

中華民國第四十三屆中小學科學展覽會參展作品專輯

高中組

化學科

科別：化學科

組別：高中組

作品名稱：泡膜兩相照

關鍵詞：界面劑、表面張力

編號：04013

學校名稱：

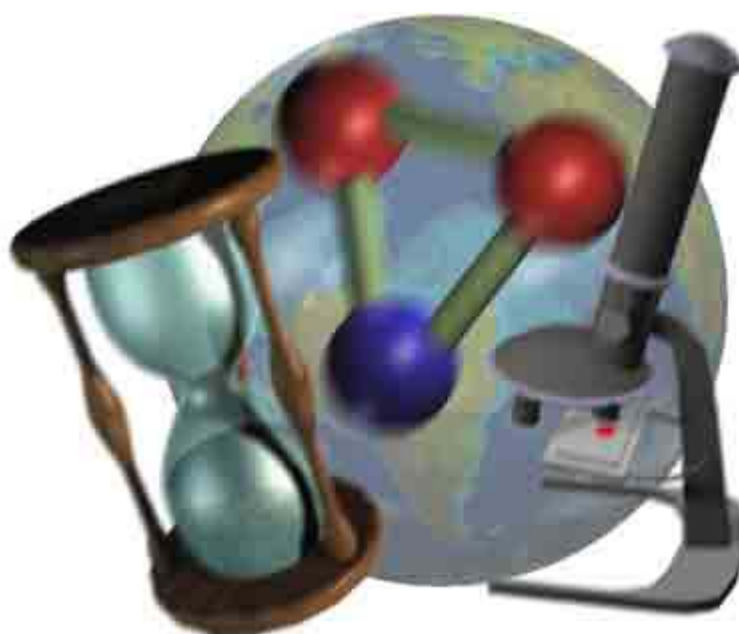
國立嘉義女子高級中學

作者姓名：

蔡宜穎、賴念筑、林采蓉、許晏禎

指導老師：

莊淑雀、鍾啓超



摘要

一般隨處可見的洗潔劑，主要的組成分子有脂肪酸鈉與苯磺酸鈉二大類，其分散系的性質差異，可用本研究以牙籤製成的立方框浸潤後，產生薄膜面積與濃度變化的趨勢差異予以鑑別。本研究結果，發現如下：含脂肪酸鈉的肥皂類分散系，濃度高時表面張力大，在立方框上結膜面積比濃度低的時候小。含苯磺酸鈉的界面劑分散系則恰好相反。

壹、研究動機

開始從事專題探討時，閱讀歷屆科展優勝作品專輯時，看到泡泡的特性研究一文，覺得相當有趣，我們討論後發現，界面劑的分子產生泡膜現象有很多種變化，是否具有與化學性質有關的變化規律呢？於是我們著手研究。

貳、研究目的

- 一、立方框上產生界面劑薄膜的結構探討。
- 二、探討薄膜面積大小與表面張力大小的關係。
- 三、界面劑的分子種類與薄膜面積變化趨勢關係研究。

參、儀器設備

名稱	數量	名稱	數量	試劑	數量
電動攪拌器	1 台	三叉管	2 支	各種界面劑： A1、A2、A3、 A4、A5、B1、 B2、B3、B4、 B5、C1、C2、 C3、C4、C5	適量
超音波震盪儀	1 台	攪拌匙	1 支		
500 cc的燒杯	30 個	橡皮管	30cm		
數位攝影機	1 架	濾紙	1 盒		
真空抽濾器	1 架	玻棒	2 根		
電子天平	1 台	注射針筒	2 支		
乳頭滴管	2 支	試管夾	1 支		

邊長 5 cm之正方體〈3 根牙籤粗—參柱邊〉	1 個	邊長 5 cm之正方體〈1 根牙籤粗—單柱邊〉	1 個		
----------------------------	-----	----------------------------	-----	--	--

