

106 學年度國立成功大學與臺南一中高中科學班 實驗實作-操作

化學科目檢定試卷

請不要翻到次頁！

讀完本頁的說明，聽從監試委員的指示才開始作答！

【考試說明】

1. 本試卷含「化學實驗能力評量」、「科學能力推理題」與「閱讀題」三部分，共計 5 頁。
2. 測驗時間從 10：10 到 11：40，共 90 分鐘。
3. 你的實驗桌上應有藥品與器材如下，請確實清點。若有短缺立即舉手向監試人員報告。

器材：

10 毫升量筒 2 個、125 毫升錐形瓶 1 個、塑膠杯 10 個、塑膠滴管 10 個、
500 毫升燒杯 2 個、攪拌匙 2 支、標籤紙、面紙、橡膠手套，黑色色紙+塑膠套、
簡易型計算機

藥品：

0.1 M NaOH 20 毫升、0.1 M HCl 20 毫升、0.2M KHP(鄰苯二甲酸氫鉀) 20 毫升、
未知指示劑 10 毫升、待驗證 NaOH 50 毫升、蒸餾水 500 毫升、酚酞指示劑、
廣用試紙 3 張

4. 請將實驗現象紀錄與問題回答書寫於試卷對應位置上，試卷上不得出示身分或書寫與試卷內容不相關者，否則不予計分。
5. 測驗時間完畢後，請將藥品、器材歸位，試卷放於桌面，待監考人員收齊並清點結束後方能離開。

第一部分 化學實驗能力評量 共計 50 分

任務一：配製 pH=1、3、5、7、9、11、13 水溶液，並作答

● 配製方法：

- 一、取 5 毫升 0.1 M HCl 置於空塑膠杯中，為 pH=1 水溶液，備用之。
- 二、取 1 滴 pH=1 水溶液置於空塑膠杯中，加入 5 毫升蒸餾水，為 pH=3 水溶液，備用之。
- 三、取 1 滴 pH=3 水溶液置於空塑膠杯中，加入 5 毫升蒸餾水，為 pH=5 水溶液，備用之。
- 四、取 5 毫升 0.1 M NaOH 置於空塑膠杯中，為 pH=13 水溶液，備用之。
- 五、取 1 滴 pH=13 水溶液置於空塑膠杯中，加入 5 毫升蒸餾水，為 pH=11 水溶液，備用之。
- 六、取 1 滴 pH=11 水溶液置於空塑膠杯中，加入 5 毫升蒸餾水，為 pH=9 水溶液，備用之。

● 作答：

- 一、請利用桌面上物品、器材、廣用試紙進行 pH 值驗證，請將你/妳的作法寫下。(7 分)

二、步驟中“取 1 滴 pH=X 水溶液加入 5 毫升蒸餾水”，為何可以達成 $\text{pH}=\text{X}+2$ ？
試寫出你/妳的看法或驗證方法。(8 分)

任務二：驗證桌上未知的指示劑

常見指示劑如下：

指示劑	變色範圍	顏色變化
甲基紫	0.1~1.5	黃→藍
溴甲酚綠	3.8~5.4	黃→藍
氯酚紅	5.0~6.6	黃→紅
酚紅	6.8~8.4	黃→紅
瑞香草芬藍	8.0~9.6	黃→藍
茜素黃 R	10.2~12	黃→紅

● 作答：

請利用任務一的水溶液，驗證未知的指示劑為何？並寫下你/妳的依據。

指示劑為：_____ (5 分)

依據： (10 分)

任務三：驗證氫氧化鈉濃度

小芄在天秤上利用 50 毫升小燒杯，秤取 1 克氫氧化鈉，加適當蒸餾水使其溶解後，移動至 250 毫升容器甲，分數次加蒸餾水至 250 毫升刻度線，配製完成濃度為 C_A ，完成的溶液 A 在你/妳桌面上，實驗室中常用酸性溶液 KHP 以確定氫氧化鈉的濃度。請你/妳利用 KHP 溶液幫小芄驗證氫氧化鈉濃度。

● 驗證氫氧化鈉濃度方法：

1. 取 3 毫升 0.2M KHP 溶液，放置於錐形瓶中，加入 2 滴酚酞指示劑。
2. 以量筒中注入 10 毫升待驗證氫氧化鈉。
3. 以滴管吸取量筒中之氫氧化鈉，緩慢加入錐形瓶中，搖晃錐形瓶使溶液混合均勻，直到溶液顏色改變，紀錄氫氧化鈉使用體積。
4. 重複上述實驗一次。

* KHP 分子量=204，NaOH 分子量=40

● 作答：

一、請問容器甲名稱：_____ (1 分)

二、實驗記錄：(6 分)

	第一次	第二次
KHP 溶液體積		
氫氧化鈉使用體積		
氫氧化鈉濃度		
氫氧化鈉平均濃度 (C_B)		

三、(1)試計算小芄配製的氫氧化鈉溶液 A 濃度 $C_A = ?$ M(2 分)

(2)驗證氫氧化鈉濃度所採用的方法為何？(2 分)

四、試寫出氫氧化鈉平均濃度與小芄配製時的誤差為何？(2 分)

$$\text{誤差}\% = \frac{|C_A - C_B|}{C_A} \times 100\% =$$

五、試寫出上述配製時的誤差來源為何？(4 分)

六、試寫出上述驗證時，為何必須進行兩次以上的實驗？(3 分)

第二部份：科學能力推理題

共計 30 分

老師請同學測定一塊大理石中碳酸鈣的純度，首先將 100 克不純的大理石磨成粉狀後，分成四份，分別由 4 位同學找方法測其純度，他們的方法如下：

甲同學：將 25 克樣品加入 1M 鹽酸水溶液，直到不再生成氣泡，記錄鹽酸水溶液的體積用量為 125 毫升。

乙同學：將 25 克樣品加入過量的 1M 鹽酸水溶液 150 毫升，直到不再生成氣泡，接著滴入 2 滴酚酞，以 1M 氫氧化鈉水溶液進行滴定，滴入 23 毫升恰好變色。

