

屏東縣第 63 屆中小學科學展覽會

作品說明書

科別：物理

組別：國中組

作品名稱：液體溜滑梯(液體吸附力)

關 鍵 詞：吸附力、附著力

編號：B2009

# 目錄

摘要-----	P.2
壹、前言-----	P.2
貳、研究設備和器材-----	P.5
參、研究過程或方法-----	P.6
肆、研究結果-----	P.10
伍、討論-----	P.16
陸、結論-----	P.18
柒、參考資料及其他-----	P.19

# 摘要

本實驗以等臂天平式的裝置，利用天平兩側重量相同達到平衡的原理，藉由不同形狀、大小、材質的板子與不同液體接觸，求得各液體與板子的吸附力大小。發現濃度愈大，吸附力愈強，接觸面愈大，吸附力也愈強，若能利用此特性，針對高濃度的液體，更適合用吸附力來加速流速，也可以試著改變出口的接觸面積來增加過濾速度。

## 壹、前言

### 一、研究動機

在玩遊戲時，發現一塊硬幣掉入水中，拿起後，發現硬幣上有些有水珠，有些比較少，就想到為何會有不同現象?在生活中也常發現有些物體上有水珠，而有些物體上卻有較少的水珠，思考水珠為什麼水珠在不同的物體上有不同的表現?而它的力量有多大?其他的液體的吸附力如何?它和表面張力有什麼關係呢?

### 二、研究目的、問題和架構

#### (一)研究目的

在國中過濾的實驗中，用濾紙過濾混合物時，有提到要將漏斗頸與燒杯壁接觸，利用”吸附力”讓流速加快，因此想深入了解生活中關於液體呈現出的一些特別現象，並加以探索液體吸附力可運用的現象，還有不同液體對於其他物質的吸附力有多大?是否可以拉住一些物體?不同物質被吸附的效果是否有所不同?我們想利用力矩來檢測液體對物質的吸附力，因此設計了類似翹翹板的裝置來檢測，力矩的概念是讓物體轉動，可以調整重物及重物的力臂來檢測出吸附力所造成的力矩。討論方向如下：

1. 不同材質的吸附力是否有所不同?