肆、實驗過程

一、界面劑分散系的配製：

(一)清潔劑 A1～A5、B1～B5、C1～C5 十五種三類(肥皂、洗碗精、洗衣粉)，各取肥皂 50g 分別加 600ml 蒸餾水、洗碗精 600g 及洗衣粉 50g 分別加 600ml 蒸餾水及，並攪拌均勻，A、C 類的界面劑製成溶液時，均未能完全溶解，需要過濾取濾液作試驗。

(二)每種溶液採用連續稀釋法，配不同濃度（原液濃度 1/2、1/4、1/8、1/16、1/32）的溶液，分類標記如下表：

表一 分類標記肥皂洗碗精濃度

分類標記	肥皂						洗碗精					洗衣粉				
	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4	C5	濃度
a	A1a	A2a	A3a	A4a	A5a	B1a	B2a	B3a	B4a	Ba5	C1a	C2a	C3a	C4a	C5a	原液
b	A1b	A2b	A3b	A4b	A5b	B1b	B2b	B3b	B4b	B5b	C1b	C2b	C3b	C4b	C5b	原液濃度 1/2
c	A1c	A2c	A3c	A4c	A5c	B1c	B2c	B3c	B4c	B5c	C1c	C2c	C3c	C4c	C5c	原液濃度 1/4
d	A1d	A2d	A3d	A4d	A5d	B1d	B2d	B3d	B4d	B5d	C1d	C2d	C3d	C4d	C5d	原液濃度 1/8
e	A1e	A2e	A3e	A4e	A5e	B1e	B2e	B3e	B4e	B5e	C1e	C2e	C3e	C4e	C5e	原液濃度 1/16
f	A1f	A2f	A3f	A4f	A5f	B1f	B2f	B3f	B4f	B5f	C1f	C2f	C3f	C4f	C5f	原液濃度 1/32

三、立方框的製作

- (一)取同粗細木製牙籤 12 支，製作邊長 5 公分的立方框，頂角相交點用快乾膠黏牢，稱之為單柱邊立方框。
- (二)取 36 支與上述(一)相同牙籤，每 3 支牙籤一組，用快乾膠黏結呈一束；乾涸固結的 12 束牙籤，作邊長 5 公分的立方框，稱為 3 柱邊立方框。

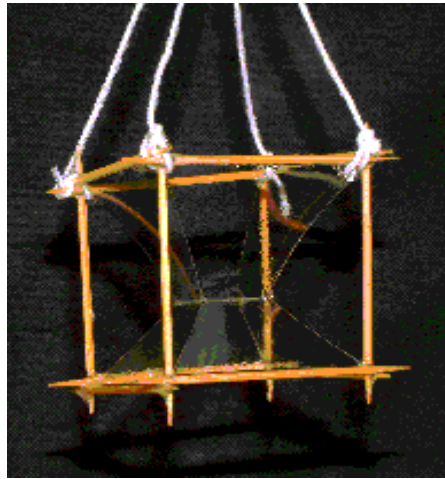
四、薄膜面積測定

- (一)立方框用棉線垂直懸吊。
- (二)將立方框垂直進入分散系中，停留約三秒，再垂直拉起。
- (三)等待立方框上的薄膜用目測不再改變時，視為收縮成最小面積，再以直尺量取參數，以便運用電腦程式計算薄膜面積。
- (四)重複上述(一)~(三)步驟，測定本研究探討的各種界面分散系。
- (五)按照附錄『泡泡特性』所述測定界面張力的方法，量取本研究需用界面劑表面張力的數據。研究用的界面劑品牌是隨機取樣。

伍、研究紀錄

- 一、立方框上產生界面劑薄膜的結構探討。

- (一)薄膜圖



照片(一)



照片(二)

