1$  是太陽的溫度
- D.  $P = \text{紫}$ ;  $Q = \text{紅}$ ;  $T_2$  是太陽的溫度

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

16. DSE 2019, Q8

1.8 根據下圖的星系旋轉曲線可就暗物質的位置作何推斷？



- A. 暗物質主要分布在星系中心附近。
- B. 暗物質均勻地分布於整個星系。
- C. 暗物質較多分布於與星系中心距離遙遠的地方。
- D. 旋轉曲線顯示暗物質的存在，但未能提供有關它分布的資料。

A      B      C      D  
           

17. DSE 2020, Q1

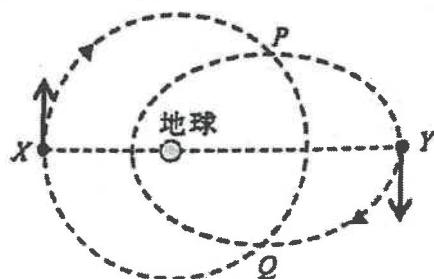
1.1 下列哪項是依大至小的次序排列？

- A. 星團 > 星系 > 行星系統
- B. 星團 > 行星系統 > 星系
- C. 星系 > 行星系統 > 星團
- D. 星系 > 星團 > 行星系統

A      B      C      D  
           

18. DSE 2020, Q2

1.2 兩衛星  $X$  和  $Y$  依順時針方向繞地球旋轉，如圖所示。 $X$  的圓形軌道的直徑相等於  $Y$  的橢圓軌道長軸的長度。兩軌道於  $P$  和  $Q$  相交。



在圖示一刻，兩衛星跟地球在同一直線上。以下哪些推斷正確？

- (1)  $X$  和  $Y$  經過  $P$  時有相同的加速度。
- (2) 在圖示一刻， $X$  的速率大於  $Y$ 。
- (3) 無論是在  $P$  還是在  $Q$ ，兩衛星都不會相遇。

- 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 2020, Q3

1.3 火星的質量為地球的 0.107 倍，火星的半徑為地球的 0.532 倍。火星的逃逸速度以地球的逃逸速度  $v_E$  表達為多少？

- A.  $0.201 v_E$
- B.  $0.378 v_E$
- C.  $0.449 v_E$
- D.  $0.615 v_E$

A      B      C      D  
           

20. DSE 2020, Q4

1.4 恒星  $P$  的光度是恒星  $Q$  的兩倍，而  $P$  的亮度為  $Q$  的八倍。就恒星  $P$  和  $Q$  分別跟地球的距離可推斷出什麼？

- A.  $P$  跟地球的距離是  $Q$  的 2 倍。
- B.  $Q$  跟地球的距離是  $P$  的 2 倍。
- C.  $P$  跟地球的距離是  $Q$  的 4 倍。
- D.  $Q$  跟地球的距離是  $P$  的 4 倍。

A      B      C      D  
           

21. DSE 2020, Q5

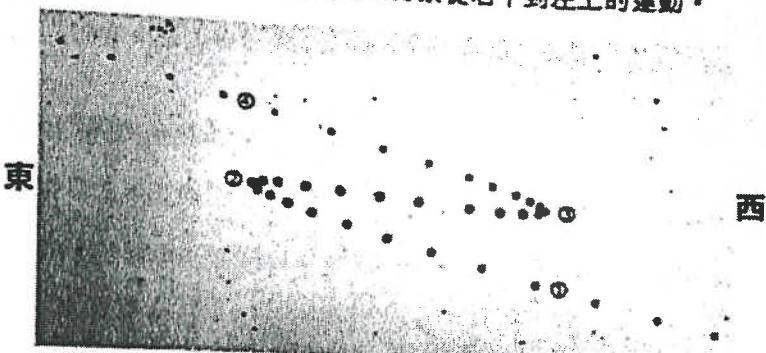
1.5 從側向觀察一雙星系統時，其中一恒星的鈣 K 譜線的波長跟在實驗室所錄得者 ( $\lambda = 393.4 \text{ nm}$ ) 相差  $\pm 0.3 \text{ nm}$ 。該恒星的週期為 69 小時。求它的軌道半徑。

- A.  $2.5 \times 10^6 \text{ m}$
- B.  $1.5 \times 10^8 \text{ m}$
- C.  $9.0 \times 10^9 \text{ m}$
- D.  $5.6 \times 10^{10} \text{ m}$

A      B      C      D  
           

22. DSE 2020, Q6

1.6 下圖顯示在約 7 個月的時段內，火星在夜空背景從右下到左上的運動。



沿該路徑火星於哪一點最接近地球？

- A. 在 ① 和 ② 之間某處
- B. 在 ② 和 ③ 之間某處
- C. 在 ③ 和 ④ 之間某處
- D. 在轉向點 ② 或在轉向點 ③

A      B      C      D  
           

23. DSE 2020, Q7

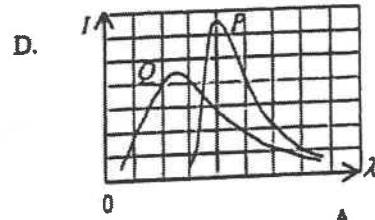
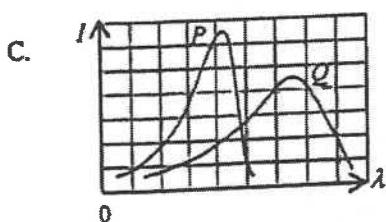
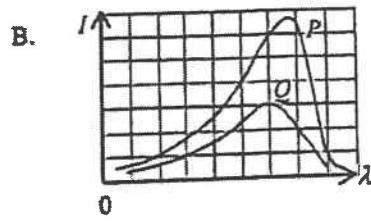
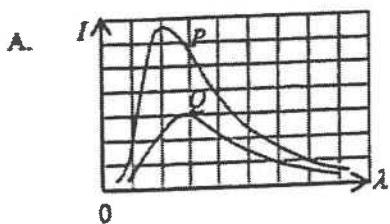
1.7 一距離太陽 4.2 光年的恆星，於相隔 6 個月從地球觀察。估算觀察所得這恆星位置的最大角差。

