



臺灣四面環海，每年我們都要看老天臉色，若是老天不願天降甘霖，那我們就要面臨缺水危機！最近從新聞報導中看到中南部已陷入缺水荒，很快地也要影響到北部。小朋友，你對我們日常生活中息息相關的水資源瞭解嗎？高愛迪斯們出了一個好玩的實驗遊戲給小朋友做，希望小朋友在動手做的實驗過程中能發現水的特性，並進而珍愛我們的水資源喔。

請準備一盒迴紋針、一個透明的小杯子(類似學校含氟漱口杯或喝藥水的小杯子)就可以開始這項神奇的實驗了！

首先，將小杯子裝滿水，一定要裝得滿滿的喔！接下來，將迴紋針盒打開來，將迴紋針一根一根的放入小杯子中，在杯中的水不會滿溢出來的狀況下，試試你能放入多少根迴紋針？把你的金氏紀錄記下來(2分)。在放迴紋針的過程中，你觀察到哪些現象請說說你的研究發現及科學原理(3分)。

如果我們改變水的性質，試著從溫度、酸鹼值、濃度、不同水溶液等方面進行研究，又會有什麼發現呢(4分)？最後高愛迪斯們希望你能和家人進行討論，寫下這個實驗給了你們哪些心得，學到哪些知識喔(1分)！

注意事項：1. 若是使用玻璃杯一定要小心，不要打破喔！記錄實驗過程可多拍照，有圖為證最棒。2. 請勿引用、抄襲「雅虎奇摩知識」或任何網頁之現成答案。若有其他檢索出處或參考書籍，請記得標明資料來源。

●**截止日期：104年5月8日(星期五)下午4:00截止**

實驗一：能放幾根迴紋針？

實驗器材：

200ml 量杯、鐵製迴紋針、小藥杯、托盤、藍色吸水紙

實驗過程與結果：

1. 用小藥杯裝滿水，放在托盤上，下面墊一張藍色吸水紙以便等一下可以準確觀察到水溢出的時間點。
2. 開始放入迴紋針
3. 完成



結果：

| 第一次 | 第二次 | 第三次 |
|------|-------|-------|
| 99 個 | 121 個 | 122 個 |



發現：

可放入的迴紋針數有差異，有可能跟裝水到多滿有關，一樣都是裝滿水，但是可能水面的弧度不太一樣，所以應該儘量讓水面弧度一樣。

在放迴紋針的過程中，你觀察到哪些現象？請說說你的研究發現及科學原理

1. 放的時候有時迴紋針會浮在水面上部會沉下去，這可能跟水的表面張力有關。

表面張力是什麼？

表面張力 (Surface tension) 是種物理效應，使得液體表面總是獲得最小的、光滑的面積，就像是一層彈性的薄膜。原因是液體的表面總是試圖達到能量最低的狀態。

廣義地所有兩種不同物態的物質之間介面上的張力被稱為表面張力。

表面張力的量綱是單位長度的力和單位面積的能。

在材料科學裡，表面張力也稱為表面應力和表面自由能。

熱力學對表面張力係數的廣義定義為：表面張力係數 σ 是在溫度 T 和壓力 p 不變的情況下吉布士自由能 G 對面積 A 的偏導數：

$$\sigma = \left(\frac{\partial G}{\partial A} \right)_{T,P}$$

吉布士自由能的單位是能量單位，因此表面張力係數的單位是能量/面積。

表面張力是一個位於表面內的力，而不是一個施加於表面上的力。表面張力不一定垂直於表面。

一般來說一個物態內部的原子或分子在穩定的狀態下即受到吸引力又受到互相之間的排斥力。兩種力平衡。在這種狀態下原子或分子之間的平均距離大致相同。在模型中為了簡略起見沒有提到排斥力，但假如缺乏排斥力的話，那麼原子或分子就會被吸引力加速而更加緊密。由於表面的原子或分子受到的介面對面的排斥力比較小，因此介面的原子或分子之間的距離比內部的原子或分子之間的距離大，這裡的原子或分子的密度比較小，相對於物態內部而言其原子或分子的能量比較高，而這個能量的增高就是表面張力的原因。

