

# 中華民國第42屆中小學科學展覽會

::: 作品說明書 :::

## 國小-物理科

科 別：物 理 科

組 別：國 小 組

作品名稱：奇妙的液體積木

關 鍵 詞：密度、質量、體積

編 號：080121

---

學校名稱：

臺北市大同區永樂國民小學

作者姓名：

陳玉佩、張珮綺、李佳芸、李佳樺

指導老師：

盧世晟、蘇淑盟



## 壹、摘要



本件科展作品以二年級自然教材「水的遊戲」、三下教材「物體的輕重」、四上教材「物質的溶解」為主要的學理基礎，並以六上舊版教材「重量對體積的比值」為應用與發展的參考，所進行的一系列與密度有關的實驗。

剛開始以油水不溶的現象引發問題點，接著進行不同液體的水溶性實驗。然後進行密度值的測試、水溶液與密度的關係。結果探索出液體與固體密度測試方法的差異、水溶液濃度與密度的影響，並且發現可溶性的兩種液體在細長量筒中也會有分層的情形。最後，研發出簡易的密度測試裝置、瓶中小船、液體沙漏、回收廢液的裝置等可在日常生活中應用的器材。

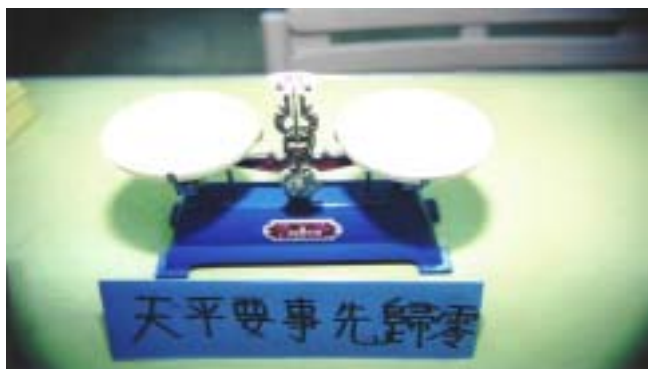
## 貳、研究動機



有天晚上，喝完湯後，剩下的湯裡面看到了一層油浮在湯上面，我用筷子攪拌，但是怎麼攪，油都還是浮在上面，我覺得很奇怪，為什麼水和油在一起時，會有這個現象呢？書上說，這是因為密度不同的關係。那什麼是密度呢？對日常生活中有哪些幫助？因此，我們才會想到要做這些實驗，來探討這些問題。

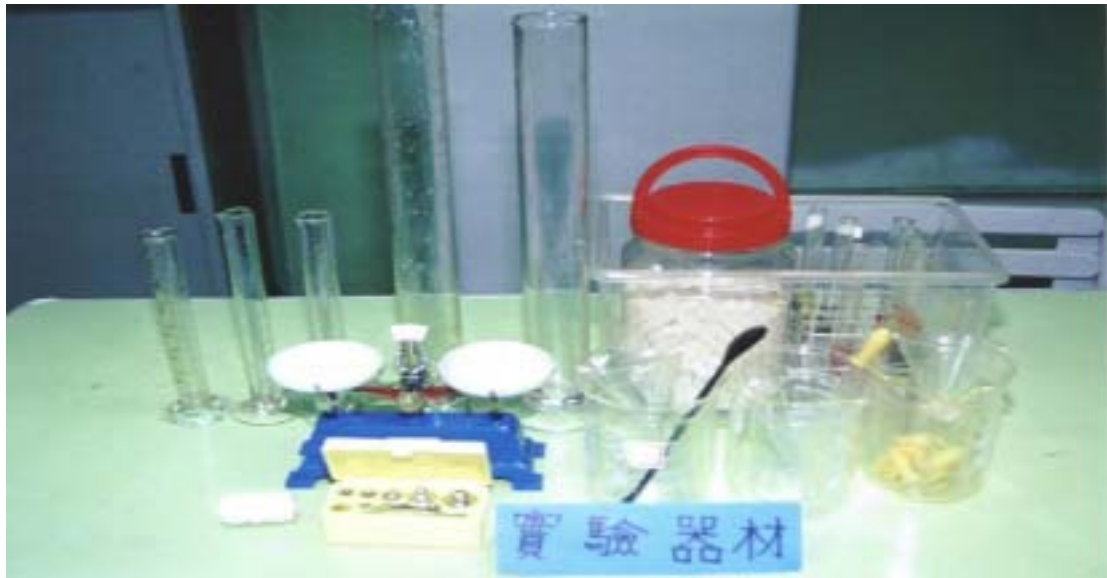
## 參、研究目的

- 一、研究不同的液體（酒精、二甲苯、四氯化碳、牛奶、花生油、食醋、醬油）放入水中看看有什麼變化？
- 二、準備：軟木塞、橡膠塊、紅蘿蔔，放入水中看看有什麼變化？
- 三、將以上液體稱重，並算出密度（質量÷體積）的值。
- 四、將以上固體稱重，計算體積，算出質量÷體積的值。
- 五、研究水溶液的濃度增加後，是否影響密度？
- 六、將數種互不溶解的液體（水、油、酒精、四氯化碳）放入試管中，看看有什麼變化？
- 七、依據以上的原理，設計成日常生活中可用的工具或玩具。

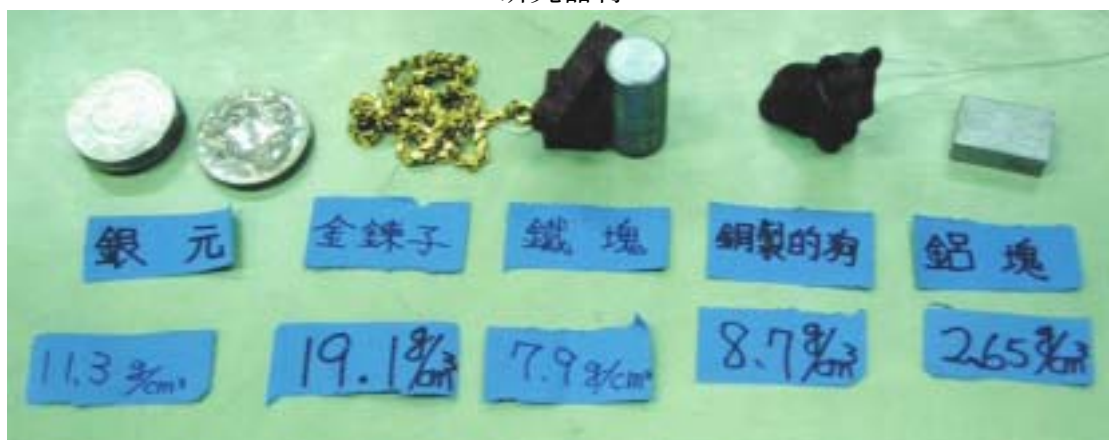


## 肆、研究器材

| 項目   | 器材                            |
|------|-------------------------------|
| 液體樣本 | 酒精、二甲苯、四氯化碳、牛奶、花生油、醬油、食醋、醋酸   |
| 固體樣本 | 塑膠塊、紅蘿蔔、木塊、各種金屬塊(如圖示)         |
| 實驗儀器 | 天平、量筒、滴管、試管及試管架、燒杯、鐵粉與小玻璃瓶、棉線 |



研究器材



金屬樣本



實驗藥品



非金屬樣本



## 伍、研究過程

### 實驗一、各種液體和水的交互作用

- (一) 準備 500 毫升的清水，並染成藍色。
- (二) 將液體樣本滴入水中，看看有什麼變化？
- (三) 將所看到的情形紀錄下來。

### 實驗二、固體和水的交互作用

- (一) 準備 500 毫升的清水
- (二) 將固體樣本輕輕放入水中，看看有什麼變化？
- (三) 將所看到的情形紀錄下來。

### 實驗三、液體密度測試

- (一) 將天平取出，歸零。
- (二) 量筒放在天平左方的托盤上。
- (三) 用砝碼夾，把砝碼夾到右邊的托盤上。
- (四) 當左右平衡時，計算砝碼質量，此為量筒質量。
- (五) 注入 10、20、30、40、50 毫升的液體，計算質量，並減去量筒重，此即液體重。
- (六) 計算質量  $\div$  體積的值。

### 實驗四、固體密度測試

- (一) 將天平歸零。
- (二) 把待測物質放在天平左邊的托盤上。
- (三) 用砝碼夾，把砝碼夾到右邊的托盤上。
- (四) 當左右平衡時，計算砝碼質量。
- (五) 把水注入量筒中，將待測固體放入水中。
- (六) 計算多出來的水，此為固體體積。
- (七) 計算質量  $\div$  體積的值。

### 實驗五、密度與水溶液濃度的關係

- (一) 準備數種常用的水溶性物質（鹽、糖、醋、酒精）
- (二) 調配不同量的（鹽、糖、醋、酒精）溶入 500cc 水中，並攪拌均勻。
- (三) 分別用以上方法測試(質量  $\div$  體積)的值。
- (四) 找出鹽、糖、醋、酒精濃度增加後密度的變化情形。
- (五) 放入紅蘿蔔、塑膠塊等物質，觀察、記錄它們在水溶液中的情形。

### 實驗六、試管中的液體積木

- (一) 準備數根試管，並找出數種不會相互溶解的液體。
- (二) 注入水、花生油、醬油三種液體依照不同順序放入試管中，看看有什麼情形？
- (三) 再嘗試加入酒精、花生油、水等液體(依照密度大小順序注入) 看看有什麼情形？
- (四) 再嘗試組合其他的液體，看看有哪些變化？

### 實驗七、液體積木有一套：應用與深究

- 甲、製作簡易密度測試儀器。
- 乙、製作瓶中小船、簡易的液體沙漏。
- 丙、研究其他的用途



實驗情形

## 陸、研究結果

### 實驗一、各種液體和水的交互作用

我們平常都有喝湯的經驗，湯表面上的浮油是因為密度小於水的關係造成的。我們取了這些液體，滴入水中，仔細觀察在水中的現象。看看能不能判斷液體密度的大小：

| 滴入液體 \ 現象 | 是否溶解<br>溶解：◎<br>不溶：× | 剛滴下的情形                         | 浮沉的情形          | 其他發現                           | 密度預測 |
|-----------|----------------------|--------------------------------|----------------|--------------------------------|------|
| 牛奶        | ◎                    | 表面上浮上一層白色物質，其餘的下沉。             | 有些浮起來，大部分都沉下去。 | 滴管滴下去的高度會影響下沉與擴散的速度。           | 大於 1 |
| 花生油       | ×                    | 在水面上形成許多小圈圈。                   | 浮在水面上          | 不管怎樣用力的擠下去，油都會浮起來。             | 小於 1 |
| 醋酸        | ◎                    | 一下子就擴散到水裡。                     | 下沉，往水底移動。      | 一滴到水面，醋酸就很快往水底擴散。仔細看，還看得出移動的痕跡 | 大於 1 |
| 醬油        | ◎                    | 一下子就擴散到水裡。                     | 下沉，往水底移動。      | 下沉的速度比牛奶快。                     | 大於 1 |
| 酒精        | ◎                    | 很快就和水混合了，看不見酒精往哪裡移動。           | 無法分辨，因為看不出來。   | 酒精被水溶解的速度最快。                   | 無法預測 |
| 四氯化碳      | ×                    | 剛滴下去時，會在水面形成一個個的圓圈。過了不久，就往下沉了。 | 最後會沉在水底。       | 在水底形成一個個的小圈圈。                  | 大於 1 |
| 二甲苯       | ×                    | 在水底形成一個個的小圈圈。                  | 浮在水面上不溶於水。     | 在水面形成一個個的小圈圈。                  | 小於 1 |

### 實驗中的發現：

1. 根據日常生活經驗判斷，密度 $>1\text{ g/cm}^3$ 的液體，會下沉；密度 $<1\text{ g/cm}^3$ 的液體，會上浮。
2. 我們雖然可以用這種方法來判斷液體密度是否大於 $1\text{ g/cm}^3$ ，但是，有一些液體會快速溶解，像是酒精就無法判斷了。一定要用其他的方法，來判斷液體的密度。
3. 牛奶的成分比較複雜，而且含有脂肪，所以剛滴下去時，會有一些物質浮在水面上。若遇到醋酸，還會形成白色沉澱物。



