

中華民國第 55 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 物理科

最佳(鄉土)教材獎

030119

神奇的水中蛟龍

學校名稱：新北市立五峰國民中學

作者： 國二 賴偵沂 國二 宋昀恩 國二 洪翊真	指導老師： 黃麗敏 徐增錦
---	-----------------------------

關鍵詞：浮沉子、壓力、密度

摘要

以往浮沉子除了在上課教學演示講述其原理外，很少做其他相關的應用，所以我們希望能藉由這次參加科展的機會，找出浮沉子的相關應用：

- (1) 製作各式的浮沉子及其原理的探討。
- (2) 製作出浮力溫度計，可將浮沉子應用在測量溫度。
- (3) 配合浮沉子設計簡易的實驗，可應用在測量未知液體的密度。

我們由實驗中推導出一個未知液體密度的測量公式：

$$D_{\text{未}} = \frac{M_1 V_C}{V_1 V_C - V_B \cdot \Delta V_C}$$

(M_1 = 浮沉子重量 V_1 = 浮沉子原體積 V_B = 浮沉子內空氣體積

V_C = 實驗容器內預留空氣體積 ΔV_C = 塑膠針筒壓縮體積)

壹、研究動機

某次月考後的下午，老師帶全班同學至某大學物理系參觀，進入物理實驗室後，講師介紹及演示各種物理實驗器材，其中浮沉子這個有趣的玩意最吸引我們，當下覺得很新奇有趣，而且其原理跟我們學過的密度有很大的關係。於是我們想要藉由參加科展的機會，探討其中的科學奧妙，並了解在現實生活中，浮沉子到底能和生活應用擦出什麼精彩的火花。

貳、研究目的

- 一、製作有趣的浮沉玩偶
 - (一) 開放型浮沉子
 - (二) 封閉型浮沉子
- 二、浮沉玩偶的創意應用
 - (一) 利用浮沉子製作浮力溫度計
 - (二) 利用浮沉子測量未知液體密度

參、研究器材與藥品

- 一、器材：燒杯、酒精燈、鐵架、陶瓷纖維網、玻璃棒、三腳架、溫度計、電子天平、大滴管、小滴管、銅釘、塑膠針筒、保特瓶、熱熔膠、吸管、鑷子、塑膠軟管、鐵粉、漆包銅線。
- 二、藥品：酒精、食鹽水。

肆、研究過程與方法

一、製作有趣的浮沉玩偶

(一) 製作開放型浮沉子



步驟 1



步驟 2



步驟 2

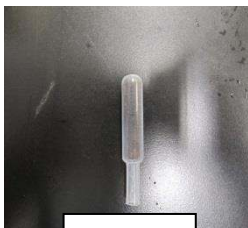


步驟 3

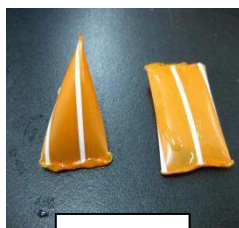
實驗步驟：

1. 準備 1 mL 的塑膠滴管，將底部細管部分剪掉，約留 1 cm 長度。
2. 將漆包銅線纏繞塑膠滴管數圈增加其重量，然後再將此滴管底部吸入適量的水，放置於裝水的燒杯中，調整其浮沉程度，使其頂端露出水面一點點(密度約 ≤ 1)。
3. 將保特瓶內裝水近滿，將做好的浮沉玩偶放入瓶中，蓋緊瓶蓋，瓶內水面上方留有少許空氣柱。以一手握住保特瓶，然後用手指輕輕壓放保特瓶，即可看到浮沉玩偶上下的浮沉了。

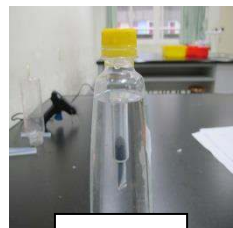
(二) 製作封閉型浮沉子



步驟 1



步驟 1



步驟 2



步驟 3

實驗步驟：

1. 剪取適當長度的吸管或滴管，置入適當重量的鐵粉，再用打火機加熱管口一端，當受熱部分變成透明狀時，放置桌上，以打火機的底部壓一下，封閉兩端管口。
2. 將步驟 1 製作的封閉型浮沉子放置於裝水的燒杯中，使其頂端露出水面一點點(密度約 ≤ 1)。
3. 將保特瓶內裝水近滿，將做好的浮沉玩偶放入瓶中，蓋緊瓶蓋，瓶內水面上方留有少許空氣柱。以一手握住保特瓶，然後用手指輕輕壓放保特瓶，即可看到浮沉玩偶上下的浮沉了。