2. 接觸面積是否會影響吸附力大小？

3. 濃度是否會影響吸附力的大小？

## (二)研究問題

1. 在接觸面積相同下，探究不同材質的吸附力如何？

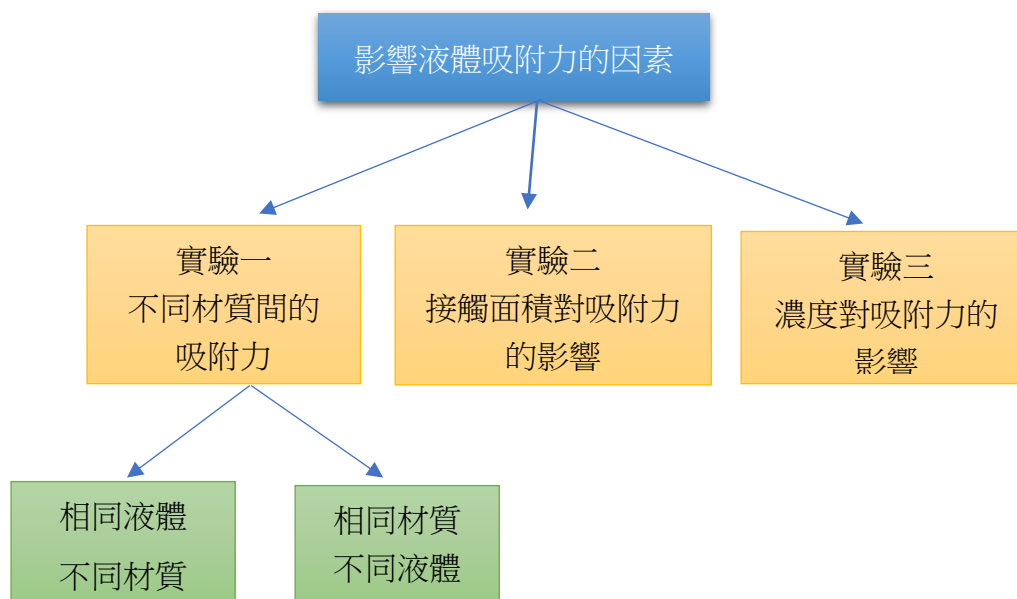
(1)相同液體，不同板子？

(2)相同板子，不同液體？

2. 液體與板子的接觸面積是否會影響吸附力的大小？

3. 改變液體濃度是否會影響吸附力的大小？

## (三)實驗架構圖



### 三、文獻回顧

#### (一) 吸附力是什麼?

我們透過實驗和網路上的資料統整發現吸附力主要是指兩種不同材料物質之間的吸引力，表面結構不同對液體的吸附力也會不同

#### (二)內聚力?

液體的分子與分子之間也會具有吸引的力量，所有的液體分子凝聚起來而產生一個可支撐的力

#### (三)液體的特性?

液體沒有一定的形狀，會順著容器的外形而改變，有固定的體積，不可被壓縮

#### (四)分子間的吸附力

每個分子和分子間都有作用力，當固體外有其他物質時，表面的分子會吸引外側分子

#### (五) 物理和化學的吸附力：

物理吸附分子是被吸附分子和表面分子間的作用力

化學吸附是在這基礎上在吸附表面產生化學反應

#### (六)力是什麼?

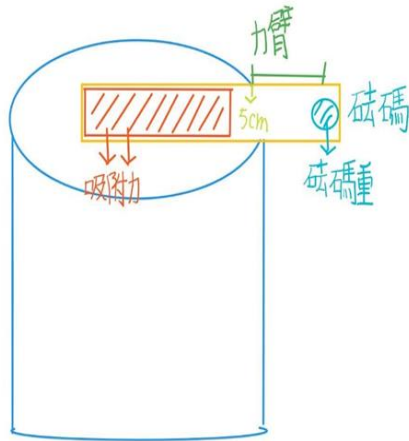
凡能改變物體靜止或等速直線運動狀態，或使物體發生形變的作用都稱作力。力具有大小、方向和作用點三要素。

## 貳、研究設備和器材

				
塑膠杯	砝碼	尺	CD 片	透明塑膠片
				
玻璃攪拌棒	可樂	奶茶	鹽	電子秤
				
燒杯	量筒	珍珠板	鹽	糖
				
電子秤	自製天平	壓克力板	方格紙	氯化鈣

## 參、研究過程或方法

### 一、原理



(圖七)

自然界中有四大作用力，強力與弱力作用範圍很短，僅在原子核內，平常能觀察到的力就剩重力與電磁作用力，因為重力是彼此質量造成，且引力很輕微，所以吸附力是電磁作用力的一種，吸附力主要是指兩種不同材料之間的吸引力。這種力是由兩種材料的分子或原子結構之間的相互作用產生的。強度取決於幾個因素，包括材料的化學成分和表面張力（內聚力，同物質間的交互作用力）、污染物或表面粗糙度的存在，甚至施加到界面的負載和壓力都有關係。

即然吸附力是不同材質間的交互作用力，因此物質的特性（原子結構）、等特性應該都會影響其吸附力的大小，又因為其吸附力應該不會很大，故想利用類似翹翹板的方式來檢測吸附力的大小。

翹翹板的工作原理是利用力矩的觀念，將一片板子一端置於檢測物體上，物體與板子是不同材質，會產生吸附力，造成抗力矩，而另一端置放砝碼，產生施力矩，達平衡時，施力矩與

抗力矩相等，即可推算出此檢測物體與板子之間吸附力的最大力矩。若兩邊是等臂，則砝碼的重力即為平均最大吸附力。

## 二、實驗設計探討的主要方向：

(一)不同材質的吸附力有何不同?

1、相同液體，不同板子?

2、相同板子，不同液體?

(二)接觸面積是否影響吸附力?

(三)液體的濃度狀態是否會影響吸附力大小?

## 三、實驗測量方法 如(圖七)

(一)力矩=力\*力臂（支點到力的垂直距離）

(二)天平原理:施力\*施力臂=抗力\*抗力臂

等臂天平（力臂相等），所以施力=抗力，所測得的砝碼重量即為液體對樣本的吸附力總合。

## 四、實驗器材製作

(一)樣板製作

我們將兩條冰棒棍作為類似於蹺蹺板支撐的兩邊，作為支撐點在下方黏上一個盒子來裝

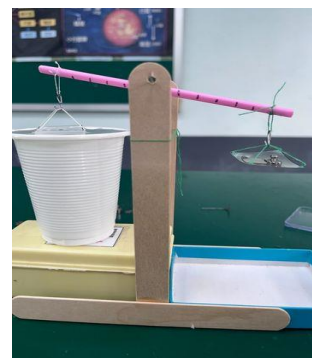
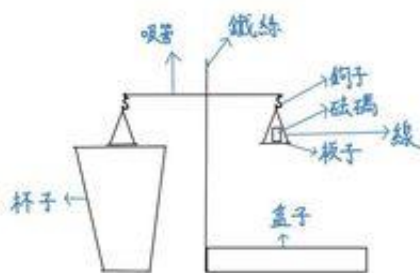
從透明板上掉落的砝碼和方格紙

