

台灣二〇〇二年國際科學展覽會

科 別：化學科

作品名稱：從導電度看乳化

得獎獎項：化學科第二名

柯達公司攝影獎

學 校：國立新竹科學園區實驗高級中學

作 者：謝承原

Abstract

Surfactants have polar end groups at its molecular structure lead it with electrical conductivity in properties. This report discuss conductivity of a market purchasable surfactant named PAOS. Experiment results indicate conductivity of PAOS water solution increases with rising temperature. Triple in conductivity of this solution was found at 90 °C than that of at room temperature .While the changes for pure water is very small . Except temperature influence , surfactant concentration also influence its conductivity. Generally, higher concentration gives higher electrical conductivity. At room temperature(23°C) a straight line relationship was observed between the solution concentration and the conductivity. For every increase 2 % will led to increasing in conductivity for 1000 μ S. When 10% PAOS in water solution is reached 4700 μ S in conductivity was observed. Emulsification give obvious inference in conductivity .If cooking oil is added in 0.5~3% PAOS solution ,conductivity will decrease with increasing oil added. For instance , when 10 grams of oil was added in 200 grams water solution that contain 3 % PAOS ,conductivity of this solution decreased for 15 % . If more oil is added or setting time is too long after the solution is emulsified that destroy the emulsify balance . The conductivity of the system become irregular . In this way , it is possible to detect effect of emulsify through the measurement in its conductivity . Therefore most favorable condition in emulsification can be determined.

In addition to using conductive measurement to determine effect of emulsification , microscopic technique also used trying to find even more convincing explanations. The data of different concentration experimented above can be presented on a 3D chart, which makes it easy to understand. By way of statistical calculation on each 3D chart, we obtain several curves that can be differentially analyzed and estimated for a relatively ideal concentration, which will work more efficiently than others in the condition of the experiment.

摘 要

界面活性劑因分子一端具極性基(polar group)而有導電性，本研究以市售之界面活性劑(PAOS 洗碗精)從事其水溶液導電度探討，實驗顯示，PAOS 水溶液之導電度隨溫度升高而增加，90℃之導電度約為常溫之三倍，純水之變化則極微。除溫度外，界面活性劑濃度亦影響導電度，濃度越高導電度越大，定溫(23℃)下水溶液之導電度隨 PAOS 含量增加呈直線上升關係，PAOS 含量每增 2%導電度約增加 1000 μS ，當含 10% PAOS 之水溶液其導電度約增為 4700 μS 。乳化效果對導電度亦有明顯之影響。在含 PAOS 0.5~3%之水溶液中加入沙拉油，隨沙拉油加入量之增加其導電度均呈現下降現象。例如，在含有 PAOS 3%之 200 克水溶液當中加入 10 克沙拉油時，其導電度約下降了 15%。如果加入更多之沙拉油，或者乳化攪拌過後之停滯時間過久，造成乳化平衡破壞，其導電度數據則較不規則。因此，我們可由溶液導電度之量測結果判定乳化效果，並可測定乳化攪拌之最佳條件。

實驗除了以導電度探討其乳化效果外，並用顯微鏡同步觀測，以對結果做出更具說服力的解釋。將實驗數據以 3D 圖(立體圖)呈現以描述系統的連續變化狀態。再利用簡易的曲線回歸、斜率比較等，判定在定溫、一定攪拌條件下，清潔劑的較佳使用濃度。

壹.前言

一.清潔作用概論

清潔作用定義為以表面物理方法將異物從固體表面除去的理論與實務。因為自然污垢的複雜與無再現性，所以有必要發展一套標準的洗滌操作，參考文獻上以「煤煙及凡士林的混合物」作為「標準污垢」，用一種所謂洗滌計的機器作為標準清洗裝置，將標準的布堆與清潔劑溶液在定溫、一定攪拌程度下加以攪動，最後利用固體數量與布的潔白度之間的實驗數據，訂出不同清潔劑的效能數據。

二.研究動機與目的

- 1.增進對清潔作用的了解。
- 2.生活中所應用的清潔劑通常並非單一配方所構成，而含有各式各樣的界面活性劑。因此，在開發清潔產品的過程中，需仰賴一套標準方便的清潔效果評比方法。
- 3.目前清潔劑的最佳複合配方改良瓶頸在於各種度量方法所建立的參數項目及其可分析度之突破。因此新分析方法的開發甚為重要。它可以增加產品改良時的參數項目，提升產品效能，因此著手本研究。

三.理論與方法

- 1.在清潔作用的多種機制中，乳化被普遍認為是產生清潔作用的最主要的機制，乳化力是界面活性劑諸特性中利用度最高者之一。本報告將範圍定在乳化探討，並將實驗設定在液相之中，以沙拉油為標準污垢，以水為乳化液之連續分散相，機械攪拌進行。
- 2.最初規畫以測量乳化系統靜置後的油水分層高度來度量乳化力，但這種辦法仰賴人為觀察，重覆試驗後之讀值偏差過大，解析度有限而必須改用其它方式來定義。
- 3.後來發現選用之清潔劑之溶液具有導電性(因其含有離子性界面活性劑)，分子之親油端、親水端所帶電性不同，於是嘗試用電氣性質探討乳化。
- 4.最後以導電度(electrical conductance: 兩一平方公分之平行電板距離一公分時所產生之電阻的倒數稱為導電度，單位 S)大小作為觀察乳化系統的主要依據，以探討「系統的導電度在乳化時的相應變化」。
- 5.本篇報告的重點在於：在發現界面活性劑之導電度與溶液之溫度、濃度的規則性後，以此基礎探討乳化系統。用導電度法分析，並以顯微測徑法及人為觀察輔助

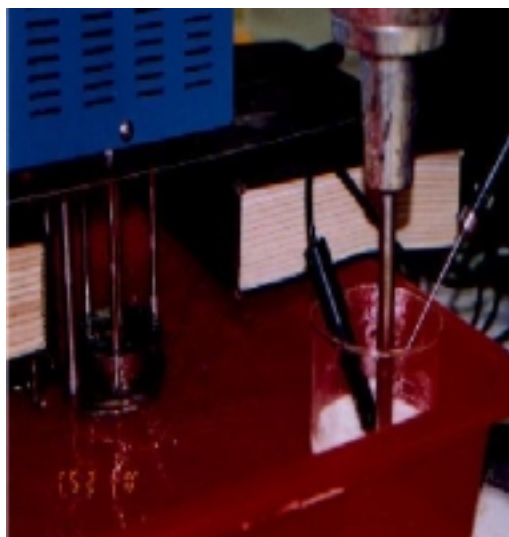
應證。以嘗試將導電度與乳化效果相結合，將導電度法應用於改良清潔劑的研究之中。

貳.實驗

一.實驗器材：

類 別	名 稱	精密度(最小刻度)	數 量
感測儀器	導電度計 ^a	$1 \times 10^{-6} \text{S}$	一台
	電子溫度計 ^b	0.1°C	一個
	顯微鏡(附照相機) ^c	-----	一台
操作設備	定速攪拌機 ^d	1RPM	一台
	定微量吸器(pipet)	0.01cc	一支
	電子天秤	0.01 g	一個
	恆溫槽 ^e	----	一組
	燒杯	----	數個
	磁攪拌器	----	一個
	馬錶	0.01sec	一個
藥劑	PAOS 清潔劑(含離子、非離子性界面活性劑)	----	一瓶
	Silicon 消泡劑	----	一瓶
	大豆沙拉油(統一)	----	一瓶
	964H(純非離子性界面活性劑)	----	一瓶

說明：a、b、c、d、e 請參圖一。



恆溫水槽(左下)、定溫加熱器
(左上)、燒杯、定速攪拌機、
導電度計、溫度計(右下)



HUNNA 導電度計



HUNNA 導電探棒



Olympus 顯微照相機

圖一、實驗所用器材，包括操作設(裝)備、導電度計與顯微照相機。

二.各實驗目的及設計：

- 1.實驗一，定溫下導電度與 PAOS 清潔劑濃度關係：本實驗欲觀察 c.m.c 濃度以上的導電度變化行為，以對 PAOS 清潔劑作基礎的了解。一般而言，界面活性劑皆有所謂的 c.m.c.濃度(critical micelle concentration 微胞生成濃度)，各種物理性質會在 c.m.c.濃度前後呈不規則變化，其中之一是導電度。而清潔作用必須在 c.m.c 濃度以上才會發生。
- 2.實驗二，定濃度下導電度與溫度關係：探討除了濃度以外，溫度對導電度的影響。這部分的實驗隨意選定了七組不同的重量百分濃度，分別為 0%、1%、3%、4%、5%、6%、7%，於恆溫槽下，測試各種濃度下之導電度-溫度關係。
- 3.實驗三，以導電度觀察乳化：在建立導電度規則的分析基礎後，加入沙拉油到實驗中，以研究導電度與乳化關係。並以更強的機械攪拌力混合，期達到乳化效果，再用導電度觀測並輔以顯微照相。
- 4.實驗四，在較高溫度下實驗：同一種清潔劑在不同的環境下應會有不同的表現行為。而溫度的變化會使得介面活性劑的結合能力改變。希望能藉由單純的溫度改變找出其中關係。
5. 實驗五，顯微鏡觀察：配合各階段實驗需要，取樣觀察乳液，以便更深入了解乳液顆粒變化情形。

