

物理 試卷一

本試卷必須用中文作答
兩小時三十分鐘完卷(上午八時三十分至上午十一時)

考生須知

- (一) 本卷分甲、乙兩部。考生宜於約 50 分鐘內完成甲部。
- (二) 甲部為多項選擇題，見於本試卷中；乙部的試題另見於試題答題簿 B 內。
- (三) 甲部的答案須填畫在多項選擇題的答題紙上，而乙部的答案則須寫在試題答題簿所預留的空位內。考試完畢，甲部之答題紙與乙部之試題答題簿須分別繳交。
- (四) 本試卷的附圖未必依比例繪成。
- (五) 試題答題簿的最後兩頁附有本科常用的數據、公式和關係式以供參考。

甲部考生須知(多項選擇題)

- (一) 細讀答題紙上的指示。宣布開考後，考生須首先於適當位置貼上電腦條碼及填上各項所需資料。宣布停筆後，考生不會獲得額外時間貼上電腦條碼。
- (二) 試場主任宣布開卷後，考生須檢查試題有否缺漏，最後一題之後應有「甲部完」字樣。
- (三) 各題佔分相等。
- (四) 本試卷全部試題均須回答。為便於修正答案，考生宜用 HB 鉛筆把答案填畫在答題紙上。錯誤答案可用膠擦將筆痕徹底擦去。考生須清楚填畫答案，否則會因答案未能被辨認而失分。
- (五) 每題只可填畫一個答案，若填畫多個答案，則該題不給分。
- (六) 答案錯誤，不另扣分。

甲部

本部共有 33 題。標示有 * 的題目涉及延展部分的知識。

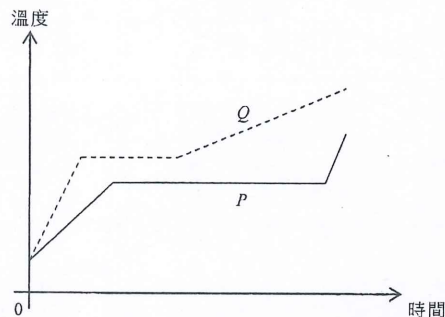
1. 將 30 g 溫度為 10°C 的牛奶加入 120 g 溫度為 80°C 的咖啡中。假設沒有熱散失到周圍環境中，混合物的最終溫度是多少？

已知：牛奶的比熱容 = $3800 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
咖啡的比熱容 = $4200 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

- A. 64.8°C
B. 65.2°C
C. 66.0°C
D. 67.1°C

final temp T
 $30 \times 3800 \times (T - 10) = 120 \times 4200 \times (80 - T)$
 $T = 67.1^{\circ}\text{C}$

2. 將相同質量的固體 P 和 Q 以同樣的率加熱，下面顯示兩物質的溫度-時間線圖。



斜率越大
比熱容量越小
橫線越長
比潛熱越大

比較它們的熔點和溶解比潛熱，下列哪項正確？

- | | 熔點較高 | 溶解比潛熱較大 |
|----|------|---------|
| A. | P | P |
| B. | P | Q |
| C. | Q | P |
| D. | Q | Q |

即能量

KE + PE

3. 下列哪些有關物質內能的描述是正確的？

- (1) 當固體熔解時，所吸收的熔解潛熱轉化成該物質內分子的勢能。
(2) 當蒸氣凝結時，其內能減少。
(3) 當液體蒸發時，剩餘液體的內能會增加。

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

must

T 一定要用絕對溫度

- *4. 於 10°C 時，一固定質量的理想氣體其壓強為 $2 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$ 。若將該氣體的體積減至原本體積的一半，並將其溫度增加至 100°C，其壓強會是多少？

- A. $1.00 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$
B. $1.32 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$
C. $4.00 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$
D. $5.27 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$

$\frac{2 \times 10^5 \text{ V}}{273 + 10} = \frac{P \times \frac{1}{2} V}{273 + 100}$
 $P = 5.27 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$

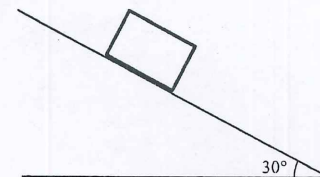
5. 有關任何兩件物體的運動，下列哪項描述正確？

- A. 能以較短時間完成相同路徑的物體必定擁有較高的平均速率。
B. 能在 1 s 內移動較大距離的物體必定擁有較高的平均速度。
C. 擁有較高速度的物體必定擁有較高的加速度。
D. 若兩件物體的加速度相同，它們必定沿相同方向運動。

考慮自由落體

6. 如圖所示，將斜板上的方塊從靜止釋放。斜板與水平的夾角為 30°。該方塊以勻加速度運動，並於首 3 s 內移動了 1 m。求該方塊的加速度。

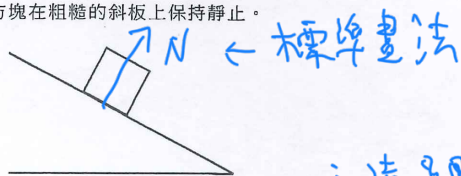
真無聊



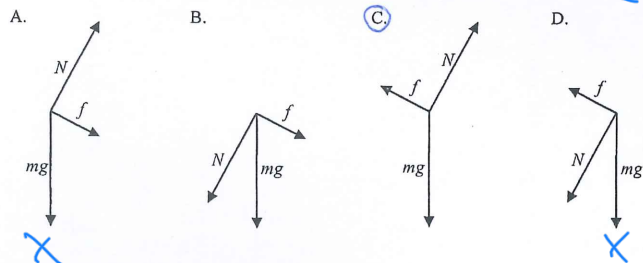
$1 = 0 + \frac{1}{2} a (3)^2$
 $a = 0.22 \text{ m s}^{-2}$

- A. 0.22 m s^{-2}
B. 0.33 m s^{-2}
C. 4.91 m s^{-2}
D. 未能求得，因未知作用於方塊的摩擦力。

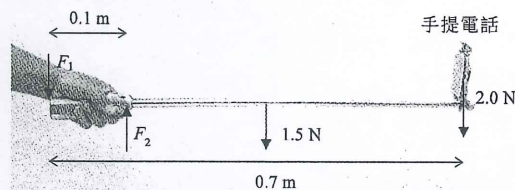
7. 如圖所示，一質量為 m 的方塊在粗糙的斜板上保持靜止。



下列哪一個圖正確顯示作用於方塊的力？
(N 是斜板的法向反作用力，而 f 是板和方塊之間的摩擦力。)



8. 現時自拍桿非常流行。如圖所示，一根長度為 0.7 m 的均勻自拍桿以水平持着。假設 F_1 和 F_2 代表以手持着自拍桿所需的力，而 F_1 和 F_2 與桿子垂直。



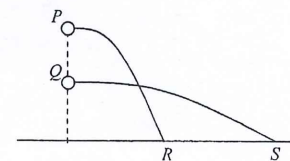
自拍桿和手提電話的重量分別為 1.5 N 和 2.0 N 。設手提電話為一個點質量，估算 F_2 的數值。

- A. 3.5 N
B. 19.3 N
C. 35 N
D. 未能求得，因未知 F_1 。

$$\begin{aligned} 1st: F_1 + 1.5 + 2 &= F_2 \\ F_2 &= F_1 + 3.5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2nd: \\ \text{take moment about } F_2 \\ F_1 \times 0.1 &= 1.5 \times \left(\frac{0.7}{2} - 0.1\right) + 2 \times (0.7 - 0.1) \\ F_1 &= 15.75\text{ N} \\ F_2 &= 19.25\text{ N} \end{aligned}$$

- *9. 將質量相同的彈珠 P 和 Q 沿水平射出。如圖所示，它們分別於水平地面的 R 點和 S 點着地。空氣阻力可以忽略。

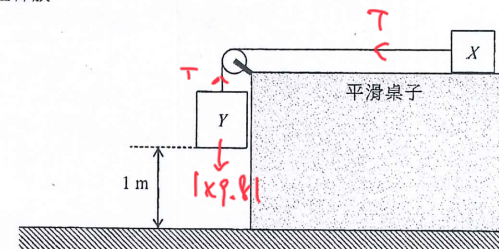


問過了很多次

下列哪項描述不正確？

- A. 彈珠 P 的初始速率較彈珠 Q 的為小。
B. 彈珠 P 的飛行時間較彈珠 Q 的為短。
C. 彈珠 P 的勢能損失較彈珠 Q 的為大。
D. 在飛行途中，彈珠 P 和 Q 的加速度相同。

