

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 化學科

030208

彰化縣立陽明國民中學

指導老師姓名

吳婉慧

莊淑美

作者姓名

陳鉸裴

張芷綾

蘇玲萱

葉崇佑

去 污 了 嗎

— 淺談清潔劑的乳化效果

壹、 摘要：

我們從市場調查著手，挑選出不同種類、不同用途的各種清潔劑，再研究過清潔劑的演進與去污原理後，找資料並共同討論可以比較出清潔劑乳化效果的三種方式，這三種方式分別是：(一)油水分層高度測量法：在固定水量、油量、清潔劑量和攪拌方式的條件下，剩餘油層愈低的清潔劑表示乳化效果愈佳。(二)導電度分析法：清潔劑溶液內的離子愈多導電度愈佳，乳化後則導電度下降，因此我們藉由導電度的比較與分析，判斷清潔劑乳化效果的好壞。(三)顯微鏡觀察法：透過複式及解剖顯微鏡我們發現，清潔劑的乳液粒徑會隨著靜置時間的增加而加大，並且我們將它與導電度比較的結果發現：粒徑增大，導電度增加，去污及乳化的效果也就降低了。最後我們針對不同的清潔劑，提出最經濟有效的使用量及使用方法，希望能對環境保護盡一份心力。

貳、 研究動機：

記得有一次將洗碗精倒入油鍋時，看到油在水面迅速地朝旁邊退開；自然與生活科技課程時，我們將沙拉油倒入肥皂水中，搖勻後發現水溶液不再澄清。這些現象引起我們的好奇，究竟清潔劑與脂肪之間產生了什麼反應？跟老師討論了以後，我們決定做些實驗來看看能不能解開心中的疑惑。



實驗伙伴

參、 研究目的：

- 一、探討清潔劑的種類與演進，並了解去污原理。
- 二、探討能比較出不同清潔劑乳化效果的方法。
- 三、探討不同清潔劑的乳化效果。
- 四、探討影響清潔劑乳化效果的因素。
- 五、探討各種清潔劑，最經濟、最環保的使用方法。

肆、 研究儀器與藥品：

- | | | |
|--------|--------|-----------|
| 1. 洗碗精 | 8. 濾紙 | 15. 乳頭滴管 |
| 2. 洗潔精 | 9. 鐵架 | 16. 複式顯微鏡 |
| 3. 沐浴乳 | 10. 電線 | 17. 解剖顯微鏡 |
| 4. 肥皂 | 11. 碳棒 | 18. 毫安培計 |
| 5. 酒精燈 | 12. 玻棒 | 19. 凡士林 |
| 6. 三腳架 | 13. 刮勺 | 20. 沙拉油 |
| 7. 溫度計 | 14. 燒杯 | 21. 注射針筒 |

伍、 研究步驟、結果與討論：

一、 理論與方法：

(一) 清潔用品的種類與演進：

1.	早期：草木灰、茶籽肥皂、醋、肥皂。 特色：天然弱酸、弱鹼的氧化作用，天然皂素界面，污染不大，效果不強。
2.	中期：強酸、強鹼、強氧化劑、有機溶劑、化學界面活性劑。 特色：依賴化學的乳化、氧化及溶解作用，快速有效但污染嚴重。
3.	晚期：酵素、活菌。 特色：利用活菌酵素分解油膩物質，將污染物分解為二氧化碳和水。

(二) 合成清潔劑的種類：

1.	硬性：主要成分為烷基苯磺酸鹽（簡稱 ABS）是由石化產品中的十二烷苯製得。 特色：不易被細菌分解，易造成水污染。
----	---

2.	軟性：主要成分為直鍊烷基烴磺酸鹽（簡稱 LAS）是由石化產品中的乙烯聚合或由正烷烴氮化或磺酸化。
	特色：易被水中細菌所分解，因此又稱為「菌解性清潔劑」。

（三）去污原理：

清潔作用的定義：是以表面物理方法將異物從固體表面除去。而不管是天然的或是合成的清潔劑，其去污原理都是分子有頭尾兩部分，一部分是屬於抗水性的，可以和污漬結合，另一端則是親水性的，一起帶著污漬隨水沖走。

（四）乳化：(emulsification)

是指不互溶的兩種液體，其中的一種以 0.25mm 的細粒分散在他種液體中時的現象稱為乳化。

（五）清潔效果：

由於現在清潔劑的配方，包括各種陰陽離子界面活性劑、乳化劑、氧化劑、安定劑等，因此在開發新產品或使用量的探討過程中，需要一套簡單的清潔效果評比方法。

（六）比較方法：

本實驗採用三種比較方法來輔助觀察不同的清潔劑與油脂作用後的效果。

- 1.方法一：藉由乳化後的油水分層高度，探討不同清潔劑的使用量及攪拌方式，清潔效果有何不同？
- 2.方法二：記錄與分析乳化前後的導電度，求得各種清潔劑最佳的清潔效果。
- 3.方法三：顯微鏡觀察法，採用人為觀察輔助清潔劑所達到的乳化效果。

希望所得到的結論能在清潔劑的使用量或使用方法方面能有最經濟及最佳的清潔效果。

二、不同清潔劑乳化效果的比較：

（一）藥品及器材：

肥皂、洗髮精、洗碗精、洗衣精、沐浴乳（每一種挑選賣場價格最高及最低的各一罐）、試管、沙拉油、試管架、紙條、濾紙、去針頭的

注射針筒。

(二) 方法：

1.在試管中分別放入下列的物品：

沙拉油 0.5ml	+	水 5ml	+	各種清潔劑 0.5ml
		水 10ml	+	各種清潔劑 1.0ml
				各種清潔劑 1.5ml

- 2.加上軟木塞充分搖勻（上下連續搖 100 下）後，放置於試管架 30 分鐘，再以長 25cm 的紙條，一端浸入試管液面 3cm，取出放試管架上，爲了避免產生太多泡沫，可倒入 1ml 的食用醋當消泡劑。
- 3.將各紙條以吹風機烘乾，測量油漬的擴散高度並記錄下來。

