

中華民國第 54 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 物理科

最佳創意獎

030112

沙拉油與介面活性劑之混合液於水面上產生震盪行為之物理機制

學校名稱：臺中市立大雅國民中學

作者： 國二 辛容君 國二 蔡曉誼	指導老師： 鐘文生
---------------------------------	------------------

關鍵詞：沙拉油、介面活性劑、震盪現象

摘要

偶而發現待洗碗盤上的油漬，在遇到洗衣粉之後，外形產生縮小擴大不間斷的震盪現象，猶如心臟般的跳動忽大忽小。我們配置沙拉油與洗衣粉的混和液來進行濃度控制，結果發現，濃度在 5% 及混和液滴在較高溫的水面上時，產生凸起、破裂及縮小擴大不間斷的震盪現象最為激烈，進一步探討混和液滴大小的變化頻率，發現並沒有有一定的規律。我們設計一個密閉-開放可交替的實驗方法，發現一開始先處在開放環境時，震盪現象明顯而激烈，但改為密閉環境，則震盪現象消失，緊接再變為開放環境，則混和液的震盪現象變回明顯而激烈。我們因此推論，水蒸氣是造成油滴混和液產生凸起、破裂及縮小擴大不間斷的震盪現象的主要原因。

壹、研究動機

用完餐之後，家裡總是聚集很多待洗的碗盤與鍋子，家人習慣先把碗盤與鍋子泡水一陣子，以方便接下來的清洗動作。待洗碗盤與鍋子內的水面上，總是會漂浮一層油膜，有一天使用洗衣粉清洗瓦斯爐上鐵架時，待洗碗盤上漂浮的油漬，似乎會放大與縮小，就像心臟般的跳動忽大忽小。仔細觀察，油漬上好像有顆粒狀的洗衣粉，似乎是洗衣粉所造成的。這個現象令我好奇，於是我們便上網尋找相關資料，發現沒有對於這現象有相關的報導，查詢全國科展網站，也沒有人做過這方面的研究。於是，我們決定著手研究，想辦法為這個現象找到一個合理的解釋。

貳、研究目的

- 一、找出能於水面上產生震盪現象之沙拉油與界面活性劑混合液濃度。
- 二、使用攝影法，嘗試找出沙拉油與界面活性劑混合液於水面上的震盪行為之機制。
- 三、探討水溫是否影響沙拉油與界面活性劑混合液於水面上的震盪行為？
- 四、探討密閉環境是否影響沙拉油與界面活性劑混合液於水面上的震盪行為？
- 五、探討沙拉油與界面活性劑混合液能否在水與沙拉油液體之間產生震盪行為？
- 六、沙拉油與界面活性劑混合液能否在食鹽水液面上產生震盪行為？
- 七、分析為何沙拉油與界面活性劑混合液於水面上會產生震盪行為？

參、研究設備及器材

- 一、燒杯、滴管、培養皿蓋、玻棒、溫度計、照明用具、直尺(最小刻度 0.5mm)
- 二、混合液的成份：沙拉油、洗衣粉



三、溶質：酒精(95%)、洗碗精(未稀釋)、純水



四、桌上型電腦、平板電腦、微焦距鏡頭



肆、研究過程或方法

一、實驗一：嘗試於油滴上方灑上洗衣粉，油滴是否產生忽大忽小的震盪現象？

- 1、架好攝影機，使用燒杯裝一杯純水。
- 2、使用滴管滴出一滴油滴於水面上。
- 3、在油滴上方灑上洗衣粉，觀察油滴的形狀變化，並且記錄下來。

二、實驗二：找出能於水面上產生震盪現象之沙拉油與界面活性劑混合液濃度

- 1、我們用重量百分濃度的方式，調配重量百分濃度為 1% 的沙拉油與洗衣粉的混合液 100 公克。
- 2、我們用燒杯裝一杯攝氏 50℃ 的純水，上面擺一支直尺，讓攝影機可以對焦以及方便測量大小。
- 3、用滴管吸取混合液，滴在水面上，觀察此混合液滴的變化，並且記錄下來。
- 4、待變化停止後，再重複步驟 1，改調配 12%、8%、5% 及 1% 的混合液，並重複步驟 2~3。

三、實驗三：使用攝影法，嘗試找出沙拉油與界面活性劑混合液於水面上的震盪行為之機制

- 1、我們用重量百分濃度的方式，調配重量百分濃度為 5% 的沙拉油與洗衣粉的混合液 100 公克。
- 2、我們用燒杯裝一杯攝氏 50℃ 的純水，上面擺一支直尺，讓攝影機可以對焦以及方便測量大小。
- 3、擺上攝影機準備進行拍攝，用滴管吸取混合液，滴在水面上，觀察此混合液滴的變化，利用攝影機錄影記錄下來。
- 4、由於錄影時間過長，我們使用「威力導演」將影片內容切成數小段，並加以儲存成 avi 檔，如下圖 1。
- 5、再利用「Ulead GIF Animator 5」軟體，將所儲存的錄影內容切成數張瞬間影像照片，如下圖 2，依照錄影格式為 30fps，故一秒鐘的錄影影像可裁切成 30 張照片。將照片儲存，並放置於報告內容中。
- 6、使用「微焦距攝影」裝置，將微焦距鏡頭組裝在平板或數位手機的攝影鏡頭前方，可以拍攝近距離、細微影像，如下圖 3，以利我們拍攝更佳之照片或錄影影像。



