

# 第四屆旺宏科學獎

## 成果報告書

參賽編號： SA4-031

作品名稱：臨界微胞濃度與洗淨力的測定

姓名：呂佩軒

關鍵字：臨界微胞濃度、界面活性劑、清潔劑

# 臨界微胞濃度與洗淨力的測定

## 摘要

本實驗利用自製裝置，以定性定量的方式，對清潔劑之清潔力與 CMC 進行測定。估計出 40°C 下 SDS 之 CMC 約在 0.0115M。並測量不同變因下，界面張力隨清潔劑濃度變化之關係，得知鹽類或醋酸的添加有助於提升清潔劑在較高濃度下的清潔力，其中，硫酸鈉更能在實驗的各個濃度下，都提升清潔力。紅茶對清潔力則無顯著的提升效果。較高的溫度，能有效降低界面張力、提高清潔力。一方面期望本實驗設計能繼續應用在更多生活偏方的驗證，另一方面也期望本實驗的結果能回答日常生活中對清潔劑應用的問題，而能幫助日常中有高效率的運用清潔劑，減少過度使用，進而推進環保。

## 壹、研究動機

如何洗淨油污與我們的日常生活息息相關，洗淨油污的方式有許多種，除了常用的各式清潔劑外，還時常聽聞許多的偏方，例如：常常聽人說用「熱水」洗碗比較乾淨，洗米水亦是口耳相傳的洗潔聖品之一，茶葉、檸檬汁、醋也常常被加在洗潔精以增強洗淨力.....等，我們在好奇心的驅使之下，想要研究會影響界面活性劑將油滴帶離洗淨物表面之能力的變因。過去有關洗淨力的文獻中，有利用自製污布來測試洗淨力的實驗，亦有利用先進的自動化儀器測定清潔劑溶液表面張力或界面張力的實驗，但是前者缺乏客觀與定量的標準，後者則偏重理論而較不能反映日常生活中清潔劑使用的真實情境。

本實驗中，利用了隨手可得的器材組成簡單但精確定量的實驗裝置，測試各個變因對界面活性劑將油滴帶離洗淨物表面之能力的影響，並且經由實驗的方式，探討各種偏方的實用性，提出對日常生活中清潔劑使用的建議，幫助日常中有高效率的運用清潔劑，減少過度使用，進而推進環保！

## 貳、研究目的

- 一、利用簡易的自製實驗裝置，透過定量定性的實驗，探討實驗設計的準確度、測定界面活性劑使油滴游離之能力與濃度的關係。
- 二、測試在不同之清潔劑種類、添加各種不同的物質以及在不同之溫度下，洗淨能力所受的影響。

## 參、研究設備及器材

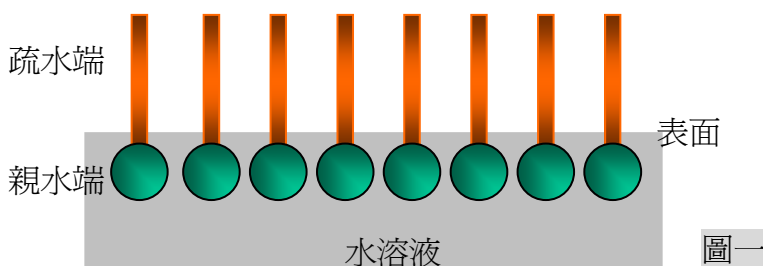
項目名稱	規格或成分	數量
燒杯	50ml、100ml	若干
塑膠針筒	1ml、5ml	若干
針頭	23 號	若干
塑膠針筒	1ml	1 支
電子天平	BH300	1 台
葵花油	略	1 瓶
離子性界面活性劑	SDS	1 罐
硬脂酸鈉清潔劑	象牙牌肥皂	1 塊
混合型市售清潔劑	台塑洗寶洗潔精	1 瓶
NaCl	略	1 罐
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	略	1 罐
Fe SO <sub>4</sub>	略	1 罐
冰醋酸	略	1 罐
茶葉	立頓紅茶包	1 包
NaOH	略	1 瓶
KCl	略	1 瓶
恆溫槽	略	1 台
白米	略	1 包

## 肆、研究過程與方法

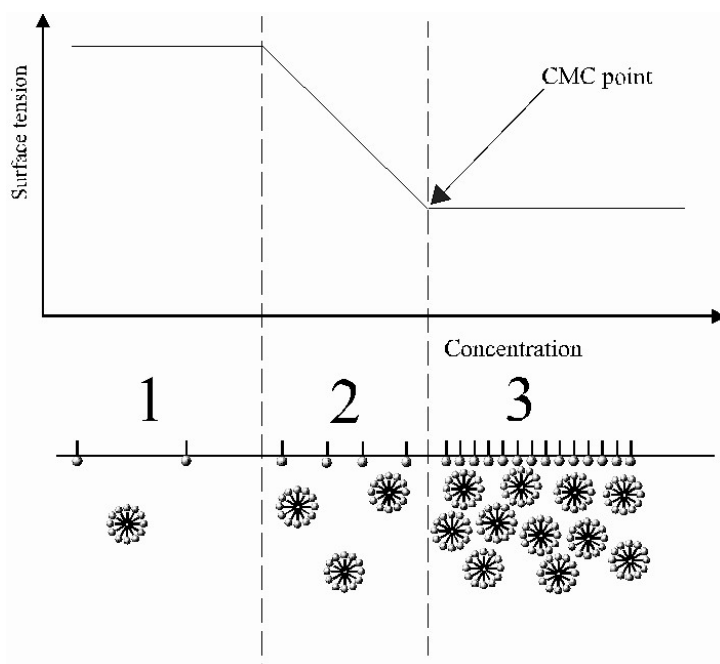
### 一、理論探討

界面活性劑的去污原理是由親油基插入油污內再由親水基將油污帶離洗淨物的表面，清潔劑溶液的表面張力，臨界膠體質點濃度（critical micell concentration，以下簡稱為 CMC）等物性與洗淨力有著很大的關係。

界面活性劑分子置於水中時，疏水基和水分子產生排斥，親水基吸引水分子，因此界面活性劑分子有二種較安定的排列方式，其中一種就是排列在水的表面上，如下圖一所示：



當界面活性劑濃度提高到一定程度時，其疏水基互相吸引使分子聚集在一起而形成所謂的微胞，微胞開始形成的濃度稱為臨界微胞濃度〈critical micell concentration；CMC〉：

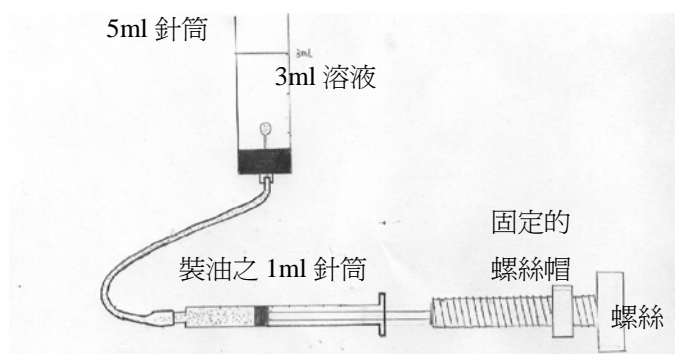


圖二

界面活性劑必須達到能大量形成球狀微胞的濃度時，才有顯著的洗淨力，因此 CMC 是清潔劑洗淨力之重要指標，雖然現在在商業上已有自動化的分析儀器，能測量不同濃度界面活性劑溶液的界面張力，並計算 CMC，但在本實驗中，希望能更真實模擬清潔劑實際作用的模式，故設計了能夠反映出界面張力與界面活性劑將油滴帶離洗淨物表面之能力的實驗方法及裝置。

## 二、實驗裝置與原理：

如圖三所示，實驗的基本裝置是由 5ml 針筒作為溶液槽，盛裝 3ml 的清潔劑溶液。另一支 1ml 針筒(最小刻度 1/100ml)作為油滴的推進針筒並可以測量油的體積，1ml 針筒經由塑膠軟管接上一個已經預先磨平尖端的 23 號針頭，針頭插入 5ml 的針筒後，只要推進 1ml 針筒，油滴就會慢慢由針頭湧出。本實驗中並且利用螺絲旋轉推進針筒，以提高穩定性。(可見附錄照片)



圖三

因為界面張力的作用與浮力達到平衡，會使湧出的油形成油滴，如圖四所示，當油滴的體積漸漸變大時，其所受到的浮力會超過界面張力作用的上限而脫離針頭向上浮至水面。

理論而言，界面張力  $T$  所能產生之最大作用力為：

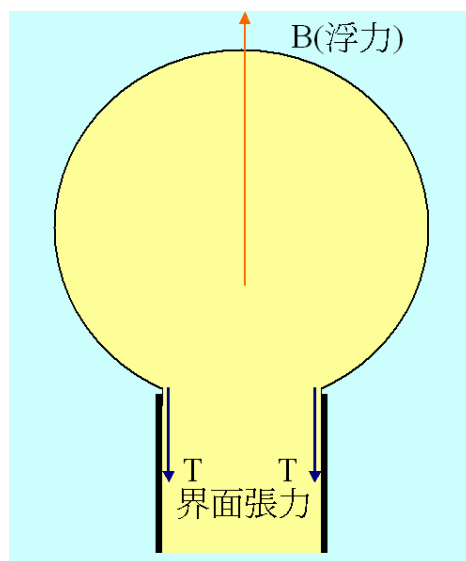
$$F_{max} = T \times \pi R \times \cos 0^\circ \dots\dots (a)$$

並可利用下式(b)，由油滴重量計算界面張力：

$$F_{max} = \frac{4\pi}{3} r^3 \times g \times \Delta\rho \dots\dots (b)$$

其中  $T$  為界面張力， $R$  為針頭內徑， $r$  是針頭半徑， $\rho$  是油滴密度， $0^\circ$  為界面和針壁之最小夾角。

利用 (a) (b) 式，我們可以估計二溶液界面張力係數之變化。



圖四

如果界面張力愈大，那麼油滴所能累積的體積就會愈大，反之，油滴在體積很小時就會上浮。而界面張力會隨清潔劑濃度的增加而減小，而恰好能達到其最小值的清潔劑濃度就是 **critical micell concentration**。所以我們想藉由油滴的大小來得知其洗淨力還有估計 **critical micell concentration**。

在本實驗中，每次滴出總體積約 0.5ML 之油滴，量測總體積並除以滴數後可以計算得到平均油滴體積。可以研究比較各種不同變因對油滴大小的影響。

本實驗也分別針對離子型和非離子型界面活性劑設計系列實驗，對影響洗淨力之變因做詳細探討。

### 三、實驗步驟

#### (一)、陰離子型界面活性劑—(十二烷基硫酸鈉 SDS)

##### 1、實驗一：純陰離子型界面活性劑—十二烷基硫酸鈉 SDS 之 CMC

利用純離子型界面活性劑進行實驗，測量不同清潔劑濃度下，油滴之平均體積隨清潔劑濃度變化之情形，繪圖表示。並將實驗結果與文獻值比較。

#### (二)、肥皂(離子型界面活性劑)

##### 1、實驗二：離子型清潔劑濃度與油滴體積之關係

測量不同清潔劑濃度下，油滴之平均體積隨清潔劑濃度變化之情形，並繪圖表示。

##### 2、實驗三：離子型清潔劑添加醋酸的影响

將冰醋酸配成 5% 與 10% 的醋酸溶液，測量不同清潔劑濃度下，油滴之平均體積隨清潔劑濃度變化之情形。

#### (三)、混合型界面活性劑

##### 1、實驗四：非離子型清潔劑濃度與油滴體積之關係

室溫下(20°C)，測量不同體積千分率的清潔劑濃度下，兩種不同油類的油滴之平均體積隨清潔劑濃度變化之情形，並繪圖表示。

##### 2、實驗五：非離子型清潔劑添加鹽類的影响

分別添加氯化鈉，氯化鉀，硫酸鈉，硫酸鐵，配成 0.25M 或 0.5M 的鹽類溶液，測量不同體積千分率的清潔劑濃度下，油滴之平均體積隨清潔劑濃度變化之情形。並與實驗一之結果繪圖比較。

