

貓臉遊戲與表面張力

初小組物理科第三名

高雄縣瑞興國民小學

作者：邱鈺鏞、簡巧雯、顧天衡、蔡孟辰

指導教師：熊美容、蘇建宏

一、實驗動機

我們這整個實驗中的所有小實驗，都有自己的理由和為什麼要進行實驗的原因，不過到底是什麼原因讓我們開始進行這個實驗呢？

原來是電視廣告，“茶樹油洗潔精的廣告”，一滴就靈；那個一滴就靈的現象讓我們全班印象深刻，一小滴的洗潔精竟然有那麼大的力量，把整盤的油膩給拉到盤子的邊邊；小學生巧連智正好也進行著水面上的油彩實驗，所以我們決定要求好好的研究一下這些奇特的現象，經過了二個月的實驗，發現用牛奶來當作實驗樣本很容易觀察，又用色素滴在牛奶上來觀察運動的方向，就像是拔河比賽一樣，所以我們的實驗報告的題目就叫做“牛奶上的拔河遊戲”，其實就是研究表面張力。

二、研究目的

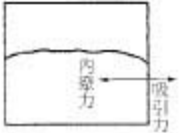

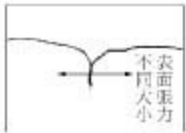
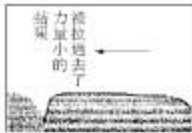
- (一) 先來挑選合適的材料吧！
- (二) 不同色素的表面張力會一樣嗎？
- (三) 愈濃的色素，表面張力會愈大嗎？
- (四) 溫度的高低會不會影響表面張力的大小呢？
- (五) 誰的表面張力最大呢？拔河法的研究！
- (六) 我們用數字來說出表面張力的大小。
- (七) 不同的碗有不同的吸引力。
- (八) 不同的牛奶有不同的表面張力嗎？
- (九) 過期牛奶的表面張力會不會變大呢？

三、研究器材與設備

各種不同的染料、不同顏色的食用色素、不同的液體和牛奶、不同種類的牛

奶、不同材質的碗、加熱設備和溫度計、量尺和碼錶、實驗室其他常用的玻璃器皿（燒杯、試管、電子秤、培養皿……）。

四、判斷表面張力大小的原理與說明

影響水的力量：液體內聚力和容器吸引力	表面張力就是內聚力和吸引力的差	不同液體碰在一起	結果：力量小的被力量大的拉過去了
			

五、實驗過程與推論

（一）先來挑選合適的材料吧！

如何進行這個實驗呢？

①討論一下這些材料貴不貴。

②各滴一滴到牛奶上面，觀察擴張的情形和形狀有沒有均圓。

③參考課外實驗的做法，用濾紙來進行色素的分層實驗，檢查一下這些材料的成分是不是只有一種。

④討論這些原因後，決定以後實驗的材料樣本。

我們的實驗觀察結果與紀錄：

材料	(×) 墨汁	(×) 紅藍墨水	(×) 水彩	(√) 食用色素
價格	一個燒杯大概要花費50元	一個燒杯大概要花費80元	調一個燒杯的原料大概要2元	調一個燒杯的色素水大概要1元
滴到牛奶上的情形	滴下去時會縮小，不容易擴散，而且不會變成圓形，常常會有絲狀出現	滴下去馬上擴散開來，非常大，而且沾到手或桌子很不容易清洗	慢慢的擴散，只不過有時會出現好幾層的同心圓，且很容易沉下去	慢慢的擴散，和水彩的狀況差不多，但是都是一種顏色
決定的原因	太貴，而且不會變成圓形，不好測量與觀察	太貴，又容易弄髒桌面或雙手衣服，擴散太快也不容易比較表面張力的大小	發現到很容易沉下去，而且水彩調完不用的時候，會有沉澱的狀況	便宜，又好調，又好觀察，所以我們一致的決定就用食用色素來當以後的材料
注意事項：我們參考課外書籍採用粉筆來進行這些材料的分析，看看個有多少種原料構成，結果發現在紅墨水上有出現兩個不同的痕跡，如果用紅墨水的話可能會影響實驗的正確。				

