

## 99 學年度指定科目考試

## 化學考科非選擇題評分標準說明

【第一處 / 吳國良】

99 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 3 小題佔 8 分，第二大題共 3 小題佔 6 分，第三大題共 3 小題佔 6 分，合計共佔 20 分。以下就各大題的評分標準分別作說明：

## 試題

一. 稱取含有結晶水的草酸鎂（ $\text{MgC}_2\text{O}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ）樣品（代號 A）1.00 克後，由  $25^\circ\text{C}$  徐徐加熱至  $700^\circ\text{C}$ 。在加熱的過程中，不斷通入一大氣壓的乾燥氫氣，結果 A 的質量隨溫度的增高而減輕的情況如下表所示。已知 A 在  $100^\circ\text{C}$  以上才會逐漸失去結晶水，並約在  $230^\circ\text{C}$  時完全失去結晶水。

溫度 ( $^\circ\text{C}$ )	25	170	230	400	450	700
質量 (g)	1.00	0.88	0.76	0.76	0.27	0.27

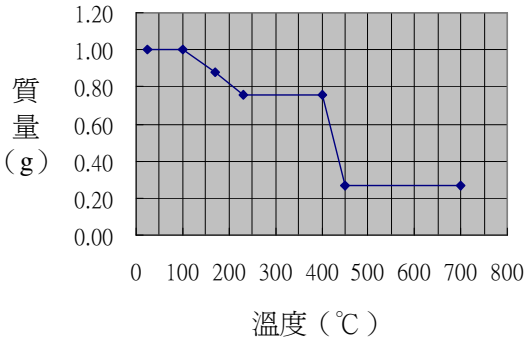
1. 試以溫度為橫軸（ $x$ ），質量為縱軸（ $y$ ），繪出樣品 A 的質量隨溫度而改變的圖。（注意題幹中劃線的敘述）（4 分）
2. 為簡化運算，試以 Mg 的原子量為 24.0， $\text{MgC}_2\text{O}_4$  的分子量為 112，列式計算樣品 A 中的  $n$ ，並寫出 A 的化學式。（2 分）
3. 以完整的化學反應式（包括物質的狀態），表示在  $400^\circ\text{C}$  至  $450^\circ\text{C}$  間所發生的化學變化。（2 分）

## 說明

本題利用含有結晶水的草酸鎂（ $\text{MgC}_2\text{O}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ）樣品，其加熱過程中，溫度與質量變化的關係，求出草酸鎂所含的結晶水，以及加熱分解後所得的產物。解題的關鍵在於題幹畫底線的部分，即在  $230^\circ\text{C}$  時完全失去結晶水，以及質量的變化是由於加熱後有氣體產生而逸出。

第 1 小題是屬於作圖題，由於化學考科的答案卷上有方格紙的設計，考生只要根據題幹上的數據，畫出質量隨溫度變化的圖形，即可得到分數。另外，因題幹有特別註明樣品在  $100^\circ\text{C}$  以上才會逐漸失去結晶水，故  $25^\circ\text{C}$  到  $100^\circ\text{C}$  的質量是沒有變化，這是評分的重點之一。第 2 小題屬於重量組成的計算題，考生需列出計算式，計算得到  $n=2$  的正確答案，才能得分。第 3 小題為化學反應式的書寫，考生需先由重量組成計算推得最後的產物是  $\text{MgO}$ ，才能寫出最後的化學反應式。詳細的評分原則如下：

## 評分原則 (8分)

題號	參考答案	分數	備註
1.	<p style="text-align: center;">樣品 A 質量隨溫度變化圖</p>  <p style="text-align: center;">溫度 (°C)</p>	4	<p>1.座標對，給 2 分： x,y 軸正確，給 1 分 即 x,y 軸標數各至少 2 個正確，給 1 分，x,y 軸分開獨立計分</p> <p>2.依表上 6 點標示全對給 1 分</p> <p>3.100°C 點對 (或 25→100°C 直線) 給 1 分</p>
2.	$\text{MgC}_2\text{O}_4 = 112$ $\text{MgC}_2\text{O}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O} = 112 + 18n$ <p>式一：<math display="block">\frac{1.00}{112 + 18n} = \frac{0.24}{n \times 18}</math></p> <p>式二：<math display="block">\frac{1.00}{112 + 18n} = \frac{0.76}{112} \Rightarrow n = \frac{27}{13.7} = 1.97 \approx 2</math></p> $\text{A} = \text{MgC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	2	<p>1.列式正確得 1 分</p> <p>2.寫出正確化學式 <math>\text{MgC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}</math> 再得 1 分</p> <p>3.只寫化學式無計算，給 0 分</p>
3	<p>先假設最後之產物的分子量為 x，<math display="block">\frac{0.76}{112} = \frac{0.27}{x}</math></p> $x = 40.0 = 24.0 + 16.0$ <p>因此，最後之產物為 <math>\text{MgO}</math></p> $\text{MgC}_2\text{O}_{4(s)} \rightarrow \text{MgO}_{(s)} + \text{CO}_{(g)} + \text{CO}_{2(g)}$	2	<p>1.寫出完整化學反應式中所有物質正確 1 分</p> <p>2. <math>\text{MgC}_2\text{O}_4</math> 和 <math>\text{MgO}</math> 狀態正確給 1 分</p>