(二)測量砝碼精確度的改良



我們的初步實驗是使用砝碼測量重量，但經過討論後，發現砝碼只能測到小數後第一位，為了使實驗數據更加精確，我們先後嘗試多種材質，最後決定利用砝碼和方格紙的結合，來測出更加準確的數值

### (三)測量方式改良（自制等臂、不等臂天平測量法）



最初版的實驗是利用板子上的固定支點放在杯緣，一邊放砝碼，一邊接觸液體表面，使用類似翹翹板的裝置測量液體吸附力。後來發現板子會在實驗的過程中不斷滑動，導致支點無法固定，因此決定將板子的支點部分裁細，其餘部分不變動，以此來將支點固定，這是第二版實驗。但是經過數次的測試，裝置仍然不完整，許多控制變因的準確性依舊存疑，於是想到利用簡單材料來製作天平式的裝置，利用兩側鉤子將板子固定，一側接出液體表面，一側放置砝碼，以兩邊平衡的方式來測量液體吸附力。

## 五、 實驗流程

### (一)[實驗 1] 不同材質對吸附力的影響

#### 1、在接觸面積相同下，不同板子對同一液體的吸附力之探討

步驟 1：先在不同材質的板子上畫刻度

步驟 2：接著在杯子裡倒入 165ml 的水

步驟 3：把不同材質的板子上放去(支點在 5 公分的地方)

步驟 4：再把砝碼放在板子的另一端，直到板子掉下來為止

步驟 5：利用電子秤秤出板子上所有砝碼的重量

步驟 6：利用砝碼的重量可得知哪一種液體的吸附力最強

## 2、在板子條件固定下，不同液體對吸附力的影響之探討

步驟 1：先在不同材質的板子上畫刻度

步驟 2：接著在杯子裡倒入不同的液體

步驟 3：把板子放上去

步驟 4：再把砝碼放在板子的另一端，直到板子掉下來為止

步驟 5：利用電子秤秤出板子上所有砝碼的重量

步驟 6：利用砝碼的重量可得知哪一種液體的吸附力最強

## (二)[實驗 2] 液體與板子間接觸面積產生吸附力之探討

步驟 1：電腦設計出版子的架構

步驟 2：用雷射切割機裁切出不同邊長的壓克力板和透明板

步驟 3：裁切好不同長度的縫衣線

步驟 4：利用快乾膠將縫衣線黏在合適板子的對應四角

步驟 5：將黏好的板子利用鉤子掛在自製天平上

步驟 6:天平一側的板子接觸液體，一側放上砝碼，測得液體吸附力

### (三)[實驗 3] 濃度對板子吸附力影響之探討

步驟 1：將不同濃度的鹽水(糖水、氯化鈣)分別進行實驗

步驟 2：在杯中倒入 165ml 的鹽水(糖水、氯化鈣)

步驟 3：先將鈎子的兩邊調成平衡

步驟 4：再將放置砝碼的透明板調成平衡

步驟 5：天平一側的板子接觸液體，一側放上砝碼，測得液體吸附力

## 肆、研究結果

### 一、[實驗 1] 不同材質對吸附力的影響

	透明板	珍珠板	CD 板
水:	11.5g (圖一)	14.0g	12.1g
酒精	8.0g 圖(二)	4.9g	4.0g
可樂	8.9g 圖(三)	9.9g	11.9g
奶茶	11.9g 圖(四)	11.9g	12.0g
鹽水	12.1g 圖(五)	11.7g	14.0g
牛奶	12.5g 圖(六)	11.0g	8.0g

圖(一)



圖(二)



圖(三)