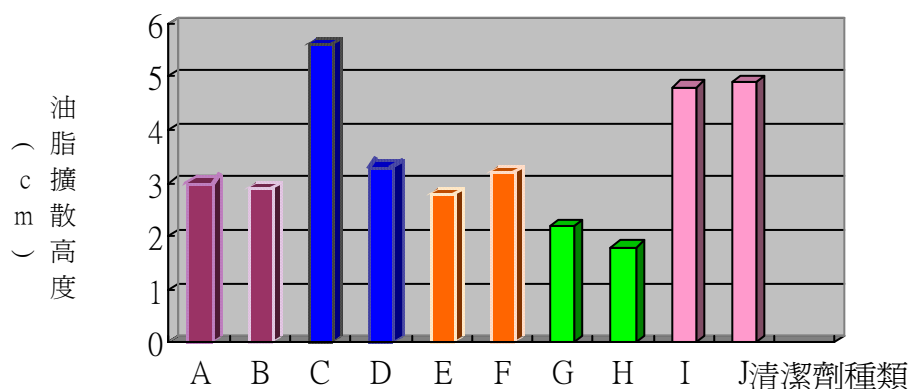


清潔劑的乳化效果實驗

(三) 結果：

清潔劑量 \ 溶液高度 (cm)		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
		水 5 ml	0.5ml	3.5	3.6	6.5	5.0	3.5	3.4	3.0	2.4
1.0ml	2.5		2.8	6	3.5	3	3.5	2.2	1.8	4.2	4.7
1.5ml	1.5		1.2	5.3	1.5	2.1	2.5	0.5	0.2	3.8	3.6
水 10ml	0.5ml	3.8	4.2	5	2	2.6	2.8	2.9	2.6	5.6	6.2
	1.0ml	3.5	3	4.5	3	3	4	2.5	2.2	5.4	5.0
	1.5ml	3.2	2.6	6.0	5	2.8	3	2.0	1.5	4.6	4.8
平均 (cm)		3.0	2.9	5.6	3.3	2.8	3.2	2.2	1.8	4.8	4.9

代號	種 類	代號	種 類
A	價格較低的 肥皂	F	價格較高的洗碗精
B	價格較高的 肥皂	G	價格較低的洗衣精
C	價格較低的洗髮精	H	價格較高的洗衣精
D	價格較高的洗髮精	I	價格較低的沐浴精
E	價格較低的洗碗精	J	價格較高的沐浴精



(四) 討論：

- 1.經過我們實驗的結果：不同清潔劑的種類中（肥皂、洗髮精、洗碗精、洗衣精及沐浴精）清潔效果以洗衣精最佳，沐浴精的效果則是最差的。
- 2.各清潔劑的去油脂效果會隨濃度的增加而增強，因此試管中剩餘的油脂也相對減少。
- 3.本實驗是以油脂的擴散高度衡量清潔劑的乳化效果，因此實驗時放入紙條的深度及時間力求一致，減少誤差。
- 4.依本組實驗的結果顯示：售價的高低與去油脂效果的相關性方面，售價較高與較低清潔劑的去油脂量，僅洗髮精及洗衣精兩種有價格愈高、洗淨力愈強的趨勢。
- 5.其他如肥皂、洗碗精及沐浴精等，其售價和洗淨力沒有明顯的相關。

三、 探討影響清潔劑乳化效果的因素：

(一) 藥品及器材：

清潔劑（同實驗一），加熱器材、溫度計、鐵架、燒杯、玻棒、碳棒、毫安培計、注射針筒。

(二) 在下列不同的實驗條件下，分別探討與清潔劑導電度的關係：

方法 2-1 清潔劑的濃度不同時

不同的清潔劑濃度 (1ml~7ml) 加入 150ml 的水中，在固定攪拌 100 次及溫度 18°C 的情況下，測量並記錄其導電度及 pH 值。

方法 2-2 清潔劑的溫度不同時

不同的清潔劑 1~3m 加入 150ml 的水中，固定攪拌 100 次之後，分別加熱從 30°C 到 70°C，測量並記錄其導電度。



清潔劑的溫度實驗

方法 2-3 清潔劑的攪拌不同時

不同的清潔劑 1~3m 加入 150ml 的水中，溫度 18°C，玻璃棒攪拌分別為 50 次、100 次、150 次及 200 次，測量並記錄其導電度。



清潔劑的攪拌次數實驗

方法 2 - 4 清潔劑乳化後

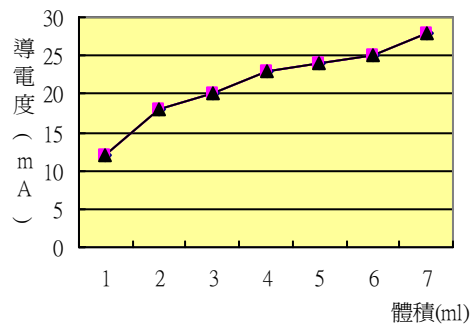
在 150ml 的水及不同量的清潔劑中加 1~3ml 的油脂，重複方法 2 - 1 到方法 2 - 3 的實驗，記錄結果並做比較。



