

112 學年度分科測驗 物理考科非選擇題評分原則

112 學年度分科測驗物理考科的非選擇題共有 4 題，包含第 20、21、23、26 題。其中第 20 為 2 分、21 題為 4 分、23 題為 6 分、26 題為 8 分，總計 20 分。

物理考科的非選擇題評量重點為考生是否能夠清楚表達推理過程，故答題時應將解題過程說明清楚。解題的方式有很多種，但考生用以解題的觀點必須符合題目所設定的情境。考生表述的概念內容正確，解題所用的相關公式也正確，且得到正確答案，方可得到滿分。若考生的觀念正確，也用對相關公式，但計算錯誤，可獲得部分分數。本公告謹提供各題滿分參考答案供各界參考，詳細評分原則說明與部分學生作答情形，請參見本中心將於 8 月 15 日出刊的第 338 期《選才電子報》。

112 學年度分科測驗物理考科非選擇題各題的滿分參考答案與評分原則說明如下：

第 20 題

一、滿分參考答案：

「弱作用（力）」或「弱力」或「弱核力」或「弱交互作用（力）」

二、評分原則：

寫出如滿分參考答案所列之一，即得該題滿分。

第 21 題

一、滿分參考答案：

1. 光子動量 p 與其對應波長 λ 的關係式為 $p = \frac{h}{\lambda}$ (式 1)

2. 光的波長 λ 、波速 c 與頻率 f 關係式為 $\lambda = c/f$ (式 2)

3. 將 (式 2) 代入 (式 1)，求得 $p = \frac{h}{\lambda} = \frac{h}{c/f} = \frac{hf}{c} = \frac{E}{c}$

二、評分原則：

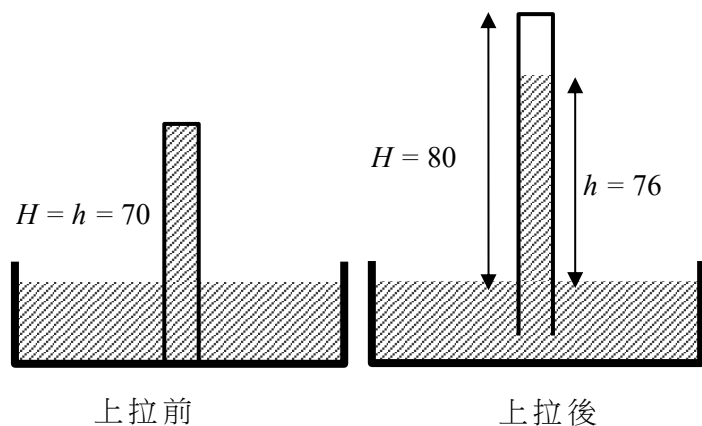
寫出 $p = \frac{h}{\lambda}$ (式 1) 與 $\lambda = c/f$ (式 2)，並將 (式 2) 代入 (式 1) 求得 $p = \frac{h}{\lambda} = \frac{h}{c/f} = \frac{hf}{c} = \frac{E}{c}$

即得該題滿分。

第 23 題

一、滿分參考答案：

因一大氣壓等於 76 公分水銀柱高，水銀無法隨試管上升至 80 公分，只會停在 $h = 76$ 處，故水銀的位能變化來自管內升高的 6 公分水銀柱，如下圖所示。



解法一

1. 末狀態的位能為 $U_{\text{末}} = \frac{13.6 \times 5 \times 76}{1000} \times 10 \times \frac{76}{2 \times 100} = 19.6384 \text{ J}$

2. 初始狀態的位能為 $U_{\text{初}} = \frac{13.6 \times 5 \times 70}{1000} \times 10 \times \frac{70}{2 \times 100} = 16.66 \text{ J}$

3. 末狀態的位能減去初始狀態的位能為

$$\Delta U = U_{\text{末}} - U_{\text{初}} = 19.6384 \text{ J} - 16.66 \text{ J} = 2.9784 \text{ J} \approx 3 \text{ J}$$

解法二

水銀柱 $h = 70$ 增至 $h = 76$ ，即等於從水銀槽移出 6 公分的水銀，放到質心位置為

$\frac{76+70}{2} = 73$ 公分處，此時水銀的重力位能增加

$$\Delta m \times g \times \Delta h = \frac{13.6 \times (76-70) \times 5}{1000} \times 10 \times \frac{76+70}{2 \times 100} = 2.9784 \text{ J} \approx 3 \text{ J}$$

解法三

1. 上拉過程中，原管內 70 公分的水銀（質量為 $m_1 = \frac{13.6 \times 70 \times 5}{1000}$ kg）上升 6 公分，此時

$$\text{水銀的重力位能增加了 } m_1 g \Delta h_1 = \frac{13.6 \times 70 \times 5}{1000} \times 10 \times \frac{6}{100} = 2.856 \text{ J}。$$

2. 因大氣壓力，水銀將由槽逐步補入試管下方，均勻分布在 0 ~ 6 公分，其質量為

$$m_2 = \frac{13.6 \times 6 \times 5}{1000} \text{ kg}，m_2 \text{ 的質心由零位面抬高至 3 公分處（質心要取其中點），故補入}$$

$$\text{試管 6 公分的水銀之位能變化為 } m_2 g \Delta h_2 = \frac{13.6 \times 6 \times 5}{1000} \times 10 \times \frac{3}{100} = 0.1224 \text{ J}。$$