##### 3、實驗六：非離子型清潔劑添加鹼性物質的影响

添加輕氧化鈉，配成 0.02M 的鹼性溶液，測量不同體積千分率的清潔劑濃度下，油滴之平均體積隨清潔劑濃度變化之情形。並與實驗一之結果繪圖比較。

##### 4、實驗七：非離子型清潔劑添加茶的影响

將一包紅茶包泡成 100ml 茶水，再配成 5% 與 10% 的茶水溶液，測量不同體積千分率的清潔劑濃度下，油滴之平均體積隨清潔劑濃度變化之情形。並與實驗一之結果繪圖比較。

##### 5、實驗八：非離子型清潔劑添加醋酸的影响

將冰醋酸配成 5% 與 10% 的醋酸溶液，測量不同體積千分率的清潔劑濃度下，油滴之平均體積隨清潔劑濃度變化之情形。並與實驗一之結果繪圖比較。

##### 6、實驗九：靜水壓的影响

改變 5ml 針筒內預先裝盛的溶液體積為 5ml，使得針頭距液面高度倍增，測量不同體積千分率清潔劑濃度下，油滴之平均體積隨清潔劑濃度變化之情形。並與實驗一之結果繪圖比較。

7、**實驗十**：溫度的影響

於 0°C 與 40°C 之恆溫槽，測量不同體積千分率的清潔劑濃度下，油滴之平均體積隨清潔劑濃度變化之情形。並與實驗一之結果繪圖比較。

8、**實驗十一**：不同油類的影響

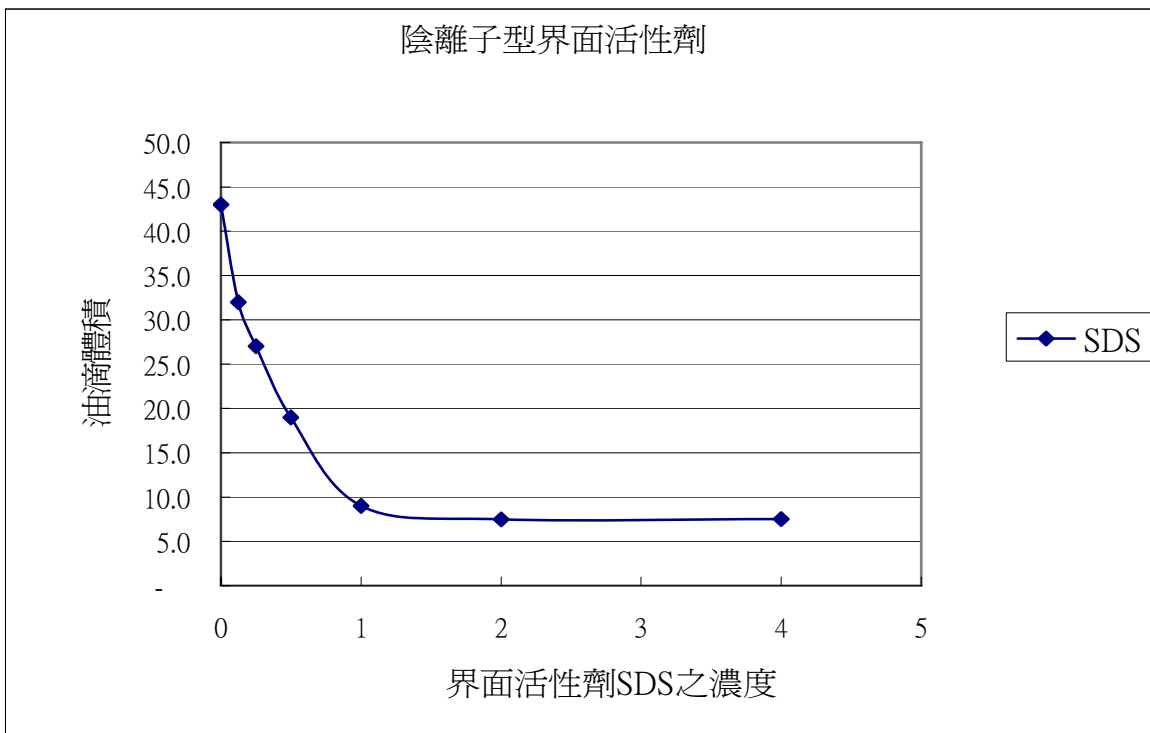
利用機油替換葵花油，測量不同體積千分率的清潔劑濃度下，油滴之平均體積隨清潔劑濃度變化之情形。並與實驗一之結果繪圖比較。

## 伍、研究結果

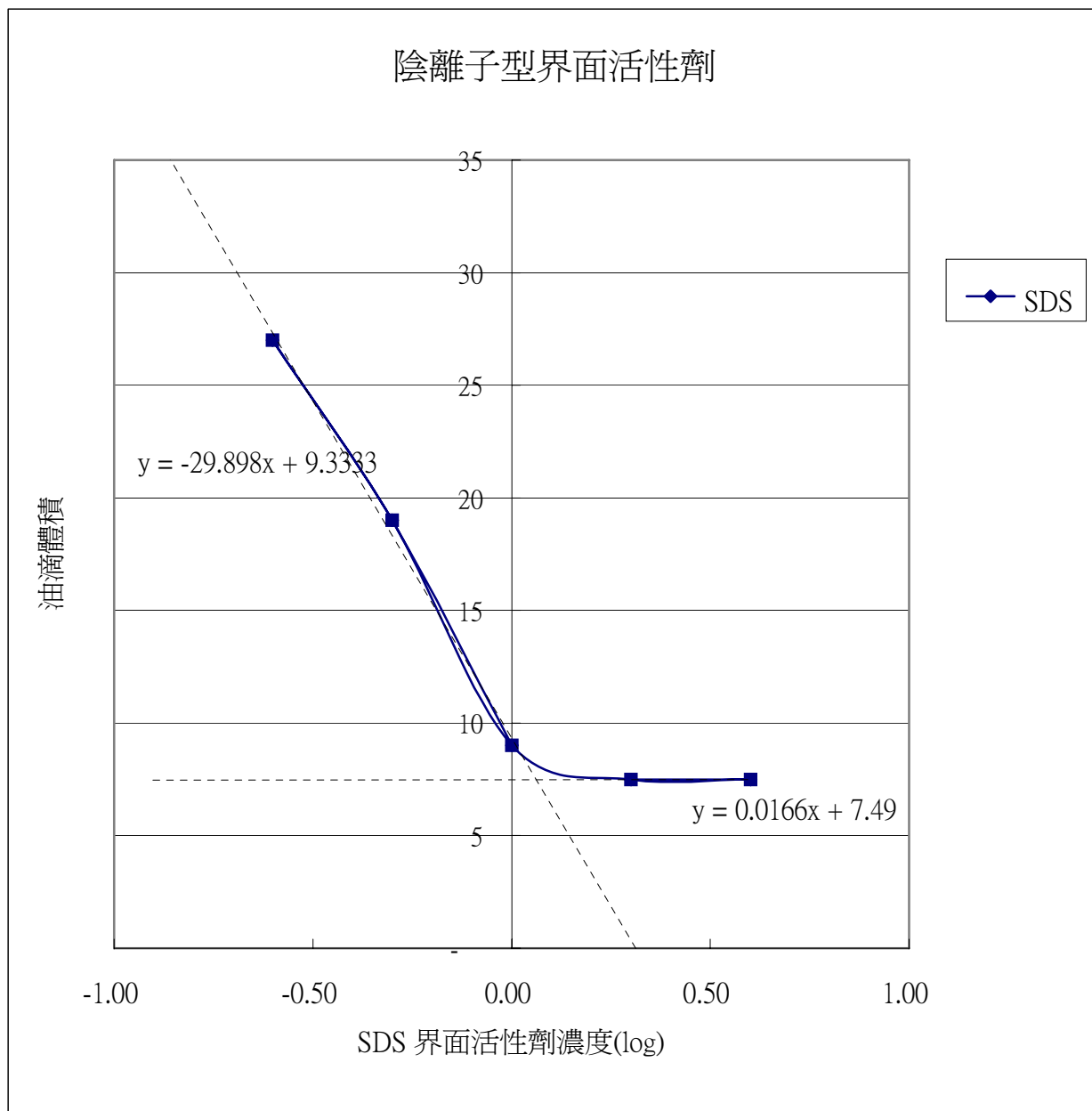
一、**實驗一**：純陰離子型界面活性劑—十二烷基硫酸鈉 SDS 之 CMC

溫度 40°C

純界面活性劑濃度(1/100M)	0.0	0.125	0.25	0.50	1.0	2.0	40
平均油滴體積 ( $\mu\text{L}$ )	SDS	43.0	32.0	27.0	19.0	9.0	7.5



濃度取對數值：



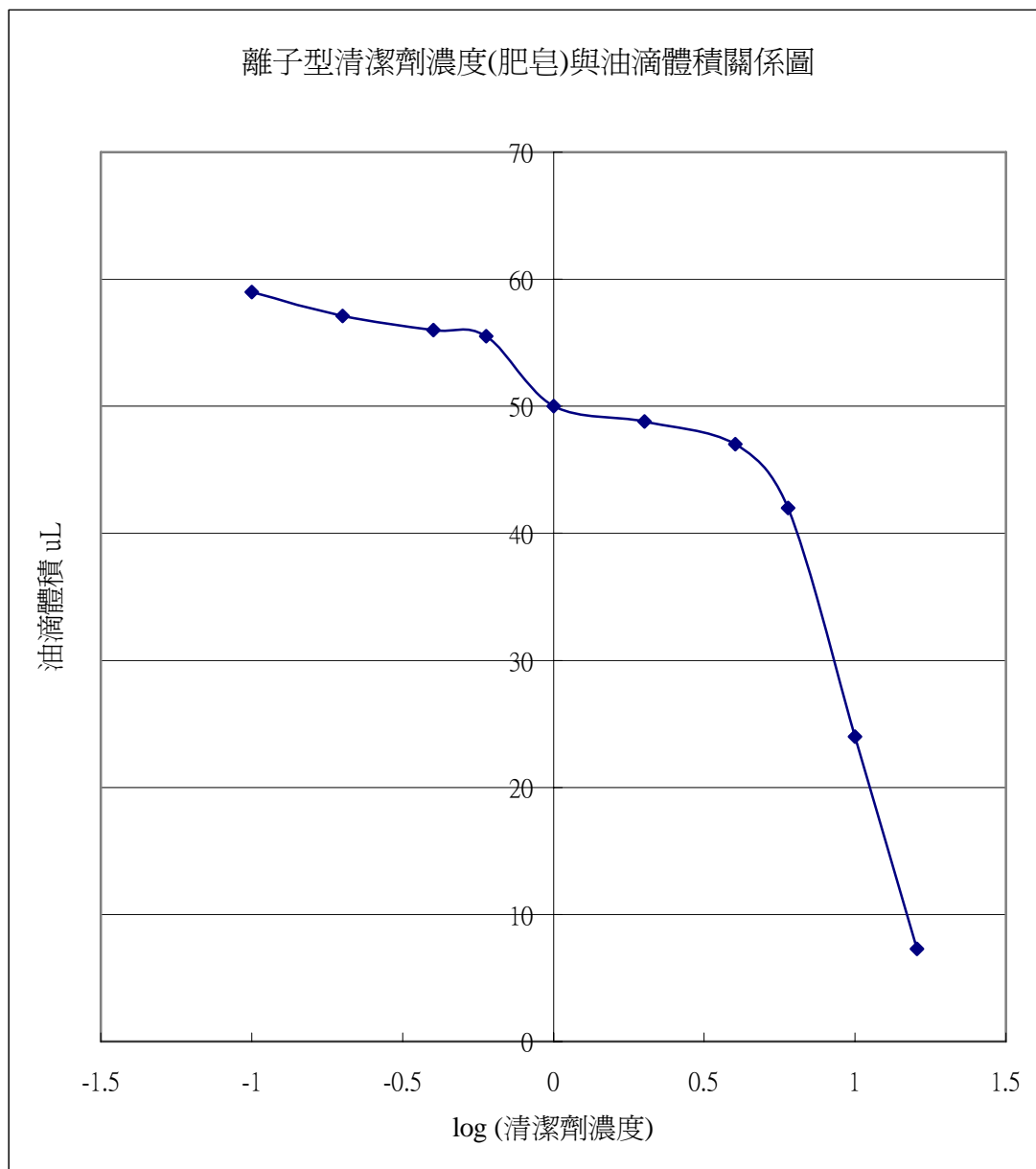
**結果**：發現曲線可分為 2 段直線，與文獻結果<sup>文獻一、四、六、八</sup>相符，利用本實驗裝置所測得的 CMC 為 0.0115M，與文獻值<sup>文獻一</sup>十二烷基硫酸鈉之 CMC 在 40°C 時約為 0.0097M 有些許差距。