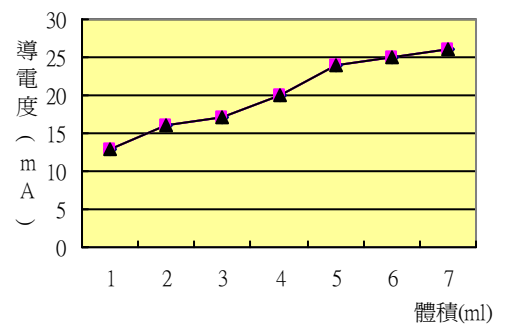
測量清潔劑的導電度

(三) **結果 2 - 1 :**

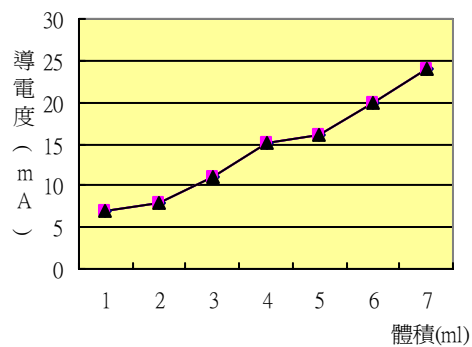
肥皂液濃度



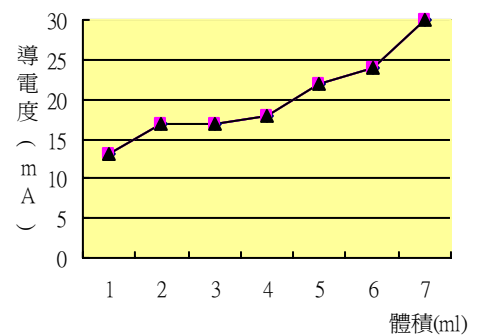
洗髮精濃度



洗碗精濃度



洗衣精濃度

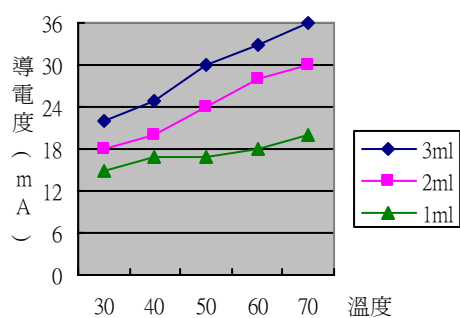


各溶液的 pH 值：

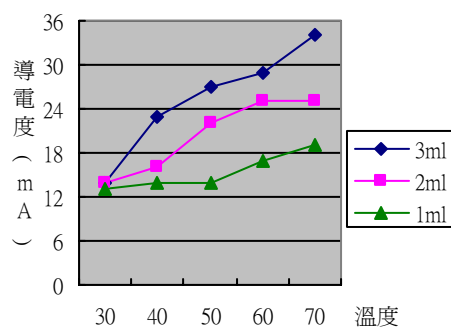
pH 值	1ml	2ml	3ml	4ml	5ml	6ml	7ml
肥皂	7.52	7.81	7.90	8.20	8.24	8.31	8.36
洗髮精	7.44	7.50	7.63	7.74	7.56	7.80	8.20
洗碗精	7.35	7.46	7.52	7.56	7.82	8.00	8.10
洗衣精	7.81	7.95	8.25	8.47	8.67	8.81	8.90

結果 2 - 2：

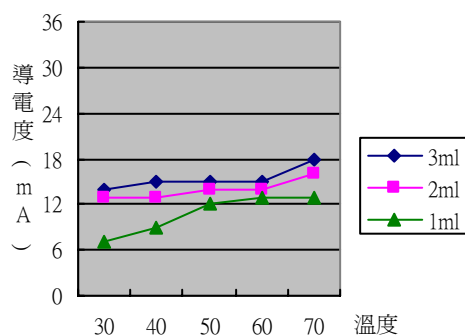
肥皂液溫度



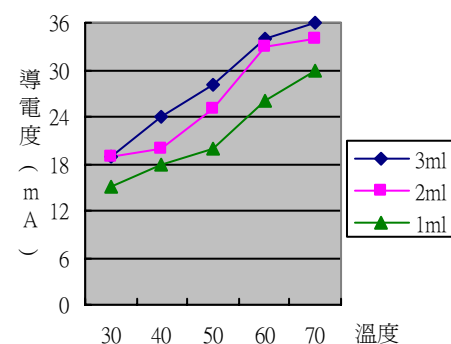
洗髮精溫度



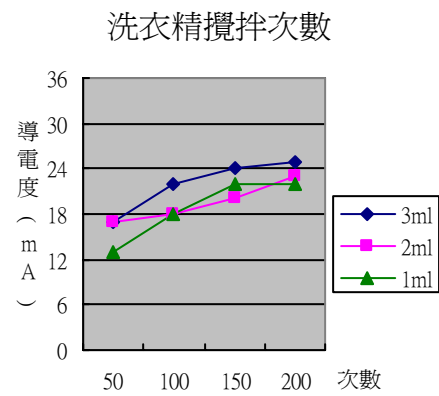
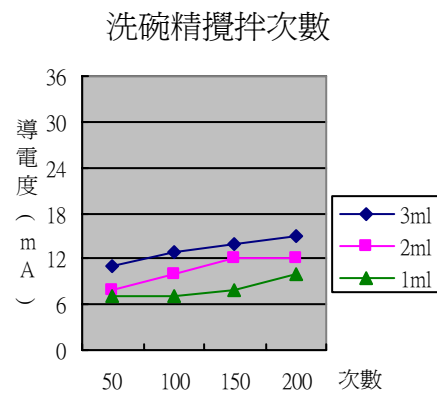
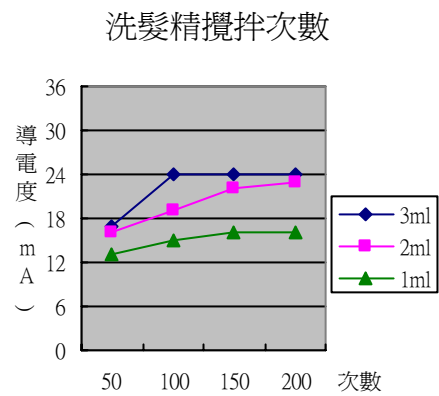
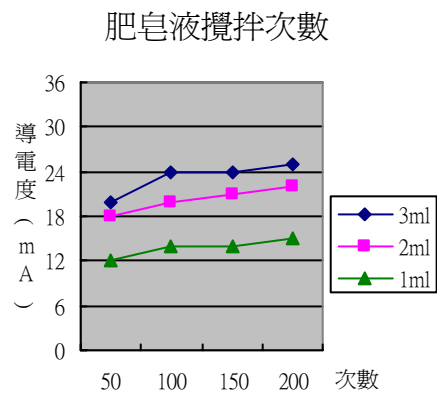
洗碗精溫度



