

蠟油的秘密

初小組物理科第三名

台北縣丹鳳國民小學

作者：何政瑜、陳泉亞

指導教師：許又夫、邱旭雯

一、研究動機

去年的暑假，有一次在颱風的夜裡，因為停電了，所以家裡點著蠟燭。正當我們吃著豐盛的晚餐時，忽然一陣強風吹進來，將蠟燭上的蠟油吹落在菜湯裡，這時蠟油馬上變成一朵花的形狀浮在湯的上面，為什麼？讓我覺得很好奇，於是我就在開學的時候和同學去問老師這個問題，老師回答說：「因為表面張力的關係。」我還是不懂！結果我們就請老師指導我們做一連串有趣的實驗。

二、研究目的

- (一)探討蠟油滴落水中後形狀改變的因素。
- (二)瞭解蠟油滴落在各種溶液的情形。
- (三)溶液的濃度會影響蠟油形狀嗎？

三、研究設備器材

- (一)器材：燒杯（100毫升）、電子秤、試管夾、溫度計、打火機、電磁爐、鍋子、自製測量台、注射針筒（20毫升）、彈簧秤、白金環、直尺。
- (二)材料：紅色蠟燭、花生油、去漬油、藥用酒精、沙拉脫、工研酢、冰塊、自來水。

四、研究過程

研究(一)：探討蠟油滴落水中後形狀改變的因素。

實驗一：高度對蠟油滴落水中的形狀有影響嗎？

方法：1. 用燒杯裝滿100毫升的自來水。

- 2. 準備一根紅色蠟燭、電磁爐和溫度計，蠟燭點燃後，手拿蠟燭使蠟燭與桌面成平行，讓蠟油依測量台上高度（蠟燭與水面距離）5、10、20、30、40、50公分，分別滴入100毫升水的燒杯中，利用隔水加熱和隔水放冰塊冷卻的方式，使水溫保持在20~25℃之間，並

且記錄各個形狀的變化。

結 果：

表一 各個高度蠟油滴落水中的形狀

單位：公分

水溫：20~25℃

室溫：18℃

高 度	5	10	20	30	40	50
反 應 形 狀	有圓形、三、四角形光澤，中央點色深下凹，最厚，最小	有圓形、菱形，圓形邊緣色淺、且呈放射條紋狀中央點下凹，次厚，次小	龜甲形，向中央呈弧形下陷、皺摺、邊緣色淺、中央有染色效果	同左	同左 顏色更淺，均勻，且呈粉紅半透明狀，次薄，次大	同左 最薄，最大

發現與討論：1. 高度越高，蠟油形狀越不規則，而且向外擴大。

2. 由表一得知，蠟油的顏色隨著高度增加，而變成淺色，從5公分時深色集中中央，直到40公分時顏色分佈均勻呈淺色半透明的樣子。

實驗二：水的溫度對蠟油滴落水中形狀有影響嗎？

方 法：1. 用燒杯裝滿100毫升的自來水，再準備電磁爐、溫度計和冰塊。

2. 利用隔水加熱和隔水放冰塊冷卻的方式，分別使水溫達到0~10℃、20~30℃、40~50℃、55℃左右，再依序以相同的高度使蠟油與水面距離成10公分，再讓蠟油滴入水中，手上蠟燭必須和桌面成平行狀態。並且記錄各個形狀的變化。

結 果：

表二 蠟油滴落在各個水溫中的形狀

單位：℃

水溫：18℃

高度：10公分

溫 度	0~10	20~30	40~50	55左右
反 應 形 狀	長條形，由外向中間捲曲，顏色較深，有光澤，中央下凹最深	花瓣形，約七、八瓣，中央淺色，下凹、邊緣花瓣色深	花瓣形，約十一、十二瓣，中央色深，平面放射、邊緣花瓣淺色	無固定形融化，呈全透明油質狀

