

中華民國第 61 屆中小學科學展覽會 作品說明書

高級中等學校組 化學科

佳作

050209

怎麼突然「逆」過來了—研究正逆微胞之型態

學校名稱：國立花蓮女子高級中學

作者： 高二 李宜霖 高二 蔡勻禕 高二 戴婧亘	指導老師： 陳玉時 閻國中
---	-----------------------------

關鍵詞：逆微胞、乳化、醇類

摘要

本研究目的為尋找容易形成逆微胞並觀察的方法，以作為教材。我們先以十二烷基硫酸鈉(SDS)或碳鏈較短的一元醇加入沙拉油形成的兩相微胞在顯微鏡下觀察，但因形成的微胞太小，透過顯微鏡無法觀察，故我們在油水混合溶液中分別加入SDS水溶液、正丁醇、異丁醇進行觀察。發現SDS僅形成微胞；在油/水比值為2以上時，加入正丁醇可形成逆微胞；在油/水比值大於1.25時，加入異丁醇可形成逆微胞。我們另使用易溶於水的乙醇作為界面活性劑，但改變添加順序，發現在乙醇油溶液中加入水可以乳化，且在油/水比值為1.25以上時，會形成逆微胞。而以易溶於油的正己醇作為界面活性劑時，發現在正己醇水溶液中加入油可以乳化，且在油/水比值為1.25以上時，會形成逆微胞。

壹、研究動機

化學課時，老師教到微胞時，還提到了逆微胞，在好奇心的驅使下，我們就去查詢逆微胞的相關文獻，發現在化學課本中並沒有詳細的介紹過逆微胞，於是我們想研究在什麼情形下可以觀察到逆微胞？以提供教學上演示微胞及逆微胞差異的方法。

貳、研究目的

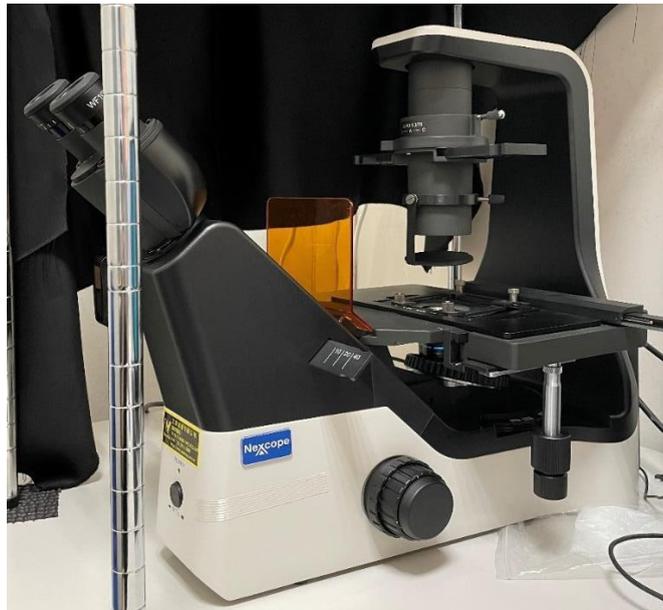
- 一、觀察十二烷基硫酸鈉及不同醇類與沙拉油所形成的暫時性微胞。
- 二、觀察十二烷基硫酸鈉及不同醇類與水所形成的暫時性微胞。
- 三、研究定量界面活性劑在何種水油比例下，較容易形成逆微胞。
- 四、研究乙醇和正己醇分別在何種添加順序下，較容易形成逆微胞。

參、研究設備及器材

一、實驗器材及藥品

表一：實驗器材及藥品

品名	廠牌	藥品	廠牌
倒立螢光照相顯微鏡	Nexcope	沙拉油	福壽
手機	Redmi Note 7	十二烷基硫酸鈉	島久
雷射筆(5mW)		甲醇	shin
光感應器	PASCO	99.5%乙醇、正丙醇、異丙醇、正丁醇、異丁醇、第二丁醇、第三丁醇、正戊醇	島久
SPARKvue 軟體	PASCO	正己醇	昭和化學
Toup View 軟體		1 D8A1 染劑(C ₃₀ H ₄₇ O ₃ N ₃)	大學提供



圖一：倒立螢光照相顯微鏡

二、實驗裝置

(一) 自製暗箱一(如圖二所示)：

1. 以木板及膠帶固定光感應器(1)
2. 用已挖好樣品瓶口徑大小的木板固定樣品瓶(2)
3. 將木板挖洞並以熱熔膠固定雷射筆(3)
4. 將攪拌器(4)以泡棉雙面膠固定於升降台(5)上
5. 以熱熔膠將升降台(5)固定於木板上
6. 以黑塑膠瓦楞紙板及黑布蓋住紙箱開口以形成暗箱



圖二：暗箱一內部

(二) 自製暗箱二(如圖三所示)：

- 1.以黑塑膠瓦楞紙板(5)作為固定之底座，將其以熱熔膠固定於攪拌器(4)上
- 2.以膠帶固定光感應器(1)於底座(5)上
- 3.將底座(5)挖一與石英比色管口徑大小相同的洞，以固定石英比色管(2)
- 4.以熱熔膠固定雷射筆(3)
- 5.以黑塑膠瓦楞紙板及黑布蓋住紙箱開口以形成暗箱



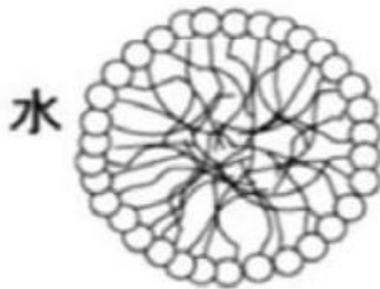
圖三：暗箱二內部

肆、研究過程及方法

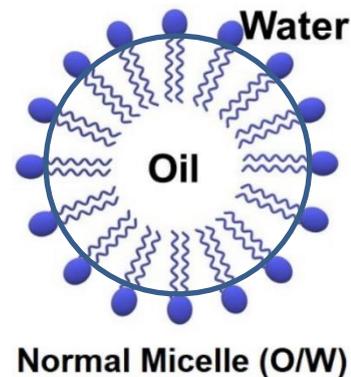
一、文獻探討

(一) 微胞^二

微胞是由數十至數百個界面活性劑分子聚集而成。在水溶液中，微胞內的界面活性劑的親水端朝外與水分子水合，並將親油端包圍於內以減少水分子與親油端的接觸面積。界面活性劑可形成微胞的臨界濃度，稱為『臨界微胞濃度』(CMC)，在高於CMC的水溶液中，微胞與界面活性劑單體共存，後者的濃度仍約保持於CMC。在非極性溶劑中，界面活性劑也可形成聚集體，其親水端和親油端的所在位置與微胞相反，稱為『逆微胞』。而微胞有許多型態，像是兩相微胞(圖四)、三相微胞(圖五)。



圖四：兩相微胞



圖五：三相微胞

(二) 乳化^三

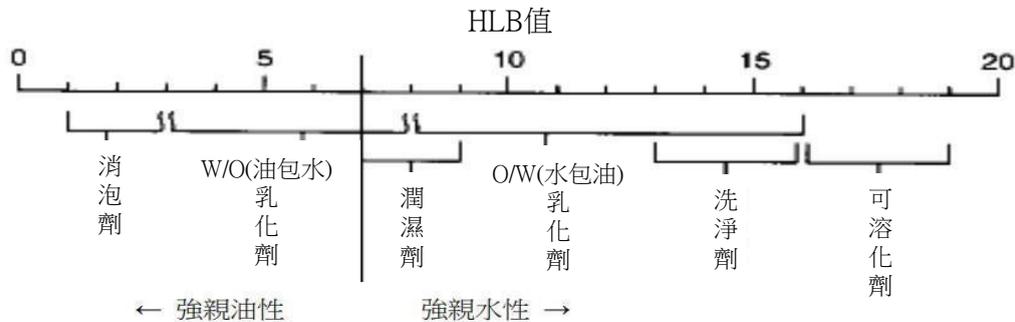
乳化作用，是指兩種原本互不相溶的液體，經過大力攪拌或添加乳化劑等界面活性劑之後，有一方形成微粒狀，分散於另一方中而互相混合成為均勻狀態。而這樣的作用下所產生的液體就稱之為乳化液。乳化液的組成要素有：

1. 流動相(continuous phase)：用來當作分散介質，通常是水。
2. 固定相(discontinuous phase)：在乳化液中呈現微粒狀或懸浮狀，通常是油。

而乳化原理，是指在加入具有乳化作用的界面活性劑後，由於界面活性劑的性質可以使油與水間產生親和力，降低界面張力，改變界面狀態。在化學結構上，乳化劑一般都由極性基和非極性基所構成，容易溶在水中、有親水性質的極性端稱做親水端，而易溶於油中的非極性端叫做親油端。於一杯含有油與水的溶液中加入乳化劑，則其親水端溶於水中，親油端溶於油中，這樣就在油-水兩相之間形成一層界面膜，因而降低了界面張力。

(三)HLB值 (Hydrophile Lipophilic Balance)^四

亦稱親水親油平衡值，於1949年被William Griffin提出，是用來表示界面活性劑親水性或親油性的程度，HLB值的大小決定界面活性劑的性質或用途(如圖六)。HLB為0~40的數值，越接近0者親油性越高，反之則親水性越高。依據HLB值的大小可尋求具適當機能之界面活性劑。



圖六：界面活性劑的HLB值對應之性質

常見計算HLB值之方法有以下四種：

1. ATLAS 法：酯類界面活性劑設定S是酯的皂化值，A是酸的酸值，HLB值定義為： $20(1-S/A)$ 。
2. Griffin 法：適用於非離子型界面活性劑，結果在0到20的範圍內，HLB值定義為： $20 \times \text{親水部分的分子量的總和} / \text{界面活性劑的分子量}$ 。
3. Davis法：於1957年由大衛提出，藉由查表(如表二)計算官能基團之基數，以計算HLB值，計算公式為： $7 + \text{親水基的基數總和} - \text{親油基的基數總和}$ 。
4. 川上法： $HLB = 7 + 11.7 \log (M_w/M_o)$ ，其中 M_w 為親水基分子量， M_o 為親油基分子量。