洗衣精溫度



結果 2 - 3 :



結果 2 - 4 :

1.不同濃度 :

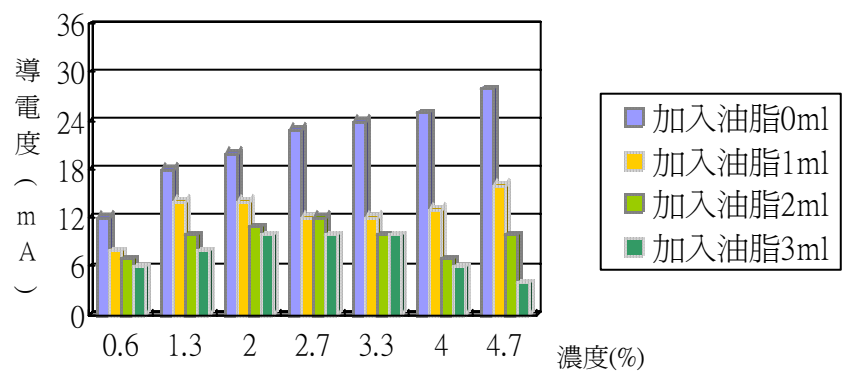
導電度 (mA)		肥皂液濃度 (ml)						
		1	2	3	4	5	6	7
油 脂 量 (ml)	0	12	18	20	23	24	25	28
	1	8	14	14	12	12	13	16
	2	7	10	11	12	10	7	10
	3	6	8	10	10	10	6	4

導電度 (mA)		洗髮精濃度 (ml)						
		1	2	3	4	5	6	7
油脂量 (ml)	0	13	16	17	20	24	25	26
	1	8	11	11	12	15	15	16
	2	8	10	9	11	14	12	12
	3	7	8	8	10	12	10	9

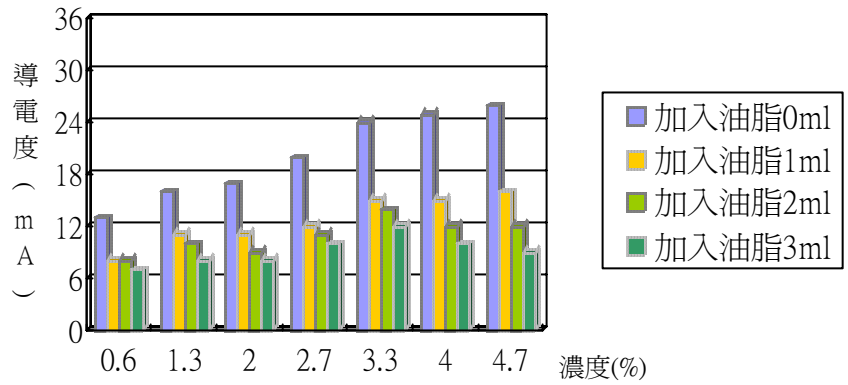
導電度 (mA)		洗碗精濃度 (ml)						
		1	2	3	4	5	6	7
油脂量 (ml)	0	7	8	11	15	16	20	24
	1	6	7	6	9	12	13	18
	2	6	6	6	7	8	12	15
	3	5	6	5	6	7	9	13

導電度 (mA)		洗衣精濃度 (ml)						
		1	2	3	4	5	6	7
油脂量 (ml)	0	13	17	17	18	22	24	30
	1	9	8	7	8	7	9	15
	2	8	7	7	7	7	6	9
	3	6	7	7	7	6	6	6