發現與討論：1. 由表二得知，溫度越高，蠟油形狀越是呈平面狀，直到溫度達到55°C左右，蠟油融化成油質狀。

2. 55°C左右蠟油已經融化，所以蠟燭最好保存在55°C以下。

3. 當溫度降到0~10°C之間，蠟油就急速收縮而來不及擴大開來，所以呈捲曲的長條樣子。

研究(二)：瞭解蠟油滴落在各種溶液的情形。

實驗三：高度對蠟油滴落在各種溶液的形狀有影響嗎？

方法：1. 準備工研酢、花生油、去漬油、藥用酒精、沙拉脫、電磁爐、溫度計。

2. 如同實驗一的方法。並且記錄各個形狀的變化。

結果：

表三 各個高度蠟油滴落在各種溶液的形狀

單位：公分

各種液溫：20~25°C

室溫：16°C

高度	5	10	20	30	40	
種類 ： 反 應 形 狀	工研酢	有三、四角形光澤，中央部分下凹色彩均勻，最厚，最小	有圓形、菱形，圓形、邊緣色淺、且呈條紋狀，中央下凹，色深，次厚，次小	龜甲形，皺摺，較大、較薄	同左，次大、次薄	同左，顏色更淺，均勻呈粉紅、半透明狀，最薄、最大
	花生油	圓形，平面、中央圓形點色深	花瓣形，龜裂，中央色深，邊緣弧狀	花瓣形，龜裂、邊緣不整齊齒狀	不規則擴散形、小圓相互連接	不規則擴散形、小圓相互連接、邊緣尖銳齒狀
	去漬油	絲狀，淺白色，一團沉澱	絲狀，淺白色，一團沉澱，稍微擴散	絲狀，淺白色，散開沉澱	粉絲狀，淺白色，散開沉澱	同左
	藥用酒精	立體形，一團沉澱	花瓣形，龜裂，中央色深，邊緣色淺	花瓣形，浮著，馬上散成片狀	花瓣形，浮著，馬上散成片狀	不規則片狀、浮著
	沙拉脫	雙同心圓，有環帶半透明狀，中央色深	同左	同左	圓形，裡面呈梅花狀	同左，形狀最大

發現與討論：1. 高度越高，蠟油形狀越向外擴大，即使沉澱的蠟油也向外擴散開來。

2. 由表三得知，蠟油高度雖然增加，但是去漬油還是使得蠟油沉澱，可見蠟油的重量已經完全破壞去漬油的表面張力。

3. 蠟油高度在5公分時，使得蠟油完全沉澱在藥用酒精中，我們認為由於高度過低造成蠟油來不及擴大，加上蠟油急速收縮重量過於集中，使得蠟油的重量完全破壞藥用酒精的表面張力。

實驗四：溶液的溫度對蠟油滴落在各種溶液的形狀有影響嗎？

方法：1. 準備工研酢、花生油、去漬油、藥用酒精、沙拉脫、電磁爐、溫度計和冰塊。

2. 如同實驗二的方法。並且記錄各個形狀的變化。

結果：

表四 各個溶液溫度蠟油滴落在各種溶液的形狀

單位：℃

室溫：16℃

高度：10公分

溫度		0~10	20~30	40~50	55左右
種類： 反應形狀	工研酢	三角形，由外向內捲、光澤	花瓣形，平面，中央色深	圓形，有中心點，顏色均勻	融化，呈油質狀，浮著
	花生油	不規則凸形	雙同心圓形、有環帶透明狀	同左	同上
	去漬油	絲狀，一團沉澱，淺白色	同左	融化，呈油質狀，沉澱	同左
	藥用酒精	花瓣形，皺摺成五、六片，浮著	同左	小圓球，凝固狀，沉澱	小圓球，油質狀，沉澱
	沙拉脫	雙同心圓形、有環帶透明狀	圓形，裡面似梅花狀	同左	融化，呈油質狀，浮著

發現與討論：由表四得知，當藥用酒精的溫度升高時，蠟油原本浮著變成沉澱的狀態，所以我們推想當溶液的溫度升高時，將會減小溶液的表面張力。

實驗五：各種溶液的表面張力到底如何？

方法：1. 準備自來水、工研酢、花生油、去漬油、藥用酒精、沙拉脫、彈簧秤、白金環、測量台、電磁爐。

2. 將彈簧秤勾上白金環，懸吊在測量台上，使其不致於晃動。然後將燒杯裝滿等待測試的溶液50毫升，使其液溫保持在20~25℃之間，再放在彈簧秤下，讓白金環接觸到液面。