丙同學：將 25 克樣品加入過量的 1M 鹽酸水溶液 150 毫升，以排水集氣法收集生成之氣體 1.35 升。

丁同學：將 25 克樣品加入過量的 1M 鹽酸水溶液 150 毫升，將生成氣體的導管，直接通入澄清石灰水中，發現會有白色沉澱物，接著利用過濾法將沉澱物分離、烘乾、秤重，得白色沉澱物 5.3 克。

● 作答

一、上述生成的氣體為何？(3 分)試寫出 4 位同學共同的化學反應方程式。(5 分)

二、操作實驗的條件， 25°C 、760 mmHg，不考慮水的蒸發，氣體的莫耳體積為 24.5 升。
試計算出 4 位同學實驗操作的大理石純度為何？(8 分)

三、承上題，4 位同學測量結果中，何者的正確性較佳與較差各是哪位？(4 分)
試問你判斷的理由為何？(10 分)

第三部分：閱讀題

變動中的原子量 共計 20 分

2011 年為國際化學年，是在發現同位素一世紀後，由 IUPAC 正式發表了新版的同位素週期表，將週期表大幅改版，並將 10 種元素的原子量變化範圍，正式明列出來。

發現同位素

道耳頓在 1804 提出原子概念理論，認為一切物質由原子組成，由一種原子所構成的物質稱為元素，並首次提出一些元素的相對原子量。1869 年，門得列夫發表了「元素特性及其與原子量的關係」的論文，提出現代週期表的雛型，是打開人類對化學元素認識極為重要的一扇窗。

索帝歷經了幾 10 年的研究發現，有些具有不同放射性特徵以及質量的物質，無法利用化學方法把它們分離開來。1910 年他發表論文，推測這些物質是具有不同型態的同一種元素，佔據著週期表上同樣的位置！1913 年，索帝以希臘文涵義「位於同樣位置」的同位素一詞來表示這些物質，從此又開啟了人類對同位素的研究。

在索帝提出同位素概念之後五年，鄧普斯特設計了第一台具有電磁鐵的熱游離質譜儀，準確分析元素的同位素比例，證實了索帝「元素具有同位素」的假說。

經過百年的同位素測量及研究，我們已經知道，自然界存在著穩定的同位素以及不穩定的放射性同位素。這些外觀及化學性質幾乎一模一樣，共同屬於一個元素下的成員，並不是在單一族譜裡同一父母所生的孿生兄弟。

同位素的含量

太陽系的元素同位素組成，雖然在形成初期，似乎已經均勻混合，但是事實上，同位素的比例會隨著物理、化學以及生物過程而稍微變化。相對於穩定性的同位素，同一種元素的不穩定放射性同位素，也會因自然衰變，所佔的百分比逐漸減少。

太陽系初期形成的短半衰期核種，經過數十億年的歲月，已經消失殆盡。現在能夠在自然界發現的放射性核種，大致分為兩類：一種是具有長半衰期的鈾系母核種——鈾 238、鈾 235（半衰期分別為 45 億年、7 億年）以及同一系列的子核種。鈾元素的兩個主要同位素：鈾 238 和鈾 235，從太陽系形成至今，已分別經歷了 1 個和 6.7 個半衰期，由此可以回推在太陽系剛形成的時候，這兩個鈾同位素的比例應為 2.652:1，而不是現在的 137.88:1，也就是說在太陽系剛形成時，鈾原子量大約是 237.23，比現今的 238.029 少了 0.34%！

另一種自然界發現的放射性核種是原子核受高能宇宙射線撞擊所產生。例如高空大氣因暴露於宇宙射線下，會產生許多高能中子，這些中子有機會撞擊到氮 14，形成碳 14 核種；這個產率大致是固定值，使得碳的兩個主要穩定同位素：碳 12 及碳 13，與半衰期為 5730 年的碳 14 在大氣中的比例一定。因此以大氣的碳形成的物質內，其碳同位素組成也會是相同的。

一旦該系統與外界停止碳原子的交換，這個系統內的碳 14 與碳 13，或碳 14 與碳 12 的比值，就會由於碳 14 的衰變，隨時間流逝而越來越小。因此我們只要量測生物化石的碳同位素比值，便可以知道該生物的生存年代，這就是用來測定標本年齡的碳 14 定年法。

穩定同位素比值常受物理、化學及生物過程而改變，這種過程稱為同位素分化作用。例如，水由氫和氧組成，在海水蒸發時，分子量小、比較「輕」的水容易先蒸發。一般來說，赤道附近海面上的水氣，相對海水而言，氫 2 約少了 8%、氧 18 則少了 1%。天上的水氣會聚集成雲，然後降雨，相對較「重」的水落下的比例較高。（本文摘錄科學人第 118 期 12 月號）■ 文／沈川洲、陳心維

● 作答

1. 根據上文，試說明何謂同位素？(2分)同位素的發現使道耳頓的原子說須作何修正？(3分)
2. 門得列夫發表的論文，與現代週期表有何相異之處？(3分)
3. 請由上面文章中，簡要舉出三種影響同位素含量不同的原因(每種原因以 15 字為限)。(6分)
4. 同位素在不同地區的含量不同，造成了原子量的變動。試利用上文的敘述，判斷南北極區海面上取得的水，經分離後所得氫之平均原子量，與赤道區海面上取得的水，經分離後所得氫之平均原子量，何處較大？(2分)試說明你/妳的判斷理由。(4分)