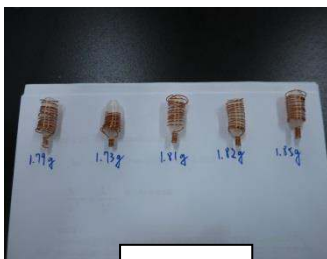
二、浮沉玩偶的創意應用

(一) 利用浮沉子製作浮力溫度計

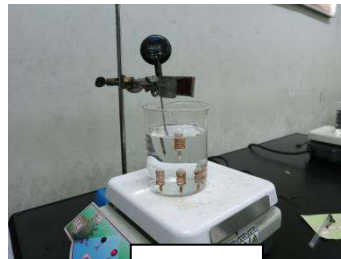
(A) 利用開放型浮沉子製作浮力溫度計

實驗原理：

當溫度升高時，沉於水中浮沉子的內部氣體受熱體積膨脹，就會將浮沉子內部的水擠出，讓浮沉子平均密度變小而上浮。



步驟 1



步驟 2



步驟 3

實驗步驟：

1. 製作數個重量大小不同的開放型浮沉子，使其沉入於有水的燒杯中。
2. 於燒杯底部開始加熱，隨著燒杯內水溫度上升，開放型浮沉子內部空氣受熱膨脹，將水擠壓出來，於是浮沉子便上浮。
3. 記錄每個浮沉子上浮時的溫度及重量並做成圖表。
4. 找出溫度介於 $16^{\circ}\sim 25^{\circ}$ 之間，每上升 1° 依序上浮之開放型浮沉子，製作出浮力溫度計。

(B)利用封閉型浮沉子製作浮力溫度計

實驗原理：

利用熱脹冷縮的特性，當溫度上升時，封閉型浮沉子體積膨脹，密度隨之變小，然後原來下沉的浮沉子就可浮上水面。



步驟 1



步驟 2



步驟 3

實驗步驟：

1. 製作數個重量大小不同的封閉型浮沉子，使其沉入於有水的燒杯中。
2. 於燒杯底部開始加熱，隨著燒杯內水溫度上升，封閉型浮沉子因受熱體積膨脹，密度變小，於是浮沉子便上浮。
3. 記錄每個浮沉子上浮時的溫度及重量並做成圖表。
4. 找出溫度介於 16° ~ 25° 之間，每上升 1° 依序上浮之封閉型浮沉子，製作出浮力溫度計。

(二) 利用封閉型浮沉子測量未知液體密度

(A)製作實驗裝置：



實驗裝置圖

製作步驟：

1. 分別將不同種類的寶特瓶瓶蓋及奶瓶底部打洞。
2. 將步驟 1 打洞的寶特瓶瓶蓋及奶瓶底部以熱熔膠固定一條長度 1cm 的塑膠管。
3. 將步驟 2 的製作的寶特瓶、奶瓶及 50ml 大針筒，分別利用 20ml、10ml、5ml 及 1ml 針筒與其連接，即製作完成本實驗裝置。
4. 測試步驟 3 之各組實驗裝置，找出最佳組合的實驗裝置。



步驟 1



步驟 2



步驟 3



步驟 4



步驟 4



步驟 4

(B)實驗步驟：

1. 測量封閉型浮沉子(密度約 ≤ 1) 質量 M_1 及體積 V_1 後，將其放入實驗容器內，再將此實驗容器裝水至預留 20ml 空氣體積後，將容器瓶蓋旋緊。
2. 分別利用 10ml、5ml 及 1ml 的塑膠空針筒與實驗容器連接，再將塑膠空針筒活塞往內壓至浮沉子剛好沒頂下沉，記錄此時內壓體積 ΔV 。
3. 將步驟 2 量得之內壓體積 ΔV 的數據帶入推導公式(公式推導於後)，可分別求得 V_B = 浮沉子內空氣體積及 ΔV_B = 浮沉子被壓縮體積及 $D_{未}$ = 未知液體的密度。

$$D_{未} = \frac{M_1 V_C}{V_1 V_C - V_B \Delta V_C}$$

(M_1 = 浮沉子重量， V_1 = 浮沉子原體積， V_B = 浮沉子內空氣體積，

V_C = 實驗容器內預留空氣體積， ΔV_C = 塑膠針筒壓縮體積)



