

102 學年度指定科目考試物理考科非選擇題參考答案

物理考科非選擇題的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，較詳細的評分原則說明，請詳見本中心將於 8 月 15 日出刊的《選才電子報》。

102 學年度指定科目考試物理考科各大題的參考答案說明如下：

第一題

1.

【解法一】以文字說明

將 X 和 Y 兩端相接後，調整可變電阻 P，使安培計的讀數為最大值 1mA，即可將此簡易電阻測量器歸零。

【解法二】以計算方式表達

因為安培計的讀值最大為 1.0mA

$$\therefore \frac{1.5\text{V}}{1.0 \times 10^{-3}\text{A}} = 1500\Omega,$$

又因為安培計內電阻為 20Ω，

故需將可變電阻調至 $1500\Omega - 20\Omega = 1480\Omega$ 。

2.

【解法一】計算電路中的總電阻，再利用歐姆定律求解

先求歸零時的可變電阻值 R_p ，

$$\frac{1.5\text{V}}{R_p + 20\Omega} = 1\text{mA} \Rightarrow R_p = 1480\Omega$$

再求待測物之電阻值 $R_{\text{待測}}$ ，

$$\frac{1.5\text{V}}{R_{\text{待測}} + R_p + 20\Omega} = 0.5\text{mA} \Rightarrow R_{\text{待測}} = 1500\Omega$$

【解法二】由各元件兩端的電位差之總和等於總電壓求解

先求歸零時的可變電阻值 R_p ，

$$1.5\text{V} = R_p \times 1.0\text{mA} + 20\Omega \times 1.0\text{mA} \Rightarrow R_p = 1480\Omega$$

再求待測物之電阻值 $R_{\text{待測}}$ ，

$$\begin{aligned} 1.5\text{V} &= R_0 \times 0.5\text{mA} + R_{\text{待測}} \times 0.5\text{mA} \\ &= (1480 + 20) \times 0.5\text{mA} + R_{\text{待測}} \times 0.5\text{mA} \end{aligned}$$

其中 R_0 為歸零時的總電阻值， $R_{\text{待測}}$ 為待測物之電阻值

$$\text{故 } R_{\text{待測}} = \frac{0.75\text{V}}{0.5\text{mA}} = 1500\Omega。$$

3.

【解法一】 計算電路中的總電阻，再利用歐姆定律求解

當通過安培計電流為0.1mA：

$$\frac{1.5\text{V}}{R_{\text{待測}} + 1480\Omega + 20\Omega} = 0.1\text{mA} \Rightarrow R_{\text{待測}} = 13500\Omega$$

當通過安培計電流為0.9mA：

$$\frac{1.5\text{V}}{R_{\text{待測}} + 1480\Omega + 20\Omega} = 0.9\text{mA} \Rightarrow R_{\text{待測}} = \frac{500}{3}\Omega \approx 167\Omega$$

∴ 可測量電阻的範圍：167Ω 到 13500Ω

【解法二】 由各元件兩端的電位差之總和等於總電壓求解

當通過安培計電流為 0.1mA：

$$1.5\text{V} = R_0 \times 0.1\text{mA} + R_{\text{待測}} \times 0.1\text{mA} \Rightarrow R_{\text{待測}} = \frac{1.35\text{V}}{0.1\text{mA}} = 13500\Omega$$

當通過安培計電流為 0.9mA：

$$1.5\text{V} = R_0 \times 0.9\text{mA} + R_{\text{待測}} \times 0.9\text{mA} \Rightarrow R_{\text{待測}} = \frac{0.15\text{V}}{0.9\text{mA}} = \frac{500}{3}\Omega \approx 167\Omega$$

∴ 可測量電阻的範圍：167Ω 到 13500Ω

備註：因計算或有效數字而使求出的數值在可容許的範圍之內，仍為可給全部分數之答案。例如取兩位有效數字，則可測量電阻的範圍為170Ω 到 14000Ω。

4.