10. 如圖所示，方塊 X 和 Y 以一條不能伸長的輕繩連接，而輕繩穿越一個固定的無摩擦輕滑輪。 X 和 Y 的質量分別為 0.5 kg 和 1 kg 。初始時， Y 離地面 1 m 而繩子張緊。現將系統從靜止釋放。



Y 剛着地前的速率是多少？(設 $g = 9.81\text{ m s}^{-2}$)

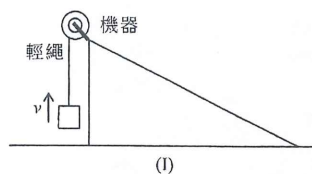
- A. 3.62 m s^{-1}
B. 4.43 m s^{-1}
C. 6.26 m s^{-1}
D. 9.81 m s^{-1}

$$\begin{aligned} X: T &= 0.5a \\ Y: 1 \times 9.81 - T &= a \\ 9.81 - 0.5a &= a \\ a &= 6.54\text{ m s}^{-2} \end{aligned}$$

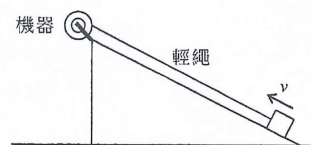
$$\begin{aligned} v^2 &= 0 + 2 \times 6.54 \times 1 \\ v &= 3.62\text{ m s}^{-1} \end{aligned}$$

11. 一部機器裝置於光滑斜板的頂點上。現利用該機器以 (I) 和 (II) 兩種方法將一方塊從地面提升至斜板的頂點。

- (I) 以勻速率 v 將方塊豎直拉起。
(II) 以相同的勻速率 v 將方塊沿斜板拉上。



(I)



(II)

兩者狀取
相同势能PE

比較兩種方法，以下哪項/哪些描述正確？

- (1) 繩子的張力相同。
(2) 機器的平均輸出功率相同。
(3) 機器對方塊的作功相同。

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

功率與時間有關

12. 如圖所示，「泡泡足球」的球員穿上充滿空氣的塑膠「泡泡」。

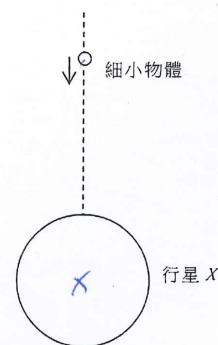


下列哪項描述最能解釋為什麼泡泡能減輕撞擊時受傷的機會？

- A. 泡泡增加球員的質量，因此球員的動量增加。
B. 泡泡增加作用於球員的空氣阻力。
C. 於撞擊時，泡泡延長碰撞時間。
D. 像氣球一樣，泡泡給球員提供上托力。

碰撞時間

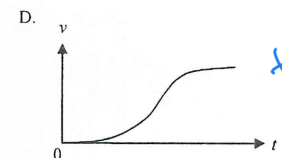
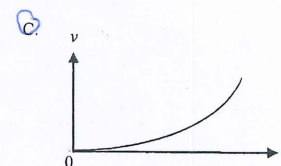
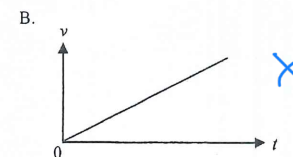
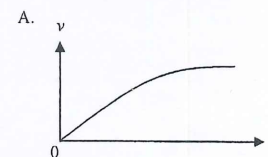
- *13. 將一細小物體於距離行星 X 甚遠的一點從靜止釋放，物體開始移向 X 。 X 沒有大氣層。忽略其他天體的影響。



圖不依比例繪製

引力常數一直在
±疊加

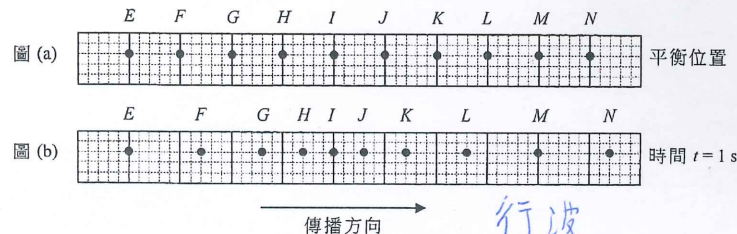
下列哪一個線圖最能顯示該物體撞擊 X 前其速度 v 隨時間 t 的變化？



$$g \propto \frac{1}{r^2}$$

太誇張

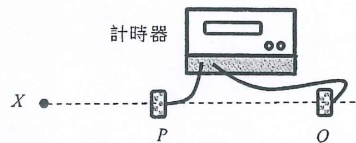
14. 圖 (a) 顯示一介質內粒子 E 至 N 的平衡位置。於時間 $t = 0$ 時，一縱波開始由左向右傳播。圖 (b) 顯示於時間 $t = 1$ s 時各粒子的位置。



下列哪項描述必定正確？

- A. 粒子 F 和 N 的距離等於該波的波長。
 B. 該波的週期為 1 s。
 C. 粒子 E 恆常靜止。
 D. 於時間 $t = 1$ s 時，粒子 I 瞬時靜止。

15. 圖一實驗裝置以量度聲音在空氣中的速率。 P 和 Q 為兩個接至計時器的微音器。於 X 產生一聲音。當 P 接收到該聲音時，開始計時；而 Q 接收到該聲音時，終止計時。計時器顯示聲音由 P 傳播到 Q 所需的時間。利用 PQ 的距離和顯示的時間可計算聲速。

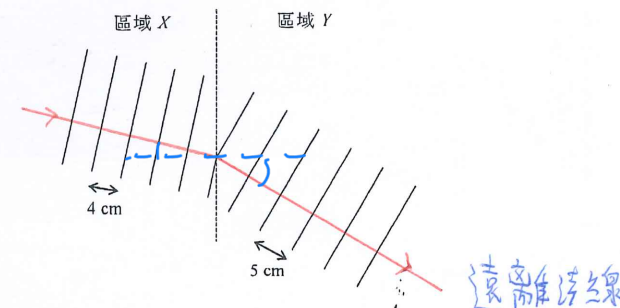


下列哪項描述不正確？

- A. X 、 P 和 Q 必須於同一直線上。
 B. 若縮短 PQ 的距離，則量度時間的百分誤差會增加。
 C. 所求得的聲速應與 X 和 P 之間的距離無關。
 D. PQ 的距離必須相等於在 X 所產生聲音波長的整數倍。

相長/相消

16. 如圖所示，平面水波從區域 X 向區域 Y 傳播。水波在區域 X 和 Y 的波長分別為 4 cm 和 5 cm。



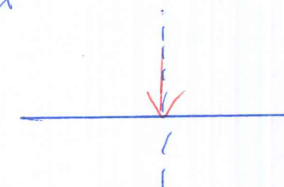
下列哪項描述正確？

- A. 水波在區域 X 的速率較在區域 Y 的為高。
 B. 水波的傳播方向在進入區域 Y 時偏向法線。
 C. 水波的頻率在兩個區域中是相同的。
 D. 若波長為 5 cm 的平面水波從區域 Y 向區域 X 傳播，進入區域 X 後，其波長變成 6 cm。

17. 在下列哪些情況中，波的傳播方向必定會改變？

- (1) 波被障礙物反射。
 (2) 波從一個介質進入另一個介質。
 (3) 波通過一個比波長狹小的狹縫。

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



18. 從兩種不同的樂器產生相同音調和響度的樂音，人耳能分辨兩樂音的差異是因為它們有不同的

- A. 振幅。
 B. 相位。
 C. 波速率。
 D. 波形。

音色

- *19. 將物體放置於一凹透鏡前 30 cm，在距離透鏡 20 cm 處成像。若以相同焦距的凸透鏡代替該凹透鏡，而物距保持不變，下列哪項有關成像的描述是正確的？

