

97 指考物理、化學、生物考科 非選擇題評分標準說明

97 指考物理考科非選擇題評分標準說明

第一處 程暉滢

97學年度指定科目考試物理考科非選擇題有兩大題，每大題各佔10分，共計20分。以下將先說明評分基本原則，並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，也希望對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

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，可獲得部分分數）。

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，本說明僅列出較多考生作法的答案與對應的評分要點。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、評分要點說明

第一大題

(一) 試題內容

一、點電荷 $+Q$ 及 $-Q(Q>0)$ 位在同一平面上， $+Q$ 的位置固定， $-Q$ 的質量為 m ，且和 $+Q$ 的距離為 b 。 $-Q$ 電荷以垂直於兩電荷連線的方向射出。回答下列各問題：

1. 若點電荷 $-Q$ 以 v 射出，繞 $+Q$ 作半徑為 b 的等速率圓周運動，如圖 13(a)所示，令 $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ 為庫侖定律中的比例常數，求 v （2分）

2. 若 $-Q$ 電荷以 v_0 射出，則循一橢圓軌跡運動，如圖 13(b) 所示。令 $-Q$ 距離 $+Q$ 的最遠點為 A 點，且令 A 點與 $+Q$ 電荷間的距離為 a ，說明點電荷 $-Q$ 相對於點電荷 $+Q$ 的角動量是守恆的理由，並求出此角動量的量值與方向 (4 分)
3. 承第 2 小題，若 $v_0 = \sqrt{\frac{3kQ^2}{2mb}}$ ，求 $-Q$ 在 A 點的速率 (以 v_0 及數字表示) 及 a 的大小 (以 b 及數字表示) (4 分)

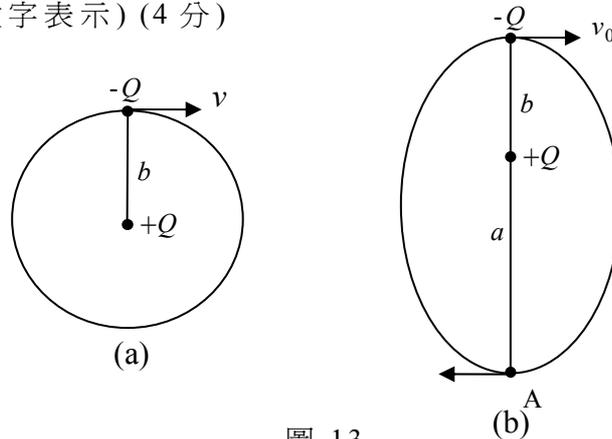


圖 13

(二)可能的作法、評分要點與作答錯誤類型

第 1 小題

第 1 小題可用點電荷 $-Q$ 所受的向心力等於靜電力求解，也可以用力學能守恆的觀點來求解。以下列出前述兩種作法的詳細內容，而考生需概念正確、列式正確，且答案正確才能得到該小題全部的分數。

題號	可能的作法	評分要點
第一題 第 1 小題 (2 分)	<p>法一：</p> <p>所需的向心力為靜電力，故 $\frac{mv^2}{b} = \frac{kQ^2}{b^2}$，解得</p> $v = \sqrt{\frac{kQ^2}{mb}} = \sqrt{\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{Q^2}{mb}}$ <p>法二：</p> <p>利用力學能守恆解出速度 v，</p> $\text{即 } \frac{1}{2}mv^2 - \frac{kQ^2}{b} = -\frac{kQ^2}{2b}$ <p>解得 $v = \sqrt{\frac{kQ^2}{mb}} = \sqrt{\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{Q^2}{mb}}$</p>	<p>概念正確 (力的分析，或力學能守恆)</p> <p>列式正確 (向心力與靜電力的關係式，或力學能守恆關係式)</p> <p>答案正確 (解得 $v = \sqrt{\frac{kQ^2}{mb}} = \sqrt{\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{Q^2}{mb}}$)</p>

部分考生會弄錯靜電力與總位能的正負號，即 $\frac{mv^2}{b} = -\frac{kQ^2}{b^2}$ 或 $\frac{1}{2}mv^2 = -\frac{kQ^2}{2b}$ ，以至於無法求得正確 v 值。

第 2 小題

此題主要測量考生角動量守恆的基本條件，因此 $-Q$ 所受力矩為零（或說靜電力沿 $-Q$ 與 $+Q$ 之連線）是答題關鍵。此外，考生需寫出正確的角動量量值與方向，才能得到第 2 小題全部的分數。

題號	可能的作法	評分要點
第一題 第 2 小題 (4 分)	法一： 因為 $-Q$ 與 $+Q$ 之間的靜電力為連心力，故 $-Q$ 在運動中沒有受到任何力矩的作用，故其角動量是守恆的。 此角動量為 mv_0b ，垂直射入紙面。	概念正確 ($-Q$ 所受力矩為零，故角動量守恆) 答案正確 (寫對角動量的量值與方向)

有些考生以克卜勒第二定律解釋此題角動量守恆的現象，但是克卜勒第二定律是角動量守恆的結果，而不是基本條件。另外，有些考生答靜電力為內力，或說 $-Q$ 所受外力為零，是在分析 $-Q$ 受力的基本概念上就產生錯誤。