- A. 0.8 弧秒
- B. 1.3 弧秒
- C. 1.6 弧秒
- D. 2.6 弧秒

A      B      C      D

24. DSE 2020, Q8

1.8 恒星  $P$  的表面温度較恒星  $Q$  的高，然而恒星  $Q$  的半徑較大。以下哪一線圖顯示  $P$  和  $Q$  表面所發射電磁輻射的光譜強度  $I$ （單位  $\text{W m}^{-2}$  每 nm）跟波長  $\lambda$ （單位 nm）的分布？設兩恒星皆為黑體輻射。



- A      B      C      D

## 2 原子世界

1. DSE 2018, Q1

2.1 從盧瑟福散射實驗可推算出一  $\alpha$  粒子趨近一金原子時最接近的距離。該距離為下列哪項的上限之最佳估算？

- A.  $\alpha$  粒子的半徑  
B. 金原子的半徑  
C. 金原子核的半徑  
D. 金箔的厚度

- A      B      C      D

2. DSE 2018, Q2

2.2 下列哪項/哪些是玻爾原子模型的假設？

- (1) 電子的軌道半徑是量子化的。  
(2) 原子核與一電子之間的電力為圓周運動提供了向心力。  
(3) 一在軌道上運動的電子其總能量保持不變。

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

- A      B      C      D

3. DSE 2018, Q3

2.3 下列哪些有關光譜的敘述是正確的？

- (1) 一加熱至白熱的鋼桿發射出連續光譜。  
(2) 一元素其吸收光譜中的暗線跟該元素發射光譜中的亮線的頻率吻合。  
(3) 一元素的原子光譜是其原子內有能級存在的證據。

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

- A      B      C      D

4. DSE 2018, Q4

根據玻爾原子模型，當一氫原子的電子從較內軌道躍遷至半徑較大的軌道，這氫原子可能會  
經

- A. 吸收一光子，而其電子的動能減少。
- B. 吸收一光子，而其電子的動能增加。
- C. 發射一光子，而其電子的動能減少。
- D. 發射一光子，而其電子的動能增加。

A      B      C      D

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

5. DSE 2018, Q5

2.5 一些處於第二受激態（即  $n = 3$ ）的氫原子，其最終產生的光譜由一系列分立線組成。這光譜有多少條不同波長的譜線？

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4

A      B      C      D

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

6. DSE 2018, Q6

2.6 每個質量為  $m$  而電荷為  $e$  的電子，於透射電子顯微鏡 (TEM) 中被加速。如果電子的德布羅意  
波長為  $\lambda$ ，估算 TEM 的加速電壓。

- A.  $\frac{h^2}{me\lambda^2}$
- B.  $\frac{h^2}{2me\lambda^2}$
- C.  $\frac{me\lambda^2}{h^2}$
- D.  $\frac{2me\lambda^2}{h^2}$

A      B      C      D

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

7. DSE 2018, Q7

2.7 下列有關掃描隧道顯微鏡 (STM) 的敘述，哪項/哪些是正確的？

- (1) 其運作有如光學顯微鏡，除以高能電子束取代可見光及以磁場如透鏡般運作。
- (2) 它可以用以顯示一導表面的原子排列。
- (3) 隧穿電流的量值取決於所探究的表面與 STM 探頭的間距。

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

A      B      C      D

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

8. DSE 2018, Q8

2.8 下列哪項敘述不正確？

- A. 銀的納米粒子所呈現的顏色有別於銀為整體時的顏色。
- B. 由於鑽石沒有自由電子，它是不良導熱體和不良導電體。
- C. 一條納米碳管較相同尺寸的鋼強韧。
- D. 碳布克球例如  $C_{60}$  是由碳原子組成的空心的籠。

A      B      C      D  
           

9. DSE 2019, Q1

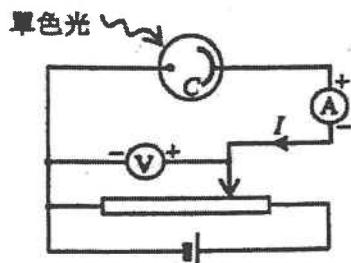
2.1 太陽的光譜中有暗線是由於太陽所發射出某些波長的光

- A. 完全被太陽的大氣吸收。
- B. 完全被地球的大氣吸收。
- C. 部分被太陽的大氣吸收。
- D. 部分被地球的大氣吸收。

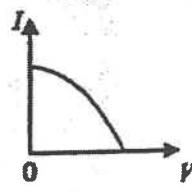
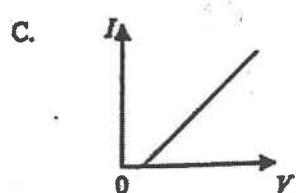
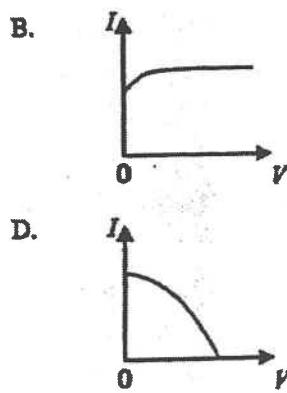
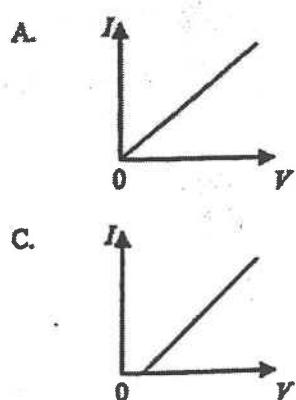
A      B      C      D  
           

10. DSE 2019, Q2

2.2 以下裝置可探究光電效應中光電子的最大動能。



以固定強度的單色光照射光電池的陰極 C，調校施於光電池的電勢差  $V$ ，並量度相應的電流  $I$ 。線圖  $I$  對  $V$  會是如何？



A      B      C      D  
           

11. DSE 2019, Q3

2.3 如果以波長 200 nm 的電磁輻射照射金，所發射出光電子的最大動能是多少？金的功函數為 5.30 eV。

- A. 0.916 eV
- B. 5.30 eV
- C. 6.22 eV
- D. 11.3 eV

A      B      C      D

12. DSE 2019, Q4

2.4 下列哪種/哪些顯微鏡可以用以操縱在導電表面的個別原子？

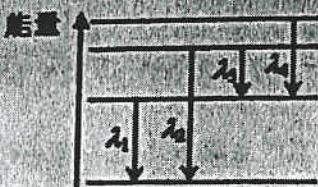
- (1) 光學顯微鏡
- (2) 掃描隧道顯微鏡
- (3) 透射電子顯微鏡

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

A      B      C      D  
           

13. DSE 2019, Q5

2.5 下圖為一原子的能量圖。



圖示的電子躍遷分別可得波長為  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$  和  $\lambda_4$  的發射譜線。下列哪項/哪些是正確的？