圖 1、威力導演，可處理錄影影像內容

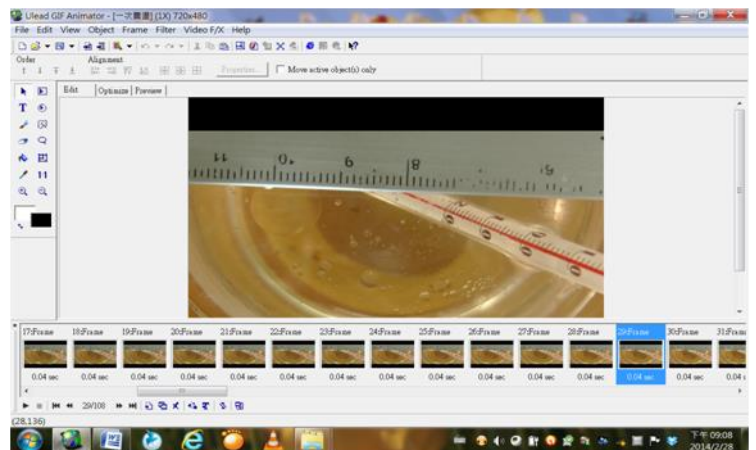


圖 2、Ulead GIF Animator 5，錄影內容切成照片



圖 3、平板電腦與微焦距鏡頭。

四、實驗四：探討油滴的震盪頻率是否有一定規律？

實驗方法與實驗三相同，請參閱上一頁之描述。

五、實驗五：探討水溫是否影響沙拉油與界面活性劑混合液於水面上的震盪行為

- 1、燒杯裡盛裝 70°C 的純水，並且擺上直尺，讓攝影機對焦。
- 2、用滴管吸取實驗一所調配出的 5% 混合液，滴在水面上，觀察其變化，並且記錄下來。
- 3、待變化停止後，再重複步驟(一)，將水溫分別盛裝 50°C、40°C、20°C、10°C 的純水，並重複步驟(二)~(三)。

六、實驗六：探討純沙拉油及其與其它物質混和，是否能產生震盪行為？

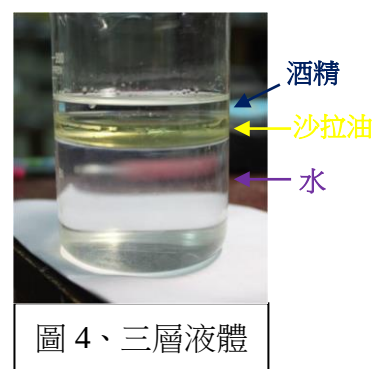
- 1、燒杯裡分別盛裝 40°C 和 60°C 的純水，上面擺一支直尺，讓攝影機對焦。
- 2、用滴管吸取純油，滴在水面上，觀察其變化，並且記錄下來。

七、實驗七：探討密閉環境是否影響沙拉油與界面活性劑混合液於水面上的震盪行為

- 1、燒杯裡盛裝 50°C 的純水，用滴管吸取 5% 混合液，滴在水面上
- 2、等待液滴出現變化後，將培養皿蓋蓋在燒杯上，形成一密閉空間，觀察其變化，並且記錄下來。
- 3、當變化停止後，再將蓋子取走，觀察液滴的反應，並且記錄下來。

八、實驗八：探討沙拉油與界面活性劑混合液處於某液體內(隔絕空氣)的震盪行為？

- 1、燒杯裡盛裝 50°C 的純水約 100ml。
- 2、本來要加入酒精，但酒精會溶於水，無法與水區隔，因此我們後來改先倒入沙拉油，再倒入第三種液體-酒精。
- 3、滴入混和液，混和液會沉入，直至穩定漂浮於水與沙拉油之間。
- 4、觀察混和液的反應狀況，並且記錄下來。



九、實驗九：探討沙拉油與界面活性劑混合液處於飽和食鹽水溶液中的情形如何？

- 1、燒杯裡盛裝純水約 100ml，加入食鹽直至飽和，一邊加熱一邊攪拌，直至水溫為 50°C。
- 2、滴入混和液於食鹽水面上，觀察混和液的反應狀況，並且記錄下來。