關於角動量的量值，有些考生會粗心的寫成 mvb ，由於題中將 v 與 v_0 分別指 $-Q$ 在不同運動軌跡的速率，故 mvb 並不是角動量的正確量值。

第 3 小題

第 3 小題是 $-Q$ 循橢圓軌跡運動，需利用角動量守恆與力學能守恆來求得 a 、 b 之間的關係，以及 v 、 v_0 之間的關係。

題號	可能的作法	評分要點
第一題	法一： 角動量守恆： $mv_0b = mv_Aa$ -----(1)	概念正確 (角動量守恆，力學能守恆)
第 3 小題 (4 分)	力學能守恆： $\frac{mv_0^2}{2} - \frac{kQ^2}{b} = \frac{mv_A^2}{2} - \frac{kQ^2}{a}$ -----(2) $v_A = \frac{b}{a}v_0$ 代入式(2)， $\frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{kQ^2}{b} = \frac{mb^2}{2a^2}v_0^2 - \frac{kQ^2}{a}$ $\frac{1}{2}mv_0^2(1 - \frac{b^2}{a^2}) = kQ^2(\frac{1}{b} - \frac{1}{a})$ -----(3) $v_0 = \sqrt{\frac{3kQ^2}{2mb}}$ 代入式(3) $\frac{3}{4b}(1 - \frac{b^2}{a^2}) = \frac{1}{b} - \frac{1}{a} \Rightarrow \frac{3(a+b)}{4a} = 1$ $\therefore a = 3b, v_A = \frac{1}{3}v_0$	列式正確 (角動量守恆關係式，力學能守恆關係式) 答案正確
	法二： 角動量守恆： $mv_0b = mv_Aa$ -----(1) 力學能守恆： $\frac{mv_0^2}{2} - \frac{kQ^2}{b} = \frac{-kQ^2}{2(\frac{a+b}{2})}$ -----(2) $v_0 = \sqrt{\frac{3kQ^2}{2mb}}$ 代入式(2) $\frac{1}{2}m(\frac{3kQ^2}{2mb}) - \frac{kQ^2}{b} = \frac{-kQ^2}{a+b} \Rightarrow \frac{3}{4b} - \frac{1}{b} = \frac{-1}{a+b}$ $\frac{1}{4b} = \frac{1}{a+b} \Rightarrow \therefore a = 3b,$ 由式(1)得 $v_A = \frac{1}{3}v_0$	
	法三： 力學能守恆： $\frac{mv_0^2}{2} - \frac{kQ^2}{b} = \frac{-kQ^2}{2(\frac{a+b}{2})}$ -----(1) $\frac{mv_A^2}{2} - \frac{kQ^2}{a} = \frac{-kQ^2}{2(\frac{a+b}{2})}$ -----(2) $v_0 = \sqrt{\frac{3kQ^2}{2mb}}$ 代入式(1) $\frac{1}{2}m(\frac{3kQ^2}{2mb}) - \frac{kQ^2}{b} = \frac{-kQ^2}{a+b} \Rightarrow \frac{3}{4b} - \frac{1}{b} = \frac{-1}{a+b}$ $\frac{1}{4b} = \frac{1}{a+b} \Rightarrow \therefore a = 3b,$ 代入式(2) 得到 $\frac{mv_A^2}{2} - \frac{kQ^2}{3b} = \frac{-kQ^2}{4b},$ $v_A^2 = \frac{kQ^2}{6mb} = \frac{1}{9}v_0^2, v_A = \frac{1}{3}v_0$	

有不少考生仍用點電荷 $-Q$ 所受向心力等於靜電力來作答此題，且將 a 當成圓周運動的半徑代入求解。然而第3小題點電荷 $-Q$ 的運動軌跡為橢圓，只有在長軸的兩端點時， $-Q$ 的速度方向垂直長軸，其他位置則否。因此，此題無法用「向心力等於靜電力， $-Q$ 做圓周運動」的觀點來解題。

第二大題

(一) 試題內容

二、小明在二維空間碰撞實驗中(見圖14(a)的實驗示意圖)，獲得的水平白紙上的記錄，如圖14(b)所示： O_1 及 O_2 分別為入射鋼球(簡稱球1)及被撞鐵球(簡稱球2)在碰撞處靜止時球心的投影， p_1 為碰撞前(不放置球2時)多次實驗所得球1的平均落點，而 p'_1 及 p'_2 分別為碰撞後多次實驗所得球1與球2的平均落點。假設二球半徑大約相等，且球1以水平方向碰撞球2，問：

1. 做實驗時，除了測量球1及球2的質量 m_1 及 m_2 外，還需測量白紙上的哪些量？(3分)
2. 上一小題(題1)的各測量量間，要有怎樣的關係，才能證明球1及球2碰撞前的總動量與碰撞後的總動量相等？(4分)
3. 小明在操作實驗時，若發現碰撞後兩球落到白紙的時間不同，則捨去該兩記錄點，並微調球2的鉛直位置，再重做實驗，其原因為何？(3分)