三.實驗操作

1.注意事項

- (1).調配清潔劑用量(濃度)：因為 PAOS 清潔劑濃稠不易取用，故所有的實驗皆使用經水稀釋成原來 1/10 濃度的 PAOS 『待取液』，以提高準確度。
- (2).全部採重量百分濃度『%』計量：部分實驗將使用不同的溫度，故不採用體積莫耳濃度，而以重量百分濃度『%』計量
- (3).對機械力攪拌的控制：定速、定時攪拌，選用固定燒杯(400mL)、內含溶液體積(質量)，並固定攪拌桿與燒杯的相對位置(自攪拌桿算起至燒杯口緣之最短距離=1.8cm，並將攪拌葉片降到最接近燒杯底部，減少空氣混入)。
- (4).對實驗系統溫度控制，通常選用與室溫一致溫度最為穩定。必要時須塗抹酒精散熱。
- (5).使用單一而來源可靠的實驗用水。

2.實驗一：定溫下導電度與 PAOS 清潔劑濃度關係

- (1).以電子天秤，用重量百分濃度法配製不同濃度的清潔劑。
- (2).在定溫下，以定速 4000 rpm、定時 2 分鐘攪拌。(目的是讓清潔劑充分的溶於水中)
- (3).攪拌結束後即置入導電度計的探棒讀取導電度，從停止攪拌起計時，每二十秒讀取一次，直到讀數不再有顯著變化。
- (4).改變清潔劑濃度，重複上述步驟。
- (5).分析不同濃度對導電度的影響。

3.實驗二：定濃度下導電度與溫度關係

- (1).以電子天秤，用重量百分濃度法配製不同濃度的清潔劑後，在定溫下，以定速 4000 rpm、定時 2 分鐘攪拌。(目的是讓清潔劑充分的溶於水中)
- (2).將燒杯置入水浴槽加熱，以 1℃ 間隔，讀取當時溫度的導電度。
- (3).改變清潔劑濃度，重複前二步驟。
- (4).分析不同的濃度下，當溫度變化時，導電度變化異同。

4.實驗三：觀測乳液導電度

- (1).配製不同濃度的清潔劑後，以定速 4000rpm、定時兩分鐘攪拌。
- (2).每二十秒讀取讀數，直到讀數無明顯之變化後，加入適量之沙拉油，再以定速 4000rpm、定時兩分鐘攪拌。
- (3).持續重複步驟 3.數次，直到沙拉油明顯在液面產生浮油層，干擾實驗讀值為止。
- (4).改變清潔劑濃度，重複步驟 3、4。

5.實驗四：高溫下乳化

- (1).配製欲實驗濃度(2%)的清潔劑後，置入水浴槽，控制溫度為 45℃ 左右，以定速 4000 rpm、定時 2 分鐘攪拌。
- (2).每二十秒讀取讀數，直到讀數無明顯之變化後，加入適量之沙拉油，再以定速 4000 rpm、定時 2 分鐘攪拌。
- (3).持續重複步驟三數次，直到沙拉油明顯在液面產生浮油層為止。
- (4).比較高溫乳化與室溫乳化的差異。

6.實驗五：顯微鏡觀察乳液變化

- (1).將置放樣品液之玻璃載片清洗乾淨後，放於架上乾燥備用。
- (2).開啓電源、調整電壓後，開啓顯微鏡。
- (3).裝上相機並連線。
- (4).將玻璃載片置於顯微鏡物境下，並粗略上下左右調整其高低與位置。
- (5).將攪拌後或靜置一段時間之乳液以吸管吸取，滴於玻璃板上，微調玻璃載片高低與位置至最清晰狀況。

(6).調整物、目鏡倍率。

(7).按下相機快門並紀錄該乳化物之靜置時間(從攪拌後開始計時，至按下相機快門止)。

參.結果與討論

一.由實驗一(參考圖二)結果顯示出導電度與 PAOS 清潔劑溶液濃度成正比關係，趨勢線斜率 $m=457.21$ ，其與 y 軸截距為 $159.24\mu s$ ，代表不含清潔劑的時候，實驗用水的導電度實驗外推值，與實際測量的導電度 $161\mu s$ 相當。由此實驗所得關係式 $y=457.21x+159.24$ 可計算出在 $23.0^{\circ}C$ 下各濃度的溶液導電度。

二.實驗範圍最大值 10%已遠大於建議使用的濃度，而在低濃度時也沒有發現具意義的轉折。也就是說，在往後的專題研究中所使用的濃度範圍並沒有包含 c.m.c.濃度，並且遠在其以上。

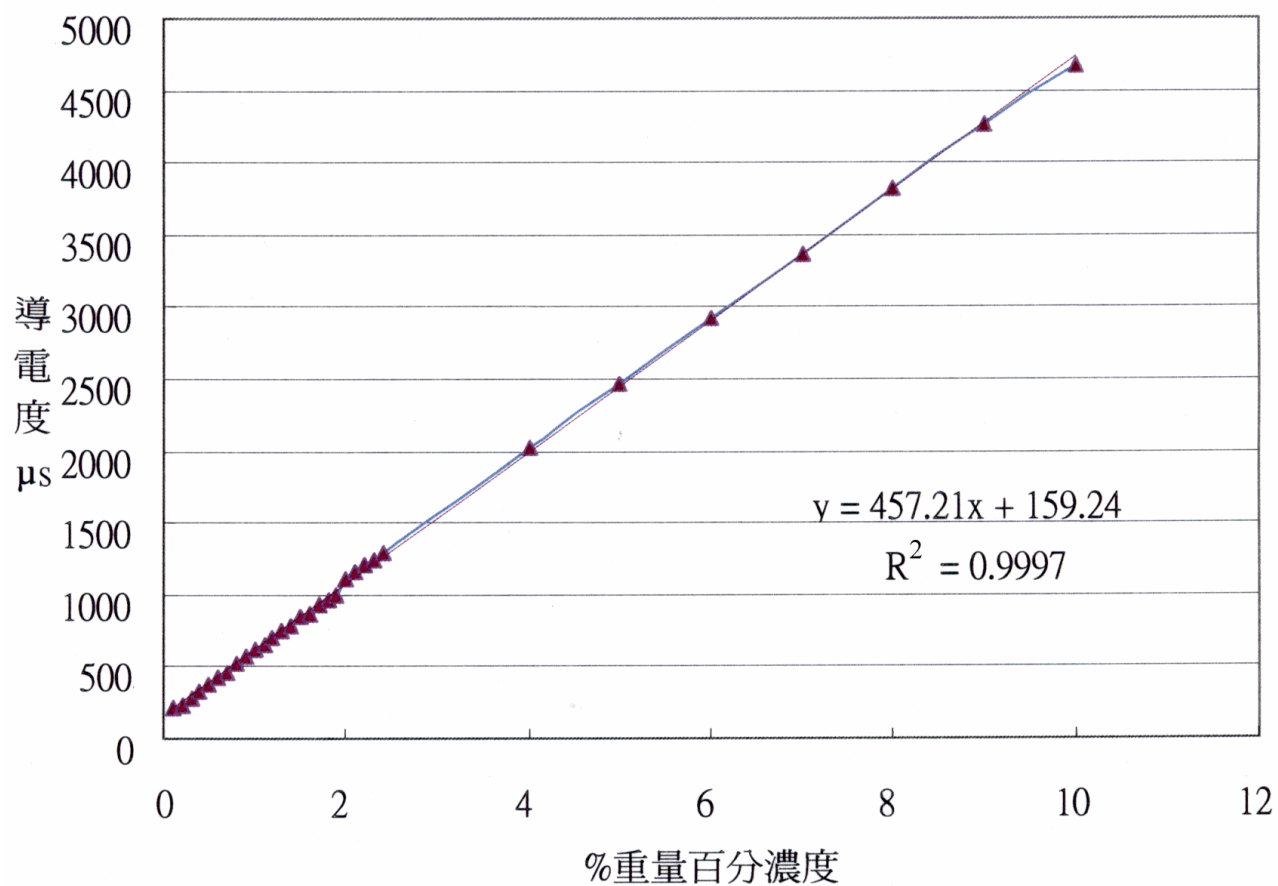
三.由實驗二(參考圖三)結果顯示，PAOS 水溶液之導電度受溫度影響很大，在 $20\sim 90^{\circ}C$ 間之實驗顯示無論有無添加 PAOS 清潔劑，兩者間均成正比關係， $90^{\circ}C$ 之導電度約為常溫之三倍，且隨 PAOS 含量之增加其溫度效應愈為明顯，純水則顯示變化極微。