3. 故水銀的總位能變化為

$$m_1 g \Delta h_1 + m_2 g \Delta h_2 = 2.856 \text{ J} + 0.1224 \text{ J} = 2.9784 \text{ J} \approx 3 \text{ J}$$

解法四

以外力作功轉換成水銀的位能

階段一： $H = 70$ 增至 $H = 76$ ， $h = 70$ 增至 $h = 76$ ，

$$\text{平均作用力為 } F = \rho h A g = 13.6 \times \frac{(76+70)}{2} \times 5 \times \frac{1}{1000} \times 10 = 49.64 \text{ N}$$

$$\text{位移為 } \Delta h = 0.06 \text{ m}，\text{故作功為 } F \times \Delta h = 49.64 \times 0.06 = 2.9784 \text{ J} \approx 3 \text{ J}$$

階段二： $H = 76$ 增至 $H = 80$ ，此時試管內的水銀液面高度不變，即 $h = 76$ ，故外力對水銀不作功。

綜合上述兩個階段，外力對水銀作功共約 3J，轉換為增加的水銀位能。

二、評分原則：

解法一

寫出末狀態的位能減去初始狀態的位能

$$\Delta U = U_{\text{末}} - U_{\text{初}} = \frac{13.6 \times 5 \times 76}{1000} \times 10 \times \frac{76}{2 \times 100} - \frac{13.6 \times 5 \times 70}{1000} \times 10 \times \frac{70}{2 \times 100} = 2.9784 \text{ J} \approx 3 \text{ J}$$

即得該題滿分。

解法二

寫出從水銀槽移出 6 公分的水銀放到質心位置為 $\frac{76+70}{2} = 73$ 公分處，所增加的位能為

$$\Delta m \times g \times \Delta h = \frac{13.6 \times (76-70) \times 5}{1000} \times 10 \times \frac{76+70}{2 \times 100} = 2.9784 \text{ J} \approx 3 \text{ J}$$

即得該題滿分。

解法三

寫出原管內的水銀與由槽逐步補入試管的水銀所增加的總位能為

$$m_1 g \Delta h_1 + m_2 g \Delta h_2 = \frac{13.6 \times 70 \times 5}{1000} \times 10 \times \frac{6}{100} + \frac{13.6 \times 6 \times 5}{1000} \times 10 \times \frac{3}{100} = 2.9784 \text{ J} \approx 3 \text{ J}$$

即得該題滿分。

解法四

寫出以外力做功轉換成水銀的位能

$$F \times \Delta h = 13.6 \times \frac{(76+70)}{2} \times 5 \times \frac{1}{1000} \times 10 \times 0.06 = 2.9784 \text{ J} \approx 3 \text{ J}$$

即得該題滿分。

第 26 題

一、滿分參考答案：

第(a)小題（2分）

磁通量最大量值發生在單一線圈面恰與磁極面重疊時（如圖 8 所示），此時垂直通過線圈的磁場僅單一方向，量值為 B ，單一線圈面積 A 為 $\frac{\pi(r_o^2 - r_i^2)}{8}$ ，故單一線圈磁通量最大量值 Φ_M 為

$$\Phi_M = BA = \frac{B\pi(r_o^2 - r_i^2)}{8}$$

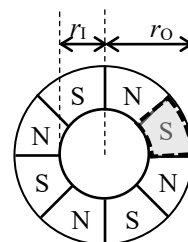
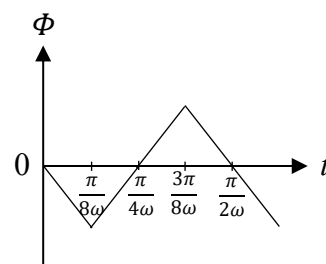


圖 8

第(b)小題 (3分)

感應電動勢為通過線圈的磁通量時變率，承第 25 題，
通過該單一線圈磁通量 Φ 隨時間 t 變化的關係圖如右圖
所示，當 $t=0$ 到 $t=\frac{\pi}{8\omega}$ 時，磁通量由 0 變化到 $-\Phi_M$ ，故單一線圈感應電動勢的最大量值 ε_M 為



$$\varepsilon_M = \left| \frac{\Delta \Phi(t)}{\Delta t} \right| = \frac{|-\Phi_M - 0|}{\frac{\pi}{8\omega} - 0} = B\omega(r_O^2 - r_I^2)$$

第(c)小題 (3分)

承第(b)小題，此單一線圈發電可達到最大功率 P_M 為

$$P_M = IV = \frac{V^2}{R} = \frac{(\varepsilon_M)^2}{R} = \frac{(B\omega(r_O^2 - r_I^2))^2}{R}$$

二、評分原則：

第(a)小題 (2分)

寫出

$$\Phi_M = BA = \frac{B\pi(r_O^2 - r_I^2)}{8}$$

即得該題滿分。

第(b)小題 (3分)

寫出

$$\varepsilon_M = \left| \frac{\Delta \Phi(t)}{\Delta t} \right| = \frac{|-\Phi_M - 0|}{\frac{\pi}{8\omega} - 0} = B\omega(r_O^2 - r_I^2)$$

即得該題滿分。

第(c)小題 (3分)

寫出

$$P_{\text{M}} = IV = \frac{V^2}{R} = \frac{(\varepsilon_{\text{M}})^2}{R} = \frac{\left(B\omega(r_{\text{O}}^2 - r_{\text{I}}^2)\right)^2}{R}$$

即得該題滿分。