

翰林 114分科測驗

# 精彩解析 化學 考科

名師／劉樺鑫 老師  
名師／宋 彧 老師



總編輯 / 李心筠

企 編 / 曾靜怡

責 編 / 鄭琇安 · 沈卿安

美 編 / 李湘悌 · 歐詩妤 · 林家綺

出 版 / 民國一十四年八月

發行所 / 7 0 2 0 0 8 臺南市新樂路 76 號

翰林官網 <https://www.hle.com.tw>

本書內容同步刊載於翰林官網

✔ 依據大考中心公布內容【試題·答案】

翰林 相信學習



## 一、前言

隨著 108 新課綱素養導向教學的推行，近年分科測驗化學考科展現出明顯的轉型趨勢，從過去偏重公式與記憶的評量，逐漸走向強調閱讀素養、理解推理及資料分析的命題方向，使用題組設計的命題模式，更是強調考生須具有判讀與靈活運用知識的能力。

繼去年（113 年）的分科化學試題回歸於課程基礎面與題型制式化，著重於基本概念與原理的應用，使得考生在應試作答時更具信心且得心應手。今年（114 年）的分科測驗化學試題相較於去年明顯大幅迥異，可謂是近四年來最具挑戰性的試題。這份試卷不僅評量考生對於經典理論與基本計算的掌握，更強調跨章節統整、資料解讀、實驗設計及生活應用，融入了多元圖表分析、情境題，以及新穎的實驗設計等多元面向。值得關注的是，今年的命題明顯展現出教授們對於化學素養、邏輯推理及實作能力的重視，也透露出高度的用心與創新。面對如此多元且靈活的試題型態，考生必須運用更高層次的閱讀理解與資訊統整力，在有限時間內準確掌握題意、發揮解題實力。因此，本文將在試題解析之前，先針對本次試題的題型、出處、屬性以及命題特色，進行更仔細的綜合分析，期望在未來備考應試方面，能與教師們一起引導學生從多元面向來了解評量趨勢，且為學生的學習提供更具體的準備方向。

## 二、試題題型、出處、配分比例及屬性分析

### 1. 試題題型與配分

分科測驗試題的數量多有起伏，去年總題數為 27 題，今年回歸到與 112 年相同，總題數為 31 題。試題同樣分成兩大部分：第壹部分為選擇題，共 19 題，其中單選題 7 題（占 28 分）、多重選擇題 12 題（占 48 分），占整體試卷 76%；第貳部分為混合題或非選擇題，內含選擇題與非選擇題，選擇題皆為多選，每題 2 分，非選擇題有 9 題，配分標示於題末，第貳部分共計 24 分，占整體試卷 24%。此次分科測驗的試題題型、題號分布及配分統計見表(-)。

表(-) 114 年分科測驗化學科試題題型與配分分析表

試題內容	題 型	題 號	配 分
第壹部分	單選題	1、2、3、4、5、6、7	28
	多選題	8、9、10、11、12、13、14、 15、16、17、18、19	48
第貳部分	混合題或非選擇題	20 ~ 22 題組（混合題）	6
		23 ~ 25 題組（混合題）	6
		26 ~ 28 題組（非選擇題）	6
		29 ~ 31 題組（非選擇題）	6

### 2. 試題章節出處與配分比例

分科測驗的範圍包含部定必修化學與加深加廣選修化學。必修化學為學測範疇，加深加廣選修為現行選修化學 I ~ V 冊的課程內容，涵蓋五大領域：物質與能量、物質構造與



反應速率、化學反應與平衡一、化學反應與平衡二、有機化學與應用科技及其相關的實驗。此外，分科測驗的考題也涵蓋自然領域的「探究與實作」，著重統合學習經驗，解決跨科或跨領域的實驗與情境化試題。本次分科測驗試題的章節出處與配分概況，分析如表(二)；試題中涵蓋「探究與實作」領域，且內容相關之類別與細項分布，如表(三)呈現。

表(二) 114 年分科測驗化學科試題之章節出處與配分概況表

冊 別	章 次	節 次	題 號	配 分	
化學(全)	第 1 章 物質的分類與組成	1-1 物質的分類、分離及狀態			
		1-2 化學的基本定律與莫耳			
		1-3 原子結構與元素週期表	<b>10</b>	4 分	
		1-4 物質的化學鍵、構造及特性	10		
	第 2 章 化學式與化學計量	2-1 化學式與百分組成			
		2-2 化學反應式	5、27	2 分	
		2-3 化學計量	2、16、17	8 分	
		2-4 化學反應中的能量變化	23		
	第 3 章 溶液與常見的化學反應	3-1 溶液的種類與特性	20		
		3-2 溶解度	20、21		
		3-3 酸鹼反應	4、29	6 分	
		3-4 氧化還原反應	12		
	第 4 章 生活化學	4-1 生活中常見的有機物質	18		
		4-2 科學與人文			
		4-3 資源與永續發展			
	示範實驗	萃取、蒸餾及薄層層析			
	實驗 1	溶解度的測定(溶解度曲線和結晶)			
實驗 2	酸鹼指示劑				
實驗 3	界面活性劑的效應				
選修化學 I	第 1 章 化學反應與能量	1-1 化學反應的限量試劑與產率			
		1-2 各種能量形式的轉換			
		1-3 反應熱的特性與赫斯定律			
		1-4 莫耳燃燒熱與莫耳生成熱			
	第 2 章 氣 體	2-1 大氣的組成與氣體的通性			
		2-2 氣體定律			
		2-3 理想氣體			
		2-4 分 壓	16		
	第 3 章 溶液的性質	3-1 物質的鑑定與溶液			
		3-2 蒸氣壓	24	2 分	
		3-3 溶液的沸點、凝固點及滲透壓	23、25	2 分	
		3-4 水溶液的依數性			

# 試題分析

冊 別	章 次	節 次	題 號	配 分
選修化學 I	實驗 1	化學反應熱的測定		
	示範實驗	水與酒精的混合溶液體積和溫度的變化		
	實驗 2	凝固點下降的現象		
選修化學 II	第 1 章 原子構造與性質	1-1 光的性質		
		1-2 原子光譜與波耳的氫原子模型	9	4 分
		1-3 原子軌域	9	
		1-4 電子組態	9	
		1-5 元素性質的週期性	9	
	第 2 章 物質的性質與化學鍵	2-1 化學鍵的種類	8	4 分
		2-2 單鍵與多鍵	8	
		2-3 混成軌域	8	
		2-4 價殼層電子對互斥理論與分子形狀		
		2-5 鍵極性與分子極性		
		2-6 分子間的作用力	8、10、13、 18、23、25	6 分
	第 3 章 化學反應速率	3-1 反應速率	14、15、17	12 分
		3-2 碰撞理論		
		3-3 影響反應速率的因素		
		實 驗	秒錶反應	
選修化學 III	第 1 章 化學平衡	1-1 可逆化學反應與化學平衡	5	4 分
		1-2 平衡常數與計算		
		1-3 勒沙特列原理	12	
		1-4 溶解平衡與溶度積的關係	21	2 分
		1-5 離子之沉澱、分離及確認	11	4 分
	第 2 章 酸鹼反應	2-1 酸與鹼的命名	19	
		2-2 布-洛酸鹼學說		
		2-3 酸鹼的解離平衡		
		2-4 鹽類		
		2-5 緩衝溶液	30	2 分
		2-6 酸鹼滴定與滴定曲線	20、22、29	4 分
	實驗 1	平衡的移動（勒沙特列原理）		
	實驗 2	平衡常數		
	實驗 3	酸鹼滴定		



冊 別	章 次	節 次	題 號	配 分	
選修化學IV	第 1 章 氧化還原反應與電化學	1-1 氧化數	<b>12、14、15、19</b>	4 分	
		1-2 氧化還原反應式的平衡			
		1-3 氧化還原滴定			
		1-4 電化電池與電池電壓			
		1-5 電解與電鍍	<b>3</b>	4 分	
	第 2 章 科學在生活中的應用	2-1 常見非金屬	<b>10、19</b>	4 分	
		2-2 常見金屬與常見合金	12		
		2-3 先進材料			
	實驗 1	氧化還原反應——簡易的伏打電池			
	實驗 2	氧化還原滴定			
	實驗 3	電解電鍍與無電電鍍			
	示範實驗	草酸鐵鉀錯合物的製備			
選修化學V	第 1 章 有機化學	1-1 有機化合物的結構與組成	<b>1</b>	4 分	
		1-2 官能基	<b>13、26、31</b>	8 分	
		1-3 烴	13、16		
		1-4 醇、醚及酚	13		
		1-5 醛、酮、羧酸及酯	13、18、 <b>28</b>	2 分	
		1-6 胺與醯胺			
		1-7 聚合物與聚合反應	<b>6、7</b>	8 分	
		1-8 天然聚合物	29		
		1-9 人造聚合物			
	第 2 章 環境化學	2-1 科學、科技、社會及人文			
		2-2 科學模型的特性與演變			
		2-3 環境汙染與防治			
		2-4 資源與永續發展			
		示範實驗 1	有機化合物的一般性質		
		示範實驗 2	常見官能基的檢驗		
		實驗 1	有機分子的結構		
		實驗 2	醇、醛及酮的性質		
	實驗 3	製備阿司匹靈			
	實驗 4	水的檢測			

※說明：因單一試題可能涵蓋多個冊別章節與概念，因此主要測驗目標以粗體題號對應該題配分，而該題涵蓋其他領域之章節的部分，則不再加入配分。

# 試題分析

表(三) 114年分科測驗化學科試題在探究與實作之分布與概況

領域	類別	細項	題號	配分
探究與實作	發現問題	觀察現象		
		蒐集資訊		
		形成或訂定問題		
		提出可驗證的觀點		
	規劃與研究	尋找變因或條件	14、20	
		擬定研究計畫	14、20	
		收集資料數據	16、30	
	論證與建模	分析資料和呈現證據	14、16、17、21、29、30	
		解釋與推理	14、15、17、21、31	
		提出結論或解決方案	15	
	表達與分享	表達與溝通		
		合作與討論		
評價與省思				

本次分科測驗的試題在必修化學與選修化學各冊別、各章節多有入題。值得注意的是：試題分布在學測範疇的必修內容，占分比例高達 20%，且多以化學基礎架構知識的「化學式與化學計量」為主，顯示基礎能力與核心概念仍是解題思維的重要基石。在加深加廣選修化學範疇，如同以往，試題內容仍以選修化學 V 的有機化學為大宗，占分高達 22%。由於本次測驗的實驗圖表題比重高達 72%，題目內涵「探究與實作」的細項與精神且題型新穎具創意，可惜未有納入課綱規範的實驗試題。表(四)為 108 課綱實施後，這四年來分科測驗化學試題在各章節配分的統計。

表(四) 111 ~ 114 年 (108 課綱迄今) 分科測驗試題之各章節配分統計表

冊別	章次	111年	112年	113年	114年	平均
化學 (全)	第 1 章 物質的分類與組成	6	0	2	4	3
	第 2 章 化學式與化學計量	8	4	4	10	6.5
	第 3 章 溶液與常見的化學反應	2	0	0	6	2
	第 4 章 生活化學	0	0	0	0	0
選修化學 I	第 1 章 化學反應與能量	0	4	4	0	2
	第 2 章 氣體	4	8	0	0	3
	第 3 章 溶液的性質	4	8	4	4	5



冊 別	章 次	111 年	112 年	113 年	114 年	平 均
選修化學 II	第 1 章 原子構造與性質	12	8	4	4	7
	第 2 章 物質的性質與化學鍵	12	12	8	10	10.5
	第 3 章 化學反應速率	4	4	8	12	7
選修化學 III	第 1 章 化學平衡	14	12	12	10	12
	第 2 章 酸鹼反應 (含實驗)	4	8	12	6	7.5
選修化學 IV	第 1 章 氧化還原反應與電化學	14	10	4	8	9
	第 2 章 科學在生活中的應用	2	0	12	4	4.5
選修化學 V	第 1 章 有機化學 (含實驗)	14	22	22	22	20
	第 2 章 環境化學	0	0	4	0	1

依據表(四)的統計分析，在 108 課綱實施以來，分科測驗的試題範圍所涵蓋的課程章節幾乎具有脈絡性，主要分布在數個重要章節，例如：化學式與化學計量、物質的性質與化學鍵、化學反應速率、化學平衡、酸鹼反應或氧化還原反應以及有機化學。值得注意的是：有機化學和化學平衡等章節每年皆有入題，且占分比例較高，顯示這些章節在分科測驗考試中的重要性，也提醒考生必須著重高三課程學習的穩定性。

### 3. 試題屬性分析

108 課綱的精神是以閱讀素養導向命題，朝向基本能力與綜合應用之評量，而非片段式記憶或知識的診斷，強調多元能力與跨領域的問題解決精神。依據大考中心公布的「分科測驗化學科考試說明」，化學科的測驗目標是希望藉由不同類型的評量方式，達到檢測學生學習成效；測驗目標主要分成下列四個面向。根據測驗目標，將此次分科測驗試題的屬性分類、歸納於表(五)。

表(五) 114 年分科測驗化學科試題屬性分析

試題	題型	題號	測驗目標			
			基本知識與概念	實驗技能與探究能力	推理與思考能力	應用知識的能力
第壹部分	單選題	1	○		○	
		2	○		○	
		3	○			○
		4	○			○
		5	○		○	
		6	○		○	
		7			○	

# 試題分析

試題	題型	題號	測驗目標			
			基本知識與概念	實驗技能與探究能力	推理與思考能力	應用知識的能力
第壹部分	多選題	8	○			○
		9	○			○
		10	○		○	○
		11	○	○		○
		12	○		○	
		13	○			○
		14	○		○	○
		15	○	○	○	
		16			○	○
		17	○	○		
		18	○			○
		19	○		○	
第貳部分	混合題或非選擇題	20		○	○	
		21	○	○	○	
		22	○			○
		23	○		○	○
		24	○		○	○
		25	○		○	
		26	○			○
		27	○		○	
		28	○		○	
		29	○		○	○
		30		○	○	
		31	○		○	○

