實驗四　肥皂與合成洗劑

一、目的

了解「天然洗劑」與「合成洗劑」成份的差異及配製法，並進行各種性質的探討與比較。

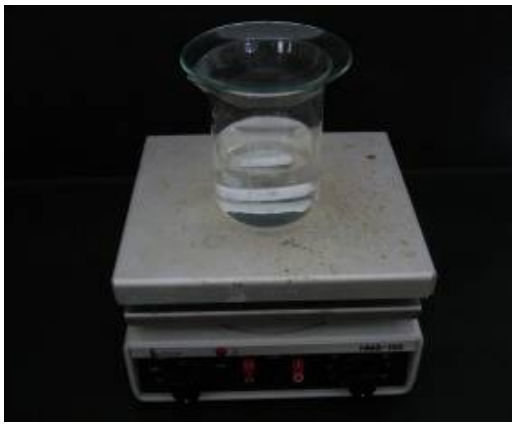


圖 4-1 加熱板的使用

圖 4-2 試管及試管架

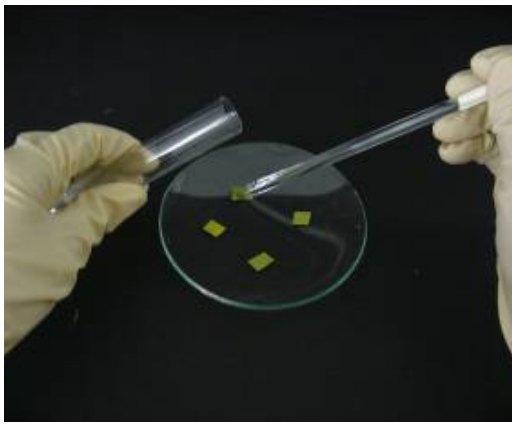


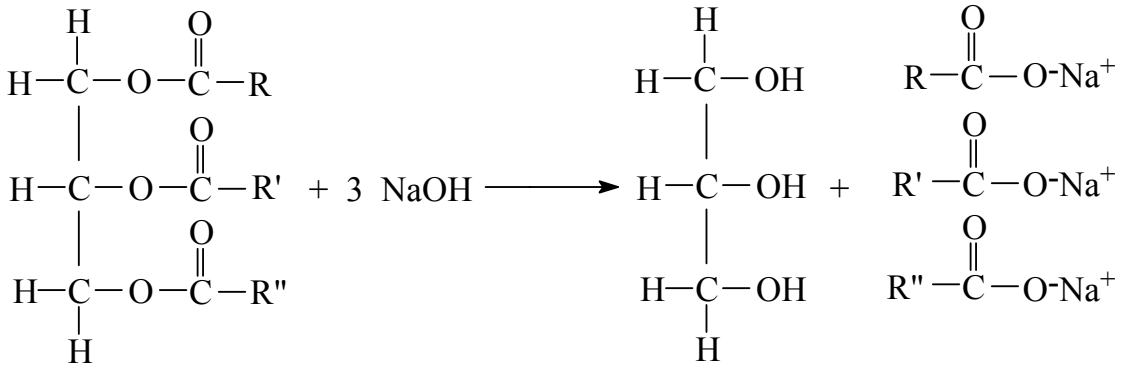
圖 4-3 酸鹼值檢測

圖 4-4 抽氣過濾

二、原理

肥皂是最古老的清潔劑，已有數千年歷史。但一般認為肥皂工業起源於第九世紀，由法國開始製造，直到十九世紀研究油脂化學構造的成功，才有現代化的肥皂工業。

天然的油(oil)或脂(fat)和強鹼水溶液(例如：氫氧化鈉水溶液)混合，加熱經皂化反應後生成肥皂(又稱脂肪酸的鹼金屬鹽)和甘油(glycerol)。



油　　甘油　　肥皂

(R、R'、R"：表示不同碳數的烷基鏈)