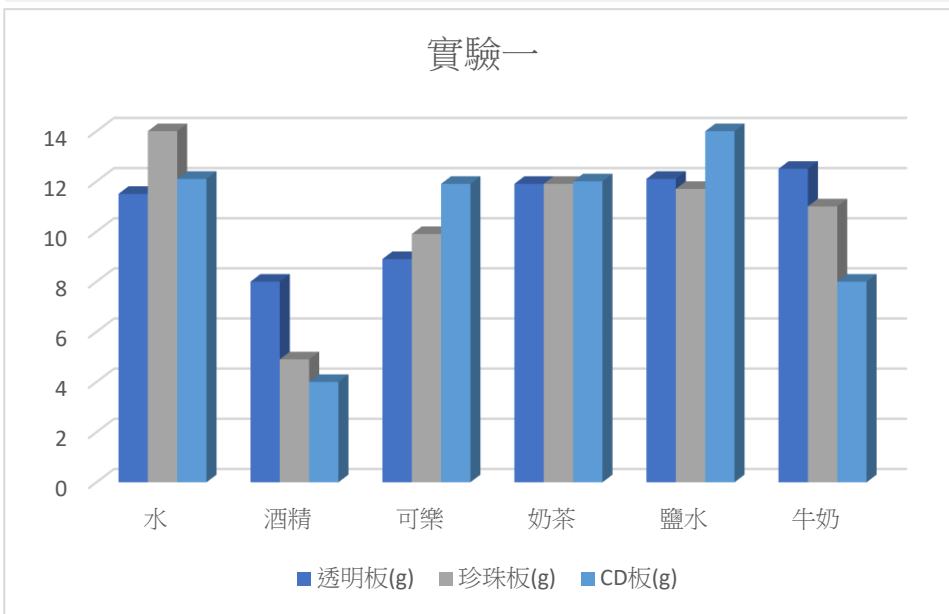
圖(四)



圖(五)



圖(六)



由以上數據來分析：對相同透明片來說以牛奶產生的力矩較大。

對相同珍珠板來說以水產生的力矩較大。

對相同厚 CD 塑膠片來說以鹽水產生的力矩較大。

從數據分析起來似乎無特定規律，整組討論在實驗過程中，發現樣版的支點軸心部分很難控制在中間，常因傾斜而偏移，且放砝碼時很難穩定放置在上面，可能因此而造成較大誤差。

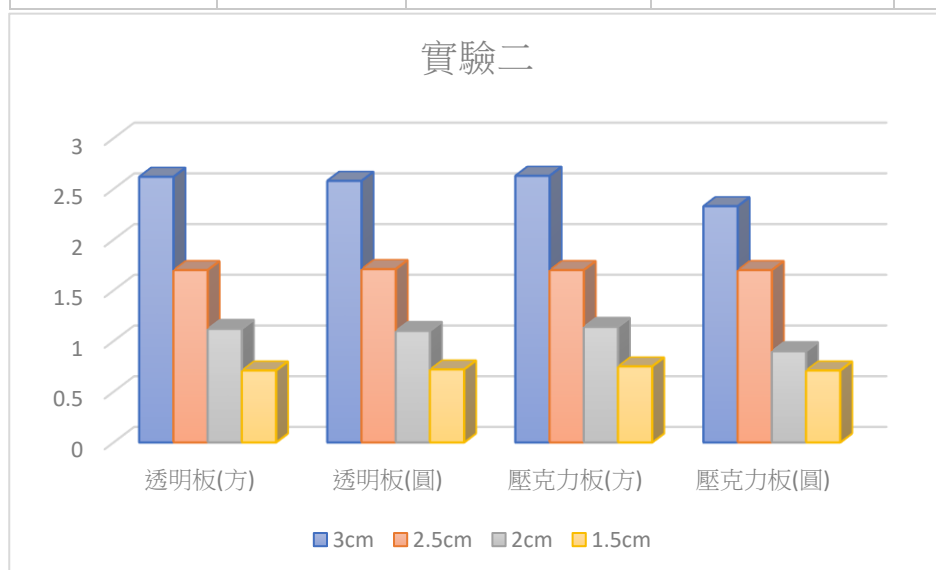
## 二、[實驗 2] 液體與板子間接觸面積產生吸附力之探討

註明：3cm 是指正方形的邊長、 3cm 是指圓形的直徑，以此類推

固定條件：液體容量為 165ml

操作變因：板子的材質和大小

材質/大小	透明板(方)	透明板(圓)	壓克力板(方)	壓克力板(圓)
3cm	2.62g	2.58g	2.63g	2.33g
2.5cm	1.70g	1.71g	1.70g	1.7g
2cm	1.12g	1.10g	1.14g	0.90g
1.5cm	0.71g	0.72g	0.75g	0.71g