綜合表(四)與表(五)：此次分科測驗在高中化學課程中，有機化學、化學反應速率、化學平衡以及物質的性質與化學鍵，這幾個章節的命題比重較高，許多題目並非單一概念的考查，而是需要整合多個化學概念才能作答，除了評量核心知識外，考生也需要能運用所學進行分析與判斷。本次試題整體難度較高，基礎題有限、計算試題量適中、題組題型較多，且具有閱讀素養與實驗探究的內涵；考生解題時必須閱讀、理解題意、邏輯分析、運用認知，將知識轉化應用於未曾見過的情境中，這種綜合理解與實驗推演的過程是最具挑戰性的。



### 三、試題概念分析

#### 1. 第壹部分

##### 一、單選題

- 第 1 題：為基礎概念試題，從有機化合物的結構式著手，搭配官能基的種類，即可輕鬆作答。需特別注意的是： $\text{CH}_3\text{SH}_x$  此分子中的  $-\text{SH}$  可視為  $-\text{OH}$  來看待（S 與 O 為同族元素），更能快速思考解題。
- 第 2 題：定溫、定容下，氣體的莫耳數比等於其壓力比。由於反應式 1 已平衡係數，從圖 1 可得知反應物最後完全消耗，再依據反應係數比推知正確的反應圖形。
- 第 3 題：此題屬於制式化的電解計算試題。由圖形給予的電流數值，再以法拉第電解定律（僅需考慮陰極半反應），即可計算得到所求。
- 第 4 題：此題為強酸、強鹼的中和，是較偏向必修化學內容的酸鹼反應。由 pH 值換算成氫離子濃度或氫氧離子濃度，且由題意得知混合後強酸溶液為過量，即可計算。
- 第 5 題：此題為化學反應式與化學計量的內容。從起始濃度到平衡濃度之過程的變化量，可得知物質間進行反應的變化比例，此為係數比。

【6、7 題題組】聚合反應的過程與交聯反應的認知。

- 第 6 題：觀察圖 3 中，化合物（甲）與試劑（乙）結合處的結構變化，再觀察原子種類、鍵結變化，應可推知所求。
- 第 7 題：從題目敘述交聯反應的概念，可推知決定矽膠「彈性」的因素。

##### 二、多選題

- 第 8 題：屬於基礎概念試題。有關石墨與金剛石這兩個共價網狀固體，它們的性質、鍵結及結構等都是考生必須熟稔的課程內容。
- 第 9 題：屬於基礎概念試題。氦的原子軌域、電子組態以及游離能，都是考生必須熟稔的課程內容。
- 第 10 題：這種週期表元素的試題是具有鑑別度的。首先要熟悉週期表中元素的位置，即原子序，並且熟記週期表的同族元素；此外，金屬與非金屬元素的性質差別，如與金屬相關者多為鹼性、與非金屬相關者多為酸性，如此較能快速分析、解題。
- 第 11 題：雖然課綱沒有強制規範沉澱反應的範疇，但考生若能熟悉沉澱表，對於這種判斷未知物的實驗就可快速解題、作答。值得注意的是：氯化鉛(II) ( $\text{PbCl}_2$ ) 沉澱可溶於熱水中，這種沉澱物再溶解的範例可在平日練習時稍做重點筆記。
- 第 12 題：這個振盪反應並非高中範疇的實驗，考生要依循題目敘述給予的線索，進行理解、分析及作答。題目給予三個反應式與配位基的圖示，搭配氧化數概念可逐一選項進行判讀。
- 第 13 題：膽固醇為有機化合物，由圖 5 結構來判斷每一選項的敘述。值得注意的是：(A) 選項是判斷官能基的種類，除了羥基 ( $-\text{OH}$ ) 外，還有烯基 ( $\text{C}=\text{C}$ )，題目所呈現的「烯烴」應是強調膽固醇分子中，除了羥基之外的剩餘結構部分，見圖 5。

# 試題分析

【14、15 題題組】這個題組內容是國中曾學習過的反應速率，是典型的實驗過程與條件設計之題組，屬於探究與實作試題。

第 14 題：觀察反應式 2，HCl 提供  $H^+$  進行反應，且反應生成元素 S 或以氧化數變化可得知此為氧化還原反應。由表 1 可得知， $Na_2S_2O_3$  的濃度為操縱變因，且與反應速率 ( $1/t$ ) 間約成一次方比例關係。

第 15 題：由表 1 實驗設計與數據可逐步判讀選項正確性。要特別注意的是：每組實驗設計中，反應物的莫耳數雖然都是  $HCl < Na_2S_2O_3$ ，然而無法得知看不清 X 標誌時，是否恰為反應物 HCl 完全耗盡之時，因此(B)選項不一定正確。

【16、17 題題組】運用儀器分析來檢測反應過程的物質變化，且以物質成分的莫耳分率來呈現結果，是道較為新穎、靈活有創意的試題。

第 16 題：此題需觀察圖 7 的物質含量變化來解題。要特別注意的是：圖 7 中有兩個縱坐標軸，尤其是氧氣的莫耳分率；此外，莫耳分率是指物質的含量比率，不是確切的莫耳數含量，考生要注意用詞。

第 17 題：觀測圖 7 中物質含量變化的斜率，可判讀該物質的生成速率快慢。在此實驗中不僅是天然氣中  $CH_4$  的燃燒，過程中產生的 CO 也會燃燒，可從 CO 含量變化曲線可得知。

第 18 題：此題目看似基礎認知題，但試題中融入數個化學概念，如酵素作為催化劑，以 key and lock 概念結合反應物，兩者間以氫鍵相互吸引，並進行酯基（反應物甲）的水解反應；要注意的是：催化劑雖參與反應但反應前、後本質不會改變。

第 19 題：此題製備硼元素的反應流程，屬於無機化學的章節。在(A)選項中，硼酸  $H_3BO_3$  常表示為  $B(OH)_3$ ，若考生沒有此概念，可從圖 9 步驟①加入硫酸（強酸）不可能得到鹼性物質來判斷。在(E)選項中，可仿照(C)選項反應式的表述可得知：在  $1000^\circ C$  下，產物除了 B 固體還有 HCl 氣體，因此產物 B 容易分離出、純度較高。

## 2. 第貳部分

【20 ~ 22 題題組】酸鹼滴定的實驗題組，結合了物質的特性與溶解度來入題，是個多元概念的模組。考生應細心分析題目敘述與表 2 給予的訊息，活用酸鹼滴定實驗與酸鹼中和之計算。

第 20 題：實驗操作的注意事項測驗學生是否掌握此試題的重點概念：鹼性溶液易與空氣中的二氧化碳反應、石灰水（氫氧化鈣飽和水溶液）的配製方法、溶解度會受溫度影響、錐形瓶內的溶液體積需使用分度吸量管精確量取、實驗規格或刻度較小則可更精確細膩。

第 21 題：由表 2 的數據，要注意三種鹼性化合物取用的體積並不相同，且標準酸滴定的用量也不一樣，顯示鹼性化合物的溶解度差異。

第 22 題：依據表 2，利用酸鹼反應時： $H^+$  的莫耳數 =  $OH^-$  的莫耳數，求出氫氧化鈣的濃度，要注意  $Ca(OH)_2$  為二元鹼。



【23 ~ 25 題題組】此題組為不遵循拉午耳定律的非理想溶液。兩種液體在不同比例下混合形成溶液，其「沸點相應於溶液蒸氣壓的關係」會是思考解題的重點。

第 23 題：圖 10 的縱軸為沸點，環己烷與乙醇混合後沸點降低，表示溶液蒸氣壓增高，兩種液體混合後作用力降低、體積增大，且混合時為吸熱反應，此為與理想溶液呈現正偏差的非理想溶液。需要特別注意的是(D)選項，環己烷為非極性分子，乙醇是具有分子間氫鍵的分子，然而兩者分子間作用力須從圖 10 的沸點來判斷，如環己烷沸點約為  $79^{\circ}\text{C}$ 、乙醇沸點約為  $78^{\circ}\text{C}$ ，沸點愈高顯示分子間作用力愈大，因此(D)選項為正確。

第 24 題：如同第 23 題，從圖 10 的沸點來判斷蒸氣壓，沸點愈高、蒸氣壓愈低。

第 25 題：環己烷-乙醇溶液的沸點較純乙醇低，顯示溶液內分子間的作用力較弱，可進一步推知環己烷分子破壞原本乙醇分子間的氫鍵，使分子間作用力降低、溶液較易揮發，因此沸點降低。

【26 ~ 28 題題組】較為新穎的有機合成反應，可從題目敘述與原子不減的基礎，平衡反應式係數，並推理出物質結構式。

第 26 題：觀察有機物結構式，從中找出相同的官能基團（酚基），即為所求。

第 27 題：觀察反應式 3，反應物  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$  即為苯酚，且產物結構中具有兩個酚基，因此可推知  $a=2$ 。由產物丙結構式與  $\text{H}_2\text{O}$ ，可進一步推知係數  $b$ 、 $c$ 、 $d$ 。此題屬於基本認知的非選擇題。

第 28 題：由第 27 題可推知， $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$  應是產物丙下方處 1 個 C 原子接有兩個甲基  $-\text{CH}_3$  的部分，再搭配原子不減概念，可知  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$  應為丙酮 ( $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ )。

【29 ~ 31 題題組】此題為實驗題組，創新且多重複雜的實驗設計讓考生需要充分釐清題意、分析實驗結果後，才能確認作答。此外，圖形兩側分列兩種不同意義的縱坐標軸，這個也是考生必須細心觀察留意之處。

第 29 題：由於果膠置入  $\text{HCl}$  中，果膠上的羧基以  $-\text{COOH}$  的形式存在，因此在區域 I 中，導電度大幅下降、 $\text{pH}$  值緩緩上升，顯示溶液中  $\text{HCl}$ （強酸）被滴入的  $\text{NaOH}$  所中和，在此階段尚未發生果膠與  $\text{NaOH}$  的反應。

第 30 題：從圖 13 的區域 II 開始，果膠上的羧基  $-\text{COOH}$  被滴入的  $\text{NaOH}$  所反應， $\text{pH}$  值曲線緩慢上升，屬於緩衝區段，且  $\text{pH}$  值在  $3.5 \sim 4.0$  區段最為平緩；由於緩衝區段的中間位置，為溶液的  $\text{pH}$  值為弱酸的  $\text{pK}_a$ ，因此可判斷果膠的  $\text{pK}_a$  大約在 4.3 左右。

第 31 題：承第 30 題，由於區域 II 中，果膠的羧基  $-\text{COOH}$  被  $\text{NaOH}$  所中和，消耗的  $\text{NaOH}$  愈多，顯示果膠上的  $-\text{COOH}$  愈多，因此果膠新樣品結構中所含有的羧基  $-\text{COOH}$  應較原樣品為多。

# 試題分析

## 四、結語

114年分科測驗化學試卷充分展現108課綱的素養導向核心，內容涵蓋高中化學多重面向的理論，如酸鹼中和、反應速率、化學平衡及有機官能基結構等，題組的內涵更是展現實驗設計與多元數據，並融入大量跨領域、生活化的情境，例如：果膠滴定、環境荷爾蒙、燃燒反應以及儀器分析等，不僅測驗知識，更要求學生運用化學觀念解決新穎情境，反映命題教授在試題設計上的用心、細心及創意。特別值得一提的是，今年的試卷在圖表題的比例與深度皆大幅提升，許多題目涉及複雜的坐標軸、曲線或莫耳分率變化，此舉雖有助於鑑別學生閱讀資料的解析能力，但是部分圖形與表達形式過於繁複，例如：第16、17題組中，圖7的縱軸同時呈現五個物質的莫耳分率，易造成閱讀負擔，考生在應試緊張狀況下易發生判讀失誤。

整份試卷的試題靈活創新，在新穎實驗設計題，如燃燒產物含量變化、果膠滴定，涉及學生未曾於親自操作或理解討論過的內容，對於中等程度學生來說，易感到陌生與壓力。因此，建議教師未來在設計探究與實作課程的素養題時，針對不屬於課綱實驗或日常教學範疇的新型實驗，可增加更多情境敘述或引導步驟，以協助學生理解命題核心，充分了解並能運用所學背景知識進行判讀，才易於作答。

總體而言，這份試卷高度展現命題用心、題型靈活新穎與跨領域整合，但在圖形資訊設計與實驗步驟引導方面應可更加細膩；此外，應多納入課綱實驗內容作為命題素材，鼓勵學生從操作所學中得以發揮。新型命題雖強化鑑別度，但若能兼顧課綱內涵與創新思維，將更能發揮素養評量的真正價值。

最後，建議老師們可勉勵每位考生無論遇到再新穎或困難的題目，都要相信自己在高中階段累積的知識與能力。依循這四年的經驗，面對未來的分科測驗，建議同學們平時要多閱讀與分析各類圖表，強化數據判讀與資訊整合能力，並嘗試從不同領域的實驗與生活現象中發掘化學的應用與邏輯。此外，遇到未曾實作過的新型實驗設計時，不要畏懼生疏，要勇敢有自信地閱讀題幹線索、抓取關鍵字，並運用所學的化學原理、概念來判讀解題。持續保持好奇心與主動學習態度，多向老師請教、參加實驗課程與保持閱讀習慣，未來必定能更從容自信地迎戰變動中的分科測驗！



## 參考資料

說明：下列資料，可供回答問題之參考

## 一、元素週期表（1~36 號元素）

1 H 1.0																	2 He 4.0
3 Li 6.9	4 Be 9.0											5 B 10.8	6 C 12.0	7 N 14.0	8 O 16.0	9 F 19.0	10 Ne 20.2
11 Na 23.0	12 Mg 24.3											13 Al 27.0	14 Si 28.1	15 P 31.0	16 S 32.1	17 Cl 35.5	18 Ar 40.0
19 K 39.1	20 Ca 40.1	21 Sc 45.0	22 Ti 47.9	23 V 50.9	24 Cr 52.0	25 Mn 54.9	26 Fe 55.8	27 Co 58.9	28 Ni 58.7	29 Cu 63.5	30 Zn 65.4	31 Ga 69.7	32 Ge 72.6	33 As 74.9	34 Se 79.0	35 Br 79.9	36 Kr 83.8