步驟 1



步驟 2



步驟 1



步驟 2

(C) 公式原理推導：

第一步 求封閉型浮沉子體積

設浮沉子原體積 V_1 ，質量 M_1

塑膠針筒壓縮體積 ΔV

液體密度 $D_{液}$ ，壓縮後浮沉子體積 V_2

操作：(1)於實驗容器(奶瓶) 放入浮沉子後裝滿水，旋緊瓶蓋

(2)塑膠針筒內裝滿水與實驗容器(奶瓶)相連接(如實驗裝置圖)

(3)將塑膠針筒活塞往內壓至浮沉子剛好沒頂下沉，記錄壓縮體積 ΔV

則下沉瞬間時浮沉子的沉入體積 $V_2 = V_1 - \Delta V$

(因為水裝滿，故壓縮體積即為浮沉子減少體積)

公式一 推導說明：

恰開始下沉時

浮沉子重量 = 浮力 (浮力公式可知：浮力=沉入體積×液體密度)

因此 $M_1 = D_{液} \times V_2 \rightarrow V_2 = \frac{M_1}{D_{液}}$ 帶入下面式子

沉入體積 $V_2 = V_1 - \Delta V \rightarrow V_1 = V_2 + \Delta V$

可求得浮沉子原體積 $V_1 = \frac{M_1}{D_{液}} + \Delta V$ -----此式定為 **公式一**

(其中浮沉子質量 M_1 可由電子天秤測得，水的密度 $D_{液} = 1\text{g/mL}$ ，

記錄塑膠針筒壓縮體積 ΔV ，三者帶入 **公式一** 即可求得浮沉子原體積 V_1)

第二步 **求封閉型浮沉子內部空氣體積**

設浮沉子原體積 V_1 ，質量 M_1

原來浮沉子內空氣體積 V_B

原來實驗裝置內預留空氣體積 V_A

操作：(1)於實驗容器(奶瓶) 放入浮沉子後加水至預留空氣體積後，旋緊瓶蓋

(2)將塑膠針筒與實驗容器(奶瓶)相連接(如實驗裝置圖)

(3)將塑膠針筒活塞往內壓至浮沉子剛好沒頂下沉，記錄壓縮體積 ΔV_A

則下沉瞬間時，浮沉子被壓縮了體積 ΔV_B ，此時浮沉子體積為

$$V_1' = V_1 - \Delta V_B$$

公式二 推導說明：

塑膠針筒壓縮後，浮沉子恰完全沉入時

依浮力原理，浮體質量=浮力大小

$$M_1 = D_{液} \times V_1' \quad (\text{將 } V_1' = V_1 - \Delta V_B \text{ 代入})$$

$$\Rightarrow \frac{M_1}{D_{液}} = V_1 - \Delta V_B \Rightarrow \Delta V_B = V_1 - \frac{M_1}{D_{液}}$$

(因 M_1 、 V_1 、 $D_{液}$ 可知，所以 ΔV_B 可求得)

又由波以耳定律可知：

$$P' \times (V_A - \Delta V_A) = 1 \times V_A \quad (\text{原大氣壓為 } 1\text{atm, 壓縮後變為 } P' \text{ atm})$$

$$P' \times (V_B - \Delta V_B) = 1 \times V_B$$

$$\Rightarrow \frac{V_A - \Delta V_A}{V_A} = \frac{V_B - \Delta V_B}{V_B}$$

$$\text{可求得浮沉子內空氣體積 } V_B = \Delta V_B \cdot \frac{V_A}{\Delta V_A} \quad \text{-----此式定為 } \boxed{\text{公式二}}$$

(因 V_A = 實驗容器內預留空氣體積， ΔV_A = 塑膠針筒壓縮體積，

ΔV_B = 浮沉子被壓縮體積可知 \Rightarrow 可求得 V_B = 浮沉子內空氣體積)

第三步 求未知溶液的液體密度

將實驗容器內改裝入未知液體時

實驗容器內預留空氣體積為 V_C ，當壓縮 ΔV_C 後

浮沉子開始下沉，至完全沒入水中時，浮沉子被壓縮 $\Delta V_B'$ ，

由波以耳定律及依據 公式二，可求得

$$\frac{V_B}{\Delta V_B'} = \frac{V_C}{\Delta V_C} \Rightarrow \Delta V_B' = \frac{V_B \cdot \Delta V_C}{V_C}$$