四.除溫度外，界面活性劑濃度亦影響導電度，濃度越高導電度越大，定溫($23^{\circ}C$)下水溶液之導電度隨 PAOS 含量增加呈直線上升關係，PAOS 含量每增 2%導電度約增加 $1000\mu s$ ，當含 10% PAOS 之水溶液其導電度約增為 $4700\mu s$ 。

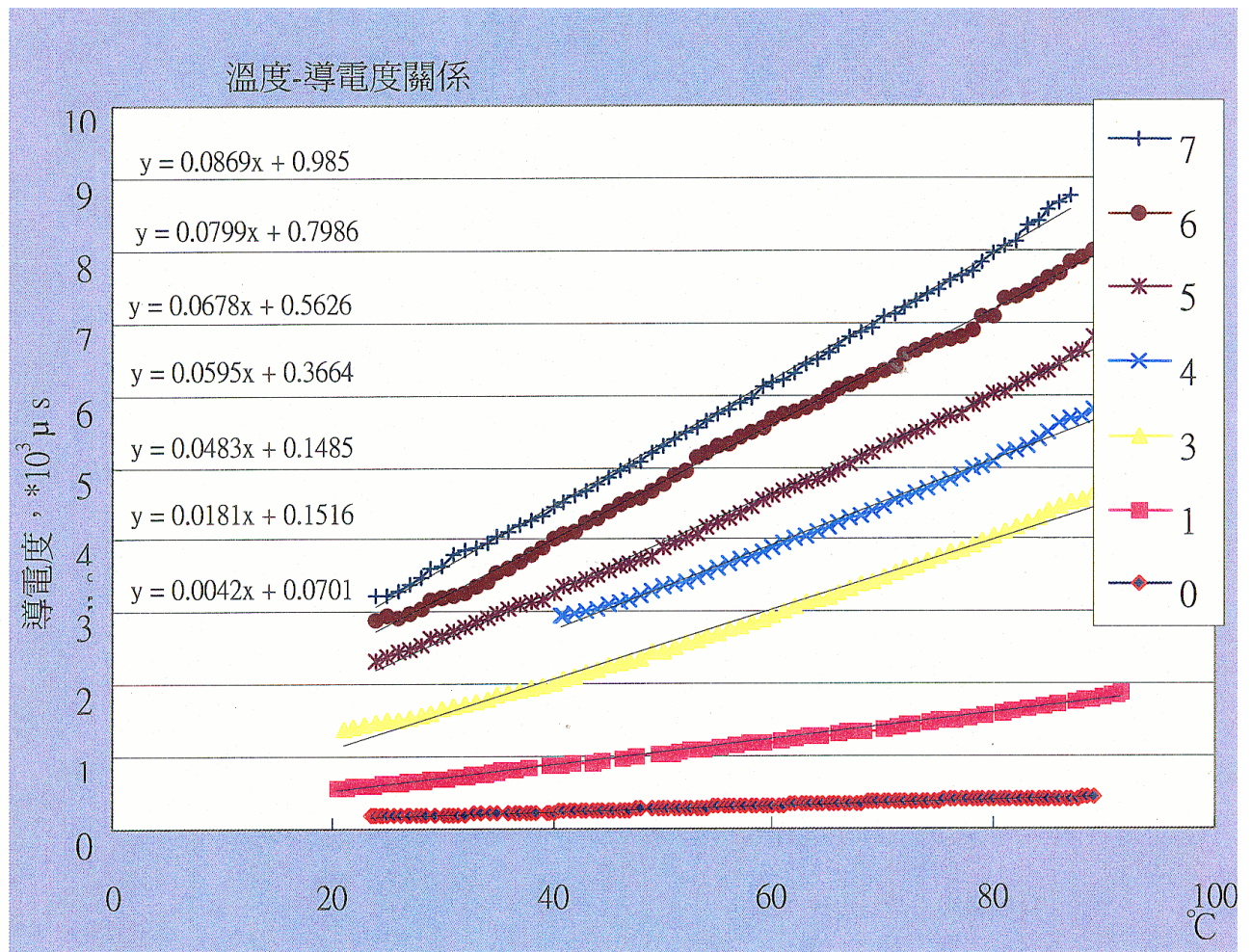
五.定濃度 PAOS 溶液之導電度」隨「溫度」正比增加。該「增加程度(斜率)」隨「濃度」亦呈正比增加。而趨勢線的方程式常數項則較不規則。並由此實驗推得導電度方程式(在同樣的實驗用水下)：

$$\begin{aligned}\text{導電度(ms)} &= (\text{斜率 } m * \text{溫度 } t^{\circ}C) + \text{該濃度下之常數項} \\ &= (0.0012 * \text{濃度} + 0.0075) * \text{溫度 } t^{\circ}C + (0.013 * \text{濃度} - 0.0412)\end{aligned}$$

六.由實驗一、二顯示，PAOS 溶液的導電度影響因素有：濃度、溫度、水。其中「濃度」與「溫度」均對導電度產生正比的影響。而水則為「背景」，因為並非絕對的純水，其導電度亦隨溫度明顯地上升。唯實驗一與實驗二因為使用不同的水，雖然在室溫時均具有相近的導電度，但實驗二的溫度升高後，不同用水所產生的影響便使實驗一、二的數據無法用公式結合。不過，既然實驗一已經證明濃度方面的正比關係，故在實驗二仍可以只用七種濃度推導公式(注意，這些濃度都包含在實驗一的範圍內)。

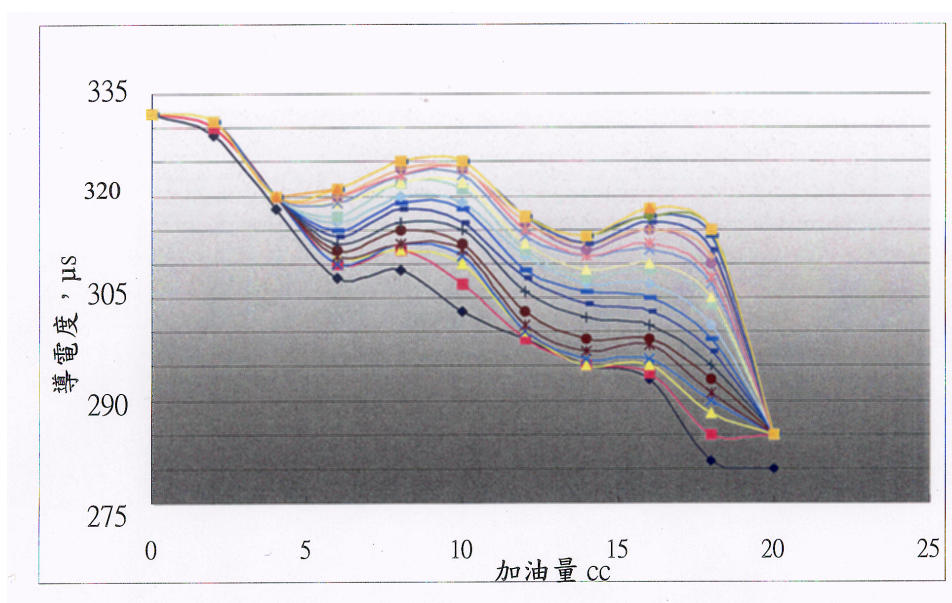
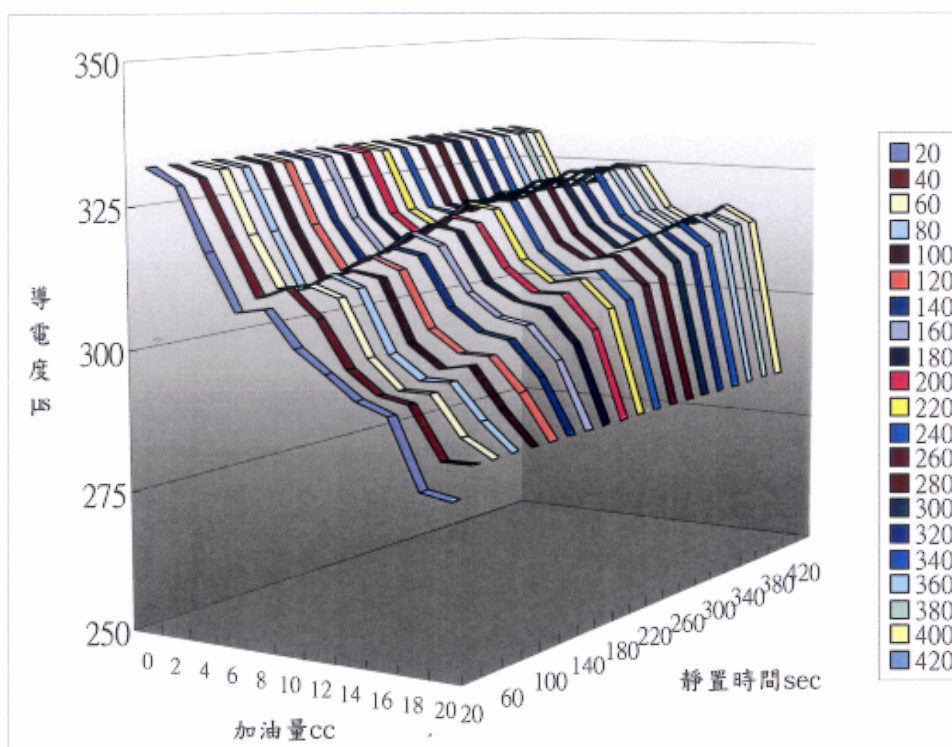