	像的性質	像距
A.	實像	20 cm
B.	實像	60 cm
C.	虛像	20 cm
D.	虛像	60 cm

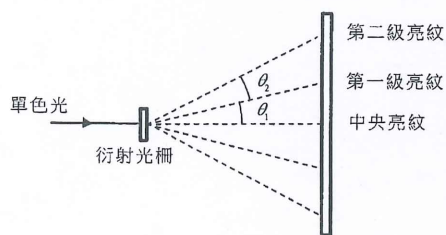
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{30} + \frac{1}{-20} \leftarrow \text{虛像}$$

$$f = -60 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{+60} = \frac{1}{30} + \frac{1}{v}$$

$$v = -60 \text{ cm}$$

- *20. 下圖展示當單色光穿過衍射光柵時產生的其中一些亮紋。



$$d \sin 20^\circ = \lambda$$

$$d \sin 90^\circ = n \lambda$$

$$n \leq \frac{\sin 90^\circ}{\sin 20^\circ} = 2.92$$

$$n = 2$$

以下哪項/哪些正確？

- (1) $\theta_1 = \theta_2$
 (2) 若 $\theta_1 = 20^\circ$ ，亮紋的最大級別為 4。
 (3) 若實驗在水中而非在空氣中進行， θ_1 會變小。

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

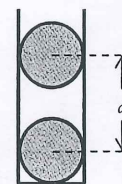
21. 若聲音在水中的速率是 x 而光在水中的速率是 y ，下列哪項正確？

	聲音在空氣中的速率	光在空氣中的速率
A.	$> x$	$> y$
B.	$> x$	$< y$
C.	$< x$	$> y$
D.	$< x$	$< y$

機械波

電磁波

22. 如圖所示，將兩個質量同樣為 m 的帶電導體球放置於豎直的塑膠圓筒中，圓筒內壁光滑。兩球相距 d 並保持平衡。

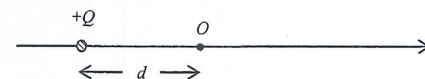


下列哪項/哪些描述必定正確？

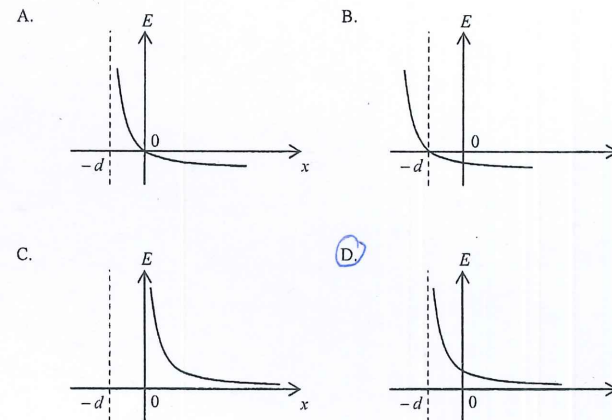
- (1) 兩球均帶正電。
 (2) 兩球帶等量的電荷。
 (3) 距離 d 取決於 m 。

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

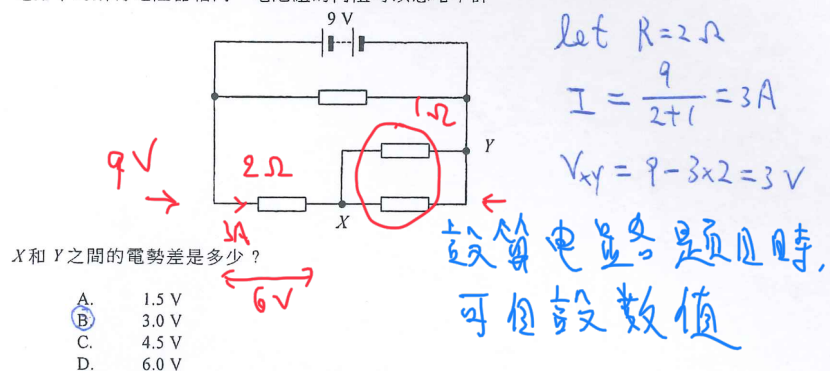
- *23. 如圖所示，將點電荷 $+Q$ 放置於與原點 O 距離為 d 的位置。



下列哪一個線圖最能展示電場強度 E 沿 x -軸的變化？(設指向右方的電場為正。)



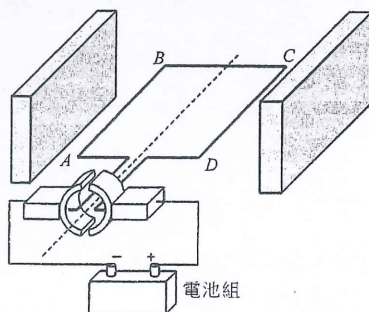
24. 電路中的所有電阻器相同。電池組的內阻可以忽略不計。



25. 下列哪項有關使用保險絲的描述是正確的？

- A. 保險絲應安裝在中線上。
 B. 一個有雙重絕緣的電器不需要保險絲。
 C. 一個 5A 保險絲適用於一個額定值為「220 V，1500 W」的發熱器。
 D. 保險絲的熔點應比銅的為低。

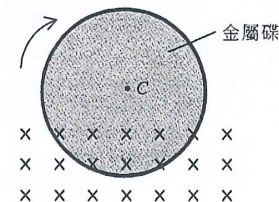
26. 圖示一個簡單的直流電動機，線圈 ABCD 安裝在兩塊平板形磁鐵的磁極之間。



下列哪項描述正確？

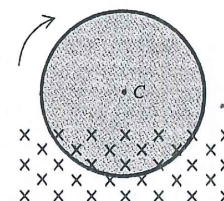
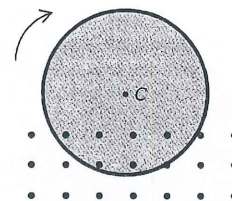
- A. 當線圈豎直時，其轉動效應為零。
 B. 作用於 BC 的磁力，於線圈水平時最大。
 C. 作用於 AB 的磁力的方向保持恆定。
 D. 在線圈中的電流方向保持不變。

27. 一金屬碟繞其中心 C 以恆速率轉動。如圖所示，金屬碟的一部分置於一勻強磁場內，磁場指入紙面。渦電流在金屬碟中流動。



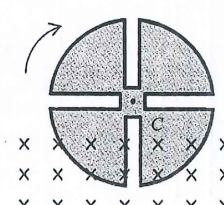
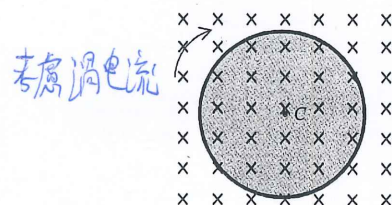
下列哪項轉變之後，渦電流會增加？

- A. 逆轉磁場的方向
 B. 增強磁場的強度



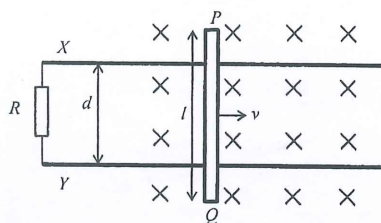
- C. 將磁場施於整個金屬碟

- D. 在金屬碟上切出數個狹縫



考慮渦電流

- *28. 長度為 l 的金屬棒 PQ 放置於平滑的金屬路軌 X 和 Y 之上，在磁場強度為 B 、指入紙面的勻強磁場內以恆速率 v 移動。如圖所示，金屬路軌 X 和 Y 相距 d ，並接至一電阻為 R 的電阻器。



每一秒行走一米

$$m_\alpha \gg m_\beta$$

下列哪項有關感生電流的描述是正確的？

量值	方向
A. $\frac{Blv}{R}$	由 X 通過 R 到 Y
B. $\frac{Blv}{R}$	由 Y 通過 R 到 X
C. $\frac{Bdv}{R}$	由 X 通過 R 到 Y
D. $\frac{Bdv}{R}$	由 Y 通過 R 到 X

$$dV = \text{面積}$$

- *29. 一個電阻為 100Ω 的發熱器與市電電源連接。市電電源的方均根電壓為 110 V 。下列哪些描述正確？

- (1) 該發熱器兩端的峰值電壓為 156 V 。
- (2) 該發熱器的耗電功率為 121 W 。
- (3) 若市電電源的方均根電壓增加一倍，該發熱器的耗電功率亦會增加一倍。

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

$$V_0 = \sqrt{2} V_{rms}$$

$$V_0 = \sqrt{2} \times 110 = 156 \text{ V}$$

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{110^2}{100} = 121 \text{ W}$$

- *30. 某變壓器的輸入端接至 220 V 市電電源。十個相同的燈泡並聯連接至該變壓器的輸出端，所有燈泡均以其額定值「 3 V ， 1.5 W 」運作。若該變壓器的效率為 70% ，市電電源的輸出電流是多少？