## 二、**實驗二**：肥皂與油滴體積之關係

溫度：室溫〈約 20°C〉

清潔劑濃度 (g/L)	0.0	0.1	0.2	0.4	0.6	1.0	2.0	4.0	6.0	10.0	16.0
平均油滴體積	59.2	59.0	57.1	56.0	55.5	50.0	48.8	47.0	42.0	24.0	7.3

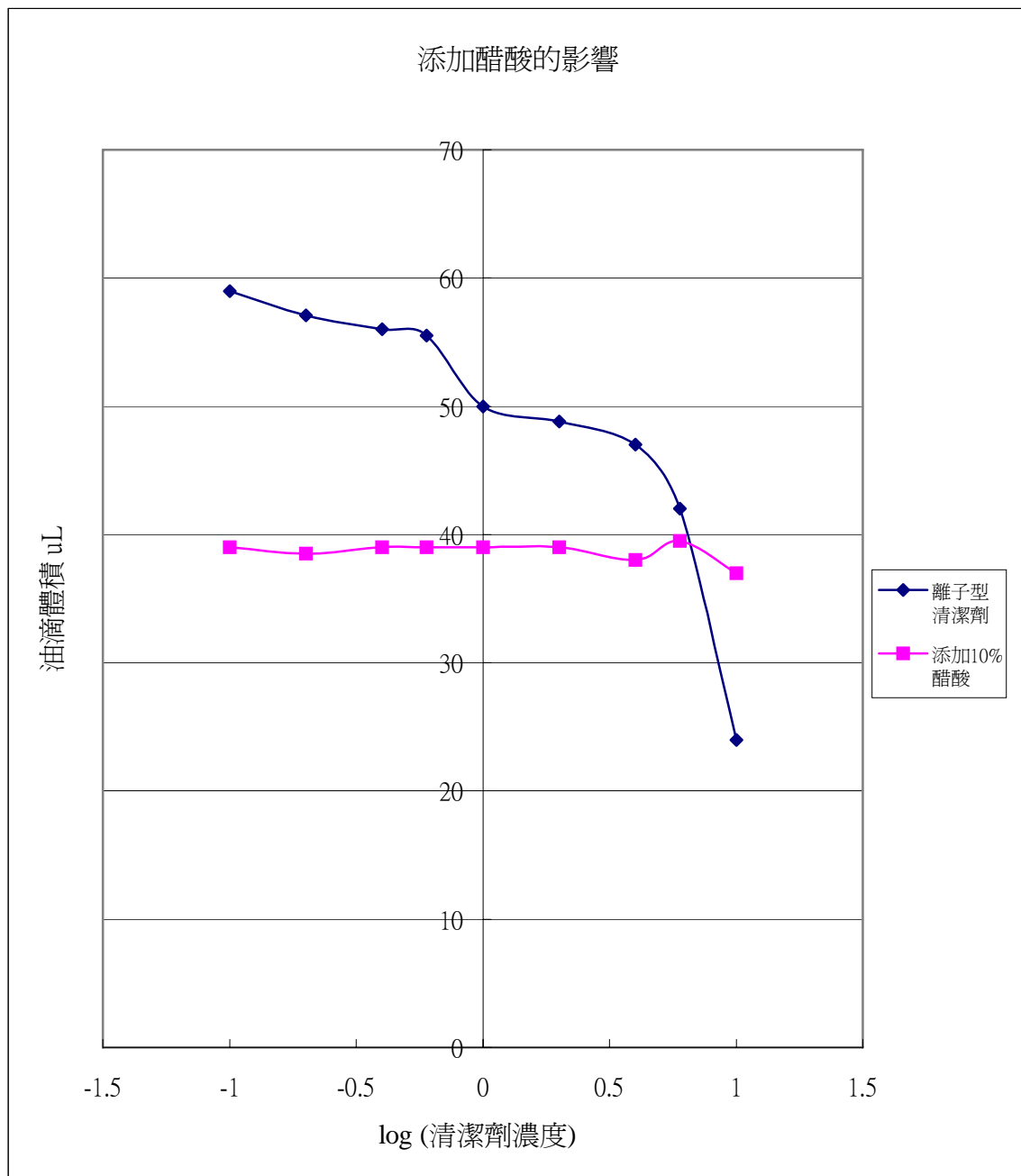


**結果**：肥皂在濃度小於 6 g/L 時，油滴體積維持在 40  $\mu$ L 以上，而在濃度大於 6 g/L 之後，油滴體積快速下降。實驗中所用肥皂對水之最大溶解度約為 20g/L。

### 三、實驗三：離子型清潔劑添加醋酸（10%）的影響

溫度：室溫（約 20°C）

清潔劑濃度 (g/L)	0.0	0.1	0.2	0.4	0.6	1.0	2.0	4.0	6.0	10.0
添加醋酸 (10%)	39.0	39.0	38.5	39.0	39.0	39.0	39.0	38.0	39.5	37.0
離子型清潔劑	59.2	59.0	57.1	56.0	55.5	50.0	48.8	47.0	42.0	24.0

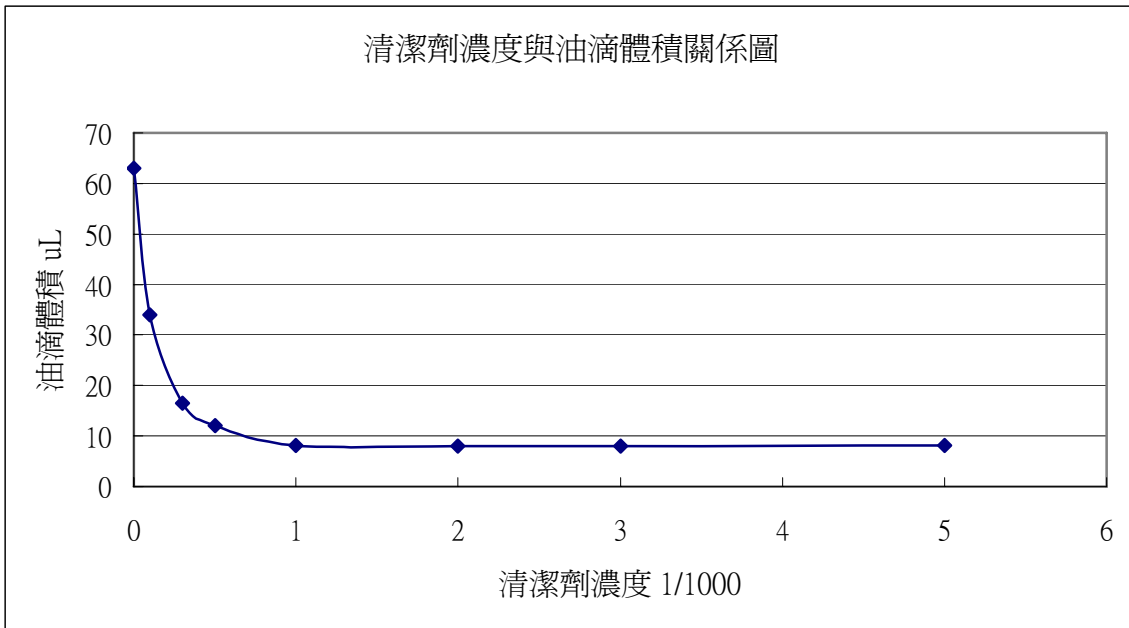


結果：添加冰醋酸後，平均油滴體積大約維持在 37~39 左右，並不會明顯受到清潔劑濃度之影響。

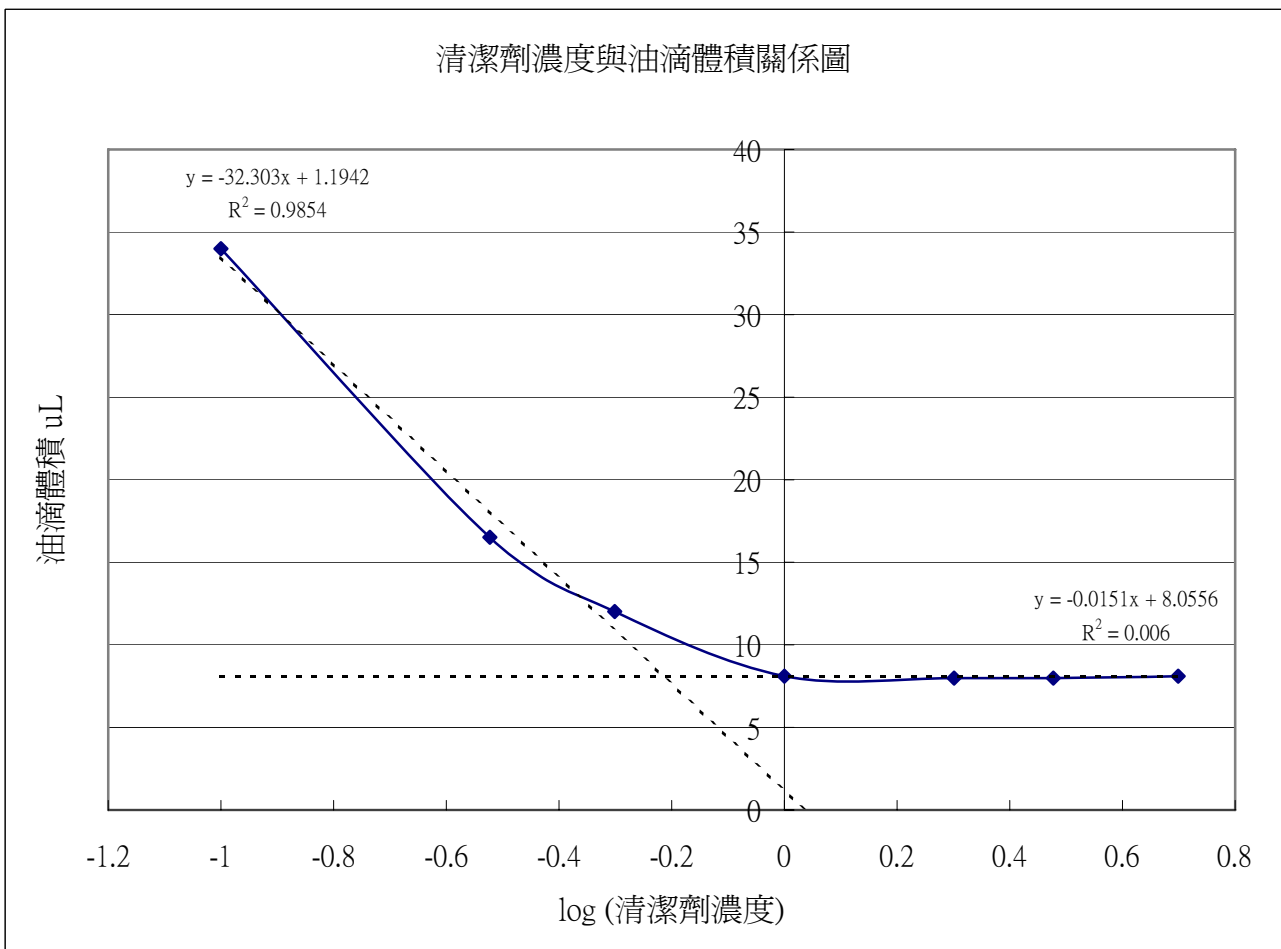
四、**實驗四**：混合型清潔劑濃度與油滴體積之關係

溫度：室溫（約 20°C）

清潔劑濃度 (1/1000)	0.0	1.0	3.0	5.0	10.0	20.0	30.0	50.0
平均油滴體積 (μL)	63.0	34.0	16.5	12.0	8.1	8.0	8.0	8.1