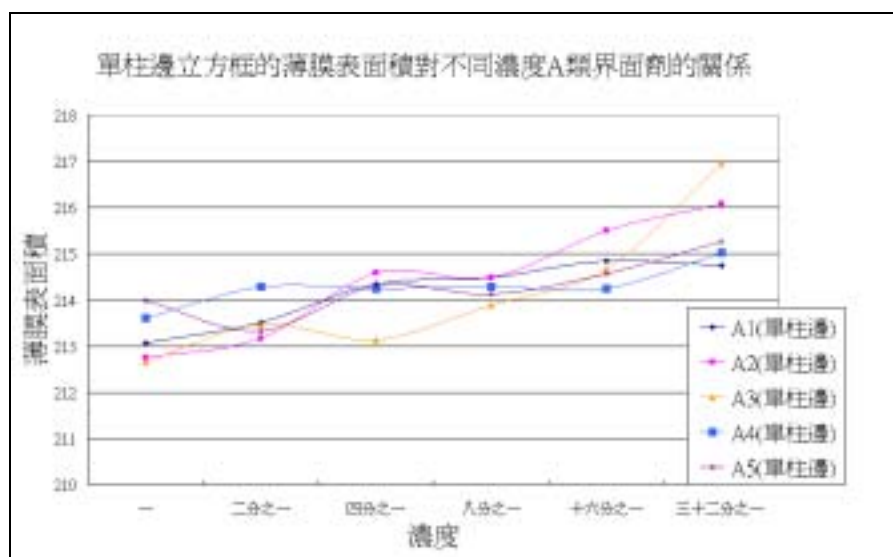
(二)演譯推導薄膜面積數學計算公式如下：

$$(5+b)*((d^2+h^2)^{0.5}+(h^2+a^2)^{0.5}+(g^2+d^2)^{0.5}+(g^2+f^2)^{0.5})+(5+e)*((h^2+a^2)^{0.5}+(h^2+c^2)^{0.5}+(g^2+a^2)^{0.5}+(g^2+c^2)^{0.5})+5*((a^2+d^2)^{0.5}+(f^2+c^2)^{0.5}+(c^2+d^2)^{0.5}+(f^2+a^2)^{0.5})+2*b*e$$