表二：親水基和親油基的基數

親水性基	基數	親油性基	基數
-OSO ₃ Na	38.7	-CH-	0.475
-COOK	21.1	-CH ₂ -	0.475
-COONa	19.1	-CH ₃	0.475
-SO ₃ Na	11.0	=CH-	0.475
-COO(R)	2.4	-CF ₂	0.870
酯	2.4	-CF ₃	0.870
-COOH	2.1	C ₆ H ₆	1.662
-OH	1.9	-O-	1.3

二、實驗步驟

【實驗一】：觀察十二烷基硫酸鈉在油中(或水中)的溶解情形

- (一) 配製0.1M十二烷基硫酸鈉油溶液及0.1M十二烷基硫酸鈉水溶液各100mL
- (二) 於250mL燒杯內放入攪拌子(48.55*6.85mm)，置於攪拌器上以轉速340rpm進行攪拌
- (三) 記錄完全溶解所需時間

【實驗二】：觀察不同醇類在油中(或水中)的溶解情形

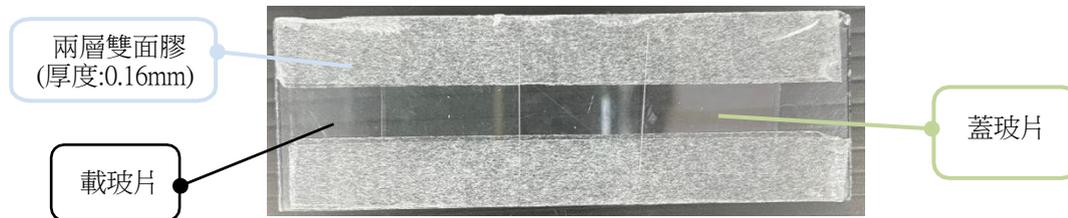
- (一) 配製總體積為6.0mL的不同體積比例之醇類加沙拉油溶液、醇類加水溶液於樣品瓶中
- (二) 於樣品瓶內放入攪拌子(20.5*6mm)，蓋上瓶蓋後，置於攪拌器上以轉速340rpm進行攪拌
- (三) 轉動升降台，以尋找最低光強值，並記錄光強值和位置
- (四) 重複步驟(二)、(三)二次

【實驗三】：比較固定水量和油量，達最低光強值時界面活性劑所需的體積

- (一) 配製水1.4mL、沙拉油0.1mL之溶液置於比色管中
- (二) 將攪拌子(3*7mm)放入比色管中，置於攪拌器上以轉速1150rpm進行攪拌
- (三) 將光源固定於距比色管底9.5mm處
- (四) 取1.0M十二烷基硫酸鈉水溶液0.05mL，加入比色管中
- (五) 待5分鐘後，記錄其光強值
- (六) 重複步驟(四)、(五)直到光強值不再降低
- (七) 將步驟(四)的十二烷基硫酸鈉水溶液改為不同醇類，並重複步驟(四)~(六)

【實驗四】：觀察定量界面活性劑在不同水油比例下所形成之微胞型態

- (一) 配製總體積為0.9mL的不同體積比例之水和已加入螢光染劑的沙拉油溶液
- (二) 加入十二烷基硫酸鈉水溶液0.1mL，置於2.0mL離心管中，搖晃離心管40秒，並靜置五分鐘，待溶液分層
- (三) 吸取乳化層溶液置入載玻片與蓋玻片之間(如圖七所示)



圖七：觀察正逆微胞之玻片

- (四) 以倒立螢光照相顯微鏡觀察，透過CCD(感光耦合元件)將影像傳送到電腦，並使用Toup View軟體拍照
- (五) 將步驟(二)的十二烷基硫酸鈉水溶液分別改為正丁醇、異丁醇，並重複步驟(二)~(四)

【實驗五】：研究乙醇和正己醇分別在何種添加順序下，較容易形成逆微胞

- (一) 配製不同體積比例之乙醇和沙拉油溶液於2.0mL離心管中，搖晃離心管40秒，並靜置五分鐘
- (二) 分別加入不同體積的蒸餾水，使溶液總體積為1.0mL，並搖晃離心管40秒，靜置五分鐘，待溶液分層
- (三) 吸取乳化層溶液置入載玻片與蓋玻片之間
- (四) 以倒立螢光照相顯微鏡觀察，透過CCD(感光耦合元件)將影像傳送到電腦，並使用Toup View軟體拍照
- (五) 將步驟(一)的沙拉油換成蒸餾水，步驟(二)的蒸餾水換成沙拉油，並重複步驟(一)~(四)
- (六) 將步驟(一)的乙醇改為正己醇，並重複步驟(一)~(五)

伍、研究結果與討論

【實驗一】：觀察十二烷基硫酸鈉在油中(或水中)的溶解情形

因為市售清潔劑成分複雜，為了不讓市售清潔劑的添加物影響實驗結果，因此我們選擇十二烷基硫酸鈉來進行實驗，結果如表三。

表三：十二烷基硫酸鈉在油中(或水中)的溶解情形

溶劑	十二烷基硫酸鈉(克)	溶解情形	攪拌時間(分鐘)
100mL水	2.884	完全溶解	2.5
100mL沙拉油	2.884	尚未溶完	360
100mL沙拉油	0.003	尚未溶完	360

- 一、我們查到物質可溶的定義是溶解度大於0.1M，因此我們分別配製0.1M十二烷基硫酸鈉的水溶液與油溶液，發現油溶液在攪拌了360分鐘後仍未完全溶解(水溶液僅需攪拌2.5分鐘)，因此我們又試了微溶(10^{-4} M)的濃度：取0.003克十二烷基硫酸鈉加入100mL的油中，攪拌了360分鐘後，仍有肉眼可見的沉澱未溶解，因此，我們判斷十二烷基硫酸鈉難溶在沙拉油中。
- 二、原本我們想藉由十二烷基硫酸鈉的油溶液來觀察逆微胞，但顯然此方法不可行，因此我們將目標轉到同樣具有親水端及親油端之碳鏈較短的一元醇，期望能找出較適合觀察逆微胞的物質。

【實驗二】：觀察不同醇類在油中(或水中)的溶解情形

表四：甲醇與沙拉油及甲醇與水以不同比例混合之定性描述

甲醇 (毫升)	沙拉油 (毫升)	定性描述				備註	甲醇 (毫升)	水 (毫升)	定性描述				備註
		攪拌時		靜置後					攪拌時		靜置後		
		混濁	分層	分層	分層				混濁	分層	分層	分層	
0.6	5.4	✓	✓	✓	攪拌時油層混濁  圖八： 甲醇3.0mL+沙拉油 3.0mL(攪拌時)	0.6	5.4				溶液互溶		
1.2	4.8	✓	✓	✓		1.2	4.8						
1.8	4.2	✓	✓	✓		1.8	4.2						
2.4	3.6	✓	✓	✓		2.4	3.6						
3.0	3.0	✓	✓	✓		3.0	3.0						
3.6	2.4	✓	✓	✓		3.6	2.4						
4.2	1.8	✓	✓	✓		4.2	1.8						
4.8	1.2	✓	✓	✓		4.8	1.2						
5.4	0.6	✓	✓	✓		圖九： 甲醇3.0mL+沙拉油 3.0mL(靜置後)	5.4	0.6					

表五：乙醇與沙拉油及乙醇與水以不同比例混合之定性描述

乙醇 (毫升)	沙拉油 (毫升)	定性描述			備註	乙醇 (毫升)	水 (毫升)	定性描述			備註
		攪拌時		靜置後				攪拌時		靜置後	
		混濁	分層	分層				混濁	分層	分層	
0.6	5.4				溶液互溶	0.6	5.4				溶液互溶
1.2	4.8	✓		✓	 圖十： 乙醇3.0mL+沙拉油 3.0mL(攪拌時)	1.2	4.8				
1.8	4.2	✓		✓		1.8	4.2				
2.4	3.6	✓		✓		2.4	3.6				
3.0	3.0	✓		✓		3.0	3.0				
3.6	2.4	✓		✓		3.6	2.4				
4.2	1.8	✓		✓	 圖十一： 乙醇3.0mL+沙拉油 3.0mL(靜置後)	4.2	1.8				
4.8	1.2	✓		✓		4.8	1.2				
5.4	0.6	✓		✓		5.4	0.6				

表六：正丙醇與沙拉油及正丙醇與水以不同比例混合之定性描述

正丙醇 (毫升)	沙拉油 (毫升)	定性描述			備註	正丙醇 (毫升)	水 (毫升)	定性描述			備註
		攪拌時		靜置後				攪拌時		靜置後	
		混濁	分層	分層				混濁	分層	分層	
0.6	5.4				溶液互溶	0.6	5.4				溶液互溶
1.2	4.8					1.2	4.8				
1.8	4.2					1.8	4.2				
2.4	3.6					2.4	3.6				
3.0	3.0					3.0	3.0				
3.6	2.4					3.6	2.4				
4.2	1.8					4.2	1.8				
4.8	1.2					4.8	1.2				
5.4	0.6					5.4	0.6				

表七：異丙醇與沙拉油及異丙醇與水以不同比例混合之定性描述

異丙醇 (毫升)	沙拉油 (毫升)	定性描述			備註	異丙醇 (毫升)	水 (毫升)	定性描述			備註
		攪拌時		靜置後				攪拌時		靜置後	
		混濁	分層	分層				混濁	分層	分層	
0.6	5.4				溶液互溶	0.6	5.4				溶液互溶
1.2	4.8					1.2	4.8				
1.8	4.2					1.8	4.2				
2.4	3.6	✓		✓	攪拌時溶液混濁， 如圖十 靜置後溶液分層， 如圖十一	2.4	3.6				
3.0	3.0	✓		✓		3.0	3.0				
3.6	2.4	✓		✓		3.6	2.4				
4.2	1.8	✓		✓		4.2	1.8				
4.8	1.2	✓		✓		4.8	1.2				
5.4	0.6	✓		✓		5.4	0.6				

表八：正丁醇與沙拉油及正丁醇與水以不同比例混合之定性描述

正丁醇 (毫升)	沙拉油 (毫升)	定性描述			備註	正丁醇 (毫升)	水 (毫升)	定性描述			備註
		攪拌時		靜置後				攪拌時		靜置後	
		混濁	分層	分層				混濁	分層	分層	
0.6	5.4				溶液互溶	0.6	5.4				溶液互溶
1.2	4.8					1.2	4.8	✓		✓	攪拌時溶液混濁， 如圖十
1.8	4.2					1.8	4.2	✓		✓	
2.4	3.6					2.4	3.6	✓		✓	
3.0	3.0					3.0	3.0	✓		✓	
3.6	2.4					3.6	2.4	✓		✓	靜置後溶液分層， 如圖十一
4.2	1.8					4.2	1.8	✓		✓	停止攪拌後立即開始恢復澄清
4.8	1.2					4.8	1.2	✓		✓	
5.4	0.6					5.4	0.6				溶液互溶