若將橫軸改取 log 值繪圖



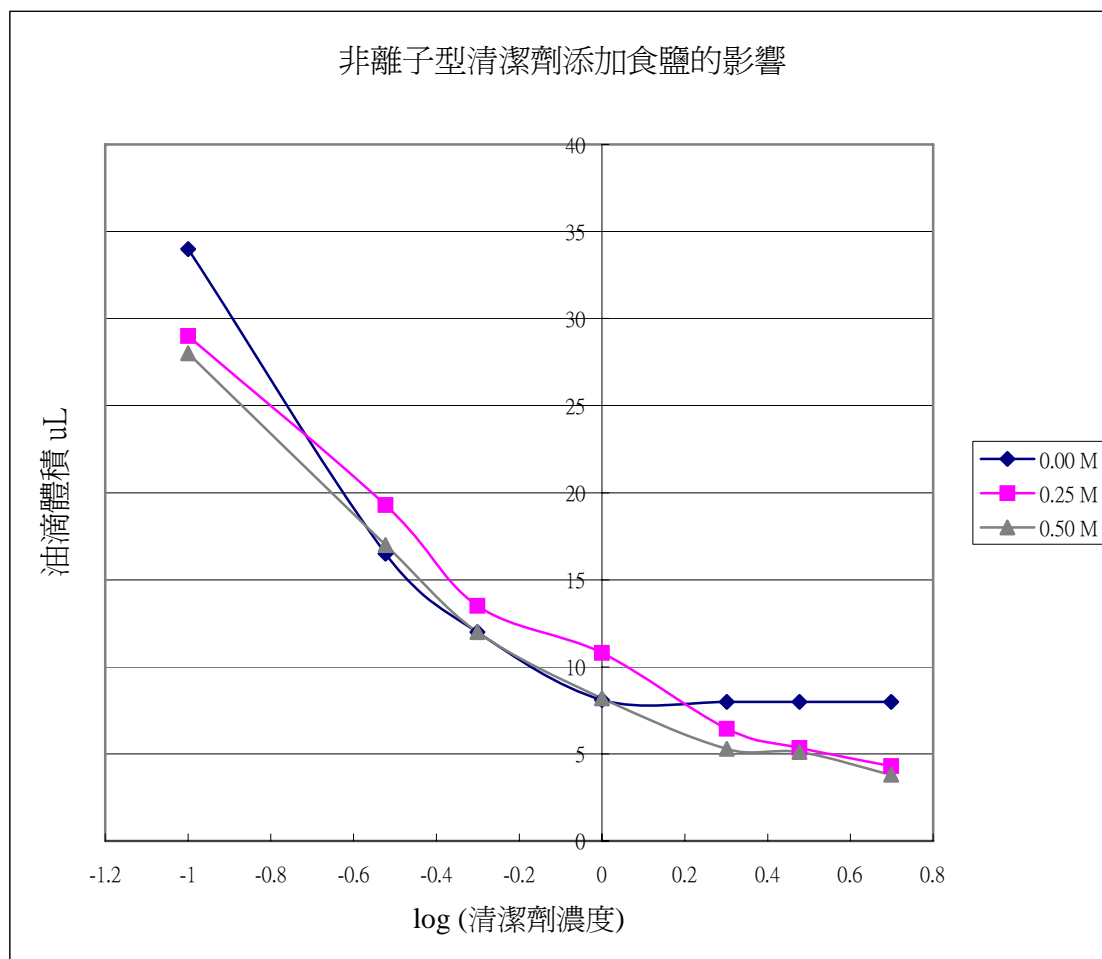
**結果**：在濃度小於 1/1000 時，油滴體積隨濃度增加而明顯減少，也就是界面張力隨濃度增加而明顯減少，表示界面活性劑將油滴帶離洗淨物表面之能力隨濃度增加，而在濃度大於 1/1000 之後，油滴體積不受濃度增加而改變，表示界面活性劑將油滴帶離洗淨物表面之能力已達最大值。由實驗結果可知要達到最大清潔力的最低清潔劑濃度約為 0.6310/1000。

## 五、**實驗五**：混合型清潔劑添加鹽類的影響

### (一)、添加氯化鈉的影響

溫度：室溫〈約 20°C〉

清潔劑濃度 (1/1000)		0.0	1.0	3.0	5.0	10.0	20.0	30.0	50.0
平均油滴體積 ( $\mu\text{L}$ )	0.25M NaCl	54.0	30.0	18.5	12.5	4.8	3.4	3.2	2.8
	0.50M NaCl	59.0	46.0	24.0	12.5	6.6	4.6	4.0	4.0

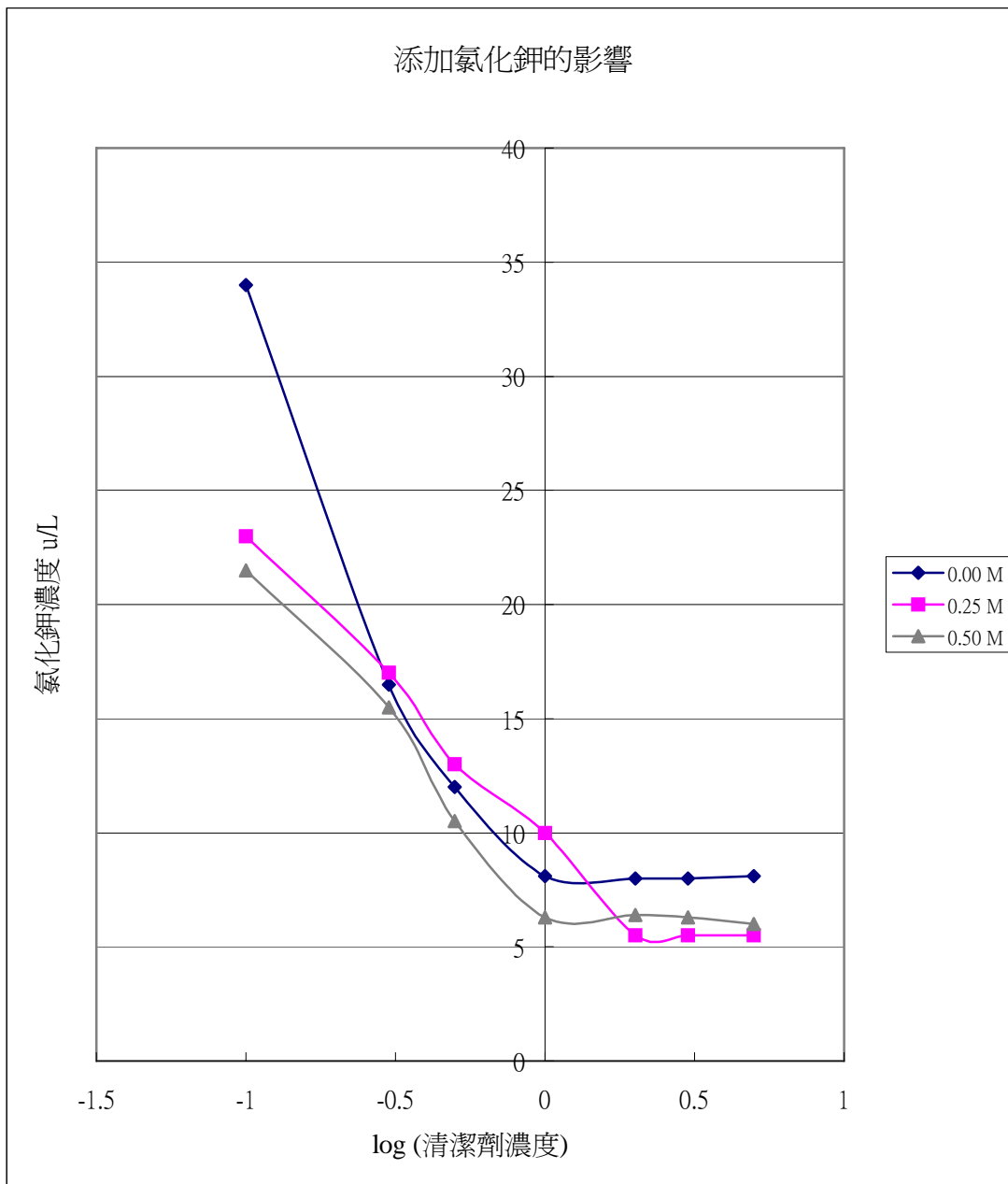


**結果**：在清潔劑濃度很低時，添加氯化鈉會增加油滴體積。而在清潔劑濃度較高時，添加氯化鈉可以降低油滴體積。

(二)、添加氯化鉀

溫度：室溫〈約 22°C〉

清潔劑濃度 (1/1000)		0.0	1.0	3.0	5.0	10.0	20.0	30.0	50.0
平均油滴體積 ( $\mu\text{L}$ )	0.25M KCl	31.0	23.0	17.0	13.0	10.0	5.5	5.5	5.5
	0.50M KCl	28.0	21.5	15.5	10.5	6.3	6.4	6.3	6.0

