

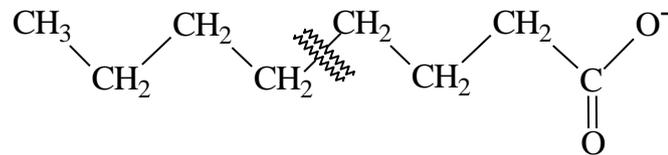
## 實驗十二 肥皂的製備及其性質探討

- 目的
- 一. 瞭解由天然的動物及植物油脂製備肥皂的原理與過程。
  - 二. 比較肥皂與由石油化學產品所衍生的合成清潔劑之性質。

原理 普通肥皂是一種長鏈脂肪酸鈉鹽之混合物。一般通式為  $\text{RCOO}^-\text{Na}^+$ 。例如：硬脂酸鈉 ( $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa}$ )、軟脂酸鈉 ( $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COONa}$ ) .....等。它可溶於水中，經水解可形成鈉離子及脂肪酸基。其方程式如下：



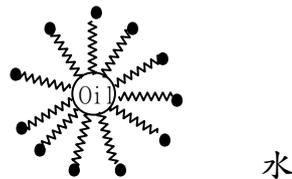
上式中之陰離子(脂肪酸基)是清潔劑之主角，它的一端為羧基( $-\text{COO}^-$ )是親水性，可溶於水中；另一端為有機鏈(碳烴鏈； $-\text{R}$ )是疏水性，可溶於油脂中。如下圖所示：



有機鏈

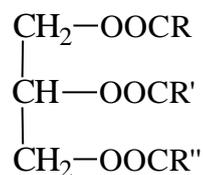
羧基

上圖的有機鏈端可以符號  $\sim$  表示，羧基可以符號  $\bullet$  表示，因此脂肪酸基可以符號  $\sim\bullet$  表示，當脂肪酸基與油滴相遇時，有機鏈端會將油滴包住，像個鍊環(如下圖)，並進一步將油污分散成微小顆粒，藉離子端帶入水中而達清潔效果。

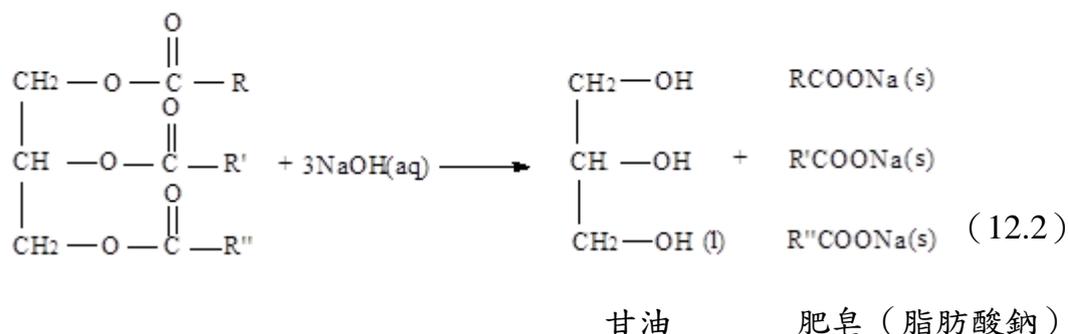


水

油脂是動物和植物的主要成份；一般來說，大部份的動物脂肪在常溫下為固體的油脂，例如：牛油、豬油....等，其化學結構為飽和脂肪酸(或稱硬脂酸)；而大部份的植物油在常溫下為液體的油脂，例如：花生油、沙拉油....等，其化學結構為不飽和脂肪酸(或稱軟脂酸)。油脂均由脂肪酸與甘油(丙三醇)以三對一的比例所形成的酯類。其結構式如下：