表九：第二丁醇與沙拉油及第二丁醇與水以不同比例混合之定性描述

第二丁醇 (毫升)	沙拉油 (毫升)	定性描述			備註	第二丁醇 (毫升)	水 (毫升)	定性描述			備註
		攪拌時		靜置後				攪拌時		靜置後	
		混濁	分層	分層				混濁	分層	分層	
0.6	5.4				溶液互溶	0.6	5.4				溶液互溶
1.2	4.8	✓		✓	攪拌時溶液混濁， 如圖十 靜置後溶液分層， 如圖十一	1.2	4.8				
1.8	4.2	✓		✓		1.8	4.2	✓		✓	攪拌時溶液混濁， 如圖十
2.4	3.6	✓		✓		2.4	3.6	✓		✓	靜置後溶液分層， 如圖十一
3.0	3.0	✓		✓		3.0	3.0	✓		✓	
3.6	2.4				溶液互溶	3.6	2.4				溶液互溶
4.2	1.8					4.2	1.8				
4.8	1.2					4.8	1.2				
5.4	0.6					5.4	0.6				

表十：第三丁醇與沙拉油及第三丁醇與水以不同比例混合之定性描述

第三丁醇 (毫升)	沙拉油 (毫升)	定性描述			備註	第三丁醇 (毫升)	水 (毫升)	定性描述			備註
		攪拌時		靜置後				攪拌時		靜置後	
		混濁	分層	分層				混濁	分層	分層	
0.6	5.4				溶液互溶	0.6	5.4				溶液互溶
1.2	4.8					1.2	4.8				
1.8	4.2					1.8	4.2				
2.4	3.6					2.4	3.6				
3.0	3.0					3.0	3.0				
3.6	2.4					3.6	2.4				
4.2	1.8					4.2	1.8				
4.8	1.2					4.8	1.2				
5.4	0.6					5.4	0.6				

表十一：異丁醇與沙拉油及異丁醇與水以不同比例混合之定性描述

異丁醇 (毫升)	沙拉油 (毫升)	定性描述			備註	異丁醇 (毫升)	水 (毫升)	定性描述			備註
		攪拌時		靜置後				攪拌時		靜置後	
		混濁	分層	分層				混濁	分層	分層	
0.6	5.4				溶液互溶	0.6	5.4				溶液互溶
1.2	4.8					1.2	4.8	√		√	攪拌時溶液混濁， 如圖十 靜置後溶液分層， 如圖十一
1.8	4.2					1.8	4.2	√		√	
2.4	3.6					2.4	3.6	√		√	
3.0	3.0					3.0	3.0	√		√	
3.6	2.4					3.6	2.4	√		√	
4.2	1.8					4.2	1.8	√		√	
4.8	1.2					4.8	1.2	√		√	
5.4	0.6					5.4	0.6				溶液互溶

表十二：正戊醇與沙拉油及正戊醇與水以不同比例混合之定性描述

正戊醇 (毫升)	沙拉油 (毫升)	定性描述			備註	正戊醇 (毫升)	水 (毫升)	定性描述			備註
		攪拌時		靜置後				攪拌時		靜置後	
		混濁	分層	分層				混濁	分層	分層	
0.6	5.4				溶液互溶	0.6	5.4		✓	✓	
1.2	4.8					1.2	4.8	✓	✓	✓	攪拌時水層些微混濁 (類似圖八)
1.8	4.2					1.8	4.2	✓		✓	攪拌時溶液混濁， 如圖十 靜置後溶液分層， 如圖十一
2.4	3.6					2.4	3.6	✓		✓	
3.0	3.0					3.0	3.0	✓		✓	
3.6	2.4					3.6	2.4	✓		✓	
4.2	1.8					4.2	1.8	✓	✓	✓	攪拌時水層些微混濁 (類似圖八)
4.8	1.2					4.8	1.2	✓	✓	✓	
5.4	0.6					5.4	0.6	✓	✓	✓	

表十三：正己醇與沙拉油及正己醇與水以不同比例混合之定性描述

正己醇 (毫升)	沙拉油 (毫升)	定性描述			備註	正己醇 (毫升)	水 (毫升)	定性描述			備註
		攪拌時		靜置後				攪拌時		靜置後	
		混濁	分層	分層				混濁	分層	分層	
0.6	5.4				溶液互溶	0.6	5.4		✓	✓	
1.2	4.8					1.2	4.8	✓	✓	✓	攪拌時水層些微混濁 (類似圖八)
1.8	4.2					1.8	4.2	✓		✓	攪拌時溶液混濁， 如圖十 靜置後溶液分層， 如圖十一
2.4	3.6					2.4	3.6	✓		✓	
3.0	3.0					3.0	3.0	✓		✓	
3.6	2.4					3.6	2.4	✓		✓	
4.2	1.8					4.2	1.8	✓	✓	✓	攪拌時水層些微混濁 (類似圖八)
4.8	1.2					4.8	1.2	✓	✓	✓	
5.4	0.6					5.4	0.6	✓	✓	✓	

- 一、原本我們想利用微胞阻礙光線前進的特性，偵測光穿透溶液後的光強值來判斷形成微胞的多寡。又因有些情況下兩種液體分層十分明顯，故我們決定觀察溶液在被持續攪拌的情形下所產生的暫時性微胞其阻礙光線的狀況。但後來我們發現光強值會明顯下降的原因似乎是光打到攪拌時所形成的漩渦，讓光折射而使其光穿透度明顯降低。若將攪拌器轉速降低，又會有溶液分層無法混合的情況產生。故我們未將所測得之光強值列入研究結果中，只利用定性描述做討論。
- 二、甲醇與沙拉油混合時，並不像其他醇油會整瓶都混濁(如圖十二)，只有在油層有混濁的情形(如圖十三)，我們推測是由於轉速不夠快而導致此情形(原轉速340rpm)。所以我們加大了轉速，觀察到甲醇與沙拉油混合溶液在轉速大於950rpm時，溶液才會整罐混濁，顯示甲醇與沙拉油的互溶性特別差。正戊醇或正己醇加水時，在某些比例下也有同樣的情況。我們加大轉速後發現，正戊醇與水混合溶液在轉速大於400rpm時，溶液才會整罐混濁；正己醇與水混合溶液在轉速大於450rpm時，溶液才會整罐混濁。顯示正戊醇及正己醇與水的互溶性特別差。



圖十二：乙醇3.0mL+沙拉油3.0mL



圖十三：甲醇3.0mL+沙拉油3.0mL

- 三、第三丁醇、正丙醇、異丁醇、正丁醇、正戊醇及正己醇在我們實驗的比例下皆與油任意比例互溶，而其他醇類的對油溶解度為：第二丁醇 > 異丙醇 > 乙醇 > 甲醇，與主碳鏈長度呈正相關。
- 四、在我們實驗的十種醇中，甲醇、乙醇、異丙醇、第三丁醇及正丙醇在我們實驗的比例下皆與水任意比例互溶，而其他醇類的對水溶解度為：第二丁醇 > 正丁醇 = 異丁醇 > 正戊醇 > 正己醇，結果與查表吻合。
- 五、除了表四中與水任意比例互溶的醇類外，我們還觀察到其他醇類的對水溶解度為二級醇 > 一級醇，因二級碳為較強推電子基，可使醇類分子羥基中氧的孤電子對電子密度較大，因而較易與水分子形成氫鍵，故我們合理推論醇與水的氫鍵，主要是醇類分子羥基上氧的孤電子對與水分子的氫形成的氫鍵。
- 六、在實驗過程中我們觀察到，不論是醇油混合或醇水混合，凡是有形成暫時性微胞的溶液，靜置後皆是體積較小的那一相先澄清，而另一相仍呈混濁(如圖十四、圖十六)。我們推測可以將體積較大的一相視為溶劑，體積較小的一相視為溶質，在停止攪拌後，溶質會慢慢從溶劑中析出，回復到視為溶質的一相；但視為溶劑的那一相中仍有部分溶質存在，故仍呈混濁。



圖十四：乙醇4.2mL+沙拉油1.8mL(攪拌停止後) 圖十五：乙醇4.2mL+沙拉油1.8mL(靜置後)



圖十六：乙醇1.8mL+沙拉油4.2mL(攪拌停止後) 圖十七：乙醇1.8mL+沙拉油4.2mL(靜置後)

- 七、醇油溶液在不同比例下可能會形成不同型態的微胞，為得到較穩定的微胞(或逆微胞)以利後續觀察，故我們利用光感應器測量每種醇油溶液形成微胞後，光強值恢復至最大值所需時間，結果如表十四。故我們選擇可維持暫時性微胞最久的第二丁醇觀察其微胞型態。

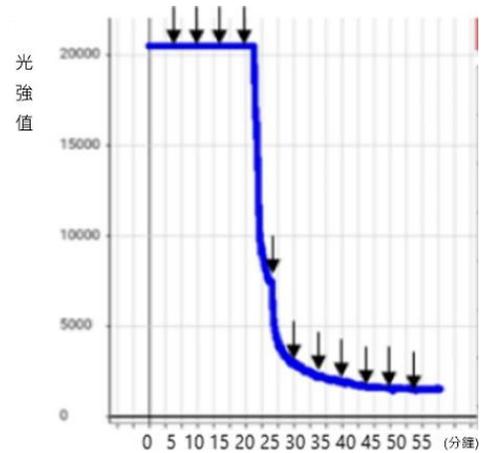
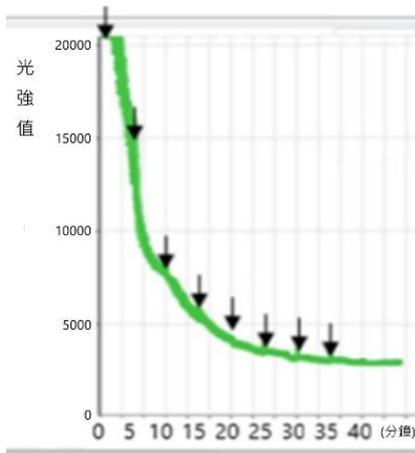
表十四：不同醇類與油混合之混濁溶液恢復至最大光強值所需時間