## 實驗二、各種固體和水的交互作用

| 現象<br>滴入液體 | 是否溶解<br>溶解：◎<br>不溶：× | 浮沉的情形 | 其他發現                   | 密度預測 |
|------------|----------------------|-------|------------------------|------|
| 木塊         | ×                    | 浮在水面上 | 不管放多久，就是不會下沉。          | 小於 1 |
| 紅蘿蔔塊       | ×                    | 沉在水底  | 沉在水底時，會有小氣泡。           | 大於 1 |
| 塑膠塊        | ×                    | 沉在水底  | 有的下沉較快，有的下沉較慢。         | 大於 1 |
| 蠟塊         | ×                    | 浮在水面上 | 不管放多久，就是不會下沉。          | 小於 1 |
| 糖          | ◎                    | 沉在水底  | 加入時，水面會升高              | 大於 1 |
| 食鹽         | ◎                    | 沉在水底  | 加入時，水面會升高              | 大於 1 |
| 油土         | ×                    | 沉在水底  | 加入時，水面會升高              | 大於 1 |
| 金屬塊        | ×                    | 沉在水底  | 快速下沉，加入時，水面會升高，沒有其他發現。 | 大於 1 |

### 實驗中的發現：

- 通常，密度 $>1\text{ g/cm}^3$ 的固體，會下沉；密度 $<1\text{ g/cm}^3$ 的固體，會上浮。
- 許多物體在下沉之後，都會排出一定容量的水，水位就升高了。再往後的實驗中，我們要計算固體體積，不但可以使用課本所教過的方法，還可以用文獻探討中提到的「排水法」來計算體積。
- 如果物體會浮在水面上，同時也是不規則形狀的，要怎麼測體積呢？文獻探討中提到可以綁上重錘，讓它下沉，然後再計算體積。當然，我們一定要在事後減去重錘的體積。

將細線  
綁上物  
體



排水法測試體積

### 實驗三、液體密度測試

實驗時，因為液體質量無法直接測出，我們都是用量筒測量液體的體積，然後測量質量，最後減去量筒的質量，算出液體的實際質量。步驟如下：

1. 將量筒秤重，量筒質量為 55.7g。
2. 將液體注入量筒。
3. 秤重：秤出(液體+量筒)的質量。
4. (液體+量筒)的質量-量筒質量(55.7g)
5. 算出質量÷體積的值。

我們為求準確，把每種液體的 10—50 毫升的質量求出，計算密度，並以平均值為準。各液體測試結果如下：

#### (一) 水

|                                 |        |      |      |       |       |
|---------------------------------|--------|------|------|-------|-------|
| 體積( $\text{cm}^3$ )             | 10     | 20   | 30   | 40    | 50    |
| 質量(g)                           | 10     | 19.8 | 29.7 | 39.9  | 49.7  |
| 密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ )    | 1      | 0.99 | 0.99 | 0.997 | 0.994 |
| 密度平均值( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) | 0.9942 |      |      |       |       |

#### (二) 醬油

|                                 |       |      |      |      |      |
|---------------------------------|-------|------|------|------|------|
| 體積( $\text{cm}^3$ )             | 10    | 20   | 30   | 40   | 50   |
| 質量(g)                           | 10.8  | 22.8 | 34.4 | 46.1 | 56.9 |
| 密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ )    | 1.08  | 1.14 | 1.15 | 1.15 | 1.11 |
| 密度平均值( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) | 1.126 |      |      |      |      |

#### (三) 花生油

|                                 |       |       |      |      |      |
|---------------------------------|-------|-------|------|------|------|
| 體積( $\text{cm}^3$ )             | 10    | 20    | 30   | 40   | 50   |
| 質量(g)                           | 9.5   | 18.5  | 27.3 | 36.8 | 45.5 |
| 密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ )    | 0.95  | 0.925 | 0.91 | 0.92 | 0.91 |
| 密度平均值( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) | 0.922 |       |      |      |      |

#### (四) 酒精

|                                 |       |       |       |       |      |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|------|
| 體積( $\text{cm}^3$ )             | 10    | 20    | 30    | 40    | 50   |
| 質量(g)                           | 8     | 15.5  | 23.5  | 31    | 39   |
| 密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ )    | 0.8   | 0.775 | 0.783 | 0.775 | 0.78 |
| 密度平均值( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) | 0.781 |       |       |       |      |

#### (五) 食醋 (烏醋)

|                                 |        |       |      |        |       |
|---------------------------------|--------|-------|------|--------|-------|
| 體積( $\text{cm}^3$ )             | 10     | 20    | 30   | 40     | 50    |
| 質量(g)                           | 9.5    | 20.7  | 31.8 | 42.7   | 52.1  |
| 密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ )    | 0.95   | 1.035 | 1.06 | 1.0675 | 1.042 |
| 密度平均值( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) | 1.0309 |       |      |        |       |

(六)冰醋酸

|                                 |       |      |       |        |      |
|---------------------------------|-------|------|-------|--------|------|
| 體積( $\text{cm}^3$ )             | 10    | 20   | 30    | 40     | 50   |
| 質量(g)                           | 10.3  | 20.3 | 31.6  | 41.7   | 52.5 |
| 密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ )    | 1.03  | 1.04 | 1.053 | 1.0425 | 1.05 |
| 密度平均值( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) | 1.043 |      |       |        |      |

(七)牛奶（福樂牌）

|                                 |        |      |      |      |       |
|---------------------------------|--------|------|------|------|-------|
| 體積( $\text{cm}^3$ )             | 10     | 20   | 30   | 40   | 50    |
| 質量(g)                           | 9.7    | 19.1 | 34.6 | 40.5 | 45.4  |
| 密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ )    | 0.97   | 0.95 | 1.15 | 1.01 | 0.908 |
| 密度平均值( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) | 0.9976 |      |      |      |       |

(八)四氯化碳

|                                 |      |      |      |      |      |
|---------------------------------|------|------|------|------|------|
| 體積( $\text{cm}^3$ )             | 10   | 20   | 30   | 40   | 50   |
| 質量(g)                           | 16   | 31   | 47.8 | 63.8 | 78.3 |
| 密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ )    | 1.6  | 1.55 | 1.59 | 1.58 | 1.56 |
| 密度平均值( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) | 1.57 |      |      |      |      |

(九)二甲苯

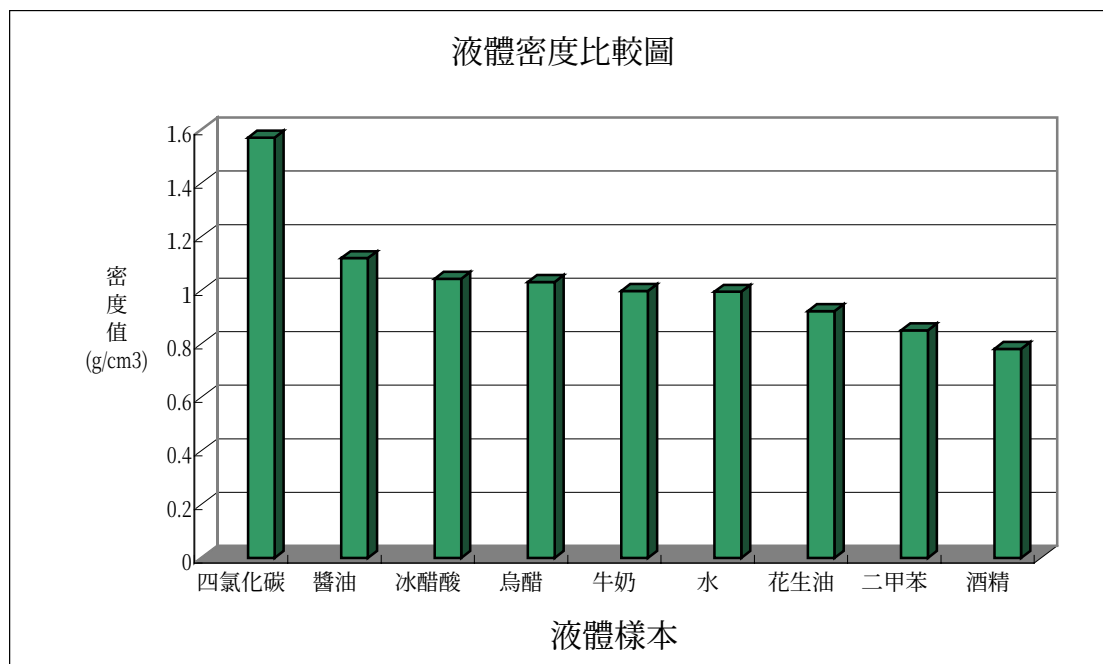
|                                 |      |      |      |      |      |
|---------------------------------|------|------|------|------|------|
| 體積( $\text{cm}^3$ )             | 10   | 20   | 30   | 40   | 50   |
| 質量(g)                           | 8.5  | 16.9 | 25.8 | 34.5 | 42.7 |
| 密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ )    | 0.85 | 0.84 | 0.86 | 0.86 | 0.85 |
| 密度平均值( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) | 0.85 |      |      |      |      |

### 實驗心得整理：

(一) 密度越大，同體積液體的質量越重，密度越小，同體積液體重量越輕。

(二) 根據實驗結果，我們把這些液體的密度從大到小排列出來：

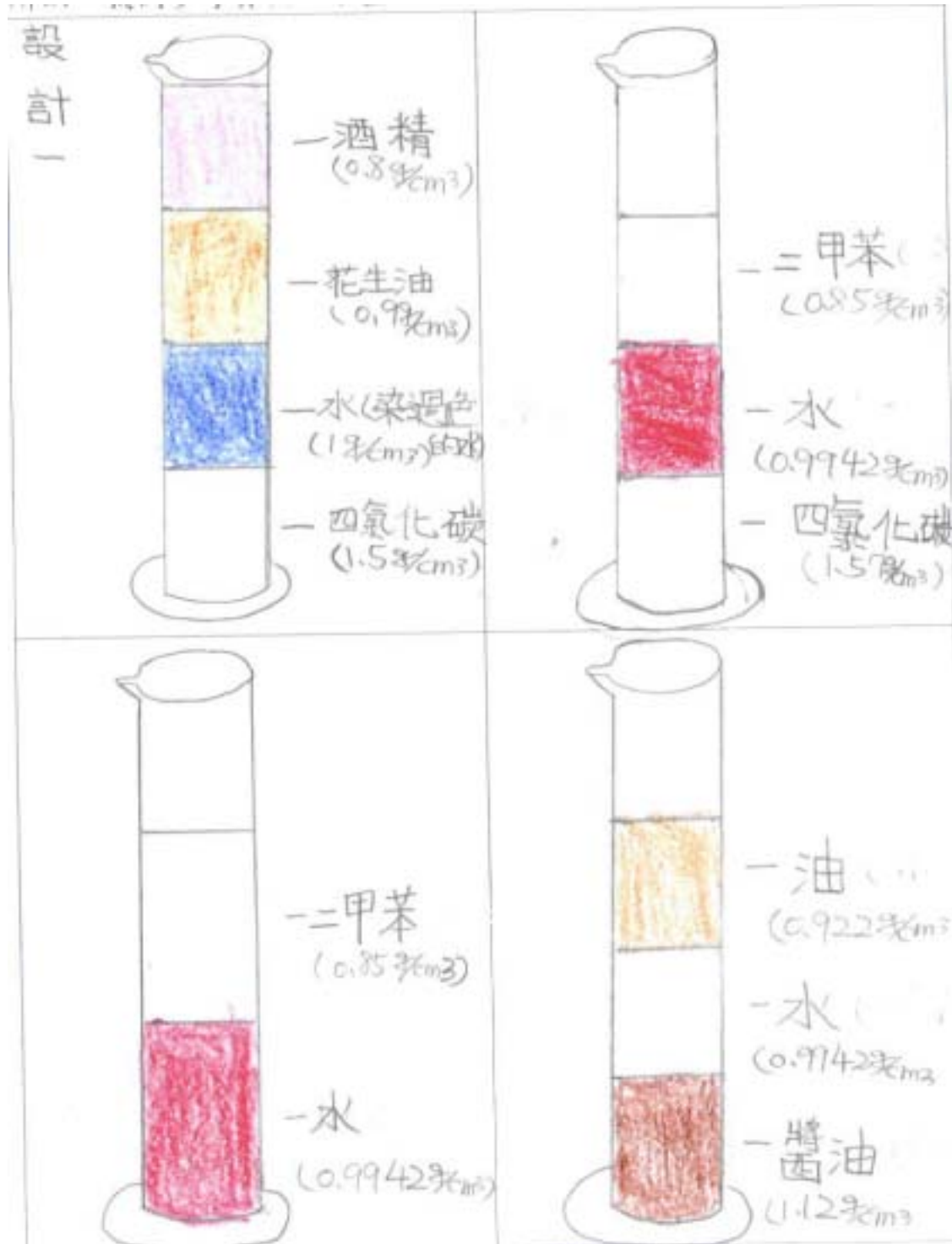
| 液體名稱                     | 四氯化碳 | 醬油   | 烏醋    | 冰醋酸   | 牛奶     | 水      | 花生油   | 二甲苯  | 酒精    |
|--------------------------|------|------|-------|-------|--------|--------|-------|------|-------|
| 密度值 (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.57 | 1.12 | 1.031 | 1.043 | 0.9976 | 0.9942 | 0.922 | 0.85 | 0.781 |
| 大小名次                     | 1    | 2    | 3     | 4     | 5      | 6      | 7     | 8    | 9     |