二、理想氣體常數  $R = 0.0820 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

## 第壹部分、選擇題（占 76 分）

## 一、單選題（占 28 分）

說明：第 1. 題至第 7. 題，每題 4 分。

1. 穩定分子的分子式  $\text{CH}_3\text{SH}_x$ 、 $\text{CH}_3(\text{CH}_y)_3\text{Cl}$ 、 $\text{CH}_3\text{NH}_z$  中，則  $x$ 、 $y$ 、 $z$  值應分別為下列哪一項？  
 (A) 1、2、2      (B) 1、2、3      (C) 2、3、1      (D) 2、3、2      (E) 3、2、1

答 案：(A)

命題出處：選修化學 V 第 1 章 有機化學

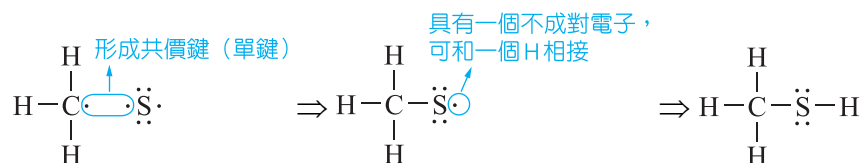
測驗目標：評量學生能透過對官能基的認識，以及有機化合物的鍵結原理來推得合理的化學式

詳 解：重要觀念：(1)有機化合物的官能基 (2)有機化合物中的鍵結原理

分子式： $\text{CH}_3\text{SH}_x$ 、 $\text{CH}_3(\text{CH}_y)_3\text{Cl}$ 、 $\text{CH}_3\text{NH}_z$ 。

含 S 之官能基： $-\text{SH}$ （因 S 與 O 同族，可由羥基  $-\text{OH}$  推理其形式），故  $x=1$ 。

【補充】也由鍵結原理看  $\text{CH}_3\text{SH}$ ：



含 N 之官能基： $-\text{NH}_2$ ，故  $z=2$ 。

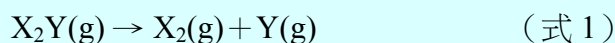
由  $\text{CH}_3-(\text{CH}_y)_3-\text{Cl}$  之形式可得知  $(\text{CH}_y)$  是碳鏈中的結構，即為  $-(\text{CH}_2)-$ ，故  $y=2$ 。

故(A)選項正確。

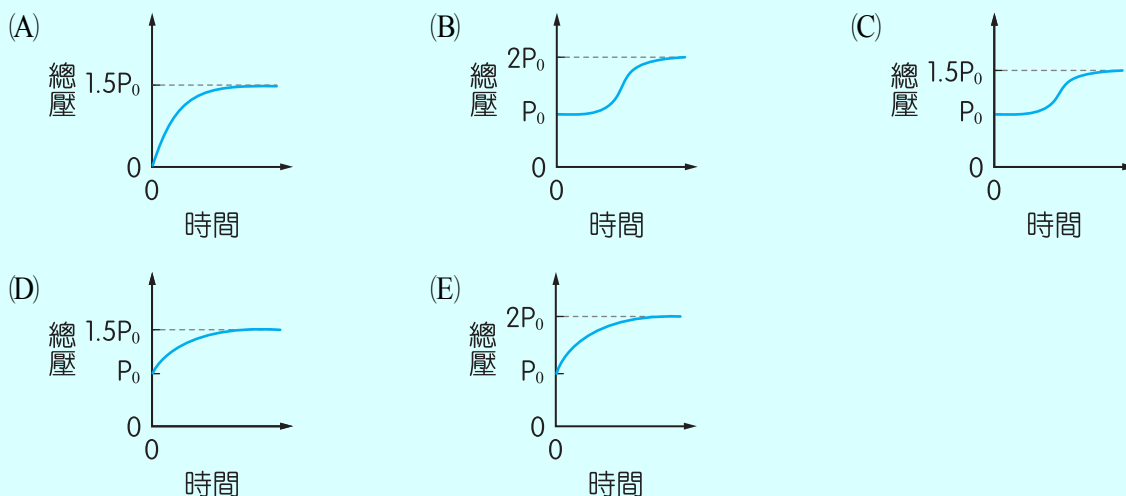
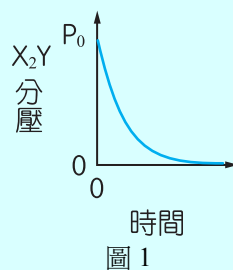
難 易 度：易

# 試題分析

2. 定溫定容下，某氣體 ( $X_2Y$ ) 可進行分解反應，其化學反應式如式 1：



已知  $X_2Y$ 、 $X_2$  及  $Y$  彼此之間互不反應，且三者皆可視為理想氣體。若初始的容器內僅有  $X_2Y$ ，其壓力為  $P_0$ ；反應過程中， $X_2Y$  分壓與時間的關係如圖 1 所示，則容器內總壓隨時間的變化可能為何？



答 案：(E)

命題出處：化學(全) 第 2 章 化學式與化學計量  
選修化學 I 第 2 章 氣體

測驗目標：評量學生能透過對於反應式的計量關係推理合理的總壓變化

詳 解：重要觀念：由反應式係數推得各物質莫耳數、壓力之關係

由反應式： $X_2Y(g) \rightarrow X_2(g) + Y(g)$  之係數得知：

反應時各物質的莫耳數變化比  $X_2Y : X_2 : Y = (-1) : 1 : 1$

於同溫、同壓下，氣體的莫耳數與壓力成正比，

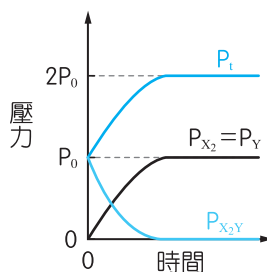
故  $\Delta P_{X_2Y} : \Delta P_{X_2} : \Delta P_Y : \Delta P_t = (-1) : 1 : 1 : 1$

(1) 可從起始壓力與反應末壓力推測合理選項：

	$X_2Y$	$X_2$	$Y$	總壓 $P_t$
起始壓力	$P_0$	0	0	$P_0$
反應末壓力	0	$P_0$	$P_0$	$2P_0$

⇒ (A)(C)(D) 皆不合理

(2) 由  $X_2Y$  推測反應過程各物質與總壓的變化如附圖：



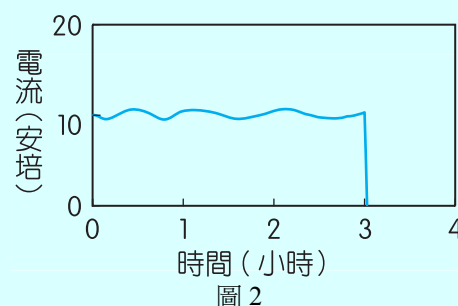
故 (E) 選項正確。

難 易 度：易



3. 圖 2 為電解 NaCl(l) 的電流與時間的關係圖，試問經過 3 小時後，大約可以生成多少克鈉金屬？（鈉的原子量請參見封面週期表）

- (A) 25 (B) 13  
(C) 1.1 (D) 0.02  
(E) 0



答 案：(A)

命題出處：選修化學IV 第 1 章 氧化還原反應與電化學

測驗目標：評量學生對法拉第電解定律的認識與理解

詳 解：重點公式 1：法拉第電解定律： $\frac{m}{M} = \frac{Q}{F} \times \frac{1}{n}$

重點公式 2： $Q (C) = I (A) \times t (s)$  【注意：時間 t 以秒 (s) 為單位】

電解 NaCl(l)，產生鈉的反應式： $Na^+ + e^- \rightarrow Na$

代入法拉第公式 ( $M=23, n=1$ )

$$\Rightarrow \frac{m}{23} = \frac{QC}{96500 C/mol} \times 1 = \frac{IA \times t s}{96500 C/mol} = \frac{10 C/s \times (3 \times 60 \times 60) s}{96500 C/mol}$$

$$\Rightarrow Na \text{ 的質量 } m = \frac{10 C/s \times (3 \times 60 \times 60) s}{96500 C/mol} \times 23 \div 25.74 (g), \text{ 最接近之答案為}$$

25 g，故(A)選項正確。

難 易 度：中

4. 將 pH=2.0 的 HCl 水溶液 50 mL，與一未知濃度的 KOH 水溶液 50 mL 均勻混合後，若溫度沒有改變，體積為 100 mL，此溶液的 pH 值為 4.0。則原來 KOH 水溶液的濃度 (M) 為下列何者？

- (A) 0.098 (B) 0.0098 (C) 0.0049 (D) 0.0018 (E) 0.00098

答 案：(B)

命題出處：選修化學III 第 2 章 酸鹼反應

測驗目標：評量學生對 pH 值的理解與酸鹼反應之計算

詳 解：(1) 題目中 pH=2.0 之 HCl(aq)， $[HCl]=[H^+]=10^{-pH}=0.01 M$

(2) 設未知濃度 KOH 之濃度為 x M

(3) 兩溶液混合之 pH=4.0 (為酸性，表示鹽酸過量)

$$\text{意即 } [H^+] = 10^{-pH} = 0.0001 M = \frac{n_{HCl} - n_{KOH}}{V_{total}} = \frac{0.01 M \times 0.05 L - x M \times 0.05 L}{0.1 L}$$

$$\Rightarrow 0.0001 = 0.0005 - 0.05x \Rightarrow x = 0.0098 (M)$$

故(B)選項正確。

【小訣竅】也可用毫莫耳數 (mmol) 計算，較為方便：

$$n (\text{mmol}) = C_M (M) \times V (\text{mL})$$

難 易 度：中

# 試題分析

5. 氣體 A 與氣體 B 反應生成氣體 C。在定溫下，某固定體積的密閉容器中，A、B 與 C 的起始濃度分別為 1.000 M、1.500 M 與 1.000 M；當反應達到平衡後，A 的濃度為 0.921 M，B 的濃度為 1.342 M，C 的濃度為 1.158 M。試問此反應的化學反應式為何？

- (A)  $A + B \rightleftharpoons 2C$   
 (B)  $A + 2B \rightleftharpoons 2C$   
 (C)  $2A + B \rightleftharpoons C$   
 (D)  $A + 3B \rightleftharpoons 2C$   
 (E)  $2A + 3B \rightleftharpoons 3C$

答 案：(B)

命題出處：選修化學Ⅲ 第1章 化學平衡

測驗目標：評量學生對化學計量與化學平衡的理解

詳 解：重要觀念：由反應過程物質的濃度推得反應係數

	A	B	C
起始濃度 (M)	1.000	1.500	1.000
變化濃度 (M) 註：由平衡濃度－起始濃度計算	-0.079	-0.158	+0.158
平衡濃度 (M)	0.921	1.342	1.158

由變化濃度可推得其莫耳數變化比＝係數比＝1：2：2

故氣體 A 與氣體 B 反應生成氣體 C 之反應式為  $A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$

故(B)選項正確。

難 易 度：易

## 6、7. 題為題組

聚二甲基矽氧烷（甲）與化合物（乙）試劑反應後，其線形結構轉變成三維網狀結構，物理性質也從液體的矽油轉變成具有彈性的固體矽膠，圖 3 為其分子結構及化學反應示意圖，此反應稱為交聯反應（a、b、c 分別代表括弧中單元重複的數目）。

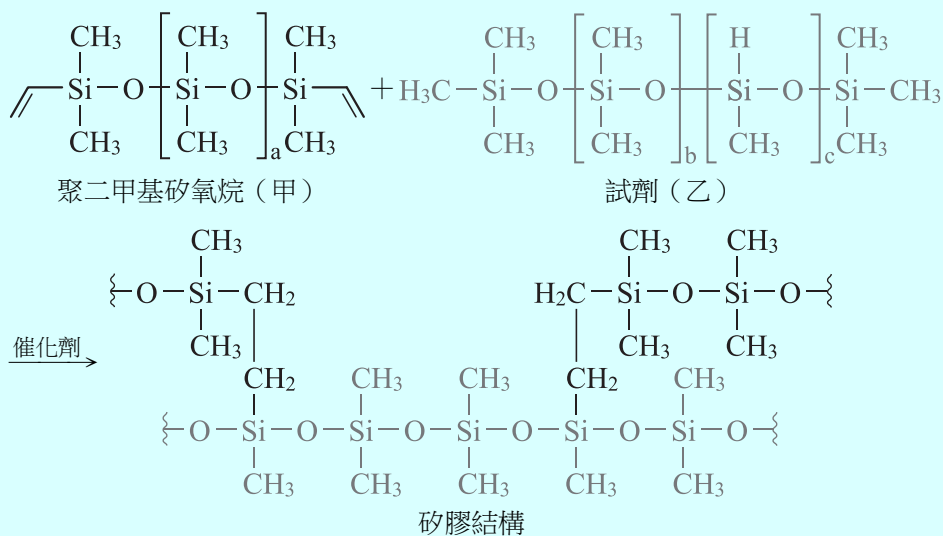


圖 3



6. 交聯反應中，(甲)末端的碳碳雙鍵與試劑(乙)中的哪個基團形成新的化學鍵結？

- (A)  $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{H}_3\text{C}-\text{Si}-\text{O}- \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$       (B)  $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ -\text{Si}-\text{O}- \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$       (C)  $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ -\text{Si}-\text{O}- \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$
- (D)  $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ -\text{Si}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$       (E)  $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{Si}-\text{O}- \\ | \\ \text{H} \end{array}$