伍、研究結果

實驗一、嘗試於油滴上方灑上洗衣粉，油滴是否產生忽大忽小的震盪現象？

一、實驗照片：

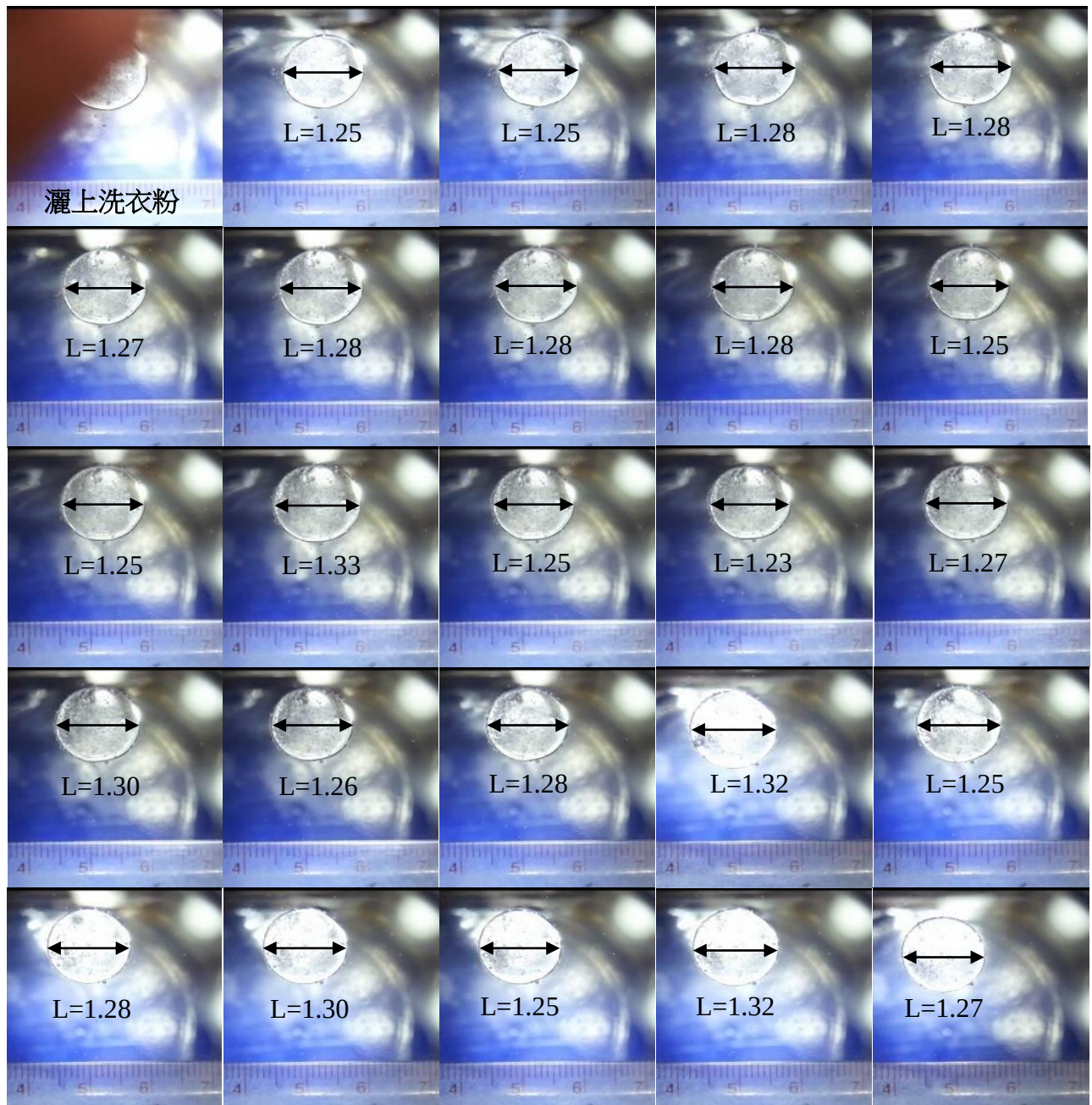


圖 5、油滴的震盪照片，L 為電腦判斷該線段的長度值。看影片就比較清楚。

二、現象描述：

沙拉油滴接觸洗衣粉後約 5 秒，油滴就會開始產生內縮與外擴不間斷的震盪現象，照片中看起來不明顯，但如果從攝影檔【錄影 1-灑洗衣粉】的影像中，就可以清楚的看出來油滴有放大縮小的現象。

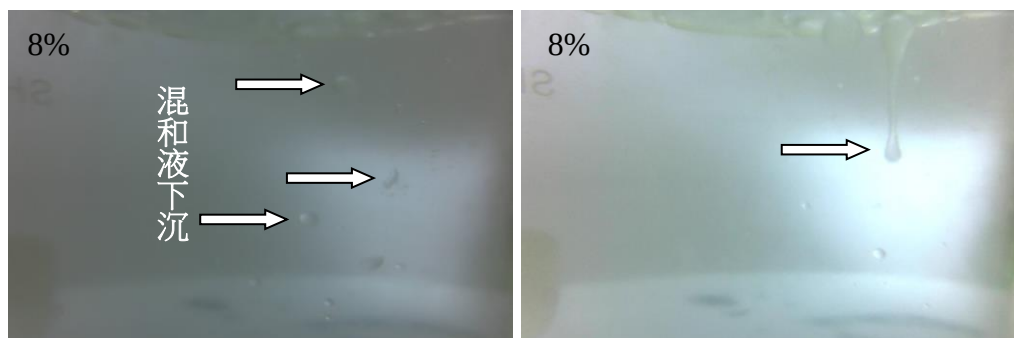
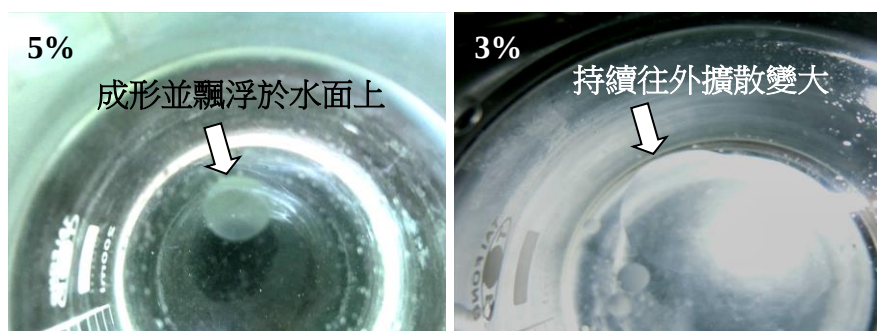
實驗二：找出能於水面上產生震盪現象之沙拉油與界面活性劑混合液濃度。

一、說明：

- 1、由於實驗一的洗衣粉是用灑的方式，這在實驗設計是不嚴謹的，所以一定要採用固定濃度的方式來進行實驗。因此，我們設計此實驗二，採取配置重量百分濃度的方式來研究我們的主題。
- 2、我們發現洗衣粉(界面活性劑)不易溶於沙拉油中，不過，我們可以加以攪拌，並放置「磁轉子」於混合液中，利用電子儀器長久攪拌的方式讓洗衣粉混合均勻，且可避免洗衣粉沉澱。

二、實驗結果：

實驗發現，8%、10%、12%的混合液中，洗衣粉重到整滴沉下去，接著有一些油會浮上來；5%則有明顯的震盪變化；而3%的會整個往外呈洞狀擴散，無法成形。可見濃度過高和濃度過低都無法使液滴產生震盪變化。



實驗三、使用攝影法，嘗試找出沙拉油與界面活性劑混合液於水面上的震盪行為之機制

一、沙拉油與界面活性劑混合液濃度：5%，每張照片時間間隔為 1/29 秒。

一開始，我們分別調了 3%、5%、8%、10%、12% 混合液，結果發現 8%、10%、12% 的混合液中，洗衣粉重到整滴沉下去，接著有一些油會浮上來；5% 則有明顯的震盪變化；而 3% 的會整個往外呈洞狀擴散，無法成形。於是我們根據結果，決定以 5% 混合液作為之後實驗之用。