(三) 這些液體是不是都成為層層疊疊的「液體積木」呢？經過大家實驗與討論之後，發現牛奶容易變質，而且不是透明的，不容易觀察，可能必須捨棄不用。醬油、冰醋酸、烏醋、酒精會溶於水，二甲苯、花生油、四氯化碳是不溶於水的。如果我們要做出這樣的實驗，互相接觸的液體必須不會互相溶解才行。



所以，我們參考實驗結果畫出了液體積木的初步設計圖：



#### 實驗四、固體密度測試

固體的密度測試有一些困難，都是發生在體積的測量上。如果是比較規則的形體，那就用數學課本上的方法計算；但如果是不規則形體，則用排水法測量。測試結果如下：

##### (一) 木塊

|                           |                                                                 |       |     |     |      |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------|-----|-----|------|
| 形體種類                      | 正方體、長方體、圓柱體，浮體                                                  |       |     |     |      |
| 體積計算方式                    | 正方體體積=邊長×邊長×邊長<br>長方體體積=長×寬×高<br>圓柱體體積=圓周率×底面半徑 <sup>2</sup> ×高 |       |     |     |      |
| 實驗次數                      | 1                                                               | 2     | 3   | 4   | 5    |
| 體積(cm <sup>3</sup> )      | 16                                                              | 25.12 | 8   | 18  | 18   |
| 質量(g)                     | 9.4                                                             | 15.1  | 3.2 | 8.8 | 8    |
| 密度(g/cm <sup>3</sup> )    | 0.55                                                            | 0.6   | 0.4 | 0.5 | 0.44 |
| 密度平均值(g/cm <sup>3</sup> ) | 0.50                                                            |       |     |     |      |

##### (二) 紅蘿蔔塊

|                           |                                  |       |      |       |       |
|---------------------------|----------------------------------|-------|------|-------|-------|
| 形體種類                      | 不規則柱體、沉體                         |       |      |       |       |
| 體積計算方式                    | 用排水法：加入 30CC 水，再投入紅蘿蔔塊計算升高的水面即可。 |       |      |       |       |
| 實驗次數                      | 1                                | 2     | 3    | 4     | 5     |
| 體積(cm <sup>3</sup> )      | 6.5                              | 11    | 16   | 12    | 14.75 |
| 質量(g)                     | 6.8                              | 11.2  | 16.8 | 12.3  | 14.9  |
| 密度(g/cm <sup>3</sup> )    | 1.05                             | 1.018 | 1.05 | 1.025 | 1.01  |
| 密度平均值(g/cm <sup>3</sup> ) | 1.031                            |       |      |       |       |

##### (三) 塑膠塊

|                           |                                                    |       |       |       |       |
|---------------------------|----------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| 形體種類                      | 正方體、沉體                                             |       |       |       |       |
| 體積計算方式                    | 每一塊都是邊長 1cm 的正方體，體積都是 1cm <sup>3</sup> ，塊數就是立方公分數。 |       |       |       |       |
| 實驗次數                      | 1                                                  | 2     | 3     | 4     | 5     |
| 體積(cm <sup>3</sup> )      | 3                                                  | 6     | 9     | 12    | 15.4  |
| 質量(g)                     | 3.1                                                | 6.2   | 9.3   | 12.3  | 15.0  |
| 密度(g/cm <sup>3</sup> )    | 1.033                                              | 1.033 | 1.033 | 1.025 | 1.026 |
| 密度平均值(g/cm <sup>3</sup> ) | 1.03                                               |       |       |       |       |

##### (四) 蠟塊

|                           |                                                                     |      |      |      |      |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|
| 形體種類                      | 不規則圓柱體、浮體                                                           |      |      |      |      |
| 體積計算方式                    | 1.綁上重錘，沉入水中，用排水法計算。<br>2.後來，我們發現蠟塊可以在酒精中沉下去，於是就將水換成酒精，利用酒精上升的量測定體積。 |      |      |      |      |
| 實驗次數                      | 1                                                                   | 2    | 3    | 4    | 5    |
| 體積(cm <sup>3</sup> )      | 3.5                                                                 | 2.0  | 4.5  | 2.5  | 3.0  |
| 質量(g)                     | 3.3                                                                 | 1.8  | 4.2  | 1.9  | 2.9  |
| 密度(g/cm <sup>3</sup> )    | 0.94                                                                | 0.90 | 0.93 | 0.95 | 0.96 |
| 密度平均值(g/cm <sup>3</sup> ) | 0.94                                                                |      |      |      |      |

## (五)方糖塊

|                                 |                                               |      |      |      |      |
|---------------------------------|-----------------------------------------------|------|------|------|------|
| 形體種類                            | 正方體、沉體、會溶於水                                   |      |      |      |      |
| 體積計算方式                          | 1.找出比較完整的糖塊，量出邊長，計算體積。<br>2.用酒精代替水，算出排開液體的體積。 |      |      |      |      |
| 實驗次數                            | 1                                             | 2    | 3    | 4    | 5    |
| 體積( $\text{cm}^3$ )             | 4.5                                           | 9.1  | 13.5 | 18.5 | 22.5 |
| 質量(g)                           | 5                                             | 10.5 | 15.1 | 20.3 | 25.4 |
| 密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ )    | 1.1                                           | 1.15 | 1.12 | 1.11 | 1.13 |
| 密度平均值( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) | 1.122                                         |      |      |      |      |

## (六)食鹽

|                           |                   |     |      |     |      |
|---------------------------|-------------------|-----|------|-----|------|
| 形體種類                      | 小顆粒結晶、沉體、溶於水      |     |      |     |      |
| 體積計算方式                    | 用酒精代替水，算出排開液體的體積。 |     |      |     |      |
| 實驗次數                      | 1                 | 2   | 3    | 4   | 5    |
| 體積 $\text{cm}^3$          | 2.25              | 4.5 | 6.75 | 9.0 | 11.0 |
| 質量 g                      | 5                 | 10  | 15   | 20  | 25   |
| 密度 $\text{g}/\text{cm}^3$ | 2.2               | 2.2 | 2.2  | 2.2 | 2.27 |
| 密度平均值                     | 2.214             |     |      |     |      |

## (七)油土

|                              |             |      |      |      |      |
|------------------------------|-------------|------|------|------|------|
| 形體種類                         | 可捏成各種形狀、沉體。 |      |      |      |      |
| 體積計算方式                       | 公式計算、排水法並用  |      |      |      |      |
| 實驗種類                         | 1           | 2    | 3    | 4    | 5    |
| 體積( $\text{cm}^3$ )          | 7.0         | 6.0  | 6.5  | 7.0  | 6.0  |
| 質量(g)                        | 11.8        | 10.3 | 11.1 | 11.7 | 10.5 |
| 密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) | 1.69        | 1.72 | 1.71 | 1.67 | 1.75 |
| 密度平均值                        | 1.71        |      |      |      |      |

## (八)金屬

|                               |                                                                            |      |      |      |       |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------|------|------|-------|
| 形體種類                          | 銅：小狗塑像，不規則形狀<br>鋁：長方體(2X3X1=6)<br>鐵：長方體(1X1X4=4)<br>金：鍊子，不規則形狀<br>銀：銀幣，圓柱型 |      |      |      |       |
| 體積計算方式                        | 公式計算、排水法並用                                                                 |      |      |      |       |
| 實驗種類                          | 銅                                                                          | 鐵    | 鋁    | 金    | 銀     |
| 體積( $\text{cm}^3$ )           | 13.0                                                                       | 4    | 6    | 2    | 12    |
| 質量(g)                         | 113.6                                                                      | 31.6 | 15.9 | 38.2 | 134.3 |
| 密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ )  | 8.7                                                                        | 7.9  | 2.65 | 19.1 | 11.3  |
| 標準值( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) | 8.9                                                                        | 7.8  | 2.7  | 19.3 | 11.4  |

