

## 109 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分析推論過程，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，並得到正確答案，則可得到滿分。若考生的觀念正確，也用對相關公式，但計算錯誤，則可獲得部分分數。本公告謹提供滿分的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 8 月 15 日出刊的《選才電子報》。

109 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（4 分）

題目中的甲物體從光滑曲面下滑後，以  $v_{\text{甲}}$  表示甲物體在光滑水平地面上，未與乙物體發生一維正面彈性碰撞前的速度。根據力學能守恆定律可知

$$3mgh = \frac{1}{2}(3m)v_{\text{甲}}^2$$

經計算後得  $v_{\text{甲}} = \sqrt{2gh}$

以  $v'_{\text{甲}}$ 、 $v'_{\text{乙}}$  分別表示甲、乙兩物體在光滑水平地面上，發生一維正面彈性碰撞後瞬間的速度； $m_{\text{甲}}$ 、 $m_{\text{乙}}$  分別表示題目中甲、乙兩個物體的質量； $v_{\text{乙}}$  為乙物體發生正面彈性碰撞前的速度，此速度量值為零。

### 解法一

由動量守恆定律與力學能守恆定律可知

$$(3m)v_{\text{甲}} = (3m)v'_{\text{甲}} + (m)v'_{\text{乙}}$$

$$\frac{1}{2}(3m)v_{\text{甲}}^2 = \frac{1}{2}(3m)v_{\text{甲}}'^2 + \frac{1}{2}(m)v_{\text{乙}}'^2$$

經整理後得

$$v'_{\text{甲}} = \frac{1}{2}\sqrt{2gh} \quad , \quad v'_{\text{乙}} = \frac{3}{2}\sqrt{2gh}$$

因此發生碰撞後瞬間，甲、乙兩物體的速率分別為

$$|v'_{\text{甲}}| = \frac{1}{2}\sqrt{2gh} \quad |v'_{\text{乙}}| = \frac{3}{2}\sqrt{2gh}$$

### 解法二

由一維空間的彈性碰撞公式可知

$$v'_{\text{甲}} = \frac{m_{\text{甲}} - m_{\text{乙}}}{m_{\text{甲}} + m_{\text{乙}}} v_{\text{甲}} + \frac{2m_{\text{乙}}}{m_{\text{甲}} + m_{\text{乙}}} v_{\text{乙}}$$

$$v'_{\text{乙}} = \frac{2m_{\text{甲}}}{m_{\text{甲}} + m_{\text{乙}}} v_{\text{甲}} + \frac{m_{\text{乙}} - m_{\text{甲}}}{m_{\text{甲}} + m_{\text{乙}}} v_{\text{乙}}$$

代入題目給定的各參數值，經計算整理後得

$$v'_{\text{甲}} = \frac{3m - m}{3m + m} v_{\text{甲}} = \frac{1}{2}\sqrt{2gh}$$

$$v'_{\text{乙}} = \frac{2 \times 3m}{3m + m} v_{\text{甲}} = \frac{3}{2}\sqrt{2gh}$$

因此發生碰撞後瞬間，甲、乙兩物體的速率分別為

$$|v'_{\text{甲}}| = \frac{1}{2}\sqrt{2gh} \quad |v'_{\text{乙}}| = \frac{3}{2}\sqrt{2gh}$$

### 解法三

由動量守恆定律可知

$$m_{\text{甲}}v_{\text{甲}} + m_{\text{乙}}v_{\text{乙}} = m_{\text{甲}}v'_{\text{甲}} + m_{\text{乙}}v'_{\text{乙}}$$

根據兩物體的正面一維彈性碰撞性質可知，不論兩物體的質量為多少，兩物體碰撞前後的相對速度量值相同，但方向相反，因此可得

$$v_{\text{甲}} - v_{\text{乙}} = -(v'_{\text{甲}} - v'_{\text{乙}})$$

代入題目給定的各參數值，經計算整理後得

$$v'_{\text{甲}} = \frac{1}{2}\sqrt{2gh} \quad v'_{\text{乙}} = \frac{3}{2}\sqrt{2gh}$$

因此發生碰撞後瞬間，甲、乙兩物體的速率分別為

$$|v'_{\text{甲}}| = \frac{1}{2}\sqrt{2gh} \quad |v'_{\text{乙}}| = \frac{3}{2}\sqrt{2gh}$$

#### 解法四

題目中甲、乙兩物體的質心速度為 $V_c$ ，根據質心速度的定義得知

$$V_c = \frac{m_{\text{甲}}v_{\text{甲}} + m_{\text{乙}}v_{\text{乙}}}{m_{\text{甲}} + m_{\text{乙}}} = \frac{3m \times v_{\text{甲}} + m \times 0}{3m + m} = \frac{3}{4}\sqrt{2gh}$$