- A. 0.007 A
B. 0.048 A
C. 0.068 A
D. 0.097 A

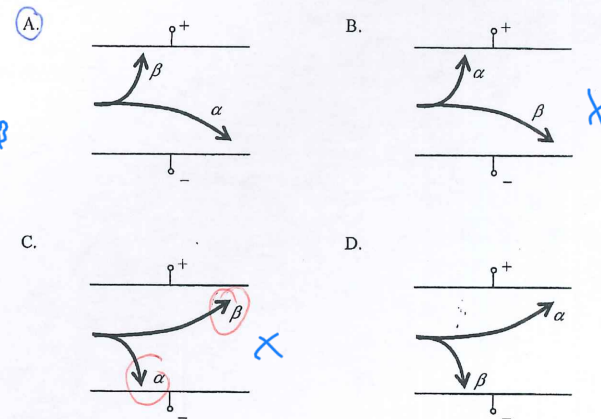
$$220 \times I_p \times 70\% = 1.5 \times 10$$

$$I_p = 0.097 \text{ A}$$

$$I_{p, \text{input}} \times \text{efficiency} = \text{output}$$

$$P_p \times \eta = P_s$$

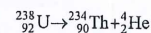
31. 下列哪個圖表最能表達於真空內 α 和 β 粒子在勻強電場中的偏轉？



32. 下列哪項有關 β 粒子和 γ 射線的描述是正確的？

- A. 只有 β 粒子可以將空氣粒子電離。
B. 只有 γ 射線能穿越真空。
C. 兩者均能以感光底片探測。
D. 兩者均帶電荷。

- *33. 以下所示為鈾-238 ($^{238}_{92}\text{U}$) 的衰變。



$$\Delta E = (238.05079 - 234.04363 - 4.00260) \times 931$$

$$= 4.25 \text{ MeV}$$

已知：
 $^{238}_{92}\text{U}$ 的質量 = 238.05079 u
 $^{234}_{90}\text{Th}$ 的質量 = 234.04363 u
 ^4_2He 的質量 = 4.00260 u

下列哪項/哪些描述正確？

- (1) 觸發衰變所需的溫度約為 10^7 K 。
- (2) 一個鈾-238 原子核衰變釋出的能量為 4.25 MeV 。
- (3) 衰變釋出的所有能量轉換為 ^4_2He 的動能。

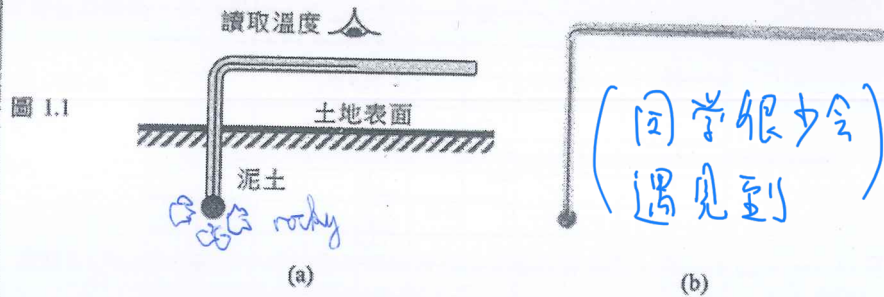
- A. 只有 (1)
B. 只有 (2)
C. 只有 (1) 和 (3)
D. 只有 (2) 和 (3)

甲部完

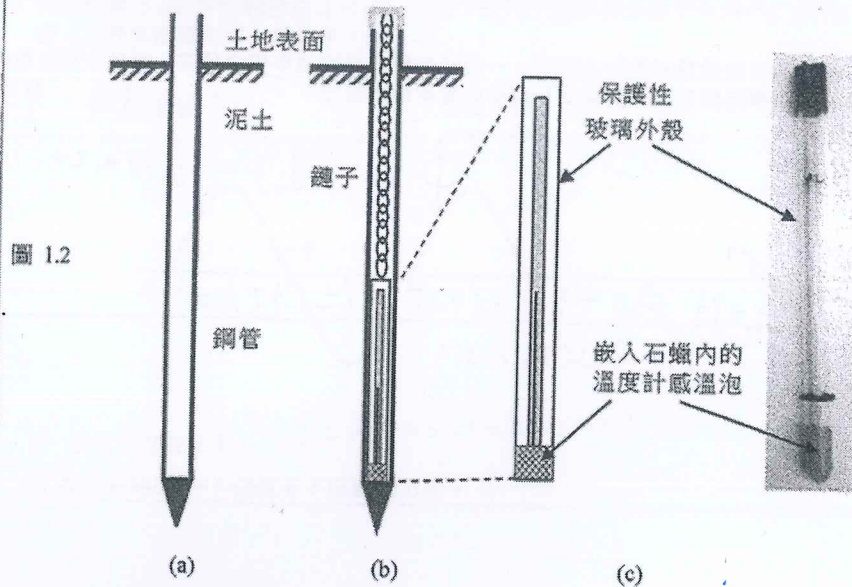
2017

1. 細閱這段有關泥土溫度計的文章，並回答下列問題。

泥土的溫度隨深度變化，而這項資訊對農民和科學家都十分重要。要量度接近土地表面的泥土溫度，可將溫度計的感溫泡埋藏於泥土中，而溫度計的刻度幹則屈曲 90° 以便讀取讀數。圖 1.1a 為一示意圖，而圖 1.1b 顯示一泥土溫度計的照片。



若深度超越 30 cm，將一支鋼管插入泥土中(圖 1.2a)，並將一支帶有保護性玻璃外殼的玻管液體溫度計放入鋼管內(圖 1.2b)，而溫度計的感溫泡嵌入石蠟內(圖 1.2c)。讀取溫度時，提取鏈子以將溫度計抽出鋼管外。



(a) 如圖 1.1b 所示，泥土溫度計的感溫泡較常用溫度計的大很多。試提供一個理由解釋這個設計。

靈敏度

(1分)

(b) 某天早上，空氣溫度為 15°C。觀測員量度於 1 m 深泥土的溫度，溫度計的讀數為 20°C。已知包裹溫度計感溫泡的石蠟質量為 0.015 kg，其比熱容為 $2.9 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ 。

(i) 計算石蠟冷卻至空氣溫度時的能量散失。

$$E = 0.015 \times 2.9 \times 10^3 \times (20 - 15) = 217.5 \text{ J}$$

(2分)

(ii) 已知包裹感溫泡的石蠟以恆率 0.5 J s^{-1} 吸熱或散熱。估算將溫度計從泥土抽出後石蠟需時多久才會達至空氣溫度。

$$t = \frac{217.5}{0.5} = 435 \text{ s}$$

(2分)

(iii) 如果沒有石蠟包裹溫度計的感溫泡，試解釋對觀測員所錄得溫度計的讀數有何影響。

減慢因接觸空氣而快速冷卻的速率，量度泥土真實溫度

(2分)

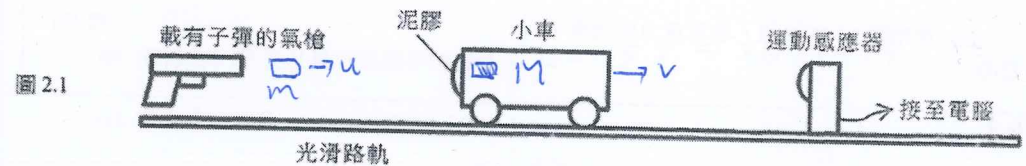
2. 現提供下列實驗用品，裝置一個實驗以估算氣槍所發射子彈的速率。

- 一條光滑的路軌
- 一輛小車
- 一個用以量度小車速率的運動感應器
- 少量泥膠
- 一支氣槍和一些子彈
- 一個電子天秤

$$mu = (M+m)v$$

$$u = \frac{M+m}{m} v$$

圖 2.1 展示該裝置。



試描述實驗的步驟。寫出需要量度的各個物理量以及可求得子彈速率的方程，並提出一項預防措施，以達致更準確的結果。

(5分)

(勿花太多時間去寫實驗)

很少會問分子運動論

*3. 一個單原子氣體分子於溫度 T 的平均動能為

$$E_K = \frac{3}{2} \left(\frac{R}{N_A} \right) T, \quad \frac{1}{2} m \overline{c^2} = \frac{3}{2} \left(\frac{R}{N_A} \right) T \Rightarrow \overline{c^2} \propto T$$