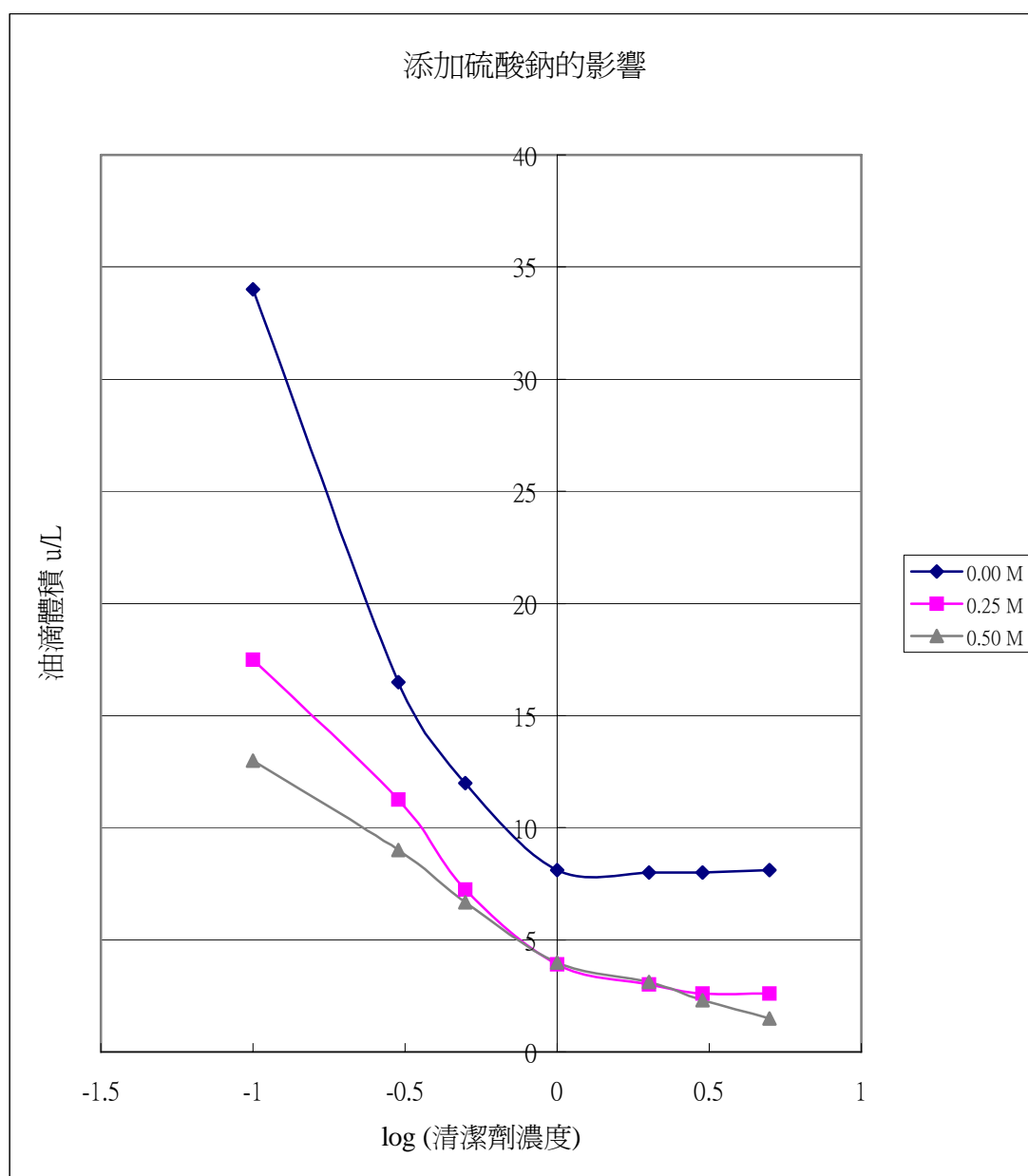


**結果**：添加氯化鉀可在比 CMC 較高與較低的清潔劑濃度下降低油滴體積。

(三)、添加硫酸鈉

溫度：室溫〈約 20°C〉

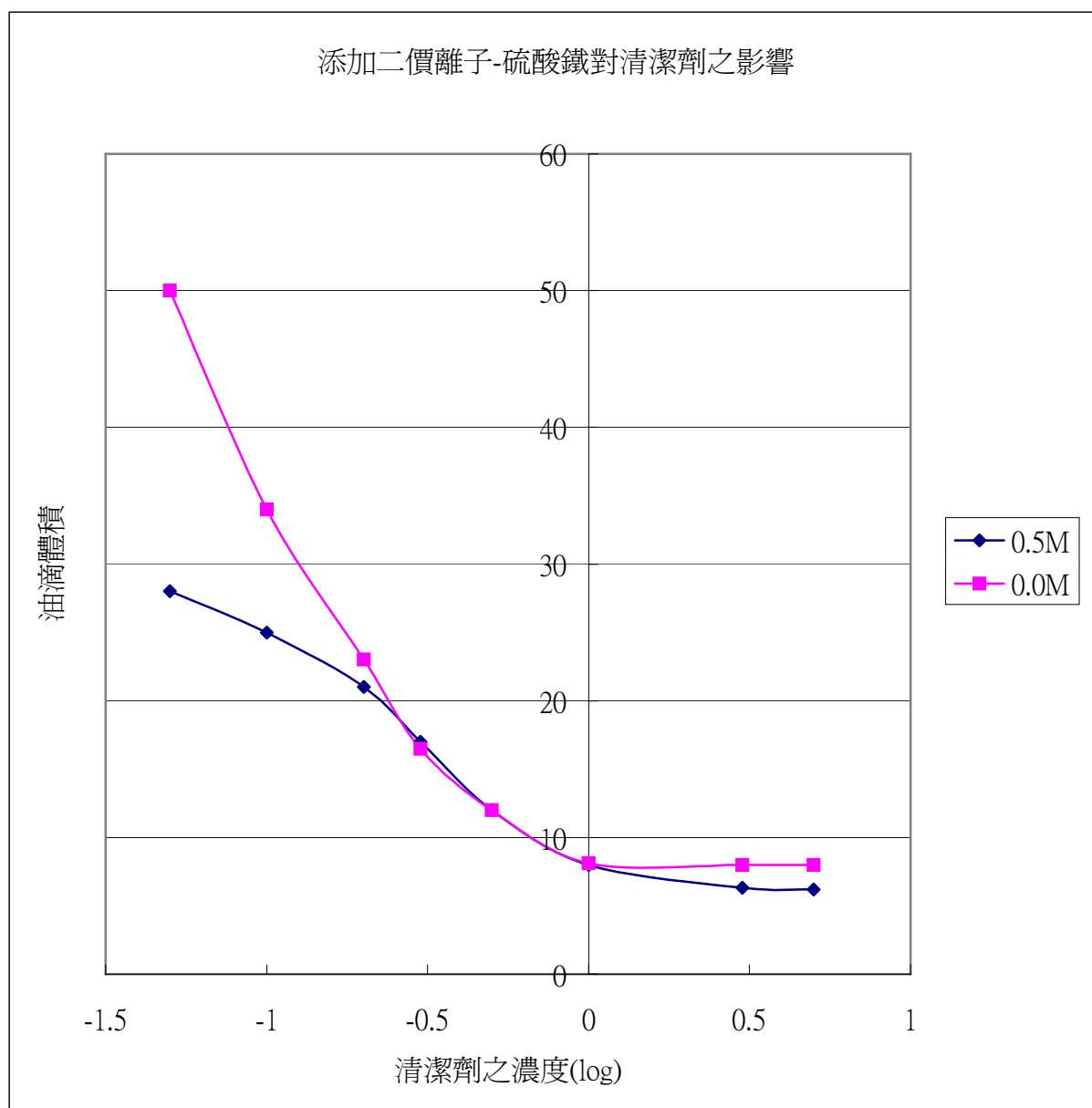
清潔劑濃度 (1/1000)		0.0	1.0	3.0	5.0	10.0	20.0	30.0	50.0
平均油滴體積 ( $\mu\text{L}$ )	0.25M $\text{Na}_2\text{SO}_4$	27.0	13.0	9.0	6.7	4.0	3.1	2.3	1.5
	0.50M $\text{Na}_2\text{SO}_4$	27.0	17.5	11.3	7.3	3.9	3.0	2.6	2.6



**結果**：在各個清潔劑濃度時，添加硫酸鈉會增可以有效降低油滴體積。

(四)、添加硫酸鐵之影響

清潔劑濃度 (1/1000)		0.0	1.0	2.0	3.0	5.0	10.0	30.0	50
平均油滴體積	0.5M	28.0	25.0	21	17.0	12.0	8.0	6.30	6.2

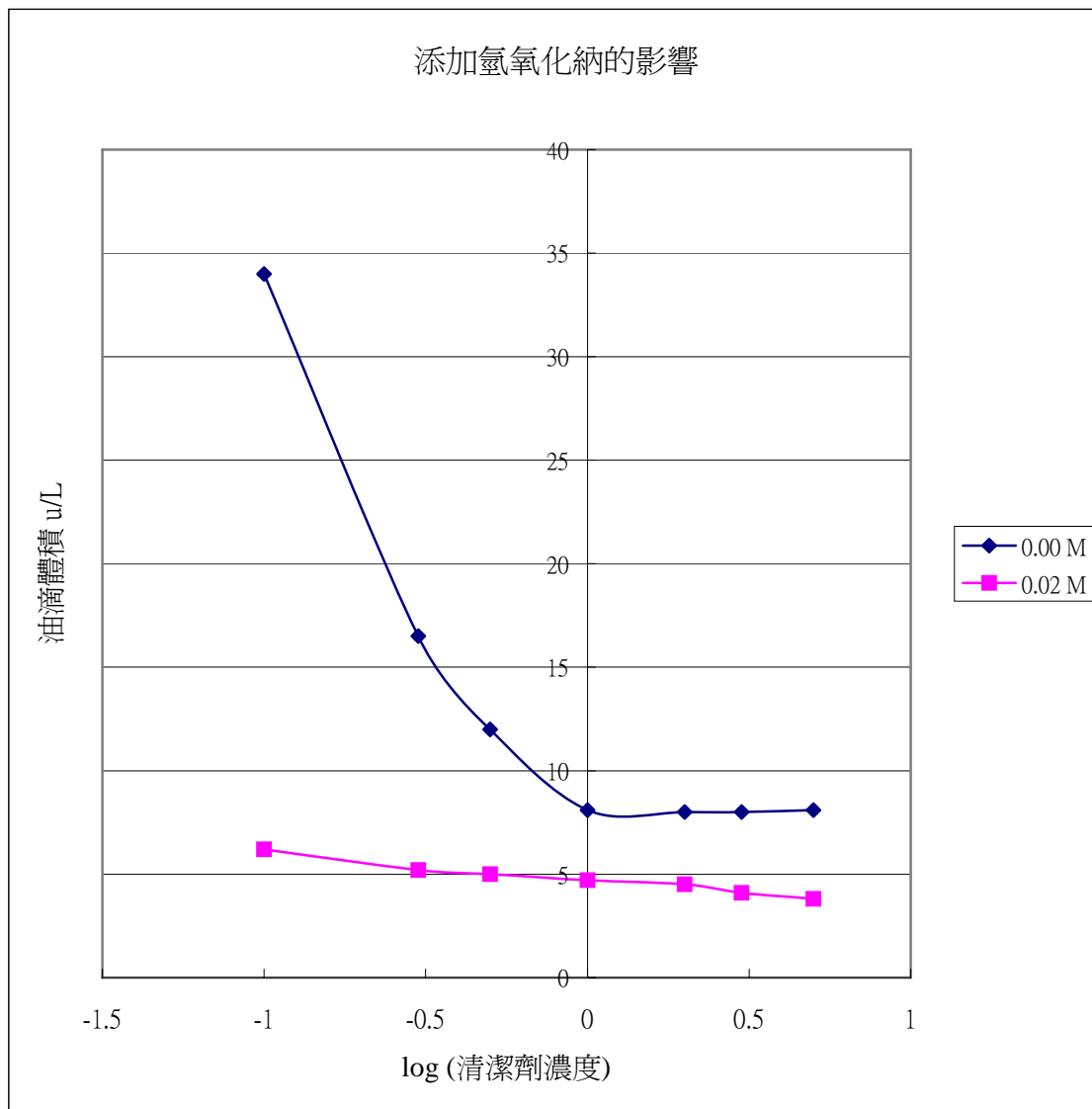


**結果**：添加硫酸鐵在高濃度及低濃度的清潔劑中，可降低界面張力，提高清潔力。

六、**實驗六**：混合離子型清潔劑添加鹼性物質的影響

溫度：室溫（約 22°C）

清潔劑濃度 (1/1000)	0.0	1.0	3.0	5.0	10.0	20.0	30.0	50.0
平均油滴體積	8.0	6.2	5.2	5.0	4.7	4.5	4.1	3.8



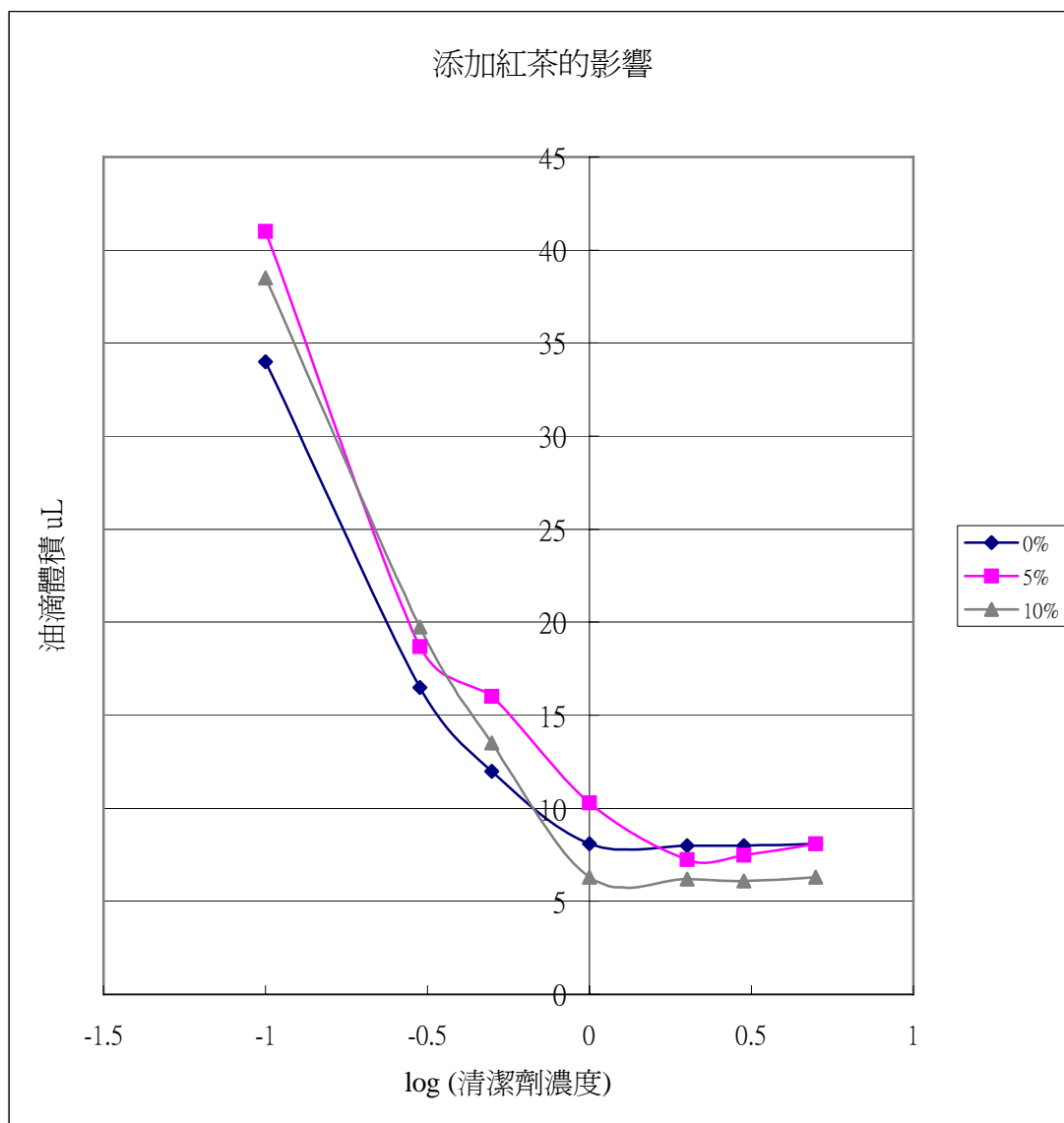
**結果**：少量氫氧化鈉即可以有效降低油滴體積，也使得要達到最大清潔力的最低清潔劑濃度下降至 1/10000 以下。在實驗濃度範圍內，清潔劑的濃度對油滴體積已無很大的影響。