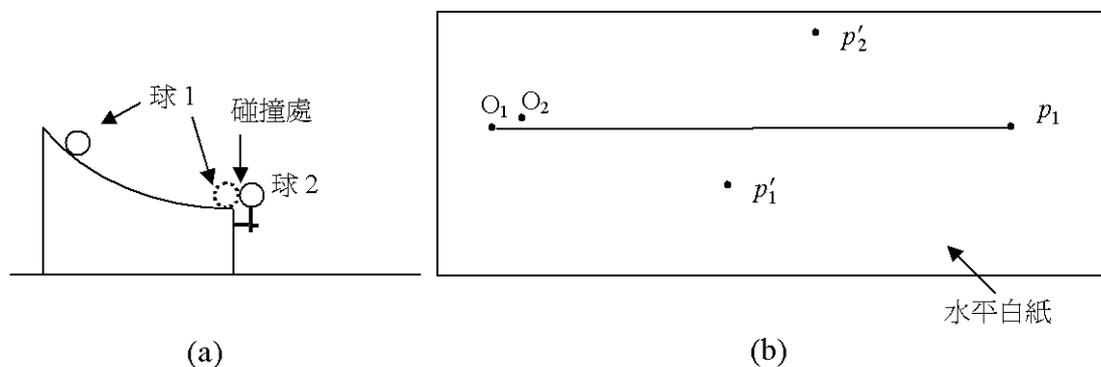


圖 14

(二)可能的作法、評分要點與作答錯誤類型

第 1 小題

此題利用球 1 與球 2 做水平面上的碰撞，以水平飛行距離代表速率來驗證動量守恆。由於此為二維碰撞，因此要寫出動量守恆關係式所需要的物理量為 $\overline{O_1p_1}$ 、 $\overline{O_1p'_1}$ 、 $\overline{O_2p'_2}$ 三個長度，以及 $\overline{O_1p'_1}$ 分別與 $\overline{O_1p_1}$ 、 $\overline{O_2p'_2}$ 兩個夾角 θ_1 和 θ_2 。除了直接指明長度與角度之外，也可以用向量、坐標、圖示等方式來指明所需測量的物理量。無論用哪一種方式，都必須能用以決定出前述所需的三個長度與兩個角度。

在實際的實驗操作上 O_1 與 O_2 可能會靠得很近而無法區分。考生若能指出前述的考量而忽略 O_1 、 O_2 的差異性，其所得結果亦可被視為合理答案。

題號	可能的作法	評分要點
第二題 第 1 小題 (3 分)	<p>法一：</p> <p>指出須測量的長度與角度 需測量長度：$\overline{O_1p_1}$、$\overline{O_1p'_1}$、$\overline{O_2p'_2}$， 及角度：$\overline{O_1p'_1}$ 與 $\overline{O_1p_1}$ 的夾角 θ_1， $\overline{O_2p'_2}$ 與 $\overline{O_1p_1}$ 的夾角 θ_2。 或寫出測量三個向量 $\overline{O_1p_1}$、$\overline{O_1p'_1}$、$\overline{O_2p'_2}$。</p> <p>法二：</p> <p>定出坐標，即可得到長度與角度所需的參數。 定 O_1p_1 為 x 軸，測得 5 點的坐標 $O_1=(0,0)$、$O_2=(O_{2x},O_{2y})$、 $p_1=(O_1p_1,0)$、$p'_1=(p'_{1x},p'_{1y})$、$p'_2=(p'_{2x},p'_{2y})$ 或寫出 以 O_1 為原點，量出 O_2、p_1、p'_1、p'_2 的坐標</p> <p>法三：</p> <p>以圖示法表示下列各長度（角度可由以下的長度推知） 以圖示表示 $\overline{O_1p_1}$、p'_{1x}、p'_{1y}、p'_{2x}、p'_{2y}</p>	<p>概念正確 （無論用左列法一~法四之任一觀點，都必須能用以決定出 $\overline{O_1p_1}$、$\overline{O_1p'_1}$、$\overline{O_2p'_2}$ 三個長度，以及 $\overline{O_1p'_1}$ 與 $\overline{O_1p_1}$ 之夾角和 $\overline{O_2p'_2}$ 與 $\overline{O_1p_1}$ 之夾角 θ_2 兩個夾角。）</p> <p>答案正確</p>

考生在說明長度時常沒有定義清楚是哪兩點之間的距離（例如直接寫 d_1 ），或者寫出向量卻沒有定義原點（例如 \vec{p}'_1 ），這樣表達方式的考生其概念雖正確，但答案的嚴謹度不夠。

第 2 小題

第 2 小題要考生表達出動量守恆，包含水平方向與垂直方向。除了列出關係式之外，還有 $m_1 \times \overrightarrow{O_1 p_1}$ 、 $m_1 \times \overrightarrow{O_1 p'_1}$ 與 $m_2 \times \overrightarrow{O_2 p'_2}$ 會形成封閉三角形或符合餘弦定律。

題號	可能的作法	評分要點
第二題 第 2 小題 (4 分)	<p>法一：</p> <p>承二(1)法一，</p> $m_1 \times \overrightarrow{O_1 p_1} = m_1 \times \overrightarrow{O_1 p'_1} \times \cos \theta_1 + m_2 \times \overrightarrow{O_2 p'_2} \times \cos \theta_2$ $m_1 \times \overrightarrow{O_1 p'_1} \times \sin \theta_1 = m_2 \times \overrightarrow{O_2 p'_2} \times \sin \theta_2$ <p>或令 $\frac{\overrightarrow{O_1 p_1}}{t} = v_0$，$\frac{\overrightarrow{O_1 p'_1}}{t} = v'_1$，$\frac{\overrightarrow{O_2 p'_2}}{t} = v'_2$，其中 t 為碰撞後兩球的飛行時間</p> $m_1 \times v_0 = m_1 \times v'_1 \times \cos \theta_1 + m_2 \times v'_2 \times \cos \theta_2$ $m_1 \times v'_1 \times \sin \theta_1 = m_2 \times v'_2 \times \sin \theta_2$ <p>或 $m_1 \times \overrightarrow{O_1 p_1} = m_1 \times \overrightarrow{O_1 p'_1} + m_2 \times \overrightarrow{O_2 p'_2}$</p> <p>或 $m_1 \times \overrightarrow{O_1 p_1}$、$m_1 \times \overrightarrow{O_1 p'_1}$ 與 $m_2 \times \overrightarrow{O_2 p'_2}$ 能成為封閉三角形</p> <p>或利用餘弦定理寫出下列關係式</p> $m_1 \times \overrightarrow{O_1 p_1} = (m_1 \times \overrightarrow{O_1 p'_1})^2 + (m_2 \times \overrightarrow{O_2 p'_2})^2 - 2(m_1 \times \overrightarrow{O_1 p'_1})(m_2 \times \overrightarrow{O_2 p'_2}) \cos[\pi - (\theta_1 + \theta_2)]$ <p>法二：</p> <p>承二(1)法二，</p> $m_1 \overrightarrow{O_1 p_1} = m_1 p'_{1x} + m_2 (p'_{2x} - O_{2x})$ $m_1 p'_{1y} = m_2 (p'_{2y} - O_{2y})$ <p>法三：</p> <p>承二(1)法三</p> $m_1 \overrightarrow{O_1 p_1} = m_1 p'_{1x} + m_2 p'_{2x}$ $m_1 p'_{1y} = m_2 p'_{2y}$	<p>概念正確 (水平方向與垂直方向皆符合動量守恆)</p> <p>列式正確 (需注意此題中動量變化相當於 [質量] × [位移]，符合動量守恆關係式，或形成封閉三角形)</p> <p>答案正確</p>