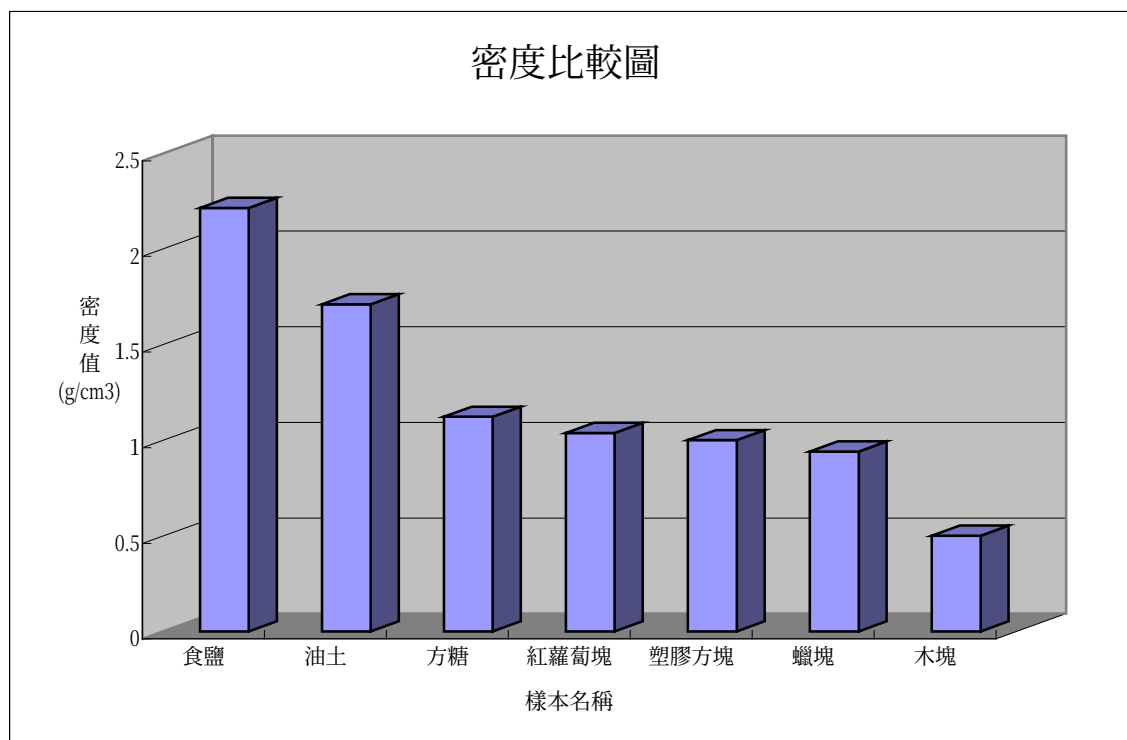
### 實驗心得整理

1.固體因為有一定的形狀，不像液體一樣可以用量筒測出體積，所以要以許多方法來交互使用，才能精確的算出體積。

2.而我們以密度平均值為準，歸納成以下的表格：

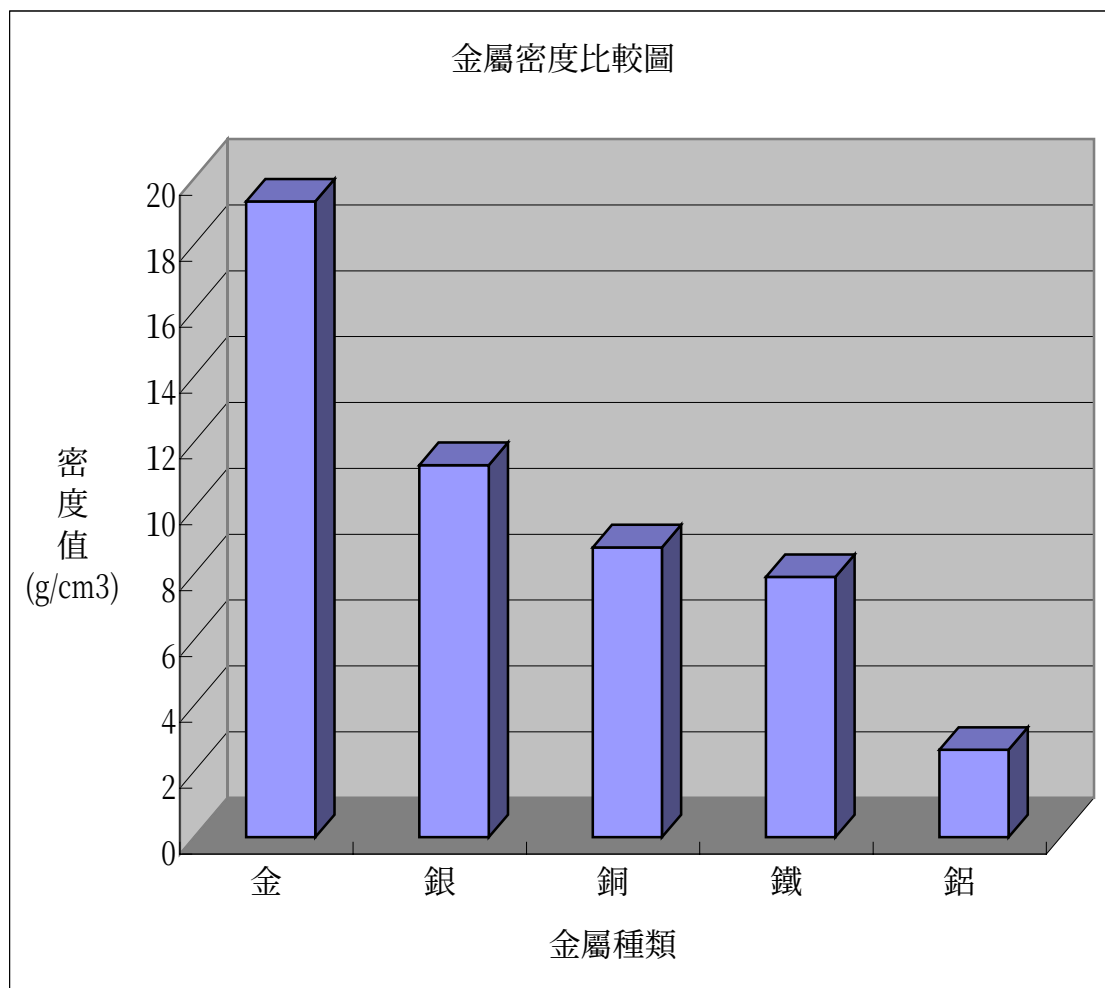
#### (1)非金屬類

| 固體<br>名稱                    | 食鹽    | 油土   | 方糖    | 紅蘿蔔塊  | 塑膠方塊 | 蠟塊   | 木塊   |
|-----------------------------|-------|------|-------|-------|------|------|------|
| 密度值<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | 2.214 | 1.71 | 1.122 | 1.031 | 1.03 | 0.94 | 0.50 |
| 大小<br>名次                    | 1     | 2    | 3     | 4     | 5    | 6    | 7    |



(2)金屬類

| 固體<br>名稱                    | 金    | 銀    | 銅   | 鐵   | 鋁    |
|-----------------------------|------|------|-----|-----|------|
| 密度值<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | 19.1 | 11.3 | 8.7 | 7.9 | 2.65 |
| 大小<br>名次                    | 1    | 2    | 3   | 4   | 5    |

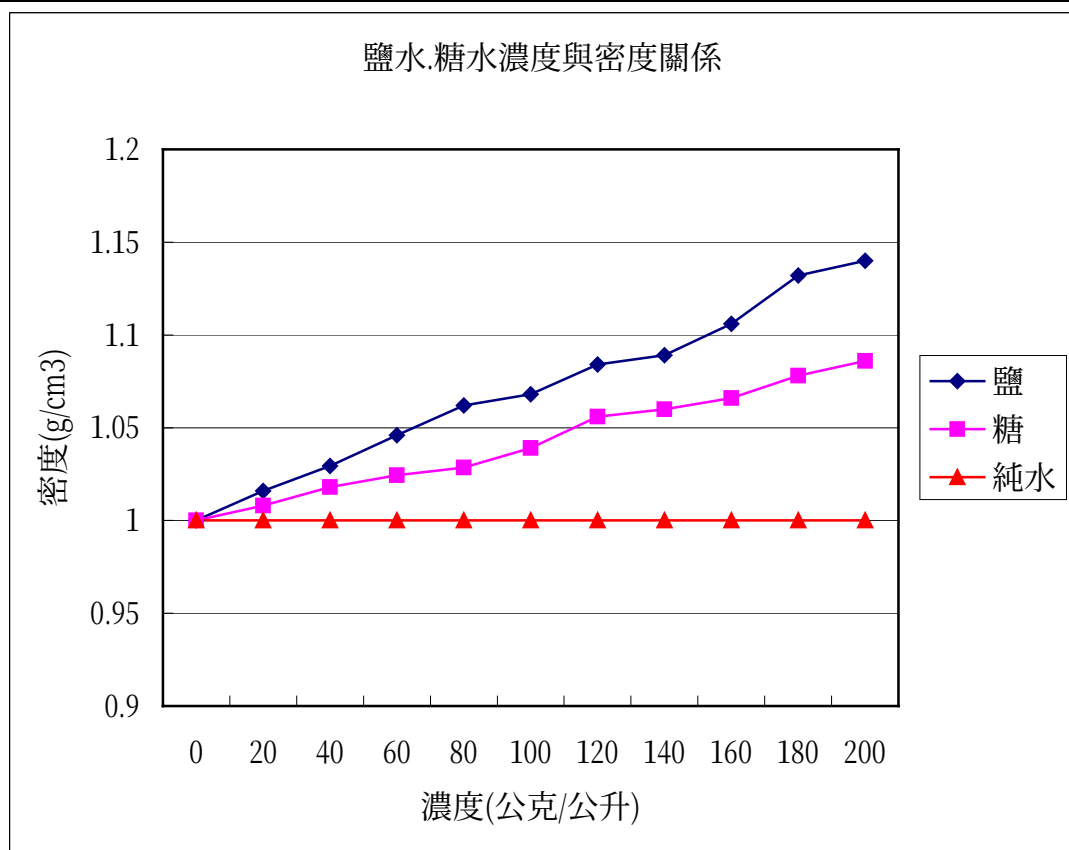


### 實驗五、濃度與水溶液密度的關係

我們假設：一些可溶於水的物質，如果濃度升高，對水溶液密度的影響也加大，經過實驗之後，假設也得到證實。結果如下：

實驗 5-1 鹽水、糖水濃度與密度的關係

| 物質 \ 濃度<br>g/l               | 20    | 40    | 60    | 80    | 100   | 120   | 140   | 160   | 180   | 200   |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 鹽水密度<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | 1.016 | 1.028 | 1.046 | 1.062 | 1.068 | 1.084 | 1.089 | 1.106 | 1.132 | 1.14  |
| 糖水密度<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | 1.008 | 1.018 | 1.03  | 1.035 | 1.039 | 1.056 | 1.06  | 1.066 | 1.078 | 1.086 |



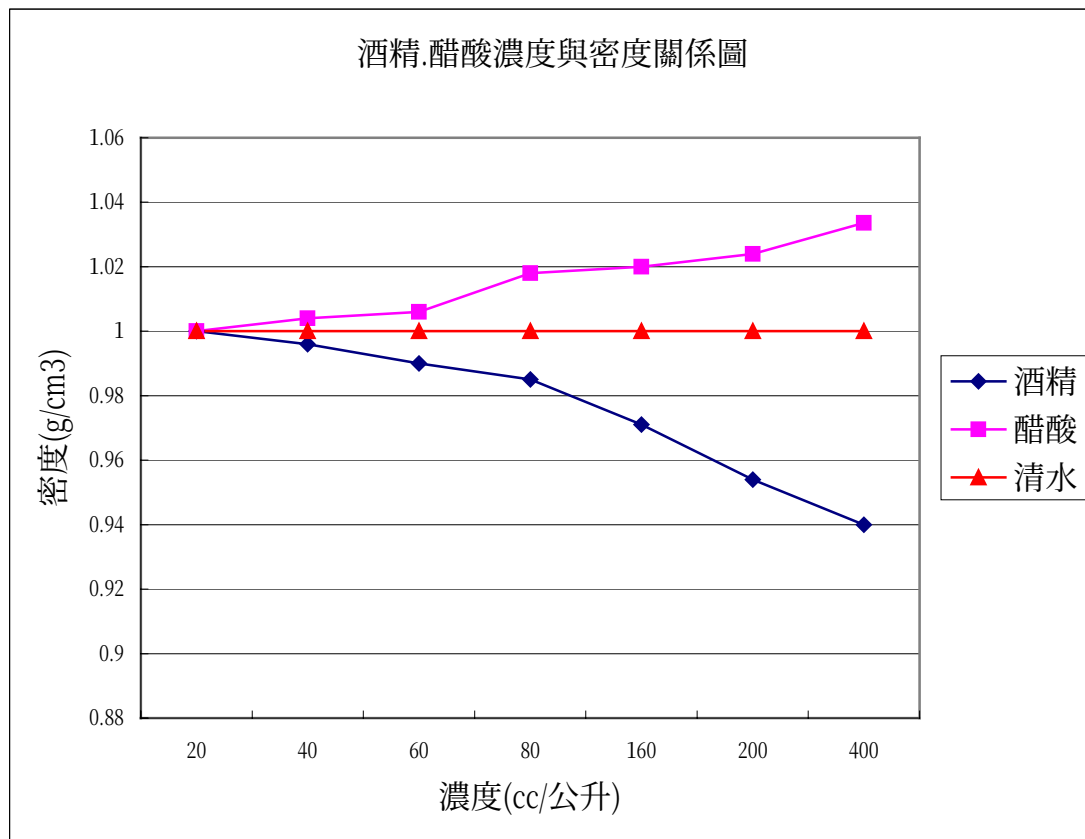
#### 實驗發現：

1. 糖與鹽的密度大於水，加入糖和鹽，水溶液的密度會隨著濃度升高。
2. 加入食鹽的水，密度上升的速度比糖水快。

## 實驗 5-2 酒精、醋酸濃度與密度的關係

我們也用酒精、醋酸做了同樣的實驗，假設也得到證實，結果如下：

| 濃度<br>cc/l                   | 20    | 40    | 60    | 80    | 100  | 200   | 400   |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| 物質                           |       |       |       |       |      |       |       |
| 酒精密度<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | 1.006 | 0.996 | 0.99  | 0.985 | 0.97 | 0.956 | 0.94  |
| 醋酸密度<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | 1.0   | 1.004 | 1.006 | 1.018 | 1.02 | 1.035 | 1.038 |