圖二、在室溫之下(23.0℃)，溶液中 PAOS 清潔劑濃度與導電度關係圖，座標橫軸為重量百分濃度，縱軸為導電度，單位『 μS 』（實驗用水在 23.0℃之導電度為 161 μS ）。

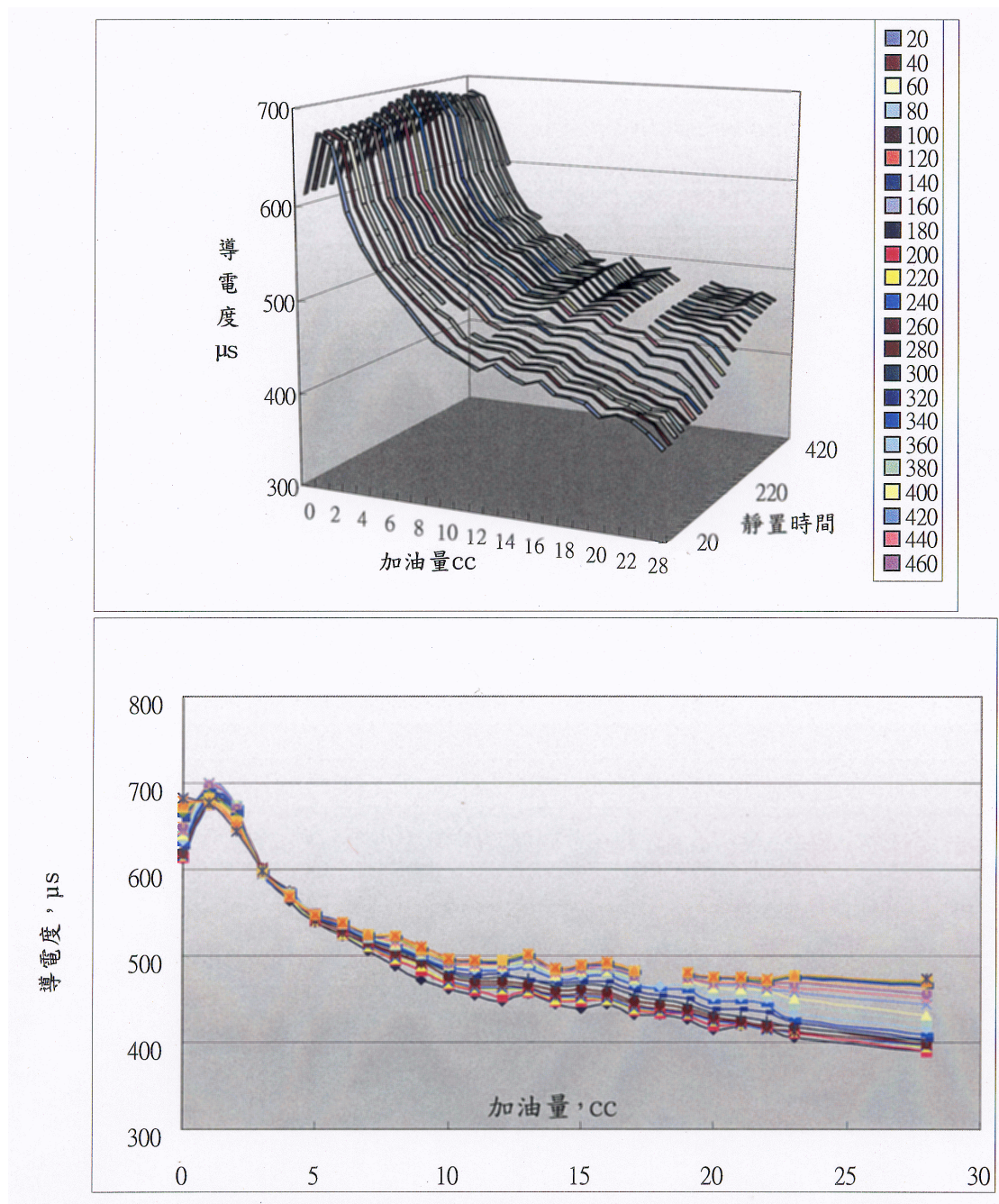


圖三、七組不同濃度的 PAOS 清潔劑溶液，分別為 0%、1%、3%、4%、5%、6%、7%，其導電度-溫度關係圖。圖中顯示溫度(20~90°C)對七種不同濃度溶液的導電度的影響皆成正比。圖中左列七項趨勢方程式，其斜率與常數項亦隨著濃度的增加也有漸增的趨勢。(實驗用水在 24.0°C 之導電度為 174 μS)。