表面張力是一個內力，即使在平衡的狀態下表面張力也存在。比如一個物質的氣態和液態同時平衡存在的情況下，則兩態之間的邊界不變動，也就是說，在介面上垂直於介面的淨力為零。

表面張力促使液體縮小其表面面積，來減少未滿足的化學價。由於球面是同樣體積下面積最小的體，因此在沒有外力的情況下（比如在失重狀態下），液體在平衡狀態下總是呈球狀。

使用環、片、張力表或毛細現象可以測量表面張力。

人們也可以對懸著的液滴進行光學分析和測量來確定液體的表面張力係數。

下面列舉了一些測量方法：

- 毛細管上升法：簡單，將毛細管插入液體中即可測量，雖然精確度可能不高。
- 掛環法：這是測量表面張力的經典方法，它甚至可以在很難浸濕的情況下被使用。用一個初始浸在液體的環從液體中拉出一個液體膜（類似肥皂泡），同時測量提高環的高度時所需要施加的力。
- 威廉米平板法：這是一種萬能的測量方法，尤其適用於長時間測量表面張力。測量的量是一塊垂直於液面的平板在浸濕過程中所受的力。
- 旋轉滴法：用來確定介面張力，尤其適應於張力低的或非常低的範圍內。測量的值是一個處於比較密集的物態狀態下旋轉的液滴的直徑。
- 懸滴法：適用於介面張力和表面張力的測量。也可以在非常高的壓力和溫度下進行測量。測量液滴的幾何形狀。
- 最大氣泡法：非常適用於測量表面張力隨時間的變化。測量氣泡最高的壓力。
- 滴體積法：非常適用於動態地測量介面張力。測量的值是一定體積的液體分成的液滴數量。

表面活性劑降低表面張力。這個效應可以描寫為一個相對於表面張力相反的平行壓 π 。

不過 π 並不是真的壓力，它的單位與表面張力相同。

液面附近的空氣中的液體蒸汽壓已達到飽和，假如有其它蒸汽滲入的話表面張力會改變很大。

一般表面張力隨溫度升高而降低。在臨界點其值下降到 0。描寫這個關係的是約特弗斯公式。

用分子力解釋：液體的內聚力是形成表面張力的原因。在液體內部，每個分子都在每個方向都受到鄰近分子的吸引力（也包括排斥力），因此，液體內部分子受到的分子力合力為零。然而，在液體與氣體的分界面上的液體分子在各個方向受到的引力是不均衡的（見圖解），造成表面層中的分子受到指向液體內部的吸引力，並且有一些分子被「拉」到液體內部。因此，液體會有縮小液面面積的趨勢，在宏觀上的表現即為表面張力現象。

用分子勢能解釋：液體內部分子周圍有大量分子，因此，內部分子的分子勢能較低。然而，表面層中的分子周圍的分子明顯小於液體內部分子的，所以，表面層中的分子有較高的分子勢能。為了達到低能量的穩定狀態，表面層中的分子有向液體內部移動的趨勢，從而導致表面層中的分子數量減少，宏觀表現為液體表面積減小。

一些昆蟲如水黽可以利用表面張力在水面上爬行，非常扁的物體如鋁質或鎳質的錢幣、剃鬚刀片或鋁膜也可以通過表面張力浮在水面上。

在表面張力高的情況下水不易浸濕物體，還會從物體表面反彈。洗衣粉的作用之一就是降低水的表面張力。

生活中其他表面張力的例子：

1. 水滴形成圓球狀，
2. 豉豆蟲和水黽可在水面上行走。
3. 針會浮在水面
4. 荷葉上的水滴成圓球狀

參考資料：<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%A1%A8%E9%9D%A2%E5%BC%A0%E5%8A%9B>

2. 除了表面張力以外，實驗中還觀察到：當我們不斷放入迴紋針時，水面的弧形表面愈來愈大，但是水卻不會向外流出，有點像是水裡面有手把水抓住不讓它掉下去一樣，查資料後，我們發現，這種力叫做內聚力。

什麼是內聚力？

"內聚力"是相對於"附著力"的一種物質與物質之間的吸引作用力...