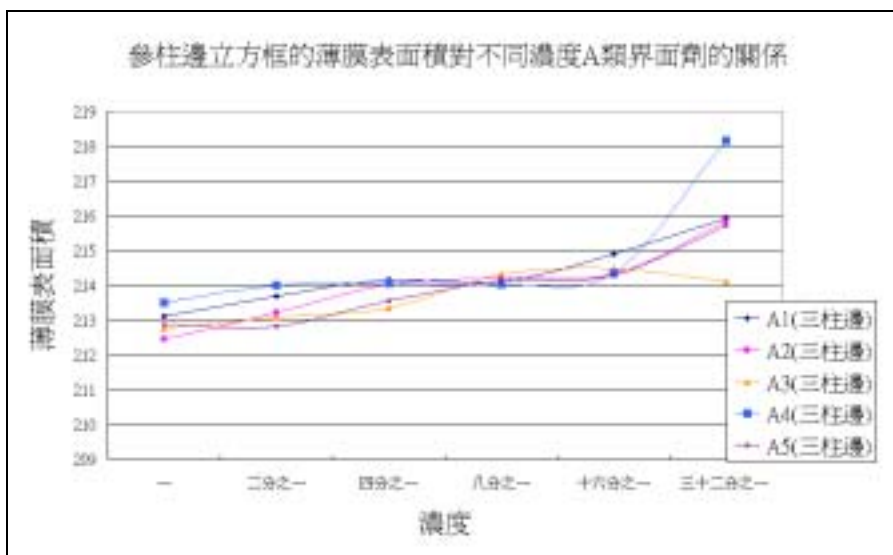
表(二) 參數與結構關係圖

參數	薄膜結構與參數
a	
b	
c	
d	
e	
f	
g	

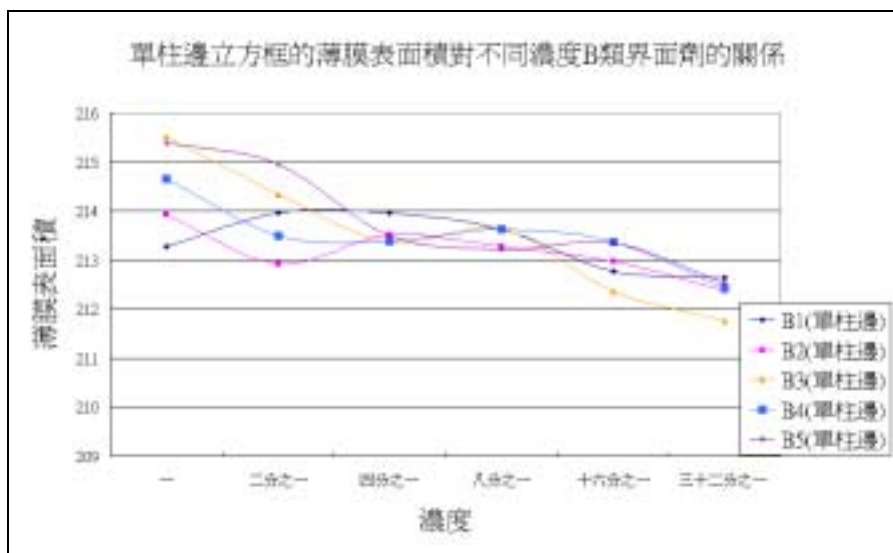
二、 探討薄膜面積大小是否與表面張力大小有關係



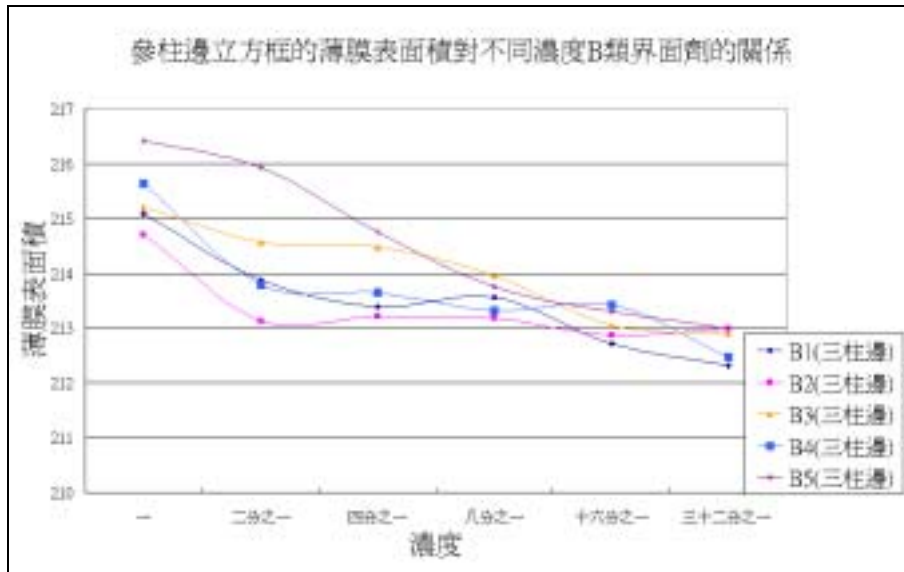
圖一