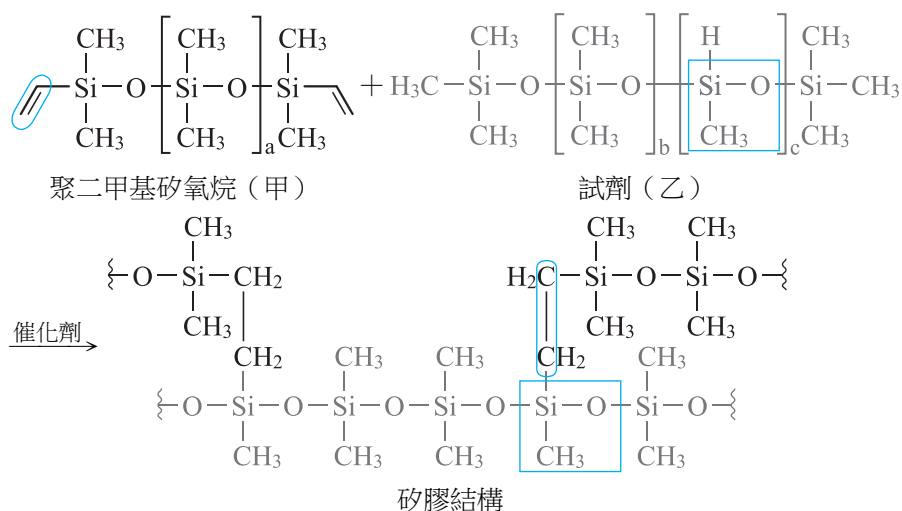
答 案：(C)

命題出處：選修化學V 第1章 有機化學

測驗目標：評量學生對有機化合物與聚合物的認識，並運用相關概念推理鍵結的形成

詳 解：【小訣竅】：(1)題幹中(甲)與(乙)以不同顏色呈現

(2)觀察(甲)與(乙)連接的位置



觀察矽膠結構中，連接(甲)相接的Si原子連接2個氧原子，故(A)(D)(E)不合；

(甲)的末端碳直接與(乙)結構中的Si相接，可推論答案為(C)。

難 易 度：中

7. 在相同反應條件下，將適當比例的不同重量(甲)和(乙)進行交聯反應，反應完全後所得到的矽膠會有不同彈性，主要原因為何？

- (A)反應的基團不同      (B)反應的活性不同  
(C)反應速率不同      (D)交聯反應程度不同  
(E)溶解度不同

答 案：(D)

命題出處：選修化學V 第1章 有機化學

測驗目標：評量考生具有閱讀理解的素養能力，且能運用有機物、聚合物的性質進行判斷

詳 解：透過(甲)兩側末端的碳碳雙鍵結構可與(乙)進行交聯反應，因此不同(甲)、(乙)的比例可調整交聯反應程度，進而調整材料的彈性，因此可推論答案為(D)。

難 易 度：易

# 試題分析

## 二、多選題 (占 48 分)

說明：第 8. 題至第 19. 題，每題 4 分。

8. 下列有關石墨與金剛石的敘述，哪些正確？
- (A) 石墨與金剛石為同素異形體  
 (B) 石墨的導電性與結構中的  $\pi$  鍵有關  
 (C) 石墨的碳碳鍵長大於金剛石的碳碳鍵長  
 (D) 金剛石為三維共價網狀固體，常溫常壓時可導電  
 (E) 石墨內的碳以  $sp^2$  混成軌域鍵結，層與層間有凡得瓦作用力

答 案：(A)(B)(E)

命題出處：選修化學 II 第 2 章 物質的性質與化學鍵

測驗目標：評量學生對化學鍵、共價網狀固體的認識與理解

詳 解：

物 質	石 墨 (C)	鑽 石 (金 剛 石, C)
結 構	二維平面網狀	三維立體網狀
形 狀	平面六角形，有共振結構	正四面體形
鍵 結	1 個 C 連結 3 個 C	1 個 C 連結 4 個 C
鍵 數	$1\frac{1}{3}$	1
鍵 長	較短	較長
碳原子的混成軌域	$sp^2$	$sp^3$

(A) 皆為碳元素的同素異形體，故(A)選項正確。

(B) 與石墨的  $\pi$  鍵有關，故(B)選項正確。

(C) 石墨鍵數（鍵級）為  $1\frac{1}{3}$ ，比鑽石大，因此鍵長較短，故(C)選項錯誤。

(D) 鑽石無法導電，故(D)選項錯誤。

(E) 鑽石的碳原子為  $sp^3$  混成軌域；石墨為  $sp^2$  混成軌域，並且層與層之間有凡得瓦力，故(E)選項正確。

難 易 度：易

9. 氦 (He) 是惰性氣體中最輕的元素，氦的一個價電子游離後，生成了氦離子 ( $He^+$ )。下列關於  $He^+$  的敘述，哪些正確？
- (A) 沒有 3d 軌域  
 (B)  $He^+$  的半徑比 He 的半徑大  
 (C) 基態  $He^+$  的電子組態與氫原子相同  
 (D) 可用波耳的原子模型理論解釋  $He^+$  光譜  
 (E) 由  $He^+$  到  $He^{2+}$  的游離能比由 He 到  $He^+$  的游離能大

答 案：(C)(D)(E)

命題出處：選修化學 II 第 1 章 原子構造與性質

測驗目標：評量學生對原子結構與性質的認識



**詳 解：**重點觀念：He 的電子組態為  $1s^2$ ，可推得失去電子形成  $He^+$  後，基態  $He^+$  的電子組態： $1s^1$ 。

(A)仍有 3d 軌域（3d 軌域為未填電子的空軌域狀態），故(A)選項錯誤。

(B)半徑： $He > He^+$   $\because$  當原子失去電子而形成陽離子時，因電子數變少，電子間斥力減小，致使電子雲的範圍縮小，半徑變小，故(B)選項錯誤。

(C)電子組態皆為  $1s^1$ ，故(C)選項正確。

(D)單電子系統可用波耳的原子模型理論解釋能量、光譜……等，故(D)選項正確。

(E)同原子之游離能： $IE_1 < IE_2 < \dots$ ；因此，由  $He^+$  到  $He^{2+}$  的游離能 ( $IE_2$ ) 比由 He 到  $He^+$  的游離能 ( $IE_1$ ) 大，故(E)選項正確。

**難 易 度：**中

10. 甲、乙、丙、丁、戊五種元素的原子序均小於 20。甲是週期表中質量最小的元素，乙是週期表中電負度最大的元素，丙原子最外殼層電子數是次外殼層電子數的三倍，丁原子序大於丙，而且丁與丙為同一族，另外，戊和乙的原子序總和等於丙和丁原子序總和。下列敘述哪些正確？

- (A)甲與乙形成的化合物不溶於水
- (B)在自然界中的丙有兩種同位素
- (C)甲與丙反應後所得的化合物，可形成分子間氫鍵
- (D)丁在常溫下為黃色固體
- (E)戊的氧化物溶於水呈酸性

**答 案：**(C)(D)(E)

**命題出處：**化學（全） 第 1 章 物質的分類與組成  
選修化學 II 第 2 章 物質的性質與化學鍵

**測驗目標：**評量學生對元素週期表的認識與簡單化合物性質的理解

**詳 解：**先依題意將甲 ~ 戊五種元素找出分別為何。

(1)甲、乙、丙、丁、戊五種元素的原子序均小於 20。

(2)甲是週期表中質量最小的元素  $\Rightarrow$  甲為氫 ( ${}_1H$ )，原子量最小。

(3)乙是週期表中電負度最大的元素  $\Rightarrow$  乙為氟 ( ${}_9F$ )，電負度最大，為 4.0。

(4)丙原子最外殼層電子數是次外殼層電子數的三倍

$\Rightarrow$  丙至少有兩個殼層，若為第二週期，次外殼層電子數為 2，最外殼層電子數為 6  $\Rightarrow$  丙為氧 ( ${}_8O$ )；若丙為第三、四週期，則次外殼層電子數為 8，最外殼層電子數為 24，不符合。

(5)丁原子序大於丙，而且丁與丙為同一族  $\Rightarrow$  丁為硫 ( ${}_{16}S$ )。

(6)戊和乙的原子序總和等於丙和丁原子序總和

$\Rightarrow$  戊 + 乙 ( ${}_9F$ ) = 丙 ( ${}_8O$ ) + 丁 ( ${}_{16}S$ )  $\Rightarrow$  戊為磷 ( ${}_{15}P$ )。

因此甲、乙、丙、丁、戊分別為氫 ( ${}_1H$ )、氟 ( ${}_9F$ )、氧 ( ${}_8O$ )、硫 ( ${}_{16}S$ )、磷 ( ${}_{15}P$ )。

# 試題分析

- (A)甲與乙形成的化合物為 HF，為溶於水的酸性氣體，故(A)選項錯誤。  
 (B)丙於自然界的同位素有  $^{16}\text{O}$ 、 $^{17}\text{O}$  及  $^{18}\text{O}$  三種；同素異形體有  $\text{O}_2$  與  $\text{O}_3$  兩種，故(B)選項錯誤。  
 (C)甲與丙形成的化合物  $\text{H}_2\text{O}$  或  $\text{H}_2\text{O}_2$ ，皆可形成分子間氫鍵，故(C)選項正確。  
 (D)丁為硫元素，於常溫下為黃色固體（斜方硫），故(D)選項正確。  
 (E)戊的氧化物  $\text{P}_4\text{O}_6$ 、 $\text{P}_4\text{O}_{10}$ ，分別溶於水後產生  $\text{H}_3\text{PO}_3$ 、 $\text{H}_3\text{PO}_4$ ，因此呈酸性，故(E)選項正確（也可透過非金屬氧化物溶於水，大多呈酸性來聯想作答）。

難易度：中

11. 某生配製濃度均為 1.0 M 的  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{BaCl}_2$  與  $\text{AgNO}_3$  四種水溶液後，忘記標示，致使無法辨識各溶液。為能得知各溶液成分，他先將溶液標示為：甲、乙、丙、丁，再從中分別多次取出 1.0 mL，兩兩混合，所得實驗結果記錄如下：

- I. 甲與乙混合後會產生白色沉澱。甲與丙或丁混合，則無變化。  
 II. 乙與丙、丁混合時，皆會產生白色沉澱。若對乙與丁反應所得的產物加熱，則所得沉澱物會溶解。  
 III. 丙與丁混合時會產生白色沉澱，加熱後不會消失。

根據上述實驗結果，下列敘述哪些正確？

- (A)甲為  $\text{AgNO}_3$  (B)乙為  $\text{H}_2\text{SO}_4$   
 (C)丙為  $\text{BaCl}_2$  (D)丁為  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$   
 (E)若於丁溶液中加入 KI 水溶液，則會產生沉澱

答案：(A)(D)(E)

命題出處：選修化學Ⅲ 第 1 章 化學平衡

測驗目標：評量學生對沉澱規則的理解，並運用相關知識判斷未知物的種類

詳解：沉澱相關的題型，可透過表格整理個別反應關係再作答：

	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	$\text{H}_2\text{SO}_4$	$\text{BaCl}_2$	$\text{AgNO}_3$
$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$		白色沉澱↓ ( $\text{PbSO}_4$ )	白色沉澱↓ ( $\text{PbCl}_2$ )	—
$\text{H}_2\text{SO}_4$	白色沉澱↓ ( $\text{PbSO}_4$ )		白色沉澱↓ ( $\text{BaSO}_4$ )	—
$\text{BaCl}_2$	白色沉澱↓ ( $\text{PbCl}_2$ )	白色沉澱↓ ( $\text{BaSO}_4$ )		白色沉澱↓ ( $\text{AgCl}$ )
$\text{AgNO}_3$	—	—	白色沉澱↓ ( $\text{AgCl}$ )	

備註 1：「—」表示溶液混合後無生成沉澱。

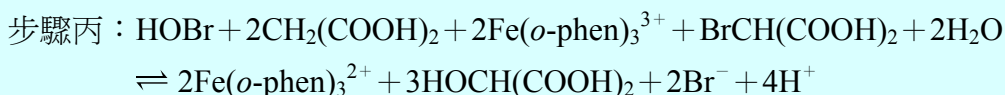
備註 2： $\text{PbCl}_2$  於熱水中溶解度明顯較大，因此該沉澱溶於熱水。



- (1)由實驗結果 I 得知：甲僅與乙混合產生沉澱，甲與丙、丁皆無  $\Rightarrow$  甲為  $\text{AgNO}_3$ ，乙為  $\text{BaCl}_2$ 。
- (2)由實驗結果 II 得知：乙與丁混合產生沉澱，於加熱後沉澱物溶解  $\Rightarrow$  該沉澱物為  $\text{PbCl}_2$ ，丁為  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 。
- (3)丙與丁混合產生沉澱  $\Rightarrow$  丙為  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 。
- 判斷出甲~丁，故(A)(D)選項正確。
- (E)選項中，丁溶液 ( $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ) 與  $\text{KI}$  混合，可產生  $\text{PbI}_2$ ，為黃色沉澱，故(E)選項正確。

難 易 度：難

12. 某反應是一種振盪反應，反應溶液初始為紅色，經過一段時間後轉變為藍色，然後再轉變為紅色，溶液顏色就在紅與藍之間振盪，推測的反應步驟如下：



步驟甲中的溴離子濃度降低後，反應則切換至步驟乙，溶液顏色從紅色轉變為藍色。然後步驟丙中錯合物  $\text{Fe}(\text{o-phen})_3^{3+}$  與次溴酸及溴化丙二酸反應後，再生成溴離子，溶液顏色從藍色轉變為紅色。化學式中 *o-phen* 的結構如圖 4 所示，為一雙牙基的配位子。下列關於此振盪反應的敘述，哪些正確？

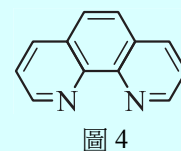


圖 4

- (A) 步驟甲中，溴酸根是還原劑
- (B)  $\text{Fe}(\text{o-phen})_3^{3+}$  氧化後呈現紅色
- (C) 步驟乙中，溴酸根產生次溴酸是還原反應
- (D)  $\text{Fe}(\text{o-phen})_3^{2+}$  中鐵離子的配位數是 6
- (E) 步驟丙中溶液顏色變化是因為溴離子所造成

答 案：(C)(D)

