

110 學年度指定科目考試 物理考科非選擇題參考答案

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。若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。本公告謹提供各大題參考答案以供各界參考，詳細評分原則說明，請參見本中心將於 9 月 15 日出刊的《選才電子報》。

110 學年度指定科目考試物理考科非選擇題各大題的參考答案說明如下：

第一題

第 1 小題 (2 分)

- (1) 為了測量量熱器的初始溫度。由於量熱器的初始溫度難以直接測量，若先將冷水加入量熱器內達成熱平衡後，可由測量水溫得知量熱器的初始溫度。
- (2) 增加系統熱容量。由於將冷水加入量熱器後，系統的總熱容量變大，可避免直接將熱水加入量熱器後，使得系統溫度過高，造成更多熱量散失的情形發生。

第 2 小題 (2 分)

- (1) 金屬塊的體積不能過大，因為金屬塊需完全沒入水中；水的體積要大到足以淹過金屬塊。
- (2) 金屬塊的體積不能過小，避免因水溫變動過小而難以測量水的溫度變化。

第 3 小題 (3 分)

令冷水質量為 $m_{\text{冷}}$ 、比熱為 $s_{\text{冷}}$ 、初溫為 $T_{\text{冷}}$ ；熱水質量為 $m_{\text{熱}}$ 、比熱為 $s_{\text{熱}}$ 、初溫為 $T_{\text{熱}}$ ；

量熱器熱容量為 $C_{\text{量}}$ 、初溫為 $T_{\text{量}}$ ；金屬塊 A 質量為 m_{A} 、比熱為 s_{A} 、初溫為 T_{A} 。

首先計算量熱器的熱容量 $C_{\text{量}}$ 。依據能量守恆的概念，當系統達成熱平衡時，熱水放出的熱量等於冷水與量熱器吸收的熱量，可得

$$m_{\text{熱}}s_{\text{熱}}(T_{\text{熱}} - T) = m_{\text{冷}}s_{\text{冷}}(T - T_{\text{冷}}) + C_{\text{量}}(T - T_{\text{量}})$$

其中 T 為熱平衡溫度，且 $T_{\text{冷}} = T_{\text{量}}$ 。

由表 1 的實驗數據可得

$$200 \times 4.2 \times (100 - 65) = 100 \times 4.2 \times (65 - 15) + C_{\text{量}} \times (65 - 15)$$

經計算可得

$$C_{\text{量}} = \frac{200 \times 4.2 \times (100 - 65)}{(65 - 15)} - 100 \times 4.2 = 40 \times 4.2 = 168 \text{ (J/}^\circ\text{C)}$$

接著計算金屬塊 A 的比熱 s_A 。同理可得

$$m_A s_A (T_A - T') = m_{\text{冷}} s_{\text{冷}} (T' - T_{\text{冷}}) + C_{\text{量}} (T' - T_{\text{量}})$$

其中 T' 為熱平衡溫度，且 $T_{\text{冷}} = T_{\text{量}}$ 。

由表 2 的實驗數據可得

$$100 \times s_A \times (100 - 24) = 100 \times 4.2 \times (24 - 19) + 168 \times (24 - 19)$$

經計算可得金屬塊 A 的比熱

$$s_A = \frac{(100 \times 4.2 + 168) \times (24 - 19)}{100 \times (100 - 24)} \approx 0.39 \text{ (J/g}^\circ\text{C)}$$

第 4 小題 (3 分)

令 I 為電流、 V 為電壓、 Δt 為加熱時間，電熱板加熱所提供的能量為

$$E = IV\Delta t$$

由題目給定數值可知

$$E = 0.50 \times 12 \times (2 \times 60) = 720 \text{ (J)}$$

令金屬塊 B 質量為 m_B 、比熱為 s_B 、初溫為 T_i 、末溫為 T_f 。

金屬塊 B 升溫時所吸收的熱量為

$$Q = m_B s_B (T_f - T_i)$$

由於已知金屬塊 A 的比熱為 $0.39 \text{ J/g}^\circ\text{C}$ ，故可知金屬塊 B 的比熱 s_B 為 $0.15 \text{ J/g}^\circ\text{C}$ 。

由表 3 的實驗數據可得

$$Q = 100 \times 0.15 \times (58 - 22) = 15 \times 36 = 540 \text{ (J)}$$

所以電熱板提供的能量被金屬塊 B 吸收的百分比為

$$\frac{Q}{E} = \frac{540}{720} = \frac{3}{4} = 75\%$$

第二題

第 1 小題 (4 分)

令短棒對擺錘施力量值為 F ，擺錘所受重力量值為 mg ，其中 m 為擺錘質量、 g 為重力加速度量值。

任一擺錘的受力情形如圖所示， $\vec{F} + m\vec{g} = \vec{f}_c$ 。

由鉛直方向的力平衡可得

$$F \cos 45^\circ = mg$$

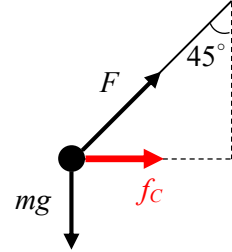
擺錘所受短棒施力與重力的合力作為擺錘作圓周運動所需的向心力，其量值為

$$F \sin 45^\circ = f_c$$

由於向心力量值 $f_c = mr\omega^2$ ，其中 ω 為角速度量值、 r 為旋轉半徑。故 $mr\omega^2 = mg$ 。

經整理可得

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{r}} = \sqrt{\frac{10}{0.40}} = 5 \text{ (rad/s)}$$



第 2 小題 (3 分)

令外殼對擺錘施予的正向力量值為 N ，任一擺錘的受力情形如圖所示， $\vec{F} + \vec{N} + m\vec{g} = \vec{f}_c$ 。

擺錘作圓周運動所需向心力量值為

$$f_c = mr\omega^2 = 1.0 \times 0.40 \times 6^2 = 14.4 \text{ (N)}$$

短棒對擺錘施力的垂直分量為

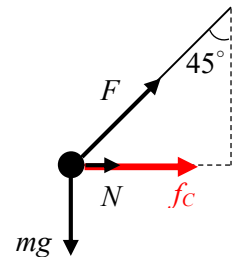
$$F \cos 45^\circ = mg = 1.0 \times 10 = 10 \text{ (N)}$$

正向力與短棒對擺錘施力的水平分量提供作為向心力，故

$$f_c = N + F \sin 45^\circ = 14.4 \text{ (N)}$$

經計算可得正向力量值為

$$N = 14.4 - 10 = 4.4 \text{ (N)}$$



第 3 小題 (3 分)

擺錘所受的動摩擦力量值為

$$f_k = \mu N = 0.25 \times 4.4 = 1.1 \text{ (N)}$$

因摩擦所損耗的功率 $P = f_k v$ ，其中 v 為擺錘運動的切線速率，且 $v = \omega r$ 。

經計算可得功率為

$$P = f_k \omega r = 1.1 \times 6 \times 0.4 = 2.64 \text{ (W)}$$