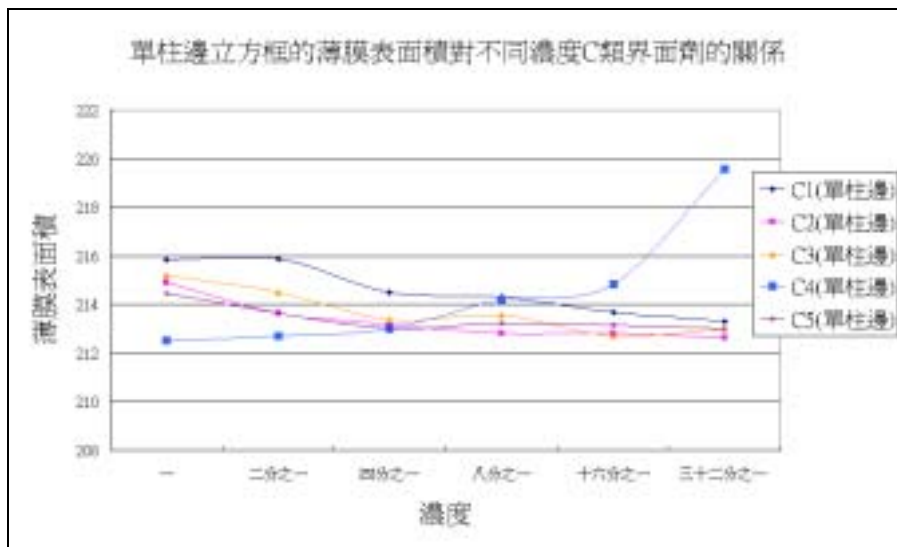
圖二



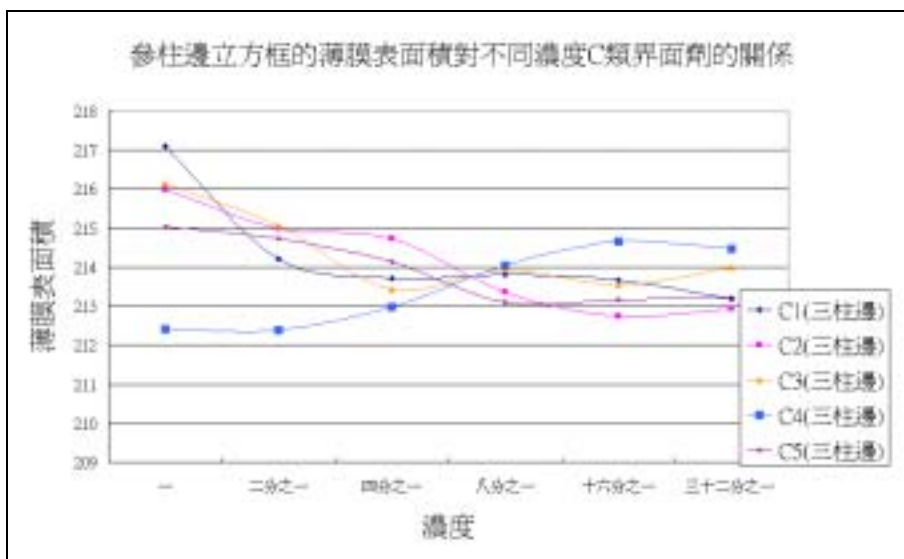
圖三



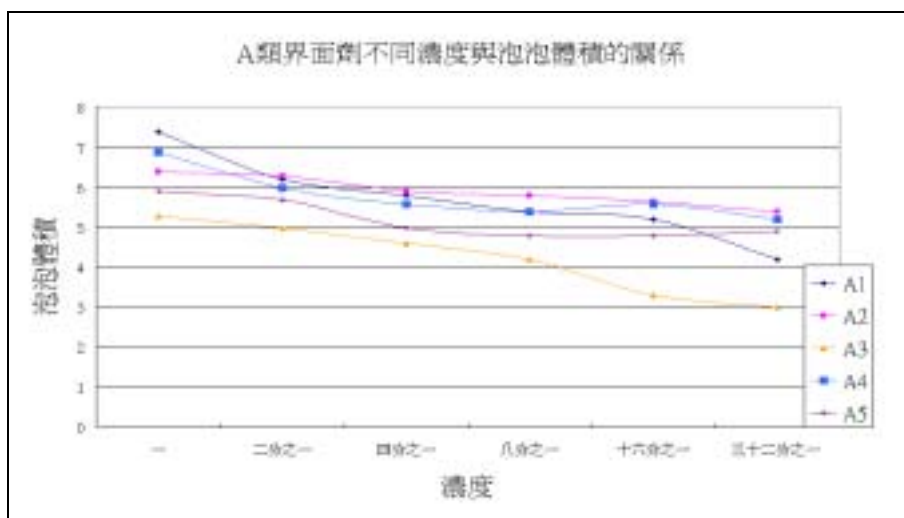
圖四



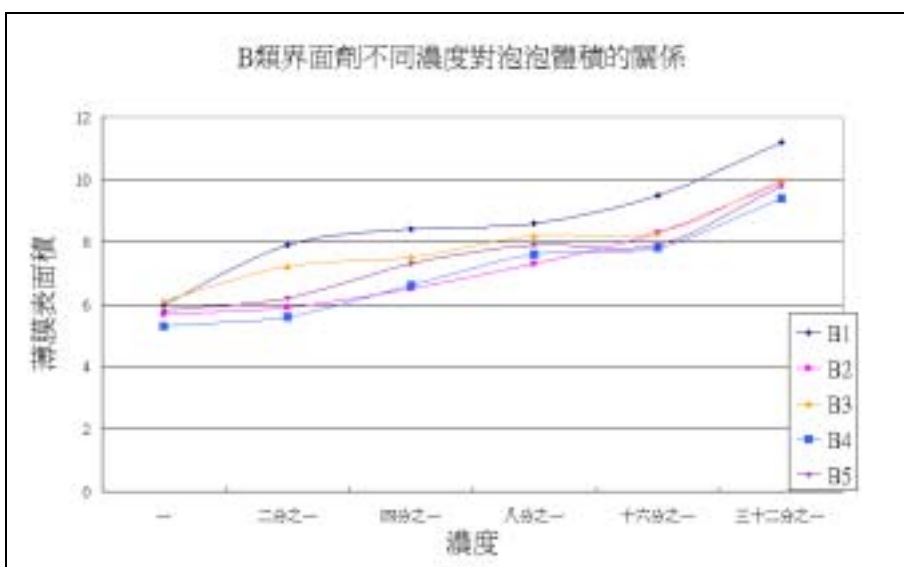
圖五



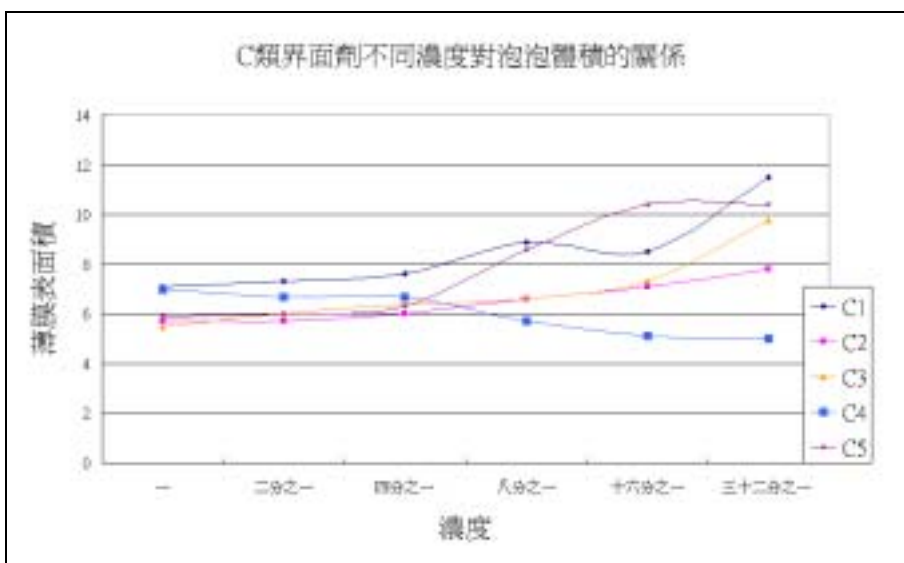
圖六



圖七



圖八



圖九

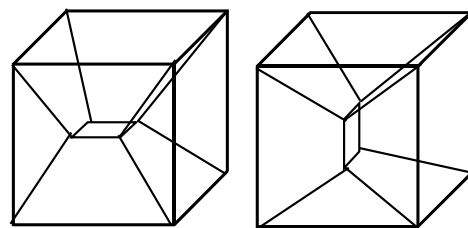
陸、討論

一、本研究用的分散質是市售包裝商品的洗潔劑，皆為多種純質的混合物；因此，控制濃度變因，採用重量固定的分散質與定量水混合(有沉澱者，取過濾後的濾液)，在本研究中稱之為原液；若需配製較低濃度的分散系，則取原液加水稀釋，若稀釋後的總體積是原有的 n 倍，則分散系中存在的各種成分，其濃度皆為原液的 $1/n$ 倍。