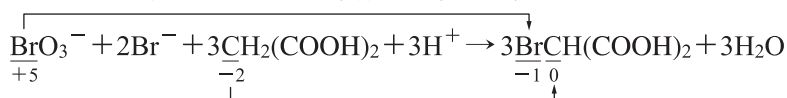
命題出處：選修化學 III 第 1 章 化學平衡

選修化學 IV 第 1 章 氧化還原反應與電化學

第 2 章 科學在生活中的應用

測驗目標：評量考生具有閱讀理解的素養能力，且能運用平衡、氧化還原以及配位化學的知識進行判斷

詳 解：(A) 可由步驟甲中溴原子的氧化數來判斷：

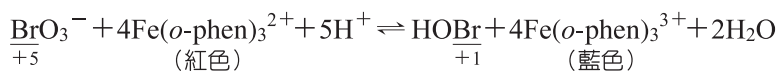


溴原子氧化數下降，因此溴酸根為氧化劑、 $\text{CH}_2(\text{COOH})_2$  為還原劑，故(A)選項錯誤。

- (B) 由步驟乙中可得知： $\text{Fe}(\text{o-phen})_3^{3+}$  (藍色) 還原後得  $\text{Fe}(\text{o-phen})_3^{2+}$ ，呈現紅色，故(B)選項錯誤。

# 試題分析

(C)可由步驟乙中溴原子的氧化數來判斷：



溴原子氧化數下降，溴酸根產生次溴酸為還原反應，故(C)選項正確。

(D)題目提及 *o*-phen 為雙牙基，因此  $\text{Fe}(o\text{-phen})_3^{2+}$  中鐵離子的配位數為 6，故(D)選項正確。

(E)步驟丙中顏色變化應為溶液中的  $\text{Fe}(o\text{-phen})_3^{3+}$ 、次溴酸及溴化丙二酸反應造成顏色變化，故(E)選項錯誤。

【小訣竅】可觀察溴離子於步驟丙為產物，因此不會是溴離子造成顏色變化。

難易度：難

13. 膽固醇可由肝細胞合成或由食物中攝取，是人體中重要的成分。膽固醇的結構如圖 5 所示，下列相關敘述，哪些正確？

- (A)含有羥基及烯烴
- (B)可使紅棕色的溴水褪色
- (C)可形成分子間氫鍵，易溶於水
- (D)可與斐林試劑作用會產生紅色沉澱
- (E)可與  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  的硫酸溶液反應生成酮類化合物

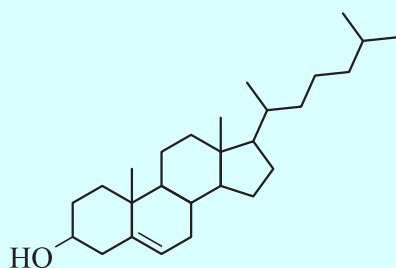


圖 5

答案：(A)(B)(E)

命題出處：選修化學 V 第 1 章 有機化學

測驗目標：評量學生對有機結構的認識，並透過有機化合物結構式推理其性質

詳解：(A)如附圖所示，含有羥基與烯基之結構，故(A)選項正確。

(B)因有烯基，能與  $\text{Br}_2$  進行加成反應，而使溴水褪色，故(B)選項正確。

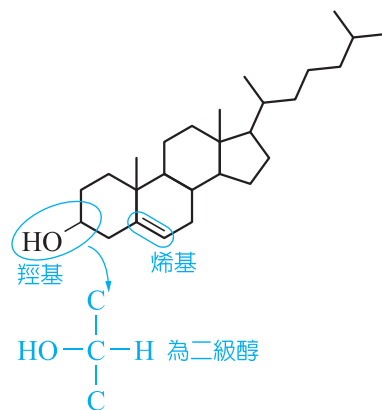
(C)雖有羥基結構有機會與水形成分子間氫鍵，但整體碳個數過多，水溶性小，故(C)選項錯誤。

【小訣竅】有機分子中，碳個數愈多，水溶性愈差，並且可透過膽固醇為脂溶性的物質來判斷此選項。

(D)此化合物無醛基，故無法與斐林試劑反應，故(D)選項錯誤。

(E)如附圖所示，膽固醇屬於二級醇，於酸性被  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  氧化後將生成酮類化合物，故(E)選項正確。

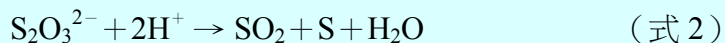
難易度：中





## 14.、15. 題為題組

某生在恆溫下進行  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  水溶液的分解反應速率實驗，反應式如式 2：



其實驗步驟如下：

- (1) 在一個錐形瓶中置入 50 mL 的 0.20 M  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液
- (2) 在瓶子底部下方放置一張畫有黑色「X」標誌的白紙
- (3) 將 10 mL 的 0.10 M HCl 溶液加入上述錐形瓶中，並立刻按下秒錶且以玻棒攪拌
- (4) 由錐形瓶開口向下觀察，當無法看見白紙上「X」標誌時，停止計時並記錄時間 (t)
- (5) 改變步驟(1)的  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液體積，並另加入適量蒸餾水。再重複上述步驟進行實驗，結果如表 1 所示。

表 1

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液體積 (mL)	蒸餾水體積 (mL)	標誌消失時間 t (秒)	1 / t 數值 (1 / 秒)
50.0	0	33.8	0.0296
30.0	20.0	49.2	0.0203
10.0	40.0	150	0.0067

14. 關於式 2 的反應與實驗設計，下列敘述哪些正確？

- (A)  $\text{H}^+$  是催化劑
- (B) 是一個氧化還原反應
- (C) 三個實驗中，加入  $\text{H}^+$  的濃度與體積為一定值
- (D) 可以用  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  濃度對 t 作圖，得知其為線性關係
- (E) 若使用 20.0 mL  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液再進行一次實驗，需使用 30.0 mL 蒸餾水

答 案：(B)(C)(E)

命題出處：選修化學 II 第 3 章 化學反應速率

探究與實作 規劃與研究、論證與建模

測驗目標：評量學生具有閱讀理解的素養能力，並能夠分析數據作出合理的推論

詳 解：此題組實驗透過產生不溶於水的硫，來遮住白紙上「X」標誌，表示每一次生成硫的量接近定值。

透過改變  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  與水的體積，進而觀察  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  的濃度對該反應速率之影響。

(A) 由反應式得知  $\text{H}^+$  應為反應物，故(A)選項錯誤。

(B) 觀察硫的氧化數，可判斷此反應為氧化還原反應，故(B)選項正確。

(C) 由步驟(3)得知，加入的 HCl 濃度、體積固定，因此加入之  $\text{H}^+$  濃度、體積也是定值，故(C)選項正確。

# 試題分析

(D)步驟(1)所使用的  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液照題表 1 的配方配製，其濃度併入表格後如下：

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液體積 (mL)	蒸餾水體積 (mL)	步驟(1)中 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液濃度 (M)	標誌消失時間 t (秒)	1 / t 數值 (1 / 秒)
50.0	0	0.20	33.8	0.0296
30.0	20.0	$0.20 \times \frac{30}{50} = 0.12$	49.2	0.0203
10.0	40.0	$0.20 \times \frac{10}{50} = 0.04$	150	0.0067

備註： $[\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3]_0 = 0.20 \text{ M}$

⇒ 可觀察到  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  之濃度與時間並無線性關係，但可觀察到  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  之濃度與時間乘積接近一定值（6 左右），較為合適的說法是  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  之濃度與時間 t 成反比，故(D)選項錯誤。

### 【小訣竅】

- ①由於步驟(1)中  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液濃度與配製時使用之  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液體積成正比，因此判斷濃度與時間之關係可直接由  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液體積與時間之關係來判斷。
- ②可先判斷該反應對  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  的反應級數，進而推理  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  濃度與時間之關係（見第 15 題詳解）。

(E)步驟(1)所使用的溶液為  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  與水共 50.0 mL 所配製，故 20.0 mL  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液需加 30.0 mL 蒸餾水，故(E)選項正確。

難易度：中

15. 關於實驗結果與推論，下列敘述哪些正確？

- (A)此反應對  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  而言為一級反應
- (B)看不清「X」標誌時，代表產生了 0.5 mmol 的硫
- (C)看不清「X」標誌是由於產生的二氧化硫氣泡干擾
- (D)若將 HCl 溶液濃度改為 0.15 M 時，不會改變標誌消失的時間 (t)
- (E)若固定反應總體積，並增加  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液體積與減少蒸餾水體積，則標誌消失時間 (t) 將變小

答 案：(A)(E)

命題出處：選修化學 II 第 3 章 化學反應速率；探究與實作 論證與建模

測驗目標：評量學生具有閱讀理解的素養能力，結合化學反應速率的知識，能夠分析數據作出合理的推論

詳 解：(A)設該反應之速率定律  $r = k[\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3]^m[\text{H}^+]^n$

(1)由於該反應將生成定量硫遮住「X」，因此反應速率 ( $r = \frac{\text{生成硫的量}}{\text{反應時間}}$ ) 與

反應時間 t 成反比，反應速率與  $\frac{1}{t}$  之數值成正比  $\Rightarrow r \propto \frac{1}{t}$ ，反應物  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  的濃度應與反應速率呈正相關。



(2)承第 14 題詳解， $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液濃度與配製時使用之  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液體積成正比  $\Rightarrow [\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3] \propto V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$ 。

(3)每一次實驗所使用之  $\text{H}^+$  為相同濃度、相同體積，故為控制變因  $\Rightarrow$  此實驗不討論  $\text{HCl}$  之級數  $n$ 。

結合(1)~(3)可整理成  $\frac{1}{t} \propto (V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3})^m$

由  $V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = 30.0 \text{ mL}$  與  $V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = 10.0 \text{ mL}$  進行比較：

$\frac{0.0203}{0.0067} = \left(\frac{30.0}{10.0}\right)^m \Rightarrow m \div 1$ ，此反應對  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  ( $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ) 接近一級反應，故(A)選項正確。

(B)看不清「X」標誌，表示生成一定量的硫固體，但無法由題目資訊推得實際的量，故(B)選項錯誤。

【補充】該實驗的限量試劑為  $\text{H}^+$ ， $n_{\text{H}^+} = n_{\text{HCl}} = 0.10 \text{ M} \times 10 \text{ mL} = 1 \text{ mmol}$ ，最多可生成硫 ( $\text{S}$ ) =  $0.5 \text{ mmol}$ ，故實際上看不清「X」標誌時所生成的硫不超過  $0.5 \text{ mmol}$ 。

(C)看不清「X」標誌是由於產生硫固體，為不透光物質所致，故(C)選項錯誤。

(D)  $\text{H}^+$  為反應物，一般情況下，反應物濃度提升造成反應速率加快，故標誌消失時間應縮短，故(D)選項錯誤。

(E)固定反應總體積，增加  $V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$ ，減少蒸餾水體積，將造成反應  $[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]$  提升，速率加快，標誌消失時間應縮短，故(E)選項正確。

難易度：中

### 16、17. 題為題組

甲烷 ( $\text{CH}_4$ ) 是天然氣的主要成分，燃燒時可以產生  $1200 \sim 1800 \text{ K}$  的高溫。圖 6 是  $\text{CH}_4$  與  $\text{O}_2$  的混合氣體燃燒時產生的火焰示意圖，其中  $Z$  軸標示了火焰的高度位置。以  $X=0$ 、 $Z=0$  為起始點，完全燃燒時的火焰最高點為  $Z=1.0$  (cm)，火焰高度按比例的比例的相對值為  $Z=0.2$ 、 $0.4 \dots\dots$  等，如圖 6 所示。

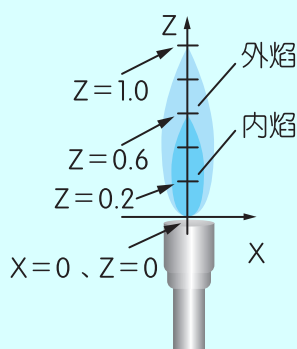


圖 6

科學家透過儀器分析，分別得到在  $X=0$ 、 $Z=0$  至  $1.0$  位置的化學成分莫耳分率，結果如圖 7 所示。圖 7 中  $\text{O}_2$  的莫耳分率數值範圍為  $0.72 \sim 0.92$ ，而其他氣體的比例較少，莫耳分率數值範圍在  $0.0 \sim 0.20$  之間。

# 試題分析

穩定的火焰中，圖 7 表示甲烷燃燒過程中的各氣體莫耳分率變化，可以呈現其燃燒的結果。回答下列問題：

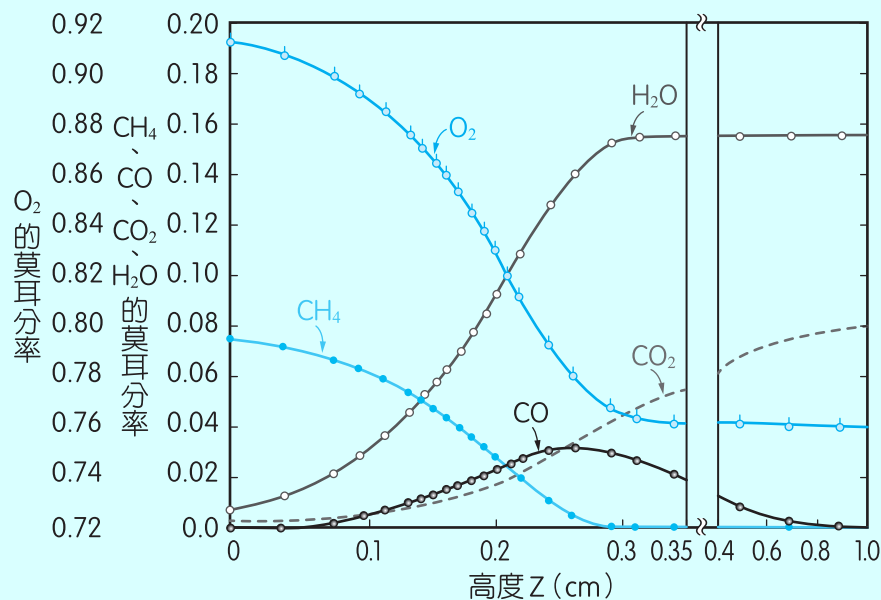


圖 7

16. 關於此混合氣體燃燒實驗，下列敘述哪些正確？

- (A) 燃燒前混合氣體中  $\text{CH}_4$  與  $\text{O}_2$  的莫耳數比大於 0.2
- (B) 燃燒前混合氣體中有  $\text{H}_2\text{O}$  及  $\text{CO}_2$  雜質
- (C) 燃燒過程共消耗掉約 0.15 莫耳的  $\text{O}_2$
- (D) 完全燃燒後  $\text{CH}_4$  轉變生成  $\text{CO}_2$  與  $\text{H}_2\text{O}$
- (E) 完全燃燒後產生之  $\text{H}_2\text{O}$  重量約為  $\text{CO}_2$  重量之 2 倍