以上生成物加入飽和食鹽水，經由鹽析作用(salting out，加入鹽類水物質析出)，過濾後即可得到肥皂。製造過程中，使用的強鹼溶液為氫氧化鈉，則製出鈉肥皂(硬肥皂)；如用氫氧化鉀，得到鉀肥皂(即為軟肥皂)。

製造肥皂使用的油脂原料有牛脂、椰子油、棕櫚油、橄欖油、大豆油、花生油、硬化油...等。不同的原料，所含之脂肪酸種類和比例也不同，例如：椰子油肥皂，主成份為十二酸鈉(又名月桂酸鈉，$C_{11}H_{23}COONa$)；硬化脂肪皂：主成份為十八酸鈉(又名硬脂酸鈉，$C_{17}H_{35}COONa$)；橄欖油肥皂：主成份為十八烯酸鈉(又名油酸鈉，$C_{17}H_{33}COONa$)。通常具有洗淨力的烷基是十二個碳至十八個碳，烷基鏈愈短，水溶性愈佳，起泡力愈強，但洗滌效果較差；反之，烷基鏈愈長，水溶性愈差，但洗滌效果較佳；因此一般市售肥皂，皆為兩種配方混合。

使用肥皂的缺點是肥皂會與硬水中的鈣離子、鎂離子形成不溶於水之沉澱 物，俗稱皂垢，減低其洗滌效果。

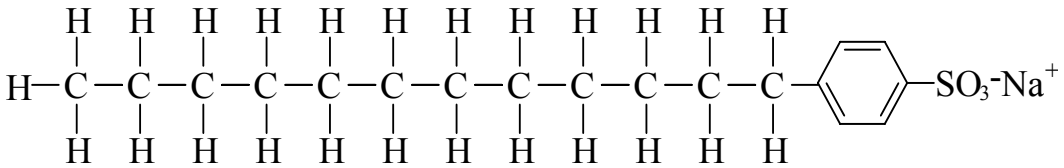
$2\ RCOONa + Ca^{2+} \rightarrow (RCOO)_2Ca\downarrow + 2\ Na^{+}$

肥皂若在酸性水溶液中，會形成脂肪酸，而喪失洗淨力。

$RCOONa + HCl \rightarrow RCOOH + NaCl$

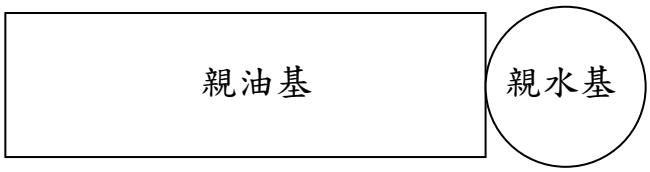
合成洗劑指的就是以人為的原料合成的清潔劑，第二次大戰以後，石油化學工業越來越發達，石油副產品製成的清潔劑便宜又好用，刺激了消費者的使用與購買慾，合成洗劑的使用量與生產量，不斷的逐年往上爬升，直至今天，蔬果洗劑、洗碗精、衛浴清潔劑、廚房去污劑、洗衣粉、洗髮精、沐浴乳、潤絲精、柔軟劑，甚至牙膏，幾乎已取代了肥皂。

全球早期大量上市的合成洗劑，是 ABS 系列(支鏈烷基苯磺酸鈉)，但是因為其不易為生物分解的特性，快速引發水環境污染，因此「硬性化」的 ABS 被「軟性化」的 LAS(直鏈烷基苯磺酸鈉，linear alkyl benzene sulfonate) 所取代，以十二烷基苯磺酸鈉為典型之清潔劑的主要成份，其結構為：



直鏈烷基苯磺酸鈉較肥皂易溶於水中，其水溶液的起泡力甚強，易產生許多細小的氣泡，其滲透力、洗淨力皆良好，家庭用的合成洗劑、洗碗精、洗衣粉、洗衣精…等，幾乎全部屬於此系列。

