

95 指定科目考試非選擇題 評分原則說明～物理考科

■第一處 程暉滢

今年度指考物理非選擇題有兩大題，每大題各佔 10 分，共計 20 分。以下將先說明評分原則，並依今年抽樣卷（約 1400 份）的作答內容，列出各題可能的作法，再說明評分要點。此份評分標準說明希望能讓考生更明白指考物理科非選擇題的答題要求，也希望高中教學有正面的意義。

壹、評分基本原則

一、是否用適合且正確的概念來解題

1. 解題的方式有很多種，但考生所選用以解題的觀點必須符合題目所設定的情境。
2. 考生表述的概念內容必須正確，解題所用的相關公式也要正確（若觀念正確，也用對相關公式，但計算錯誤，可獲得部份分數）。

二、是否求得正確答案

答案的形式可能不只一種，訂定評分標準時會將答案所有形式列出。不論考生寫出的答案形式為何，要獲得滿分，該答案必須完全正確。

貳、評分要點示例

一、如圖 15 所示，在光滑水平面上有相互重疊之甲乙兩木塊，其質量各為 $2m$ 與 m 。起初，甲木塊靜止在水平面上，而乙木塊在甲木塊上之左緣以初速 v 向右運動。已知甲乙兩木塊之間的動摩擦係數為 μ_k ，回答以下各問題（以 m 、 v 、 μ_k 及重力加速度 g 表示）。

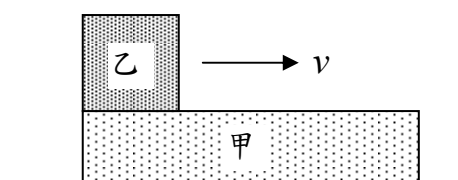


圖 15

- (1) 假設甲木塊夠長，使得乙木塊不會掉落到水平面上。一段時間後，甲乙兩木塊以同一速度 v_f 運動，求 v_f 。(4分)
- (2) 承(1)小題，求甲乙兩木塊達到同一速度 v_f 所需的時間。(3分)
- (3) 若不計乙木塊之長度，則甲木塊至少要多長，乙木塊才不會自甲木塊上掉落？(3分)

題號	可能的作法	評分要點
第一題 第 1 小題 (4 分)	法一：動量守恆 $mv = 3mv_f$ 故 $v_f = \frac{v}{3}$ 。	概念正確 (例如動量守恆) 列式正確 答案正確
	法二：因摩擦力為內力，故質心速度為定值 $v_c = \frac{mv + 2m \cdot 0}{3m} = v_f$ $v_f = \frac{1}{3}v$	
	法三：質心動能 = 系統內未耗損的動能 $\frac{1}{2}(m + 2m)v_f^2 = \frac{1}{2}mv^2 \left(\frac{m}{m + 2m} \right)$ $\therefore v_f = \frac{1}{3}v$	
	法四：先求兩物的加速度，再應用運動公式 求 v_f ，以及甲乙兩木塊達到同一速度 所需的時間 t $a_{\text{甲}} = \frac{\mu_k mg}{2m} = \frac{\mu_k g}{2}, v_f = \frac{\mu_k gt}{2} \dots\dots(1)$ $a_{\text{乙}} = -\frac{\mu_k mg}{m} = -\mu_k g, v_f = v - \mu_k gt \dots\dots(2)$ 以(1)代入(2)， $v_f = v - 2v_f, v_f = \frac{1}{3}v$ $\therefore t = \frac{2v}{3\mu_k g}$	

題號	可能的作法	評分要點
第一題 第 2 小題 (3 分)	<p>法一：運用運動公式求解</p> <p>(a) 以甲物求解 設所需時間為 t，因甲木塊的加速度為</p> $a_{\text{甲}} = \frac{\mu_k mg}{2m} = \frac{\mu_k g}{2},$ <p>由 $v_f = a_{\text{甲}} t = \frac{\mu_k mg}{2m} t$</p> <p>可得 $t = \frac{2v}{3\mu_k g}$。</p> <p>(b) 以乙物求解 設所需時間為 t，因乙木塊的加速度為</p> $a_{\text{乙}} = \frac{-\mu_k mg}{m} = -\mu_k g$ <p>由 $v_f = v - a_{\text{乙}} t = v - \mu_k g t$</p> $t = \frac{2v}{3\mu_k g}$	<p>概念正確 (例如知道摩擦力為 $\mu_k mg$，正確地應用運動公式等)</p> <p>列式正確 (需說明所列的式子是以何物為主體)</p> <p>答案正確</p>
	<p>法二：運用衝量求解</p> <p>(a) 以甲物求解 設所需時間為 t，$Ft = \Delta p$</p> $\mu_k mg \cdot t = 2m \cdot \frac{1}{3}v - 0 \quad \therefore t = \frac{2v}{3\mu_k g}$ <p>(b) 以乙物求解 設所需時間為 t，$Ft = \Delta p$</p> $-\mu_k mg \cdot t = \frac{1}{3}mv - mv \quad \therefore t = \frac{2v}{3\mu_k g}$	
	<p>法三： 即第(1)小題的法四。</p>	