簡易言之：內聚力指的是同類物質之間的吸引力，而附著力則是指異類物質之間的吸引力。

例如，荷葉上的水滴會凝聚成水珠，這表示內聚力大於附著力，也就是說水與水之間(同類物質)的吸引力(即"內聚力")大於水與荷葉之間(異類物質)的吸引力(即"附著力")的緣故。

反觀，在一般玻璃上，水則攤成一片，這表示內聚力小於附著力，也就是說水與水之間(同類物質)的吸引力(即"內聚力")小於水與玻璃之間(異類物質)的吸引力(即"附著力")。但是如果先在玻璃上塗上一層油漬，水會凝聚成水珠，也就是塗了油的玻璃將使得其表面與水之間的吸引力變小很多，附著力變得比水分子之間的吸引力小了，因而使內聚力相對較大，故凝聚成水珠狀。

任何物質都有其內聚力，只是有的像水銀之類的物質，內聚力較大，故與玻璃或塑膠的吸引力相較之下，特別明顯的成為上凸的型態。相較之下，水與玻璃或塑膠的吸引力就比水本身的內聚力大，加上重力牽引，故成中央下凹狀。

參考資料：

https://tw.knowledge.yahoo.com/question/question;_ylt=A8tUwZCd1U1V5h8A.vJr1gt.;_ylu=X3oDMTEyaTUzcW4wBGNvbG8DdHcxBHBvcwM0BHZ0aWQDQTAwMDZfMQRzZWMDc3I-?qid=1105070905222

實驗二：**溫度高低對放入迴紋針個數之影響**

實驗器材：

200ml 量杯、鐵製迴紋針、小藥杯 5 個、托盤、藍色吸水紙、溫度計

實驗過程與結果：

1. 準備五個小藥杯，分別裝滿 0°C 的水，放在托盤上，下面墊一張藍色吸水紙以便等一下可以準確觀察到水溢出的時間點。
2. 開始放入迴紋針
3. 完成後記錄每個藥杯所放入的個數
4. 同步驟 1.，但改成 24°C 的水
5. 同步驟 2. 3.
6. 同步驟 1.，但改成用 74°C 的水
7. 同步驟 2. 3.





| | 第一次 | 第二次 | 第三次 | 第四次 | 第五次 |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0°C | 34 | 27 | 36 | 37 | 36 |
| 24°C | 33 | 27 | 25 | 20 | 27 |
| 74°C | 24 | 24 | 20 | 24 | 26 |

發現：水溫較低，迴紋針數量較多，水溫較高，迴紋針數量較少。

實驗過程中會有誤差，有可能跟放入水中的力道、倒的水有多滿有關。

實驗三：酸鹼值對放入迴紋針個數之影響

實驗器材：

200ml 量杯、鐵製迴紋針、小藥杯 5 個、托盤、藍色吸水紙、35%的醋水、飽和的小蘇打水(將小蘇打粉加入水中充分攪拌直到無法溶解，還留有部分的小蘇打粉在底部。)

實驗過程與結果：

1. 準備五個小藥杯，分別裝滿 35%的醋水(儘量讓水面的弧度一樣)，放在托盤上，下面墊一張藍色吸水紙以便等一下可以準確觀察到水溢出的時間點。
2. 開始放入迴紋針
3. 完成後記錄每個藥杯所放入的個數

4. 同步驟 1.，但改成飽和的小蘇打水

5. 同步驟 2.3.

| | 第一次 | 第二次 | 第三次 | 第四次 | 第五次 |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 35%的醋水 | 21 | 18 | 18 | 24 | 14 |
| 飽和的小蘇打水 | 7 | 4 | 8 | 6 | 9 |

發現：酸鹼值偏向酸性，迴紋針數量較多，酸鹼值偏向鹼性，迴紋針數量較少。

實驗四：不同濃度對放入迴紋針個數之影響

實驗器材：

200ml 量杯、鐵製迴紋針、小藥杯 5 個、托盤、藍色吸水紙、35%的醋水、10%的醋水
濃度較低的食鹽水(一匙食鹽加入 200ML 的水中)、濃度較高的食鹽水(二匙食鹽加入
200ML 的水中)、濃度較低的小蘇打水(飽和濃度的小蘇打水以 1:1 的水稀釋)、濃度較
高的食鹽水(飽和濃度的小蘇打水)