- (1)  $\frac{1}{\lambda_3} < \frac{1}{\lambda_4}$
- (2)  $\lambda_1 < \lambda_2$
- (3)  $\lambda_1 + \lambda_3 = \lambda_2$

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

A      B      C      D  
           

14. DSE 2019, Q6

2.6 一個動能為 1 keV 的中子的德布羅意波長為  $\lambda$ 。如果中子的動能變為 2 keV，其德布羅意波長是多少？

- A.  $\sqrt{2}\lambda$
- B.  $\lambda$
- C.  $\frac{\lambda}{2}$
- D.  $\frac{\lambda}{\sqrt{2}}$

A      B      C      D  
           

15. DSE 2019, Q7

2.7 於距離觀察者 160 m 處的兩個紅色點光源僅可以肉眼分辨。倘以紫色點光源取代它們，觀察者應怎樣從原來位置移動至僅可分辨該兩光源？

- A. 移動約多 280 m 遠離兩光源
- B. 移動約多 120 m 遠離兩光源
- C. 移動約 120 m 趨近兩光源
- D. 移動約 70 m 趨近兩光源

A      B      C      D

16. DSE 2019, Q8

2.8 將一金屬切成納米大小的粒子然後作密堆積，下列哪項/哪些敘述正確？

- (1) 其總體積大致保持不變但總表面面積增加。
- (2) 其形狀改變但原子的排列保持不變。
- (3) 其化學性質改變但物理性質保持不變。

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

A      B      C      D  
           

17. DSE 2020, Q1

2.1 下列哪項有關盧瑟福散射實驗的敘述正確？

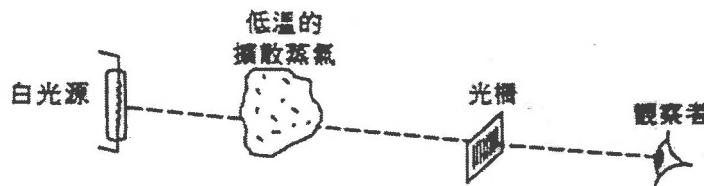
- (1) 使用薄金箔會令每一 $\alpha$ 粒子最可能只被一個金原子核散射。
- (2) 如果以 $\beta$ 粒子取代 $\alpha$ 粒子射向金箔，箔內的金原子核和電子均可令 $\beta$ 粒子偏折。
- (3) 使用金箔是由於金有自由電子。

- 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 2020, Q2

2.2



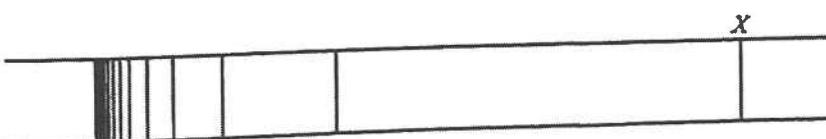
在以上所示實驗中，於彩色背景中可觀察到一些暗線。下列哪項為正確解釋？

- A. 光源沒有發射出跟暗線對應的光子。
- B. 蒸氣沒有發射出跟暗線對應的光子。
- C. 來自光源並跟暗線對應的光子會被蒸氣吸收。
- D. 來自光源並跟暗線對應的光子被蒸氣散射回光源。

A      B      C      D  
           

19. DSE 2020, Q3

2.3 下圖所示氫光譜的發射譜線源於電子從受激能級躍遷至基態( $n = 1$ )。已知基態的能量為 $E_1 = -13.6 \text{ eV}$ 。



下列哪項敘述正確？

- A. 譜線 X 的頻率最高。
- B. 在這光譜線系中，譜線最短的波長約為  $90 \text{ nm}$ 。
- C. 這些譜線是在紅外區域。
- D. 有些譜線也會在其他氫光譜線系中出現。

A      B      C      D

20. DSE 2020, Q4

2.4 以下有關玻爾原子模型的敘述，哪些正確？

- (1) 它可解釋為什麼  $\alpha$  粒子能被薄金箔反彈。
- (2) 它可提供單電離氫原子 ( $He^+$ ) 的原子光譜。
- (3) 該模型的一項假設為氫原子的電子的角動量是量子化的。

- 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  
           

21. DSE 2020, Q5

2.5 一原子有三個能級： $X$ 、 $Y$  和  $Z$ 。當該原子從  $X$ 躍遷至  $Y$ ，便發射出波長為  $\lambda_1$  的光子。當該原子吸收了波長為  $\lambda_2$  的光子，便從  $Y$  跳遷至  $Z$ ，而  $\lambda_1 > \lambda_2$ 。這些能級由高至低的排列為

- A.  $ZXY$ 。
- B.  $ZYX$ 。
- C.  $XZY$ 。
- D.  $XYZ$ 。

A      B      C      D  
           

22. DSE 2020, Q6

2.6 一電子束以電勢差  $V$  加速並射向一晶體薄層，所得衍射圖樣跟以波長為  $\lambda$  的 X 射線所得的衍射圖樣相似。應以多少電勢差將電子束加速，方得到跟以波長為  $2\lambda$  的 X 射線所得的衍射圖樣相似？

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

A      B      C      D  
           

23. DSE 2020, Q7

2.7 下列哪項有關掃描隧道顯微鏡 (STM) 的敘述正確？

- (1) STM 所產生的三維影像能揭示樣品的內部結構。
- (2) 對於 STM 成像，樣品的表面必須是導電的。
- (3) STM 的解像能力受瑞利判據所限。