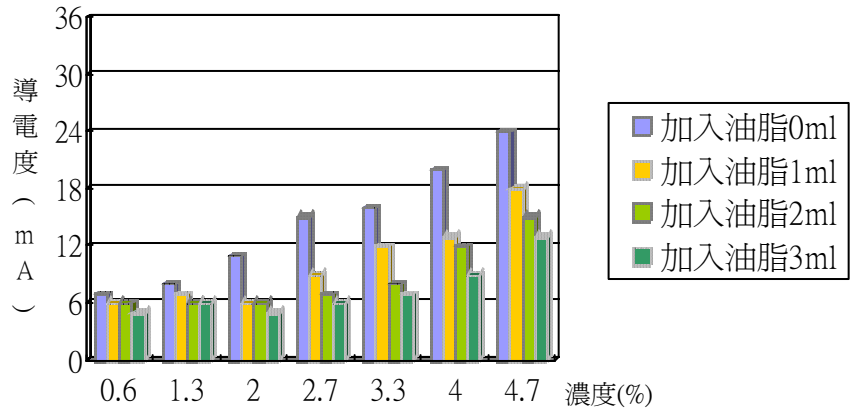
肥皂液濃度



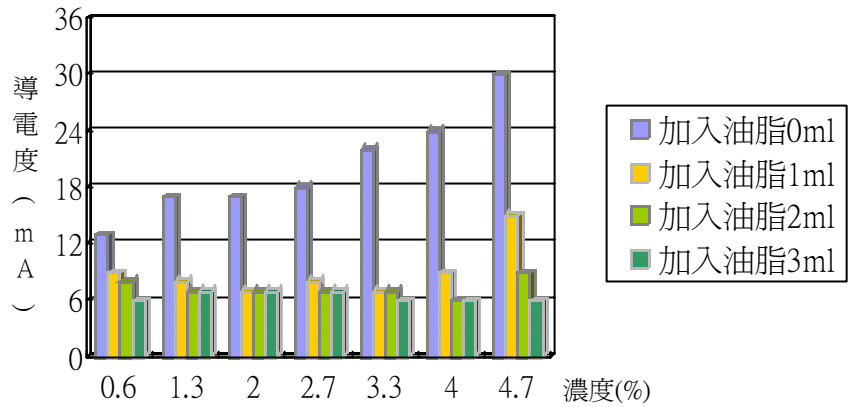
洗髮精濃度



洗碗精濃度



洗衣精濃度

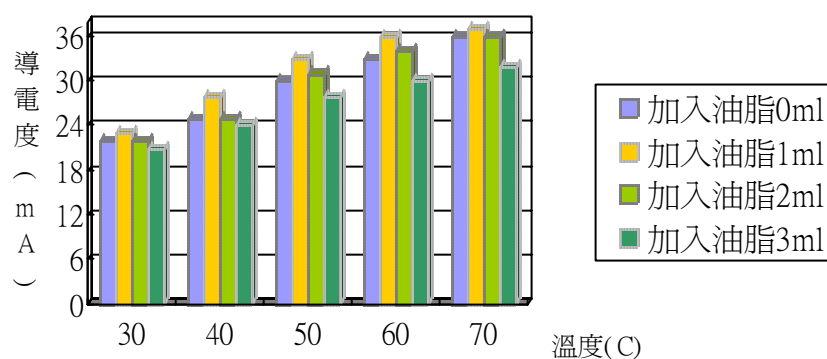


2. 不同溫度：(清潔劑 3ml)

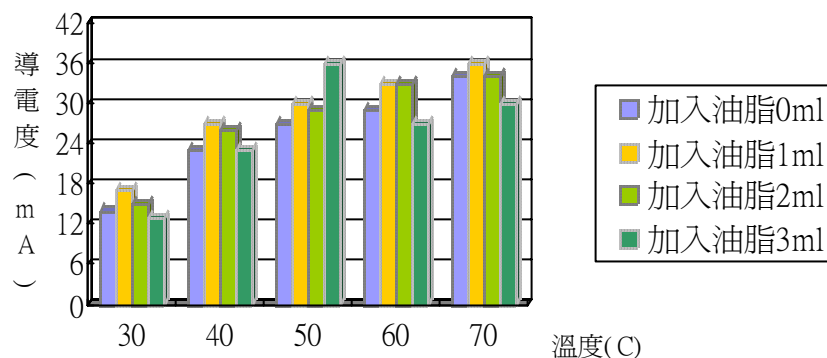
導電度 (mA)		肥皂液溫度 (°C)					洗髮精溫度 (°C)				
		30	40	50	60	70	30	40	50	60	70
油脂 量 (ml)	0	22	25	30	33	36	14	23	27	29	34
	1	23	28	33	36	37	17	27	30	33	36
	2	22	25	31	34	36	15	26	29	33	34
	3	21	24	28	30	32	13	23	26	27	30

導電度 (mA)		洗碗精溫度 (°C)					洗衣精溫度 (°C)				
		30	40	50	60	70	30	40	50	60	70
油脂 量 (ml)	0	14	15	15	15	18	19	24	28	34	36
	1	14	17	18	20	24	22	25	32	35	37
	2	14	17	17	22	25	21	25	33	36	37
	3	14	16	16	13	17	18	20	26	29	30

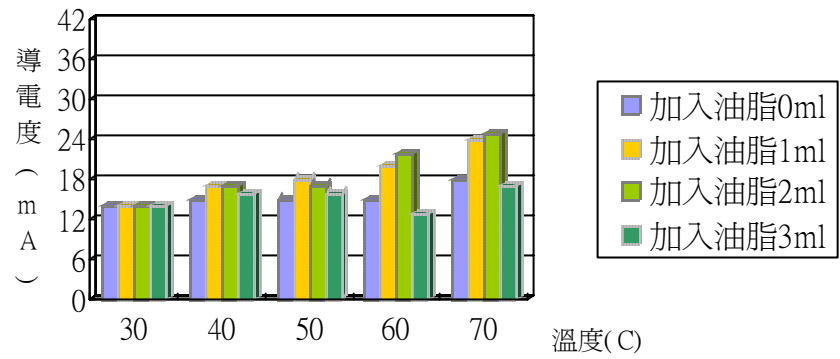
肥皂液溫度



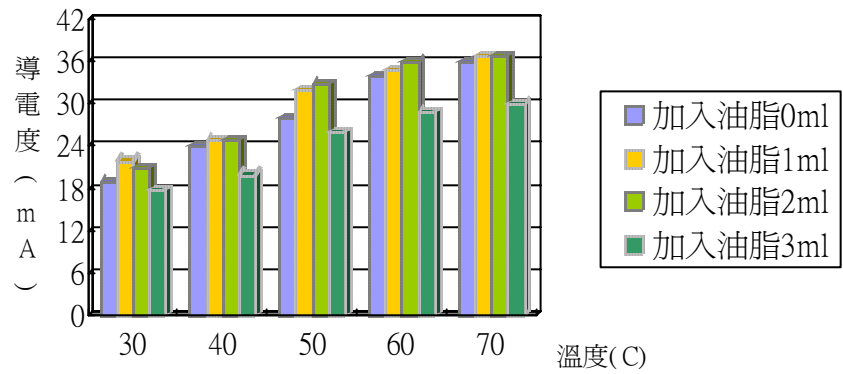
洗髮精溫度



洗碗精溫度



洗衣精溫度

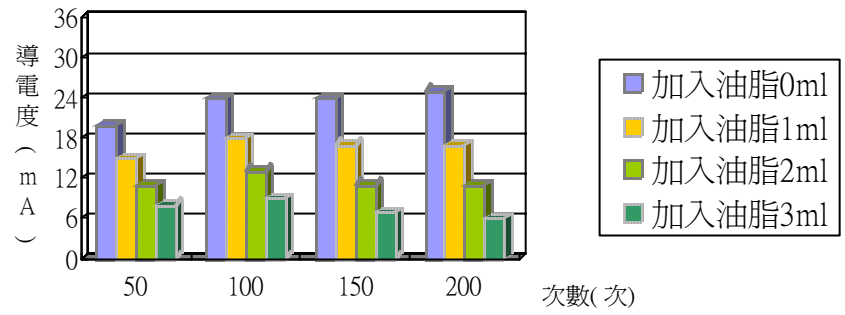


3. 攪拌次數：(清潔劑 3ml)