答 案：(B)(D)

命題出處：化學（全） 第 2 章 化學式與化學計量  
 選修化學 I 第 1 章 化學反應與能量  
 第 2 章 氣體

探究與實作 論證與建模

測驗目標：評量學生具有閱讀理解與分析圖表數據的素養能力，且從莫耳分率的變化推理反應的過程

詳 解：此題組的重點：

- (1) 由於混合氣體由  $X=0\text{ cm}$ 、 $Z=0\text{ cm}$  處向  $Z$  軸方向噴出，因此在分析  $Z=0\text{ cm}$  至  $Z=1.0\text{ cm}$  的混合氣體組成之莫耳分率（題圖 7），即為天然氣燃燒過程的氣體分析結果。
- (2) 題圖 7 的縱坐標有兩個，要注意看  $\text{O}_2$  的莫耳分率在左側，其餘氣體的莫耳分率在右側。
- (3) 甲烷（ $\text{CH}_4$ ）完全燃燒的反應式： $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 。
- (4) 題圖 7 中  $Z=0\text{ cm}$  至  $Z=1.0\text{ cm}$  過程可觀察到  $\text{CO}$  含量先增後減，可合理推得由於混合氣體因燃燒不完全而生成  $\text{CO}$ ，而  $Z > 0.25\text{ cm}$  處  $\text{CO}$  生成的速率小於  $\text{CO}$  燃燒的速率而造成  $\text{CO}$  濃度下降。



- (A) 燃燒前混合氣體之莫耳分率需看  $Z=0$  cm 處， $X_{\text{CH}_4}$  約為 0.075， $X_{\text{O}_2}$  約為 0.91，故  $\text{CH}_4$  與  $\text{O}_2$  之莫耳數比  $\left(\frac{\text{CH}_4}{\text{O}_2}\right)$  約為 0.08，故(A)選項錯誤。
- (B)  $Z=0$  cm 處， $\text{H}_2\text{O}$  與  $\text{CO}_2$  之莫耳分率並非 0，因此可判斷混合氣體有  $\text{H}_2\text{O}$  與  $\text{CO}_2$  雜質，故(B)選項正確。
- (C) 燃燒分析只提供莫耳分率變化，無法推得實際燃燒反應相關物質的莫耳數，故(C)選項錯誤。
- (D) 完全燃燒之反應式如重點(3)，並且可由題圖 7 中  $Z=1.0$  cm 處來判斷與確認，產物只有  $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ ，無  $\text{CO}$ ，故(D)選項正確。
- (E) 完全燃燒後產生之  $\text{H}_2\text{O}$  莫耳數約為  $\text{CO}_2$  莫耳數的 2 倍，重量約為  $\frac{18 \times 2}{44 \times 1} \left(\frac{\text{H}_2\text{O}}{\text{CO}_2}\right) = 0.8$  倍，故(E)選項錯誤。

難易度：難

17. 下列敘述，哪些符合圖 7 的觀測結果？

- (A)  $\text{H}_2\text{O}$  的生成，在  $Z=0.1$  cm 時的速率最快
- (B) 在  $Z=0.1$  cm 時，每生成 1.0 莫耳  $\text{H}_2\text{O}$  伴隨 0.5 莫耳  $\text{CO}_2$  的生成
- (C) 在  $Z=0.2$  cm 時， $\text{CH}_4$  生成  $\text{CO}$  的速率比  $\text{CO}$  轉變為  $\text{CO}_2$  的速率快
- (D) 在  $Z=0.2$  cm 時， $\text{CH}_4$  生成  $\text{CO}$  的速率比生成  $\text{H}_2\text{O}$  的速率快
- (E) 在  $Z>0.3$  cm 時，主要反應為  $\text{CO}$  的燃燒

答案：(C)(E)

命題出處：化學（全） 第 2 章 化學式與化學計量  
選修化學 I 第 1 章 化學反應與能量  
探究與實作 論證與建模

測驗目標：評量學生具有閱讀理解與分析圖表數據的素養能力，且從莫耳分率的變化推理反應的過程

詳解：(A) 由題圖 7 中  $\text{H}_2\text{O}$  之莫耳分率，可觀察到  $Z=0.1$  cm 至  $Z=0.2$  cm 過程斜率增加，代表此過程生成速率增加，約  $Z=0.2$  cm 處生成  $\text{H}_2\text{O}$  速率最快，故(A)選項錯誤。

(B) 觀察題圖 7 中  $Z=0.1$  cm 附近  $\text{CO}$  持續增加，表示此段燃燒為不完全燃燒，因此每生成 1.0 莫耳  $\text{H}_2\text{O}$  伴隨生成的  $\text{CO}_2$  小於 0.5 莫耳，故(B)選項錯誤。

【補充】 $\text{CH}_4$  與氧氣反應，進行不完全燃燒，生成  $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{CO}_2$ 。可透過原子不減推得莫耳數之關係：

$n_{\text{H}_2\text{O}} : (n_{\text{CO}} + n_{\text{CO}_2}) = 2 : 1$ ，因此每生成 1.0 莫耳  $\text{H}_2\text{O}$  伴隨生成的  $(\text{CO}_2 + \text{CO})$  等於 0.5 莫耳。

(C) 觀察題圖 7 中  $Z=0.2$  cm 至  $Z=0.25$  cm  $\text{CO}$  含量持續增加，表示生成  $\text{CO}$  的速率大於  $\text{CO}$  消耗之速率，故(C)選項正確。

# 試題分析

(D)觀察題圖 7 中  $Z=0.2\text{ cm}$  附近  $\text{H}_2\text{O}$  含量增加之速率比  $\text{CO}$  含量增加之速率快，故(D)選項錯誤。

(E)  $Z>0.3\text{ cm}$  處， $\text{CH}_4$  幾乎為 0，可觀察到  $\text{CO}$  含量下降， $\text{CO}_2$  含量增加，主要反應式為  $\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$ ，故(E)選項正確。

難易度：難

18. 酵素可以催化反應，其第一步是和反應物產生作用，並結合形成複合體。圖 8 結構中甲代表反應物，乙代表某酵素中和甲結合部位的示意圖，丙是兩者結合後的複合體。若催化反應是甲的水解反應，下列敘述哪些正確？

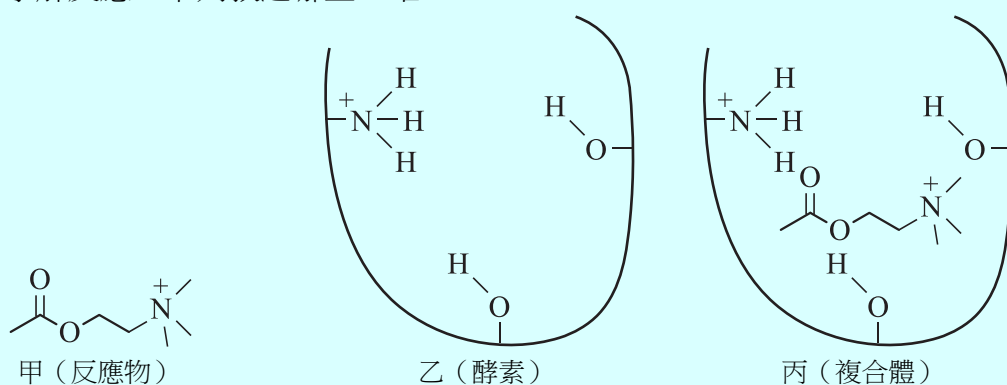


圖 8

- (A)甲含有 5 對未鍵結電子對  
(B)乙是由胺基酸結合而成  
(C)丙中的分子間作用力包含氫鍵  
(D)醋酸是反應產物之一  
(E)反應後乙將脫去一分子水

答 案：(B)(C)(D)

命題出處：選修化學 II 第 2 章 物質的性質與化學鍵

選修化學 V 第 1 章 有機化學

測驗目標：評量學生對有機化合物之結構與相關反應的理解與應用

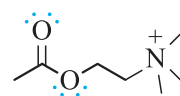
詳 解：(A)如附圖一，兩個氧原子各有 2 對未鍵結電子對（孤對電子），甲含 4 對未鍵結電子對，故(A)選項錯誤。

【補充】穩定之有機化合物，除 H 原子以外的原子傾向滿足八隅體，此題要特別注意 N 原子已有四個鍵結，所以無未鍵結電子對在 N 原子上。

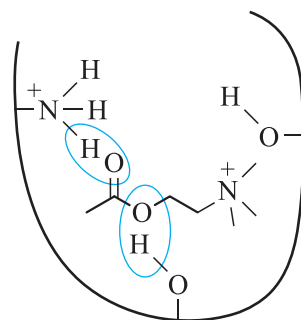
(B)乙為生物體中的酵素，為蛋白質，由胺基酸縮合聚合而成之聚合物，故(B)選項正確。

(C)由附圖二可觀察到甲與乙之間具有氫鍵，故(C)選項正確。

【補充】氫鍵的形成，可由  $\text{X}-\text{H}\cdots\text{:Y}-$  來形成，其中 X 與 Y 為 F、O 或 N 原子，H 與 Y 上之未鍵結電子對形成氫鍵。附圖二中圈起處之 H 與鄰近 O 的未鍵結電子對可形成氫鍵。



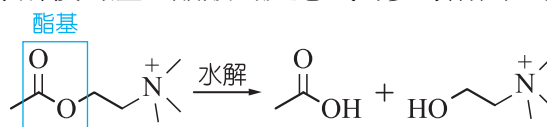
圖一



圖二



(D)甲具有酯基，經由水解後可產生醋酸（反應式可參考附圖三），故(D)選項正確。



圖三

(E)乙為酵素，扮演催化劑角色，反應前、後本身分子式不變，不會脫去水，故(E)選項錯誤。

難易度：中

19. 圖 9 為由硼砂 ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) 製備硼元素 (熔點： $2076^\circ\text{C}$ ) 的方法：

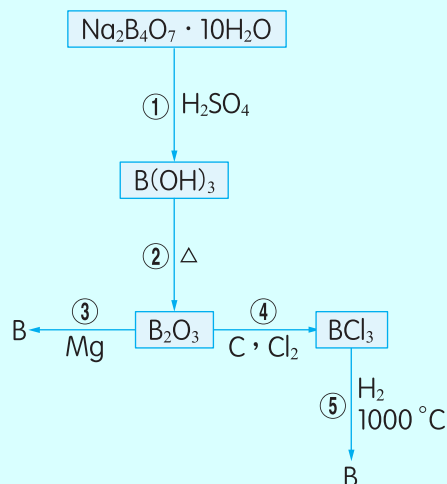


圖 9

下列關於圖 9 的敘述，哪些正確？

- (A)步驟①的產物  $\text{B}(\text{OH})_3$ ，亦可寫成  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ，此為鹼性物質，溶於水時會產生  $\text{OH}^-$
- (B)步驟②的反應式為： $2\text{B}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{B}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
- (C)步驟③的反應式為： $\text{B}_2\text{O}_3 + 3\text{Mg} \rightarrow 2\text{B} + 3\text{MgO}$
- (D)步驟④不屬於氧化還原反應
- (E)步驟⑤較易得到高純度的硼，是因為在高溫下進行，產物中只有硼是固體

答案：(B)(C)(E)

命題出處：選修化學IV 第 1 章 氧化還原反應與電化學  
第 2 章 科學在生活中的應用

測驗目標：評量學生具有分辨化學反應流程的素養能力，與對氧化還原反應、酸鹼物質的認識與理解

詳解：(A)寫成  $\text{H}_3\text{BO}_3$  後可判斷為硼酸，故(A)選項錯誤。

【小訣竅】步驟①由硼砂加硫酸製備  $\text{B}(\text{OH})_3$  ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ )，因此  $\text{H}_3\text{BO}_3$  並非鹼性物質，否則將與硫酸進行中和反應。

(B)由步驟②前、後的反應物與產物可推得反應式： $2\text{B}(\text{OH})_3 \xrightarrow{\Delta} \text{B}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ ，故(B)選項正確。

# 試題分析

(C)由步驟③前、後的反應物與產物可推得反應式： $B_2O_3 + 3Mg \rightarrow 2B + 3MgO$ ，故(C)選項正確。

【補充】此反應乃透過還原力大的 Mg 金屬與氧化硼反應，使硼還原。

(D)可由步驟④中 Cl 原子的氧化數變化來判斷此反應為氧化還原反應，故(D)選項錯誤。

	反應物	產物
含氯物質	Cl <sub>2</sub>	BCl <sub>3</sub>
氯原子氧化數	0	-1

(E)步驟③與步驟⑤皆可產生硼元素，步驟③反應物與產物皆為固體，較難將產物分離，純度低；步驟⑤過程只有產物硼為固體，容易與其他物質分離，較容易得到較高純度的硼，故(E)選項正確。

難易度：難

## 第貳部分、混合題或非選擇題 (占 24 分)

說明：本部分共有 4 題組，選擇題每題 2 分，非選擇題配分標於題末。限在答題卷標示題號的作答區內作答。

選擇題與「非選擇題作圖部分」使用 2B 鉛筆作答，更正時以橡皮擦擦拭，切勿使用修正帶（液）。非選擇題請由左而右橫式書寫，作答時必須寫出計算過程或理由，否則將酌予扣分。