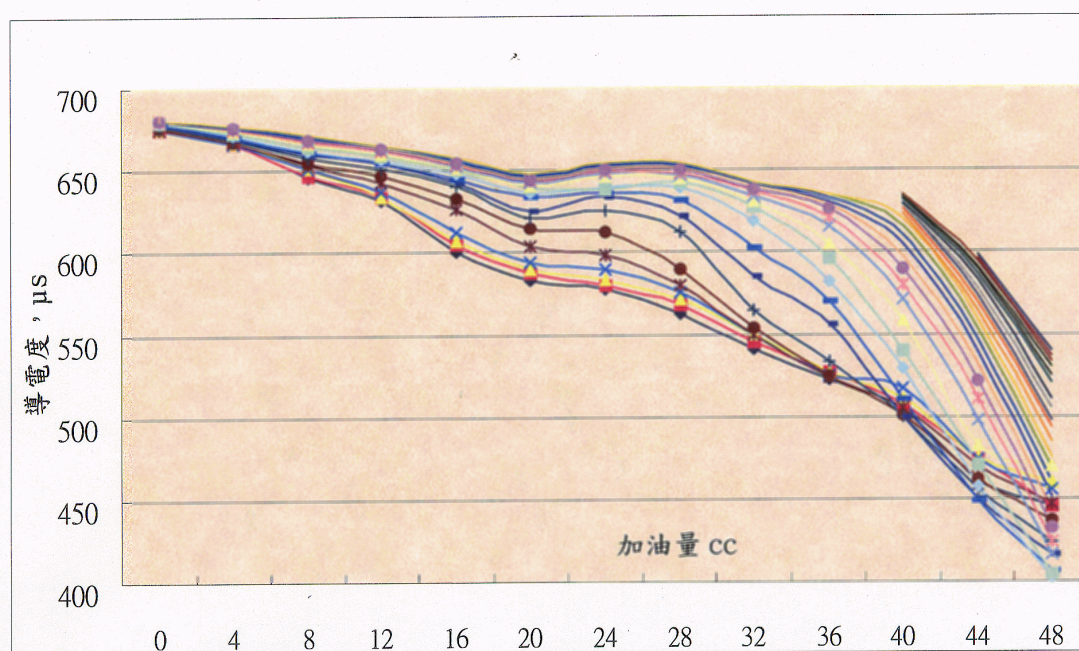
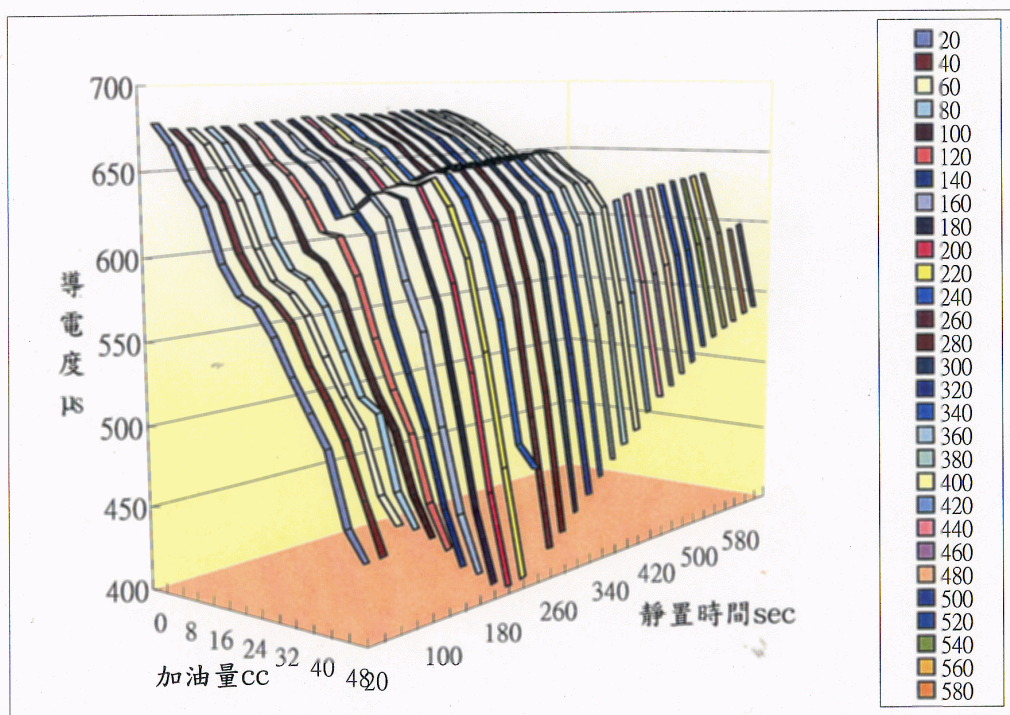
- 七.導電度在實驗所使用的尺度下具規則性。由此可推廣到進行乳化實驗時，給定溫度與濃度的 PAOS 應有之導電度。是實驗三的分析基礎。
- 八.由實驗三(參考圖四～七)結果顯示導電度隨沙拉油含量增加而降低，且受靜置時間影響。含 0.5% PAOS 清潔劑之 200 克水溶液約可吸收 4cc 的沙拉油，並保持 7 分鐘穩定。當油量增加到 5cc 以上時，與靜置穩定關係漸漸降低。
- 九.由於高轉速進行乳化會產生大量泡沫，干擾讀值，所以添加 1.5%之消泡劑。消泡劑添加後占有 20 μ s 左右的導電量，在總導電度值高時可以忽略。
- 十.當靜置讀值異常穩定時，表示導電度計已經無法客觀測量該系統之導電度，推測是因為探棒上之金屬雙環已經被油層裹覆(參考含 0.5% PAOS 清潔劑之 200 克水溶液，添加沙拉油之乳化導電度試驗二維圖)。
- 十一.由顯微鏡觀察乳液粒徑顯示，粒徑隨攪拌後靜置時間增長而增大(參圖八)。與導電度測試結果比較顯示，乳液粒徑增大導電度提高。在一定溫度、一定攪拌條件下，含有定濃度某一界面活性劑之水溶液其導電度為一定值。如果攪拌條件改變會造成不同乳化效果，其導電度亦隨之改變。因此，可由導電度之量測結果判定其乳化效果，亦可由導電度之量測結果篩選出最佳之攪拌條件，對乳化成實驗及乳化製造工業上，將提供有利、快速之製程篩選與監測。
- 十二.在加油量為 0 cc 的時候，導電度隨靜置時間緩緩上升。這是因為剛加入的 PAOS 待取液並未完全溶解在水中。使得第 1 次加油攪拌後的各個靜置時間點導電度都比第 0 次(未加油)時高。若延長該次攪拌時間，待其更充分溶解後，如其他實驗，這種現象會消失。
- 十三.加油量 48cc 已經遠超過系統所能負荷。但導電度計仍能免於被油層包覆的情況，實驗得以進行，這是因為高濃度的清潔劑作用。唯總系統體積已經到達 250cc 而停止。
- 十四.在含 PAOS 0.5～3%之水溶液中加入沙拉油，隨沙拉油加入量之增加其導電度均呈現下降現象，200g 之 PAOS 水溶液當加入 10g 沙拉油時其導電度約下降了 3～26%。如果加入更多之沙拉油，或者乳化攪拌過後之停滯時間過久，造成乳化效果不佳時，其導電度數據則較不規則。因此，我們可由溶液導電度之量測結果判定乳化效果，並可測定乳化攪拌之最佳條件。



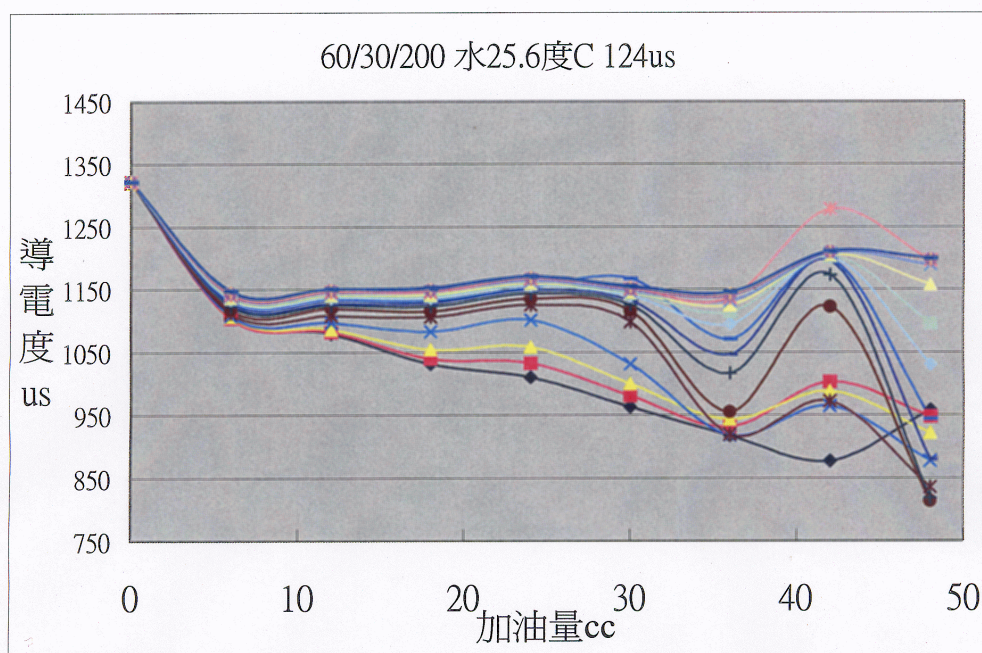
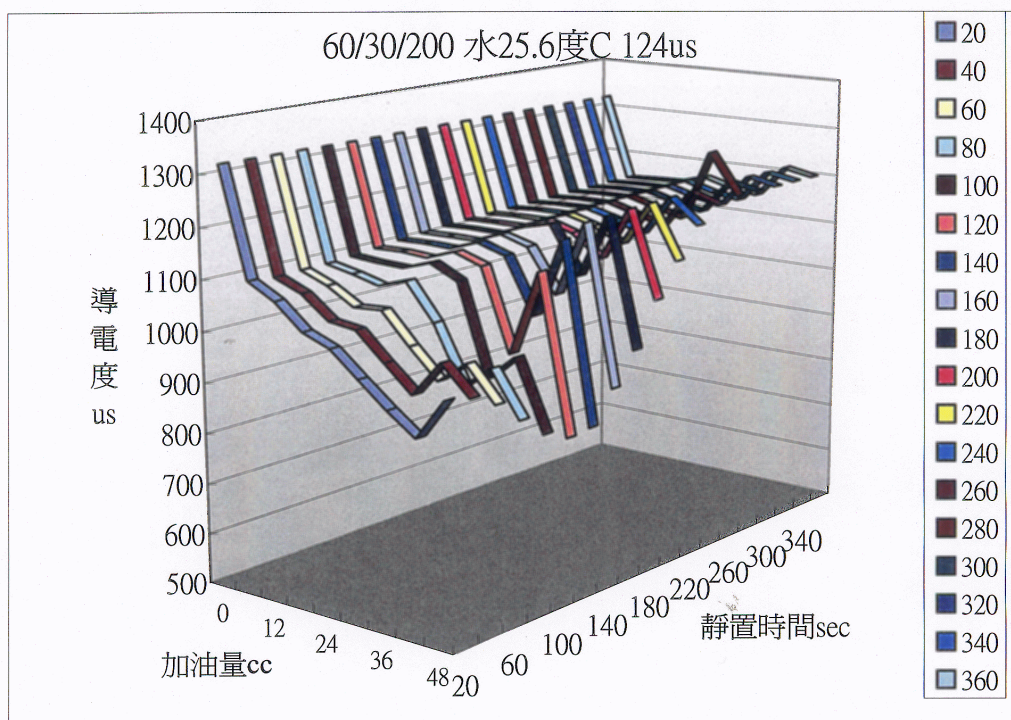
圖四、含 PAOS 清潔劑 0.5%、消泡劑 1.5%之 200g 水溶液，於 25.6℃ 下，添加不同量之沙拉油，經 4000rpm 轉速攪拌兩分鐘後，靜置計時，於各靜置時間點連續量測其導電度之實驗結果。上圖 X 軸為靜置時間、Y 軸為加油量、Z 軸為導電度。下圖為 2 維繪圖，X 軸為加油量、Y 軸為導電度(實驗用水於 25.6℃ 下之導電度為 124 μ S)。