醇類	沙拉油	恢復至最大光強值所需時間(分鐘)
甲醇 3.0mL	3.0mL	4
乙醇 3.0mL	3.0mL	78
正丙醇 3.0mL	3.0mL	互溶
異丙醇 3.0mL	3.0mL	63
正丁醇 3.0mL	3.0mL	互溶
異丁醇 3.0mL	3.0mL	互溶
第二丁醇 3.0mL	3.0mL	240
第三丁醇 3.0mL	3.0mL	互溶
正戊醇 3.0mL	3.0mL	互溶
正己醇 3.0mL	3.0mL	互溶

八、為觀察在不同醇油比例下之微胞是否不同，我們嘗試以實驗中暫時性微胞維持最久的第二丁醇與沙拉油兩相混合溶液進行觀察，但在放大400倍的螢光顯微鏡下幾乎觀察不到，我們推測可能是因為所形成之微胞尺寸太小(一般兩相微胞大小為1~100nm)所導致。而醇、油、水三相混合所形成之微胞較大、較穩定。因此我們決定以醇、油、水三相混合所形成之微胞，來進行實驗四微胞型態的觀察。

【實驗三】：比較固定水量和油量，達最低光強值時界面活性劑所需的體積

配製水1.4mL、油0.1mL，每隔5分鐘加入0.05mL的十二烷基硫酸鈉水溶液或不同醇類，紀錄光強值變化如圖十八、圖十九，以光強值下降幅度低於前一次下降幅度的10%作為結束實驗的依據，記錄所用之體積，並將實驗結束時所用之總體積視為此界面活性劑讓溶液中油層完全消失所需體積。實驗結果如表十五。



圖十八：加入1.0M十二烷基硫酸鈉水溶液之光強值變化 圖十九：加入正丁醇之光強值變化

註：圖十八、圖十九之箭頭處為加入界面活性劑瞬間

表十五：使0.1mL油完全乳化所需界面活性劑體積

界面活性劑	使用體積(mL)
1.0M十二烷基硫酸鈉水溶液	0.40
甲醇	※(見討論二)
乙醇	※
正丙醇	1.15
異丙醇	1.40
正丁醇	0.55(0.45)
第二丁醇	1.20
第三丁醇	※
異丁醇	0.50(0.25)
正戊醇	※
正己醇	※

一、進行表十五的實驗時，我們觀察到在結束實驗時，正丁醇和異丁醇的溶液上層有一小層澄清液，故推測所用之正丁醇和異丁醇已經過量，可能是因為每一滴的間隔時間不夠久，導致真正所需正丁醇和異丁醇尚未反應完全時，又再次加入多餘的溶液。故我們將實驗中加入每滴醇類的時間間隔改為10分鐘，重複進行實驗，所得結果如表十五中括號內數值。

二、若加了1.5mL(30次的0.05mL)醇類至油水混合液中，發現光強值仍未下降，我們就將其視為不適合觀察微胞型態之醇類(表十五中以※表示)。而結果顯示甲醇、乙醇、第三丁醇、正戊醇、正己醇皆不適合用來觀察微胞型態。

三、實驗中加入正丙醇、異丙醇、正丁醇、異丁醇、第二丁醇後的光強值皆有下降，但正丁醇和異丁醇與1.0M十二烷基硫酸鈉水溶液所使用之體積接近，故我們選擇正丁醇和異丁醇來進行實驗四。

【實驗四】：觀察定量界面活性劑在不同水油比例下所形成之微胞型態

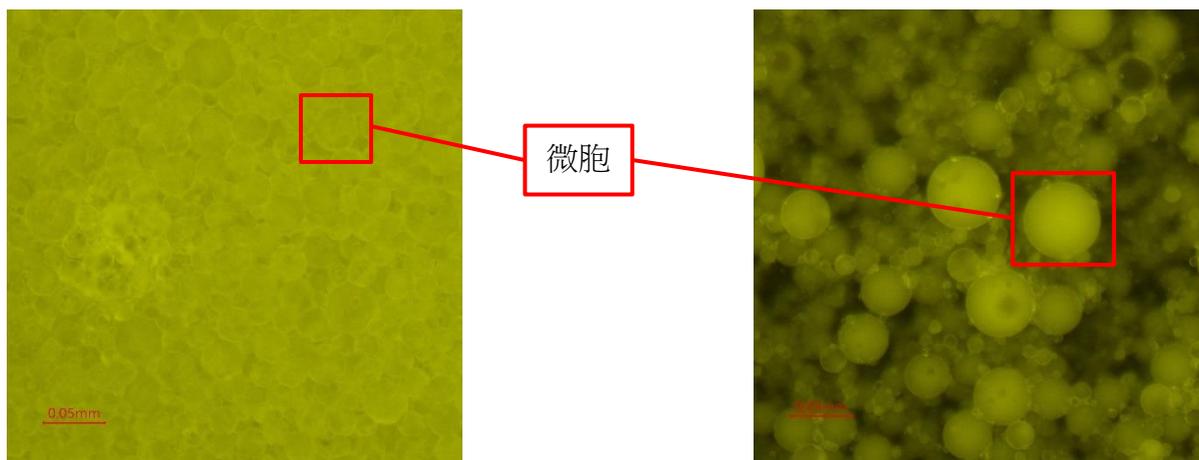
我們想要觀察定量界面活性劑在何種水油比例下較容易形成逆微胞，而我們推測，若界面活性劑過量而使油層消失時，可視為油溶於水中，不利出現逆微胞。為了使實驗四中不同水油比例之三相混合溶液的油層都不會完全消失，我們藉由實驗三的結果(如表十六)計算後得知，在總體積0.9mL之不同水油比例溶液加入0.1mL界面活性劑，皆不會使油層(至少0.1mL)完全消失。因此我們依表十七~表十九中不同比例之三相溶液進行觀察。

表十六：消耗定量沙拉油所需不同界面活性劑體積

界面活性劑	界面活性劑使用體積(mL)	沙拉油使用體積(mL)
1.0M十二烷基硫酸鈉水溶液	0.40	0.10
正丁醇	0.45	0.10
異丁醇	0.25	0.10

實驗所使用的D8A1染劑為油溶性，照紫外光會發出螢光，故下圖中較亮的部分為油，暗的部分為水，我們以此性質來辨別所形成的是微胞或逆微胞。

一、1.0M十二烷基硫酸鈉水溶液實驗結果：



圖二十：

(油0.70mL+水0.20mL)

+1.0M十二烷基硫酸鈉水溶液0.10mL

(200X)(微胞)

圖二十一：

(油0.30mL+水0.60mL)

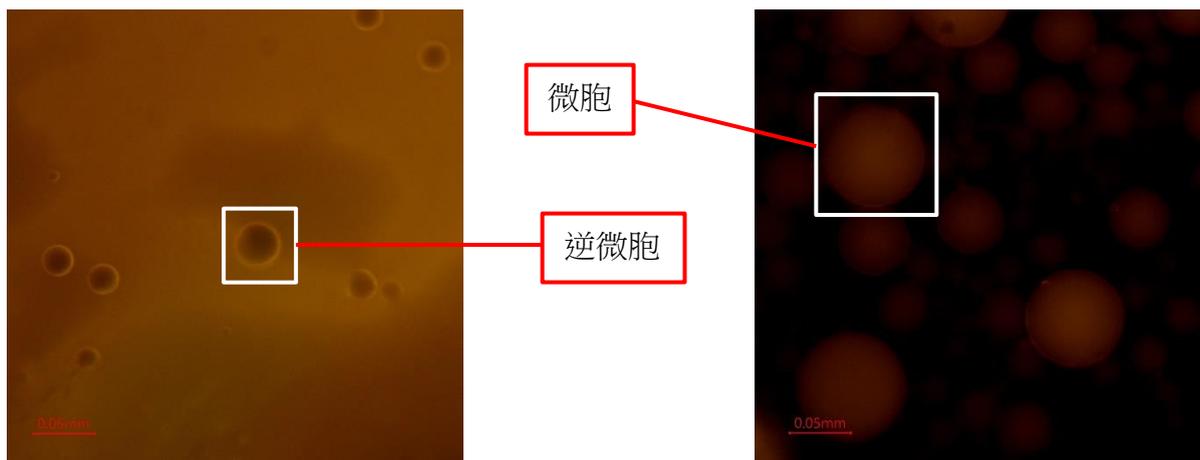
+1.0M十二烷基硫酸鈉水溶液0.10mL

(200X)(微胞)

表十七：1.0M十二烷基硫酸鈉(SDS)水溶液在不同水油比例下所形成之微胞型態

編號	1.0M SDS _(aq) (mL)	已加螢光染劑的油(mL)	水(mL)	微胞型態
1	0.10	0.80	0.10	微胞
2	0.10	0.70	0.20	微胞(圖二十)
3	0.10	0.60	0.30	微胞
4	0.10	0.50	0.40	微胞
5	0.10	0.45	0.45	微胞
6	0.10	0.40	0.50	微胞
7	0.10	0.30	0.60	微胞(圖二十一)
8	0.10	0.20	0.70	微胞
9	0.10	0.10	0.80	微胞

二、正丁醇之實驗結果：



圖二十二：

(油0.80mL+水0.10mL)+正丁醇0.10mL

(200X)(逆微胞)