(一)、沙拉油與界面活性劑混合液於水面上的震盪行為：

1、描述現象：

當混合液落到水面上後，一開始我們看到混合液會開始產生爆破的現象，影像中我們發現油膜會產生移動，內部會很多地方產生跳動的行為，也會有以下照片中的內縮與外擴現象，我們稱之為「震盪行為」。

2、照片：

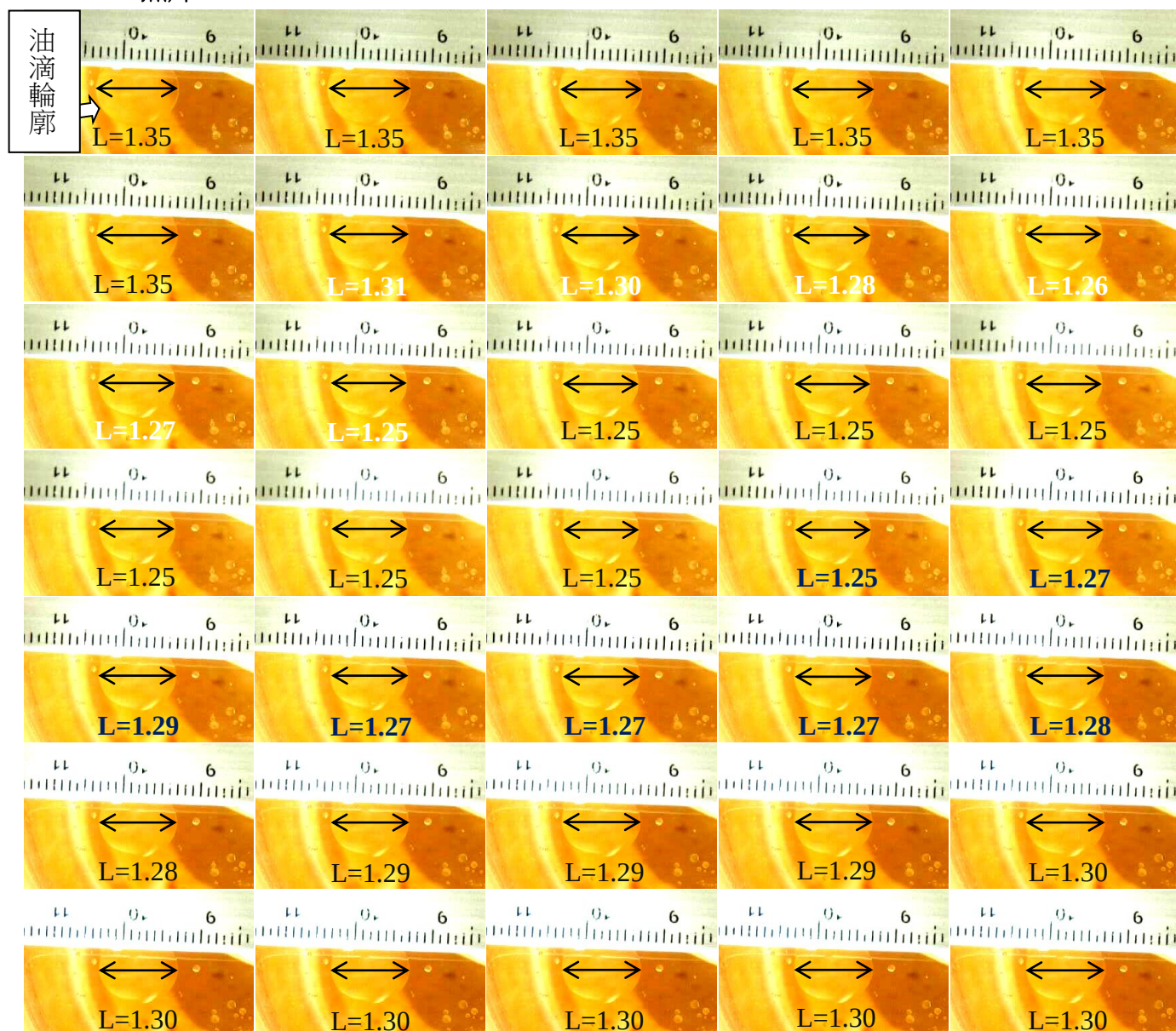


圖 6、沙拉油與界面活性劑混合液於水面上的震盪行為。L 為電腦判斷該線段的長度值。

3、總結：

透過上面的照片，我們發現液滴會像心臟的跳動現象，持續不間斷的縮小與擴大，形成所謂的震盪現象，但是，經過一段時間過後，便會停止。參考【錄影 2-明顯忽大忽小的震盪現象】。