$c \propto \sqrt{T}$

其中 R 為普適氣體常數，而 N_A 為阿佛加德羅常數。在固定體積下將單原子氣體從 300 K 加熱至 350 K。

- (a) 估算氣體分子方均根速率 ($c_{r.m.s.}$) 在該兩溫度之比 ($\frac{350 \text{ K 時的 } c_{r.m.s.}}{300 \text{ K 時的 } c_{r.m.s.}}$)。 (2分)
- (b) 據此，以分子運動論解釋為什麼氣體的壓強會增加。 (2分)

$$c \uparrow \Rightarrow \text{撞擊容器壁} \uparrow \Rightarrow P \uparrow$$

4. (a) 在時間 $t = 0$ 時，將一顆鋼珠從靜止釋放。以 0.05 s 的時距進行頻閃照相，結果如圖 4.1 所示。忽略空氣阻力。

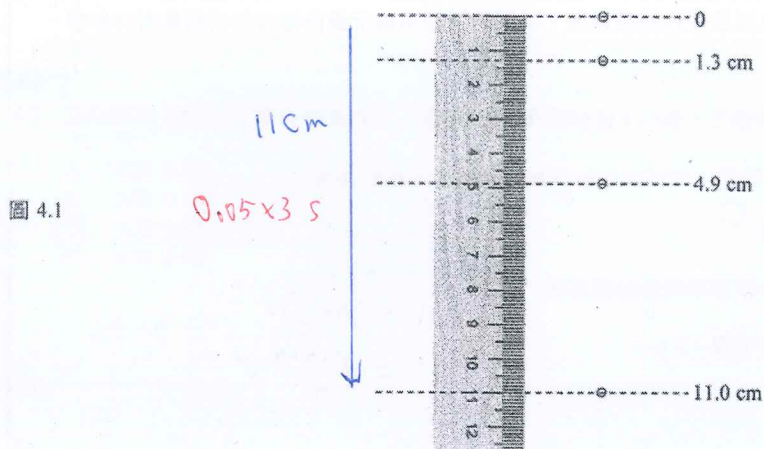


圖 4.1

(i) 利用圖 4.1 的數據，估算重力加速度。

$$\left(\approx 9.81 \text{ m s}^{-2} \right)$$

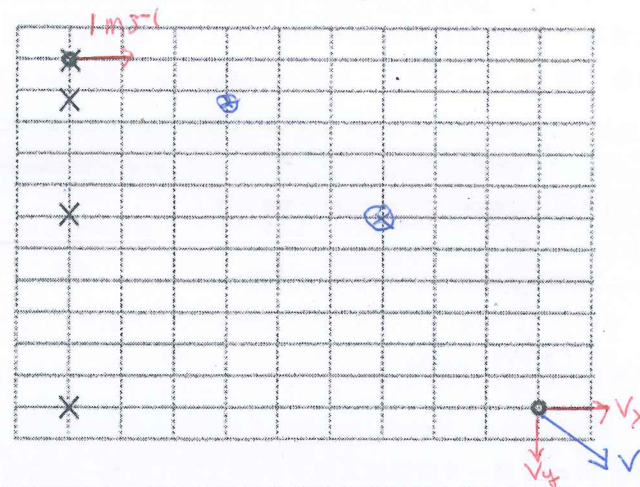
$$s = ut + \frac{1}{2}gt^2$$

$$0.11 = \frac{1}{2}g(0.05 \times 3)^2$$

$$g = 9.78 \text{ m s}^{-2}$$

(2分)

* (ii) 現將鋼珠以水平方向投射而非從靜止釋放。在時間 $t = 0$ 時，將鋼珠投射。以 0.05 s 的時距進行頻閃照相。在圖 4.2 中，頻閃照的首尾兩影像以圓環 (●) 展示。圖中亦已將鋼珠從靜止釋放的頻閃照以交叉 (x) 展示，作為參考。



4.2

- (1) 在圖 4.2 中以圓環 (●) 標示被投射的鋼珠於頻閃照中的各個位置。 (2分)
- (2) 已知將鋼珠以水平方向投射的初始速率為 1 m s^{-1} 。利用 (a)(i) 部的結果，計算拍攝最後一個影像時被投射的鋼珠的速率。 (3分)

(b) 若將一個小球於懸崖頂部從靜止釋放，一段時間後，球的速率變成恆定。考慮作用於球的力，並利用牛頓運動定律，解釋為什麼球的速率變成恆定。 (3分)

$$F \propto v^2$$

$$\text{終止速率}$$

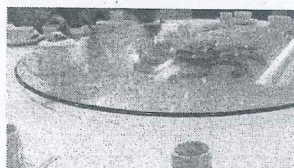
$$\text{當 } F = mg \Rightarrow a = 0$$

$$(2) \quad v_x = 1 \text{ m s}^{-1}$$

$$v_y = v_{y0} + gt = 0 + 9.78 \times (0.05 \times 3) = 1.47 \text{ m s}^{-1}$$

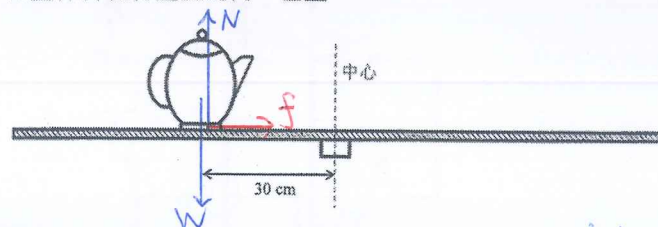
$$v = \sqrt{1^2 + 1.47^2} = 1.78 \text{ m s}^{-1}$$

*5. 圖片顯示餐廳經常使用的轉盤。



將一個質量為 1 kg 的茶壺放置於水平轉盤上，茶壺距離轉盤中心 30 cm，圖 5.1 展示其側面圖。當轉盤旋轉時，茶壺保持在轉盤上的同一位置。

圖 5.1



(a) 在圖 5.1 中，繪畫及標示當轉盤旋轉時作用於茶壺的所有力。 $F = m r \omega^2 = 1 \times 0.3 \times \pi^2$ (2分)
 $\omega = \pi \text{ rad s}^{-1}$
 $= 2.96 \text{ N}$

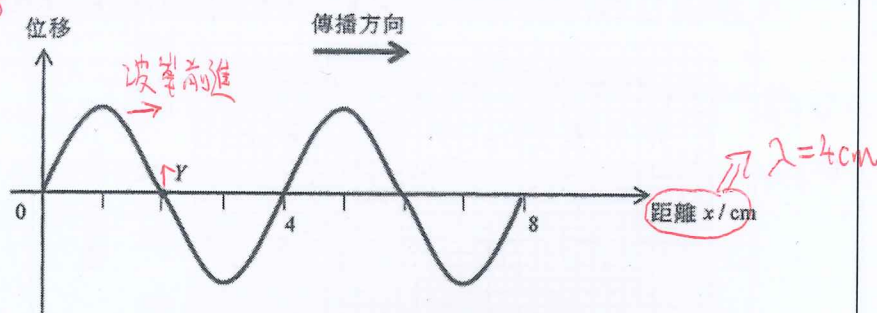
(b) 設茶壺為一個點質量，估算當轉盤以每秒 0.5 週的速率旋轉時作用於茶壺的淨力。 (3分)

(c) 現轉盤突然停下，茶壺滑動。轉盤停下前一刻，正以每秒 0.5 週的速率旋轉。當茶壺滑動時，作用於茶壺的摩擦力為 10 N。求轉盤停下之後茶壺移動的距離。 (3分)

$$v = r\omega = 0.3\pi \text{ ms}^{-1}, a = \frac{v^2}{r} = 10 \text{ ms}^{-2}, 0^2 - (0.3\pi)^2 = 2(-10)s, s = 0.044 \text{ m}$$

