

# 四層塔與火山爆發

陳淑華 吳宏達

宜蘭縣立員山國中

## 一、前言：

大多數的學生在學習理化這門課程時，常常在有些單元上倍受困擾，無法完全瞭解其涵義，而其一為理化課最早出現的抽象概念性的計算問題—密度，這個單元是大多同學的痛，也是學生放棄理化的第一步，其主要原因是牽扯計算，再加上密度這個概念以往沒接觸且抽象，同時課本對於密度的定義也語焉不詳，而這單元又是理化的第一章，大部份學生如果在此受挫，因而放棄理化，對於自然科的教育將是一大敗筆，故利用帶入兩個小實驗，使學生可以加深先備知識，並利用色彩的變化來刺激視覺感觀，可促進學生對理化的興趣。

## 二、實驗目的：

1. 利用酒精密度比水小，將兩者依不同比例混合，配出四種密度不同的酒精溶液來代表四種密度大小不同的物質
2. 利用色彩分層的效果，使學生藉由觀察理解：密度大者沉於下層，而密度小者則居於上層
3. 利用觀察飽和食鹽水會下沉，純水(含數滴廣告原料)會上浮，讓學生了解水的密度會因食鹽的加入而變大，即海水的密度比純水的密度大的原因

## 三、器材：

95%的酒精

蒸餾水

量筒(25mL)

滴管

廣告原料

集氣瓶(兩個瓶口相同大小)

塑膠板(比瓶口寬 2 倍，且在中心瓶口半徑外約 2cm 有兩小孔，且小孔直徑約 0.5cm)

電子天平

食鹽

## 四、步驟：

### (一)四層塔：

- (1) 取 100mL 的蒸餾水，並加入紅色廣告原料，當作是 A 溶液
- (2) 取 20mL 的酒精再加蒸餾水至 100mL，並加入黃色廣告原料，當作是 B 溶液
- (3) 取 40mL 的酒精再加蒸餾水至 100mL，並加入綠色廣告原料，當作是 C 溶液
- (4) 取 60mL 的酒精再加蒸餾水至 100mL，並加入紫色廣告原料，當作是 D 溶液
- (5) 利用電子天平分別秤出 A、B、C、D 四種溶液的質量
- (6) 將 A、B、C、D 四種溶液所測得的質量除以混合液的體積，並比較其比值的大小
- (7) 利用滴管沿著量筒杯壁慢慢加入液體(利用液面與杯壁間的附著力)，以避免因重力而無法分層

(8) 取 25mL 的量筒為容器，以 A 溶液先滴入約 5mL，再滴入 B 溶液約 5mL，依序再滴 C 溶液約 5mL、D 溶液約 5mL，靜置 2 分鐘後看有無變化

(9) 再取另一個 25mL 的量筒為容器，改以 D 溶液先滴入約 5mL，再滴入 C 溶液約 5mL，依序再滴 B 溶液約 5mL、A 溶液約 5mL，靜置 2 分鐘後看有無變化

## (二)火山爆發：

(1) 將集氣瓶裝滿室溫水，並用滴管滴入數滴廣告原料，以利觀察

(2) 再取另一空集氣瓶裝滿飽和食鹽水

(3) 將飽和食鹽水的集氣瓶口用一塑膠板按緊，小心倒立放至裝純水的集氣瓶(含數滴廣告原料)口上

(4) 慢慢將圓板移動至使兩個小孔均在瓶口內，觀察兩個集氣瓶的變化

(5) 承上，再各取另一個裝純水的集氣瓶(含數滴廣告原料)、飽和食鹽水的集氣瓶，改將裝純水的集氣瓶(含數滴廣告原料)放在飽和食鹽水的集氣瓶之上，觀察兩個集氣瓶的變化

## 五、實驗討論：

1. 加入液體以 A 溶液先滴入，再滴入 B 溶液，依序再滴 C 溶液、D 溶液或加入液體以 D 溶液先滴入，再滴入 C 溶液，依序再滴 B 溶液、A 溶液，兩者有何差異？

參考答案：若滴入溶液依序以 D 溶液、C 溶液、B 溶液、A 溶液，則馬上混成一團，無法分層；若滴入溶液依序以 A 溶液、B 溶液、C 溶液、D 溶液，則色彩明顯分層

2. 比較 A 溶液、D 溶液，誰居於下層？

參考答案：A 溶液在下層

3. 比較 A 溶液、B 溶液、C 溶液、D 溶液，何者的質量除以體積最大？

參考答案：A 溶液的比值最大，即密度最大

4. 由第(一)部份實驗可推論：密度大者在上層或下層？

參考答案：密度大者在下層

5. A、B、C、D 四種溶液何者的質量較大？

參考答案：A 溶液

6. 由第(一)部份實驗可推論：體積相同時，質量與密度的關係？

參考答案：質量越大，密度越大，質量與密度成正比

7. 飽和食鹽水的集氣瓶在下，純水的集氣瓶(含數滴廣告原料)在上；純水的集氣瓶(含數滴廣告原料)在下，飽和食鹽水的集氣瓶在上，兩者有何差異？

參考答案：若純水的集氣瓶(含數滴廣告原料)在下，飽和食鹽水的集氣瓶在上，會發現廣告原料如火山爆發狀往上衝；若飽和食鹽水的集氣瓶在下，純水的集氣瓶(含數滴廣告原料)在上，則沒有明顯變化

8. 由第(二)部份實驗可推論：飽和食鹽水或水誰密度大？

參考答案：飽和食鹽水

9. 由第(二)部份實驗可推論：加了食鹽，溶液的密度會變大、或變小、或不變？

參考答案：變大，且可推廣：只要是加入可溶的固體溶質，水溶液的密度皆會變大

## 六、參考資料：

國中理化 1-2 水的密度、5-5 熱的傳播

9. 為了解決玻璃會反光的困境，本次的實驗均在小暗箱照出。

### 備註：

1. 四層塔實驗中，溶液層層間最好色彩對比強烈，較易觀察。
2. 四層塔實驗中由一種溶液要再滴入另一種液體時，要特別小心輕按滴管，且要沿著杯壁慢慢將液體滴入，否則液體容易因重力而混合，即層與層的界面要形成是最容易混合而失敗。
3. 初學者可利用較細的量筒(如 10 mL)，如此可增加成功率。
4. 配製好的 A、B、C、D 溶液，應儘可能在短時間完成四層塔，因酒精屬於易揮發的液體，到最後四種溶液的密度會相差不夠大，而無法分層。
5. 若技術較純熟可利用滴定管，挑戰 20 層以增加可看度(學生曾挑戰到 21 層)，但因含酒精量較高時，水性的廣告原料不易溶，故也要準備油性的廣告原料，即酒精含量較高時，加油性的廣告原料；酒精含量較低時，加水性的廣告原料。
6. 火山爆發實驗中，橘色的廣告原料較易觀察出，即較明顯。
7. 火山爆發實驗中，可將手用力按住上方的集氣瓶，則向上衝的現象會更明顯。
8. 四層塔與火山爆發，在實驗室現場觀察，其實驗結果均是很明顯的，但由於器材屬於玻璃，照像時玻璃會大量反光，使照相的呈現很不理想，這也是這種實驗困難之處。

### 附註：



圖一：為 A、B、C、D 四種密度大小不同的溶液，A 溶液為紅色(密度最大)、B 溶液為黃色(密度次之)、C 溶液為綠色(密度再次之)、D 溶液為紫色(密度最小)



圖二、三：為四層塔實驗裝置圖(以 25ml 的試管為容器)

(下接第 56 頁)