### 20. ~ 22. 題為題組

某生量測三個鹼土族金屬的氫氧化合物之溶解度，方法如下：

- (1) 取適量氫氧化合物置於錐形瓶中，加入蒸餾水後攪拌一天，然後靜置一天
- (2) 由(1)的錐形瓶中取適當量的溶液，置於另一個錐形瓶中，以 0.0020 M HCl 的標準溶液滴定。實驗結果如表 2 所示：

表 2

化合物	式量	取用體積 (mL)	標準酸滴定用量 (mL)
Mg(OH) <sub>2</sub>	58.3	50.0	8.12
Ca(OH) <sub>2</sub>	74.1	1.00	24.41
Sr(OH) <sub>2</sub>	121.6	0.500	34.87

20. 關於此實驗的步驟，下列敘述哪些正確？（多選）

- (A) 步驟(1)應將瓶口用軟木塞蓋緊
- (B) 步驟(1)靜置的目的是讓懸浮的固體顆粒沉積
- (C) 此實驗操作溶液溫度需要記錄
- (D) 步驟(2)應使用適當大小的量筒，取用準確體積的溶液
- (E) 步驟(2)若改用 0.020 M HCl 的標準溶液滴定，則可得到更精確的數據

答案：(A)(B)(C)



命題出處：選修化學Ⅲ 第2章 酸鹼反應

探究與實作 規劃與研究、論證與建模

測驗目標：評量學生具有閱讀理解的素養能力與實驗操作的理解

詳解：此題組的實驗目的在於測量氫氧化物的溶解度。原理是先配製氫氧化物的飽和水溶液，再透過酸鹼滴定測得溶液中氫氧離子之濃度，再計算得氫氧化物的溶解度。

(A)靜置過程需避免溶液中氫氧離子與空氣中二氧化碳反應，故(A)選項正確。

(B)靜置之目的在於使懸浮固體顆粒沉積，以便後續實驗取用澄清飽和水溶液，故選項(B)正確。

(C)溶解度受溫度影響，因此需要記錄該實驗溫度，故(C)選項正確。

(D)於酸鹼滴定實驗取得準確之體積需使用分度吸量管、移液吸管……等可準確量測液體體積之器材，不可使用量筒，故(D)選項錯誤。

(E)若使用濃度更大的 HCl(aq)，將造成更大誤差，故(E)選項錯誤。

【補充】在實驗中，利用酸鹼滴定法來測定未知鹼的含量時，通常以指示劑變色的滴定終點作為酸鹼反應的當量點。然而，如果所使用的 HCl(aq) 濃度過高，則在達到滴定終點時可能會與真正的當量點產生偏差，從而導致更大的誤差。

難易度：中

21. 關於表 2 的結果，下列敘述哪些正確？（多選）

(A)氫氧化鎂的溶解度最小

(B)溶解度較大者，其溶解速率較快

(C)當飽和溶液生成後，固體粒子的溶解與沉澱達平衡狀態

(D)根據此實驗的步驟與方法，亦可用來量測鹼金屬氫氧化物的溶解度

(E)若欲測定 Ba(OH)<sub>2</sub> 的溶解度，則應取用 50.0 mL 飽和溶液

答案：(A)(C)(D)

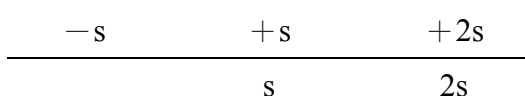
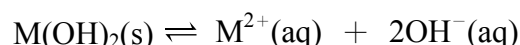
命題出處：選修化學Ⅲ 第1章 化學平衡

第2章 酸鹼反應

探究與實作 規劃與研究、論證與建模

測驗目標：評量學生具有分析圖表數據的素養能力與對溶解度的認識與理解

詳解：溶解度與 [OH<sup>-</sup>] 之關係：



$$[\text{OH}^{-}] = 2s, s = \frac{1}{2}[\text{OH}^{-}]$$

⇒ 可由酸鹼滴定測得之 [OH<sup>-</sup>] 來計算溶解度 s

# 試題分析

(A)根據溶解度與  $[\text{OH}^-]$  的關係，可以得知溶液中  $[\text{OH}^-]$  愈大，溶解度也愈大。透過比較題表 2 中三種氫氧化物在相同體積下滴定所需的鹽酸體積，來比較溶液中的  $[\text{OH}^-]$ 。可得知在取用相同體積之下， $\text{Mg}(\text{OH})_2$  滴定所需的  $\text{HCl}(\text{aq})$  體積最少，因此溶解度最小，故(A)選項正確。

【小訣竅】可將取用體積固定為 1 mL，則 1 mL  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  需滴定使用的  $\text{HCl}(\text{aq})$  為  $\frac{8.12}{50.0}$  mL；1 mL  $\text{Sr}(\text{OH})_2$  需滴定使用的  $\text{HCl}(\text{aq})$  為  $\frac{34.87}{0.500}$  mL。

(B)溶解度與溶解速率無關，故(B)選項錯誤。

(C)溶液達飽和狀態即為溶解平衡，故(C)選項正確。

(D)鹼金屬氫氧化物的水溶液有氫氧離子，可透過酸鹼滴定的原理測得氫氧離子濃度，再透過溶解度與  $[\text{OH}^-]$  之關係來計算溶解度，故(D)選項正確。

【補充】鹼金屬氫氧化物溶解度通常較大，因此會以類似  $\text{Sr}(\text{OH})_2$  該組之實驗，取少部分體積再進行滴定。

(E)由於  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  屬於可溶性物質，因此溶液中  $[\text{OH}^-]$  不小，應取用小份體積（按照表格數據，應小於 1 mL）進行酸鹼滴定實驗，應故(E)選項錯誤。

難易度：中

22. 根據此實驗結果，計算氫氧化鈣的溶解度 (M)。(2 分)

答 案：0.0244

命題出處：選修化學Ⅲ 第 1 章 化學平衡  
第 2 章 酸鹼反應

測驗目標：評量學生酸鹼反應以及溶解度的計算能力

詳 解：先由酸鹼滴定實驗計算  $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq})$  之  $[\text{OH}^-]$

$$n_{\text{H}^+} = n_{\text{OH}^-}$$

$$0.0020 \text{ M} \times 24.41 \text{ mL} = [\text{OH}^-] \times 1.00 \text{ mL}$$

$$\Rightarrow [\text{OH}^-] = 0.0488 \text{ (M)}$$

$$s = \frac{1}{2} [\text{OH}^-] = 0.0244 \text{ (M)}$$

【另解】 $\text{Ca}(\text{OH})_2$  之溶解度為  $s$  (M)

$$\text{酸鹼滴定達當量點：} n_{\text{H}^+} = n_{\text{OH}^-}$$

$$\Rightarrow n_{\text{HCl}} \times 1 = n_{\text{Ca}(\text{OH})_2} \times 2$$

$$\Rightarrow 0.0020 \text{ M} \times 24.41 \text{ mL} \times 1 = s \text{ M} \times 1.00 \text{ mL} \times 2$$

$$\Rightarrow s = 0.0244 \text{ (M)}$$

難易度：中



## 23. ~ 25. 題為題組

在混合溶液中，不同種類分子的分子間作用力差距，會影響溶液偏離理想性質的幅度。圖 10 是在 1 大氣壓下，環己烷-乙醇混合溶液所測得的沸點對乙醇莫耳分率數值 (X) 的曲線。回答下列問題：

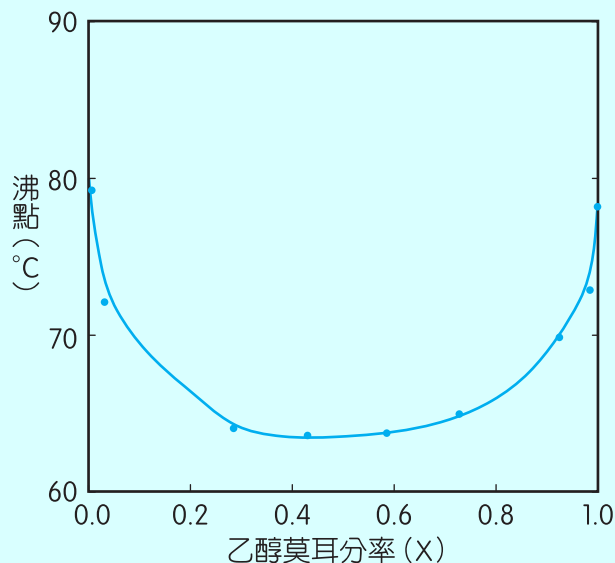


圖 10

23. 關於環己烷-乙醇混合溶液的敘述，哪些正確？（多選）

- (A) X=0.5 的環己烷-乙醇混合溶液沸點約為 64 °C
- (B) 將 0.5 L 環己烷與 0.5 L 乙醇混合後，溶液總體積大於 1.0 L
- (C) 環己烷與乙醇混合為放熱反應
- (D) 環己烷分子間作用力大於乙醇分子間作用力
- (E) 環己烷分子與乙醇分子之間主要以偶極-偶極力互相吸引

答 案：(A)(B)(D)

命題出處：選修化學 I 第 3 章 溶液的性質

選修化學 II 第 2 章 物質的性質與化學鍵

測驗目標：評量學生對真實溶液與拉午耳定律的認識與理解，並可從沸點推得微觀的作用力關係

詳 解：(1) 由題圖 10 可觀察到在 1 大氣壓下之沸點：環己烷 (X=0.0 處，約 79 °C)，乙醇 (X=1.0 處，約 78 °C)，環己烷-乙醇混合溶液沸點大多落在 64 °C 至兩純物質沸點之間。

(2) 沸點較高之液體，表示分子間作用力較大，定溫下，蒸氣壓較小。

1 大氣壓下，沸點之比較：乙醇 < 環己烷

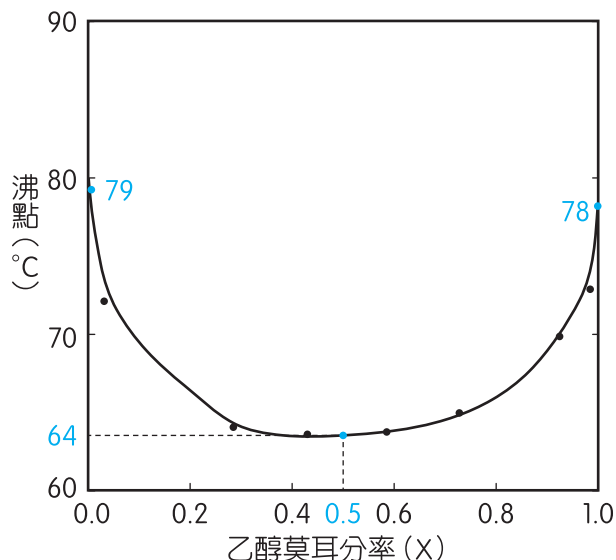
分子作用力之比較：乙醇 < 環己烷

定溫下，蒸氣壓之比較：環己烷 < 乙醇

(3) 環己烷-乙醇混合溶液沸點可比兩純物質沸點更低，表示混合後蒸氣壓對拉午耳定律呈現正偏差。

溶液呈正偏差之特性：① 混合過程吸熱 ( $\Delta H > 0$ )。② 混合後體積 > 混合前體積總和。

# 試題分析



- (A)  $X=0.5$  處對應之沸點約為  $64^{\circ}\text{C}$ ，故(A)選項正確。  
 (B) 混合後液體體積較大，故(B)選項正確。  
 (C) 混合過程為吸熱反應，故(C)選項錯誤。  
 (D) 環己烷沸點較高，作用力較大，故(D)選項正確。  
 (E) 環己烷為非極性分子，因此環己烷與乙醇之間作用力應為偶極-誘發偶極力與分散力，故(E)選項錯誤。

難易度：難

24. 下列三種液體甲、乙與丙在  $60^{\circ}\text{C}$  時，蒸氣壓大小順序為何？用「 $<$ 」的符號寫出從小到大的順序。(2分)

甲：純乙醇

乙：純環己烷

丙：0.5 mol 環己烷 + 0.5 mol 乙醇

答案：乙  $<$  甲  $<$  丙

命題出處：選修化學 I 第 3 章 溶液的性質

測驗目標：評量學生對沸點與蒸氣壓的認識與理解

詳解：【解題重點】承第 23 題詳解(2)，由沸點高低之比較，推得作用力大小與蒸氣壓大小

甲：純乙醇 ( $X=1.0$  處，約  $78^{\circ}\text{C}$ )

乙：純環己烷 ( $X=0.0$  處，約  $79^{\circ}\text{C}$ )

丙：各 0.5 mol 之混合溶液 ( $X=0.5$  處，約  $64^{\circ}\text{C}$ )