**試題**

二. 圖 5 為鎂及其化合物所進行之相關反應。

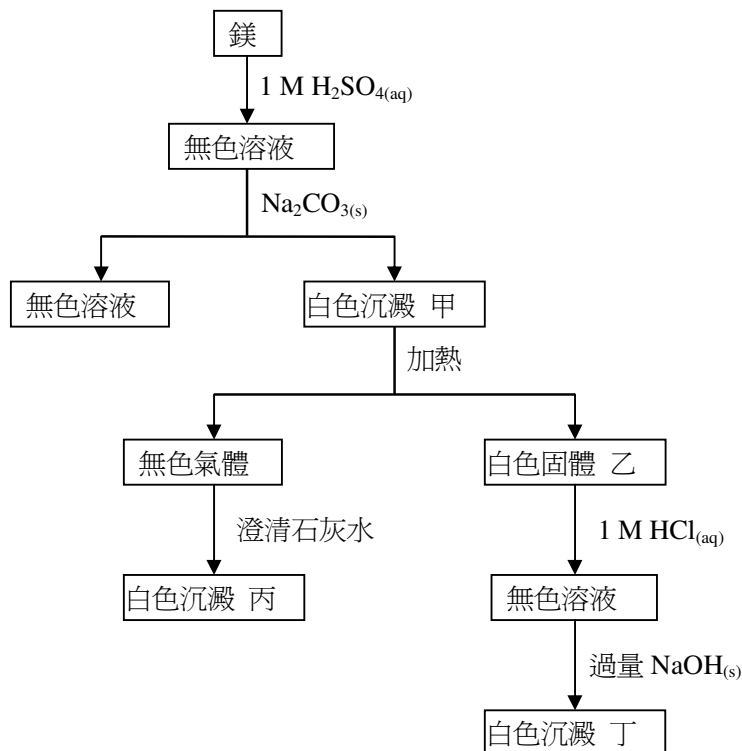


圖 5

根據上列的反應流程圖，回答下列問題。

1. 寫出化合物甲加熱分解之平衡反應式。(2分)
2. 寫出化合物乙和 1 M HCl 反應之平衡反應式。(2分)
3. 寫出化合物丙和丁的化學式。(2分)

**說明**

本題測驗考生對鎂及其化合物相關反應的了解。鎂金屬遇強酸溶液產生氫氣，並氧化成  $\text{Mg}^{2+}_{(\text{aq})}$ ，無色溶液為  $\text{MgSO}_{4(\text{aq})}$ ， $\text{Mg}_{(\text{s})} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})} \rightarrow \text{MgSO}_{4(\text{aq})} + \text{H}_{2(\text{g})}$

$\text{Mg}^{2+}$  遇碳酸根會產生沉澱甲， $\text{Mg}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{Na}_2\text{CO}_{3(\text{aq})} \rightarrow \text{MgCO}_{3(\text{s})} + 2\text{Na}^{+}_{(\text{aq})}$

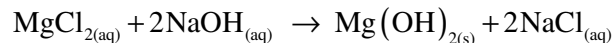
碳酸鎂加熱會分解成鹽類與二氧化碳， $\text{MgCO}_{3(\text{s})} \xrightarrow{\Delta} \text{MgO}_{(\text{s})} + \text{CO}_{2(\text{g})}$

產生的無色氣體為二氧化碳，通入澄清的石灰水，產生碳酸鈣白色沉澱（沉澱丙）

$\text{CO}_{2(\text{g})} + \text{Ca}(\text{OH})_{2(\text{aq})} \rightarrow \text{CaCO}_{3(\text{s})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$

白色固體乙為氧化鎂，遇鹽酸溶解，為無色溶液， $\text{MgO}_{(s)} + 2\text{HCl}_{(aq)} \rightarrow \text{MgCl}_{2(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$

再遇過量的氫氧化鈉，產生氫氧化鎂沉澱，即為白色沉澱丁



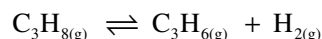
各小題的評分重點為第 1 與 2 題是書寫化學反應式，考生須正確寫出反應物與產物，而且必需平衡正確才能得分，這兩項是分開計分。此外，第 2 小題若寫離子反應式正確亦可得分。詳細的評分原則如下：