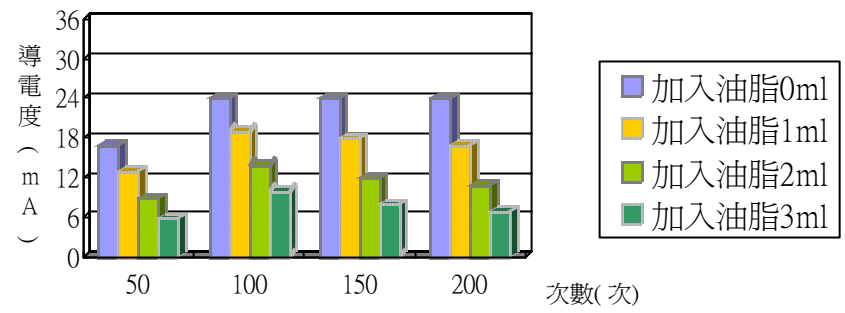
導電度 (mA)		肥皂液次數				洗髮精次數			
		50	100	150	200	50	100	150	200
油脂量 (ml)	0	20	24	24	25	17	24	24	24
	1	15	18	17	17	13	19	18	17
	2	11	13	11	11	9	14	12	11
	3	8	9	7	6	6	10	8	7

導電度 (mA)		洗碗精次數				洗衣精次數			
		50	100	150	200	50	100	150	200
油脂量 (ml)	0	11	13	14	15	17	22	24	25
	1	8	10	10	9	12	15	16	16
	2	7	8	7	6	9	9	8	8
	3	7	7	4	3	8	5	4	3

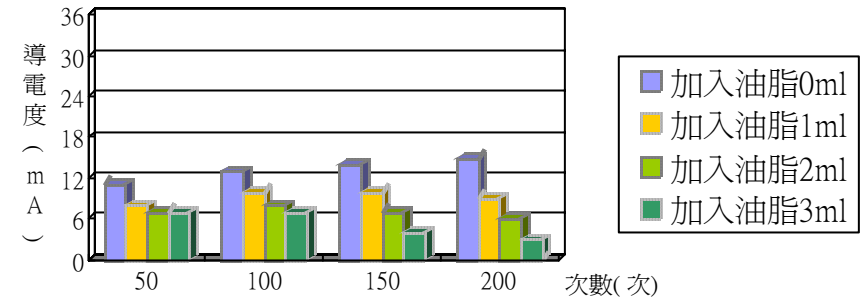
肥皂液攪拌次數



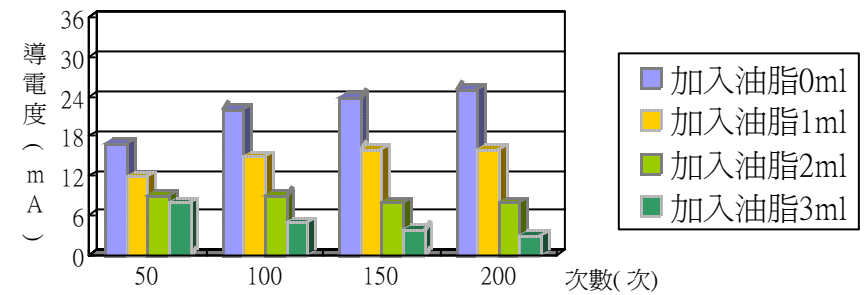
洗髮精攪拌次數



洗碗精攪拌次數



洗衣精攪拌次數



(四) 討論：

- 1.清潔劑的 pH 值隨濃度增加也有增加的情形，大致說來，維持在 7.35 ~ 8.90 之間，而且除了洗衣精外，其餘肥皂、洗髮精及洗碗精 pH 值都在 8.5 以內。
- 2.由本組實驗結果知：清潔劑的濃度增加時導電度也會有增加趨勢。
- 3.清潔劑水溶液的導電度受溫度的影響很大。在 30°C ~ 70°C 之間，溫度愈高導電度愈大，兩者大約成正比的關係，70°C 的導電度約為 30°C 的 1.5~2 倍。
- 4.在清潔劑水溶液的配製過程給予適當的攪拌，導電度約可提升 25% ~ 47%，從我們的實驗結果看來，從 50 下到 100 下之間的提升效果是最大的，因此攪拌 100 下是既能達到效果又不太費時的經濟技巧。
- 5.清潔劑水溶液的導電度會隨著油脂的加入及固定的攪拌乳化後呈現出下降的現象，一般而言，愈高濃度的清潔劑溶液其乳化效果也愈好，導電度下降愈明顯。
- 6.導電度下降的機制根據文獻指出，油滴會減少自由狀態的界面活性劑分子，而定量的油滴若分散粒徑愈小，其油滴群的吸附總面積增加，使得溶液中的離子數更少，導電度更低。
- 7.依本組實驗的結果，各清潔劑乳化的效果以加入 7ml 的導電度下降最多，其中洗衣精的導電度下降百分比又是最高的，平均下降約 80%，洗碗精的下降百分比約為 50%是最少的。
- 8.欲分散 1 cc 的油脂於 150 cc 的水中，要達到較佳的乳化效果，肥皂液大約需 3ml，洗髮精約需 3ml，洗碗精約需 3ml，而洗衣精約需 2ml 的量。
- 9.清潔劑水溶液不管是否加入油脂，當溫度升高時，導電度都受影響而有升高的現象，尤其在油脂量 1ml 時。而當油脂量達 3ml 時才會因為乳化現象增強，而使得導電度呈現下降的趨勢。其中肥皂液 70°C 時，導電度比沒有乳化時下降 11.1%，洗髮精下降 11.8%，洗碗精下降 5.6%，而洗衣精則下降了 16.7%
- 10.清潔劑水溶液的乳化現象受到攪拌次數的影響，攪拌次數愈多次，乳化使得導電度下降的現象就會愈明顯。其中肥皂液攪拌 50 下時導電度降低 60%，攪拌 200 下時，則可以降低 76%；洗髮精攪拌 50 下時導電度降低 64.7%，攪拌 200 下以後則下降 70.8%；洗碗精在攪拌 50 下時導電度降低 36.4%，攪拌 200 下則下降 80.%；洗衣精在攪拌 50 下時下降 52.9%，攪拌 200 時則下降 88%。因此只