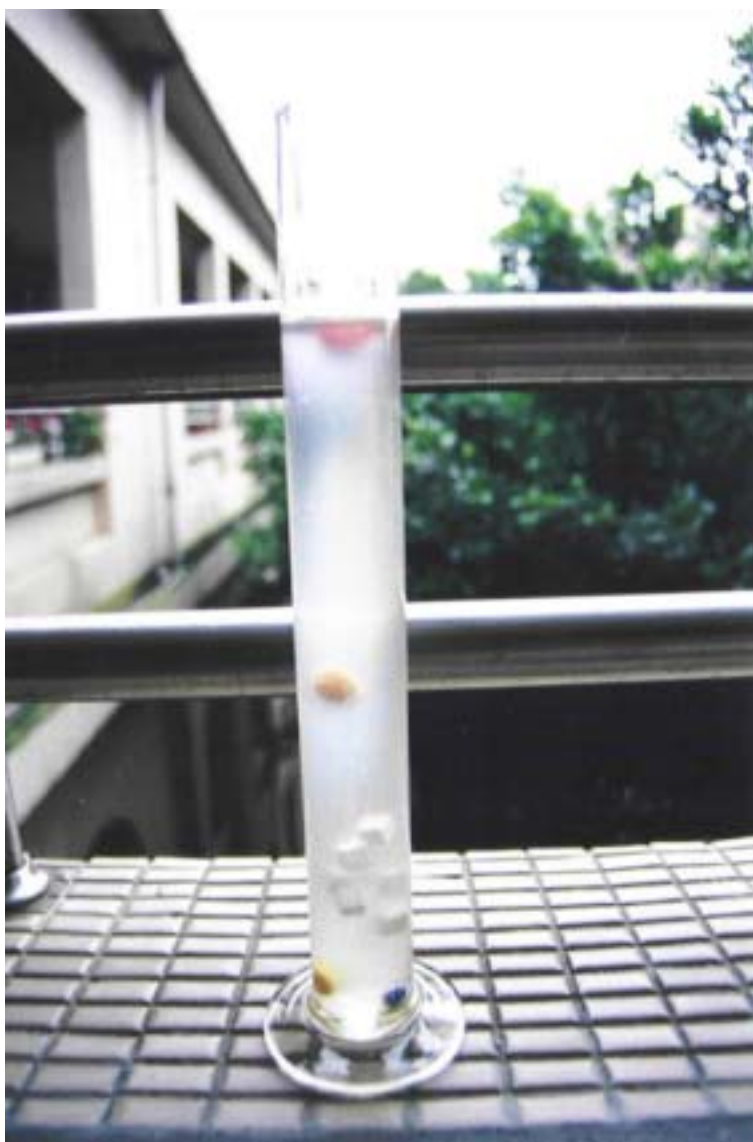
實驗發現：

1. 酒精的密度比水小，所以加入酒精後，水溶液的密度會降低。
2. 醋酸的密度比水大，所以加入醋酸後，水溶液的密度會升高。



### 實驗 5-3 尋找固體在液體中懸浮的秘密

我們已經知道，液體的密度會影響物體在液體中浮沉的情形。密度比液體大的物體會下沉，密度比液體小的東西會上浮。但是，如果液體的密度和固體相當時，會如何呢？書上告訴我，它就會在液體中任何一點達成平衡，物體會在液體中不斷懸浮(如下圖所示)。我們為了研究這個奇妙的現象，於是將塑膠塊、紅蘿蔔、粉筆、油土、蠟塊放進水溶液中進行了實驗，以塑膠塊為主要觀察對象，以下是我們的記錄：



塑膠塊、紅蘿蔔在 120cc/公升的醋酸溶液中懸浮的情形，此時塑膠塊懸浮最多，溶液密度約  $1.03 \text{ g/cm}^3$  左右，與塑膠塊接近

(一)鹽水實驗記錄

| 濃度<br>g/l<br>記錄                  |     | 20    | 40       | 60     | 80     | 100    |
|----------------------------------|-----|-------|----------|--------|--------|--------|
| 此時水溶液的密度<br>(g/cm <sup>3</sup> ) |     | 1.016 | 1.028    | 1.046  | 1.062  | 1.068  |
| 物體<br>浮沉的<br>狀態                  | 塑膠塊 | 全部下沉  | 有少數塑膠塊懸浮 | 全部浮在水面 | 全部浮在水面 | 全部浮在水面 |
|                                  | 蠟塊  | 浮起    | 浮起       | 浮起     | 浮起     | 浮起     |
|                                  | 粉筆  | 下沉    | 下沉       | 下沉     | 下沉     | 下沉     |
|                                  | 油土  | 下沉    | 下沉       | 下沉     | 下沉     | 下沉     |
|                                  | 紅蘿蔔 | 下沉    | 下沉       | 上浮     | 上浮     | 上浮     |

(二)糖水實驗記錄

| 濃度<br>g/l<br>記錄                  |     | 20    | 40    | 60   | 80       | 100    |
|----------------------------------|-----|-------|-------|------|----------|--------|
| 此時水溶液的密度<br>(g/cm <sup>3</sup> ) |     | 1.008 | 1.018 | 1.03 | 1.035    | 1.039  |
| 物體<br>浮沉的<br>狀態                  | 塑膠塊 | 全部下沉  | 全部下沉  | 全部下沉 | 有少數塑膠塊懸浮 | 全部浮在水面 |
|                                  | 蠟塊  | 浮起    | 浮起    | 浮起   | 浮起       | 浮起     |
|                                  | 粉筆  | 下沉    | 下沉    | 下沉   | 下沉       | 下沉     |
|                                  | 油土  | 下沉    | 下沉    | 下沉   | 下沉       | 下沉     |
|                                  | 紅蘿蔔 | 下沉    | 下沉    | 下沉   | 下沉       | 浮起     |

(三)醋酸水溶液實驗記錄

| 濃度<br>cc/l                           |     | 20  | 40    | 60    | 80    | 100  | 120   |
|--------------------------------------|-----|-----|-------|-------|-------|------|-------|
| 記錄                                   |     |     |       |       |       |      |       |
| 此時水溶液的<br>密度<br>(g/cm <sup>3</sup> ) |     | 1.0 | 1.004 | 1.006 | 1.018 | 1.02 | 1.031 |
| 物<br>體<br>浮<br>沉<br>的<br>狀<br>態      | 塑膠塊 | 浮起  | 浮起    | 浮起    | 浮起    | 下沉   | 開始懸浮  |
|                                      | 蠟塊  | 浮起  | 浮起    | 浮起    | 浮起    | 浮起   | 浮起    |
|                                      | 粉筆  | 下沉  | 下沉    | 下沉    | 下沉    | 下沉   | 下沉    |
|                                      | 油土  | 下沉  | 下沉    | 下沉    | 下沉    | 下沉   | 下沉    |
|                                      | 紅蘿蔔 | 下沉  | 下沉    | 下沉    | 下沉    | 下沉   | 開始懸浮  |

(四)酒精水溶液實驗記錄

| 濃度<br>cc/l                           |     | 20    | 40    | 60   | 80    | 100  | 120  |
|--------------------------------------|-----|-------|-------|------|-------|------|------|
| 記錄                                   |     |       |       |      |       |      |      |
| 此時水溶液的<br>密度<br>(g/cm <sup>3</sup> ) |     | 1.006 | 0.996 | 0.99 | 0.985 | 0.97 | 0.92 |
| 物<br>體<br>浮<br>沉<br>的<br>狀<br>態      | 塑膠塊 | 下沉    | 下沉    | 下沉   | 下沉    | 下沉   | 下沉   |
|                                      | 蠟塊  | 浮起    | 浮起    | 浮起   | 浮起    | 浮起   | 浮起   |
|                                      | 粉筆  | 下沉    | 下沉    | 下沉   | 下沉    | 下沉   | 下沉   |
|                                      | 油土  | 下沉    | 下沉    | 下沉   | 下沉    | 下沉   | 下沉   |
|                                      | 紅蘿蔔 | 下沉    | 下沉    | 下沉   | 下沉    | 下沉   | 下沉   |

### (五)實驗的發現與心得



圖片說明：鹽水 40g/l、糖水 80g/l 時，塑膠塊開始有懸浮的情形，此時水溶液密度約為 1.028 左右  $\text{g/cm}^3$ 。(塑膠塊密度約  $1.03 \text{ g/cm}^3$ )

## 實驗心得整理

- 1.我們在水中加入糖、食鹽、醋酸時，會增加密度；加入酒精時，則會降低密度。
- 2.如果水溶液的密度與固體越接近，造成懸浮的情形越明顯。
- 3.紅蘿蔔、塑膠塊會造成懸浮的情形，整理如下表所示：

| 溶液<br>固體                         | 食鹽水 40g/l<br>1.028 g/cm <sup>3</sup> | 糖水 80g/l<br>1.028 g/cm <sup>3</sup> | 醋酸水溶液<br>120cc/l<br>1.031g/cm <sup>3</sup> |
|----------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------|
| 塑膠塊<br>(1.03g/cm <sup>3</sup> )  | 只有一個懸浮<br>其他下沉                       | 只有一個懸浮<br>其他下沉                      | 幾乎全部懸浮                                     |
| 紅蘿蔔<br>(1.031g/cm <sup>3</sup> ) | 下沉                                   | 下沉                                  | 全部懸浮                                       |

由上表中可知，造成物體在水溶液中懸浮的條件就是要讓水溶液的密度接近物體。像是 120cc/l 的醋酸水溶液，它的密度最接近紅蘿蔔與塑膠塊，所以能造成懸浮。而食鹽水、糖水分別在 40g/l、80g/l 的濃度之下最接近塑膠塊，此時有一個塑膠塊懸浮。

- 4.每一個塑膠塊、紅蘿蔔密度差異性較大，尤其是紅蘿蔔多少會吸收一些水分，浮沉的情形也比較不一致。
- 5.此項實驗困難的地方，就是要找出讓物體懸浮的濃度，必須不斷的重複實驗，結果才會精確。
- 6.在調配鹽水、糖水的過程當中，我們發現水溶解食鹽的速度較快，同樣質量的糖必須要攪拌久一點才會完全溶解。
- 7.意外的發現：在調配酒精、醋酸水溶液時，我們發現水溶解醋酸的速度較快。當大量的酒精倒入裝水的量筒時，發現上層的酒精無法向下擴散，只有相互接觸的地方有被水溶解的情形。原本以為不會互相溶解的液體才會產生分層的現象，想不到，溶於水的酒精居然也會產生這種現象。如下圖所示：



### ※實驗中的意外發現：

應該溶於水的酒精，居然在量筒中和水形成了雙層的液體。而且一週之後，這樣的情形也沒有改變。蠟塊在酒精與水的接觸面停留。而這種情形對我們的日常生活，有什麼幫助呢？

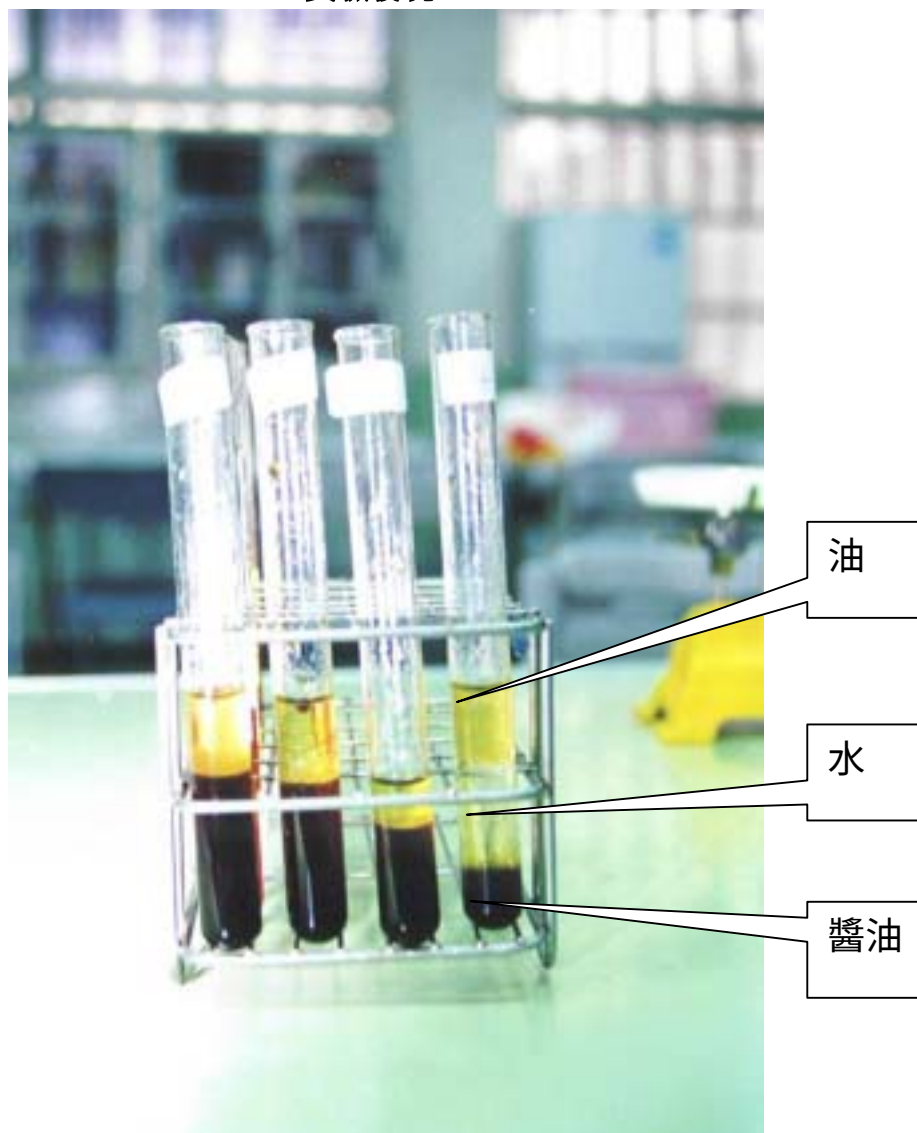
## 實驗六、液體積木排排看

我們已經知道液體密度會影響液體在試管中的位置，但是，如果我們將液體的放置的順序改變，那結果仍會一樣嗎？以下是我們的實驗：

### 實驗 6-1、水、油、醬油的液體積木：

| 放入順序        | 結果                 |
|-------------|--------------------|
| 照水、油、醬油的順序放 | 分為兩層               |
| 照水、醬油、油的順序放 | 分為兩層               |
| 照醬油、水、油的順序放 | 分為三層，但不明顯。         |
| 照油、醬油、水的順序放 | 分為三層，較明顯，但又會恢復成兩層。 |