(二) 不同色素的表面張力會不一樣嗎？

如何進行這個實驗呢？

①準備這四種比較常用也便宜的食用色素（到食品材料行去買小包的食用色素，一兩100元左右，可以供應全校進行整學期的彩色溶液實驗）。

②調濃度為1克的食用色素粉末加入500c.c.的水中，並且等到都沒有沉澱物的時候才可以進行實驗，因為發現到有些色素它溶解的時候要比較長，大概等到半天後再做會比較好，那時燒杯的底部都沒有殘留的色素粉。

③用鮮奶當成被滴的液體。

④滴入不同顏色的色素水滴，觀察不同色素水滴在30秒後，會擴大到多大的範圍，用尺量看看。

我們的實驗觀察結果與紀錄：

顏 色		黃色素	綠色素	藍色素	紅色素
反 應		慢	慢	慢	慢
大 小	甲	1.1cm	2.0cm	2.0cm	3.0cm
	乙	3.0cm	3.0cm	2.0cm	2.0cm
	丙	2.7cm	2.5cm	1.7cm	2.0cm
	丁	2.0cm	2.3cm	1.8cm	2.0cm
平 均		2.2cm	2.5cm	1.9cm	2.3cm
注意事項：以後實驗結果出現甲乙丙丁，那就是代表我們這一組的四個人編號，“反應”就是代表我們大家用眼睛觀察色素水滴跑得快或是跑得慢。					

我們的發現與推論：

①不同的色素雖然都是一樣的濃度，可是在牛奶上面形成的圓圈卻都不一樣，這讓我們了解不同的色素水滴有不一樣的表面張力，而不是濃度一樣就會有相同的表面張力。

②我們針對這四種色素發現到，大家對於藍色色素比較準確，因為滴藍色色素水滴的結果都很靠近，其他三種顏色的色素水滴距離差別比較大，所以以後的實驗決定都用藍色色素來進行實驗，比較能夠做出精準的實驗結果。

(三) 愈濃的色素表面張力的力量愈大嗎？

如何進行這個實驗呢？

①準備用藍色色素來進行實驗，因為藍色比較好觀察也比較精準。

②調出四杯不同濃度的色素：

(1)2克色素粉加入500c.c.的水中：一號色素。

(2)1.5克色素粉加入500c.c.的水中：二號色素。

③1克色素粉加入500c.c.的水中：三號色素。

④0.5克的色素粉加入500c.c.的水中：四號色素。

⑤用鮮奶當成被滴的液體。

⑥滴入不同濃度的色素水滴，觀察不同色素水滴在60秒後，擴大的長度。

我們的實驗觀察結果與紀錄：

濃 度		一號色素	二號色素	三號色素	四號色素
反 應		好像都不動	動一點點	動一點點	慢慢擴散
色 素 大 小	甲	1.2cm	1.3cm	2.5cm	3.5cm
	乙	1.4cm	2.0cm	2.9cm	3.2cm
	丙	1.2cm	2.1cm	3.6cm	3.5cm
	丁	1.7cm	1.9cm	4.1cm	5.5cm
平 均		1.4cm	1.8cm	3.3cm	3.8cm
注意事項：我們發現到材料行的色素編號也有一號、二號、……，他們是用號碼來代表顏色，而我們這個實驗的號碼是用來表示不同濃淡，號碼愈多的代表顏色愈淡，愈少的代表顏色愈濃。					

我們的發現與推論：

①每個人滴色素得到的大小長度都會不太一樣，可是大家的結果都可以看出來，色素愈淡的四號色素跑的比較快，比較容易被培養皿中的水給吸開，所以色素愈淡的色素水滴表面張力比較小。