要時間因素許可下，清潔劑在使用時要能盡量攪拌，使乳化清潔效果更完全。



清潔劑的靜置時間與乳化效果的實驗

四、 探討清潔劑的靜置時間與乳化效果的關係：

(一) 藥品及器材：

洗衣精、燒杯、玻棒、碳棒、毫安培計。

(二) 方法 3-1

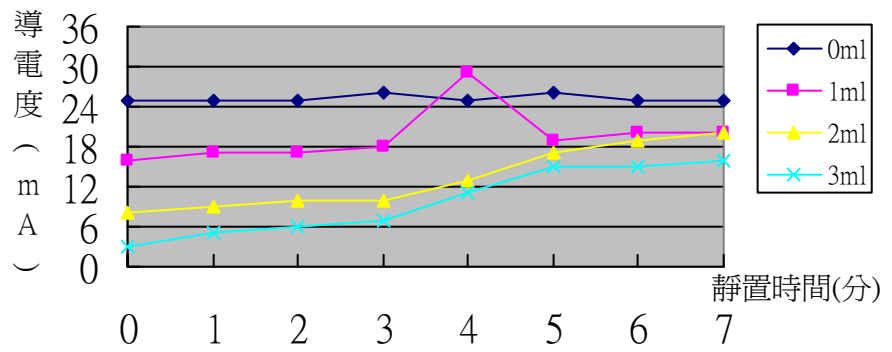
將實驗二的 3，攪拌次數 200 下，在測完洗衣精 3ml 加不同油脂量的導電度後，分別靜置 1~7 分鐘，觀察清潔劑乳化後的靜置時間與導電度的關係。

方法 3-2

分別在複式及解剖顯微鏡底下觀察靜置時間不同，洗衣精攪拌後，乳液的顆粒大小變化如何。

(三) 結果 3-1

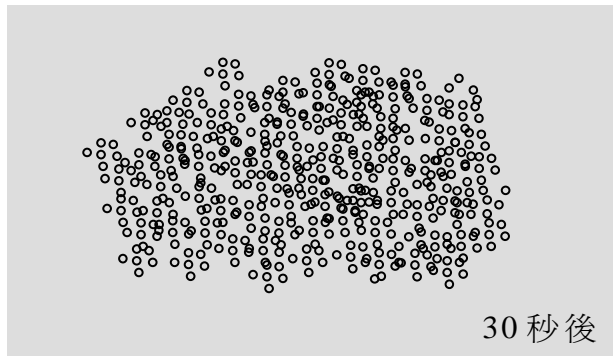
導電度 (mA)		靜置時間 (分)							
		0	1	2	3	4	5	6	7
油脂量 (ml)	0	25	25	25	26	25	26	25	25
	1	16	17	17	18	19	19	20	20
	2	8	9	10	10	13	17	19	20
	3	3	5	6	7	11	15	15	16
降低百分率		88%	80%	76%	73%	56%	42%	40%	36%