由一維空間的彈性碰撞公式並經計算整理後可知

$$v'_{\text{甲}} = 2V_c - v_{\text{甲}} = \frac{1}{2}\sqrt{2gh}$$

$$v'_{\text{乙}} = 2V_c - v_{\text{乙}} = \frac{3}{2}\sqrt{2gh}$$

因此發生碰撞後瞬間，甲、乙兩物體的速率分別為

$$|v'_{\text{甲}}| = \frac{1}{2}\sqrt{2gh} \quad |v'_{\text{乙}}| = \frac{3}{2}\sqrt{2gh}$$

第2小題 (a) (3分)

當乙物體恰正向接觸彈簧，到彈簧第一次恢復至原自然長度，所花的時間  $t$ ，恰好為簡諧運動週期  $T$  的一半，可以得知

$$t = \frac{1}{2}T = \frac{1}{2} \times 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

因此兩物體距離

$$r = (v'_{\text{甲}})t = v'_{\text{甲}} \times \frac{T}{2}$$

代入數值後可得

$$r = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{2mgh}{k}}$$

第2小題 (b) (3分)

應用功能定理，由彈力作功等於動能的變化量，可知

$$W = \Delta E_k = 0 - \frac{1}{2}mv_{\text{乙}}^2 = -\frac{1}{2}m\left(\frac{3}{2}\sqrt{2gh}\right)^2 = -\frac{9}{4}mgh$$

由力學能守恆定律可以得知，當彈簧達最大壓縮量時，乙物體的動能全部轉換為彈簧的彈簧位能，因此

$$\frac{1}{2}mv_{\text{乙}}^2 = \frac{1}{2}kA^2 \quad \text{其中 } A \text{ 為彈簧的最大壓縮量。}$$

$$\text{經計算後可得 } A = \frac{3}{2}\sqrt{\frac{2mgh}{k}}$$

## 第二題

### 第1小題 (2分)

第一項器材：

可以形成迴路，但不會因電阻過低造成短路的器材，例如：電場形成盤、裝有可導電之水溶液的透明壓克力水槽、鹽水槽等。

第二項器材：

可量測電流、電壓的器材，例如：三用電表、伏特計、安培計、檢流計、數位多用電表等器材。

### 第2小題 (3分)

步驟 1：兩探針放入電場形成盤中，固定一根探針的位置，並移動另一根探針，找出檢流計讀數為零的探針位置並記錄之。

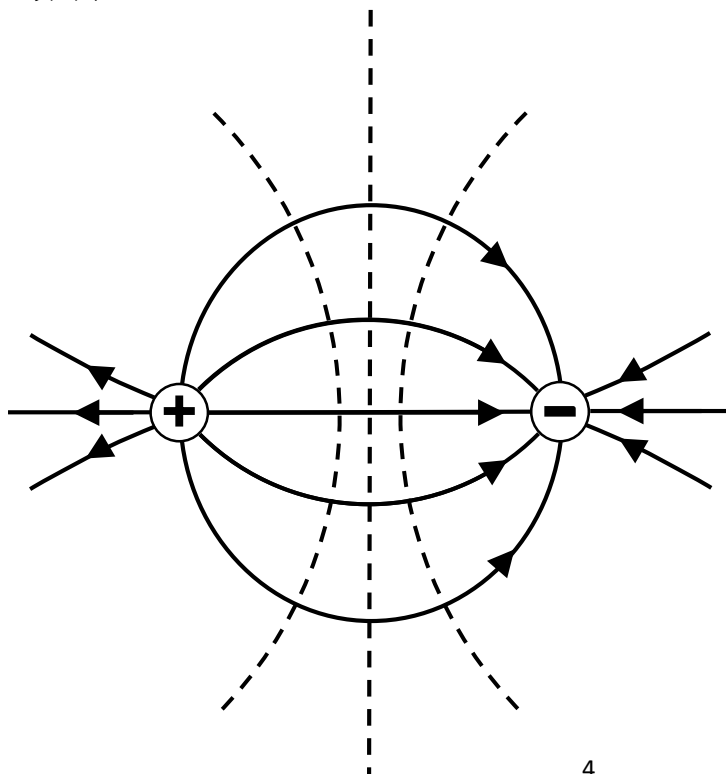
步驟 2：繼續移動探針，找出其他檢流計讀數為零的數個探針位置並記錄之，接著將這些位置點連起來，所獲得的連線即為一條等電位線。

步驟 3：改變固定探針的位置，並重複步驟 1 與步驟 2，找出多條不同電位的等電位線。

步驟 4：繪出垂直於等電位線的線，即為電力線，且電力線會由正電極指向負電極。

### 第3小題 (3分)

參考圖案：



第4小題 (2分)

參考圖案：