②以後的實驗大部分都採用藍色四號色素，因為發現其他顏色如紅和黃的四號色素顏色很淡，被拉開之後很不好觀察，所以決定以藍色四號為主要實驗用品。

（四）溫度的高低會不會影響表面張力的大小呢？

如何進行這個實驗呢？

①準備冰牛奶、加熱爐、溫度計、色素和計算時間的手錶。

②將這個冰牛奶倒入培養皿中，用溫度計測量一下溫度，滴上一滴色素水滴，然後計算到達邊邊的時間要多久。

③把這個冰牛奶放在實驗室中，等到牛奶不太冰的時候，大概到了20多度的時候，再進行一次實驗；再把這個冰牛奶放到加熱爐上加熱，再進行實驗，分別觀察每一次色素水滴跑得快還是跑得慢，到達邊邊的時間又要多久。

我們的實驗觀察結果與紀錄：

牛 奶	冰牛奶	不冷不熱牛奶	熱牛奶
溫 度	7度	22度	46度
反 應	一下子就跑到邊邊	開始的時候跑的快到後來就沒有擴張	色素好像沒有動靜而且比較容易沉下去
甲	4秒	3分52秒	×
乙	3秒	3分31秒	×
丙	3秒	4分19秒	×
丁	3秒	5分02秒	×
平均時間	3秒	4分11秒	10分鐘以上都沒有到達培養皿邊緣
注意事項：×代表這個色素水滴都沒有跑到培養皿的邊邊，而且都不像圓形，會產生很多的一絲絲的形狀，所以我們決定給它打個×。			

我們的發現與推論：

①從實驗的結果，可以看出來牛奶的溫度愈低的話，表面張力愈大，所以能夠把色素水滴給拉開，代表色素水滴的表面張力力量一定比牛奶還要小；可是當牛奶溫度變高的話，這時候的表面張力一定和色素水滴一樣或是比色素水滴還要小，才會拉不動色素水滴。

②本來這個實驗也有利用水來進行研究觀察，可是作了幾次後發現也是冰水的表面張力比較大，為什麼不用水，要用牛奶呢？因為色素的顏色在牛奶上面出現的很漂亮，也比較好觀察，所以以牛奶來進行實驗。

（五）誰的表面張力最大呢？拔河法。

如何進行這個實驗呢？

①把食用色素，調成色素水來當作拔河的中央線。

②要知道兩個液體表面張力的大小，準備一個培養皿，先倒滿一種液體後，再將色素水滴輕輕的滴到中央去。

③用另一種液體滴一滴在培養皿的邊緣。

④觀察這個色素水滴向哪邊跑去，就如同拔河一樣，跑去的那一方的力量就是表面張力比較大的一方，會產生比較大的吸力；如果滴下去後色素沒有動靜，那一定是原來液體的力量比較小或是根本不能夠比較。

⑤如果色素都沒有運動的話，轉過來讓原本滴入的液體倒入培養皿中，換成原本倒入培養皿中的液體變成滴入的液體，來進行實驗。

我們的實驗觀察結果與紀錄：

		自來水	牛奶	洗碗精	沙拉油	酒精	糖水
滴入的液體種類	自來水		牛奶	自來水	×	×	×
	牛奶	×		牛奶	×	×	×
	洗碗精	自來水	牛奶		沙拉油	酒精	糖水
	沙拉油	×	×	×		×	×
	酒精	酒精	牛奶	酒精	×		糖水
	糖水	×	×	糖水	×	×	

力量大的直接寫液體的名稱，如果色素都沒有運動反應的時候，就寫×

我們的發現與推論：

①這六個物品，洗碗精的力量最小，其他的種類都比洗碗精大，可是沙拉油只和洗碗精有反應，和剩下的物品怎麼樣都做不出反應，我們認為原因是油溶性和水溶性的兩種物品之間沒有發生表面張力的影響；洗碗精應該是屬於油溶性也是水溶性。