此題要[質量] × [位移]才能代表動量，但有不少考生忘了將各球的質量代入，不知是粗心，還是觀念不正確。

題中強調球 1 與球 2 分別為鋼球與鐵球，且定義其質量分別為 m_1 與 m_2 ，顯然 $m_1 \neq m_2$ ，部分考生將球 1 與球 2 的質量都以 m 代入，答案不夠嚴謹。

第 3 小題

使球心在同一水平面上是第 3 小題的答題關鍵，若能進一步指出因此能以水平飛行距離代表速率則是相當完整的表達。

題號	可能的作法	評分要點
第二題 第 3 小題 (3 分)	需確定兩球在碰撞時，兩球的球心必要在同一水平面（或同一鉛直高度），所以飛行時間相同，才能以水平飛行距離代表球的速率。	概念正確 (需知兩球球心要在同一水平面上，才能使水平飛行距離代表球的速率) 答案正確

有不少考生只是將題幹的文字再抄一遍（例如因落地時間不同、須調整鉛直高度），並未切中問題點。

參、得分率與鑑別度

非選擇題兩大題的得分率與鑑別度如下：

題號	全體考生得分率	高分組得分率 S_H	低分組得分率 S_L	鑑別度 $D_S = S_H - S_L$
一	21%	45%	2%	0.43
二	22%	43%	6%	0.37

此二大題的全體考生的得分率相近，但第一大題的鑑別度較高（即高分組與低分組的得分差距較大），應該是第一大題為計算題，概念不正確者無法作答；而第二大題為問答題，考生不容易完全答對，但有概念的考生能就其所知來作答，因而可能獲得部分分數，故第二大題的作答內容五花八門，閱卷過程也相當辛苦。

以上的說明可看出考生的作答內容不夠嚴謹，是無法得高分的重要原因，在此仍要苦口婆心提醒考生，作答時應儘可能定義清楚所用的符號，才能得到應有的分數。

97 指考化學考科非選擇題評分標準說明

第一處 吳國良

97 學年度指定科目考試（簡稱指考）化學考科的非選擇題共三大題，第一大題共 2 小題佔 8 分，第二大題佔 6 分，第三大題共 4 小題佔 8 分，合計共佔 22 分。以考生的得分狀況而言，選擇題的平均得分率高於非選擇題，而非選擇題各大題的平均得分率，則是第三大題高於第二大題，第二大題高於第一大題（表一）。以下就各大題的評分標準分別作說明：

表一、97 年指考化學考科各大題得分情況

項目	佔分	平均	標準差	得分率 (%)
總分	100	38.78	23.16	38.78
選擇題	78	34.19	20.14	43.83
非選擇題	22	4.59	4.04	20.86
非選一	8	1.06	1.17	13.25
非選二	6	1.32	2.18	22.00
非選三	8	2.22	1.98	27.75

第一大題

試題內容

一. 王同學欲以實驗測定金屬的原子量，請李老師指導。李老師給王同學一瓶未貼標籤的常見金屬粉末，建議王同學以氧化法，測定該金屬的原子量。王同學做實驗，每次以坩堝稱取一定量的金屬，強熱使其完全氧化，冷卻後再稱其重，扣除坩堝重後，可得該金屬氧化物的質量。王同學重複做了十多次實驗，就所得的實驗數據與李老師討論後，選取了較有把握的六次實驗，其數據如表一：

表一

金屬粉末的質量(g)	0.10	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90
金屬氧化物的質量(g)	0.17	0.91	1.13	1.29	1.50	1.64

根據表一的實驗數據，回答下列問題：

1. 試在方格紙上以金屬粉末的質量為橫軸（即x軸）作圖，求出該金屬的大約原子量。（6分，須作圖求出其原子量，否則不予計分）
2. 寫出該金屬氧化物的化學式。（2分）