(二)、沙拉油與界面活性劑混合液於水面上的爆破現象

1、照片：

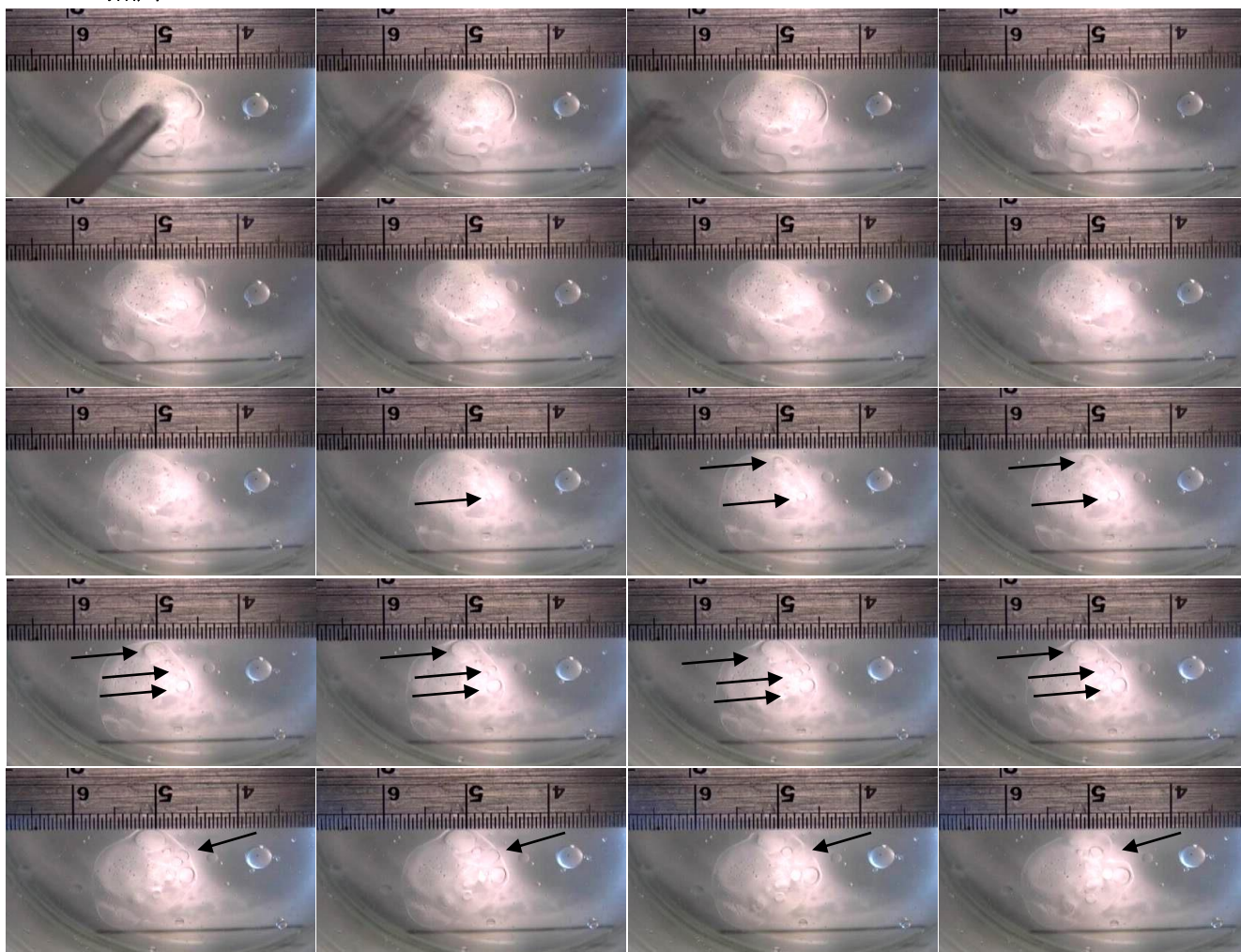


圖 7、沙拉油與界面活性劑混合液於水面上產生爆破(破裂)的現象。

2、總結：

當液滴落下至水面的瞬間，會先往外擴散爆破並且冒泡，等爆破過後，液滴就會集中往內收縮形成一顆較圓形的狀態，期間，油膜會一直有破裂的情形發生，反應一段時間後，狀況會較為緩和，油膜不再破裂，但是仍會產生凸起的移動現象，感覺就像油膜下方有東西在撞擊一般，這樣的情況會隨著時間變為緩和直到反應完畢為止，油膜就不再有任何的現象產生，就像普通的油滴漂浮於水面上一樣。

(三)、使用微鏡頭拍攝：

1、垂直拍攝：參考【錄影 3-微鏡頭拍攝】

(1)第一次：

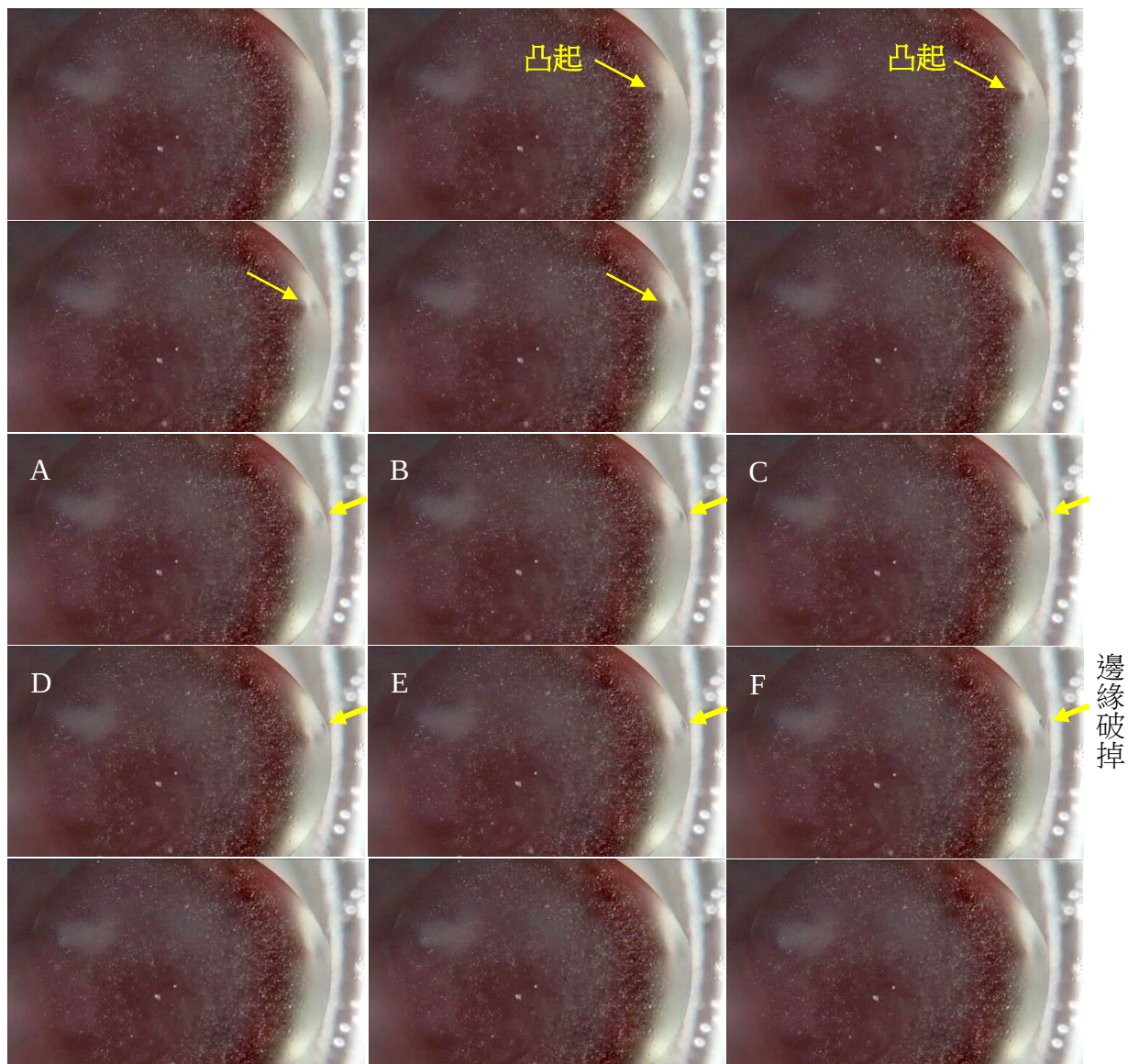
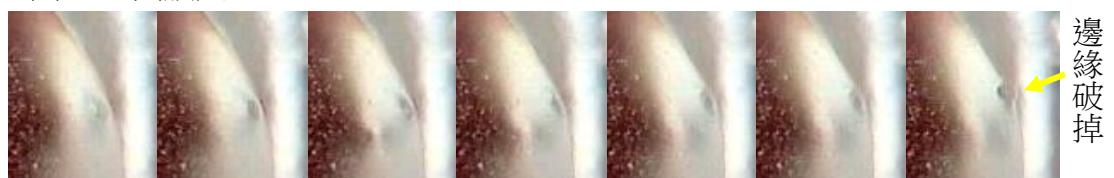