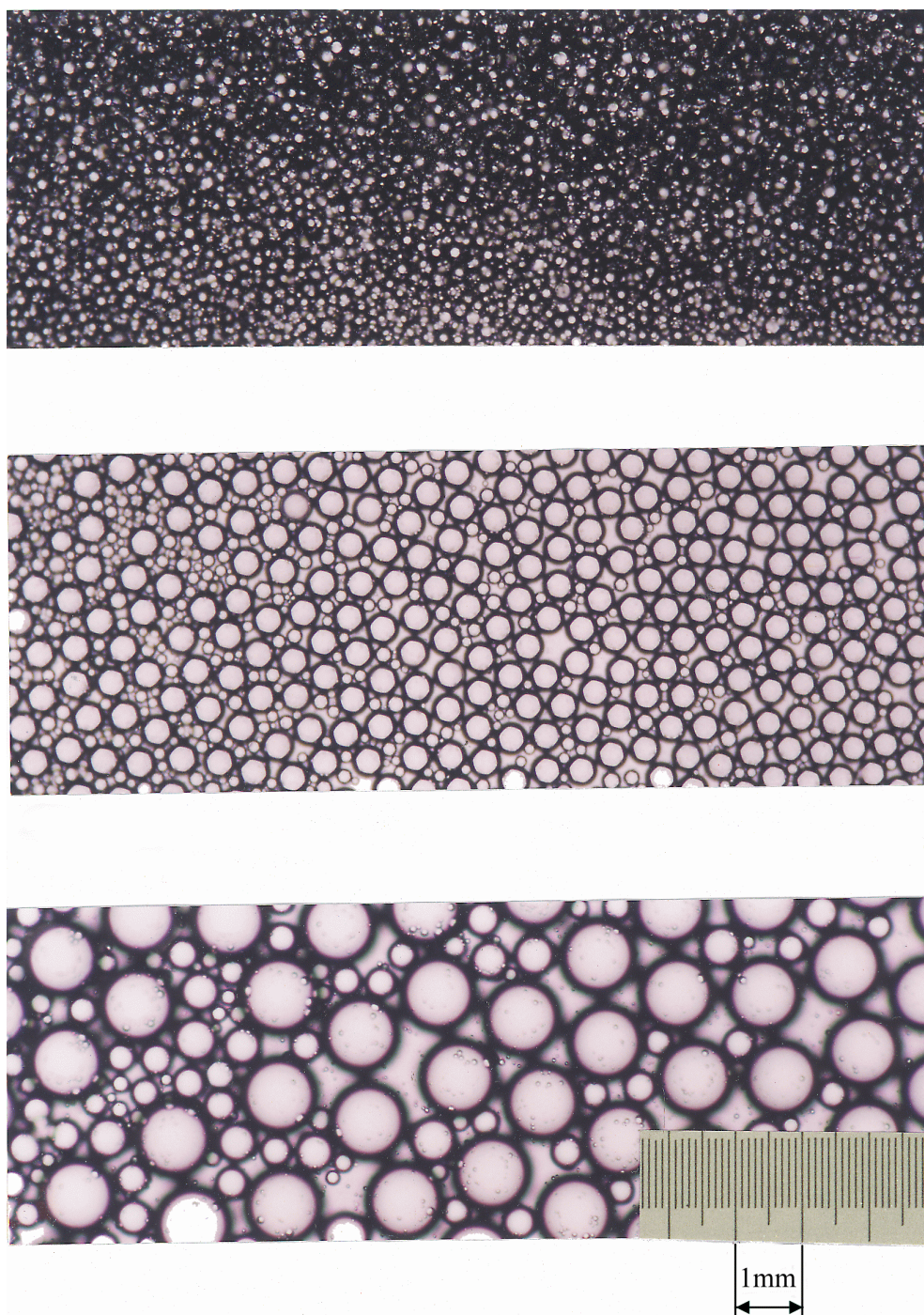
圖五、含 1% PAOS 清潔劑及 1.5% 消泡劑之 200g 水溶液，於 24℃ 下，添加不同量之沙拉油，經 4000rpm 轉速攪拌兩分鐘後，靜置計時，於各靜置時間點連續量測其導電度之實驗結果。上圖 X 軸為靜置時間、Y 軸為加油量、Z 軸為導電度。下圖為從另一角度繪圖，X 軸為加油量、Y 軸為導電度(實驗用水於 24℃ 下之導電度為 174 μS)。



圖六、含 1.5% PAOS 清潔劑及 1.5%消泡劑之 200g 水溶液，於 25.7°C 下，添加不同量之沙拉油，經 4000rpm 轉速攪拌兩分鐘後，靜置計時，於各靜置時間點連續量測其導電度之實驗結果。上圖 X 軸為靜置時間、Y 軸為加油量、Z 軸為導電度。下圖為從另一角度繪圖，X 軸為加油量、Y 軸為導電度(實驗用水於 25.7°C 下之導電度為 124 μS)。



圖七、含 3%PAOS 清潔劑及 1.5%消泡劑的 200g 水溶液，於 25.6℃下，添加不同量之沙拉油，經 4000rpm 轉速攪拌兩分鐘後，靜置計時，於各靜置時間點連續量測其導電度之實驗結果。上圖 X 軸為靜置時間、Y 軸為加油量、Z 軸為導電度。下圖為從另一角度繪圖，X 軸為加油量、Y 軸為導電度。



圖八・含 1.5%PAOS 清潔劑、1.5%消泡劑之 200g 水溶液添加 6g 沙拉油，並經 4000rpm 轉速攪拌兩分鐘後靜置計時，於各時間點之乳液粒徑變化。上圖為靜置 30 秒鐘，中圖為靜置 120 秒鐘，下圖為靜置 400 秒鐘後照相圖。

十五.一般而言，越高濃度之清潔劑溶液其乳化效果越好，而導電度下降也越明顯，擬合線之斜率也會越大。如圖九，濃度 1% 的斜率明顯低於線性期望值。這顯示在實驗環境下(4000rpm*兩分鐘攪拌，23℃溫控，欲分散 20cc 左右的沙拉油於 200ml 水溶液中)，1% 左右是較經濟的濃度，可以用較少的清潔劑量達到不錯的乳化效果。本方法可以予以推廣，以評估不同界面活性劑配方的乳化能力。

十六.導電度下降機制：

- 1.油滴分散於乳化系統內，其表面吸附界面活性劑分子，但這不是微胞。微胞的定義是”純界面活性劑分子團”，另稱膠束，因其高濃度時具有膠態溶液性質，呈混濁光線不易通過。
- 2.導電性來自於單分子，但參考資料中指出 c.m.c 濃度前後導電度有明顯落差，故其導電性與微胞生成有關，而 c.m.c 濃度以上的導電度正比增加，則顯示其與微胞態的界面活性劑分子數量之正比關係。
- 3.油滴會減少自由狀態(提供主要導電路徑)的界面活性劑分子。定量的油滴若分散粒徑越小，則其油滴群的吸附總表面積會增加，使得自由狀態分子更少，導電度更低。反之，若靜置使油滴凝聚，則其總表面積會減少，使得導電度上升。
- 4.電阻與導線截面積成反比，導線截面積越大電阻越小(相當於並聯效果)；與長度成正比(相當於串聯效果)，導線越長電阻越大。今導電探棒的金屬環距離固定，剩下的影響因素即是可供導電的截面積。考慮溶液中某定量的油越分散，則其粒徑越小，能參與導電的截面積會被佔據越多，導電度會下降。(這個效應會超過前項所提的效應)。