說明

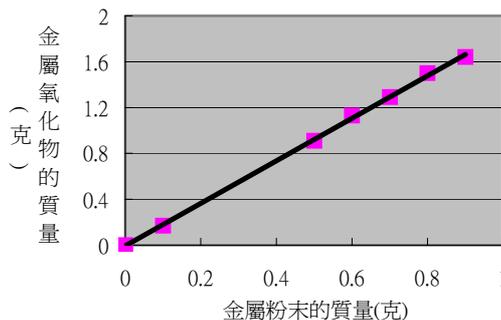
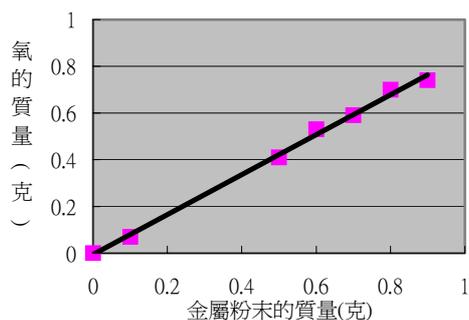
第一大題是測驗考生如何利用金屬粉末的質量與金屬氧化物質量的關係，來求出金屬的原子量，並進一步推估該金屬氧化物的化學式。本大題分成 2 小題，第 1 小題又分成兩部分：第一部分是作圖，題幹要求以金屬粉末的質量為橫軸（x 軸）作圖，雖然未明確說明何者為縱軸，但可能為縱軸的數據只有金屬氧化物的質量或金屬氧化物中氧的質量，故只要以上述兩種數據的任一作圖，即可得分。在作圖時需要標示 6 個點、畫一直線以及縱座標的名稱，這三個部分各佔 1 分。第二部分是計算求出原子量部分，大部分考生的答題方式是代入其中一點，以當量法求得。但因所得的數值，隨所選取的點不同會有所差異，故需要討論金屬為一價、二價或三價的情況。其中，只有分子量介於 26~29 之間，推得金屬為鋁，才算是正確，故本小題的第二部分需列式，計算推得原子量的範圍，才能得分。至於，第二小題的答案是 Al_2O_3 ，但考生若直接寫 Al_2O_3 或 M_2O_3 ，而無如上述的計算與推論過程，則評分時無法了解該答案是如何得到的，故不給分。第一大題的參考答案如下：

參考答案（8 分）

題號	參考答案	分數	備註
1.	<p>(1)以金屬粉末質量為 x 軸對氧的質量或金屬氧化物的質量作圖，得一直線可得 3 分</p> <p>(2)在直線上取任何一點作列式計算，得到原子量大約為 26~29 範圍者，再得 3 分</p> <p>假設金屬的原子量為 M、價數為 n，而氧的原子量為 16，則取任一點(0.8, 0.7)作計算列式如下</p> $(0.8/M) \times n = (0.7/16) \times 2, M/n = 6.4/0.7 = 9.1$ <p>若金屬為一價金屬： 在常溫下，不可能有穩定的粉末</p> <p>若金屬為二價金屬： 則其原子量約為 $9.1 \times 2 = 18.2$ (查週期表，沒有相當的元素)</p> <p>若金屬為三價金屬： 則其原子量約為 $9.1 \times 3 = 27.3$ (查週期表，只有 Al=27.0 最接近)</p> <p>故金屬的大約原子量為 27 (範圍在 26~29 之間都可算對)</p>	6	<p>1.原子量的計算：式子列對給 1 分，原子量為 9 的整數倍再得 1 分，正確得 26~29 者再給 1 分</p> <p>2.其他方法 金屬：氧 = 9：8 = 54：48 故為 Al_2O_3 (3+2=5 分)</p>
2.	Al_2O_3	2	若原子量計算正確，寫 A_2O_3 或 M_2O_3 給 1 分

第 1 小題數據與圖形

金屬氧化物的質量(g)	0.17	0.91	1.13	1.29	1.50	1.64
金屬粉末的質量(g)	0.10	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90
氧的質量(g)	0.07	0.41	0.53	0.59	0.70	0.74



本大題是屬於較不易見到的題型，一般坊間參考書籍很難找到類似的練習題，故考生答題狀況不理想，是非選擇題三大題中得分率最低的，第 25 百分位之後的考生都是得零分，甚至第 88 百分位考生也只得 2 分，連基本作圖的 3 分都無法得到（表二），就可知道本題不容易作答。

表二、97 年指考化學考科五種百分位考生的成績

項目	佔分	SA	SB	SC	SD	SE
總分	100	69	56	36	19	10
選擇題	78	60	50	33	17	9
非選擇題	22	10	6	4	2	0
非選一	8	2	2	1	0	0
非選二	6	6	2	0	0	0
非選三	8	4	4	2	0	0

SA：成績位於第 88 百分位數之考生成績

SB：成績位於第 75 百分位數之考生成績

SC：成績位於第 50 百分位數之考生成績

SD：成績位於第 25 百分位數之考生成績

SE：成績位於第 12 百分位數之考生成績

第二大題

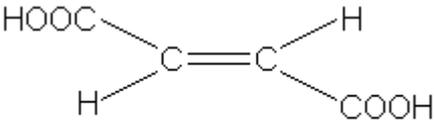
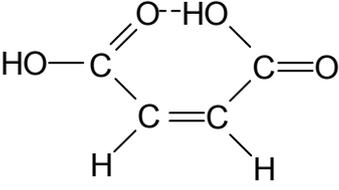
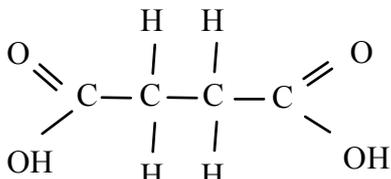
試題內容

二. 已知化合物甲與化合物乙均為羧酸，分子式同為 $C_4H_4O_4$ ，且化合物甲的熔點比化合物乙高。取化合物甲和化合物乙各 1.0 莫耳，分別與 1.0 莫耳的氫氣在適當的反應條件下反應，均得化合物丙。試寫出化合物甲、乙及丙的結構式。(6 分，每個結構式 2 分)