圖 8、利用微鏡頭垂直拍攝油膜表面的變化。

將上圖 A~F 圖放大：



(2)第二次：

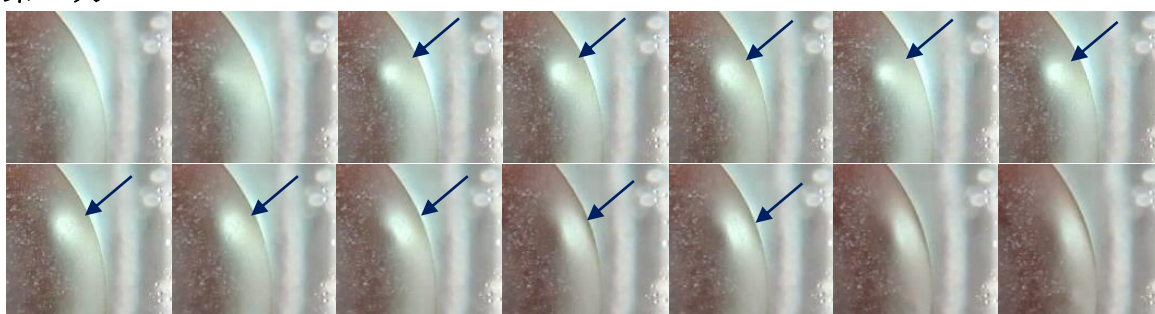


圖 9、箭頭處，亮點為油膜凸起所造成的反射。

2、水平拍攝：

設想：我們從垂直拍攝的影像中，發現油膜凸起，並且之後邊緣油膜破裂，似乎有氣體從油滴內部被推擠到油滴邊緣，之後從油膜邊緣排出。

因此，我們大膽假設，沙拉油與界面活性劑混合液滴在水面上後，我們所觀察到的兩個現象：(1)油滴放大縮小不間斷的震盪現象，與(2)油滴表面會持續產生數個破洞等兩個現象，可能是產生氣體所造成？故，我們嘗試採用水平微觀拍攝，期望能拍到油膜表面”凸起”的現象。

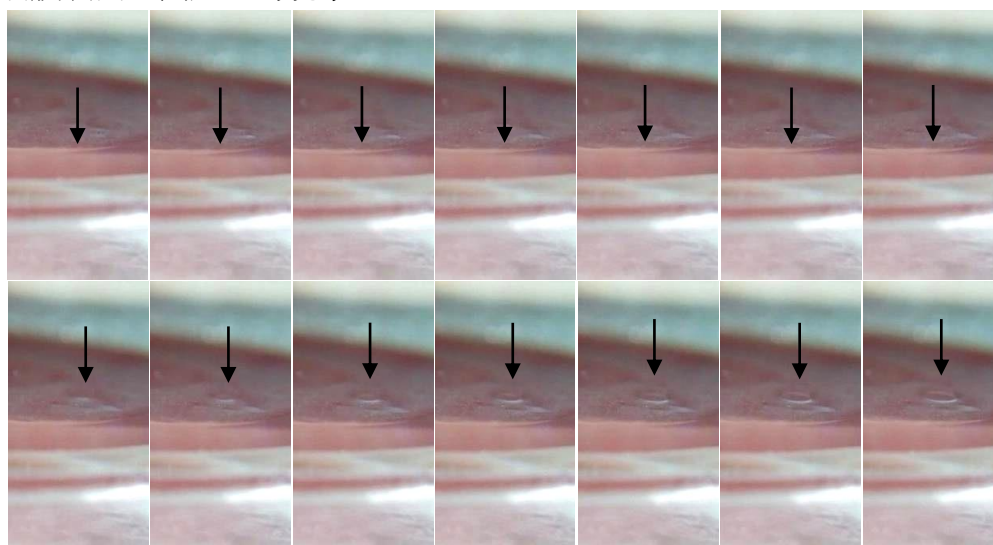


圖 10、利用微鏡頭拍攝油膜凸起的畫面。

經過長久的努力，很可惜的是，目前還未拍到油膜凸起的明顯畫面與證據，上圖為我們所拍到的最佳效果，但仍不能清楚的判別油膜是否凸起，我們覺得可能是油膜凸起的部分實在太小，以至於我們使用攝影機捕捉時不容易。參考【錄影 4-微鏡頭側邊拍攝】