此時，浮沉子體積為 $V_1 - \Delta V_B'$ ，($\Delta V_B'$ 可由上面式子帶入)

依浮力原理，浮體質量 = 浮力大小 $\rightarrow M_1 = (V_1 - \Delta V_B') \times D_{\text{未}}$

$$D_{\text{未}} = \frac{M_1}{V_1 - \Delta V_B'} = \frac{M_1}{V_1 - \frac{V_B \cdot \Delta V_C}{V_C}} = \frac{M_1 V_C}{V_1 V_C - V_B \cdot \Delta V_C} \quad \text{-----此式定為 } \boxed{\text{公式三}}$$

(V_1 = 浮沉子原體積， M_1 = 浮沉子重量， V_B = 浮沉子內空氣體積，

V_C = 實驗容器內預留空氣體積， ΔV_C = 塑膠針筒壓縮體積)

伍、研究結果與討論

一、製作有趣的浮沉玩偶

結果

成功製作有趣的浮沉玩偶，照片如下：



開放型浮沉子



封閉型浮沉子



順利浮沉

討論：

1、浮沉子材質與製作方面：

- (1) 我們在製作封閉型浮沉子的過程，曾經嘗試使用過普通小吸管、珍奶大吸管、1ml 塑膠小滴管及 3ml 塑膠大滴管。結果發現珍奶大吸管材質太硬，不容易產生壓縮的形變，受壓到一定程度時，封口處便會破裂進水，最不適合製作封閉型浮沉子。
- (2) 封閉型浮沉子靈敏度以 3ml 塑膠大滴管最佳，因為材質體積易脹縮，因此後面相關的實驗我們均採用 3ml 塑膠大滴管製作封閉型浮沉子。
- (3) 我們在製作開放型浮沉子的過程，曾經嘗試過使用鐵釘、銅釘及漆包銅線來增加重量，結果發現鐵釘在水中易生鏽，最不適合。
- (4) 開放型浮沉子的製作以纏繞漆包銅線為最佳，因為不易生鏽，而且在微量增減重量時操作最方便，只需改變纏繞的圈數即可。因此後面相關的實驗我們均採用纏繞漆包銅線的塑膠滴管製作開放型浮沉子。

2、寶特瓶材質與製作方面：

- (1) 嘗試使用各種形狀與材質的寶特瓶，結果發現採用表面光滑的寶特瓶最靈敏，而表面有紋路、質地太軟或方形有角度的寶特瓶均較不易操作。
- (2) 寶特瓶中的水裝得愈滿愈好，壓放較輕鬆不費力。

二、浮沉玩偶的創意應用

(一) 利用浮沉子製作浮力溫度計

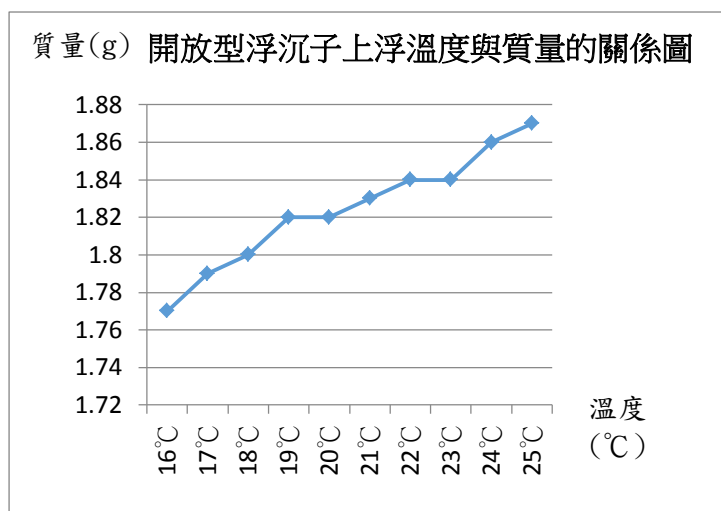
(A) 利用開放型浮沉子製作浮力溫度計

結果

表一：不同質量的開放型浮沉子與加熱上浮溫度的實驗記錄表

質量(g)	1.77	1.79	1.80	1.82	1.82
上浮溫度(°C)	16°C	17°C	18°C	19°C	20°C
質量(g)	1.83	1.84	1.84	1.86	1.87
上浮溫度(°C)	21°C	22°C	23°C	24°C	25°C