為解決支點軸心偏移的現象，我們改良了實驗裝置，利用等臂天平的方式，並利用自製紙片充當較輕砝碼來增進測量的精準度，若還是不容易測量，則利用不等臂天平來二次檢驗。

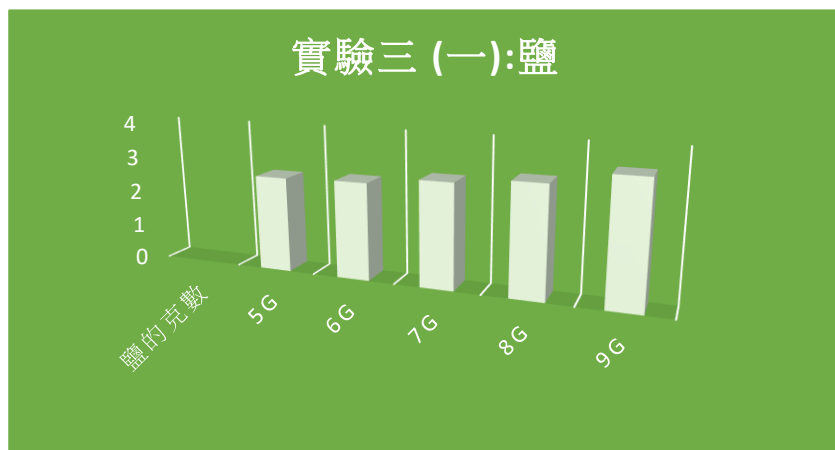
從數據中得知不論何種板子，其產生的吸附力都與其面積大小成正相關。

### 三、[實驗 3] 濃度對板子吸附力影響之探討

(一)固定條件：液體容量為 165ml、 板子使用邊長 3cm 的正方形壓克力板

操作變因：不同克數的鹽

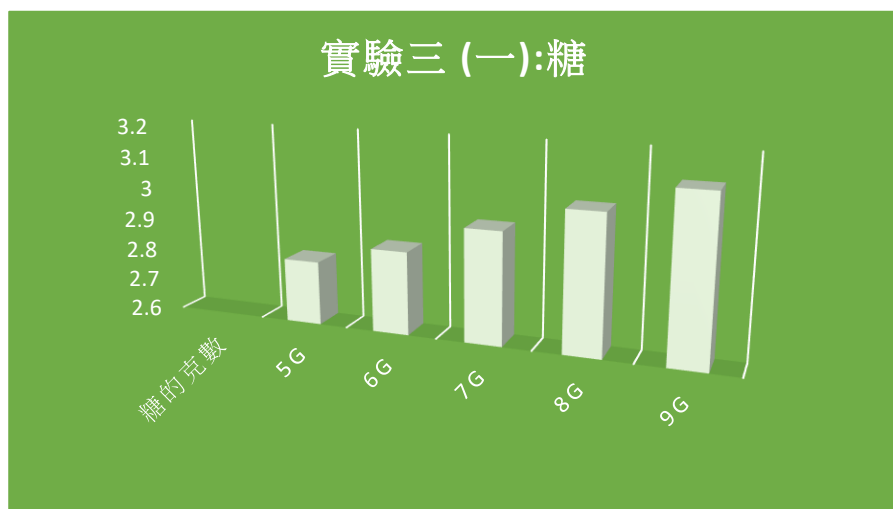
鹽的克數	5g	6g	7g	8g	9g
	2.65g	2.70g	2.90g	3.06g	3.40g