## 七、**實驗七**：混合離子型清潔劑添加茶的影響

溫度：室溫〈約 20°C〉

清潔劑濃度 (1/1000)		0.0	1.0	3.0	5.0	10.0	20.0	30.0	50.0
平均油滴體積 ( $\mu\text{L}$ )	5% 紅茶	54.8	41.0	18.7	16.0	10.3	7.3	7.5	8.1
	10% 紅茶	50.0	38.5	19.8	13.5	6.3	6.2	6.1	6.3

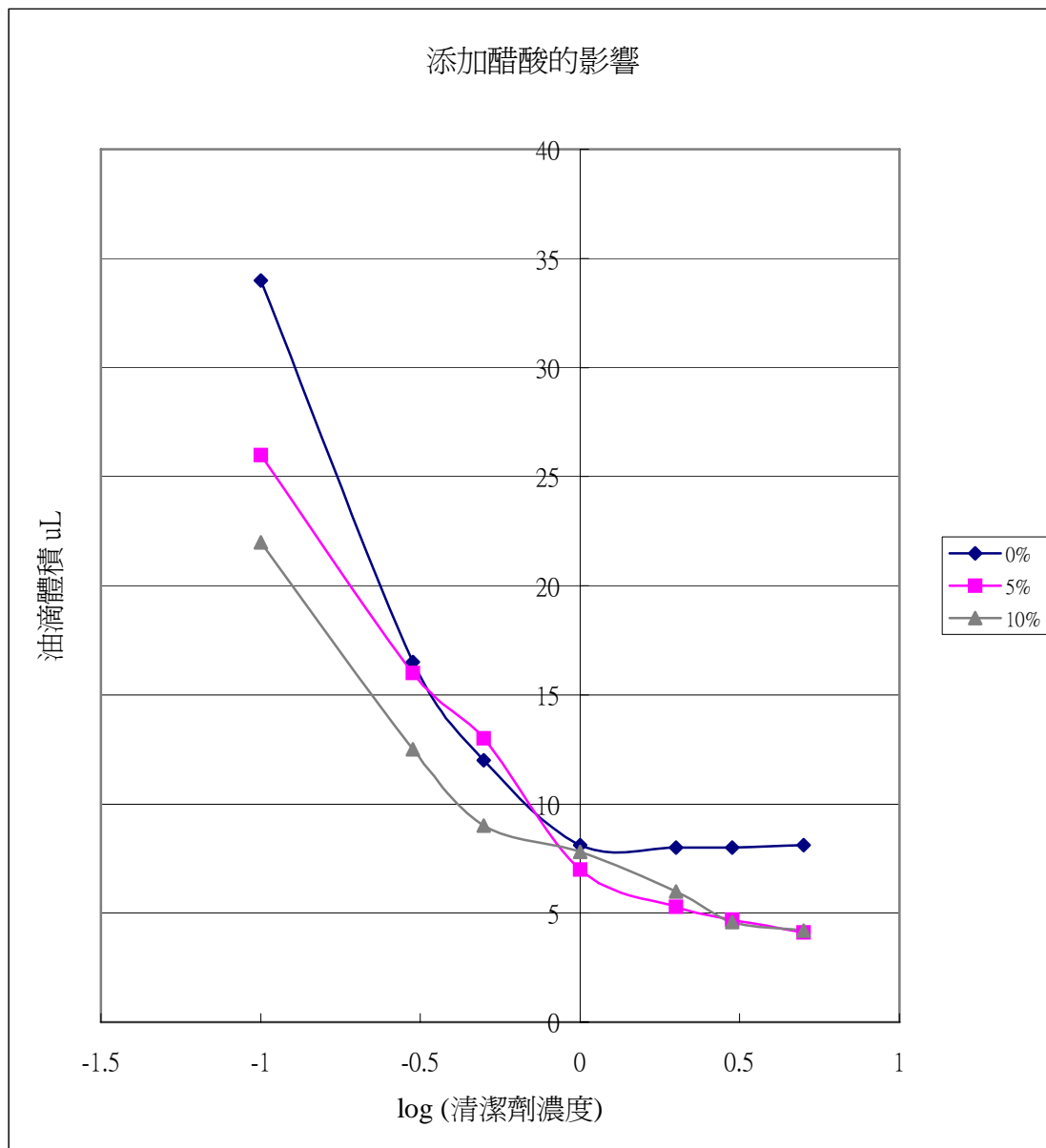


**結果**：在低清潔劑濃度時，添加紅茶使油滴體積上升，而高清潔劑濃度時，10%的紅茶可以使油滴體積下降，提高清潔力。

八、**實驗八**：混合離子型清潔劑添加醋酸的影響

溫度：室溫〈約 20°C〉

清潔劑濃度 (1/1000)		0.0	1.0	3.0	5.0	10.0	20.0	30.0	50.0
平均油滴體積 ( $\mu\text{L}$ )	5% 冰醋酸	32.0	26.0	16.0	13.0	7.0	5.3	4.7	4.1
	10% 冰醋酸	26.5	22.0	12.5	9.0	7.8	6.0	4.6	4.2

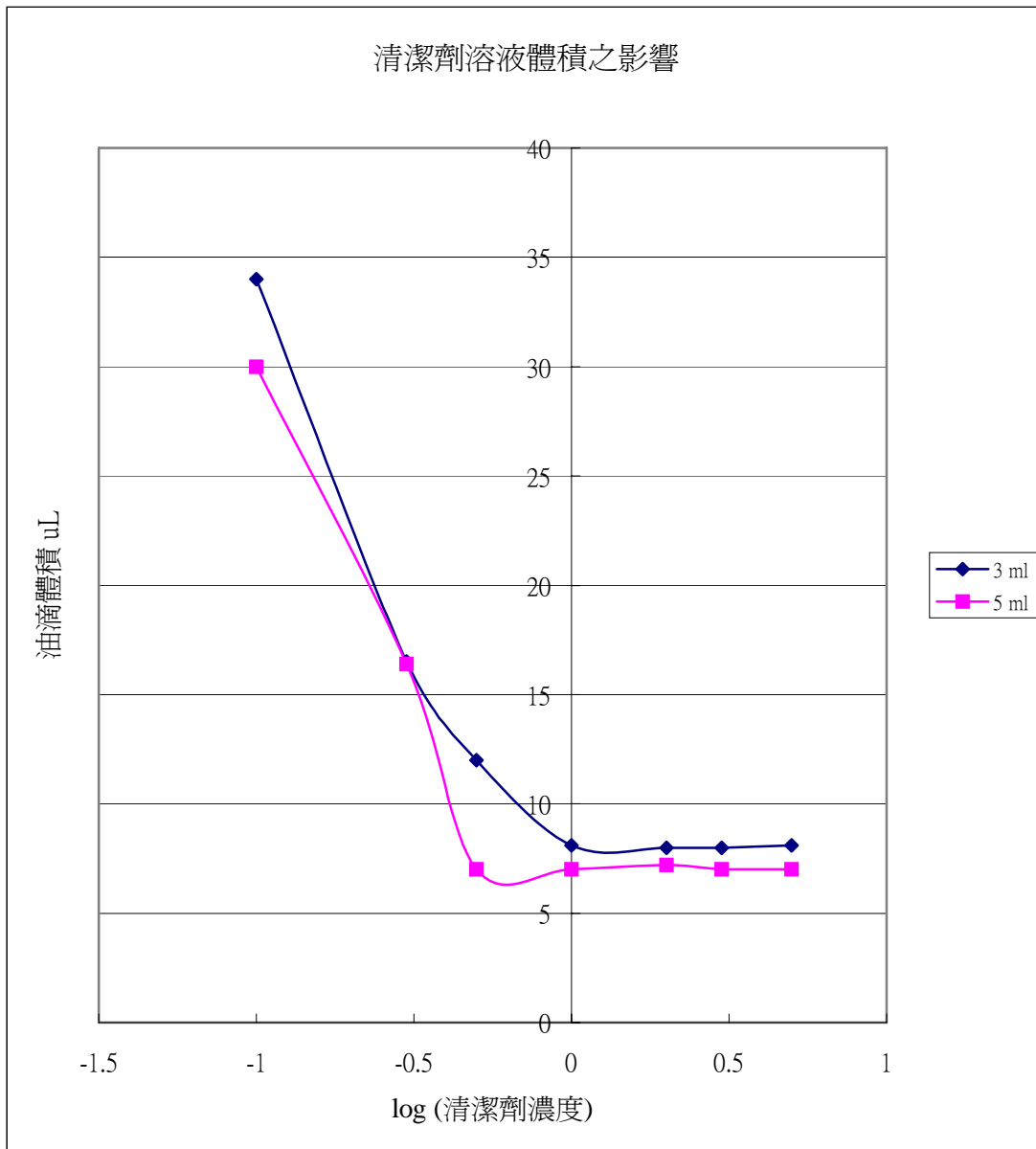


**結果**：添加醋酸有使油滴體積下降之趨勢。

九、**實驗九**：清潔劑溶液體積的影響

溫度：室溫（約 22°C）

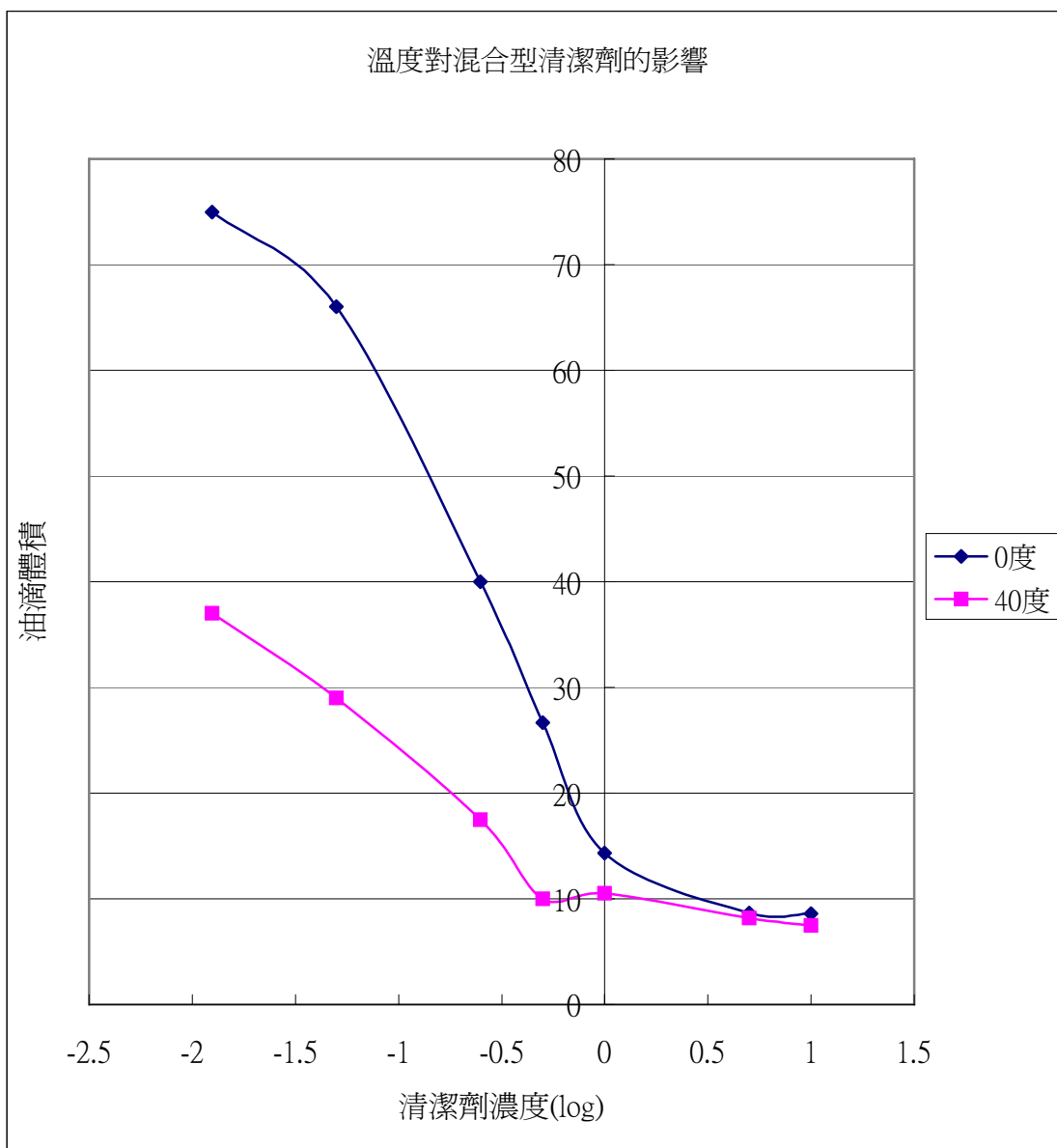
清潔劑濃度 (1/1000)	0.0	1.0	3.0	5.0	10.0	20.0	30.0	50.0
平均油滴體積	49.0	30.0	16.4	7.0	7.0	7.2	7.0	7.0
5ml 高度								