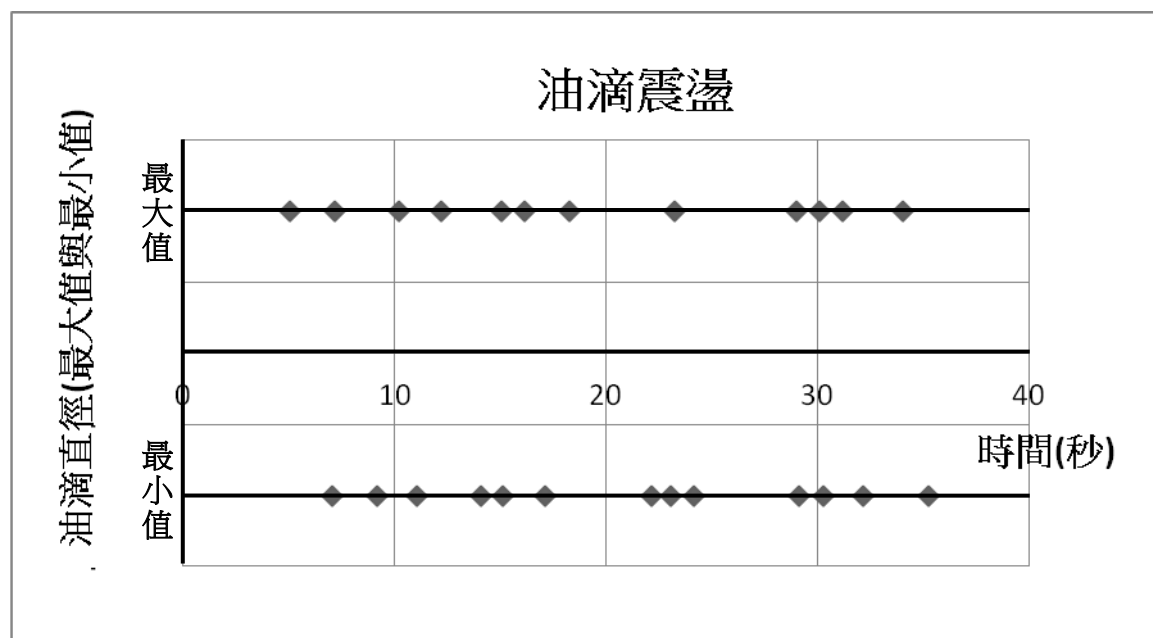
不過沒關係，我們透過思考找尋其他方面來證明，因此進行實驗五~九，結果也令我們相當滿意，找到直接的證據。

實驗四、探討油滴的震盪頻率是否有一定規律？

一、水溫 40℃

油滴直徑擴展至 最大 值的瞬間時間(秒)	5.02	7.18	10.21	12.23	15.05	16.15	18.29
油滴直徑擴展至 最大 值的瞬間時間(秒)	22.13	23.22	29.01	30.08	31.18	34.02	

油滴直徑擴展至 最小 值的瞬間時間(秒)	7.03	9.19	11.05	14.09	15.14	17.10	
油滴直徑擴展至 最小 值的瞬間時間(秒)	23.06	24.14	29.16	30.28	32.14	35.28	



實驗描述：

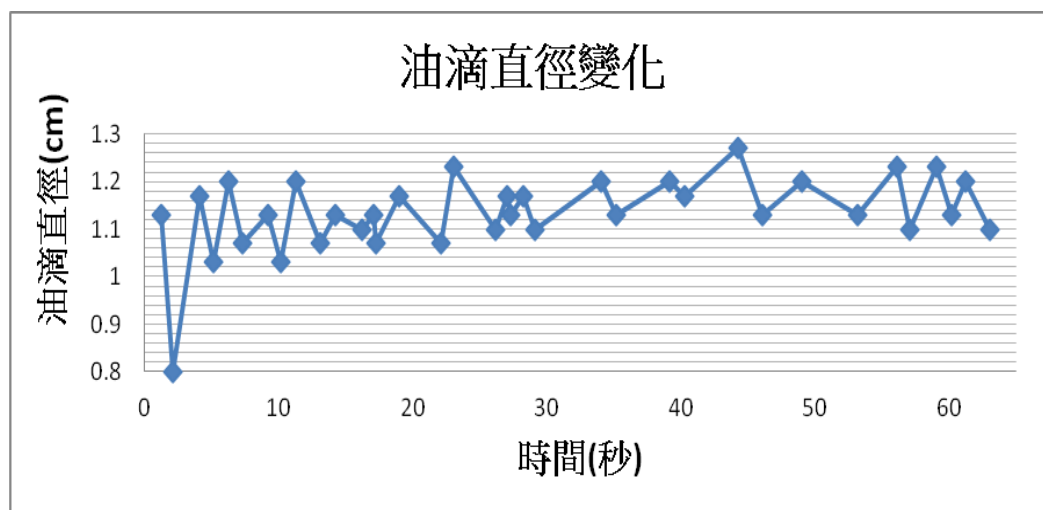
首先我們不考慮混和油滴直徑的最大值與最小值的真正數值為何，我們只將混和油滴直徑擴張至最大值的瞬間，把時間記錄下來，同樣的，也把油滴直徑縮小至最小值的瞬間時間給紀錄下來，結果如上圖。