【解法一】 以文字說明

可測量的電阻範圍會變小，因為在安培計兩端並聯一個與安培計內電阻值相同的小電阻，電路中的總電流（即通過待測物的電流）變為原來的 2 倍，由於電池的電動勢仍為 1.5V，可測量的電阻範圍因而變小。

【解法二】 以計算方式表達

$$20\Omega // 20\Omega = 10\Omega$$

歸零時通過安培計的電流=1.0mA，則通過 R_p 的電流 = $2 \times 1.0\text{mA} = 2.0\text{mA}$

$$\therefore \frac{1.5\text{V}}{R_p + 10\Omega} = 2.0\text{mA} \Rightarrow R_p = 740\Omega$$

並聯 r 的電路，安培計電流=0.1mA，則通過 $R_{\text{待測}}$ 的電流=0.2mA：

$$\frac{1.5\text{V}}{R_{\text{待測}} + 740\Omega + 10\Omega} = 0.2\text{mA} \Rightarrow R_{\text{待測}} = 6750\Omega$$

並聯 r 的電路，安培計電流=0.9mA，則通過 $R_{\text{待測}}$ 的電流=1.8mA：

$$\frac{1.5\text{V}}{R_{\text{待測}} + 740\Omega + 10\Omega} = 1.8\text{mA} \Rightarrow R_{\text{待測}} = 83\Omega$$

並聯 r 的電路可測量電阻的範圍：83Ω 到 6750Ω。與第 3 題結果相比，可測量電阻的範圍變小。

第二題

1.

【解法一】將物體受力分解為水平與鉛直方向的分量

$$\text{水平方向： } T \cos \theta - N \sin \theta = 0 \quad (1)$$

$$\text{鉛直方向： } T \sin \theta + N \cos \theta = mg \quad (2)$$

解(1), (2)式得

$$N = mg \cos \theta \quad T = mg \sin \theta$$

$$T/N = \tan \theta$$

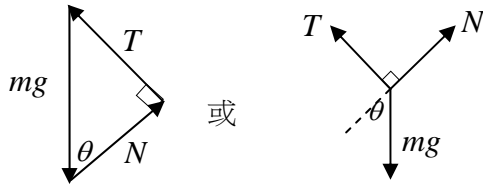
【解法二】將物體受力分解為平行斜面與垂直斜面方向的分量

$$\text{平行斜面方向： } T - mg \sin \theta = 0$$

$$\text{垂直斜面方向： } N - mg \cos \theta = 0$$

移項後，兩式相除，求得 $T/N = \tan \theta$ 。

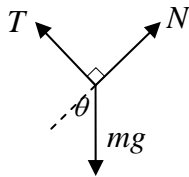
【解法三】畫出力圖表達力的平衡



$$N \tan \theta = T$$

$$T/N = \tan \theta$$

【解法四】畫出力圖，並利用拉密定理求解



$$\text{拉密定理： } \frac{T}{\sin(180^\circ - \theta)} = \frac{N}{\sin(90^\circ + \theta)} = \frac{mg}{\sin 90^\circ}$$

$$\therefore \frac{T}{N} = \tan \theta$$

2.

【解法一】將物體受力分解為水平與鉛直方向的分量

$$\text{水平方向： } T \cos \theta - N \sin \theta = ma \quad (3)$$

$$\text{鉛直方向： } T \sin \theta + N \cos \theta = mg \quad (4)$$

有加速度 a 時，當 $N=0$ 物體則脫離

解(3), (4)式得

$$N = mg \cos \theta - ma \sin \theta = 0$$

$$\Rightarrow a \geq g \cot \theta$$

$$\Rightarrow T = ma \cos \theta + mg \sin \theta$$

$$\text{而 } a = g \cot \theta \Rightarrow T = \frac{mg}{\sin \theta} (= mg \csc \theta)$$

【解法二】將物體受力分解為平行斜面與垂直斜面方向的分量

垂直斜面方向： $N = ma \sin \theta - mg \cos \theta$ (5)

平行斜面方向： $T = ma \cos \theta + mg \sin \theta$ (6)

當 $N=0$ 時，物體恰可脫離斜面，故式(5)為
 $ma \sin \theta = mg \cos \theta \Rightarrow a$ 最小值為 $g \cot \theta$

則式(6)為 $T = \frac{mg}{\sin \theta}$

3.

【解法一】物體的水平初速度為零

若在瞬間加速，斜面一獲得加速度 a 時，繩子便斷裂，而物體未獲得水平方向的初速度，因此物體會作自由落體運動。

由 $h = gt^2/2$ ，可知落地時間 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ 。

【解法二】物體的水平初速度不為零

若是逐漸加速，在細繩斷裂之後，斜面會繼續以等加速度 a 向左運動，且物體會獲得一向左的水平初速度。此時物體已脫離斜面，故物體在水平方向作等速運動，而在鉛直方向作加速度為 g 的等加速運動，即物體作向左之水平拋體運動。

由 $h = gt^2/2$ ，可知落地時間 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ 。