說明

第二大題則是屬於有機化合物結構與性質的試題，題幹提供分子式 $C_4H_4O_4$ ，而且知道是羧酸，再加上提供熔點（分子間作用力）以及加成作用的生成物，藉由這些條件綜合而推出分子的結構式，本題屬於整合的試題。由於化合物甲與乙為同分異構物，皆為羧酸。由分子式 $C_4H_4O_4$ 可知甲與乙應為二酸，非環狀結構。由於二個羧基共有二個 π 鍵，分子所含的氫原子將較直鏈飽和的 C_nH_{2n+2} 少四個，為 C_nH_{2n-2} 。若為四個碳的結構，分子式應為 $C_4H_6O_4$ ，而題目所給之分子式為 $C_4H_4O_4$ ，表示分子中應有另一個 π 鍵存在，這也可以從甲與乙可和氫氣反應得證。因為甲與乙加氫之後均得化合物丙，故丙的結構會比甲與乙多二個氫。第二大題的參考答案如下：

參考答案（6 分）

題號	參考答案	分數	備註
	<p>甲為反丁烯二酸</p>  <p>反丁烯二酸</p> <p>乙為順丁烯二酸</p>  <p>順丁烯二酸</p> <p>丙為丁二酸</p> 	6	1. 氫原子未寫也可給分（碳原子的氫可不標） 2. 氫鍵可不標

本大題的平均得分率為 22%，三大題中比第一大題高，比第三大題低。本大題比較屬於化學的基本概念與結構的試題，故對高成就考生而言，會有較好的答題狀況，第 88 百分位的考生幾乎都得滿分 6 分，但第 50 百分位以下的考生皆為 0 分，可見，是較適合中高程度考生的試題（表二）。

第三大題

試題內容

三. 某日王同學整理實驗桌時，發現一瓶未加蓋的水合硫酸鐵(II) ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)，其中已有部分晶體變為黃褐色。經詢問老師，得知是因為部分鐵(II)離子被氧化所致。於是王同學決定分析這瓶試藥中鐵(II)離子的含量。他準備了以下器材：天平、容量瓶 (100mL)、燒杯 (250mL)、量筒 (100mL)、錐形瓶 (250mL)、滴定管、滴定管夾、分度吸量管、安全吸球、玻棒、漏斗及鐵架。

實驗過程如下：

步驟1. 稱取水合硫酸鐵(II)試樣4.00克倒入容量瓶中配製成100mL的水溶液。

步驟2. 準確量取步驟1之水溶液50mL倒入**器材甲**中，再加入3.0M硫酸溶液約30mL，混合均勻。

步驟3. 將已標定過的0.05M過錳酸鉀溶液裝入**器材乙**中，並讀取**器材乙**中溶液體積的最初刻度為28.25mL。

步驟4. 以過錳酸鉀溶液滴定**器材甲**中的硫酸鐵(II)溶液，當達到滴定終點時，讀取**器材乙**中的溶液刻度為48.25mL。

根據上述實驗回答下列問題：(8分，每小題各2分)

1. 寫出**器材甲**的名稱。
2. 寫出如何以顏色變化來判斷步驟4的滴定終點。
3. 寫出步驟4的淨離子平衡反應式。
4. 試以滴定數據，計算此水合硫酸鐵(II)試樣中所含鐵的重量百分率。

說明

第三大題是屬於實驗題，是利用過錳酸鉀滴定鐵(II)離子的氧化還原滴定實驗。自84課綱實施以來，因各版本教科書的實驗內容不盡相同，對於實驗內容的命題，確實是一項挑戰。今年的指考是84課綱實施的最後一年，而氧化還原滴定實驗幾乎在每一版本都會提及，等於是給來年使用95課綱的命題提供了一項範例，再加上95課綱的實驗名稱與內容皆已統一，在命題上應該比較容易掌握。本大題除了第1小題測驗考生實驗器材，也包括第2小題的實驗觀察，第3小題的實驗原理與平衡反應式，以及第4小題的實驗結果的數據整理與計算，屬於相當完整的實驗考題。第三大題的參考答案如下：

參考答案（8分）

題號	參考答案	分數	備註
1.	錐形瓶	2	
2.	溶液變成淡紫紅且不消失即為滴定終點（寫褐色變紫色或綠色變紫色也正確）	2	1.寫（過錳酸鉀）顏色不消失，給1分 2.寫紫色變成紅色不給分
3.	$5\text{Fe}_{(\text{aq})}^{2+} + \text{MnO}_4^- + 8\text{H}_{(\text{aq})}^+ \rightarrow 5\text{Fe}_{(\text{aq})}^{3+} + \text{Mn}_{(\text{aq})}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$	2	1.離子均對給1分，平衡正確再給1分 2.寫全反應式且對給2分
4	設試樣中鐵(II)離子所佔比例為 X，須注意 100mL 的硫酸鐵(II)溶液中，只有 50mL 被滴定。 鐵(II)離子所失電子莫耳數 = 過錳酸根所得電子莫耳數 $\frac{4X}{56} \times \frac{50}{100} \times 1 = 0.05 \times \frac{48.25 - 28.25}{1000} \times 5$ $X = 0.14 = 14\%$	2	1.式子正確給1分，計算在 13~15%之間再給1分 2.列式計算得 7%給1分