6. (a) 將以頻率 5 Hz 振動的點振源放進水波槽。圖 6.1 顯示於時間 $t = 0$ 時水波的位移-距離線圖。 Y 是水波槽中的一顆粒子。

圖 6.1



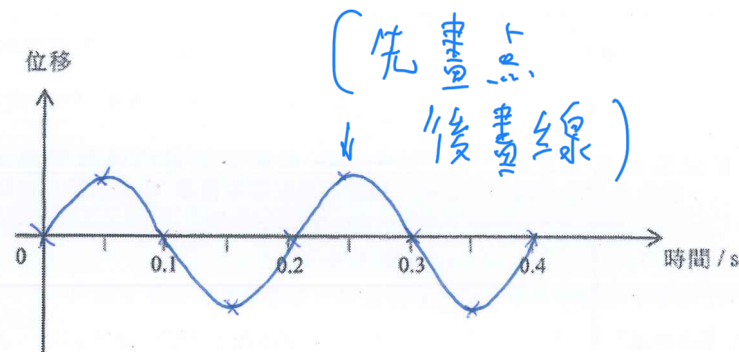
(i) 求水波的波速率。 $v = f\lambda = 5 \times 4 = 20 \text{ cms}^{-1}$ (2分)

(ii) 指出於時間 $t = 0$ 時粒子 Y 運動的方向。 $\uparrow$ (1分)

(iii) 在圖 6.2 中草繪粒子 Y 於時間 $t = 0$ 至 $t = 0.4 \text{ s}$ 期間的位移-時間線圖。

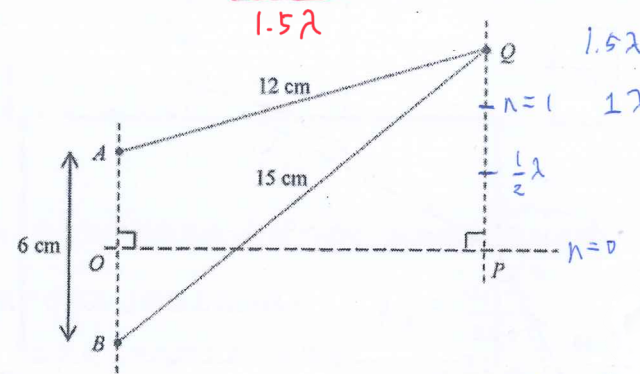
(2分)

圖 6.2



(b) 在圖 6.3 中， A 和 B 為兩個在水波槽中同相振動的點振源。 A 和 B 之間的距離為 6 cm， OP 是 AB 的垂直平分線。 Q 是自 P 點起的第二個極小， $AQ = 12 \text{ cm}$ 而 $BQ = 15 \text{ cm}$ 。

圖 6.3



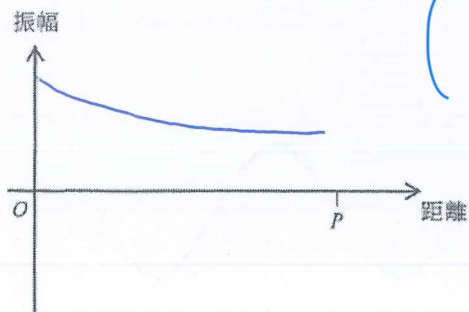
(i) 解釋為什麼在 Q 處出現極小的現象。 $\Delta = 1.5\lambda \Rightarrow$ 相消干涉 (2分)

(ii) 求水波的波長。 $\Delta = 15 - 12 = 3 = 1.5\lambda$
 $\lambda = 2 \text{ cm}$ (2分)

(iii) 在圖 6.4 中草繪沿 OP 線上水波振幅的變化。

(1 分)

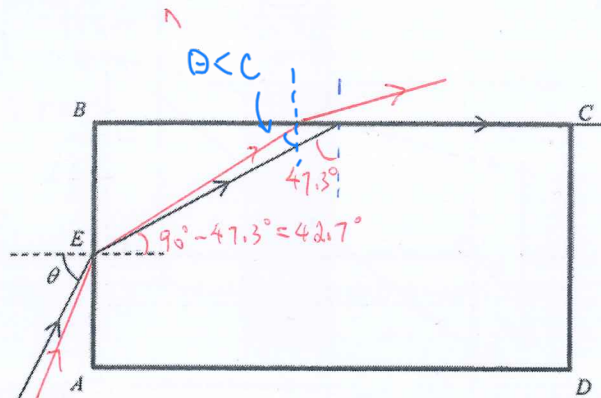
圖 6.4



(距離越遠)
振幅下降

7. (a) 光線於長方形塑膠塊 $ABCD$ 的 E 點從空氣進入，入射角為 θ 。如圖 7.1 所示，光線沿 BC 面射出。該塑膠的折射率為 1.36。

圖 7.1



(i) 求該塑膠的臨界角。

$$n = \frac{1}{\sin C}, \sin C = \frac{1}{1.36}, C = 47.3^\circ$$

(2 分)

(ii) 求 θ 的值。

$$1.36 = \frac{\sin \theta}{\sin 42.7^\circ}, \theta = 67.3^\circ$$

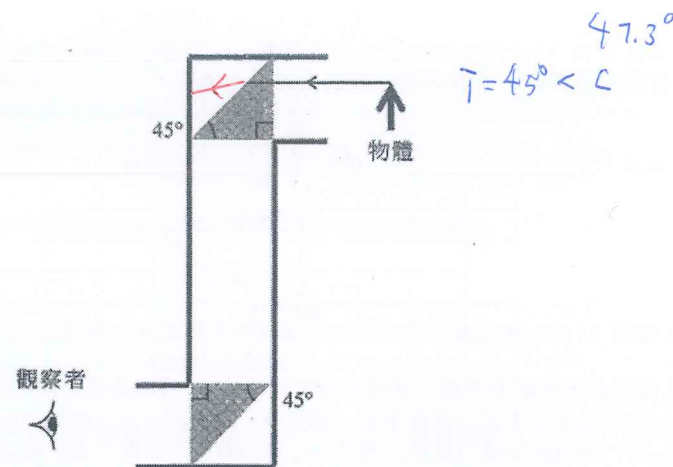
(3 分)

(iii) 若光線在 E 點以較 θ 大的入射角進入該塑膠塊，在圖 7.1 中草繪光線的路徑。

(2 分)

(b) 一位學生設計一個潛望鏡，當中使用兩塊塑膠稜鏡。該塑膠的折射率為 1.36。如圖 7.2 所示，將一物體放置於潛望鏡前。

圖 7.2



(i) 完成圖 7.2 中從物體發出的光線的路徑，並解釋為什麼該潛望鏡不能運作。

(3 分)

(ii) 為使潛望鏡可正常運作，可以利用什麼代替該兩塊塑膠稜鏡？

(1 分)

用平面鏡, or $n_{\text{glass}} > 1.5$

(中三時候的玩具)

8. 一位學生使用下列的儀器去量度一個鎢絲燈泡的電阻。

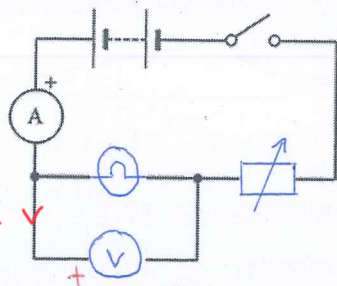
一個電池組、一個開關、一個變阻器、一個安培計、一個伏特計、一個燈泡

- (a) 圖 8.1 顯示實驗所用的未完成電路，圖中的 '+' 符號顯示安培計的正端鈕。使用適當的電路符號完成電路，並以 '+' 標示伏特計的正端鈕。

(3 分)

圖 8.1

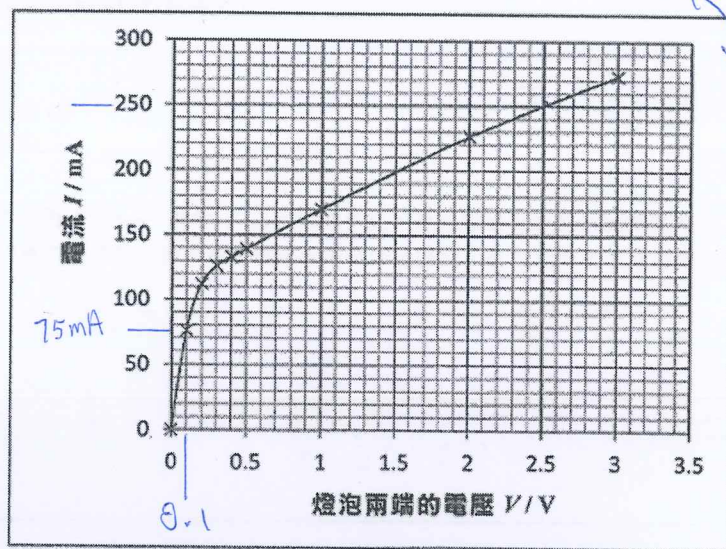
(電流流入)
馬×“+”