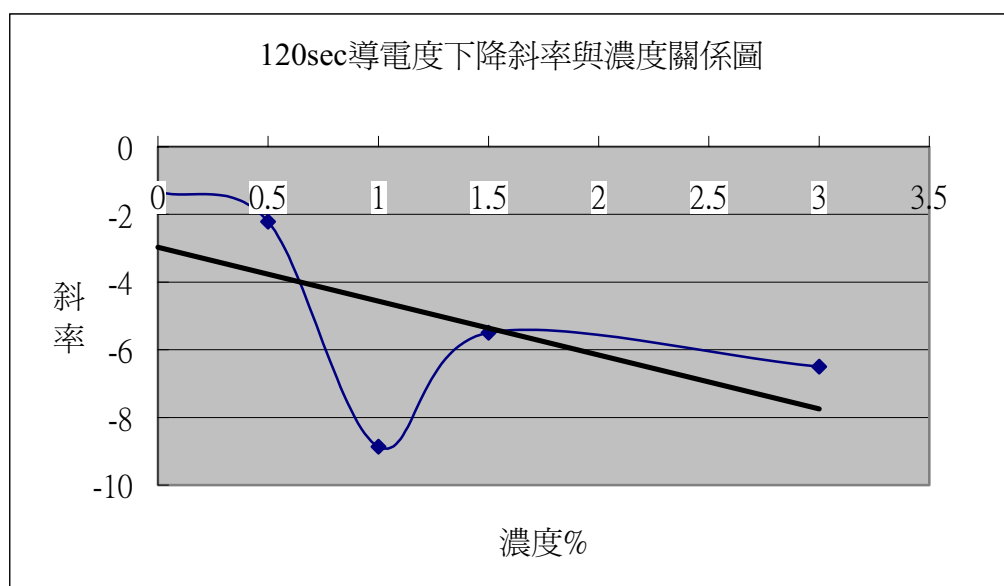
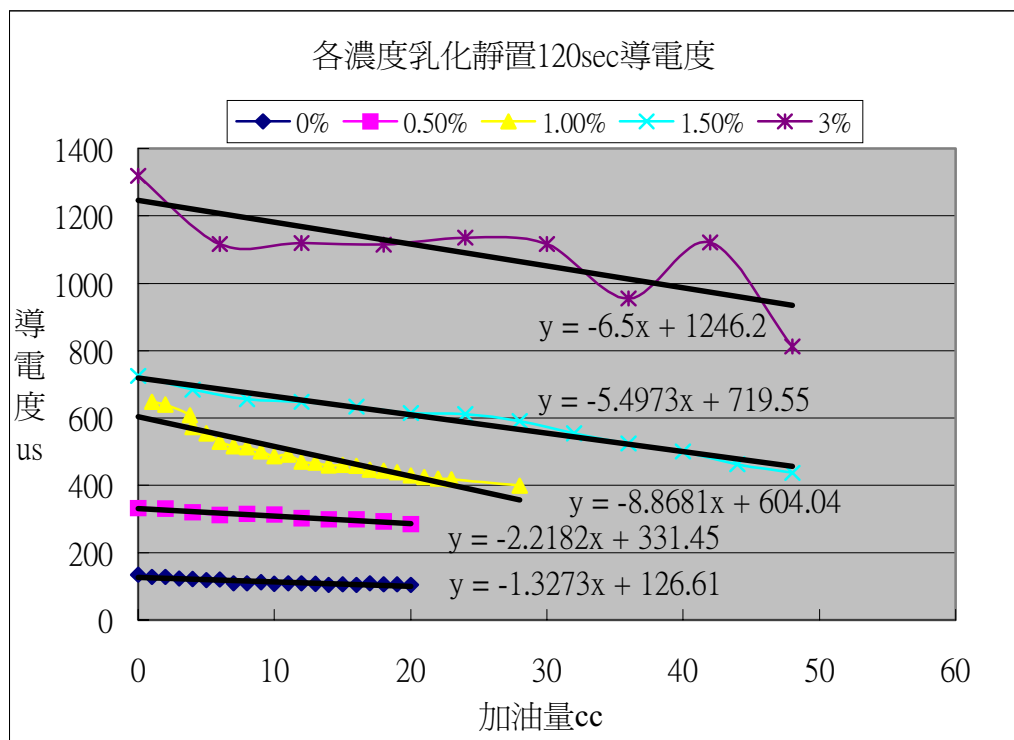
設總體積為 V 的沙拉油被攪散成 k 個平均半徑為 r 的小油滴，即

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 \times k$$

則油滴總表面積 A 為

$$A = 4\pi r^2 \times k = 4\pi r^2 \times \frac{3V}{4\pi r^3} = \frac{3V}{r}$$

式中 r 若隨靜置時間增加，則總表面積勢必減少(反之亦然)，而使得被油滴束縛的界面活性劑分子減少(「自由」的界面活性劑分子增加)，導電度隨之提高。



圖九、含各種 PAOS 清潔劑濃度之 200g 水溶液，加油乳化並靜置 120 秒，其導電度與沙拉油添加量之關係。

將油滴投影至平面，其投影面積

$$A = \pi r^2 \times k = \pi r^2 \times \frac{3V}{4\pi r^3} = \frac{3V}{4r}$$

此即所佔據的導電截面積平均值，是影響導電度的主要原因。

肆.結論

由顯微鏡觀察乳液粒徑顯示，粒徑隨攪拌後靜置時間增長而增大。與導電度測試結果比較顯示，乳液粒徑增大導電度提高。在一定溫度、一定攪拌條件下，含有定濃度某一界面活性劑之水溶液其導電度為一定值。如果攪拌條件改變會造成不同乳化效果，其導電度亦隨之改變。因此，不僅可由導電度之量測結果判定其乳化效果，亦可由導電度之量測結果篩選出最佳之攪拌條件，對乳化成實驗及乳化製造工業上，將提供有利、快速之製程篩選與監測。

伍.參考資料

- 一.界面科學基礎，趙承琛著，復文書局，八十年十二月十一版。
- 二.界面活性劑應用實務，北原文雄等著，賴耿陽譯，復漢出版社，七十七年十月再版。
- 三.乳化溶化技術實務，歐靜枝譯編，復漢出版社，八十二年八月再版。
- 四.表面物理化學，ARTHUR W.ADAMSON 著，陶雨台譯，千華圖書出版公司，七十七年五月初版。
- 五.膠體及界面化學入門，DUNCAN J SHAM 著，張有義、郭蘭生譯，高立圖書有限公司八十八年一月初版。

附 件

附表一、不含沙拉油的條件下，PAOS 清潔劑含量及攪拌後之靜置時間對溶液導電度之影響(水溫:23.0℃ 單位 μS)(導電度-濃度關係，Date:2001/4/6)

[illegible]

附表二、不含 PAOS 清潔劑及消泡劑之 200g 純水裝於 400ml 燒杯中，以 4000rpm 轉速攪拌 2min 的條件下，沙拉油含量及攪拌後之靜置時間對溶液導電度之影響(單位 μS)

導電度		靜 置 時 間【秒】									
		20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
沙拉油含量 (cc)	0	134	134	134	134	134	134	134	134	134	134
	1	129	130	129	129	129	129	129	129	129	129
	2	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
	3	125	124	124	124	124	124	124	124	124	124
	4	121	121	122	122	122	122	122	122	122	122
	5	119	118	118	118	118	118	118	118	118	118
	6	112	121	120	120	120	120	120	120	120	120
	7	109	108	114	112	110	110	110	110	110	110
	8	109	109	107	111	110	109	109	109	109	109
	9	108	112	112	111	110	112	112	112	112	112
	10	113	108	107	107	107	107	107	107	107	107
	11	105	105	110	113	111	110	109	109	109	109
	12	103	107	105	106	109	109	109	109	109	109
	13	111	110	109	108	109	108	108	108	108	108
	14	109	108	105	104	105	104	104	104	104	104
	15	108	107	108	107	107	106	107	107	107	107
	16	104	102	101	101	108	105	103	101	101	100
	17	107	106	104	109	110	109	108	108	108	108
	18	101	103	106	110	108	106	105	103	103	103
	19	102	101	106	107	106	106	106	106	106	106
	20	103	107	106	105	105	104	104	104	104	104

附表三、含 PAOS 清潔劑 0.5%、消泡劑 1.5%之 200g 水溶液裝於 400ml 燒杯中，以 4000rpm 轉速攪拌 2min 的條件下，沙拉油含量及攪拌後之靜置時間對溶液導電度之影響(單位 μS)

Date:2001/5/26 25.6°C 水 124μS

[illegible]

附表四、含 PAOS 清潔劑 1.5%、消泡劑 1.5%之 200g 水溶液裝於 400ml 燒杯中，以 4000rpm 轉速攪拌 2min 的條件下，沙拉油含量及攪拌後之靜置時間對溶液導電度之影響(單位 μS)
Date: 2001/5/26 水 25.7°C 124 μS