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

A      B      C      D  
           

24. DSE 2020, Q8

2.8 就材料於大塊形式和納米大小的比較，下列哪些敘述正確？

- (1) 大部分材料於上述狀態展示不同的顏色。
- (2) 大部分材料於納米大小時有較低熔點。
- (3) 材料於納米大小時作為催化劑效率一般較高。

- 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

### 3 能量和能源的使用

1. DSE 2018, Q1

3.1 混合動力車所配備內燃機的功率一般較汽油車的低，這是因為

- (1) 混合動力車的最大功率輸出可由內燃機輔以電動機提供。
- (2) 混合動力車內燃機的能源效益較汽油車的高。
- (3) 功率較小的內燃機每單位功率輸出所需運作成本較低。

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

A      B      C      D  
           

2. DSE 2018, Q2

3.2 地下鐵路列車運送每位乘客每 1 km 所造成的二氣化碳排放量約為 50 g，而乘搭汽車的則超過 200 g。原因可能是

- (1) 地下鐵路列車和汽車本身的移動亦需能量。
- (2) 地下鐵路列車運送每位乘客 1 km 的能源效益較高。
- (3) 產生能量予地下鐵路列車，不涉及燃燒化石燃料。

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

A      B      C      D  
           

3. DSE 2018, Q3

3.3  $\frac{\text{冷卻能力}}{\text{電功率輸入}} = 2$  的空調機，其冷卻能力為 746 W。估算其釋放至室外環境的熱排放率。

- A. 373 W
- B. 746 W
- C. 1119 W
- D. 1492 W

A      B      C      D  
           

4. DSE 2018, Q4

3.4 下列哪項令微波爐可用以煮食？

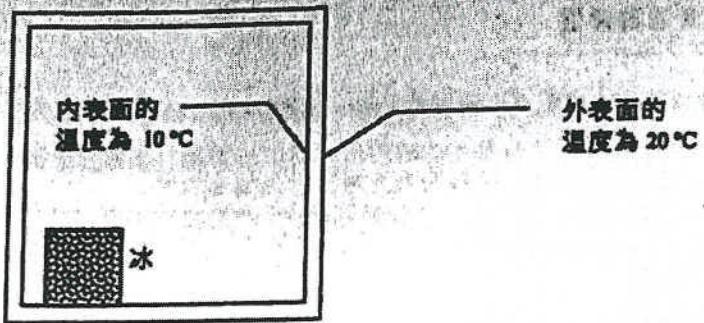
- (1) 微波的能量只在食物表面吸收，之後藉傳導傳遞到食物裏面。
- (2) 由於每一水分子內電荷分佈不均勻，水分子是帶極性。
- (3) 微波的電場不斷改變。

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

A      B      C      D

5. DSE 2018, Q5

3.5 一個封閉的膠箱載有一冰塊，膠箱壁的厚度為 2 cm 而膠的導熱率為  $0.03 \text{ W m}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ 。



膠箱壁內表面和外表面的溫度分別為  $10^{\circ}\text{C}$  和  $20^{\circ}\text{C}$ 。膠箱內與外的熱交換率 (每單位面積) 是多少？熱流的方向為何？

熱交換率 (每單位面積)	熱流的方向	A	B	C	D
A. $15 \text{ W m}^{-2}$	流入箱內	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
B. $15 \text{ W m}^{-2}$	流出箱外	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
C. $36 \text{ W m}^{-2}$	流入箱內	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
D. $36 \text{ W m}^{-2}$	流出箱外	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

6. DSE 2018, Q6

3.6 下列哪項有關房屋及其特徵的敘述必定正確？

- A. 較深色的物料的熱傳導效率較差。
  - B. 在寒冷地方的房屋最好有較高的總熱傳送值 (OTTV)。
  - C. 房屋的牆壁髹成白色可減低房屋的總熱傳送值 (OTTV)。
  - D. 房屋的牆壁髹成白色可增加陽光的反射。
- |                       |                       |                       |                                  |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------------|
| A                     | B                     | C                     | D                                |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> |

7. DSE 2018, Q7

3.7 風以速率  $v$  正面吹着一台風力渦輪發電機，使產生某電功率輸出。倘渦輪扇葉的長度增加 25% 而渦輪發電機的整體效率保持不變，估算正面吹着渦輪機的風速能使其產生相同的電功率輸出。

- A.  $0.59 v$
  - B.  $0.64 v$
  - C.  $0.86 v$
  - D.  $0.93 v$
- |                       |                       |                       |                                  |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------------|
| A                     | B                     | C                     | D                                |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> |

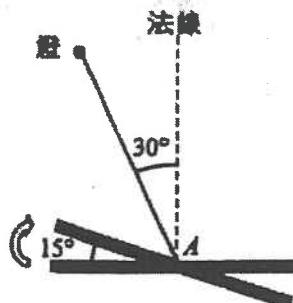
8. DSE 2018, Q8

3.8 在一核反應堆中，鈾-235 用作裂變燃料以發電。當鈾-235 進行核裂變，其質量的 0.08% 轉換成能量。倘該能量的 20% 變為電能使產生  $500 \text{ MW}$  的電功率，估算鈾-235 每秒的用量。

- A.  $1.4 \times 10^{-6} \text{ kg}$
  - B.  $3.5 \times 10^{-5} \text{ kg}$
  - C.  $8.2 \times 10^{-3} \text{ kg}$
  - D.  $1.0 \times 10^{-2} \text{ kg}$
- |                       |                       |                       |                                  |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------------|
| A                     | B                     | C                     | D                                |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> |

9. DSE 2019, Q1

- 3.1 一本書水平放置於臺下，該邊所在位置的方向跟書本的法線成  $30^\circ$  角，如圖所示。書本上點 A 附近的照度為  $10 \text{ lx}$ 。以 A 作支點將該書傾側  $15^\circ$ ，估算點 A 附近的照度。



- A.  $5.44 \text{ lx}$   
B.  $8.16 \text{ lx}$   
C.  $9.66 \text{ lx}$   
D.  $12.2 \text{ lx}$

A      B      C      D  
           

10. DSE 2019, Q2

- 3.2 一電動車的電池組完全充電時可儲  $25 \text{ kW h}$  的能量。電動車輸出的機械功率為  $12.5 \text{ kW}$ ，而這車的最終能源效益為  $80\%$ 。估算該電動車以此輸出功率行駛時的最長行車時間。