3. 慢慢轉動螺絲帽，使得彈簧秤緩緩向上升高，這時液面會漸漸被拉起，直到白金環離開液面的一剎那，就是該溶液的表面張力。

4. 彈簧秤測出溶液的表面張力數值，必須減去白金環本身的拉力，才是溶液本身的表面張力。

結 果：

表五 各種溶液的表面張力

單位：力

各種液溫：20~25℃

室溫：15℃

種類 次數 \ 力	白 來 水	沙 拉 脫	工 研 酢	花 生 油	藥 用 酒 精	去 漬 油
1	7.20	3.00	6.50	3.70	2.50	1.90
2	7.40	3.10	6.90	3.90	2.60	2.20
3	7.10	3.20	6.70	3.70	2.50	2.00
4	7.30	2.90	6.50	3.80	2.70	1.80
5	7.20	3.00	6.60	3.60	2.80	2.20
6	7.30	3.30	6.70	4.00	2.70	2.10
7	7.30	3.10	6.80	3.80	2.90	1.90
8	7.30	3.20	6.70	3.90	2.90	1.90
9	7.40	3.10	6.50	3.70	2.70	2.00
10	7.20	3.30	6.40	3.70	2.70	2.10
平 均	7.27	3.12	6.63	3.78	2.70	2.01

※我們將彈簧秤上的單位，定為測量表面張力，力量的單位（同樣採十進位刻度）；其次，我們主要目的在於訂定（力）之後，比較各種溶液的表面張力。

發現與討論：1. 力的意義：在相同的環境下（此處指液溫在20~25℃之間、室溫相同，同一接觸液面的白金環，同一彈簧秤、50毫升的溶液、相同的地心引力），白金環接觸液面，被彈簧秤向上拉起的力量，而反抗這股力量的力，我們叫她做表面張力，也就是這裡所說的力的意義。

2. 由表五得知，各種溶液的表面張力（力）大小如下：自來水 > 工研酢 > 花生油 > 沙拉脫 > 藥用酒精 > 去漬油。

3. 藥用酒精和去漬油容易揮發，我們認為由於該兩種溶液本身凝聚的力量不大，加上有容易揮發的特性，無法緊緊拉住其溶液，所以表面張力亦比較小。

實驗六：表面張力和溶液的重量有關係嗎？

- 方 法：1. 準備自來水、工研醋、沙拉脫、花生油、藥用酒精、去漬油、注射針筒、電子秤、電磁爐、溫度計。
2. 將燒杯裝滿100毫升等待測量的溶液，再利用隔水加熱或隔水冷卻的方式，使液溫在20~25℃之間。
3. 利用注射針筒吸取等待測試的溶液約20毫升，然後手輕輕的擠壓注射針筒，使溶液一滴一滴（最大滴），滴入另一空燒杯中，事先量好空燒杯的重量。總重量一空燒杯重=溶液重，秤秤100滴溶液的重量如何？

結 果：

表六 各種溶液100滴的重量

單位：公克

各種液溫：20~25℃

室溫：15℃

種類 重 量 次數	自 來 水	工 研 醋	花 生 油	沙 拉 脫	藥 用 酒 精	去 漬 油
1	4.40	4.00	3.00	2.40	1.80	1.60
2	3.90	4.10	2.80	2.80	2.00	1.40
3	4.40	4.00	2.70	2.20	2.00	1.20
4	4.00	3.80	2.80	2.40	1.90	1.40
5	4.00	3.70	2.90	2.30	2.10	1.60
6	4.40	3.90	3.10	2.10	1.80	1.40
7	4.20	4.00	2.70	2.20	1.70	1.40
8	3.90	3.80	2.60	2.40	2.00	1.60
9	4.50	3.80	2.80	2.20	1.80	1.20
10	4.30	4.20	3.00	2.40	2.00	1.30
平 均	4.20	3.93	2.84	2.34	1.91	1.41