②自來水、牛奶、酒精和糖水這四種，比較起來，可以看出牛奶和糖水的力量最大，其次是酒精＞自來水，而這四種的表面張力都比洗碗精還要大。

③其實糖水的力量應該要比自來水大，當我們把糖水調得很濃的時候，或是用糖漿來作，發現到糖漿的表面張力比自來水還要大。

(六) 我們用數字來說出表面張力的大小？

如何進行這個實驗呢？

①準備一樣大的培養皿，一杯色素水。

②在培養皿中央滴入一滴色素後，經過一分鐘，觀察這個色素形成的圓圈直徑有多大。

③和上一個拔河實驗比比看，是不是時間愈快的液體，它的力量也就愈大。

④每一個人都進行一次，一定要慢慢的滴，避免太高時候色素滴到培養皿下了。

我們的實驗觀察結果與紀錄：

液體		自來水	牛奶	洗碗精	沙拉油	酒精	糖水
反應		慢	稍快	非常慢	非常慢	稍快	快
時間	甲	3.1cm	3.4cm	0.9cm	0.4cm	3.1cm	4.2cm
	乙	2.2cm	3.2cm	0.8cm	0.5cm	3.1cm	4.1cm
	丙	1.8cm	2.8cm	0.4cm	0.3cm	2.4cm	4.1cm
	丁	2.3cm	3.7cm	0.7cm	0.4cm	2.9cm	3.8cm
平均		2.4cm	3.3cm	0.7cm	0.4cm	2.9cm	4.1cm

注意事項：色素圓圈愈大的時候，代表液體的表面張力愈大，所以把色素給拉開來，使得色素變大；相反的，色素都沒變化或是變化小的狀況，就知道液體的表面張力很小。

我們的發現與推論：

①從結果的平均數目中，我們應該可以幫這六種液體的表面張力排一個順序，從最強的表面張力到最弱的表面張力，糖水→牛奶→酒精→自來水→洗碗精→沙拉油。

②在實驗的過程中，要特別注意的是，我們要觀察的是表面張力，所以要量的是浮在液體表面的一層色素，而不要把其他沉在底下擴散的範圍計算在內，我們往往都會把水的那部分實驗做錯，因為色素滴到水後，容易沉到下面。

③我們發現一個特別的現象，當把色素水滴滴到洗潔精或沙拉油上，輕輕的滴下會產生好像一顆彈珠浮在油或洗潔精上，過了幾秒鐘後，這個色素水滴才像是煎荷包蛋一樣變扁下去；在貓臉實驗中，如果順序相反，先滴洗潔精再滴色素水滴的時候，也會發現到色素彈珠的出現。

(七)不同的碗有不同的吸引力嗎？

如何進行這個實驗呢？

①準備這五種不同材料的碗。

②倒入鮮奶，讓每個實驗的牛奶在碗中是一樣的面積大小。

③滴入四號的色素溶液，並且觀察哪一種擴散的比較快，哪一種跑的比較慢。

④用手錶來觀察這些色素水滴在30秒後，用尺量看看會變成多大，因為我們發現到，要等這些色素水滴擴散到碗的邊緣，可能要很久的時間，所以來比較哪一種碗中的色素水滴擴散得比較大。

我們的實驗觀察結果與紀錄：

碗		鐵碗	瓷碗	塑膠碗	保力龍碗	紙碗
現 象		都是慢慢的張開				
色素大小	甲	2.1cm	2.5cm	1.8cm	3.3cm	2.5cm
	乙	1.6cm	2.7cm	2.6cm	2.9cm	2.4cm
	丙	1.8cm	3.3cm	2.1cm	3.5cm	2.8cm
	丁	1.9cm	2.6cm	2.6cm	3.1cm	1.9cm
	平均	1.9cm	2.8cm	2.3cm	3.2cm	2.4cm
注意事項：色素大小是說色素滴到牛奶上面後，30秒以後的範圍，如果是圓形的話就直接量它的直徑，如果是橢圓形的話，就量它比較長的一方的長度而不要選比較短的一邊來進行實驗記錄。						