沸點：丙  $<$  甲  $<$  乙

定溫下之蒸氣壓：乙  $<$  甲  $<$  丙

難易度：難



25. X=0.9 的環己烷-乙醇混合溶液，其沸點比純乙醇的沸點明顯降低，寫出其主要原因。  
(2分)

**答 案：**由於乙醇分子間的作用力主要是氫鍵，若加入少量的環己烷，環己烷與乙醇之間無法形成氫鍵，因此乙醇分子間的氫鍵被少量混合的環己烷影響而被破壞，進而造成沸點降低

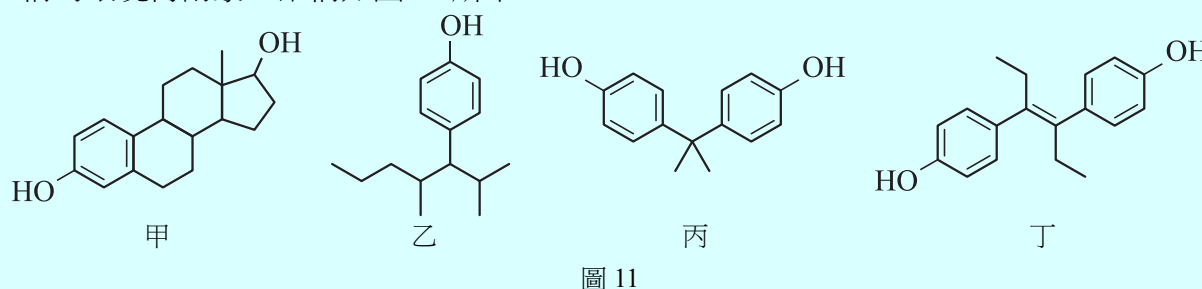
**命題出處：**選修化學 I 第 3 章 溶液的性質

**測驗目標：**評量學生對沸點與分子間作用力的理解，並透過實驗數據作出合理的推論

**難 易 度：**難

26. ~ 28. 題為題組

化合物甲為雌激素，化合物乙、丙、丁亦具有類似的作用，會干擾內分泌系統的正常運作，稱為環境荷爾蒙，結構如圖 11 所示。



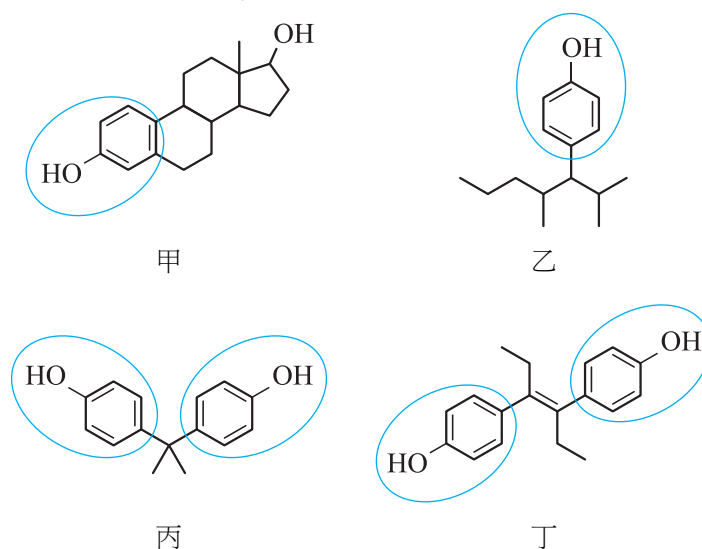
26. 比較化合物甲 ~ 丁的分子結構，推測其關鍵的結構是何種官能基團，寫出此官能基的中文名稱及畫出其結構。(2分)

**答 案：**酚；

**命題出處：**選修化學 V 第 1 章 有機化學

**測驗目標：**評量學生對有機化合物結構與官能基的認識

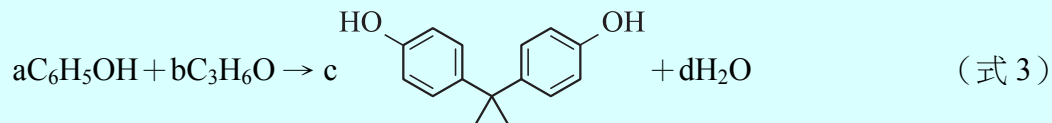
**詳 解：**可由甲 ~ 丁圈起處判斷



**難 易 度：**中

# 試題分析

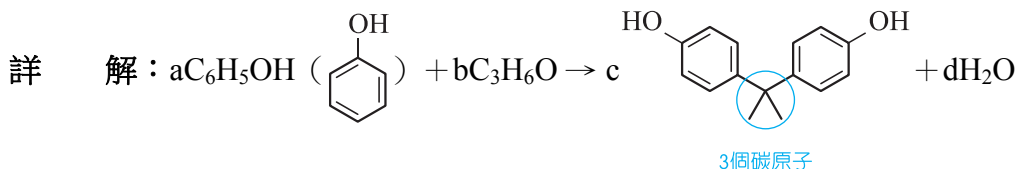
27. 式 3 為工業上合成化合物丙的方法， $a \sim d$  為反應式的平衡係數。寫出  $a : b : c : d$  的最小整數比。(2分)



答 案： $2 : 1 : 1 : 1$

命題出處：化學(全) 第2章 化學式與化學計量

測驗目標：評量學生對線角式的認識與能夠運用平衡係數的原則



(1)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$  為苯酚，結構式如上式所示。化合物丙具有兩個苯酚結構，因此  $a$  與  $c$  可先定為 2 與 1。

(2) 化合物丙圈起處有 3 個碳原子之結構，定  $b$  為 1。

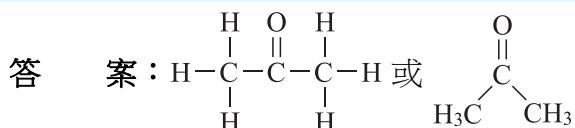
(3) 平衡 O 原子， $d$  為 1。

(4) 檢查氫原子，反應式兩側皆為 18 個，係數比例正確。

$$\Rightarrow a : b : c : d = 2 : 1 : 1 : 1$$

難 易 度：中

28. 畫出式 3 反應中  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$  的結構式(包含所有原子)。(2分)



命題出處：選修化學V 第1章 有機化學

測驗目標：評量學生對有機化合物結構的認識，能透過產物的結構推得合理的反應物結構

詳 解：承第 27 題詳解的反應式 3：

(1) 由化合物丙圈起處得知  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$  為三個碳的鏈狀結構，非環狀結構。

(2) 考量  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$  的氫個數，可能的結構：

① 含有羰基 ( $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-$ ) 之酮或醛。

② 同時含有羥基 ( $-\text{OH}$ ) 與烯基 ( $\text{C}=\text{C}$ )，但此結構為烯醇，不穩定。

(3) 從化合物丙中可看出  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$  是透過中間的碳(2號碳)與兩個苯酚相接，因此官能基位置應在中間的碳上，故為丙酮。

難 易 度：中



## 29. ~ 31. 題為題組

果膠為一種水溶性的高分子聚合物，結構中含有大量的羥（ $-\text{OH}$ ）、羧（ $-\text{COOH}$ ）與酯（ $-\text{COOCH}_3$ ）官能基，如圖 12 所示。果膠亦為一種高分子電解質，其結構單元上含有能解離的官能基團。

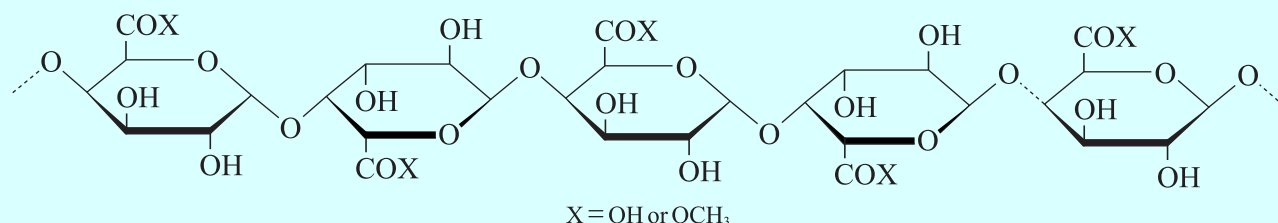


圖 12

小芬取 0.2 克果膠，置入 15 mL 的濃度 0.1 M HCl 水溶液，混合均勻後維持緩慢攪拌溶液，同時將 0.1 M 的 NaOH 水溶液慢慢滴入，量測和記錄該溶液的導電度及 pH 值。實驗結果如圖 13 所示。X 軸代表所加入的 NaOH 體積，Y 軸左側為導電度（方形  $\square$  數據），Y 軸右側為 pH 值（空心圓  $\circ$  數據）的變化。回答下列問題。

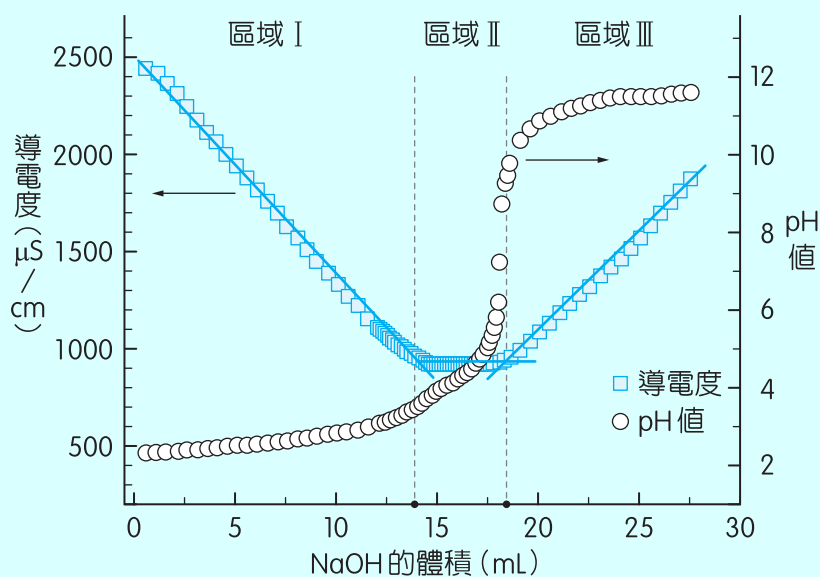


圖 13

29. 寫出圖 13 中，區域 I 所發生的主要化學反應式。（2 分）

答 案： $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$  ( $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ )

命題出處：選修化學Ⅲ 第 2 章 酸鹼反應

選修化學Ⅴ 第 1 章 有機化學

探究與實作 論證與建模

測驗目標：評量學生具有閱讀理解與分析圖表數據的素養能力

# 試題分析

詳 解：

	區域 I	區域 II	區域 III
導電度	下降	幾乎不變	上升
pH 值	上升	上升 (16 mL 左右 有平緩區間)	上升
原因與發生的反應	一開始溶液中有 HCl，因此為酸性，並且可導電。加入的 NaOH 與 HCl 發生中和反應，使得導電度下降，pH 值上升。 $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$	NaOH 與果膠的羧基發生中和反應。 $\text{NaOH} + \text{R}-\text{COOH} \rightarrow \text{R}-\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$	溶液中的 HCl 與果膠的羧基大多已反應完全的情況下，加入過量的 NaOH 未進行酸鹼反應，使得導電度與 pH 值上升

備註 1. 題圖 12 中 X 若為 OH，表示該處為羧基；X 若為 OCH<sub>3</sub>，表示該處為酯基。

備註 2. 由於果膠屬於弱酸，因此 NaOH 於區域 I 主要會優先與 HCl 反應，至區域 II 再與果膠反應。

難 易 度：難

30. 根據圖 13 中 pH 值變化，判斷寫出果膠的 pK<sub>a</sub> 應約為多少？（2 分）

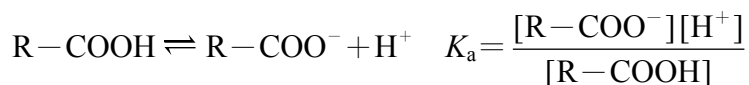
答 案：4.3

命題出處：選修化學 III 第 2 章 酸鹼反應

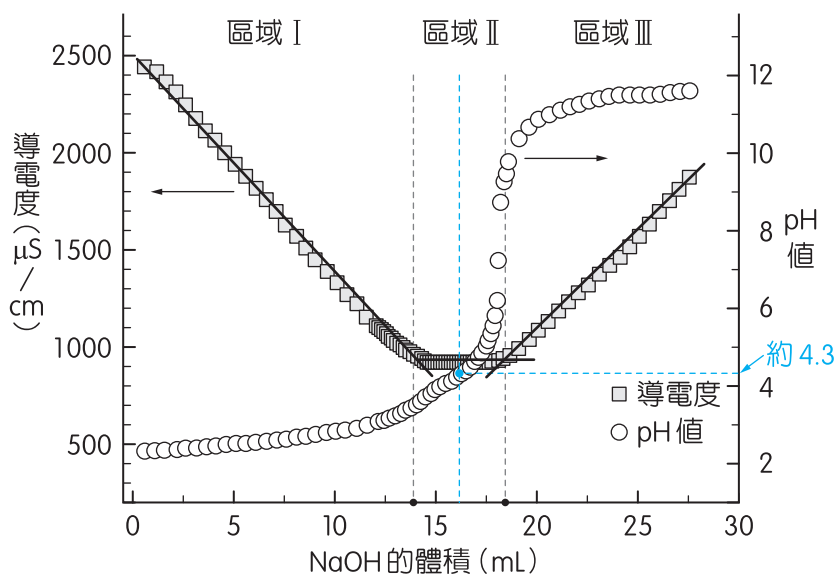
探究與實作 規劃與研究、論證與建模

測驗目標：評量學生具有閱讀理解與分析圖表數據的素養能力，且能連結酸鹼滴定圖與物質的酸平衡常數之關係

詳 解：果膠之羧基（R-COOH）的酸解離平衡式：



果膠之羧基（R-COOH）與 NaOH 進行中和反應，於區域 II 之中間處（如附圖標示之處）有半量的 R-COOH 與 NaOH 進行中和反應，而造成 [R-COOH] ÷ [R-COO<sup>-</sup>]，代入上方酸解離平衡式得 K<sub>a</sub> ÷ [H<sup>+</sup>]，即 pK<sub>a</sub> ÷ pH，由附圖得 pK<sub>a</sub> ÷ 4.3。



難易度：難

31. 在區域 II 的範圍內，所消耗的 NaOH 體積約為 3.9 mL。若更換另一種果膠樣品，實驗操作不變的情況下，區域 II 所消耗的 NaOH 體積變為 4.1 mL，試用官能基與其數量說明新樣品與原樣品在結構上有何差異？（2 分）

**答 案：**由於區域 II 主要是 NaOH 與果膠的羧基進行中和反應，若消耗的 NaOH 體積愈多，代表果膠的羧基含量愈多，表示新樣品的官能基比起原樣品有更多的羧基，意即 X 為 OH 的含量更高

**命題出處：**選修化學 V 第 1 章 有機化學  
探究與實作 論證與建模

**測驗目標：**評量學生具有閱讀理解與分析圖表數據的素養能力，且能解釋實驗結果的意義

難易度：難