- A. 1.3 小時  
B. 1.6 小時  
C. 2 小時  
D. 2.5 小時

A      B      C      D  
           

11. DSE 2019, Q3

- 3.3 下列哪項/哪些有關混合動力車的描述正確？

- (1) 混合動力車的電動機和內燃機可同時運作使車行駛。  
(2) 混合動力車被視為環保是因為它不會直接排放污染物。  
(3) 若果混合動力車的電池組不能用牆身插座充電，則它只能於減速時通過再生制動系統充電。

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

A      B      C      D  
           

12. DSE 2019, Q4

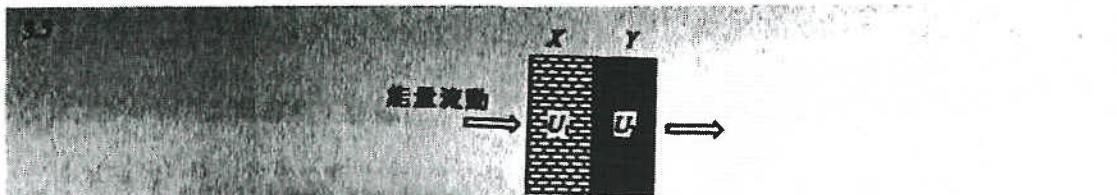
- 3.4 下面的空調機 P 和 Q 分別用於兩完全相同的房間，在同樣的環境條件下使房間涼下來。下列哪項敘述不正確？

空調機	冷卻能力 / kW	性能係數 (COP)
P	3.2	2.2
Q	3.0	1.9

- A. 裝了空調機 P 的房間較快涼下來。  
B. P 的能源效益較高。  
C. P 釋放至室外的總熱能排放率較大。  
D. P 所耗的功率較多。

A      B      C      D

13. DSE 2019, Q5



$U$ -值分別為  $U_1$  和  $U_2$  的夾層  $X$  和  $Y$  構成一牆壁。兩夾層的厚度和尺寸相同，而兩者之間並無空隙。以下哪項為該牆壁的  $U$ -值？

- A.  $U_1 + U_2$
- B.  $\frac{1}{2}(U_1 + U_2)$
- C.  $\frac{2U_1 U_2}{U_1 + U_2}$
- D.  $\frac{U_1 U_2}{U_1 + U_2}$

A      B      C      D  
           

14. DSE 2019, Q6

3.6 下列哪些做法可減低樓宇的總熱傳送值 (OTTV)？

- (1) 在樓宇外牆加上隔熱物料
- (2) 在牆身內引入空氣隙
- (3) 以玻璃窗取代混凝土牆身

- 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  
           

15. DSE 2019, Q7

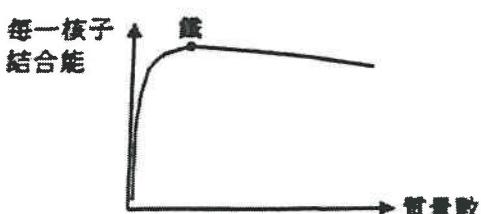
3.7 當正向吹着一風力渦輪機扇葉的風速為  $4 \text{ m s}^{-1}$ ，該渦輪機可提供  $800 \text{ W}$  的功率。如果正向吹着扇葉的風速增至  $6 \text{ m s}^{-1}$ ，估算該渦輪機所提供的功率。

- A.  $1200 \text{ W}$
- B.  $1800 \text{ W}$
- C.  $2700 \text{ W}$
- D.  $3200 \text{ W}$

A      B      C      D  
           

16. DSE 2019, Q8

3.8



下列哪些可根據以上結合能曲線直接推斷得到？

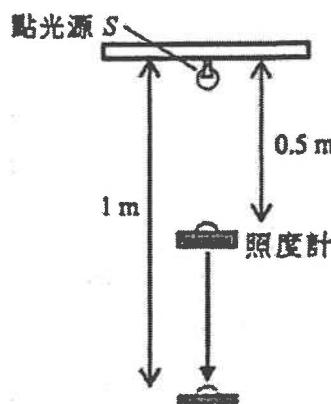
- (1) 曲線的負斜率顯示，裂變後所產生核素的總質量大於裂變前重原子核的質量。
- (2) 曲線陡峭的正斜率顯示一般而言，核聚變每一核子所產生的能量遠較核裂變高。
- (3) 銳位於曲線的頂部顯示該元素的原子核最穩定。

- 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

17. DSE 2020, Q1

3.1 點光源  $S$  發射一定的光通量，一照度計如圖示放置在點光源正下方 0.5 m 處。



如果  $S$  所發射的光通量加倍並將照度計降低至  $S$  之下 1 m 處，照度計讀數的變化為何？

- A. 減少 25%
- B. 減少 50%
- C. 保持不變
- D. 增加 50%

A      B      C      D  
           

18. DSE 2020, Q2

3.2 太陽爐以面積為  $9\text{ m}^2$  的反射板收集陽光，將一塊質量為  $2\text{ kg}$  的鐵加熱。太陽爐的效率為 50%。估算將該塊鐵從  $30^\circ\text{C}$  加熱至  $90^\circ\text{C}$  需時多久。

已知：鐵的比熱容 =  $450\text{ J kg}^{-1}\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

地面上每單位面積接收到太陽輻射的功率 =  $1000\text{ W m}^{-2}$

- A. 12 s
- B. 24 s
- C. 48 s
- D. 96 s

A      B      C      D  
           

19. DSE 2020, Q3

3.3 一容量為  $40\text{ kW h}$  的電動車電池組初始時完全放電。現以端電壓  $220\text{ V}$  和平均電流  $32\text{ A}$  將其充電，估算將該電池組完全充電需時多久。設充電期間有 20% 的能量散失。

- A. 4.6 小時
- B. 5.7 小時
- C. 6.8 小時
- D. 7.1 小時

A      B      C      D  
           

20. DSE 2020, Q4

3.4 一微波爐的「最終能源效益」低於 100% 的原因為何？

- (1) 電能從發電廠傳送至微波爐期間有部分能量散失了。
- (2) 微波爐未能將全部電能轉換為微波的能量。
- (3) 有些微波被爐身吸收了而沒有到達爐中食物。