題號	可能的作法	評分要點
第一題 第3小題 (3分)	<p>法一：由功能定律</p> <p>甲木塊的長度至少要大於甲乙兩木塊達到同一速度前，甲乙木塊相對所走的距離。</p> <p>設此距離為 l，則由動能的改變</p> $= \text{動摩擦力所作的功 } \mu_k mgl = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}(3m)v_f^2$ <p>可得 $l = \frac{v^2}{3\mu_k g}$。</p>	概念正確 (例如功能定律，以及甲木塊長度 l 與甲乙木塊相對運動的關係) 列式正確 答案正確
	<p>法二：由運動公式 $s = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$</p> <p>$l =$ 乙木塊相對地面所走距離 - 甲木塊相對地面所走距離</p> <p>甲木塊相對地面所走的距離</p> $S_{\text{甲}} = \frac{1}{2}a_{\text{甲}}t^2 = \frac{1}{2}\left(\frac{\mu_k g}{2}\right)t^2 = \frac{v^2}{9\mu_k g}$ <p>乙木塊相對地面所走的距離</p> $S_{\text{乙}} = vt - \frac{1}{2}a_{\text{乙}}t^2 = vt - \frac{1}{2}\mu_k g t^2 = \frac{4v^2}{9\mu_k g},$ <p>故 $l = S_{\text{乙}} - S_{\text{甲}} = \frac{4v^2}{9\mu_k g} - \frac{v^2}{9\mu_k g} = \frac{v^2}{3\mu_k g}$</p>	
	<p>法三：由運動公式 $v_f^2 = v_0^2 + 2as$</p> <p>$l =$ 乙木塊相對地面所走距離 - 甲木塊相對地面所走距離</p> $v_f^2 = v_0^2 + 2aS \rightarrow S = \frac{v_f^2 - v_0^2}{2a}$ <p>甲木塊相對地面所走距離 $S_{\text{甲}} = \frac{\left(\frac{v}{3}\right)^2 - 0^2}{2 \cdot \left(\frac{\mu_k g}{2}\right)} = \frac{v^2}{9\mu_k g}$</p> <p>乙木塊相對地面所走距離 $S_{\text{乙}} = \frac{\left(\frac{v}{3}\right)^2 - v^2}{2 \cdot (-\mu_k g)} = \frac{4v^2}{9\mu_k g}$</p> <p>故 $l = S_{\text{乙}} - S_{\text{甲}} = \frac{4v^2}{9\mu_k g} - \frac{v^2}{9\mu_k g} = \frac{v^2}{3\mu_k g}$</p>	

題號	可能的作法	評分要點
第一題	法四：由平均相對速度 甲乙相對速度由 v 變為 0 ，故平均相對速度 $\frac{1}{2}v$ $\therefore l = (\frac{1}{2}v)t = \frac{1}{2}v \frac{2v}{3\mu_k g} = \frac{v^2}{3\mu_k g}$	概念正確 (例如功能定律，以及甲木塊長度 l 與甲乙木塊相對運動的關係)
第3小題 (3分)	法五：考慮乙相對於甲運動，初速 v ，末速 0 reduced mass $\mu = \frac{m \cdot 2m}{m + 2m}$ $0 = v^2 - 2 \frac{F}{\mu} l$ $0 = v^2 - 2 \frac{\mu_k mg}{\frac{m \cdot 2m}{m + 2m}} l \Rightarrow l = \frac{v^2}{3\mu_k g}$	列式正確 答案正確
	法六：考慮甲乙相對運動 $a_{甲} = \frac{\mu_k mg}{2m} = \frac{\mu_k g}{2}$ ， $a_{乙} = -\frac{\mu_k mg}{m} = -\mu_k g$ $a_{甲-乙} = \frac{3}{2} \mu_k g$ $(v_{甲末速} - v_{乙末速})^2 = (v_{甲初速} - v_{乙初速})^2 - 2(a_{甲} - a_{乙})S$ $\therefore 0 = v^2 - 2 \times \frac{3}{2} \mu_k g \times l \Rightarrow l = \frac{v^2}{3\mu_k g}$	

二、如圖16所示的電路， $\varepsilon_1 = 4.0 \text{ V}$ ， $\varepsilon_2 = 6.0 \text{ V}$ ， $R_1 = 3.5 \Omega$ ， $R_2 = 1.5 \Omega$ ， $R_3 = 4.0 \Omega$ ， $C = 2.0 \text{ pF}$ ($1 \text{ pF} = 1 \times 10^{-12} \text{ F}$)。電池的內電阻可以忽略，平行板電容器C的板距為 2.0 mm 。充電完畢後，求：