**結果**：較高之壓力可以降低油滴體積，也使得要達到最大清潔力的最低清潔劑濃度下降。

十、**實驗十**：溫度對混合型清潔劑的影響

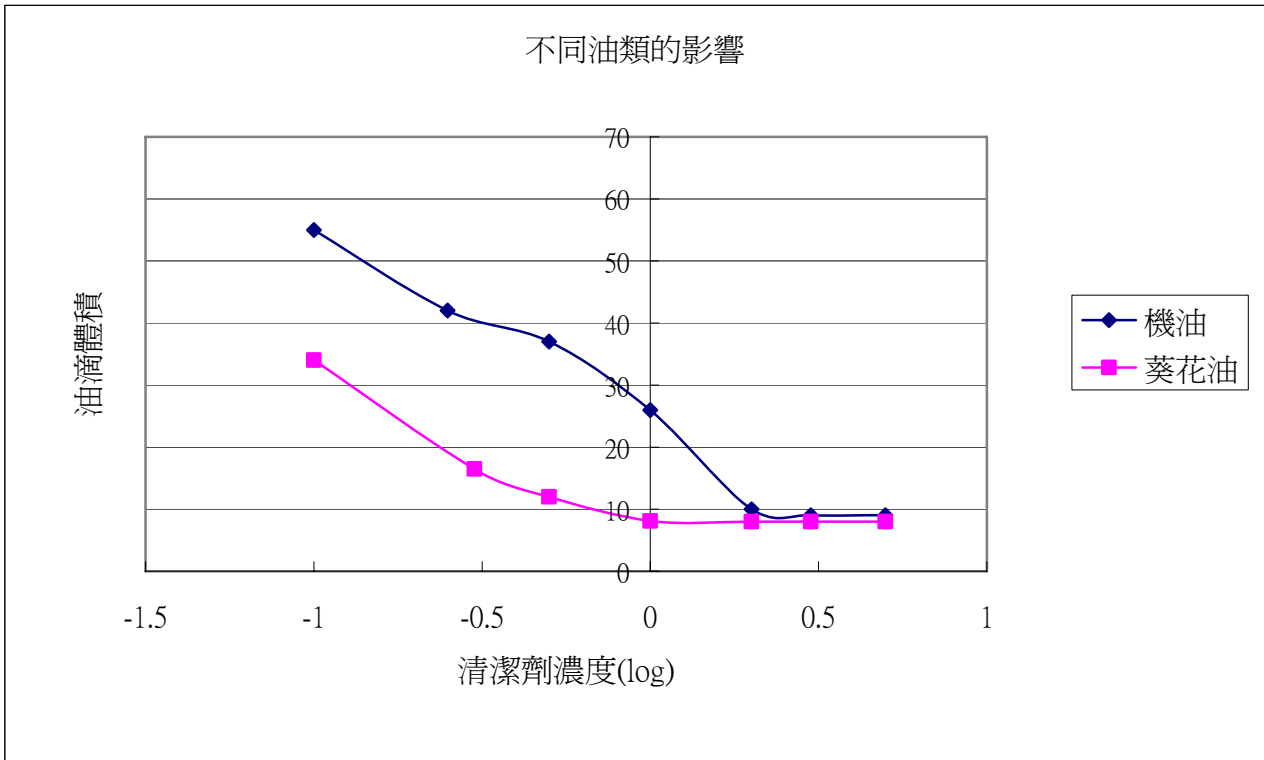
清潔劑濃度 (1/1000)		0.0	0.125	0.5	2.5	5.0	10.0	50.0	100.0
平均油滴體積 ( $\mu\text{L}$ )	0°C	75.0	75.0	66.0	40.0	26.6	14.3	8.66	8.6
	40°C	45.0	37.0	29.0	17.5	10.0	10.5	8.17	7.5



**結果**：在低濃度時溫度升高可有效降低界面張力，40°C和0°C在濃度小於0.5 (1/1000) 時油滴體積的差值大於30  $\mu\text{L}$ ，且40°C時的CMC濃度較0°C時低。

十一、**實驗十一**：不同油類的影響

清潔劑濃度 (1/1000)		0.0	0.125	0.5	2.5	5.0	10.0	50.0	100.0
平均油滴體積 ( $\mu\text{L}$ )	機油	66	55	42	37	26	10	9	9
清潔劑濃度 (1/1000)		0.0	1.0	3.0	5.0	10.0	20.0	30.0	50.0
平均油滴體積 ( $\mu\text{L}$ )	葵花油	63.0	34.0	16.5	12.0	8.1	8.0	8.0	8.1



**結果**：機油和葵花油的曲線都有轉折且機油的界面張力較高。

## 陸、討論

### 一、陰離子型界面活性劑—（十二烷基硫酸鈉 SDS）

#### （一）、**實驗一**：純陰離子型界面活性劑—十二烷基硫酸鈉 SDS 之 CMC

若利用本實驗之結果做回歸分析，得到之 CMC 點約位在體積莫耳濃度 0.01M 的清潔劑濃度下。由本實驗之裝置測得之曲線，與過去論文文獻中之結果有些許差距，可能是油滴在上升的過程中不斷消耗清潔劑分子，以致於我們測得的 CMC 偏高，所以本實驗中透過控制油滴的總體積，使得接下來的實驗結果具有比較的意義。

### 二、肥皂（含離子型界面活性劑）

#### （一）、**實驗二**：離子型清潔劑濃度與油滴體積之關係

離子型界面活性劑有許多性質和非離子型是不同的。目前，本部分實驗結果並不如預期，原本我們以為是對濃度的掌握不夠正確，例如可能達到濁點，但後來朝低濃度和高濃度的部分進行實驗，結果亦不理想，故推測主因可能是市售的肥皂添加許多雜質而非純物質之故，另外實驗也發現肥皂需要很高濃度時，界面張力才有顯著的下降，顯示肥皂並非高效能的清潔劑。

#### （二）、**實驗三**：離子型清潔劑添加醋酸的影響

在添加醋酸後，油滴大小在實驗範圍內大致維持不變，但界面張力較低，推測醋酸可增加肥皂之清潔力。推測主要是因為離子與親水基作用的關係。

### 三、混合型界面活性劑

#### （一）、**實驗四**：混合型清潔劑濃度與油滴體積之關係

若利用本實驗之結果做回歸分析，得到之 CMC 點約位在體積百分率 0.6310/1000 的清潔劑濃度下。由本實驗之裝置測得之曲線，與過去論文文獻中之結果相符，表示本實驗裝置能正確得到清潔劑濃度與洗淨力之相關性。也顯示在很低的濃度下，該混合型清潔劑就具有顯著的清潔力了。

#### （二）、**實驗五**：混合型清潔劑添加鹽類的影響

由於鹽類離子會遮蔽親水基的極性，導致清潔劑溶液表面可容納的界面活性劑分子的數量增加，使其表面張力降低。從實驗之結果可以明顯發現，加入硫酸鹽、氯化鈉、或氯化鉀可以提高在較高清潔劑濃度時之清潔力。因此，洗滌時若污物有鹽分的存在，直接加入清潔劑清洗會比先沖掉水溶性鹽類再加清潔劑清洗更佳。

#### （三）、**實驗六**：混合型清潔劑添加鹼性物質的影響

強鹼溶液原本就具有溶解脂質的能力，在本實驗中更突顯出這種特性：在強鹼存在下，改變清潔劑濃度幾乎不影響洗淨力。不過強鹼對物體的附著力過強，不易沖掉，且具有腐蝕性，所以並不建議在日常洗滌物品時使用。

#### （四）、**實驗七**：混合型清潔劑添加茶的影響

此實驗中數據變異較大。這可能和茶水中複雜的組成有關(有咖啡因、茶鹼.....等),這些成分綜合作用下,可能對清潔力產生多重影響,但仍可看出在較高的清潔劑濃度下,10%紅茶濃度可些微降低油滴體積。可推論茶水提高清潔力的能力並不高。另外我們也對洗米水做過測試,結果依然是對清潔力無顯著影響。

(五)、**實驗八**: 混合型清潔劑添加醋酸的影響

可以發現添加醋酸有使油滴體積下降之趨勢,故加食用醋可能也可以提高清潔力。這部分有待使用食用醋進行進一步的實驗確認。

(六)、**實驗九**: 清潔劑體積

可能是單位體積溶液的表面積較小,導致更多的清潔劑分子以 micelle 的形式存在,使得當界面上的清潔劑分子被油滴消耗掉後, micelle 還可以不斷補充,因此清潔力會隨體積提升。另外,靜水壓力大時,油滴體積下降,我們認為這可能和我們的實驗設置有關,因為油滴要脫離針頭時,水壓較高有可能導致油滴分離位置被壓迫而使得抵抗浮力的界面張力之有效圓周長被壓縮,進而導致油滴更溶液上浮。本實驗之結果顯示,適度的增加清潔劑的體積可有助於洗淨髒污。

(七)、**實驗十**: 溫度的影響

當溫度升高時,水分子間的氫鍵被破壞,所以降低了親水基的水合能力、親水基所佔的表面積變大、亂度較大,處於熱力學較穩定的狀態,所以易形成微乳液,而導致 CMC 變小。

(八)、**實驗十一**: 不同油類的影響

由於該清潔劑為混合型(含有兩種以上的界面活性劑)不同的界面活性劑對不同的油會有不一樣的親合力,所以我們用機油和葵花油對此混合型清潔劑會測出不同的 CMC。

## 柒、結論

- 一、本實驗利用組成簡單之裝置,可進行定性定量之研究,估計 CMC,並可用以研究比較不同變因對清潔劑清潔力之影響。
- 二、本實驗得到之清潔劑界面張力曲線,與過去之文獻相符,顯示本實驗結果具有可信度。
- 三、鹽類的添加有助於提升清潔劑在較高濃度下的清潔力,其中,硫酸鈉更能在實驗的各個濃度下,都提升清潔力。醋酸也被發現可以有助於提高清潔力。紅茶之效果則較差。
- 四、肥皂的實驗並未得到有顯著意義的結果,可能是由於肥皂之清潔力較弱之故。
- 五、未來尚可進一步研究檸檬酸與小蘇打,以及其他種類的油與清潔劑。
- 六、期望本實驗的結果能回答日常生活中對清潔劑應用的常見問題,並有助於日常中有效率的發揮清潔劑的清潔力,進而減少過度使用,推進環保。