針對上述參考答案，有幾點補充說明：

其中，第 2 小題，命題者原來所建議的答案為：溶液變成淡紫色且經過 30 秒不消失，才是滴定終點。但大部分考生對於時間幾乎都未提，故評分會議決定放寬給分標準，甚至連最初鐵(II)離子在溶液中的顏色變化為紫色也給分，等於考量考生所有可能的答題狀況。至於第 3 小題，考生則需要寫出反應中的所有離子，再平衡正確才能得 2 分，若僅寫出離子而未平衡或平衡錯誤只能得 1 分；第 4 小題考生需列式正確才給 1 分，而答案正確再給 1 分，但考量有些考生未注意到步驟 2，其實是取一半的體積進行滴定，而忘了乘以 2，所算得的數據為 7%，這類考生因概念上是正確的，也可得到 1 分。

本大題因第 1 小題有基本分數，故是非選三大題中，得分率最高者（表一）。考生若能進一步掌握滴定顏色變化或反應式，則可得較高的分數。前面第 88 及 75 百分位考生都是得 4 分，而第 50 百分位考生也有 2 分，對中等程度的考生有基本分數，中高程度的考生也可再得 2 分，也有區分的效果（表二）。指考的實驗試題有助於帶動學校實驗的正常化，故這類題目希望每年均有一定的佔分比例。

綜合來說，本年度的非選擇題包括作圖題、有機化合物的結構式以及實驗題，提供相當完整測驗考生化學知識與能力的試題。除第一大題考生可能比較陌生外，其餘兩題屬常見的試題，就非選擇題的命題來說，是屬於相當成功的命題。本文介紹各題的參考答案，對評分原則也略作說明，並輔以考生的得分情況，希望有助於各界對本年度非選擇題的評分標準有進一步的了解。

97 指考生物考科非選擇題評分標準說明

第一處 夏蕙蘭

前言

97 學年度指定科目考試生物考科非選擇題採電腦螢幕閱卷，其閱卷流程與紙面閱卷的流程一樣，每一份非選擇題答案卷，均會經過初閱、複閱二道閱卷程序，以確認閱卷的正確性與公平性，最重要的是維持生物科的閱卷品質。若初、複閱二位閱卷委員所閱的分數差分相差 1/4 題分，為慎重一定進行主閱，以確定正確的得分。

電腦螢幕閱卷特有的好處是，初、複閱二位閱卷委員所閱的分數差分無需人工檢查，電腦可以直接比對，超過 1/4 題分逕送閱卷召集人作第三閱即主閱；此外由電腦直接合計各大題分數較人工閱卷正確，且因閱卷人數較為精簡，可節省人力。事實上，每位閱卷教授都模擬過電腦螢幕閱卷系統的操作，熟悉後才進行閱卷。

97 指考生物考科非選擇題相關報導

1. 在題型方面與歷年的傳統題型類似，在非選擇題的大項中，出現選擇、填充、簡答等題型。
2. 非選擇題談到光照對植物種子萌芽、對光敏素的影響，這些都是實驗的結果。
3. 第二大題流於傳統的記憶，可增加變化和深度。
4. 第四大題，要考生依強弱順序列出可讓種子萌芽的色光，但老師們對於要把「遠紅光」列入最弱、或根本不列，也有不同看法，因依照教材，遠紅光反有抑制作用，因此，「遠紅光」列或不列應該都可以。

97 指考生物考科非選擇題評分標準說明

97 年的非選擇題中有二題屬於實驗題，無論選擇題型或是非選擇題型的實驗題，考生在解釋數據及討論結果時，不可做過多的推測，必須依照現有數據及實驗步驟做探討。由表一可知非選第二大題得分百分比最高為 72%，是非選題中難度最低的一題；此外非選第四大題得分百分比最低為 47%，是非選題中難度最高的一題。第一大題為實驗數據題，考生可根據實驗資料及所學知識來回答問題；第四大題為實驗觀念題，主要測驗考生是否知道作實驗時必須有對照組，且必須控制變因，對考生而言是一題重要的概念題。

表一、97 指考生物考科非選擇題各大題分數一欄表

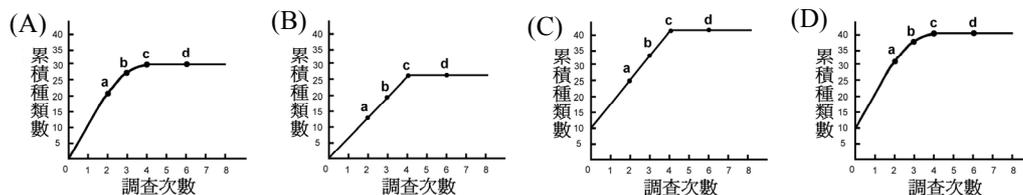
	題分	頂標	前標	均標	後標	底標	平均分數	得分百分比	標準差
非選總分	29	24	21	17	12	8	16.53	57%	6.53
非選第一大題分數	6	6	5	4	2	1	3.95	66%	1.88
非選第二大題分數	6	6	6	5	3	1	4.29	72%	2.01
非選第三大題分數	8	7	6	4	2	0	4.02	50%	2.41
非選第四大題分數	9	7	6	4	3	1	4.27	47%	2.26

第一大題

試題內容

一、某學者到一闊葉樹林進行兩棲類資源調查，希望瞭解棲息在該地的兩棲類的物種總數。他以X軸標示調查次數，Y軸標示調查結果的累積種類數，將調查結果繪製成圖形。

1. 調查結果最可能呈現什麼樣的圖形？（2分）



2. 兩棲類物種總數都已調查完成的最早時間點應位於圖中哪一點？理由為何？（2分）

3. 實際進行調查時，調查完成的時間點通常與第2小題時間點不同，應位於圖中哪一點？理由為何？（2分）

評分標準(6分)