#### 實驗發現：

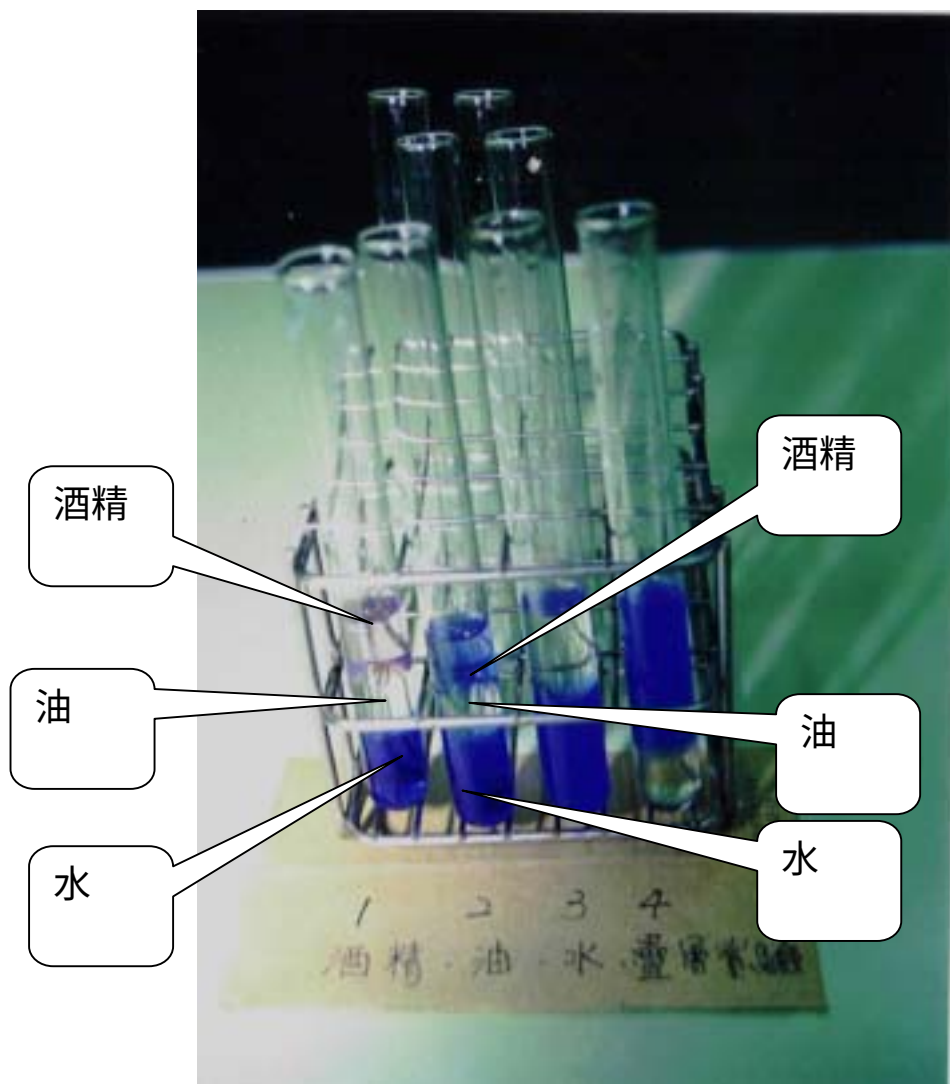


我們發現方法 3、方法 4 能夠分成三層液體，方法 1、方法 2 不行。因為，醬油和水會相互溶解。方法 3 較不明顯，方法 4 最明顯，因為水透過油層再與醬油接觸，比較不會因直接與醬油接觸而溶解。



### 實驗 6-2、水、油、酒精的液體積木

| 放入順序        | 結果   |
|-------------|------|
| 照水、油、酒精的順序放 | 分為三層 |
| 照水、酒精、油的順序放 | 分為三層 |
| 照酒精、水、油的順序放 | 分為兩層 |
| 照油、酒精、水的順序放 | 分為兩層 |



#### 實驗發現：

實驗前我們事先將水染成藍色，以方便觀察。因為酒精溶於水，酒精和油無法互溶，所以只要少量的酒精與水接觸，液體就無法分為兩層。所以，按照第一個方法：依照密度大小，先放水、再放油，最後才放酒精。

而第二個方法也會分為三層，因為在試管中，酒精與水的接觸面積小，無法一下子互相溶解，加入的油密度比酒精大，最後會留在中間，不過第二支試管的酒精被藍色的水染成藍色。

### 實驗 6-3、不同液體的能否互溶？

我們收集了許多液體，選擇了水、醬油、酒精、花生油、二甲苯、四氯化碳等密度不同的液體，來做此項實驗。結果發現：有的液體能夠互溶，有的卻不行。我們觀察的記錄如下：

| 混合的液體    | 互溶 | 不溶 |
|----------|----|----|
| 水+酒精     | √  |    |
| 水+二甲苯    |    | √  |
| 水+花生油    |    | √  |
| 水+四氯化碳   |    | √  |
| 水+醬油     | √  |    |
| 二甲苯+花生油  | √  |    |
| 二甲苯+酒精   | √  |    |
| 二甲苯+四氯化碳 | √  |    |
| 二甲苯+醬油   |    | √  |
| 四氯化碳+花生油 | √  |    |
| 四氯化碳+醬油  |    | √  |
| 四氯化碳+酒精  | √  |    |
| 酒精+花生油   |    | √  |
| 酒精+醬油    | √  |    |
| 醬油+花生油   |    | √  |

#### 實驗中的發現：

1. 溶於水的物質，不一定溶於二甲苯、四氯化碳、酒精等溶劑。
2. 會被二甲苯、四氯化碳、酒精等溶劑溶解的物質，不一定溶於水。
3. 是否溶解，會影響我們液體積木的設計與排列。
4. 二甲苯、四氯化碳等溶劑會溶解一些油性物質，如花生油、沙拉油。
5. 水會溶解的物質是酒精、醬油等。
6. 我們如果要使液體分層，必須考慮到它的可溶性。
7. 當我們要選擇一些顏料將這些液體染色時，一定要了解這種液體是否能溶解染料。像是二甲苯、四氯化碳、酒精等溶劑，就不行用水性的墨水染色，一定要用特殊的染料來染。



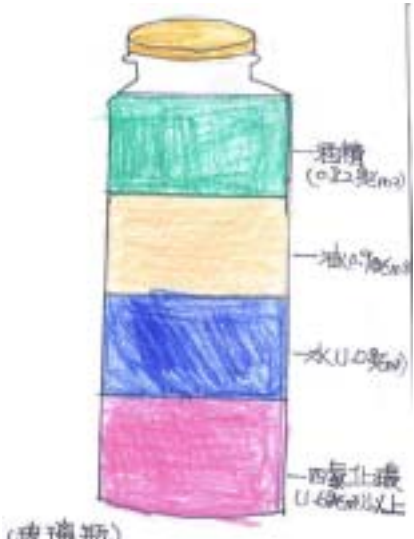
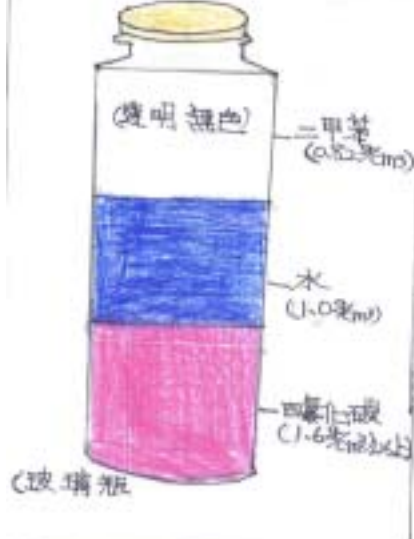
到化工行找染料



## 實驗七、我們的研究成果----液體積木的應用

### (一)簡易密度測試瓶

我們應用幾種不會互相溶解的液體，設計出「三層型」和「四層型」的密度測試瓶，只要我們投入物體，就可以知道物體大約的密度值，來對照密度計算是否準確。

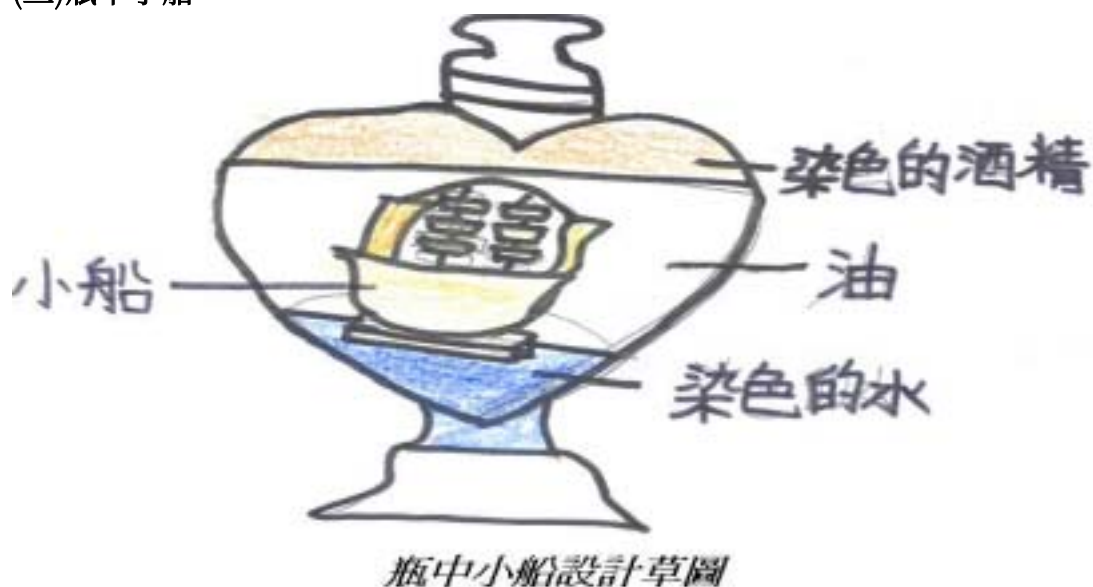
| (1)四層型：                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | (2)三層型：                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                          |
| <p>拿出一個玻璃瓶後，將高度劃分成三等份，依序小心滴入四氯化碳、清水、油、酒精四種液體。為了方便觀察，可以事先用染料染色。</p> <p>ㄅ.當物體在綠色區域中，表示密度約在 <math>0.78—0.9 \text{ g/cm}^3</math> 之間；</p> <p>ㄆ.當物體在黃色區域中，表示密度約在 <math>0.9—1.0 \text{ g/cm}^3</math> 之間；</p> <p>ㄇ.當物體在藍色區域中，表示密度在 <math>1.0—1.6 \text{ g/cm}^3</math> 之間。</p> <p>ㄏ.當物體在紅色區域中，表示密度在 <math>1.6 \text{ g/cm}^3</math> 以上。</p> <p>ㄏ.如果沉在底下，則密度超過 <math>1.6 \text{ g/cm}^3</math>。</p> | <p>拿出一個玻璃瓶後，將高度劃分成三等份，依序小心滴入四氯化碳、清水、二甲苯三種液體。為了方便觀察，可以事先用染料染色。</p> <p>ㄅ.當物體在無色區域中，表示密度約在 <math>0.82—1.0 \text{ g/cm}^3</math> 之間；</p> <p>ㄆ.當物體在藍色區域中，表示密度約在 <math>1.0—1.6 \text{ g/cm}^3</math> 之間；</p> <p>ㄇ.當物體在紅色區域中，表示密度在 <math>1.6 \text{ g/cm}^3</math> 左右。</p> <p>ㄏ.如果沉在底下，則密度超過 <math>1.6 \text{ g/cm}^3</math>。</p> |