固定條件：液體容量為 165ml、 板子使用邊長 3cm 的正方形壓克力板

操作變因：不同克數的糖

糖的克數	5g	6g	7g	8g	9g
	2.80g	2.86g	2.95g	3.03g	3.11g

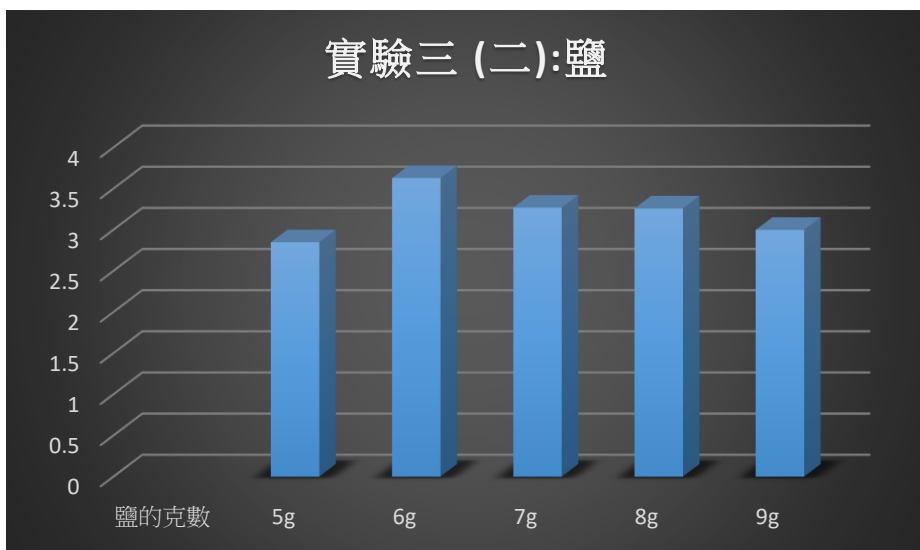


從上面中數據可看出不論是糖還是鹽，濃度越高，吸附力產生的力矩越大

(二) 固定條件：液體容量從 500ml 中取 165ml、 板子使用邊長 3cm 的正方形壓克力板

操作變因：不同克數的鹽

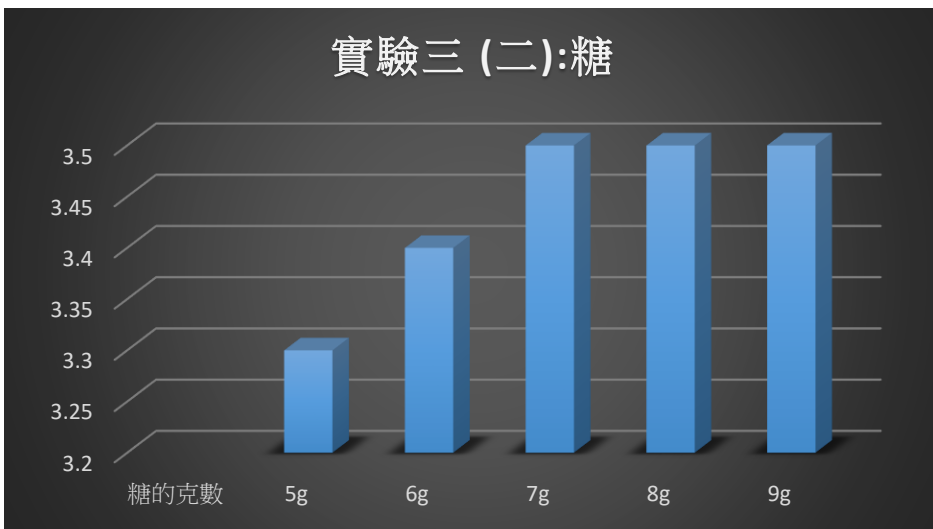
鹽的克數	5g	6g	7g	8g	9g
	2.85g	3.63g	3.27g	3.26g	3.0g