二、用牙籤製作立方框的菱邊，必須留意牙籤排列位置的對稱性，以利取得較完美的立方框，減少實驗變因。本研究發現立方框的菱邊柱數會影響實驗數據的變化差度。菱邊由三支牙籤黏結構成者(每立方框總共由 36 支牙籤組成，簡稱三柱邊之立方框)，所得數據的變化差度較佳【圖(一)、(二)】。故本研究皆採用三柱邊之立方框做數據的量測。

三、界面劑分散系之立方框，離開液面後，薄

膜形成的幾何結構，【見研究一(一)】近似圖(十)之模型。我們研討後發現，薄膜結構中央的四方形，任一個角對菱邊做投射線，投影點會分割菱邊為二或三個線



圖(十)立方體浸潤溶液後產生薄膜圖樣

段，把立方框任一頂角之三鄰邊，當作空間座標系的三軸線，被投影點會分割菱邊為二或三個線段，把立方框任一頂角之三鄰邊，當作空間座標系的三軸線，被投影點分割產生的線段設立參數，即能導出薄

膜面積的數學公式【紀錄一〈二〉】；有利我們設計電腦程式，比較精準計算薄膜面積。

四、本研究試驗的界面劑有肥皂(A)、洗碗精(B)、洗衣粉(C)參類，若依主成分差異，可分為脂肪酸鈉鹽與苯磺酸鈉鹽兩群。其中肥皂(A)、洗碗精(B)兩類，主成分各自歸屬上述之不同兩群，但同樣屬於添加劑種類比較少，起泡能力比較佳的類群，可作為兩群的代表。故本研究優先探討這兩類的性質，其結果如下：由【圖(一)~(九)】發現薄膜面積的變化、濃度及表面張力大小關係如下：

(一) 肥皂類的濃度越低，薄膜的面積越大，泡泡的體積越小，張力愈小。

(二) 洗碗精類的濃度越高，薄膜的面積越大，泡泡的體積越小，張力愈小。

綜合而言：脂肪酸鈉鹽與苯磺酸鈉鹽兩群分散系張力大小，表現在立方框結膜面積大小方面，呈負相關；換句話說，分散系的張力愈小，結膜面積愈大。但是顯現在與濃度高低關係上，兩群的變化趨勢恰好相反，脂肪酸鈉鹽呈正相關，苯磺酸鈉鹽呈負相關。因此，可利用立方框結膜面積大小與濃度高低的變化關係，做簡易鑑別清潔劑成份的依據之一。

五、在圖(六)洗衣粉(C)類的表面張力、薄膜總面積對濃度關係的數據圖中，藍色線變化趨勢與肥皂類相同，該種商品的外包裝標示成份，還特別強調內容物是肥皂，與本研究測的肥皂類數據變化吻合；其它四種的變化趨勢，與前述的肥皂類相反，但和洗碗精(B)類相同，其主要的組成內容物應都同屬於苯磺酸鈉，只是 C 類界面劑含比較多種的添加劑，調製成分散系後，分散質顆粒大於洗碗精分散系，故透光度比較小，看起來混濁狀，與水互混的均勻程度劣於洗碗精，用本研究的測量方法，所得的實驗數據規律性劣於洗碗精，但由整體的變化趨勢相同。令我們更肯定脂肪酸鈉、苯磺酸鈉兩類洗劑，在濃度高低不同的分散系中，結膜面積變化趨勢相反的事實是源自分子結構差異所致。