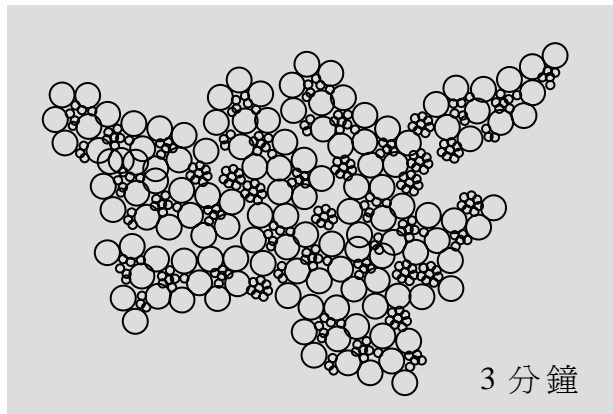
結果 3-2

1.將 2%的清潔劑溶液添加 3ml 的沙拉油，並攪拌 200 下之後靜置 30 秒，開始取液面下 1 cm 的乳液，觀察乳液粒徑的變化如下：

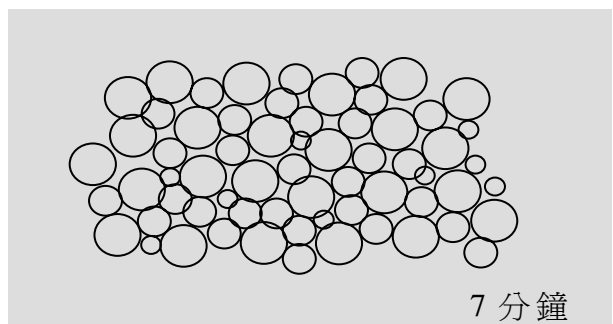
(1) 30 秒後：



(2) 3 分鐘後：



(3) 7 分鐘後：



(四) 討論：

- 1.將清潔劑與油脂攪拌靜置後的結果，我們發現溶液的導電度可以維持 3 分鐘 180 秒的穩定，之後會逐漸升高，在 6、7 分鐘時才又維持穩定。
- 2.在清潔劑中添加 3ml 的油脂，經 200 下的攪拌後，靜置時間從 30 秒到 7 分鐘，導電度的下降百分比從 88%回到 36%，顯示清潔效果大約失去 2.5 倍。
- 3.由顯微鏡中觀察乳液的粒徑：將清潔劑與脂肪形成的乳液攪拌停置 30 秒後，置於顯微鏡下觀察，會發現顆粒微小，不明顯，僅能看到小點繁多。3 分鐘後，則形成顆粒較大且大小均勻排列的乳液，再等 7 分鐘後，顆粒部分增大，不均勻，視野範圍內也偶爾會出現漏洞，乳液顆粒有合併的現象。
- 4.我們發現乳液粒徑會隨攪拌靜置時間增長而增大，又與導電度測試結果比較顯示：粒徑變大、導電度提高，在實驗二時我們曾經討論到油滴會使離子減少，尤其是粒徑愈小，油滴吸附的總表面積增加，會降低導電度；相反的，當乳液粒徑有合併的現象，減少總表面積，則會提高導電度。
- 5.由實驗的結果我們發現：不管是使用哪一種類的清潔劑，都應該要用時才稀釋清洗，不要一次泡一大缸，待清潔劑與脂肪混合後，溶液的導電度會逐漸提升。沒用完的部分，留待數分鐘後就會失去乳化清潔效果，不僅浪費，而且增加污染河川及下水道的機會，爲了達到清潔效果，宜清洗時才稀釋適當的量。

陸、 結論

- 一、 學校課程及文獻中都有提及：不論是天然或合成清潔劑，其清潔原理都是以親油性的一端與油污結合，再由親水性的一端與水結合一併沖走。
- 二、 在清潔劑清潔作用的多種機制中，乳化被普遍認爲是產生清潔作用的最主要機制，因此本組採用三種方式來觀察乳化後的結果。一是測量乳化系統靜置乾燥後，油水分層的量來度量乳化力；二是以乳化液的導電度大小來做爲觀察乳化系統的主要依據；三是以乳液粒徑的大小與導電度來衡量乳化系統靜置後的清潔效果。
- 三、 在探討影響清潔劑的乳化因素方面，本組比較了清潔劑的售價、濃度、

溫度及攪拌次數等方面的不同，其中售價方面本組的實驗發現以洗髮精及洗衣精兩類有售價愈高清潔效果愈佳的現象，肥皂、洗碗精及沐浴精則沒有明顯差別。

- 四、在濃度方面，則分成不同的清潔劑的量（1ml~7ml）及油脂量（0ml~3ml）來探討。結果發現：導電度與清潔劑的濃度大約有正相關，亦即清潔劑的濃度增加時導電度也會增加。乳化效果則隨著濃度的增加有更充分的結合，並且由導電度的降低來顯現。根據本組實驗的結果，發現洗衣精乳化後導電度的下降百分比最大，可以下降到 80%；洗碗精的下降百分比最少，僅能達到 50%。不過我們也發現並不是濃度無限增加，乳化效果也會跟著增強。對於 1 cc 的油脂量，我們發現將 2ml 的洗衣精溶解於 150ml 水中就可以達到最佳效果。而肥皂液及洗髮精、洗碗精則約需 3ml 的量。這些量都比廠商建議的量都還少。
- 五、根據我們的實驗發現：不管是否加入油脂，清潔劑水溶液的溫度升高後，導電度都會有增加的趨勢，唯有在油脂量達到 3ml 時，導電度才會下降。
- 六、清潔劑的乳化現象明顯地受到攪拌因素的影響，攪拌次數由 50 到 200 次時，導電度有逐漸下降的趨勢。
- 七、最後我們希望能由實驗探討乳化效果與時間的關係，結果我們發現停置時間愈久，導電度回升，乳化的粒徑變大，顯示出調配好使用過的清潔劑在大約 7 分鐘後，清潔效果會失去約 2.5 倍。

柒、我們的建議：

- 一、使用各種清潔劑，並不是濃度越高清潔效果越強，在水中加入太多的清潔劑既不經濟也不環保。因此我們的建議是：在 150ml 的水中，如果油脂量是 1ml，則洗衣精可加入 2ml，洗髮精、洗碗精或肥皂液則可加入 3ml，即可有較佳的清潔效果。
- 二、清潔劑稀釋時以常溫的水即可，但是要記得多攪拌。我們建議如果是洗衣服，可以把適量的洗衣精先倒入定量的水中，讓洗衣機事先攪拌均勻，才放入待洗的衣物；洗髮精及洗面乳使用時也最好能事先以手掌搓揉出泡沫，可以得到較佳的洗淨效果，也可以避免濃度高的清潔劑直接接觸皮膚或頭髮，減少傷害。
- 三、不管是使用哪一種清潔劑，都要將使用量控制恰好就好，而不要大大地調配一缸，以為用不完可留著再用，這樣不只浪費，清潔效果也會大打折扣，反而不如要用時再泡就好。

捌、 參考資料：

1. 國中二下自然與生活科技課本 康軒
2. 國中二下理化課本 統編版
3. 界面化學 <http://www.pu.edu.tw/>
4. 界面活性劑 <http://forum.yam.org.tw/>
5. 從導電度看乳化 2002 年國際科學展覽
6. 了解清洗 Jerry Keller
7. 界面活性劑和健康環保 <http://www.phoenix-biotech.com.tw/>

評語

030208 國中組化學科 佳作

去污了嗎？--淺談清潔劑的乳化效果

本作品以油水分層高度及導電度分析法分析市售各類清潔劑之乳化及去污力。其中以導電度法應可得到較精確之數據，值得繼續研究。