固定條件：液體容量從 500ml 中取 165ml、 板子使用邊長 3cm 的正方形壓克力板

操作變因：不同克數的糖

糖的克數	5g	6g	7g	8g	9g
	3.30g	3.40g	3.50g	3.50g	3.50g

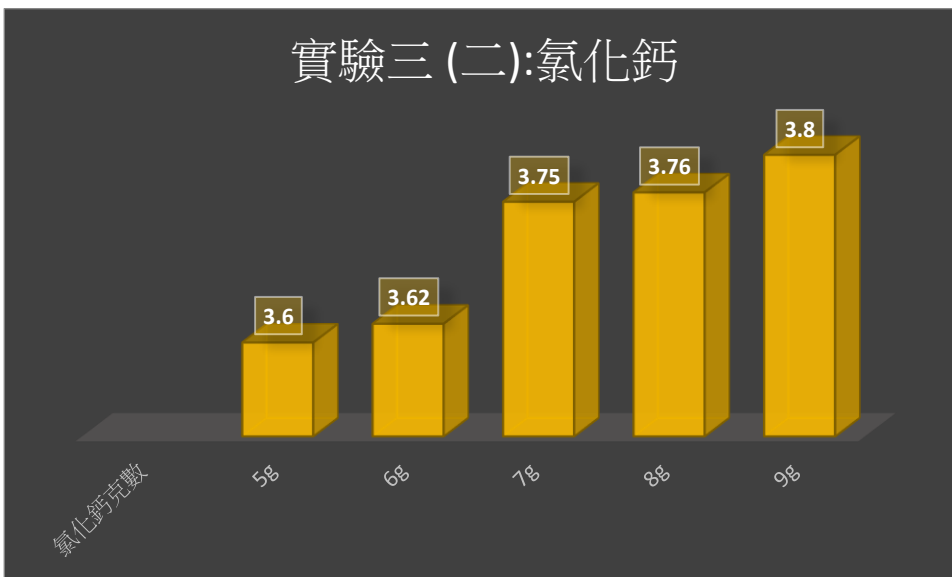


固定條件：用 500ml 的水溶解氯化鈣，實測的液體容量為 165ml、板子使用邊長 3cm 的正方形壓克力板

操作變因：不同克數的氯化鈣

氯化鈣克數	5g	6g	7g	8g	9g
Value	3.6g	3.62g	3.75g	3.76g	3.8g

從上面中數據可看出氯化鈣濃度越高，吸附力產生的力矩越大





## 伍、討論

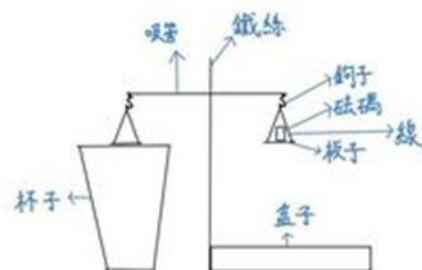
一、從以上實驗可得知，不同的液體其自身的濃度、黏滯性、密度皆不同，同質分子間的吸引力（內聚力）就不一樣，加上板子表亦有不同程度的粗糙面，應都會影響異質分子間的吸引力（吸附力）大小，原本認為液體溶質愈多時，與板子之間的吸附力應該會愈大，但實驗結果似乎與預期的不一樣，似乎沒有特定規律，後來大家討論原因可能的說法是因為吸附力愈強，但內聚力相對較弱的話，會容易造成液體與樣板物質分離，而檢測到較小的數值，由下圖表發現水與珍珠板、鹽水與 CD 板的組合所測得的數值較大，約 28 克，液體吸附力相對較小。

	透明板	珍珠板	CD 板
水	23.0g	28.0g	24.20g
酒精	16.0g	10.80g	8.0g
可樂	17.80g	19.80g	23.80g
奶茶	23.80g	23.80g	24.0g
鹽水	24.20g	23.40g	28.0g
牛奶	25.0g	22.0g	16.0g

實驗過程中，在操作原本設計的裝置時，發現有以下缺點：

- (一)、砝碼重物無法集中在同一點
- (二)、支點無法固定在同一點
- (三)、板子傾斜後,液體會表面流散
- (四)、不易算出平均力

因此我們將原本實驗裝置更改為天平式(秤盤式),減少液體因傾斜而往杯緣溢流而失去吸附力的現象，另外因為測得的吸附力很小，故改採用等臂或不等



臂天平，來推算平均力，若等臂天平的方式測得吸附力仍太小時，就可以改變支點位置，變成不等臂天平，再利用力矩公式即可算出吸附力的大小。

二、由於異質分子間的吸引力（吸附力），若物質相愈近，且愈多分子彼此靠近產生的力量也會增加，因此推論液體與板子的接觸面積大小會與吸附力有關，板子與液體的接觸面越大，吸附力應該就會越大，故採用同一種液體代表，相同材質的板子，但不同面積大小來檢測產生的吸附力大小，根據實驗(二)的數據可以發現，液體與板子的接觸面積愈大時，測得的數值愈大，有正相關。

三、溶質在液體中的表現並不全然一樣，這些溶質在液體中，若接觸到板子應該也可以產生吸附力，因此推論吸附力與溶質濃度有關，濃度愈大，吸附力是否也會增加？因此我們將操作變因改為液體濃度，檢測液體濃度是否會影響吸附力？從實驗 3 的數據中可看出來，糖和鹽濃度變大時，吸附力是有增加，與推論相符，另外我們又額外實驗低濃度的糖、鹽及氯化鈣溶液，發現在低濃度下，吸附力並無明顯變化，證實濃度與吸附力有正相關。