- 發現與討論：1. 各種溶液從注射針筒口，慢慢凝聚成圓球狀，直到當液滴的重量受到地心引力的影響，而超過液滴本身的表面張力時，液滴才會落下。
2. 我們認為表面張力越大的溶液越能將液滴凝聚起來（越大滴）。同樣地，液滴本身的重量也一直增加，直到掉落燒杯一剎那，所以我們推想在相同的環境下（注射針筒裡，液溫20~25℃，相同的地心引力）滴落的液滴重量越重時，則該溶液的表面張力也越大。

3. 由表六得知，各種溶液100滴的重量大小如下：

自來水>工研酢>花生油>沙拉脫>藥用酒精>去漬油

4. 由以上重量，我們推想各種溶液的表面張力大小如下：自來水

>工研酢>花生油>沙拉脫>藥用酒精>去漬油

研究(三)：溶液的濃度會影響蠟油形狀嗎？

實驗七：溶液的濃度會影響蠟油形狀嗎？

方 法：1. 準備工研酢、藥用酒精、沙拉脫、電磁爐和溫度計。

2. 將工研酢、藥用酒精、沙拉脫分別調配成原液的20%、40%、60%、80%和原液等五種不同濃度水溶液。

3. 再將蠟油依測量台高度10公分（液面與蠟燭距離），分別滴入先前調配好的水溶液中，手持的蠟燭必須與桌面成平行狀態，並且記錄各個形狀的變化。

結 果：

表七 蠟油滴落在各個濃度的水溶液形狀

單位：18℃

各種液溫：20~25℃

高度：10公分

種 類	沙 拉 脫	藥 用 酒 精	工 研 酢
濃	20%	花瓣形，龜裂，中央色深，邊緣色淺	凸形，皺摺，中央面下凹
	40%	同上，花瓣較平、較薄	同上，有稜角，邊緣由外向內捲
度	60%	同上	同上
	80%	同上，花瓣較大	同上，無稜角
	原液	同上	凸形，光澤、光滑

發現與討論：1. 由表七得知，當水溶液的濃度增加到80%以上時，在沙拉脫中蠟油形狀邊緣有變得比較圓的現象。

2. 而隨著水溶液的濃度增加，在藥用酒精和工研酢中蠟油形狀變得更大、更薄。

五、結 論

(一)蠟油的高度增加，使得蠟油本身破壞水的表面張力也跟著增加，所以蠟油的形狀中央下陷面也變大、變深了。而蠟油的形狀變大、變深之後，蠟油本身也必須變得更薄才行。

- (二)溫度升高，滴落水中的蠟油會依序變成色深、色淺、半透明、直到55°C左右蠟油完全融化浮在水面上變成透明的樣子。
- (三)溫度降低，滴落水中的蠟油中央面就會下凹，當溫度降得越低時，下凹的情形就越深。因為蠟油遇冷急速收縮而來不及擴大，所以呈捲曲的長條樣子。
- (四)蠟油的高度增加，滴落在各種溶液的蠟油形狀變大的有自來水、工研酢、藥用酒精和花生油；蠟油大小不變的有沙拉脫。
- (五)溶液溫度升高，滴落在各種溶液的蠟油形狀變圓的有工研酢、花生油和藥用酒精（小圓球）；蠟油形狀在沙拉脫中一直是圓形。
- (六)當溶液溫度升高，將會降低溶液本身的表面張力。
- (七)溶液在相同的溫度下，等量的容器中，以及相同的地心引力之下，溶液的重量越重時，則該溶液的表面張力也越大。
- (八)各種溶液的表面張力大小如下：
自來水>工研酢>花生油>沙拉脫>藥用酒精>去漬油
- (九)揭開蠟油的秘密之後，我們可以利用製成的各式各樣蠟油形狀，做成美勞貼畫，甚至串成項鍊等飾物。

六、參考資料

- (一)轉動、彈性學及流體力學（一流出版社）
- (二)科學遊戲（快樂兒童週刊社）
- (三)我的實驗室——科學類1.（將軍出版社）
- (四)自然科學大百科——第15冊：量度與力（綠地球國際有限公司）

評語

本作品探討蠟油滴落水中及其它溶液（包含多種濃度）後，形狀改變的原因。選題符合初小程度，學生表達清晰，亦能把握重點。