柒、結論

本研究得到下列三項主要結果：

- 一、本研究用的立方框，以 3 支牙籤集成束作菱邊的結構較佳。
- 二、本研究數據顯示薄膜總面積越小，則表面張力越大。
- 三、立方框在洗潔劑分散系中，產生的結膜面積大小與濃度高低的變化，可作簡易鑑識洗潔劑組成的成份群別。分散系濃度高，結膜面積小於低濃度者，它內含的主要成份是脂肪酸鈉鹽的肥皂類；反之則為苯磺酸鈉鹽的合成清潔劑。

捌、應用

- 一、 簡易鑑識洗潔劑組成的方法：先調製不同濃度的分散系，再分別測立方框上產生的薄膜面積大小。

分散系濃度	調製分散系方法				鑑識結果
原液	分散質 狀態	分散質 重量	水重	範例	成分與薄膜面積關係： 脂肪酸鈉：原液 $< \frac{1}{32}$ 原液 苯磺酸鈉：原液 $> \frac{1}{32}$ 原液
	固態	50 克	600 克	洗衣粉、肥皂	
	液態	600 克	0 克	洗碗精	
原液濃度的 $\frac{1}{32}$	取原液 20 克，加水 620 克，攪拌均勻				

玖、未來展望

- 一、 各種界面劑加入不等量酸鹼指示劑之後，用參柱邊之立方框浸潤，產生薄膜面積比較，酸鹼指示劑有無，是會改變產生薄膜面積的大小，至於是否存有其它效應，尚待進一步探究。
- 二、 界面劑添加碳酸鈉、碳酸氫鈉，或檸檬酸鈉等等，對界面劑分散系的結膜面積影響有待研究。
- 三、 脂肪酸鈉與苯磺酸鈉的界面劑分子，在分散系內的分子間作用力的詳細情形，需設計它種研究方法方能測定及了解。

拾、參考文獻

- 一、中華民國第三十六屆中小學科學展覽優勝作品專輯—作品『泡泡的

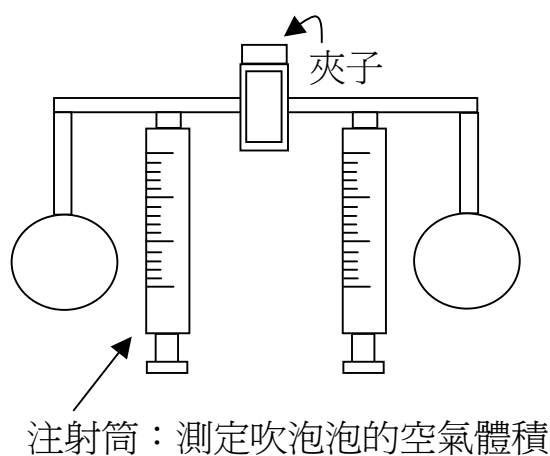
特性』/國立台灣科學教育館彙編/中華民國八十五年六月出版

二、W.Adomson/陶雨台/表面物理化學/表面物理化學/千華圖書出版社/

中華民國七十七年五月二十五日初版

拾壹、附錄

參考文獻一、測定界面劑張力大小的方法：如下圖(十一) 在裝置的兩邊，用不同界面劑吹成等體積的泡泡後，鬆開原阻斷氣體通路的夾子，使兩泡泡相通，泡膜張力大者內部氣體的壓力較大，泡泡的體積必定收縮破滅。故只要選定一種界面劑固定體積，作為張力的相對比較基準，其餘待測的界面劑吹泡與之相通後，兩邊體積不變或改變體積的機率相等時，該界面劑分散系的張力 T 與泡泡體積 $\sqrt[3]{V}$ 成正比。



圖(十一)、比較界面劑表面張力的裝置

評語

- 1 能自製模組去觀察泡膜的表面積，創意十足。
- 2 參考的科展資料與本實驗有何相異處，應作背景的簡略介紹。
- 3 實驗變數可再加強，例如改變框型及材質。