- 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

21. DSE 2020, Q5

3.5 夏天時，熱通過一定厚度的牆壁流入房屋。以下哪些可減低牆壁每單位面積的熱流率？

- (1) 增加牆壁外表面和內表面的溫差減小
- (2) 增加牆壁的厚度
- (3) 以 U-值較大的物料來建造牆壁

- 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  
           

22. DSE 2020, Q6

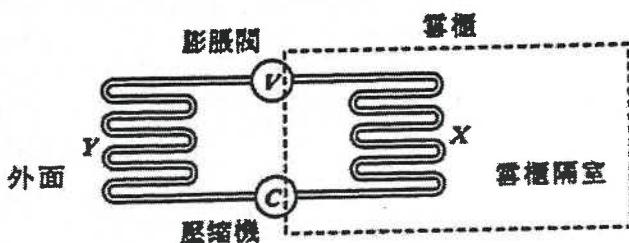
3.6 一房間以冷卻能力為  $P$  的空調機保持涼快。房間內外的溫度分別為  $27^\circ\text{C}$  和  $31^\circ\text{C}$ 。因輻射從窗流入房間的熱流率跟由傳導而流入的之比為  $1:4$ 。如果冷卻能力增至  $2P$  而房間外的溫度仍為  $31^\circ\text{C}$ ，估算房間內的溫度。假設因輻射流入房間的熱流率不變。

- A.  $21^\circ\text{C}$
- B.  $22^\circ\text{C}$
- C.  $23^\circ\text{C}$
- D.  $25^\circ\text{C}$

A      B      C      D  
           

23. DSE 2020, Q7

3.7 下圖為雪櫃的簡化示意圖。



製冷劑從哪方向流過膨脹閥  $V$ ？製冷劑在那部件 ( $X$  或  $Y$ ) 中的溫度較高？

- | 製冷劑流過<br>膨脹閥的方向                    | 製冷劑在該部件中<br>的溫度較高 |
|------------------------------------|-------------------|
| A. $X \rightarrow V \rightarrow Y$ | $X$               |
| B. $X \rightarrow V \rightarrow Y$ | $Y$               |
| C. $Y \rightarrow V \rightarrow X$ | $X$               |
| D. $Y \rightarrow V \rightarrow X$ | $Y$               |

A      B      C      D  
           

24. DSE 2020, Q8

3.8 以下哪項是「可再生能源」？

- (1) 風能
  - (2) 天然氣
  - (3) 核能
- 
- A. 只有(1)
  - B. 只有(1)和(3)
  - C. 只有(2)和(3)
  - D. (1)、(2)和(3)

A      B      C      D

## 4 醫學物理學

1. DSE 2018, Q1

4.1 下列為空氣以及眼睛各組分的折射率。哪一對介質由折射造成最大程度的屈光？

介質	折射率	A	B	C	D
空氣	1.00				
角膜	1.38				
水狀液	1.34				
晶體表面	1.39				
晶體中心	1.41				

A. 晶體表面 - 晶體中心  
B. 水狀液 - 晶體表面  
C. 角膜 - 水狀液  
D. 空氣 - 角膜

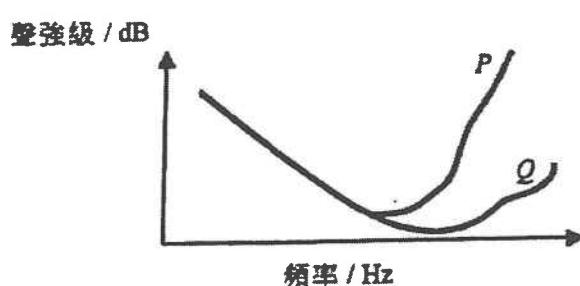
2. DSE 2018, Q2

4.2 故明視覺的近點距離為 20 cm，而遠點距離則為 250 cm。如果他配戴眼鏡以糾正其遠點至無限遠，需配戴何種眼鏡？戴眼鏡後其近點距離是多少？

眼鏡種類	近點距離 (戴眼鏡後)	A	B	C	D
A. 凸透鏡	18.5 cm				
B. 凹透鏡	18.5 cm				
C. 凸透鏡	21.7 cm				
D. 凹透鏡	21.7 cm				

3. DSE 2018, Q3

4.3 以下為 P 和 Q 兩人聽覺圖的線圖。



下列哪些敘述必定正確？

- (1) 對於非常低頻的聲音，P 和 Q 的聽覺靈敏度相同。
- (2) P 不常聽得到高頻聲音，除非聲波的振幅很大。
- (3) Q 聽力缺損。

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

4. DSE 2018, Q4

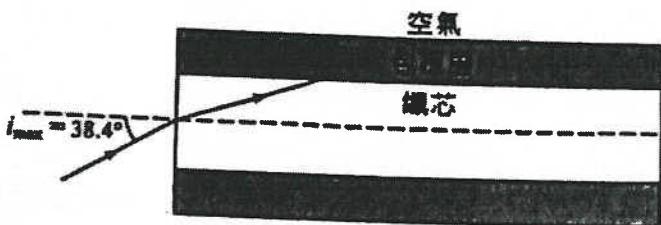
4.4 一組小的揚聲器發出一聲音，於距揚聲器 5 m 處量得 40 dB 的聲強級。現把揚聲器的功率輸出減半，並於 10 m 處再量度其聲強級。聲強級改變的百分數為多少？

- A. 12.5%
- B. 15.1%
- C. 22.6%
- D. 25.0%

A      B      C      D  
           

5. DSE 2018, Q5

4.5 如圖所示，一內窺鏡所用光纖的外層包覆着折射率跟鐵芯不同的物料以防漏光。於無漏光的情況下最大的入射角  $i_{\max}$  為  $38.4^\circ$ ，求包覆層物料的折射率。已知：鐵芯的折射率 = 1.55