肥皂與非肥皂(合成洗劑)皆為界面活性劑(surfactants)，界面活性劑是由一端具有長碳氫鏈的親油基，另一端為極性親水基所組成，分子模型圖如下：



界面活性劑在兩相之界面具有很強之吸附力，此特性使水的表面張力(增加每單位面積所需要的能量，erg/cm^2 或 dyne/cm)，明顯降低，因而產生濕潤、滲透、乳化、分散、溶化、起泡、消泡、清潔等特性。以乳化效果為例：燒杯內放入油和水，可得到圖一的結果，即使在燒杯內實施攪拌操作，經過靜置後，還是分離成上下兩層液體的型態，這是以往所謂「油和水難以混和」的說法，如在燒杯內加入少量的界面活性劑，如肥皂或非肥皂等物，經充份攪拌後，可得到圖二之結果，靜置之後，燒杯中的混合物也不會分離成上下兩層。

圖一　　圖二

不可諱言，合成洗劑的使用，得確為我們的現代生活帶來相當的便利。但是，正因為使用的太過於方便，以致於大家反而忽略了它的危害性，在缺乏基本認識的濫用下，不但直接影響到自身的皮膚、臟器…等的健康，也污染了週遭寶貴的水資源和環境，因此「篩選品質、節制用量」方能將合成洗劑的化學污染儘可能的降到最低程度。

三、藥品

1. 硝酸(Nitric acid, $HNO_{3(aq)}$)
2. 植物油
3. 酒精(Alcohol, C_2H_5OH)
4. 氫氧化鈉(Sodium hydroxide, NaOH)
5. 氯化鈉(Sodium chloride, NaCl)
6. 鹽酸(Hydrochloric acid, $HCl_{(aq)}$)
7. 礦物油
8. 硬水
9. 鉬酸銨($(NH_4)_6Mo_7O_{24}$ · $4H_2O$)
10. 三乙醇銨(TEA)
11. 直鏈十二烷基苯磺酸鈉(LAS)
12. 聚乙氧基烴基醚(N-9)
13. 硫酸酯鹽(SLS)
14. CoCoDEA
15. P. G. (Propyl glycol)
16. 綿羊酯醇
17. M. P. (Methyl paraben)

四、器材

A. 抽屜拿出：

1. 燒杯 ：250 mL，500 mL
2. 玻棒
3. 試管

B. 助教發配，實驗後歸還：

1. 抽氣過濾裝置(抽濾瓶，瓷漏斗，抽濾水管)
2. 磁攪拌子

C. 其他器材：

1. 濾紙
2. 廣用試紙

五、步驟

A. 肥皂的製備

1. 取 7 mL 油脂於 250 mL 燒杯中，加入 10 mL 酒精，放入攪拌子攪拌混合。
2. 加入 20 %(重量百分比)的氫氧化鈉水溶液 12.5 mL，一邊攪拌一邊緩和加熱(約保持在 70°C)直到形成糊狀，約需半小時，冷卻燒杯。
3. 加入 100 mL 飽和氯化鈉水溶液，徹底攪拌，使肥皂鹽析(salting out)出來。
4. 以抽氣過濾裝置過濾肥皂，再以 25 mL 冰水沖洗濾紙上的肥皂，繼續抽濾約 10 分鐘，以加速肥皂乾燥。

B. 合成洗劑的配製

1. 500 mL 的燒杯中，分別放入下列試劑，以玻棒攪拌合均勻。

(1) 0.15 g 氫氧化鈉

(2) 1.0 g 氯化鈉

(3) 1.0 g SLS

(4) 0.08 g M. P.

(5) 1.5 mL TEA

(6) 4.5 mL LAS

(7) 3.5 mL N-9

(8) 2.0 mL CoCoDEA

(9) 0.3 mL 綿羊油酯

(10)1.0 mL P. G.