肥皂的製備就是利用油脂在氫氧化鈉等鹼性溶液中加熱，產生酯類水解反應，生成脂肪酸鈉及甘油，即所謂的皂化反應，其反應方程式如下：

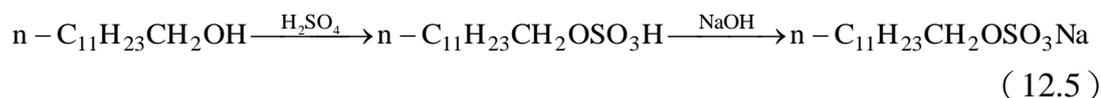


若脂肪酸基與水中某些物質作用，就會使肥皂失去清潔能力。例如：硬水中的金屬離子（ $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ ...）會與肥皂作用產生不易溶解的鹽類，其反應方程式如（12.3）；酸性的水也會與肥皂作用形成弱脂肪酸（ $\text{RCOOH}$ ），而破壞了肥皂的清潔能力，其反應方程式如（12.4）。



上述缺點，市售的合成清潔劑就可克服，其分子構造與肥皂分子相似，一般常用的合成清潔劑為長鏈烷基磺酸鈉鹽，一般通式為  $\text{ROSO}_3^-\text{Na}^+$ 。合成清潔劑的結構式一端為磺酸基（ $-\text{OSO}_3^-$ ）是親水性，可溶於水中；另一端為烷基（ $-\text{R}$ ）是疏水性，可溶於油和脂中。由於它的溶解度很好，不易形成沉澱也不形成弱酸，故可避免肥皂的缺點。

合成清潔劑的製備就是利用長鏈醇類經濃硫酸反應，再用氫氧化鈉溶液中和之，就可獲得烷基磺酸鈉鹽，其反應方程式如下：



器材 試管，250mL 燒杯，布氏漏斗與過濾瓶，本生燈，造型器具（自行攜帶）

藥品 植物油或動物油脂，95% 乙醇，20% NaOH，飽和食鹽水，3M HCl，6M  $\text{HNO}_3$ ，0.25 M  $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ （鉬酸銨鹽），煤油，硬水，蒸餾水

## 實驗步驟

## A. 肥皂的製備

1. 以塑膠滴管直接吸取約 11mL(滴管上具刻度可供讀取)的植物油(或動物油脂)注入 250mL 燒杯中，加入 10mL 的 95%乙醇幫助溶解，攪拌使之均勻；(乙醇是可燃物，應遠離火燄。)再加入 15mL 的 20% NaOH 於燒杯中，並攪拌之。
2. 以小火緩緩加熱並用玻璃棒持續攪拌，直到混合液呈現漿糊狀(所得糊狀混合物即為肥皂和甘油)即可停止加熱。
3. 穿上棉手套將 250mL 燒杯移置桌上，一邊攪拌，一邊加入 50mL 飽和食鹽水溶液於燒杯中，就可將糊狀厚塊分離出來，此即為鹽析法。
4. 利用抽氣過濾法(參閱緒論 6-10 p.28 圖十)取出混合物，用 20mL 冰水分兩次沖洗之，並再抽 3 分鐘以除去殘留的甘油和 NaOH，所得的固體即為肥皂。
5. 將肥皂倒入有造型的器具中或用手捏塑成型。
6. 清潔：
  - a. 使用自己製備的肥皂來洗手，應該會起泡泡。假如製備肥皂時用了過量的油，則肥皂會感覺相當油膩；反之，過量的 NaOH 會使肥皂感覺光滑但不油膩，而且會使皮膚粗糙乾澀。當你洗淨後，描述一下你的肥皂洗淨效力，另外再抹上少量的油脂在你手上，先用水沖洗再使用你製備的肥皂洗之，記錄結果。
  - b. 使用市售的肥皂來洗去手上的油脂，記錄結果。

## B. 肥皂和清潔劑的性質比較(步驟 1-5 不作)

首先把要測的市售肥皂，自己製備的肥皂和清潔劑各取 1 克，分別置入 250mL 燒杯並加入 100mL 蒸餾水溶解之，以供下列測試：

1. 鹼度：過量的 NaOH 殘留在肥皂中會使它粗糙，並對皮膚和衣服造成傷害。利用乾淨玻璃棒分別滴在廣用試紙上測其 pH 值，並記錄此三種溶液之 pH 值。
2. 乳化性質：標示 1-4 號乾淨試管，並將三種溶液各取 10mL 注入三個不同的試管中，再將 10mL 的蒸餾水注入 4 號試管中，分別加入 10 滴煤