圖二十三：

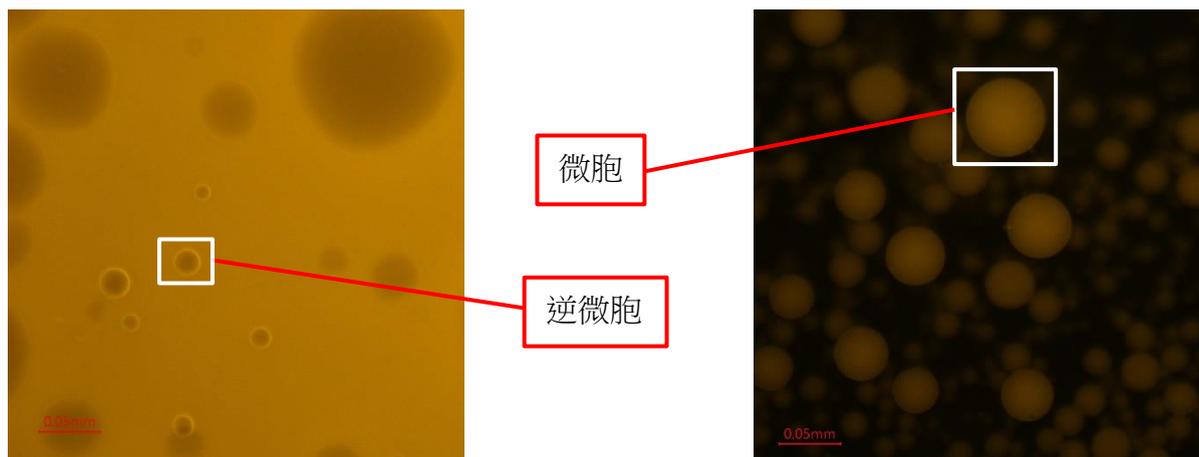
(油0.60mL+水0.30mL)+正丁醇0.10mL

(200X)(微胞)

表十八：正丁醇在不同水油比例下所形成之微胞型態

編號	正丁醇(mL)	已加螢光染劑的油(mL)	水(mL)	微胞型態
1	0.10	0.80	0.10	逆微胞(圖二十二)
2	0.10	0.70	0.20	逆微胞
3	0.10	0.60	0.30	微胞(圖二十三) /逆微胞
4	0.10	0.55	0.35	微胞
5	0.10	0.50	0.40	微胞
6	0.10	0.45	0.45	微胞
7	0.10	0.40	0.50	微胞
8	0.10	0.30	0.60	微胞
9	0.10	0.20	0.70	微胞
10	0.10	0.10	0.80	微胞

三、異丁醇之實驗結果：



圖二十四：

(油0.55mL+水0.35mL)+異丁醇0.10mL
(200X)(逆微胞)

圖二十五：

(油0.45mL+水0.45mL)+異丁醇0.10mL
(200X)(微胞)

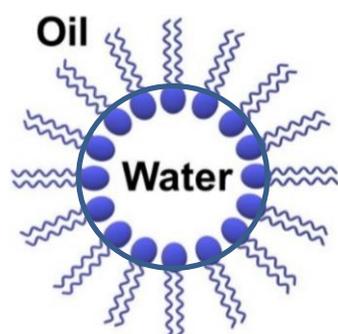
表十九：異丁醇在不同水油比例下所形成之微胞型態

編號	異丁醇(mL)	已加螢光染劑的油(mL)	水(mL)	微胞型態
1	0.10	0.80	0.10	逆微胞
2	0.10	0.70	0.20	逆微胞
3	0.10	0.60	0.30	逆微胞
4	0.10	0.55	0.35	逆微胞(圖二十四)
5	0.10	0.50	0.40	微胞
6	0.10	0.45	0.45	微胞(圖二十五)
7	0.10	0.40	0.50	微胞
8	0.10	0.30	0.60	微胞
9	0.10	0.20	0.70	微胞
10	0.10	0.10	0.80	微胞

四、討論：

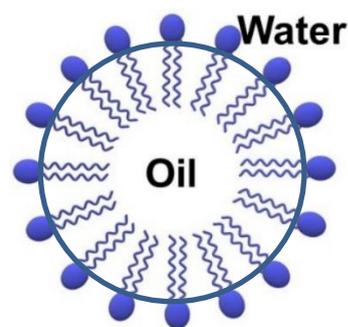
(一) 實驗所使用的D8A1染劑在極性較強的環境中會呈綠色；在極性較弱的環境中會呈橘色。從實驗結果的圖片可以看到：1.0M十二烷基硫酸鈉水溶液的三相混合溶液照紫外光呈綠色(如圖二十、圖二十一)，顯示此溶液為極性較強的環境，應是因十二烷基硫酸鈉為離子化合物所造成；而正丁醇及異丁醇的三相混合溶液照紫外光呈橘色或橘黃色(如圖二十二~圖二十五)，可順便看出異丁醇之極性較正丁醇稍強。

- (二)由表十七可知，1.0M十二烷基硫酸鈉水溶液的三相混合溶液的微胞型態皆為微胞，就算是水量僅有油的1/8時，仍呈現微胞(圖二十一)，查表得十二烷基硫酸鈉之HLB值=40(計算方法： $7+38.7-12*0.475=40$)，推測所形成之微胞型態應皆為微胞，與我們的實驗結果吻合。
- (三)由表十八可知，正丁醇的三相混合溶液實驗編號1~2的微胞型態為逆微胞，實驗編號3的微胞型態兼具微胞及逆微胞，實驗編號4~10的微胞型態為微胞；當油/水比值為2以上時，會形成逆微胞；油/水比值為2以下時，則形成微胞；油/水比值為2時，兼具微胞及逆微胞。
- (四)由表十九可知，異丁醇的三相混合溶液實驗編號1~4的微胞型態為逆微胞，實驗編號5~10的微胞型態為微胞。當油/水比值大於1.25時，會形成逆微胞；油/水比值為1.25以下時，會形成微胞。
- (五)HLB值對應表有許多不同版本，根據文獻^四定義HLB值=3~8為W/O(油包水)乳化劑，而文獻^七定義HLB值=3~6為W/O(油包水)乳化劑，HLB值=8~16為O/W(水包油)乳化劑。故正丁醇及異丁醇HLB值=7(計算方法： $7+1.9-4*0.475=7$)可能同時兼具W/O(油包水)乳化劑及O/W(水包油)乳化劑之界面活性劑性質，因此與我們觀察的結果相吻合。
- (六)在實驗二我們觀察到兩液體不互溶時，體積較少的會先澄清，而體積較多的液體會較慢才由混濁變澄清；雖然三相混合時我們都取混合溶液中的乳化層，但可能因為油水比例不同而有油基(Oil Base)和水基(Water Base)的差別。例如：表十八及表十九中的實驗編號1及實驗編號10，雖然我們實驗時皆取其乳化層，但編號1(油比例較高)之乳化層屬於油基(Oil Base)，而編號10(水比例較高)之乳化層屬於水基(Water Base)。其所形成的微胞型態將分別如圖二十六及圖二十七所示。但在使用十二烷基硫酸鈉時卻只觀察到微胞，我們猜想可能是因十二烷基硫酸鈉無法溶到油中的緣故。



Reverse Micelle (W/O)

圖二十六：三相逆微胞



Normal Micelle (O/W)

圖二十七：三相微胞

- (七)由正丁醇及異丁醇之實驗結果看到：所形成之逆微胞大小無明顯差異，所形成之微胞的大小也無明顯差異。但我們觀察到微胞均較逆微胞大，我們推測雖然水分子之間有氫鍵，但油的分子量接近水分子量的50倍大，所以油分子之間的作用力比水分子之間大，故油比水容易形成較大顆的液滴。
- (八)當溶質為定量時，若所形成之液滴愈小，則其總表面積愈大；反之，所形成之液滴愈大，則其總表面積愈小，因此所需之界面活性劑愈少。當定量的界面活性劑溶在較少量的油中時，因濃度太高(達臨界微胞濃度)可能會使其在油中因分子間作用力而自行形成團簇，繼而不發揮界面活性劑的功能。因此界面活性劑在油中的濃度太高時，可作為界面活性劑的粒子數較少，會傾向於形成需要較少界面活性劑的微胞(較大顆)。與異丁醇比較，發現正丁醇較易形成較大顆的微胞，依此推測在油中正丁醇較異丁醇容易達到臨界微胞濃度。
- (九)由於我們沒有固定取微胞較密集處進行拍攝，因此無法量化不同界面活性劑所形成之微胞的大小及數量的關係。

【實驗五】：研究乙醇和正己醇分別在何種添加順序下，較容易形成逆微胞

一、乙醇

在之前的實驗，我們先將油水混合後，再加入界面活性劑進行觀察，所得結果是乙醇無法使溶液乳化(如圖二十八)，但乙醇是我們在日常生活中最易取得的醇類，且我們在文獻⁶中看到，當乙醇和油先混合後再加入水的三相混合溶液會乳化(如圖二十九)。因此我們以不同添加順序進行實驗，實驗結果如表二十。在乙醇油溶液中加入水所形成之微胞型態如表二十一。

表二十：乙醇在不同添加順序下的乳化情形



圖二十八：

(水0.80mL+油0.10mL)
+乙醇0.10mL



圖二十九：

(乙醇0.10mL +油0.10mL)
+水0.80mL

最後加入者	是否乳化
水	○(表二十一)
油	X
乙醇	X



圖三十：

(乙醇0.10mL+油0.60mL)+水0.30mL
(200X)(逆微胞)

圖三十一：

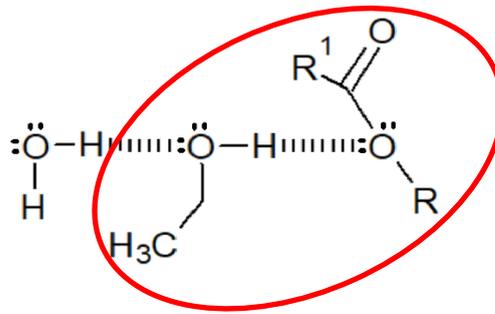
(乙醇0.10mL+油0.50mL)+水0.40mL
(200X)(微胞)

表二十一：在乙醇油溶液中加入水所形成之微胞型態

編號	乙醇(mL)	已加螢光染劑的油(mL)	水(mL)	微胞型態
1	0.10	0.80	0.10	逆微胞
2	0.10	0.70	0.20	逆微胞/微胞
3	0.10	0.60	0.30	逆微胞(圖三十)/ 微胞
4	0.10	0.50	0.40	微胞(圖三十一)/ 逆微胞
5	0.10	0.45	0.45	微胞
6	0.10	0.40	0.50	微胞
7	0.10	0.30	0.60	微胞
8	0.10	0.20	0.70	微胞
9	0.10	0.10	0.80	微胞

(一) 由表二十一可知，在實驗編號1的比例下會形成逆微胞，實驗編號2~4的微胞型態兼具微胞及逆微胞，實驗編號5~10的比例下會形成微胞；當油/水比值為1.25以上時，可以形成逆微胞；油/水比值為3.5以下時，可以形成微胞；且油/水比值介於1.25~3.5之間時，兼具微胞及逆微胞。