依據實驗記錄作圖如下：

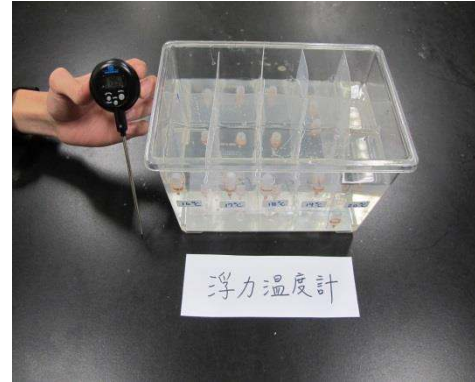
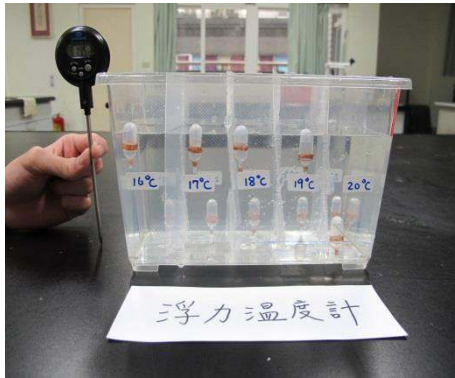


圖(一)

討論：

- (1) 由實驗圖表得知：質量越大的浮沉子，其上浮所需溫度越高，大致上成正相關。
- (2) 在製作不同質量的開放型浮沉子時，因內部空氣的體積量與進水量不容易控制為每個均相同。造成實驗過程中，有時比較重的浮沉子反而在溫度低的時候上浮。不過透過微調進水量與內部空氣量，反覆操作後，就能順利找到隨溫度上升而依序上浮的浮沉子。
- (3) 我們成功的找出 16⁰ 到 25⁰ 之間，每間隔 1⁰ 而依序上浮之不同質量的開放型浮沉子，再依此結果順利製作出我們想要的浮力溫度計。

(4) 浮力溫度計成品照片如下：



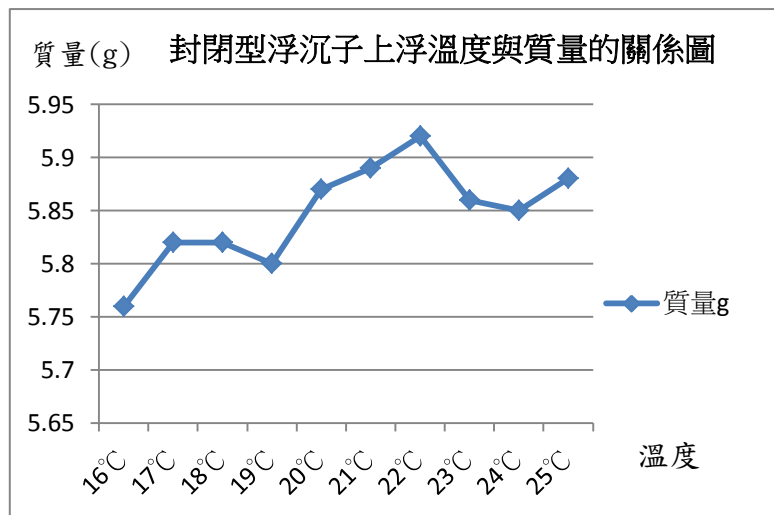
(B)利用封閉型浮沉子製作浮力溫度計

結果：

表二：不同質量的封閉型沉子與加熱上浮溫度實驗記錄表

質量(g)	5.76	5.82	5.82	5.8	5.87
上浮溫度(°C)	16	17°C	18°C	19°C	20°C
質量(g)	5.89	5.92	5.86	5.85	5.88
上浮溫度(°C)	21°C	22°C	23°C	24°C	25°C

依據實驗記錄作圖如下：



圖(二)

討論：

(1) 由實驗圖表得知：不同質量的封閉型沉子與上浮溫度並非完全成正相關，只可大約看出質量越大，上浮溫度越高。

(2) 推測原因可能是封閉型浮沉子在封口時，封口的部分無法精準控制一致，規格不一，造成浮沉子內部空氣體積大小不同，每個浮沉子熱脹冷縮的變化不盡相同，所以上浮溫度與質量較無正相關及規律性。

(3) 因此，我們發現利用封閉型浮沉子製作浮力溫度計較困難也較不準確。

(二) 利用封閉型浮沉子測量未知液體密度

(A) 容器及針筒裝滿水(求封閉型浮沉子體積)