## (二)密度緩降梯

這個現象是在實驗當中意外發現的，利用量筒當中兩種互溶液體因為接觸面小而無法完全溶解均勻的原理，量筒中液體會由下到上，密度由大到小的密度管子，我們叫它密度緩降梯，也可以簡單測試液體密度。

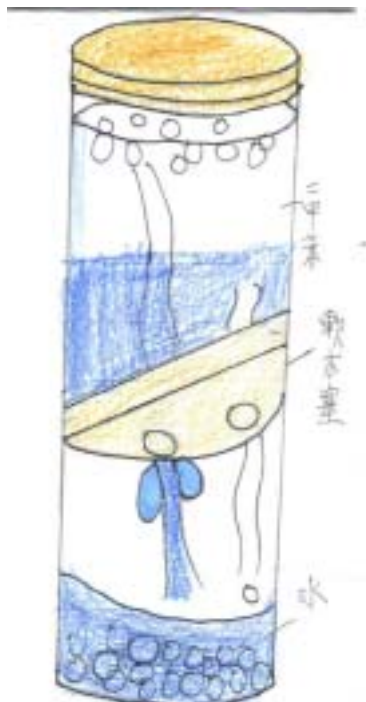
|  |                                                                                                                                                             |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>(1)酒精+水<br/>拿出一支 500cc 玻璃量筒，放入 250cc 的水，然後加入 250cc 的酒精，經過幾天之後，仍然無法相互溶解，就能夠成為一支密度測試管，測試範圍約在 <math>0.78\text{—}1.0\text{ g/cm}^3</math> 之間。</p>            |
|  | <p>(2)四氯化碳+二甲苯(酒精)<br/>拿出一支 500cc 玻璃量筒，放入 250cc 的四氯化碳，然後加入 250cc 的酒精，經過幾天之後，仍然無法相互溶解，就能夠成為一支密度測試管，測試範圍約在 <math>0.78\text{—}1.6\text{ g/cm}^3</math> 之間。</p> |

### (三)瓶中小船



- (1)先找一塊墊板，剪下船的圖樣，然後做一個底座，讓小船能夠在水面平衡。
- (2)拿出玻璃瓶，先放入藍色的水，再放入小船，最後慢慢倒入油。
- (3)船會在油與水的接觸面上慢慢漂浮，不會倒下。
- (4)如果想更為美觀，也可以在頂層加入染色的酒精。

### (四)液體沙漏



用一個圓柱體的瓶子，中間先塞入事先鑽好兩個洞的軟木塞片(要保持傾斜)，下方注入藍色的水，上面注入二甲苯。然後再將軟木塞蓋上，就成為簡單的液體沙漏了。

為什麼要保持傾斜？這是因為液體有從高處向低處流動的特性。所以保持傾斜才能順利流出。

#### (四)實驗液體回收裝置

我們用許多的液體做實驗，有的都倒掉了，十分的浪費，而且容易污染環境。如果一些液體能夠回收再利用，那樣就更為完美。而我們在尋找適合的玻璃瓶時，找到了這樣的器材，老闆說這叫做「分液漏斗」，於是，我們經過老師允許，就將它拿來，作為實驗之後的回收裝置。

因為，不會互相溶解的液體放久了都會分層，能夠一層層回收再利用，不但不會浪費，也兼顧了環保。



## 柒、結果分析與討論

### 一、液體、固體與水的交互作用

在這一系列實驗中，我們仔細觀察液體與固體在水中的現象。發現只要密度大於水(約  $1.0\text{g/cm}^3$ )，就會有往水底移動的現象；相反的，就會留在水面。不過，因為酒精溶於水，滴入少量的酒精是無法看出來的，如果滴入比較多的酒精，則勉強看得出。而牛奶會因為變質而凝固、沉澱。所以經過初步的實驗，決定捨棄。

固體投入水中，液體會上升。所以可以利用這個現象來測試固體的體積，以方便密度的計算。

### 二、液體與固體密度測試

雖然計算密度的方法就是質量÷體積的值，但是在測試質量與體積時，液體和固體要使用不同的方法。

液體的形狀會隨著容器的形狀而改變，所以我們測試體積用量筒即可，但質量就要與量筒共同秤重，然後減去量筒質量。要經過比較複雜的計算程序。固體的情形則相反，因為固體是有一定形狀的，測試質量容易，測量體積卻要因為不同形狀而用不同方法：如公式計算法、排水法、重錘法...等。

### 三、水溶液濃度與密度的關係

#### (一)加入鹽、糖、醋酸、酒精後密度的改變

這個實驗中，我們採取了兩組樣本：一組是固體的鹽和糖，用質量克/公升(g/l)作為濃度的單位；一組是液體的冰醋酸和酒精，用毫升/公升(cc/l)作為濃度的單位。其他不溶於水的液體，我們不採用。

實驗中，我們發現：鹽和糖的濃度升高，會提高水溶液的密度。而鹽水提高的程度大於糖水是因為食鹽顆粒的密度較方糖密度大所致。

另外，醋酸和酒精也有不同的效果。醋酸的加入會提升水溶液的密度，但是效果不大，密度提高的速度也比鹽水、糖水緩慢；酒精則是因為密度小於  $1.0\text{g/cm}^3$  所以水溶液有降低密度的現象。

所以，將可溶於水的物質加入水中，水溶液將會改變原來水的密度。密度大於  $1.0\text{g/cm}^3$  的物質會提高，密度小於  $1.0\text{g/cm}^3$  的物質則會降低。

#### (二)尋找物體在液體中懸浮的秘密

後來，我們也順便做了塑膠塊、紅蘿蔔的液體懸浮實驗，經過了多次的測試，發現冰醋酸能夠緩慢的增加液體密度，比較容易達成塑膠塊在液體的懸浮現象。最接近的密度是  $1.031\text{g/cm}^3$  時，塑膠塊懸浮的最多。而鹽水和糖水則是在  $1.028\text{g/cm}^3$  時，只出現 1—2 塑膠塊懸浮，而酒精溶液則沒有如此現象。

### (三)其他發現

我們在配置酒精溶液的時候，先倒入 250cc 的水到量筒中後，再倒入 250cc 酒精，結果發現：原本可以溶於水的酒精居然在量筒中出現分層。後來，我們把四氯化碳與二甲苯如法泡製，也得到同樣的結果。

原來，兩種液體雖然能夠互溶，但是在狹窄的量筒因中接觸面積太小，結果卻產生了意想不到的現象。於是，除了幾種無法互相溶解的液體積木外，我們也決定依照這個原理來製作另外一種密度測試瓶。

### 四、液體積木排排看

我們在這裡進行了兩組不同的實驗，第一組是水、油、醬油，另一組是水、油、酒精。分析如下：

#### (一) 醬油、水、油排列實驗

只有依序加入醬油、水、油和依序加入醬油、油、水才會出現三層液體，但是最為明顯的不是依照密度大小先後加入的方法，而是第四個方法：醬油、油、水。

依照這個方法，先加入醬油，再加入油，油會浮在醬油上面。然後加入水，此時水會通過油層，才會與醬油接觸，所以不會與醬油混合，分層比較明顯。但是放了一天左右，水和醬油仍然會混在一起，分層的情形，又變得不明顯了。

#### (二) 水、油、酒精排列實驗

依序加入水、油、酒精和水、酒精、油的這兩種方法分層較為明顯，其他的試管都只有兩層。而最明顯的是第一種方法--依照密度大小加入水、油、酒精，且三種液體都保持原色。第二個方法也會分為三層，因為在試管中，酒精與水的接觸面積小，無法一下子互相溶解，加入的油密度比酒精大，最後會留在中間，不過第二支試管的酒精被藍色的水也染成藍色。

其他的方法，則會因為先加入水再加酒精，酒精馬上就與水溶解了。所以加入的順序，也要考慮密度的關係。

#### (三)液體互溶實驗

我們所採用的實驗樣本可分為幾個類別，如

1. 水
2. 有機溶劑：二甲苯、四氯化碳
3. 醇類：酒精(乙醇)
4. 油類

這些液體都有不同的性質。如水能夠溶解酒精，卻無法溶解有機溶劑和油；有機溶劑能夠和酒精互溶，但是酒精卻無法溶解油...。我們就依照這些性質，來設計實驗七的各種用具或科學玩具。

## 實驗七、研發成果呈現—液體積木的應用

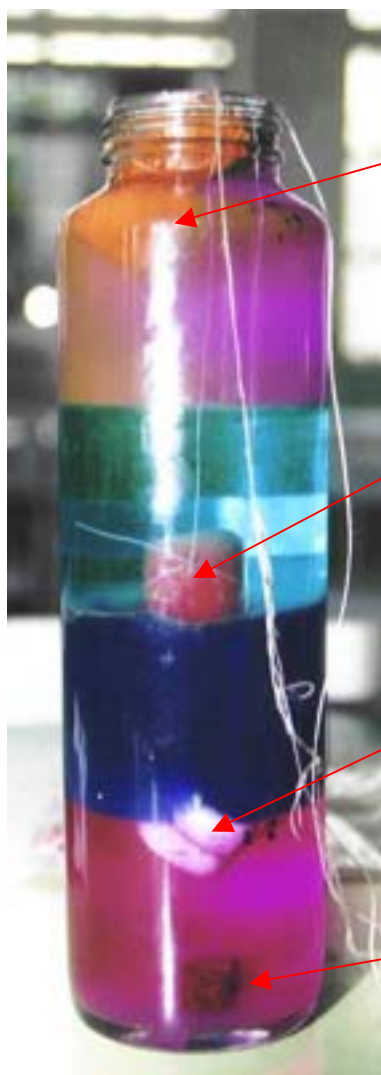
### 成果一、密度測試瓶



這一項成品，我們有兩種，一種是三層型(二甲苯、水、四氯化碳)、一種是四層型(酒精、油、水、二甲苯)。這是因為液體有的能夠互溶，有的不行。我們利用不能互溶的液體來做成這項成品，其中以四層型較為精確，因為它分為四層，測試範圍較為精細。

我們為了方便辨別，將每依種液體染上不同顏色。但是有機溶劑要用溶於溶劑的染料染色，水則用墨水染色即可。

在測試物體密度時，必須綁上細線，以方便取出。物體盡量不要在瓶中放太久，以免變質。



木塊  
 $0.5 \text{ g/cm}^3$

蠟塊  
 $0.94 \text{ g/cm}^3$

塑膠塊  
 $1.03 \text{ g/cm}^3$

鐵塊  
 $7.9 \text{ g/cm}^3$



投入木塊、蠟塊、塑膠塊、鐵塊的現象



## 成果二、密度緩降梯

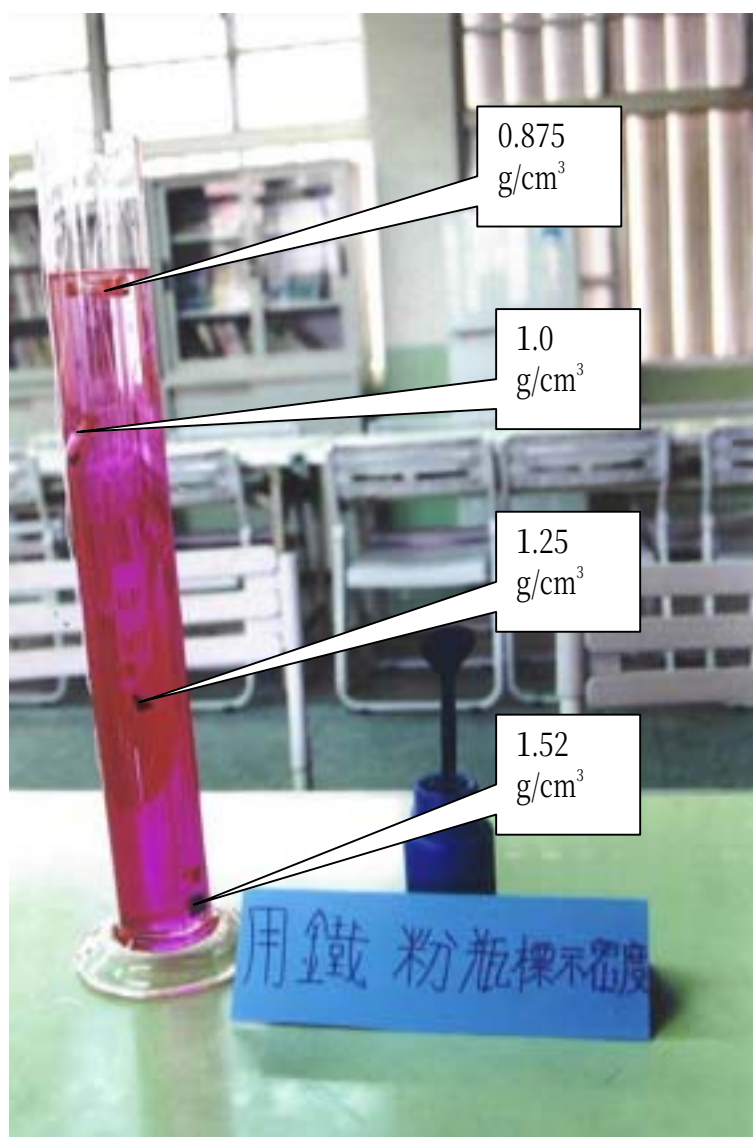


圖片說明：  
這是四氯化碳與二甲苯在量筒中的混合液，我們用四個小瓶子分別裝入不同量的鐵粉，結果分別浮在不同的地方，表示液體每一層的密度都不一樣，放入物體後，就可以知道物體密度大約的值，小鐵粉瓶是裝入鐵粉後，先測量密度，再放入液體中。