(二) 在實驗三中，在油水混合液中加入乙醇，我們原本認為乙醇不適合作為觀察微胞型態之界面活性劑，但在乙醇油溶液中加入水的順序下，在不同水油比例時我們可以看到三相混合溶液會乳化。我們推測當乙醇和油先混合時，乙醇分子-OH基的H和油分子的酯基會先形成氫鍵，加入水之後，乙醇分子-OH基的氧可以與水分子形成氫鍵，而將水分子拉到油層中，如圖三十二，故在乙醇油溶液中加入水時可以發生乳化現象。



圖三十二：在乙醇油溶液中加入水之氫鍵示意圖(紅圈內為預先混合之二種成分)

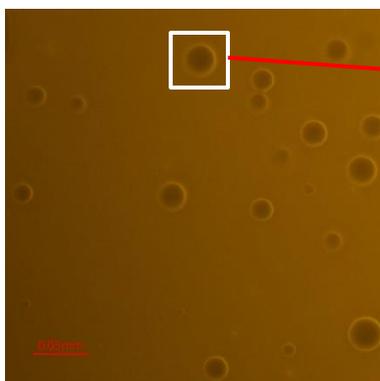
(三) 在乙醇水溶液中加入油時無乳化現象，我們推測若是乙醇和水先相遇，乙醇分子-OH基皆會與水分子形成氫鍵，因此油分子的酯基就無法與乙醇分子-OH基形成氫鍵，且乙醇的碳鏈太短，與油之間的凡得瓦力太弱，故無乳化現象。

二、正己醇

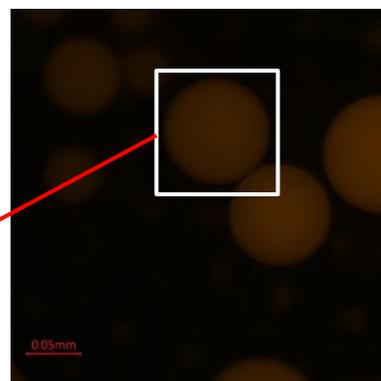
我們在之前的實驗發現：不溶於油的SDS在不同水油比例下，皆只觀察到微胞，因此我們猜測不溶於水且HLB值較小的正己醇是否僅能形成逆微胞。因此我們改變了添加順序，所得之實驗結果如表二十二。在正己醇水溶液中加入油之微胞型態如表二十三。

表二十二：正己醇在不同添加順序下的乳化情形

最後加入者	是否乳化
水	X
油	○(表二十三)
正己醇	X



圖三十三：
(正己醇0.10mL+水0.20mL)+油0.70mL
(200X)(逆微胞)



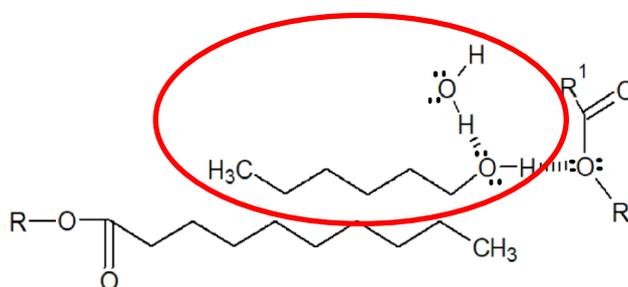
圖三十四：
(正己醇0.10mL+水0.50mL)+油0.40mL
(200X)(微胞)

表二十三：在正己醇水溶液中加入油所形成之微胞型態

編號	正己醇(mL)	已加螢光染劑的油(mL)	水(mL)	微胞型態
1	0.10	0.80	0.10	逆微胞
2	0.10	0.70	0.20	逆微胞(圖三十三)
3	0.10	0.60	0.30	逆微胞
4	0.10	0.50	0.40	微胞/逆微胞
5	0.10	0.45	0.45	微胞
6	0.10	0.40	0.50	微胞(圖三十四)
7	0.10	0.30	0.60	微胞
8	0.10	0.20	0.70	微胞
9	0.10	0.10	0.80	微胞

(一) 由表二十三可知，在實驗編號1~3的比例下會形成逆微胞，實驗編號4的微胞型態兼具微胞及逆微胞，實驗編號5~9的比例下會形成微胞；當油/水比值為1.25以上時，可以形成逆微胞；油/水比值為1.25以下時，可以形成微胞；且油/水比值為1.25時，兼具微胞及逆微胞。

(二) 在實驗三中，我們原先將正己醇視為不適合作為觀察微胞型態之界面活性劑，但在正己醇水溶液中加入油的順序下，我們可以看到三相混合溶液乳化。我們推測當正己醇和水先混合時，正己醇分子-OH基可以與水形成氫鍵，加入油之後，油分子可以與正己醇分子的碳鏈因凡得瓦力而相互靠近，或用酯基與正己醇分子-OH基的H形成氫鍵，而被拉到水層中，如圖三十五，故在正己醇水溶液中加入油可以發生乳化現象。



圖三十五：

在正己醇水溶液中加入油之分子間作用力示意圖(紅圈內為預先混合之二種成分)

- (三) 在正己醇油溶液中加入水不會產生乳化現象，我們推測當正己醇和油先混合時，油分子可以與正己醇分子的碳鏈因凡得瓦力而相互靠近，或用酯基與正己醇分子-OH基的H形成氫鍵，雖然之後加入的水有可能和正己醇分子-OH基的氧形成氫鍵，但我們由實驗二可以知道，正己醇與水不互溶，所以形成的氫鍵可能太少，不足以使溶液乳化，故無乳化現象。
- (四) 由表二十三顯示，正己醇在油/水比值為1.25以上才形成逆微胞，其餘仍形成微胞。分析正己醇與SDS結果的差異可能是因為SDS的HLB值=40，較水包油乳化劑所定義的HLB值(8~16)大極多，故僅形成微胞；而正己醇的HLB值=6.05，介於油包水乳化劑所定義的HLB值(3~8)之範圍，且與水包油乳化劑所定義的HLB值之範圍接近，因此正己醇可能兼具油包水乳化劑及水包油乳化劑之界面活性劑性質，故在不同水油比例下兩種微胞型態皆有可能出現。因此我們大膽推測，如欲在不同水油比例下，皆形成逆微胞，該界面活性劑的HLB值應至少小於3，經計算後可知，應使用碳數大於12的一元醇進行實驗。

陸、結論

- 一、十二烷基硫酸鈉易溶於水，難溶於油。
- 二、甲醇、乙醇、異丙醇、第二丁醇與沙拉油可形成暫時性微胞。
- 三、正丁醇、第二丁醇、異丁醇、正戊醇、正己醇與水可形成暫時性微胞。
- 四、1.0M十二烷基硫酸鈉水溶液在本實驗的水油比例下，皆形成微胞，不適合用來觀察逆微胞。
- 五、正丁醇在油/水比值2以上時，會形成逆微胞；異丁醇在油/水比值大於1.25時，會形成逆微胞。
- 六、在乙醇油溶液中加入水可以形成乳化層，且在油/水比值為1.25以上時，會形成逆微胞。
- 七、在正己醇水溶液中加入油可以形成乳化層，且在油/水比值為1.25以上時，會形成逆微胞。

柒、未來展望

- 一、找到測量微胞大小及數量的方法，並比較不同界面活性劑所形成微胞與逆微胞之大小及數量的關係。

捌、參考文獻

- 一、曹恒光、連大成(2001年8月)。淺談微乳液。物理雙月刊(廿三卷四期)。取自 www.ps-taiwan.org
- 二、Mohammad Soleimani Zohr Shiri, William Henderson and Michael R. Mucalo (June 2019)。A Review of The Lesser-Studied Microemulsion-Based Synthesis Methodologies Used for Preparing Nanoparticle Systems of The Noble Metals, Os, Re, Ir and Rh。School of Science, University of Waikato, Hamilton 3240, New Zealand; m.soleimanizh@gmail.com (M.S.Z.S.); hende@waikato.ac.nz (W.H.)*Correspondence: michael.mucalo@waikato.ac.nz。取自 https://www.researchgate.net/publication/333734799_A_Review_of_The_Lesser-Studied_Microemulsion-Based_Synthesis_Methodologies_Used_for_Preparing_Nanoparticle_Systems_of_The_Noble_Metals_Os_Re_Ir_and_Rh
- 三、徐鳳霞、周芳妃、葉名倉(2009年07月31日)。乳化作用。科學Online。取自 <https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=4730>
- 四、蘇裕昌(2015)。界面活性劑的基礎及應用。中興大學森林系。取自 <http://for.nchu.edu.tw/uploads/file/thesis/d4c71697-6a9c-40d3-a066-f839b832a265.pdf>
- 五、鍾明澤、劉家佑、施俊宇(2011)。醇水之蒸。中華民國第51屆中小學科學展覽會。台灣國立科學教育館。
- 六、吳訓光、尤喆、吳宇凡(2019)。胞心粉圓。中華民國第59屆中小學科學展覽會。台灣國立科學教育館。
- 七、Arushi Pant, Kanupriya Jha, Manisha Singh (Mar. - Apr. 2019)。Role of Excipient 's HLB Values in Microemulsion System。IOSR Journal Of Pharmacy And Biological Sciences (IOSR-JPBS)。取自 <http://iosrjournals.org/iosr-jpbs/papers/Vol14-issue2/Series-2/A1402020106.pdf>

【評語】 050209

本研究發現 SDS 僅形成微胞；在油/水比值為 2 以上時，加入正丁醇可形成逆微胞；在油/水比值大於 1.25 時，加入異丁醇可形成逆微胞。我們另使用易溶於水的乙醇作為界面活性劑，但改變添加順序，發現在乙醇油溶液中加入水可以乳化，且在油/水比值為 1.25 以上時，會形成逆微胞。而以易溶於油的正己醇作為界面活性劑時，發現在正己醇水溶液中加入油可以乳化，且在油/水比值為 1.25 以上時，會形成逆微胞。優點是實驗探討的問題重要，微胞及逆微胞的觀察小心，結論有趣。