結果：

表三：實驗記錄如下表

次別	ΔV (mL)	M_1 (g)	V_1 (mL)
1	0.8	6.0	
2	0.7		
3	0.8		
4	0.8		
5	0.9		
平均	0.8	6.0	6.8

由電子天平測得浮沉子質量 $M_1 = 6.0$ (g)

塑膠針筒壓縮體積 $\Delta V = 0.8$ (ml)

純水液體密度 $D_{液} = 1$ (g/cm³)

分別帶入 公式一 浮沉子原體積 $V_1 = \frac{M_1}{D_{液}} + \Delta V$

可得浮沉子原體積 $V_1 = 6.8$ mL

(B) 容器及針筒未裝滿水(求封閉型浮沉子內部空氣體積)

結果：

表四：實驗記錄如下表

次別	ΔV_B (ml)	V_A (ml)	ΔV_A (ml)	$\frac{V_A}{\Delta V_A}$	V_B (ml)
1	0.8	20.0	3.6	/	/
2			3.4		
3			3.4		
4			3.2		
5			3.4		
平均	0.8	20.0	3.4	5.88	4.7

$$\Delta V_B = V_1 - \frac{M_1}{D_{液}}, \text{ 且 } \Delta V = V_1 - \frac{M_1}{D_{液}}$$

所以 $\Delta V_B = \Delta V \rightarrow \Delta V_B = 0.8$ (ml)

將 ΔV_B 及 $\frac{V_A}{\Delta V_A}$ 帶入 公式二 浮沉子內部空氣體積 $V_B = \Delta V_B \cdot \frac{V_A}{\Delta V_A}$

可得浮沉子內部空氣體積 $V_B = 4.7$ (ml)

(C) 求未知溶液的液體密度

結果：

表五：實驗記錄如下表

次別	V_C	ΔV_C	$D_{\text{未}}$
1	25.0	4.4	
2		4.2	
3		4.3	
4		4.2	
5		4.3	
10	25.0	4.2	0.9983

由電子天平 測得浮沉子重量 $M_1=6.0(\text{g})$

由(A)步驟實驗測得 浮沉子原體積 $V_1=6.8\text{mL}$

由(B)步驟實驗測得 浮沉子內部空氣體積 $V_B=4.7(\text{ml})$

由本步驟實驗可知 實驗裝置預留空氣體積 $V_C=25.0(\text{ml})$

針筒壓縮體積 $\Delta V_C=4.2(\text{ml})$

分別帶入 公式三

$$\Rightarrow D_{\text{未}} = \frac{M_1 V_C}{V_1 V_C - V_B \cdot \Delta V_C} \left(\begin{array}{l} M_1 \text{ 由天平測得, } V_C \cdot \Delta V_C \text{ 由實驗操作中可得,} \\ V_1 \text{ 由(A)實驗得知, } V_B \text{ 由(B)實驗得知} \end{array} \right)$$

得 $D_{\text{未}} = 0.9983 (\text{g/ml})$

討論：

- 1、由本實驗方法成功測得 $D_{\text{水}}=0.9983$ 與標準值 $D_{\text{水}}=1$ 誤差 0.17%。
- 2、另外，我們將本實驗量測 20%食鹽水得到 $D_{\text{食鹽水}}=1.0941$ 與 20%食鹽水密度標準值=1.11 誤差 0.54%，可以說明我們的實驗方法是可行的。

3、容器材料部分：

我們實驗裝置有嘗試使用寶特瓶、大塑膠針筒(50ml)及奶瓶當作容器材料。而在實驗過程中發現：寶特瓶的材質太軟，在壓縮過程中會明顯產生形變而使實驗誤差非常大，非常不適合；利用大塑膠針筒(50ml)材質夠硬，在壓縮過程不易形變，效果不錯，但很難固定一定的體積；後來經我們不斷討論與嘗試的結果，發現奶瓶是不錯的選擇。因此，我們後來的實驗均採用奶瓶當作實驗容器。



4、塑膠針筒尺寸的選用部分：

我們在實驗過程中發現：雖然刻度越小的塑膠針筒越準，但因測量時壓縮體積範圍小(只有 1ml)，較適合測量密度較小的液體，例如：酒精水溶液($D=0.8$)，才能在壓縮體積範圍內順利觀察到浮沉子下沉；若是測量密度較大的液體，例如：20%食鹽水溶液($D=1.1$)，則須搭配使用測量範圍較大的塑膠針筒(10ml)才行。