我們的發現與推論：

①這個實驗告訴我們，同樣的牛奶，同樣的色素水滴，可是碗不同，得到的結果卻也不同，證明這個色素水滴的大小是被碗的吸引力和牛奶的表面張力拉過

去的，這些碗的吸引力由大到小排列的順序是保力龍碗→瓷碗→紙碗→塑膠碗→鐵碗（不鏽鋼碗）。

②進行這些碗的實驗時，發現保力龍碗的吸引附著力最大，因為色素只要滴到保力龍碗上時，會在碗上面著色，很不容易洗掉。

③其實我們也想到另一個辦法來測量吸引力的大小，把這些碗給倒過來，噴一些水觀察哪一個碗最不容易讓水滴下來，就可以知道吸引力的大或小了。

（八）不同的牛奶有不同的表面張力嗎？

如何進行這個實驗呢？

①先買來這三種不同脂肪成分的鮮奶，擺在實驗室中等到大家的溫度都一樣的時候，才開始進行實驗。

②將這三種鮮奶都平均的倒入準備好的培養皿中，大家都一樣高，也一樣多。

③準備比較稀薄色素水滴來進行實驗，因為跑的比較快。

④計算這些不同的牛奶要花多久的時間才會把這些色素水滴給拉開碰到邊緣。

我們的實驗觀察結果與紀錄：

牛奶	脫脂鮮奶	低脂鮮奶	全脂鮮奶
脂肪	0%	2%	3%
反應	最慢	普通快	最快
甲	1分58秒	1分11秒	14秒
乙	1分42秒	0分51秒	11秒
丙	3分08秒	0分36秒	17秒
丁	2分16秒	1分02秒	24秒
平均時間	2分16秒	0分55秒	16秒
注意事項：在超市中，我們發現好幾種品牌的鮮奶，但是這個實驗中，我們都以味全鮮奶為實驗的主要對象。			

我們的發現與推論：

①很明顯的，我們可以幫忙這些牛奶給它們按照表面張力的大小來排順序，從最大的到最小，全脂鮮奶→低脂鮮奶→脫脂鮮奶；也就是說脂肪愈多的鮮奶，它的表面張力也就愈大，脂肪沒有的鮮奶，表面張力也就愈小。

②在這個實驗中，補充一個其他的小實驗，愈甜的牛奶，它的表面張力會變得比較大嗎？愈甜的咖啡，它的表面張力會不會也一樣變大呢？經過簡單的實驗

啡的時候，泡多一點糖，會發現奶精很容易的跑到杯子的邊緣。

(九) 過期牛奶的表面張力會不會變大了呢？

如何進行這個實驗呢？

- ①買一瓶比較大的鮮乳，以家庭號的包裝比較合適。
- ②每天都倒一點牛奶，等到牛奶到達20度的時候，進行表面張力的實驗。
- ③觀察30秒後，藍色色素會變成多大的範圍。
- ④剩下的牛奶再冰到冰箱中，等第二天進行實驗。
- ⑤實驗時間以進行五天為主，如果發現牛奶變臭或變質了就停止這個實驗。

我們的實驗觀察結果與紀錄：

天數		第一天	第二天	第三天	第四天	第五天
色素大小	甲	2.1cm	2.3cm	2.0cm	1.5cm	1.6cm
	乙	2.0cm	2.3cm	2.4cm	1.5cm	1.4cm
	丙	1.7cm	2.6cm	2.2cm	1.4cm	1.5cm
	丁	2.4cm	2.9cm	1.9cm	1.9cm	1.5cm
平均大小		2.1cm	2.8cm	2.1cm	1.6cm	1.5cm
注意事項：變質的看法是觀察鮮奶顏色有沒有不同，鮮奶有沒有出現一粒粒的小硬塊，鮮奶有沒有浮現一層像奶油乳白色的薄膜，這些狀況都證明鮮奶已經變質了。						

我們液體與固體迅速的拉開；考慮價格、清洗設備的方便和進行實驗觀察的準確

①買到的牛奶是當天才送到的，從結果的平均數目看出來，新鮮的牛奶表面張力要比保存幾天後的牛奶還要大；其實從實驗的過程經驗中就可以知道，保存時間愈久的牛奶感覺上都有一點黏黏的感覺，有點像油一樣，對照以前的實驗，油的表面張力在色素水滴測驗下是最低的，所以當牛奶擺放愈久後的表面張力應該也會變低。