- A. 1.69
- B. 1.42
- C. 1.33
- D. 1.16

A      B      C      D  
           

6. DSE 2018, Q6

4.6 下列有關放射性核素成像 (RNI) 的敘述，哪些正確？

- (1) RNI 可評估身體器官的功能。
- (2) RNI 可診斷甲狀腺的問題。
- (3) RNI 與電腦斷層造影 (CT) 的空間解像度同樣良好。

- 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  
           

7. DSE 2018, Q7

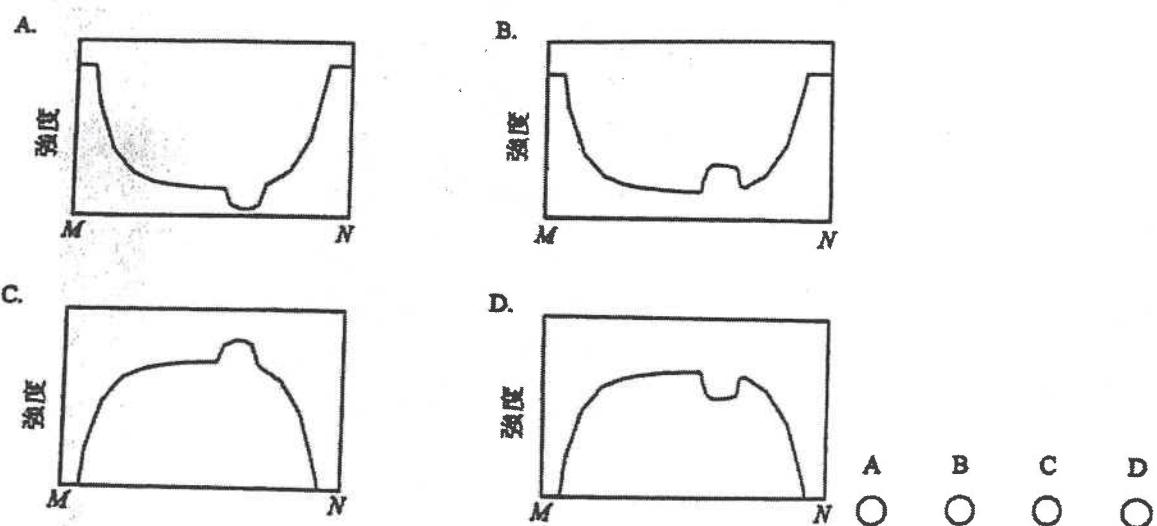
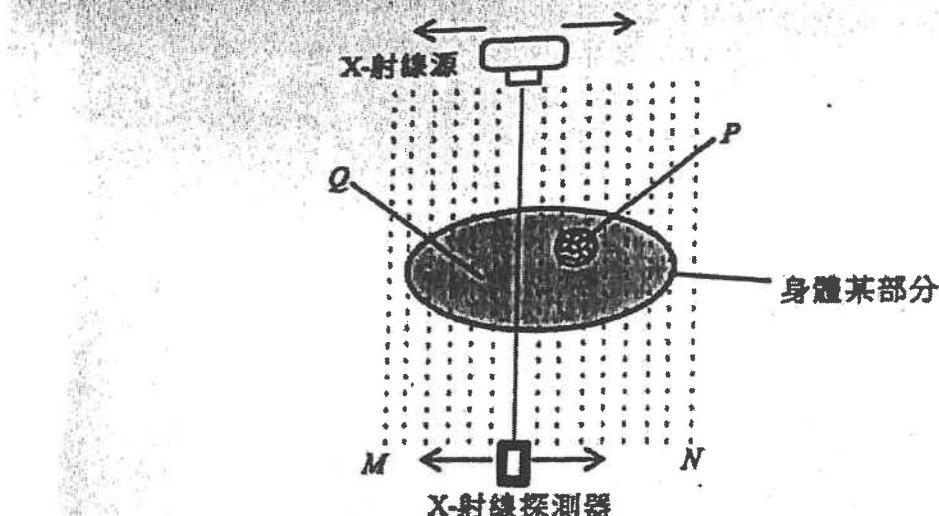
4.7 一伽瑪源於 1 m 遠的一點產生  $3500 \text{ s}^{-1}$  的已修正計數率。至少需多厚的混凝土才使在同一點的已修正計數率減至低於  $200 \text{ s}^{-1}$ ？已知：混凝土的半值厚度為 60.5 mm。

- A. 40 cm
- B. 25 cm
- C. 15 cm
- D. 10 cm

A      B      C      D

8. DSE 2018, Q8

如圖所示，一配對了探測器的 X-射線源可水平移動以掃描身體某部分（包含組織 P 和 Q）。以下哪一線圖正確顯示所探測到 X-射線的強度變化？已知：P 的衰減係數較 Q 的大。



9. DSE 2019, Q1

4.1 細強是有遠視，配戴合適的矯正眼鏡後，他的近點距離和遠點距離有何改變？

近點距離

- A. 增加
- B. 增加
- C. 減少
- D. 減少

遠點距離

- 增加
- 不變
- 減少
- 不變

- A
- B
- C
- D

10. DSE 2019, Q2

4.2 把一物體放在凹透鏡前方 20 cm，其成像的放大率為 0.5。求透鏡的焦強。

- A. +20 D
- B. -5 D
- C. -10 D
- D. -20 D

- A
- B
- C
- D

11. DSE 2019, Q3

4.3 人類的耳朵對頻率 3 kHz 的聲音的最大靈敏度約為 0.5 dB，此為耳朵可檢測到的最小聲強級改變。所對應的聲音強度改變約為

- A. 12%.
- B. 6%.
- C. 3%.
- D. 1%.

A      B      C      D  
           

12. DSE 2019, Q4

4.4 下列哪項/哪些屬於非侵入性醫學造影方法？

- (1) 內窺鏡
- (2) 電腦斷層造影 (CT)
- (3) 放射性示踪物

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

A      B      C      D  
           

13. DSE 2019, Q5

4.5 下列有關放射攝影和電腦斷層造影 (CT) 的敘述，哪項正確？

- A. 攝影是利用輻射束穿透不同身體組織時有着不同程度的衰減。
- B. 放射攝影所用 X-射線為致電離輻射，而 CT掃描所用的是非致電離輻射。
- C. 由於 CT掃描所用的是伽瑪輻射，所得成像的解像度相對較高。
- D. CT掃描不能用於有空腔的器官。

A      B      C      D  
           

14. DSE 2019, Q6

4.6 下列有關放射性核素成像中「熱點」和「冷點」的敘述，哪項正確？

- A. 冷點顯示某特定器官的異常程度，而熱點則否。
- B. 兩者顯示人工造影劑於某特定器官中的濃度。
- C. 兩者顯示放射性示踪物於某特定器官中的濃度。
- D. 兩者顯示器官的異常部分對輻射反射的程度。