油於試管中，搖晃每一試管至均勻後，立即記錄油和水的分布情形，然後靜置 5 分鐘後再記錄之。

3. 硬水反應：取一溶液中含有約  $60\text{mgL}^{-1}$  的  $\text{CaCl}_2$ ， $\text{MgCl}_2$  和  $\text{FeCl}_3$  充當作硬水。用滴管分別取約 2mL 的硬水，置入 1-3 號試管中搖晃均勻，立刻觀察並記錄之；經過 5 分鐘後再觀察是否有霧狀沉澱物生成。
4. 酸性水反應：各取 10mL 的溶液分別放入標號的試管中，各加入 5 滴 3M HCl 並搖晃均勻，記錄所觀察的肥皂性質；然後再加入 10 滴煤油到每一試管中再搖晃均勻，立刻記錄每一溶液中的乳化特性，靜置 5 分鐘後再記錄，將此觀察的結果與步驟 B.2 的乳化性質比較之。
5. 磷酸鹽：許多市售清潔劑均含有磷酸鹽，目的為了用來中和酸性水與結合金屬離子。但它經過一般廢水處理並不能有效的去除，且會造成水污染使河水與湖水優養化。因不同清潔劑會有不同含量，故檢測時，先在各溶液中取出 2mL 分別置於試管中，並分別加入 5 滴稀  $\text{HNO}_3$  和 2mL 的鉬酸鉍溶液，然後用水浴溫熱之，但不要使試管中的溶液沸騰，其中所形成黃色沉澱即為磷酸鹽，分別記錄之。

## 實驗十二 肥皂的製備及其性質探討

### 實驗前問題

學系 \_\_\_\_\_ 學號 \_\_\_\_\_ 姓名 \_\_\_\_\_ 組別 \_\_\_\_\_ 日期 \_\_\_\_\_

1. 肥皂何時發現？如何製備？有何用途？
2. 當採用油脂製備肥皂時，是用油較好還是用脂肪較好？
3. 對反應後的甘油若不去除時，對肥皂會有何影響？



## 實驗十二 肥皂的製備及其性質探討

### 實驗報告

學系 \_\_\_\_\_ 學號 \_\_\_\_\_ 姓名 \_\_\_\_\_ 組別 \_\_\_\_\_ 日期 \_\_\_\_\_

結果（網底的空格為觀察或記錄之數據，其餘則填入計算數據）

#### A. 肥皂的製備

清潔：請詳細敘述自製肥皂與市售肥皂的洗淨效力並比較之。

	觀察敘述
自製肥皂(油脂品名: _____ ) 的洗淨效力及清潔結果	
市售肥皂(品牌名稱: _____ ) 的洗淨效力及清潔結果	
二者比較	

#### B. 肥皂和清潔劑的性質比較

1. 鹼度：比較所測試溶液之鹼度

試管	溶液	廣用指示劑顏色	pH
1			
2			
3			
4			



2. 乳化性質：敘述乳化實驗結果並用分子間力加以說明。

試管	溶液	最初觀察	5 分鐘後觀察
1			
2			
3			
4			

3. 硬水反應：當加硬水到測試溶液中敘述其影響

試管	溶液	金屬離子之加入	最初觀察	5 分鐘後觀察
1				
2				
3				
4				

4. 酸性水反應：

試管	溶液	肥皂水泡沫觀察	油乳化性質觀察
1			
2			
3			
4			

5. 磷酸鹽：

試管	溶液	結果
1		
2		
3		
4		



## 問題

1. 為何肥皂遇到硬水和酸性水會失去效用？而合成清潔劑則否？
2. 肥皂與合成清潔劑之鹼度，何者較大？其原因為何？
3. (1)是否所有清潔劑的結構均有一端為親水性而另一端為疏水性？  
(2)其特性為何？
4. 本實驗中如何判斷皂化(反應)是否完全？請詳述之。

## 討論