## 陸、結論

- 一、由實驗(一)知各種材質彼此的分子結構皆不相同，造成彼此的吸引力就不同，液体愈黏稠.濃度愈大，則造成內聚力增加。此時若板子較光滑者，吸附力就變得比較小，所能承載的質量就變輕，由實驗可大致看出來珍珠板對水的吸附力最大，而塩在水中會解離，CD片比較光滑，為何有此現象，可能原因是支點偏離，或實驗误差所致，若有時間，可再深入研究電解質與非電解質是否有如此現象?
- 二、為實驗附著力與面積大小是否有關，我們採用同一種易加工的透明片製作樣板,並改良了實驗裝置，希望能檢測出更為精準的數據與現象；由實驗數據可分析出的確與接觸面積有關，當異質物質分子越接近時，其產生的吸引力越大，因為電磁作用力與距離平方成反比，而同一方向的力量越多，合力就越大，因此吸附力就越大，但不是無限變大，還需考量同質分子間的內聚力，若內聚力相對於附著力小很多時，則液體表面張力破裂，而造成天平傾斜，檢測的質量就會變小。我們發現液體與板子接觸面積與附著力成正相關。
- 三、當液體濃度增加，鹽水和糖水對透明片的吸附力都有上升，可以解釋為多了溶質對板子的吸附力，因此溶液的濃度越大對板子的吸附力就會越強，若是低濃度的溶液，則吸附力增加就不明顯。
- 四、未來展望

我們可以知道吸附力與材質以及接觸面積都是有相關，即使增加接觸面積，提高濃度皆可增加吸附力，但吸附力的量值仍然很小，若想要能撐住物體的重量，就要有足夠大的接觸面積，或改變液體濃度等特質，才有機會成功，在此次研究過程中，發現有些電影、古代傳說、書籍等，通常都誇大了其科學的效果，利用一些偽科學，讓人們覺得似乎有機會實現，等真正用嚴謹的科學態度去驗證時，就會一一被破解，在整組討論時，亦遇到不少困難，但一起討論過後，問題得以解決時，就覺得很有成就感，我們的實驗仍有許多少完善之處，例如：如何提高準確度？檢測到的數值常會忽高忽低，樣板

的選擇與加工，如何能水平地拉起樣板、等等，這些都需要更進一步去討論研究如何改善？未來若能更精準檢測到液體對材質的吸附力，就可以期待利用材質的分佈，將表面液體利用吸附力導入我們指定的位置，就如同理化課中過濾實驗中，利用漏斗頸與燒杯壁接觸時的吸附力加速過濾速率一樣，改良漏斗、燒杯的材質或改變漏斗形狀增加接觸面積來提升過濾效率，又或是利用吸附力的不同，讓液體排列成特定圖案等，想必更能開創出更多有趣的創意與生活應用。

## 柒、參考資料及其他

(一) 吸附力是什麼?(2021)。維基百科。取自

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%90%B8%E9%99%84>

(二) 內聚力?網路。取自

<https://www.njes.chc.edu.tw/w2/magicscience12/back/006.htm>

(三) 液體的特性? (2022)。維基百科。取自

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%B6%B2%E4%BD%93>

(四) 附著力的特性

<https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=27460>

(五) 吸附力實驗

<https://www.nchu.edu.tw/chem/LAB/PCE/userfiles/downloads/%E5%AF%A6%E9%A9%97%E8%AC%9B%E7%BE%A9/%E6%BA%B6%E6%B6%B2%E4%B8%AD%E7%9A%84%E5%90%B8%E9%99%84-%E6%BB%B4%E5%AE%9A%E6%B3%95.docx>

(六) 分子間的作用力

<https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?tag>

(七)分子間的黏性

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E9%BB%8F%E5%BA%A6>

(八) 資料來源：挑戰萬有引力

主編:于今昌

(九)奶茶圖片參考

[https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.dicos.com.tw%2Fproducts\\_detail%2F125&psig=AOvVaw0KhUjAtnfmur0NND\\_MY\\_P&ust=1678511103775000&source=images&cd=vfe&ved=0CA0QjRxqFwoTCPDZg6jL0P0CFQAAAAAdAAAAABAI](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.dicos.com.tw%2Fproducts_detail%2F125&psig=AOvVaw0KhUjAtnfmur0NND_MY_P&ust=1678511103775000&source=images&cd=vfe&ved=0CA0QjRxqFwoTCPDZg6jL0P0CFQAAAAAdAAAAABAI)