②補充一個小實驗，沖泡奶粉和鮮牛奶誰的表面張力大呢？我們參考沖泡奶粉的用量泡初的奶粉和買進來的鮮牛奶進行比較之下，發現到鮮牛奶的表面張力要比較大一些；這或許能夠幫我們鑑定市面上所販售的牛奶哪一些是用奶粉沖泡的，哪一些又是牛所擠出來的。

六、結論

(一) 從各式各樣的染料中，我們認為以食用色素來進行表面張力的研究比較好，紅藍墨水也可以適用，但是紅藍墨水本身的表面張力太小，幾乎碰到任何

，所以我們選擇以食用色素當作鑑別表面張力的工具材料。

(二) 不同的食用色素中，原來他們本身的表面張力也會有不同的差別，這使我們了解進行實驗時要控制一樣的色素，不能夠讓顏色變來變去，雖然好看但是會破壞實驗的準確。

(三) 色素也有濃和淡的分別，濃色素的表面張力比較大，淡色素的表面張力比較小，從這一點我們可以知道，色素的濃度也要固定，不然會影響正確的實驗，經過我們的觀察，以0.5g的藍色色素粉溶入500c.c.的水中，所調出來的色素最容易觀察也好進行實驗。

(四) 溫度的高低會不會影響表面張力呢？影響非常大，我們發現對於牛奶來說，冰牛奶的表面張力非常大，而溫度慢慢升高，牛奶的表面張力也就慢慢的減少，到最後甚至色素一滴就滴到牛奶的底部，根本觀察不到表面張力的運動現象。

(五) 就我們所收集到的液體來進行表面張力的比較，發現到糖水和牛奶能夠很順利的把色素給搶過來，所以表面張力最大，其次是酒精、自來水，再過來才是沙拉油，表面張力最小的是洗潔精。

(六) 我們也可以用數字大小來告訴我們表面張力的大和小，用色素滴在不同的液體上，色素拉得最開的液體，它的表面張力最大；色素拉的最小圓圈的液體，它的表面張力最小，所以可以由色素直徑的大小長度來告訴我們表面張力的大和小。

(七) 同樣的液體，同樣的色素，但是不同的容器也會有不同的吸引力，我們發現不同材質的碗中，以保力龍對於水的吸引力最大，因為最容易把滴在中央的色素給拉大，最小吸引力的是鐵碗。

(八) 表面張力也可以來測量初牛奶的種類，一般的鮮牛奶可以分為脫脂、低脂與全脂三種，我們對於這三種牛奶進行的實驗證明，全脂牛奶的表面張力最大，和脂肪做比較，脂肪愈多的牛奶，表面張力愈大。

(九) 牛奶的新鮮或不新鮮也有不同的表面張力，雖然牛奶的保存期限約為10天，可是超過四天後的鮮牛奶，它的表面張力明顯的比前一兩天的新鮮牛奶還要小，可以證明牛奶愈新鮮，它的表面張力也就愈大。

七、參考書目

- (一) 中華民國各國科學展覽優勝作品專輯。
- (二) 光復科學圖鑑 光復書局。
- (三) 科學研習月刊 科學教育館。

- (四) 國小自然 (科學研習月刊叢書三) 科學教育館。
- (五) 自力科學研習 (科學研習月刊叢書) 科學教育館。
- (六) 巧連智月刊 日商福鹿。
- (七) 科學教師月刊 科學教師協會。

評語

利用適當的色素在不同的液體中擴散的情況研究自來水，酒精牛奶以及糖水等液體的表面張力，並作定性的比較。此外，本作品亦探討溫度以及容器的材質對表面張力的影響。本作品的實驗過程以小學生的程度而言尚稱完整，其對觀察所作的定性解釋亦稱合理，值得肯定。