缺點

1. 甲醇與沙拉油的互溶性特別差。正戊醇及正己醇與水的互溶性特別差。對油溶解度為：第二丁醇 > 異丙醇 > 乙醇 > 甲醇，與主碳鏈長度呈正相關。，甲醇、乙醇、異丙醇、第三丁醇及正丙醇在皆與水任意比例互溶，而其他醇類的對水溶解度為：第二丁醇 > 正丁醇 \approx 異丁醇 > 正戊醇 > 正己醇。還觀察到其他醇類的對水溶解度為二級醇 > 一級醇，因二級碳為較強推電子基，可使醇類分子羥基中氧的孤電子對電子密度較大，因而較易與水分子形成氫鍵，這都是可預期的。
2. 其生活上的應用性或是否有相關自然現象可以探究，應加以說明。

作品簡報

怎麼突然「逆」過來了

—研究正逆微胞之型態

組別：高級中等學校組

科別：化學科

研究動機與目的

課堂上老師提到界面活性劑有機會形成逆微胞，但課本中沒有詳細介紹逆微胞，因此我們想要研究和觀察界面活性劑在何種情況下會形成逆微胞。

文獻探討

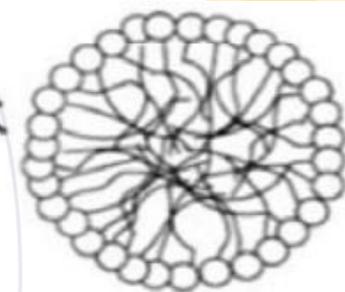
• 微胞^{一、二}

- 1.在極性溶劑中，界面活性劑親水端朝外、親油端朝內，形成聚集體，稱為『微胞』。
- 2.在非極性溶劑中，界面活性劑親水端和親油端的所在位置與微胞相反，稱為『逆微胞』。
- 3.微胞有許多型態，可以兩相微胞(圖一)，亦可三相微胞(圖二)。

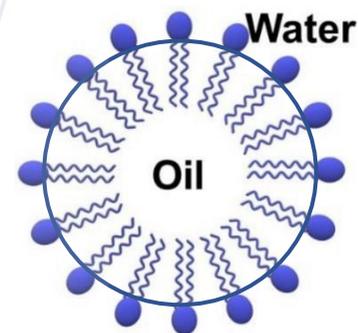
• HLB值(Hydrophile Lipophilic Balance)^三

- 1.HLB值可用來表示界面活性劑親水性或親油性的程度。
- 2.HLB為0~40的數值，越接近0者親油性越高，反之則親水性越高。
- 3.常見計算法有四種，本研究中以大衛法計算。

HLB值=7 + 親水基的基數總和 - 親油基的基數總和。



圖一：兩相微胞



Normal Micelle (O/W)

圖二：三相微胞

研究過程

觀察界面活性劑的**溶解情形**

利用光穿透度變化，找出**兩相**混合時，
可形成**較穩定微胞**的界面活性劑

偵測使定量油完全乳化所需界面活性劑的體積，
以確定三相混合溶液中均有油層、水層、乳化層

觀察不同界面活性劑在**三相**混合時，
所形成的**微胞型態**

界面活性劑的**添加順序**是否影響乳化情形

【實驗一】：觀察十二烷基硫酸鈉在油中(或水中)的溶解情形

- 十二烷基硫酸鈉(SDS)難溶於沙拉油(表一)

表一：十二烷基硫酸鈉在油中(或水中)的溶解情形

溶劑	十二烷基硫酸鈉	溶解情形	攪拌時間
100mL水	2.884克	完全溶解	2.5分鐘
100mL沙拉油	0.003克	尚未溶完	360分鐘

→不利於逆微胞產生

⇒選擇一元醇來進行後面的實驗

【實驗二】：觀察不同醇類在油中(或水中)的溶解情形

表二：不同醇類在油中(或水中)的溶解情形

	甲醇	乙醇	異丙醇	第三丁醇	正丙醇	第二丁醇	異丁醇	正丁醇	正戊醇	正己醇
與沙拉油互溶				√	√		√	√	√	√
與水互溶	√	√	√	√	√					

- 除了與水任意比例互溶的醇類外，我們還觀察到其他醇類的對水溶解度為**二級醇 > 一級醇**

→二級碳為較強推電子基，可使醇類分子羥基中氧的孤電子對電子密度較大

→較易與水分子的氫形成氫鍵

⇒推論主要是用醇類分子羥基上氧的孤電子對與水分子的氫形成醇與水之間的氫鍵

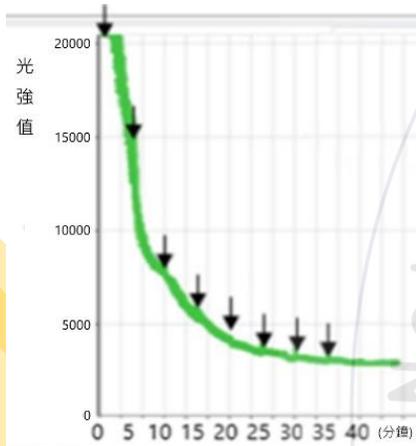
- 我們先觀察第二丁醇所形成的兩相微胞

→兩相微胞放大400倍也觀測不到

⇒選擇醇、油、水混合溶液所形成之較大較穩定的三相微胞，來進行後面實驗

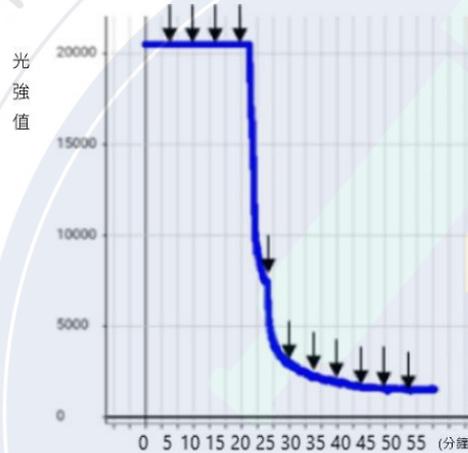
【實驗三】：比較固定水量和油量，達最低光強值時界面活性劑所需的體積

表三：使0.1mL油完全乳化所需界面活性劑體積



圖三：

加入1.0M(SDS)_(aq)之光強值變化



圖四：

加入正丁醇之光強值變化

註：圖三、圖四之箭頭處為加入界面活性劑瞬間

界面活性劑	使用體積(mL)
1.0M十二烷基硫酸鈉水溶液	0.40
甲醇	※
乙醇	※
正丙醇	1.15
異丙醇	1.40
正丁醇	0.45
第二丁醇	1.20
第三丁醇	※
異丁醇	0.25
正戊醇	※
正己醇	※

註：表中※為加了1.5mL(30次的0.05mL)醇類至油水混合液中，發現光強值仍未下降

- 正丙醇、異丙醇、正丁醇、異丁醇、第二丁醇皆有發揮界面活性劑的功用
- 正丁醇和異丁醇與1.0M十二烷基硫酸鈉水溶液所使用之體積接近

⇒使用正丁醇、異丁醇、1.0M十二烷基硫酸鈉水溶液來進行實驗四

- 為使實驗溶液均有油層、水層、乳化層，故加入溶液總體積1/10的界面活性劑來進行實驗

研究結果與討論

【實驗四】：十二烷基硫酸鈉、正丁醇、異丁醇在不同水油比例下所形成之微胞型態

※觀察方式

- 以倒立螢光照相顯微鏡觀察，透過CCD(感光耦合元件)將影像傳送到電腦，使用Toup View軟體拍照
- 實驗使用的D8A1染劑是油溶性，照紫外光會發出螢光，實驗圖中較亮的部分為油，暗的部分為水

⇒辨別微胞或逆微胞



圖五：觀察正逆微胞之玻片



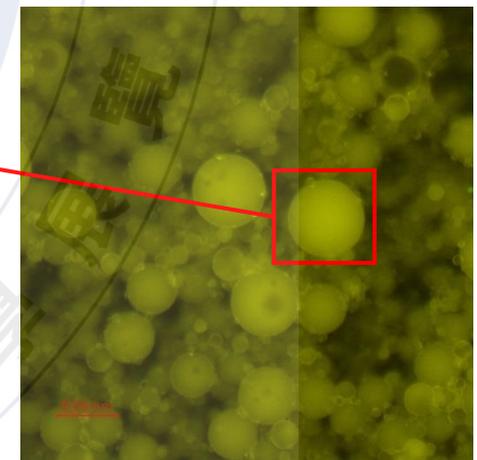
圖六：倒立螢光照相顯微鏡

※實驗結果

- 十二烷基硫酸鈉(SDS)
僅觀察到微胞



圖七：
(油0.70mL+水0.20mL)
+1.0MSDS水溶液0.10mL
(200X)(微胞)



圖八：
(油0.30mL+水0.60mL)
+1.0MSDS水溶液0.10mL
(200X)(微胞)

研究結果與討論

【實驗四】：十二烷基硫酸鈉、正丁醇、異丁醇在不同水油比例下所形成之微胞型態

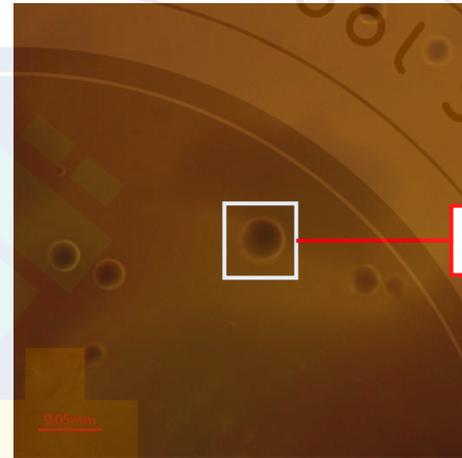
※實驗結果

• 正丁醇

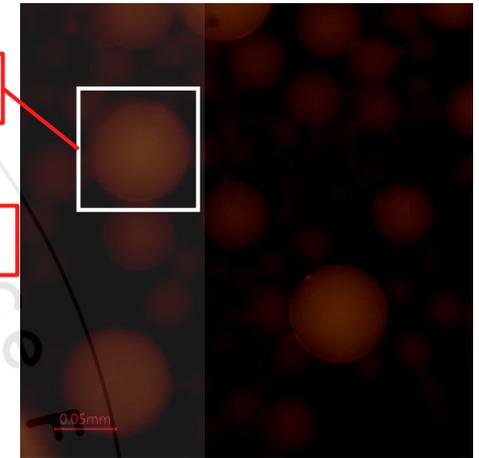
油/水比值為2以上時，會形成逆微胞；

油/水比值為2以下時，則形成微胞；

油/水比值為2時，微胞及逆微胞同時存在。



圖九：
(油0.80mL+水0.10mL)
+正丁醇0.10mL
(200X)(逆微胞)