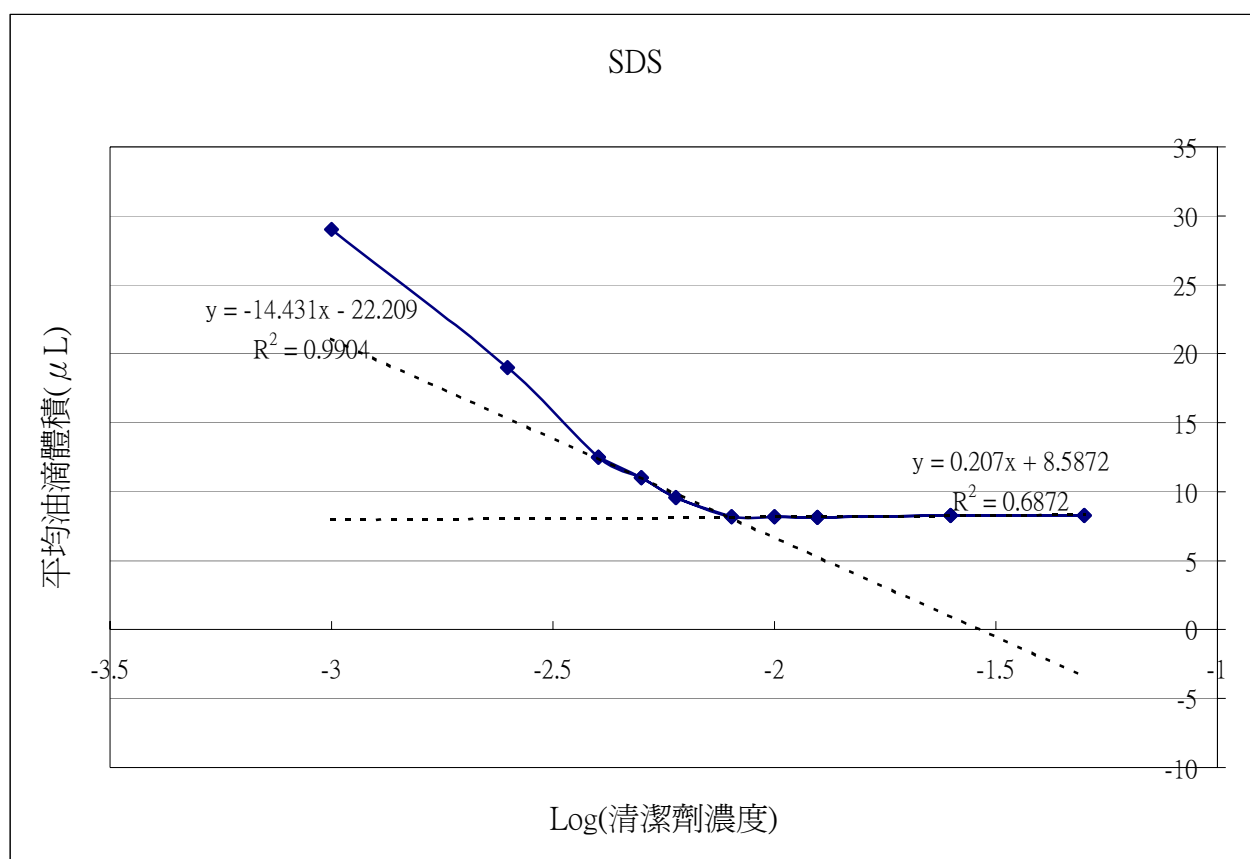
## 改進實驗

### 目的

進一步分析實驗曲線，並求得更精確的 Critical micelle concentration (CMC) 值。

### 實驗步驟

利用十二烷基硫酸鈉 (SDS) 作為清潔劑，並增加清潔劑溶液體積為 20mL，以減少油滴消耗清潔劑所產生之誤差，在測量不同莫耳濃度下，油滴之平均體積隨清潔劑濃度變化之情形。再以食用級檸檬酸，配置 0.5M 溶液，測量油滴之平均體積隨清潔劑濃度變化之情形，並與未添加檸檬酸時之結果繪圖比較。

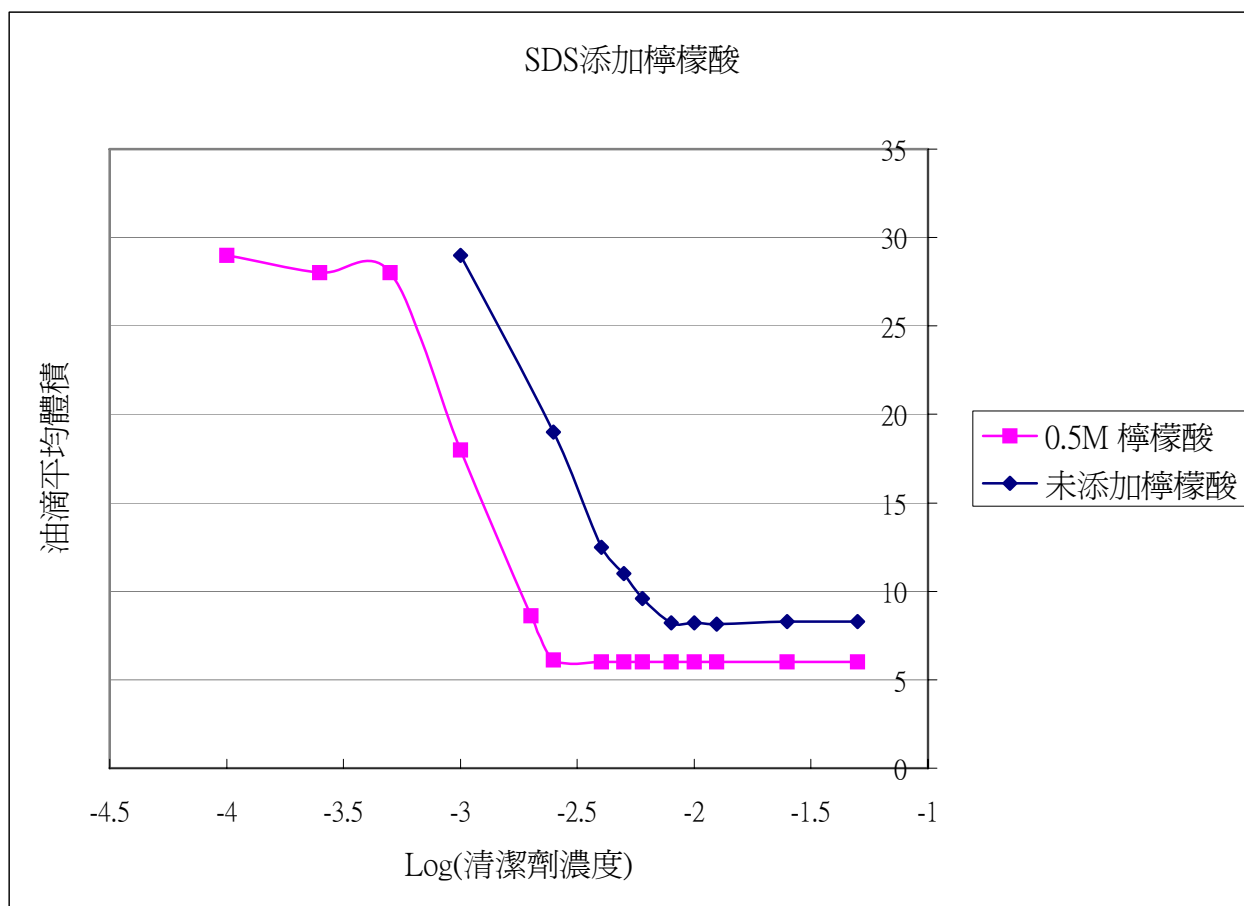


### 研究結果

清潔劑濃度 (1/100 M)	0.1	0.25	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.25	2.5	5.0
平均油滴體積 (μL)	29.0	12.5	11.0	9.6	8.2	8.2	8.1	8.3	8.3	8.2
	未加檸檬酸									
	0.5M 檸檬酸	18.0	8.6	6.4	5.6	5.5	5.6	5.6	5.4	5.3

室溫，約 25°C





**結果**：若取靠近轉折點附近的前後各四點畫趨勢線計算，可得 SDS 在常溫下之 CMC 約為 0.0079M，發現與文獻值 0.008 十分接近。另外，添加檸檬酸明顯使油滴體積下降，且使 CMC 降低。

## 討論

- 1 在改進的實驗中，將清潔劑體積提高後，繪得之曲線較為平滑，呈線性關係，且在利用在 CMC 密集測量所得之數據，所計算出之 CMC 值也與文獻值更為接近，誤差僅有 1.25%，推測可能是因為在極低的濃度下，測量會有較大的誤差，故僅取鄰近 CMC 左側的數點做計算，發現具有極高的準確度。
- 2 由添加檸檬酸的實驗結果發現，整個曲線往左下方平移，可推論檸檬酸使界面張力降低，也使 CMC 下降，因此檸檬酸有助於洗淨力的提升，洗滌時添加檸檬應具有同等的效果。我們也發現在往更低濃度實驗時，會呈現另一個轉折點與水平的曲線，與文獻上的描述相同。

## 結論

- 一、利用實驗中所自行設計的簡易裝置，可進行定性定量之研究，比較不同變因對清潔劑清潔力之影響，且實驗顯示，測得之 CMC 誤差僅 1.25%，與精密儀器之實驗數據相當。
- 二、添加檸檬酸使曲線往左下方平移，使界面張力降低，也使 CMC 下降。故洗滌時添加檸檬應可幫助清潔力提升，節省清潔劑用量。

## 捌、參考資料

- 一、刈米孝夫原著，王鳳英編譯（民 85）。**界面活性劑的原理與應用**。臺北市：五南。
- 二、趙成琛著，**界面科學基礎**。
- 三、曹恒光、連大成著。淺談微乳液。物理雙月刊二十三卷四期。
- 四、賴耿陽編著，（民 88）。**界面活性劑**。台南市：復漢。
- 五、高中化學課本，龍騰版第二冊第七章－有機化合物肥皂與清潔劑的運用。臺北市：龍騰
- 六、Andrew, D.W., *et al.* (2003). CMC determination in the presence of surfactant-absorbing inorganic particulates. *Colloids and surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects*, 212, 147-153.
- 七、Houg-Un Kim and Kyung-Hee Lim. (2004). A model on the temperature dependence of critical micelle contraction. *Colloids and surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects*, 235, 121-128.
- 八、Critical Micelle Concentration: Automated Measurement。KSV Instruments USA。取自：  
<http://www.ksvinc.com/cmc.htm>

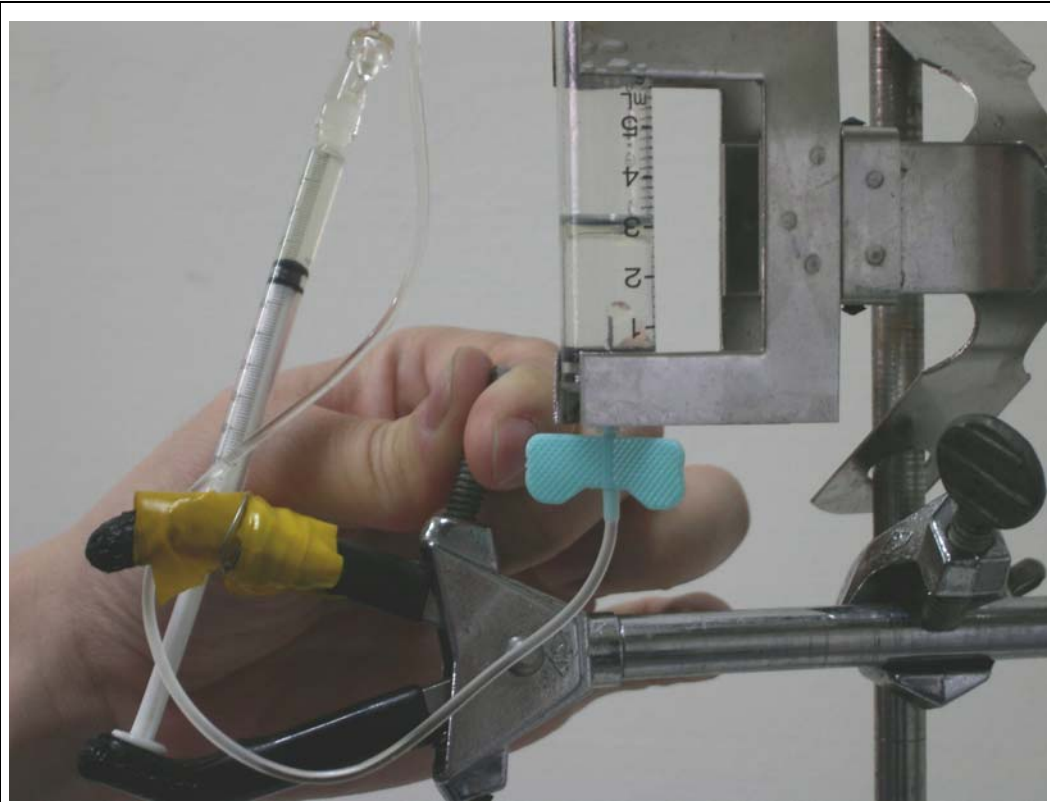
附錄一：實驗裝置照片



實驗裝置的照片，構造簡單但能測得精確之數據。



以螺絲為推進器，可更有效的控制油滴大小，使數據更為精確。



實驗裝置的照片，構造簡單但能測得精確之數據。



藉由油滴的大小可了解洗淨力的好壞。