調配水溶液時，我們意外發現酒精和水在量筒中會有分層的現象，這樣的混合液體不同高度就有不同密度，但是，如何測試不同高度的密度呢？

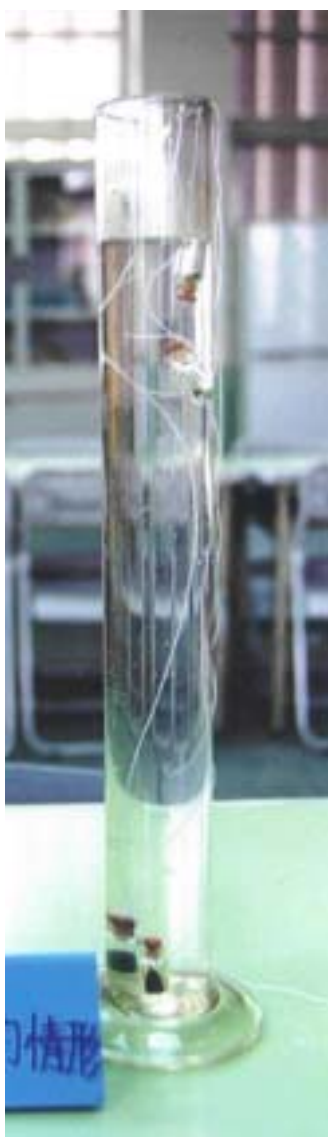
我們想了很久，找出一個方法：就是將小瓶子放入鐵粉，以鐵粉的量來控制小瓶子的密度。在小瓶子綁上細線，丟入量筒，不同量鐵粉的小瓶子，會在不同的地方懸浮，就好像實驗五中「尋找液體懸浮的秘密」一樣。

後來，我們用這個方法，成功的標出了四層不同的密度範圍，分別是 1.52、1.25、1.0、0.875 g/cm<sup>3</sup>，如下頁圖所示。



**其他情形說明：**

- (一) 左圖：下層是水，上層是酒精。液體密度範圍是  $0.78 - 1.0 \text{ g/cm}^3$ 。這四個鐵粉瓶其中三個密度大於  $1 \text{ g/cm}^3$  的沉在底下，密度等於  $1 \text{ g/cm}^3$  的在中間懸浮。
- (二) 中圖：我們也把鐵粉瓶放在水中比較，鐵粉瓶在水中，並沒有像剛才一樣在不同的地方懸浮，而只是密度大於水的下沉，密度小於水的上浮，其中密度與水相當的瓶子，則會在水中懸浮。
- (三) 右圖：下層是四氯化碳，上層是酒精。液體密度範圍是  $0.78 - 1.57 \text{ g/cm}^3$ 。這四個鐵粉瓶依照密度大小由下到上，在液體中懸浮。



### 成果三、瓶中小船



這是平常在商店常看到的裝飾品，我們也用這個原理製作。

因為油的密度比水小，會浮在水面上，塑膠板剪成的小船，會沉在油底，卻可以浮在水與油之間的接觸面，左右搖擺，不會下沉。

我們剛開始只用水、沙拉油製作，結果成功了。然後用水、油、酒精製作，結果不斷嘗試後也成功了。但是後來發現，油不能放太久，放太久會產生污濁的情形。瓶子裡的小船的材質以塑膠為佳，也要經過多次的調整才會平衡。這個實驗捨棄使用四氯化碳，因為接觸皮膚不好。

#### 成果四、液體沙漏

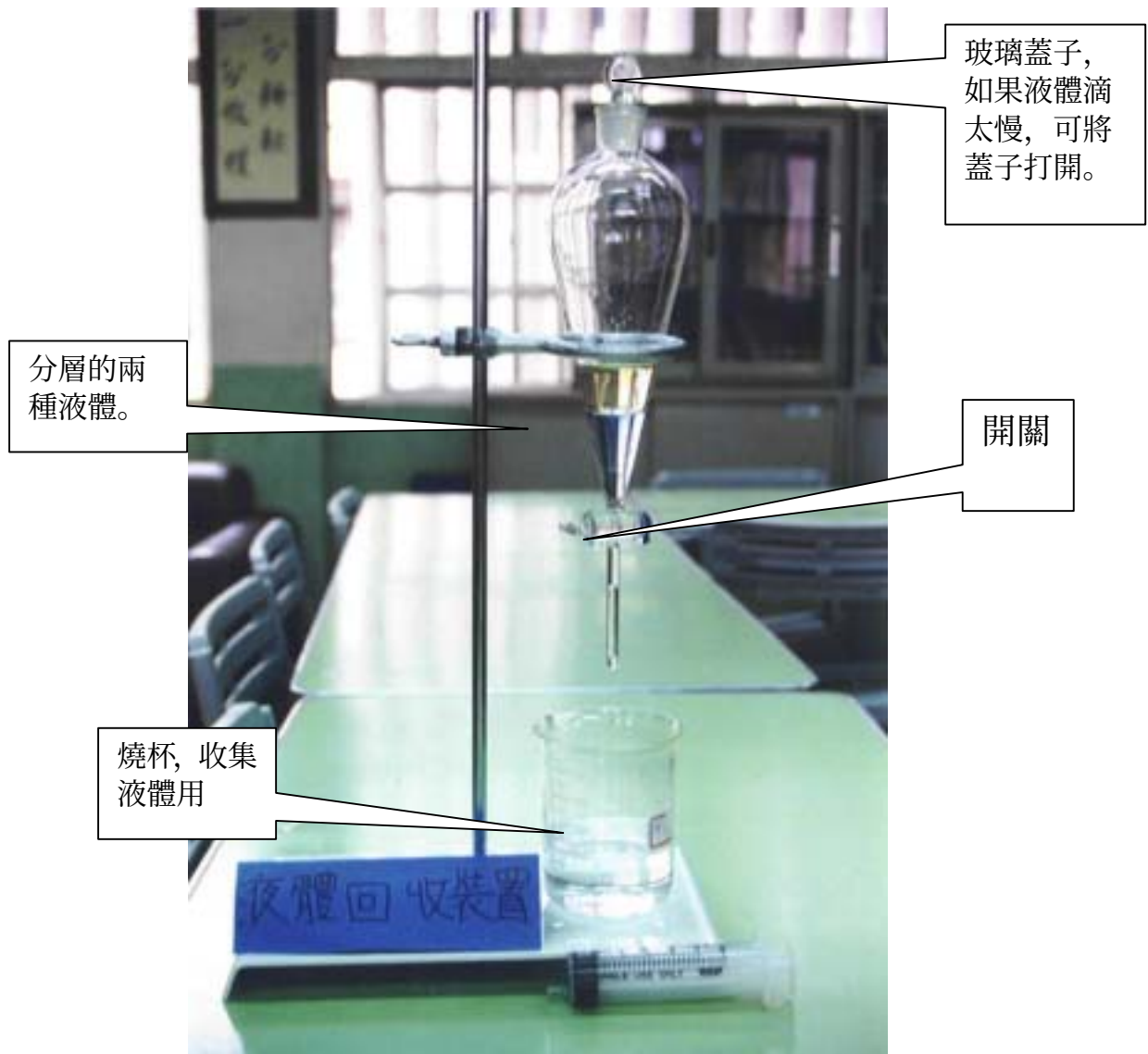


這原理也十分簡單，就是密度大的液體會往下移動，密度小的液體則會往上。在製作時，原本的設計是將中間的軟木塞平放，但是液體無法下來，經過多次的摸索，終於發現中間的軟木塞要保持傾斜，因為液體都有由高處往低處流的特性。這支液體沙漏每次液體交換的時間大約是 30 秒，經過重複測試其結果相同，可用來作為簡單的計時器。

此外，我們在這個實驗放棄使用油、四氯化碳，因為油放久了會污濁，四氯化碳經常接觸對皮膚不好。



### 成果五、回收裝置：分液漏斗的應用



這個裝置可以用來回收我們所使用的液體，因為，不相溶的兩種液體會分層，我們可以分別回收。

如果我們用針筒來配合抽取，效果會更好。

## 捌、結論

### 一、液體積木的研究與探索

| 實驗項目         | 結論                                                                            |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 固體、液體與水的交互作用 | 固體或液體在水中的位置，會因為密度的不同，位置也不同，也會影響浮沉的情形。密度 $>$ 水，會下沉；密度 $<$ 水，會上浮。               |
| 固體：液體的密度測試   | 固體與液體能夠依照密度的不同而判斷材質或成分，而且依照固體形狀的不同，測試體積的方法也要有所改變。                             |
| 濃度與水溶液密度的關係  | 水溶液的濃度增加，會改變密度，而且和被溶解的物質密度有關。食鹽、醋酸、方糖密度比水大，濃度增加，會增加水溶液密度，酒精密度比水小，增加濃度，則會降低密度。 |
| 尋找懸浮溶液的祕密    | 當固體與液體的密度越接近，懸浮的現象越明顯，鹽、糖、酒精、冰醋酸中，以冰醋酸的試驗最成功，因為冰醋酸能夠緩慢提升水溶液密度。                |
| 液體積木排排看      | 我們可以依照密度大小，由大到小組合我們的液體積木。                                                     |

### 二、液體積木的應用

| 應用項目   | 結論                                                                                |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 密度測試瓶  | 我們可以用幾種不會相溶的液體疊合成液體積木，投入綁上細線的物體，可以測試物體密度大約的值，可以順便比較我們所做的實驗是否準確。                   |
| 密度緩降梯  | 兩種會互相溶解的液體，會在狹窄的量筒內形成不完全溶解，下層的密度大，上層的密度小。可以用鐵粉瓶標出每一層液體的密度，也可以用來測試物體密度，這是實驗中的意外發現。 |
| 瓶中小船   | 也是液體積木的應用。利用塑膠船會沉於水，浮於油的原理製成。既簡單，又有趣。                                             |
| 液體沙漏   | 也是液體積木的應用。但是中間的隔板要保持傾斜，才能讓液體順利流出。                                                 |
| 液體回收裝置 | 也是液體積木的應用。可以透過儀器，將液體一層層回收。                                                        |

## 玖、參考資料

- 一、台灣省政府教育廳：兒童讀物編輯小組，台北市，台灣書店，民 67。
- 二、幼獅少年百科全書，幼獅出版社，台北市，幼獅出版社，民 70。
- 三、金城國民中學網站<http://www.kcjh.km.edu.tw>
- 四、國立彰化師範大學遠距教學中心<http://pck.bio.ncue.edu.tw/>
- 五、小狀元夢工廠網站 <http://www.kingbaby.com.tw/>
- 六、牛頓教科書編輯小組，牛頓版自然教科書，台北市，牛頓出版社。
- 七、國立編譯館，六上自然教科書，台北市，台灣書店，民 82。