- (1) A點與B點間的電位差(即 $V_A - V_B$)為何？(4分)
- (2) 平行板電容器C左右兩板各別所帶電荷的量值及符號。(3分)
- (3) 平行板電容器內的電場。(3分)

【提示：含電容器的分支電路在電容器充電完畢後，電流為零，故該分支電路形成斷路】

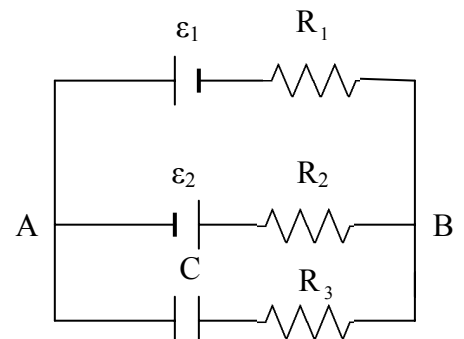
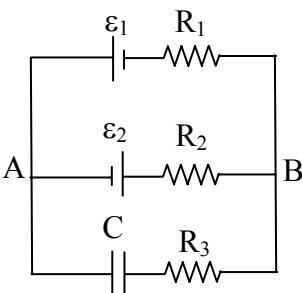
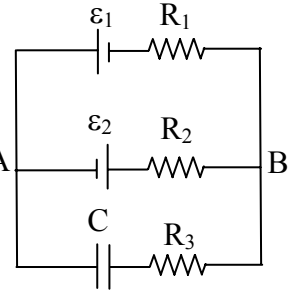
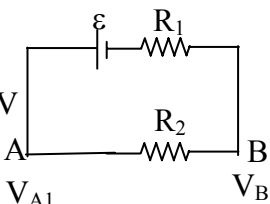
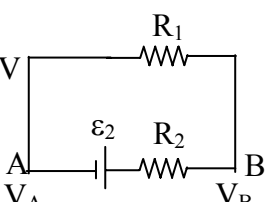


圖 16

題號	可能的作法	評分要點
第二題 第1小題 (4分)	<p>法一：</p> $I = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{R_1 + R_2} = \frac{10}{3.5 + 1.5} = 2.0\text{A}$ <p>從中間的分支電路來看</p> $V_A + 6 - (2 \times 1.5) = V_B$ $V_{AB} = V_A - V_B = 3 - 6 = -3.0\text{V}$ 	概念正確 (例如經過電池電位上升、經過電阻電位下降) 列式正確 答案正確
	<p>法二：</p> $I = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{R_1 + R_2} = \frac{10}{3.5 + 1.5} = 2.0\text{A}$ <p>從最上面的分支電路來看</p> $V_B - (2 \times 3.5) + 4.0 = V_A$ $\therefore V_{AB} = V_A - V_B = 4 - 7 = -3.0\text{V}$ 	
	<p>法三：在同一迴路中，電流為定值。</p> <p>設 $V_A = 0$，$V_B = V$，$I = \frac{6 - V}{1.5} = \frac{V + 4}{3.5}$</p> $\therefore V = 3, \quad \therefore V_A - V_B = 0 - 3 = -3\text{V}$	
	<p>法四：考慮電路的合成</p> <p>先移除 ε_2</p> $V_{A1} = 4.0\text{V}$ $V_{B1} = 4.0 \times \frac{3.5}{1.5 + 3.5} = 4.0 \times \frac{3.5}{5.0} = 2.8\text{V}$  <p>再移除 ε_1</p> $V_{A2} = 0\text{V}$ $V_{B2} = 6.0 \times \frac{3.5}{1.5 + 3.5} = 6.0 \times \frac{3.5}{5.0} = 4.2\text{V}$  <p>合成電路</p> $V_{AB} = V_A - V_B$ $= (V_{A1} + V_{A2}) - (V_{B1} + V_{B2})$ $= (4.0 + 0) - (2.8 + 4.2)$ $= -3.0\text{V}$	

題號	可能的作法	評分要點
第二題 第 2 小題 (3 分)	$q = CV_{AB} = 2 \times 10^{-12} \times (-3) = -6.0 \times 10^{-12} \text{ C}$ (左板帶負電荷，右板帶正電荷)。	概念正確 (知道電量與電容、電壓之間的關係) 列式正確 答案正確 (電量值、左右兩板的電性)

題號	可能的作法	評分要點
第二題 第 3 小題 (3 分)	$E = \frac{V}{d} = \frac{3}{2 \times 10^{-3}} = 1.5 \times 10^3 \text{ V/m}$	概念正確 (知道電場與電壓、兩板間距離的關係) 列式正確 答案正確 (電場值、單位)

在抽樣卷中常會看到考生對自己用來解題的觀點表達不清楚，或所用符號並非題中所定義，也沒有說明所用符號的定義，這些都會造成評分時的困難。考生對解題過程的表達是評分依據，因此考生應盡可能地說明解題的想法，並對所用符號有明確的定義。