導電度		靜置時間(秒)									
		20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
沙拉油含量(cc)	0	678	675	675	675	675	676	677	678	678	679
	4	666	666	666	666	667	668	669	670	671	672
	8	646	647	651	651	653	655	658	660	661	662
	12	632	634	634	637	643	647	651	654	655	657
	16	600	605	607	612	626	633	640	643	645	648
	20	583	587	589	594	604	614	621	625	634	636
	24	578	580	583	589	598	612	325	634	636	639
	28	562	568	571	575	580	590	312	622	632	639
	32	541	545	549	550	550	554	565	585	603	619
	36	522	527	527	525	524	525	533	556	570	582
	40	504	507	510	517	505	501	500	500	511	529
	44	461	474	475	474	469	462	455	450	449	457
	48	445	445	460	455	447	437	424	416	407	402
導電度		靜置時間(秒)									
		220	240	260	280	300	320	340	360	380	400
沙拉油含量(cc)	0	679	680	680	680	680	681	681	681	681	681
	4	673	674	675	675	676	676	676	677	677	677
	8	664	666	668	668	669	670	670	671	672	672
	12	659	660	662	662	663	664	665	665	665	665
	16	650	651	652	653	654	655	656	657	658	658
	20	639	640	643	644	644	645	646	647	648	648
	24	638	646	648	649	650	651	652	653	654	655
	28	643	645	647	648	650	651	652	653	654	654
	32	627	631	634	637	638	640	641	642	643	643
	36	596	605	615	621	626	629	631	633	635	635
	40	540	558	571	580	590	597	605	610	616	620
	44	470	482	497	510	521	531	539	546	553	558
	48	404	469	416	424	433	442	451	460	468	475

附表五、含 PAOS 清潔劑 2%、消泡劑 1.5%之 200g 水溶液裝於 400ml 燒杯中，以 4000rpm 轉速攪拌 2min 的條件下，沙拉油含量及攪拌後之靜置時間對溶液導電度之影響(單位 μS)(45°C 高溫乳化)

導電度		靜 置 時 間(秒)									
		20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
沙拉油含量(cc)	0	751	781	792	800	806	809	811	812	812	812
	2	799	811	817	820	823	825	826	826	826	827
	4	769	775	782	787	791	793	794	796	798	803
	6	751	778	786	793	798	802	806	809	814	816
	8	700	715	725	726	732	741	750	757	764	768
	10	730	751	861	769	777	784	791	795	799	802
	11	762	775	781	785	793	800	807	812	817	820
	12	714	725	726	725	33	744	753	755	764	767
	13	720	730	726	727	740	756	768	775	780	783
	14	708	720	724	730	744	755	762	768	771	775
	15	723	727	731	738	755	761	777	783	788	791
導電度		靜 置 時 間(秒)									
		220	240	260	280	300	320	340	360	380	400
沙拉油含量(cc)	0	811	811	812	813	816	819	823	826	828	831
	2	827	827	826	826	826	826	826	825	825	826
	4	807	812	816	821	824	827	829	832	834	837
	6	819	822	825	826	828	830	832	833	834	836
	8	773	778	782	787	790	792	794	796	797	798
	10	806	810	815	819	821	822	822	823	824	826
	11	823	826	828	829	831	832	832	833	833	833
	12	770	772	774	776	779	781	783	785	787	788
	13	785	787	789	790	791	793	795	798	801	803
	14	777	779	781	782	783	784	784	785	785	786
	15	794	796	797	799	799	800	801	802	802	802

附表六.含 1.5%PAOS 清潔劑、1.5%消泡劑之 200g 水溶液添加沙拉油之導電度(25.6℃ 實驗用水之導電度為 124 μ s)90 年 5 月 26 日

導電度	靜置時間(秒)																							
	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400	420	440	460	
油含量， 0	613	614	615	616	618	619	623	627	630	634	638	640	643	646	649	654	658	663	667	672	675	679	683	
1	676	676	676	676	677	678	680	684	688	692	694	697	700	699	696	693	691	689	686	683	679	678	677	
2	665	668	666	667	669	670	671	672	672	673	673	673	672	671	670	667	666	663	660	656	653	649	644	
3	597	600	601	601	601	599	597	595	594	594	594	594	595	596	597	597	597	597	598	599	599	599	598	
4	564	568	569	572	573	574	575	575	575	574	572	571	570	570	570	569	569	570	570	570	569	569		
5	539	540	540	541	541	543	544	545	546	547	548	548	548	549	549	550	549	549	548	548	547	547		
6	523	524	525	526	527	529	531	533	535	536	536	536	537	537	538	538	539	539	539	538	538	539		
7	506	510	511	513	514	516	518	520	520	521	521	522	523	523	523	523	523	524	524	524	524			
8	487	495	497	499	501	504	507	509	511	512	513	514	515	516	520	520	521	521	521	522	522	522		
9	472	483	488	489	491	493	495	497	499	501	502	503	504	505	506	506	507	507	507	507	510	510		
10	462	467	469	470	473	476	480	483	486	487	489	489	491	492	492	493	494	494	495	496	496	496		
11	454	460	463	464	467	470	474	478	483	485	487	488	489	490	491	492	493	493	494	495	495	495		
12	447	453	462	464	467	471	476	479	482	485	487	488	489	490	491	492	492	493	494	494				
13	456	458	460	461	464	467	474	472	486	489	491	493	495	496	497	498	499	500	500	501	502	502		
14	444	448	450	453	455	460	465	469	472	475	477	478	480	481	482	483	484	485	485	485	486	486		
15	439	448	451	453	456	461	467	471	476	478	480	482	484	485	486	487	487	488	489	489	490	490		
16	444	449	449	451	454	458	465	470	477	480	481	483	485	487	488	489	490	491	491	492	493	493		
17	431	436	438	440	443	447	455	460	465	469	472	474	475	477	478	479	480	481	482	482	483			
18	431	434	436	437	439	443	449	455	462	465														
19	427	431	433	433	435	438	444	451	460	466	469	472	473	474	476	477	477	478	479	480	480	481		
20	414	420	425	425	426	429	434	439	447	453	459	463	466	469	470	471	473	474	475	475	476	476		
21	419	421	421	421	422	425	430	438	447	453	458	462	466	468	470	471	472	473	474	475	475	476		
22	415	417	415	414	415	419	425	435	444	451	456	460	462	465	467	468	469	470	471	472	472	473		
23	405	410	412	413	413	418	418	422	427	434	443	451	458	464	468	470	473	476	477	477	478			
28	390	390	394	396	399	399	401	403	408	416	424	432	443	451	456	461	465	467	469	471	471	472	473	

附表七.含 3%PAOS 清潔劑、1.5%消泡劑之 200g 水溶液添加沙拉油之導電度(25.6℃ 實驗用水之導電度為 124 μ s)90 年 5 月 26 日

導電度	靜 置 時 間(秒)								
	20	40	60	80	100	120	140	160	180
油含量，0	1320	1320	1320	1320	1320	1320	1320	1321	1322
6	1108	1104	1107	1108	1112	1117	1123	1127	1131
12	1079	1082	1086	1097	1108	1119	1124	1128	1133
18	1031	1039	1054	1083	1106	1115	1123	1128	1132
24	1010	1032	1058	1101	1125	1135	1143	1149	1152
30	963	980	999	1031	1098	1116	1125	1132	1167
36	917	931	943	918	919	955	1016	1046	1071
42	877	1002	987	964	972	1122	1173	1195	1198
48	958	947	921	877	835	813	818	880	944
導電度	靜 置 時 間(秒)								
	200	220	240	260	280	300	320	340	360
油含量，0	1322	1322	1322	1322	1322	1322	1322	1322	1322
6	1134	1136	1138	1140	1142	1144	1145	1147	1148
12	1136	1139	1142	1144	1146	1148	1149	1150	1151
18	1136	1139	1142	1145	1146	1149	1150	1151	1153
24	1156	1158	1160	1163	1166	1167	1169	1170	1171
30	1139	1143	1145	1147	1150	1151	1153	1154	1155
36	1095	1114	1124	1131	1136	1140	1143	1145	1146
42	1201	1203	1205	1207	1278	1209	1210	1210	1211
48	1030	1096	1157	1189	1196	1197	1198	1199	1199

評 語

- (1) 本作品是利用導電度探討沙拉油用界面活性劑乳化情形。
- (2) 本作品研究成果相當豐碩，而且本研究數據處理相當優異，尤其在三度空間數據處理相當好。
- (3) 同時，本作品對足以影響乳化的因子探討相當仔細，本作品是一件相當好的研究作品，值得獎勵。