下表及圖 8.2 顯示所得結果。

燈泡兩端的電壓 V/V	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	1.0	2.0	3.0
電流 I/mA	0	76	112	126	133	139	170	226	273

圖 8.2



- (b) 簡單解釋該燈泡的電阻如何隨燈泡兩端的電壓而變化。

(2 分)

- (c) 該學生聲稱，由於該燈泡的電阻並非一個常數，因此不能以方程 $R = V/I$ 計算該燈泡的電阻。簡單解釋為什麼他的說法是錯誤的。

(1 分)

$R = \frac{V}{I}$ 是定義

- (d) 求該燈泡於 $V = 0.1 V$ 和 $2.5 V$ 時的電阻。

(3 分)

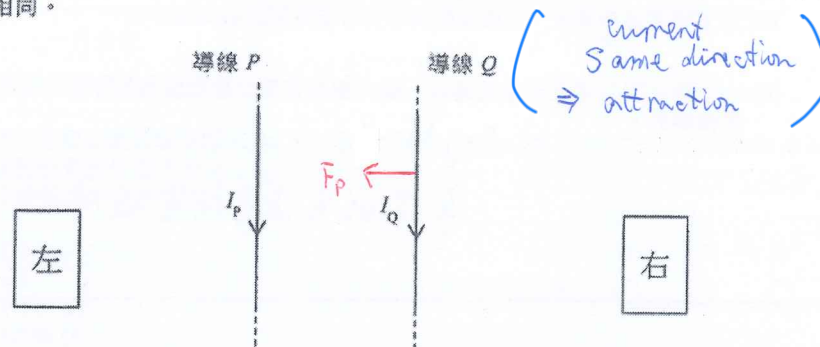
- (e) 已知該燈泡中鎢絲的截面面積為 $1.66 \times 10^{-9} m^2$ ，而在室溫時鎢的電阻率約為 $5.6 \times 10^{-8} \Omega m$ 。使用在 (d) 部所求得適當的電阻，估算該燈泡中鎢絲的長度。

(3 分)

$$R = \frac{\rho l}{A}, \quad 1.33 = \frac{5.6 \times 10^{-8} l}{1.66 \times 10^{-9}}, \quad l = 0.0395 m$$

9. (a) 如圖 9.1 所示，兩條帶電流的長直導線 P 和 Q 互相平行放置於紙面上，導線中的電流 I_P 和 I_Q 的方向相同。

圖 9.1



- (i) 寫出於 Q 處由 P 所產生磁場的方向 (向左 / 向右 / 指入紙面 / 指出紙面)。

(1 分)

- (ii) 在圖 9.1 中繪畫 P 作用於 Q 的磁力的方向。

(1 分)

- (iii) 證明 P 作用於 Q 每單位長度的磁力 F_l 之量值為

$$F_l = \frac{\mu_0 I_P I_Q}{2\pi r}$$

其中 μ_0 為真空磁導率，而 r 為兩條導線之間的距離。

(3 分)

- (iv) 對 P 作用於 Q 的磁力和 Q 作用於 P 的磁力而言，若 $I_P \neq I_Q$ ，試簡單解釋該兩力的量值是否相等。

(2 分)

作用力與反作用力

量值相等，方向相反

(b) 圖 9.2 顯示一條金屬軟彈簧。

圖 9.2



(i) 若直流電通過彈簧，試簡單解釋磁力會使彈簧壓縮抑或伸長。

(2分)

(ii) 一位學生認為當交流電通過時，磁力會使彈簧交替地壓縮和伸長。簡單解釋為什麼他是錯誤的。

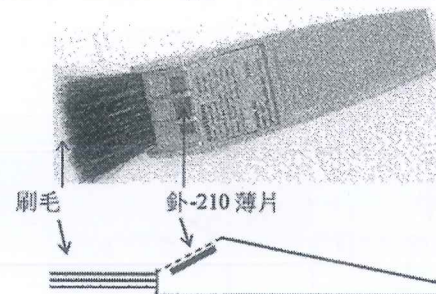
(1分)

at any time

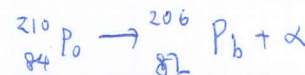
導線的電流方向都相同

10. 塵埃會因靜電吸附在相片和菲林上。為有效清除塵埃，可使用一種特別的刷子，近刷毛處裝了一塊鈾-210 ($^{210}_{84}\text{Po}$) 薄片，如圖 10.1 所示。鈾-210 進行 α 衰變，其子核鉛 (Pb) 是穩定的。

圖 10.1



(a) 寫出鈾-210 衰變的核方程。



(2分)

(b) 簡單解釋 α 粒子如何有助清除帶電的塵埃。

α 把空氣分子電離 $\rightarrow$ 中和塵埃的電荷

(2分)

(c) 簡單解釋為什麼鈾-210 片必須裝近刷毛。

(1分)

* (d) 製造商建議，應每年將刷子交回工廠以更換鈾-210 片。設剛更換的鈾-210 片其放射強度為 1 單位，求一年 (365 日) 後它的放射強度。已知：鈾-210 的半衰期為 138 日。

(2分)

$$\frac{A}{A_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{365}{138}} = 0.160$$

$$A = A_0 e^{-\frac{\ln 2}{138} \times 365}$$

甲部：天文學和航天科學

Q.1: 多項選擇題

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

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

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

A B C D
☐ ☐ ☐ ☐

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

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

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

A B C D
☐ ☐ ☐ ☐

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

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

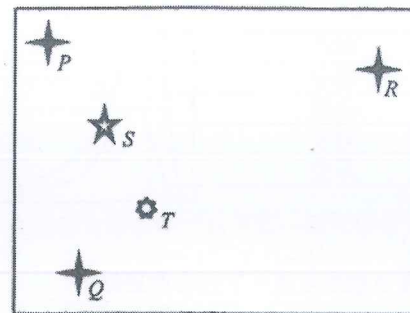
$$V_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

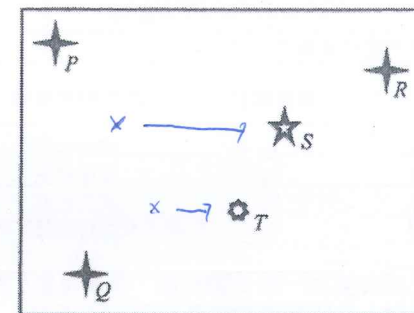
$$V_m = \sqrt{2 \times \frac{1}{6}g \times 0.273R} = 0.213\sqrt{2gR}$$

A B C D
☐ ☐ ☐ ☐

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



一月景觀



五月景觀

下列哪項/哪些描述必定正確？

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

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

A B C D
☐ ☐ ☐ ☐

1.5 下表顯示三顆恆星的視星等和絕對星等。

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

下列哪項正確？

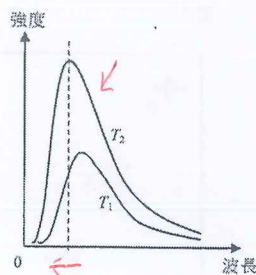
- | | 光度最大 | 離地球最遠 | 從地球觀察最亮 |
|----|-------|-------|---------|
| A. | 天狼星 A | 天狼星 A | 北極星 A |
| B. | 天狼星 A | 織女一 | 天狼星 A |
| C. | 北極星 A | 織女一 | 北極星 A |
| D. | 北極星 A | 北極星 A | 天狼星 A |

10 pc

1.6 圖示為一黑體於兩不同溫度 T_1 和 T_2 的輻射的光譜。

下列哪項正確？

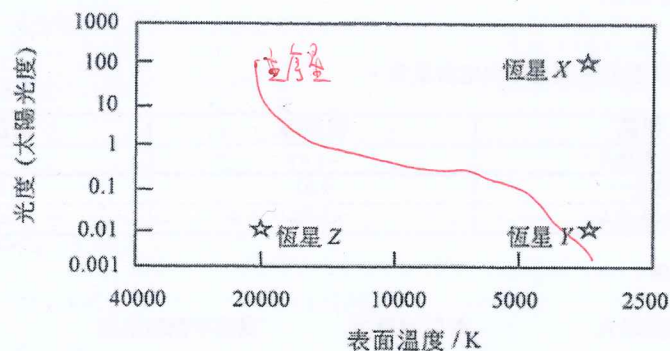
	溫度較高	於 T_2 時的顏色
A.	T_1	顯得較紅
B.	T_1	顯得較藍
C.	T_2	顯得較紅
D.	T_2	顯得較藍