5、測量密度越大的溶液(如：食鹽水)，所壓的力量就要越大，才可讓浮沉子下沉，這樣容易使我們的實驗裝置漏水或漏氣，會造成較大的誤差。不過這個問題，經過我們多次討論與嘗試改進實驗裝置黏接方法後，漏水的情況解決，實驗才得以順利進行。

陸、結論

一、製作有趣的浮沉玩偶部分

- 1、我們採用填充鐵粉的 3ml 塑膠大滴管封口，為本次實驗的最佳封閉型浮沉子。
- 2、我們採用以漆包銅線纏繞 1ml 塑膠小滴管，為本次實驗的最佳開放型浮沉子。
- 3、採用表面光滑的寶特瓶操作最靈敏且寶特瓶中的水裝得愈滿愈好壓放。

二、製作浮力溫度計部分

- 1、浮沉子會因內部氣體受熱脹冷縮的影響而改變密度的大小，造成浮沉子隨溫度高低而上升或下降，我們利用此原理製作出趣味的浮力溫度計。
- 2、我們用開放型浮沉子成功製作出趣味的浮力溫度計，可利用不同質量的開放型浮沉子上升時所對應的水溫，進而得知當天的氣溫。
- 3、封閉型浮沉子封口的部分無法精準控制一致，造成浮沉子內部空氣體積多寡不易控制相同，使每個浮沉子熱脹冷縮的變化不盡相同，所以上浮溫度與質量較無正相關及規律性，較不適合製作浮力溫度計。

三、利用封閉型浮沉子測量未知液體密度部分

- 1、本實驗成功的利用封閉型浮沉子設計一個實驗，可以用來測量未知液體的密度，讓浮沉子除了在教學之外仍有其它有效的應用。
- 2、而在我們的實驗設計中，可以求出浮沉子的體積、浮沉子內部空氣體積、浮沉子密度，進而利用以下的推導公式求出未知液體的密度：

$$\Rightarrow D_{\text{未}} = \frac{M_1 V_C}{V_1 V_C - V_B \cdot \Delta V_C} \left(\begin{array}{l} M_1 \text{由天平測得, } V_C, \Delta V_C \text{由實驗操作中可得,} \\ V_1 \text{由(A)實驗得知, } V_B \text{由(B)實驗得知} \end{array} \right)$$

- 3、我們設計的這個實驗，雖然可測得的液體密度範圍是有其限制，一方面因為浮沉子不可能被完全壓縮至內部空氣體積為零，另一方面實驗裝置容器可能無法承受更大的壓力而產生漏水，但是我們在實驗過程中已成功測出範圍在 0.8~1.1g/mL 的液體密度，所以仍有相當的實用價值。

- 四、 這次科展研究給我們最大的收穫：我們應用了理化課堂所學的一些知識原理，讓有趣的浮沉子能融入生活中的應用，不僅對上課的內容有更深切的認識，也讓我們對自然科學的學習更加深興趣。

柒、參考資料

- 一、 康軒文教事業股份有限公司(2014)·*國民中學自然與生活科技課本 8 上* (103 年 7 月再版)·新北市：作者。
- 二、 康軒文教事業股份有限公司(2014)·*國民中學自然與生活科技課本 8 下* (104 年 2 月再版)·新北市：作者。
- 三、 蕭次融(1990)·浮沉的玩偶與浮體的比重·*科學教育月刊*，132 期，35 頁。
- 四、 余甄紘、蕭次融(2008)·簡易浮沉子的製作與操作·*科學教育月刊*，306 期，43~49 頁。
- 五、 蕭次融等(1999)·浮沉玩偶·*動手玩科學*，4 頁·台北：遠哲科學教育基金會。
- 六、 牧野賢治(2000)·在水中上下浮沉的滴管·沈永嘉譯，*有趣的科學實驗 100*，108~109 頁·台北縣新店市：世茂出版社。
- 七、 林怡芳(譯)(1998)·*不可思議的科學實驗室.化學篇*·台北縣新店市：世茂出版社(Janice Pratt VanCleave,1993)。

【評語】 030119

浮沉子是較為常見的題材，但本組製作用心，並延伸研發製作溫度計及液體密度計，完成度高，說明表達清晰，經評審團表決給予最佳教材獎，適合於一般學生之延伸教材。