#### 評分原則(6 分)

題號	參考答案	分數	備註
1	$\text{MgCO}_3 \rightarrow \text{MgO} + \text{CO}_2$	2	1.列出反應式並平衡正確得 2 分
2	$\text{MgO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 或 $\text{MgO} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Mg}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$	2	1.列出反應式正確得 1 分 2.平衡正確再得 1 分
3	丙： $\text{CaCO}_3$ 丁： $\text{Mg}(\text{OH})_2$	2	各 1 分

#### 試題

三. 已知丙烷熱裂解後產生丙烯與氫氣，其平衡反應式如下：



今將 1.0 莫耳的丙烷置於一個 22.4 升的密閉容器中，並使容器溫度維持在 427°C。經一段時間，反應達平衡後，測得容器內的總壓力為 3.0 大氣壓。假設容器內每一氣體均可視為理想氣體，試列出計算式，求出該反應達平衡後，下列各項數值。

1. 容器內丙烯的莫耳數。(2 分)
2. 容器內氫氣的質量。(2 分)
3. 容器內氫氣的分壓。(2 分)

#### 說明

本題在測驗考生對於化學平衡、理想氣體方程式的了解，第 1 小題評量的重點在於丙烷分解會產生丙烯與氫氣，故 1.0 莫耳的丙烷分解後，其系統的總莫耳數是大於 1.0 莫耳，再藉由理想氣體方程式，則可計算得到丙烯的莫耳數。部分考生利用壓力的方式反推得到莫耳數，也屬於正確的作法。第 2 小題計算氫氣的質量，相對第 1 與第 3 小題而言，是屬於比較簡單的，只要第 1 小題可以得到氫氣的莫耳數，再乘以氫的分子量 2 g/mol，則可得到

氫氣的質量。第3小題是測驗考生道耳吞的分壓定律，考生需由莫耳分率著手或是由第1小題氫氣的莫耳數，反推得氫氣的分壓，此兩種解法皆可給分。詳細的評分原則說明如下：

**評分原則 (6分)**

題號	參考答案	分數	備註												
1.	$\text{C}_3\text{H}_{8(g)} \rightarrow \text{C}_3\text{H}_{6(g)} + \text{H}_{2(g)}$ <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>初始</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>反應</td> <td>-x</td> <td>+x</td> <td>+x</td> </tr> <tr style="border-top: 1px solid black;"> <td>平衡</td> <td>1-x</td> <td>x</td> <td>x</td> </tr> </table> <p>平衡後總莫耳數 = (1-x) + x + x = 1+x            根據理想氣體方程式 PV = nRT  <math>3 \times 22.4 = (1+x) \times 0.082 \times (427 + 273)</math></p> <p>可得 <math>1+x = 1.17 = \frac{48}{41}</math>  <math>\therefore x = 0.17</math> (莫耳)，故丙烯的莫耳數為 <math>0.17 \left( \frac{7}{41} \right)</math></p>	初始	1	0	0	反應	-x	+x	+x	平衡	1-x	x	x	2	1.列式正確 (PV = nRT) 並代入正確數字得 1分 2.答案正確再得 1分 3.注意答案是丙烯 = 0.17，而非丙烷
初始	1	0	0												
反應	-x	+x	+x												
平衡	1-x	x	x												
2.	<p>氫氣的莫耳數 = 0.17            氫氣的質量 = <math>2 \times 0.17 = 0.34\text{g}</math>            或氫氣的質量 = <math>2 \times \frac{14}{41} = \frac{28}{41}</math></p>	2	1.列式正確給 1分 2.答案正確再得 1分												
3.	<p>氫氣的分壓 = <math>3 \times \frac{0.17}{1.17} = 0.435 \approx 0.44\text{atm}</math>            或氫氣的分壓 = <math>3 \times \frac{\frac{7}{41}}{\frac{48}{41}} = 3 \times \frac{7}{48}</math></p>	2	1.列式正確得 1分 2.答案正確再得 1分												

綜合來說，本年度的試題包括化合物的質量與溫度的關係，特殊化合物的定性分析以及理想氣體方程式的計量與應用，涵蓋的化學主題相當多元且廣泛。對考生的能力要求上包括作圖、計算、書寫化學式與反應式等，要求的面向則是有別於學測選擇題方式的基本能力，屬於較進階的智能。此次閱卷時，部分考生第三大題的計算部分表現不甚理想，有

閱卷委員提出是否可參考國外的考試，提供初階的計算機，此項建議，可作為未來研究的參考。此次大考中心在考後一個月公布閱卷的評分標準，希望有助於高中的教學與學習，並希望各界能夠不吝指正。