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

	表面溫度較高	光度較大	A	B	C	D
A.	船尾座 ζ	船尾座 ζ	☐	☐	☐	☐
B.	船尾座 ζ	太陽	☐	☐	☐	☐
C.	太陽	船尾座 ζ	☐	☐	☐	☐
D.	太陽	太陽	☐	☐	☐	☐

1.8 下圖顯示恆星 X、Y 和 Z 的資料。



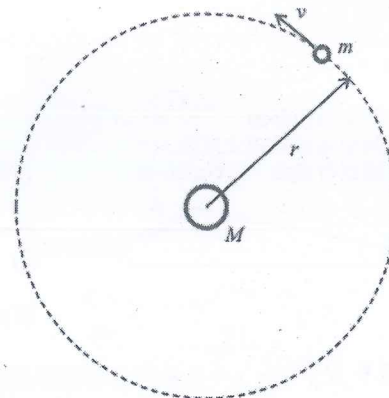
下列哪項有關三顆恆星大小的比較是正確的？

	A	B	C	D
A.	$X > Y > Z$	☐	☐	☐
B.	$X = Y > Z$	☐	☐	☐
C.	$X > Y = Z$	☐	☐	☐
D.	$Z > Y > X$	☐	☐	☐

Q.1: 結構式題目

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

圖 1.1



(i) 以牛頓萬有引力定律證明 $v^2 = \frac{GM}{r}$ ，其中 G 為萬有引力常數。

$$\frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$$

$$v^2 = \frac{GM}{r}$$
 (1分)

(ii) 據此或其他方法，證明 $T^2 = \frac{4\pi^2}{GM} r^3$ ，其中 T 為該物體運動的週期。

$$\frac{GMm}{r^2} = mr\omega^2 = mr \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2$$

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

(b) 恆星和氣體圍繞 M33 星系的中心運行。於靠近星系邊緣的位置 X 處 (距星系的中心 $3.98 \times 10^{20} \text{ m}$)，氫氣的軌道速度約為 $1.23 \times 10^5 \text{ m s}^{-1}$ 。可以假設於 X 處的氫氣以圓形軌道運行。

$$\frac{\Delta \lambda}{\lambda} = \frac{v}{c} \Rightarrow \Delta \lambda = \frac{1.23 \times 10^5}{3 \times 10^8} \times 21.106 \text{ cm} = 8.65346 \times 10^{-3} \text{ cm}$$

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

$$\lambda = 21.106 - 8.65346 \times 10^{-3} \text{ cm} = 21.097 \text{ cm}$$
 (2分)

(ii) 在 X 處的氫氣沿軌道環繞 M33 星系一周需時多久？

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2 \times 3.14 \times 3.98 \times 10^{20}}{1.23 \times 10^5} = 2.03 \times 10^{16} \text{ s}$$

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

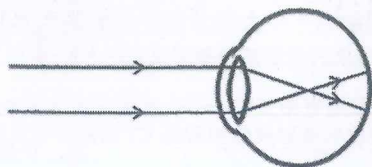
$$T^2 = \frac{4\pi^2}{GM} r^3 \Rightarrow M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$$

$$M = \frac{4 \times 3.14^2 \times (3.98 \times 10^{20})^3}{6.67 \times 10^{-11} \times (2.03 \times 10^{16})^2} = 7 \times 10^9 \text{ solar masses}$$
 (3分)

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

Q.4: 多項選擇題

4.1 圖示一隻眼睛望着遠方的一件物體。



下列哪項正確？

眼睛的晶體	配戴眼鏡矯正，鏡片為	A	B	C	D
☒ A. 太厚	☒ 發散透鏡	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D
☐ B. 太厚	☐ 會聚透鏡	☐	☐	☐	☐
☐ C. 太薄	☐ 發散透鏡	☐	☐	☐	☐
☐ D. 太薄	☐ 會聚透鏡	☐	☐	☐	☐

4.2 下列哪些有關人類聽覺的描述是正確的？

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

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

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

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

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

$$95 - 30 = 10 \log \frac{I}{10^{-12}}$$

$$I = 3.16 \times 10^{-6} \text{ W m}^{-2}$$

A	B	C	D
☐	☐	☐	☐

4.4 下表顯示不同組織和空氣的聲阻抗。

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

在超聲波掃描中，以下哪一個界面會有最大的反射聲強係數？

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

A	B	C	D
☐	☐	☐	☐

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

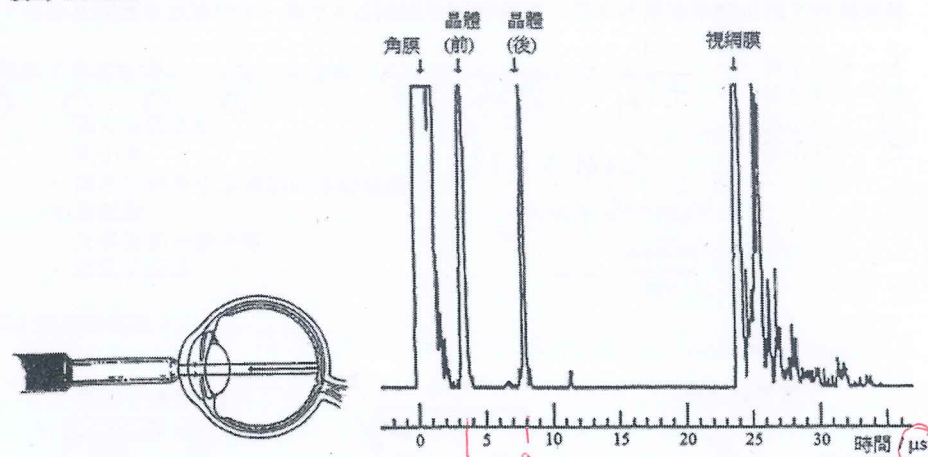


圖 4.5.1

圖 4.5.2

晶體的厚度約為

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

$$d = 1550 \times \frac{(8 - 3) \times 10^{-6}}{2}$$

$$= 3.5 \text{ mm}$$

A	B	C	D
☐	☐	☐	☐

↑ 來回時間

4.6 下列哪項有關內窺鏡的描述是正確的？

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

A B C D
☐ ☐ ☐ ☐

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

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

$$\frac{1}{t_{\text{eff}}} = \frac{1}{3 \times 24} + \frac{1}{4}$$

$$t_{\text{eff}} = 3.79 \text{ h}$$

A B C D
☐ ☐ ☐ ☐

4.8 下列哪項有關放射性核素成像的描述是正確的？

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

A B C D
☐ ☐ ☐ ☐

difficult

Q.4: 結構式題目

X-射線放射攝影成像和電腦斷層造影 (CT) 掃描均應用於醫療用途。

- (a) 簡單描述 X-射線如何產生。 *fast-moving electron → metal* (1 分)
 (b) 指出一項 CT 掃描較 X-射線放射攝影成像優勝之處。 *3D 影像* (1 分)
 (c) 所吸收輻射的有效劑量可以用毫希沃特 (mSv) 量度，或以從本底輻射接收到等效的劑量需時多久來表達。胸部 X-射線放射攝影成像和胸部 CT 掃描的有效劑量分列如下。

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

- (i) 簡單解釋為什麼 CT 掃描的有效劑量相對甚高。 *many times of X-ray* (1 分)
 (ii) 頭部 CT 掃描的有效劑量為 1.5 mSv。以表列的資料，估算其等效本底輻射劑量。 (1 分)
 $t = (1.5 / 0.02) \times 1.85 = 138.75 \text{ days}$
 (d) 在 CT 掃描中，一束初始強度為 I_0 的狹窄 X-射線沿途穿越肺腔、軟組織和骨骼。下表顯示各組織的線衰減係數，和 X-射線在各組織中的途程長度。

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

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

$$(ii) I = I_0 e^{-(\mu_1 x_1 + \mu_2 x_2 + \mu_3 x_3)}$$

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

$$= e^{-5.676} = 3.43 \times 10^{-3}$$