實驗過程與結果：

1. 準備五個小藥杯，分別裝滿 35%的醋水(儘量讓水面的弧度一樣)，放在托盤上，下面墊一張藍色吸水紙以便等一下可以準確觀察到水溢出的時間點。

2. 開始放入迴紋針

3. 完成後記錄每個藥杯所放入的個數

4. 同步驟 1.，但改成 10%的醋水

5. 同步驟 2.3.

| | 第一次 | 第二次 | 第三次 | 第四次 | 第五次 |
|--------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 35%的醋水 | 21 | 18 | 18 | 24 | 14 |
| 10%的醋水 | 9 | 5 | 8 | 11 | 10 |

發現：酸鹼值偏向酸性的情況下，濃度越高，迴紋針數量較多，濃度越低，迴紋針數量較少。

6. 準備五個小藥杯，分別裝滿濃度較低的食鹽水（儘量讓水面的弧度一樣），放在托盤上，下面墊一張藍色吸水紙以便等一下可以準確觀察到水溢出的時間點。

7. 開始放入迴紋針

8. 完成後記錄每個藥杯所放入的個數

9. 同步驟 6.，但改成濃度較高的食鹽水

10. 同步驟 7.8.

| | 第一次 | 第二次 | 第三次 | 第四次 | 第五次 |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 濃度較低的食鹽水 | 20 | 19 | 19 | 24 | 21 |
| 濃度較高的食鹽水 | 21 | 21 | 27 | 40 | 24 |

發現：酸鹼值偏向中性的情況下，濃度越高，迴紋針數量較多，濃度越低，迴紋針數量較少，不過，個數相差不大，不知有沒有可能是實驗有誤差。

11. 準備五個小藥杯，分別裝滿濃度較低的小蘇打水（儘量讓水面的弧度一樣），放在托盤上，下面墊一張藍色吸水紙以便等一下可以準確觀察到水溢出的時間點。

12. 開始放入迴紋針

13. 完成後記錄每個藥杯所放入的個數

14. 同步驟 11.，但改成濃度較高的小蘇打水

15. 同步驟 12. 13.

| | 第一次 | 第二次 | 第三次 | 第四次 | 第五次 |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 濃度較低的小蘇打水 | 15 | 13 | 6 | 10 | 17 |
| 飽和的小蘇打水 | 7 | 4 | 8 | 6 | 9 |

發現：酸鹼值偏向鹼性的情況下，濃度越高，迴紋針數量較少，濃度越低，迴紋針數量較多。

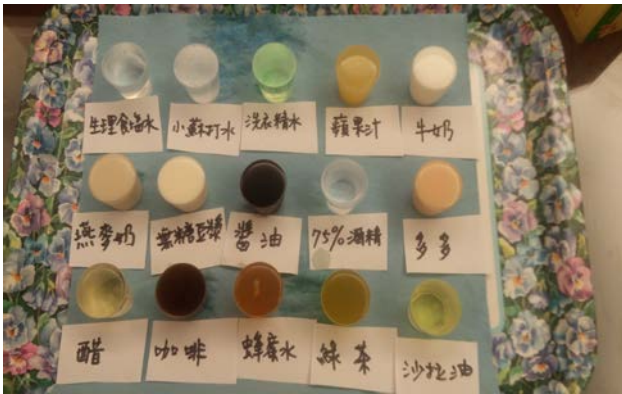
實驗五：不同水溶液對放入迴紋針個數之影響



實驗器材：

200ml 量杯、鐵製迴紋針、小藥杯 15 個、托盤、藍色吸水紙、生理食鹽水、小蘇打水、

洗衣精水、蘋果汁、牛奶、燕麥奶、無糖豆漿、醬油、75%酒精、統一多多、醋、咖啡、蜂蜜水、綠茶、沙拉油



實驗過程與結果：

1. 準備十五個小藥杯，分別裝滿生理食鹽水、小蘇打水、洗衣精水、蘋果汁、牛奶、燕麥奶、無糖豆漿、醬油、75%酒精、統一多多、醋、咖啡、蜂蜜水、綠茶、沙拉油（儘量讓水面的弧度一樣），放在托盤上，下面墊一張藍色吸水紙以便等一下可以準確觀察到水溢出的時間點。