(11)85 mL 去離子水

C. 肥皂與合成洗劑的性質比較

將下列五種待測液裝於燒杯或錐形瓶中，並清楚標示。

(a) 取自製肥皂一小塊(約 1 cm^3)溶於 50 mL 去離子水中。

(b) 取自製洗劑 1 mL 溶於 50 mL 去離子水中。

(c) 市售洗衣粉 0.5 g 溶於 50 mL 去離子水中。

(d) 市售去污粉 0.5 g 溶於 50 mL 去離子水中。

(e) 50 mL 去離子水。

進行下列測試：

1. 酸鹼性：用乾淨玻棒沾待測溶液後，沾濕廣用試紙，逐一測試溶液(a)~(e)的酸鹼度，記錄結果。
2. 乳化性質：各取 10 mL 溶液(a)~(e)放入五支乾淨試管中且標明編號，各加入十滴白蠟油，搖動混合均勻，隨即觀察油和水在試管中之分佈情形；靜置五分鐘後再觀察並記錄之。
3. 硬水中的反應：各取 10 mL 溶液(a)~(e)放入五支乾淨試管中且標明編號，各加入 2 mL 硬水，搖動混合均勻，觀察並記錄混合之初以及靜置五分鐘之後，形成混濁或沉澱物情形。
4. 於酸性水中反應：各取 10 mL(a)~(e)溶液放入五支乾淨試管中且標明編號，各加入五滴 3 M 鹽酸，搖動混合均勻，隨即觀察溶液起泡性質；再各加入十滴白蠟油，再度搖動混合均勻，觀察並記錄混合之初及靜置五分鐘之後的乳化情形。
5. 磷酸鹽測試：各取 2 mL 溶液(a)~(e)放入五支乾淨試管且標明編號，各加入五滴 4 M 硝酸及 5 %鉬酸銨 2 mL，於水浴中稍加熱試管(勿使其沸騰)，如有黃色沉澱，代表有磷化物存在，觀察並記錄之。

六、數據與結果：

A. 就外觀、顏色、觸感、起泡性、清潔力…等特性，描述自製肥皂。

B. 就外觀、顏色、觸感、起泡性、清潔力…等特性，描述自製合成洗劑。

C. 性質測試。

1. 酸鹼性：

待測液種類	pH 試紙顏色	pH 值(Range)
(a) 自製肥皂		
(b) 自製洗劑		
(c) 市售洗衣粉		
(d) 市售去污粉		
(e) 去離子水		

2. 乳化性質：

待測液種類	最初觀察	五分鐘後觀察
(a) 自製肥皂		
(b) 自製洗劑		
(c) 市售洗衣粉		
(d) 市售去污粉		
(e) 去離子水		

3. 硬水中的反應：

待測液種類	最初觀察	五分鐘後觀察
(a) 自製肥皂		
(b) 自製洗劑		
(c) 市售洗衣粉		
(d) 市售去污粉		
(e) 去離子水		

4. 於酸性水中反應：

待測液種類	起泡性觀察	乳化性質 (混合之初)	乳化性質 (靜置五分鐘後)
(a) 自製肥皂			
(b) 自製洗劑			
(c) 市售洗衣粉			
(d) 市售去污粉			
(e) 去離子水			

5. 磷酸鹽測試：

待測液種類	結　　果
(a) 自製肥皂	
(b) 自製洗劑	
(c) 市售洗衣粉	
(d) 市售去污粉	
(e) 去離子水	

七、問題與討論：

1.

(a.) 何謂鹽析(salting out)？

(b.) 描述本實驗如何進行鹽析及其過程變化。

2.

(a) 何謂乳化？

(b) 乳化劑的結構及特性以卵磷脂為例。

3.

(a) 洗劑中含磷化合物會造成何種環境污染？

(b) 以反應式表示，如何檢驗磷化合物的存在？

4. 合成洗劑的危害？

八、實驗心得與討論：

誤差討論：

心得：