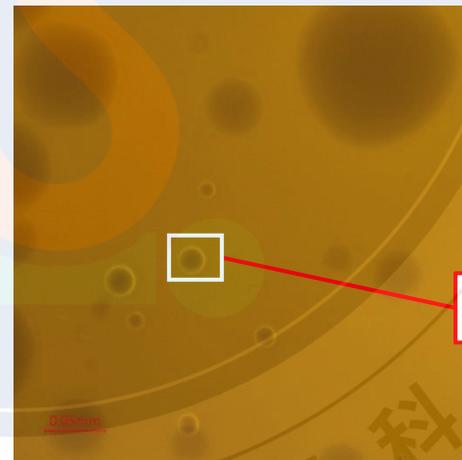


圖十：
(油0.60mL+水0.30mL)
+正丁醇0.10mL
(200X)(微胞)

• 異丁醇

油/水比值大於1.25時，會形成逆微胞；

油/水比值為1.25以下時，會形成微胞。



圖十一：
(油0.55mL+水0.35mL)
+異丁醇0.10mL
(200X)(逆微胞)



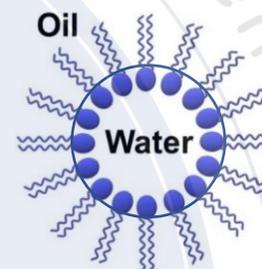
圖十二：
(油0.45mL+水0.45mL)
+異丁醇0.10mL
(200X)(微胞)

研究結果與討論

【實驗四】：十二烷基硫酸鈉、正丁醇、異丁醇在不同水油比例下所形成之微胞型態

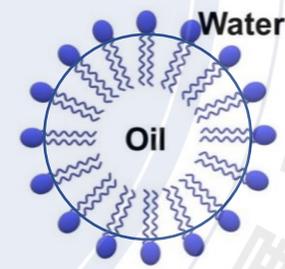
※討論

- 混合溶液中的乳化層，可能因為油水比例不同而有油基(Oil Base)和水基(Water Base)的差別



Reverse Micelle (W/O)

圖十三：三相逆微胞



Normal Micelle (O/W)

圖十四：三相微胞

- 觀察到微胞均較逆微胞大

→ 推測雖然水分子之間有氫鍵，但油的分子量接近水分子量的50倍大

→ 油分子之間的作用力比水分子之間的作用力大

⇒ 油比水容易形成較大顆的液滴

研究結果與討論

【實驗四】：十二烷基硫酸鈉、正丁醇、異丁醇在不同水油比例下所形成之微胞型態

※討論

- 觀察到正丁醇、異丁醇形成微胞的狀況如下



- 正丁醇較異丁醇容易形成微胞

- 液滴小(逆微胞) → 總表面積大 → 所需界面活性劑多
- 液滴大(微胞) → 總表面積小 → 所需界面活性劑少
- 油太少 → 界面活性劑濃度過高(達臨界微胞濃度CMC)
 - 形成團簇
 - 游離態界面活性劑少
 - 形成微胞

⇒ 推測正丁醇在油中較異丁醇容易達到臨界微胞濃度(即正丁醇之CMC較低)

研究結果與討論

【實驗五】：乙醇和正己醇在不同添加順序下所形成之微胞型態

• 乙醇與油先混合

→乙醇分子羥基的H與油分子的酯基形成氫鍵(較難)

→再加入水

→乙醇分子羥基的氧與水分子形成氫鍵(較易)

→將水分子拉到油層中 ⇒產生乳化現象

• 正己醇與水先混合

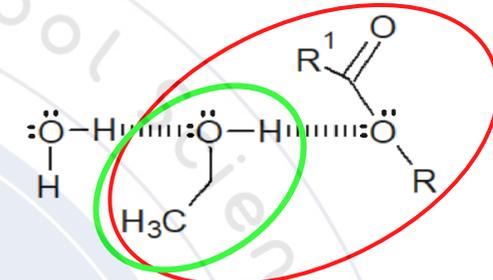
→正己醇分子的羥基與水分子形成氫鍵(較難)

→再加入油

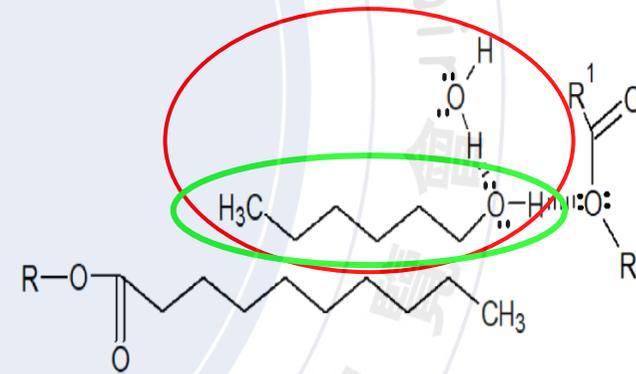
→油分子與正己醇分子的碳鏈因凡得瓦力互相靠近
或用酯基與正己醇分子羥基的H形成氫鍵

→將油分子拉到水層中 ⇒產生乳化現象

• 乙醇與正己醇可形成乳化層之添加順序



圖十五：在乙醇油溶液中加入水之氫鍵示意圖
(紅圈內為預先混合之二種成分)



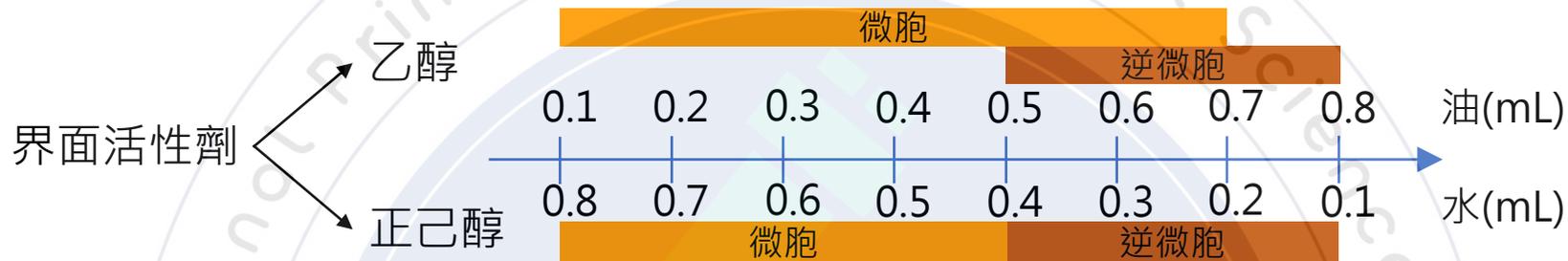
圖十六：在正己醇水溶液中加入油之
分子間作用力示意圖(紅圈內為預先混合之二種成分)

界面活性劑	混合順序	相同處
乙醇	(乙醇+油)+水	將界面活性劑與互溶性較差的液體先混合
正己醇	(正己醇+水)+油	

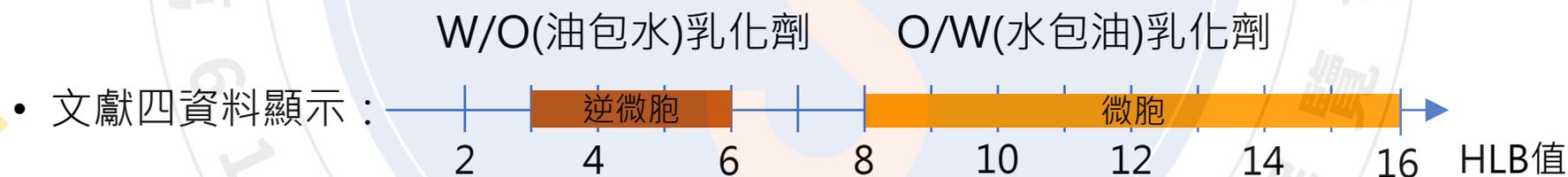
研究結果與討論

【實驗五】：乙醇和正己醇在不同添加順序下所形成之微胞型態

- 觀察到乙醇、正己醇形成微胞的狀況如下



- 實驗三原本判斷乙醇與正己醇不會使油水混合液產生乳化現象
→改變添加順序後，二者皆有觀察到微胞與逆微胞



十二烷基硫酸鈉(不溶於油)的HLB值=40 →僅觀察到微胞

正己醇(不溶於水)的HLB值=6.05 →微胞和逆微胞均有

⇒推測如欲僅形成逆微胞，該界面活性劑的HLB值應小於3

→以大衛法換算，應使用碳數大於12的一元醇

- 一、本實驗觀察到的微胞均較逆微胞大。
- 二、正丁醇在油/水比值2以上時，會形成逆微胞；異丁醇在油/水比值大於1.25時，會形成逆微胞。
- 三、在乙醇油溶液中加入水可以形成乳化層，且在油/水比值為1.25以上時，會形成逆微胞。
- 四、在正己醇水溶液中加入油可以形成乳化層，且在油/水比值為1.25以上時，會形成逆微胞。
- 五、在乙醇與正己醇的實驗中，必須先將界面活性劑與互溶性較差的液體混合，才會產生乳化現象。

參考文獻

- 一、曹恒光、連大成(2001年8月)。淺談微乳液。物理雙月刊(廿三卷四期)。
取自：www.ps-taiwan.org
- 二、Mohammad Soleimani Zohr Shiri, William Henderson and Michael R. Mucalo (June 2019)。A Review of The Lesser-Studied Microemulsion-Based Synthesis Methodologies Used for Preparing Nanoparticle Systems of The Noble Metals, Os, Re, Ir and Rh。School of Science, University of Waikato, Hamilton 3240, New Zealand。取自：<https://reurl.cc/ogRj0q>
- 三、蘇裕昌(2015)。界面活性劑的基礎及應用。中興大學森林系。取自：<https://reurl.cc/EnQK3g>
- 四、Arushi Pant, Kanupriya Jha, Manisha Singh (Mar.–Apr. 2019)。Role of Excipient's HLB Values in Microemulsion System。IOSR Journal Of Pharmacy And Biological Sciences (IOSR-JPBS)。取自：<http://iosrjournals.org/iosr-jpbs/papers/Vol14-issue2/Series-2/A1402020106.pdf>