1.	A (2分)
2.	是 c 點 (1分) 或 4 次 (1分)
3.	是 d 點 (1分) 或 6 次 (1分) 或 c-d 之間 (1分)

第二大題

試題內容

二、試以模板(DNA或RNA)、發生部位(細胞核或細胞質)、產物(DNA、RNA或蛋白質)，比較真核生物的複製、轉錄及轉譯作用。(每小格1分，共計6分)

	複製	轉錄	轉譯
模板	DNA	1.	2.
發生部位	3.	細胞核	4.
產物	5.	6.	蛋白質

評分標準(6分)

1.	DNA (1分)
2.	RNA (1分) 或 mRNA (1分)
3.	細胞核 (1分)
4.	細胞質 (1分)
5.	DNA (1分)
6.	RNA (1分)

第三大題

試題內容

三、人體甲狀腺素具有多種功能，其恆定藉由負回饋機制來調節。若以動物做實驗，移除右側甲狀腺，則理論上將發生多項影響。試回答下列四小題：

1. 全身代謝率會有何變化？(2分)
2. 左側甲狀腺會發生何種變化？(2分)
3. 血液中何種激素會減少？(2分)
4. 血液中何種激素會增加？(2分)

評分標準(8分)

1.	降低(2分) 或下降(2分) 或代謝率降低(2分) 或變慢(2分) 或減緩(2分) 或趨緩(2分) 或長期不變(2分) 或初期降低長期不變(2分)
2.	增大(2分) 或擴大(2分) 或增重(2分) 或作用變強(2分) 或功能變強(2分) 或分泌量增加(2分) 或代謝增加(2分) 或發達(2分) 或短期不變長期變大(2分) 或短期不變(2分)
3.	甲狀腺素(2分) 或甲狀腺素、降鈣素(2分) 或 T3 (2分) 長期激素不減少(2分)
4.	甲狀腺刺激素(2分) 或促甲狀腺素(2分) 或 TSH (2分) 或甲狀腺刺激素釋放激素(2分) 或促甲狀腺刺激素(2分) 或 TRH (2分)

第四大題

試題內容

四、為測試光照對甲植物種子萌芽的影響，研究人員先將其種子在黑暗中泡水30分鐘完成浸潤作用，再分別進行5分鐘的不同光照處理，隨後將種子移入暗房中培養，一週後取出觀察並記錄種子萌芽的結果如表4。

表 4

光照處理	實驗結果
a) 紅光，5 min → 連續黑暗	99 顆萌芽； 1 顆不萌芽
b) 紅光，2 min → 遠紅光，3 min → 連續黑暗	2 顆萌芽； 98 顆不萌芽
c) 遠紅光，5 min → 連續黑暗	4 顆萌芽； 96 顆不萌芽
d) 遠紅光，2 min → 紅光，3 min → 連續黑暗	95 顆萌芽； 5 顆不萌芽
e) 綠光，5 min → 連續黑暗	3 顆萌芽； 97 顆不萌芽
f) 紅光，2 min → 綠光，3 min → 連續黑暗	93 顆萌芽； 7 顆不萌芽
g) 藍光，5 min → 連續黑暗	62 顆萌芽； 38 顆不萌芽
h) 遠紅光，2 min → 藍光，3 min → 連續黑暗	50 顆萌芽； 50 顆不萌芽

註：各種色光均控制在相同的低光照強度（光子數/單位面積•單位時間）。

試根據表4資料，回答下列四題：

1. 研究人員能否得到「甲植物的種子需有適當光照才能萌芽」的結論？原因何在？（2分）
2. 若甲植物的種子在浸潤之後，確實需要適當的光照才能萌芽，則單獨採用哪幾種色光的照射可促進種子萌芽？請依其促進種子發芽的效果，由強至弱按順序列出。（2分）
3. 若甲植物的種子在浸潤之後，主要是透過光敏素的作用才會萌芽，則根據表4資料推論，光敏素可吸收哪幾種不同的色光？（3分）
4. 在本實驗中，種子為何要先在「黑暗中」完成30分鐘泡水的浸潤作用呢？（2分）

評分標準(9分)

1.	不能，因缺少全黑暗處理的對照組（2分） 前後答對才給2分 否，因為無黑暗當對照組（2分） 不能，因為所有實驗皆光照處理過（2分） 可以，因實驗 a 到 h 不同的處理，萌芽率不同（2分） （答案中必須舉例比較不同實驗間之萌芽率）
2.	紅光、藍光（2分） 按順序寫 紅、藍（2分）
3.	紅光、遠紅光、藍光（3分）
4.	若在光照下浸潤，則後續的光照處理變成無效（2分） 若沒有先黑暗處理30分鐘，那所做的光處理皆無效（2分） 防止光敏素同時作用（2分） 避免測試光照前照到其他的光（2分） 避免光照產生實驗誤差（2分）

小結

97 年指定科目考試生物考科非選擇題評分的基本原則有下列幾點：

1. 觀念正確，才能得分；如甲狀腺功能、轉錄及轉譯作用。
2. 基本實驗觀念題，必須瞭解實驗對照組的重要性；如兩棲類物種調查數目之實驗。
3. 實驗題之數據分析推論題；如光照對種子萌發影響的實驗。

(97指考生物考科研究用試卷全卷可上本中心網頁 <http://www.ceec.edu.tw/>)