2. 開始放入迴紋針

3. 完成後記錄每個藥杯所放入的個數

| | | | | | |
|----|-------|------|------|-------|------|
| 品項 | 生理食鹽水 | 小蘇打水 | 洗衣精水 | 蘋果汁 | 牛奶 |
| 個數 | 29 | 41 | 49 | 29 | 12 |
| 品項 | 燕麥奶 | 無糖豆漿 | 醬油 | 75%酒精 | 統一多多 |
| 個數 | 29 | 30 | 43 | 29 | 20 |
| 品項 | 醋 | 咖啡 | 蜂蜜水 | 綠茶 | 沙拉油 |
| 個數 | 28 | 53 | 18 | 43 | 45 |

發現：僅記錄一次的個數，較無法看出相關性，因為有一些在前面實驗過了，所以另外購買部分市售溶液來實驗，並且一樣記錄五次，嘗試看看是否能夠看出相關性。

4. 準備五個小藥杯，分別裝滿沙拉油、無糖豆漿、75%酒精、燕麥奶、漱口水、克蘭詩化妝水、雅詩蘭黛煥采化妝水、醬油、牛奶、綠茶、咖啡（儘量讓水面的弧度一樣），放在托盤上，下面墊一張藍色吸水紙以便等一下可以準確觀察到水溢出的時間點。

5. 開始放入迴紋針

6. 完成後記錄每個藥杯所放入的個數

| | 第一次 | 第二次 | 第三次 | 第四次 | 第五次 |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 沙拉油 | 9 | 15 | 16 | 15 | 12 |
| 無糖豆漿 | 13 | 9 | 14 | 13 | 21 |
| 酒精 | 12 | 11 | 10 | 14 | 10 |
| 燕麥奶 | 14 | 19 | 15 | 14 | 18 |
| 漱口水 | 15 | 13 | 10 | 15 | 18 |
| 克蘭詩化妝水(黃色，過期的) | 12 | 21 | 17 | 19 | 22 |
| 雅詩蘭黛煥采化妝水(過期) | 15 | 17 | 17 | 17 | 14 |
| 醬油 | 25 | 31 | 35 | 31 | 31 |
| 牛奶 | 24 | 23 | 28 | 30 | 28 |
| 綠茶 | 13 | 17 | 15 | 16 | 18 |
| 咖啡 | 19 | 18 | 17 | 25 | 17 |

發現：沙拉油、無糖豆漿、75%酒精、燕麥奶、漱口水、綠茶、咖啡能放入的迴紋針個數似乎都差不多，克蘭詩化妝水和雅詩蘭黛煥采化妝水兩者比較起來能放入的迴紋針個數似乎克蘭詩化妝水(水狀) > 雅詩蘭黛煥采化妝水(膠狀)，而醬油和牛奶能放入的迴紋針個數明顯大於其他溶液，且醬油 > 牛奶。

實驗過程檢討：

1. 在實驗過程中，雖然都盡量控制其他的變因，例如盡量倒入相同的量，使水面弧度盡量一樣高，但是，因為是用肉眼看的，難免有誤差，所以，實驗當中，迴紋針個數經常會有蠻大的差異。

2. 由於投入時會震動水面，手指的高度與力道，也都有可能造成實驗誤差，影響實驗結果。

由實驗的發現，我們可以做以下的推論，但可能還需要更多次的實驗，才能更準確：

一、溫度越低，表面張力越大；溫度越高，表面張力越小。

二、物質越偏向酸性，表面張力越大；物質越偏向鹼性，表面張力越小。

三、酸性溶液濃度越大，表面張力越大；鹼性溶液濃度愈高，表面張力愈小。

四、不同水質之間，其表面張力並無明顯不同。

五、牛奶類飲料、醬油之表面張力比一般飲料、溶液之表面張力大。

六、加入雜質的水溶液，表面張力都比純水溶液小。

心得：

一開始，我們嘗試了很多次，花了很多時間，得到的結果都沒有辦法歸納出一個規律來，覺得很苦惱，但是，在過程中，我們慢慢掌握了方法，到後來才慢慢有一個概念知道如何去做這個實驗比較有系統，並且減少誤差。雖然很辛苦，不過收穫很大！