A      B      C      D  
           

15. DSE 2019, Q7

4.7 某放射性示踪物  $X$  的有效半衰期為 6.9 小時。如果  $X$  的生物半衰期為 2 日，求它的物理半衰期。

- A. 2.8 小時
- B. 6.0 小時
- C. 7.3 小時
- D. 8.1 小時

A      B      C      D

16. DSE 2019, Q8

4.8 一伽瑪源  $Y$  外用作癌症治療。距放射源  $Y$  的某點所得等效劑量率為每小時  $24 \mu\text{Sv}$ 。已知需以  $242 \text{ mm}$  的混凝土屏蔽，才使同一點所得等效劑量率減至每小時  $1.5 \mu\text{Sv}$ 。混凝土對於伽瑪輻射的半值厚度為

- A.  $48.4 \text{ mm}$ 。
- B.  $60.5 \text{ mm}$ 。
- C.  $80.6 \text{ mm}$ 。
- D.  $121.0 \text{ mm}$ 。

A      B      C      D  
           

17. DSE 2020, Q1

4.1 當眼睛從觀看遙遠的物體調節至觀看近處的物體，下列哪項敘述正確？

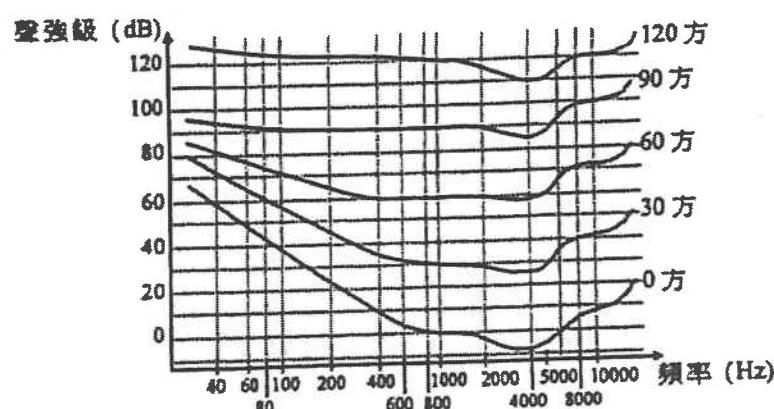
- (1) 眼部晶體「凸」的程度減少。
- (2) 眼部晶體的焦強增加。
- (3) 囲繞晶體的睫狀肌收縮。

- 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 2020, Q2

4.2 圖示聽覺正常人士就響度（以方為單位）跟聲強級（以 dB 為單位）的關係。下列哪項敘述不能從這圖推斷得到？



- A. 耳朵對頻率於  $2000 \text{ Hz}$  至  $5000 \text{ Hz}$  的聲音最靈敏。
- B.  $40 \text{ dB}$  的  $60 \text{ Hz}$  聲音是聽不到的。
- C. 聽覺靈敏度會隨聲音的頻率上升而一直增加。
- D. 頻率低於  $1000 \text{ Hz}$  的聲音，其聲強級（以 dB 為單位）的數值不會小於其響度（以方為單位）。

A      B      C      D

19. DSE 2020, Q3

4.3 一醫生懷疑一病者肝臟有腫瘤。以下哪個方法可用以偵測腫瘤並量度其大小？

- (1) 以內窺鏡檢查
- (2) 進行超聲波 B-掃描
- (3) 進行電腦斷層造影 (CT)

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

A      B      C      D  
           

20. DSE 2020, Q4

4.4 下列有關超聲波換能器內的壓電晶體的敘述，哪項正確？

- (1) 壓電晶體將電訊號轉換成機械振動，反之亦然。
- (2) 壓電晶體的厚度為任意的。

- A. 只有 (1) 正確。
- B. 只有 (2) 正確。
- C. (1) 和 (2) 皆正確。
- D. (1) 和 (2) 皆不正確。

A      B      C      D  
           

21. DSE 2020, Q5

4.5 根據以下所提供的資料，求超聲波從空氣入射進皮膚時透射的能量所佔比例。

	聲阻抗 / $\text{kg m}^{-2} \text{s}^{-1}$
空氣	430
軟組織	$1.5 \times 10^6$

- A.  $5.7 \times 10^{-4}$
- B.  $1.1 \times 10^{-3}$
- C.  $2.8 \times 10^{-3}$
- D.  $1.0 \times 10^{-2}$

A      B      C      D  
           

22. DSE 2020, Q6

4.6 以下哪一項是放射性核素成像 (RNI) 流程的正確排序？

- (1) 藉血液流動將藥物帶往目標器官。
- (2) 將藥物注射入病者體內。
- (3) 以放射性同位素標記藥物。
- (4) 以電腦重構影像。
- (5) 以伽瑪照相機掃描病者。

- A. (2) → (3) → (1) → (5) → (4)
- B. (2) → (3) → (1) → (4) → (5)
- C. (3) → (2) → (1) → (5) → (4)
- D. (3) → (2) → (1) → (4) → (5)

A      B      C      D

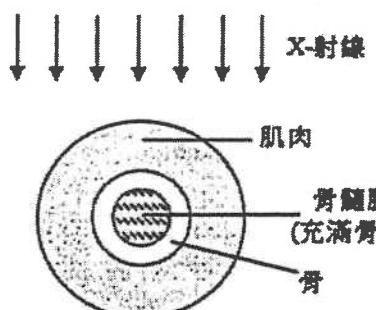
23. DSE 2020, Q7

4.7 放射性核素成像可以用以探究腎臟的疾病。以下哪一放射性同位素最為合適？

放射性同位素	發射出的輻射	半衰期	A	B	C	D
A.	$\gamma$	203 分鐘	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
B.	$\gamma$	6.0 小時	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
C.	$\beta + \gamma$	2.7 日	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
D.	$\beta$	3.3 小時	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

24. DSE 2020, Q8

4.8 圖示為人類手臂的截面的簡化圖。中央的空腔是充滿骨髓的骨髓腔。骨髓的線衰減係數跟肌肉的大致相同。



以下哪圖最能代表手臂的 X 射線放射攝影成像？

A.



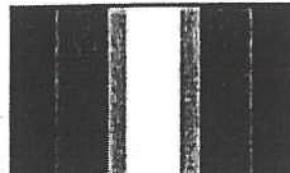
B.



C.



D.



- A.   
B.   
C.   
D.