我們從中發現，混和液滴的震盪現象並沒有有一定的規律存在。

二、水溫 50℃

油滴直徑擴展至 最大值 的瞬間時間(秒)	1.25	4.05	6.20	9.16	11.27	14.19	17.05	19.00	23.02
油滴擴展至 最大值 的直徑大小(cm)	1.13	1.17	1.20	1.13	1.20	1.13	1.13	1.17	1.23
油滴直徑擴展至 最大值 的瞬間時間(秒)	27.06	28.26	34.02	39.19	44.22	49.02	56.13	59.03	61.21
油滴擴展至 最大值 的直徑大小(cm)	1.17	1.17	1.20	1.20	1.27	1.20	1.23	1.23	1.20

油滴直徑擴展至 最小值 的瞬間時間(秒)	2.12	5.13	7.29	10.12	13.08	16.22	17.23	22.12	26.17
油滴擴展至 最小值 的直徑大小(cm)	0.80	1.03	1.07	1.03	1.07	1.10	1.07	1.07	1.10
油滴直徑擴展至 最小值 的瞬間時間(秒)	27.29	29.06	35.16	40.26	46.07	53.20	57.06	60.20	63.01
油滴擴展至 最小值 的直徑大小(cm)	1.13	1.10	1.13	1.17	1.13	1.13	1.10	1.13	1.10



實驗描述：

我們仔細測量混和液滴的直徑大小並記錄下來，從上圖中發現混合液滴的最大直徑與最小直徑並沒有固定，點與點之間的連線，可以代表混和液滴直徑變化的平均速率，從中也發現平均速率是忽大忽小，沒有一定的規律性存在。

實驗五、探討水溫是否影響沙拉油與界面活性劑混合液於水面上的震盪行為

一、照片觀察：

1、水溫 10°C：每張照片間隔 1 秒。

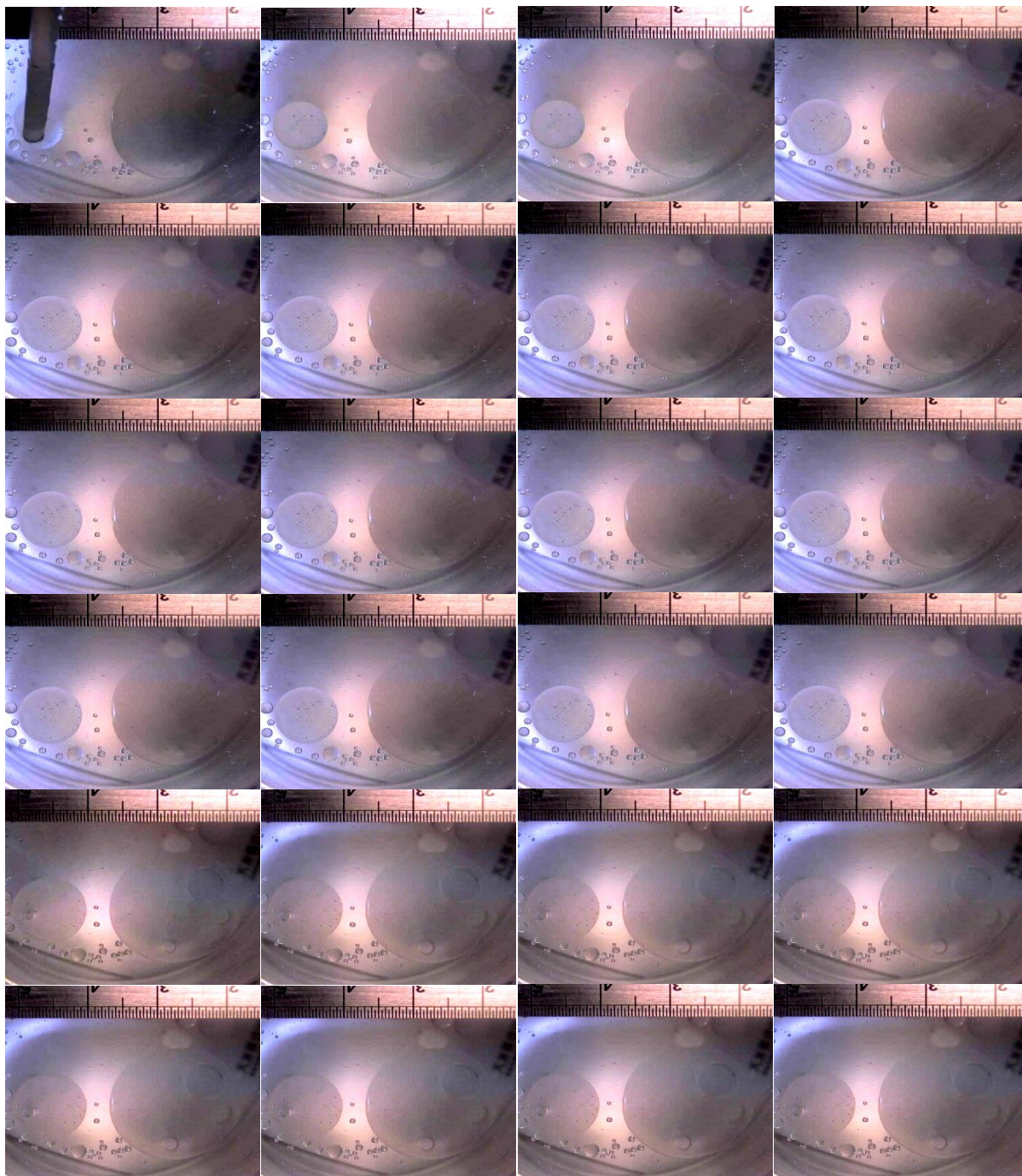


圖 11、混合液處在 10 度水溫的情形，排列方式為：先由左至右、再由上至下。

2、水溫 20℃：

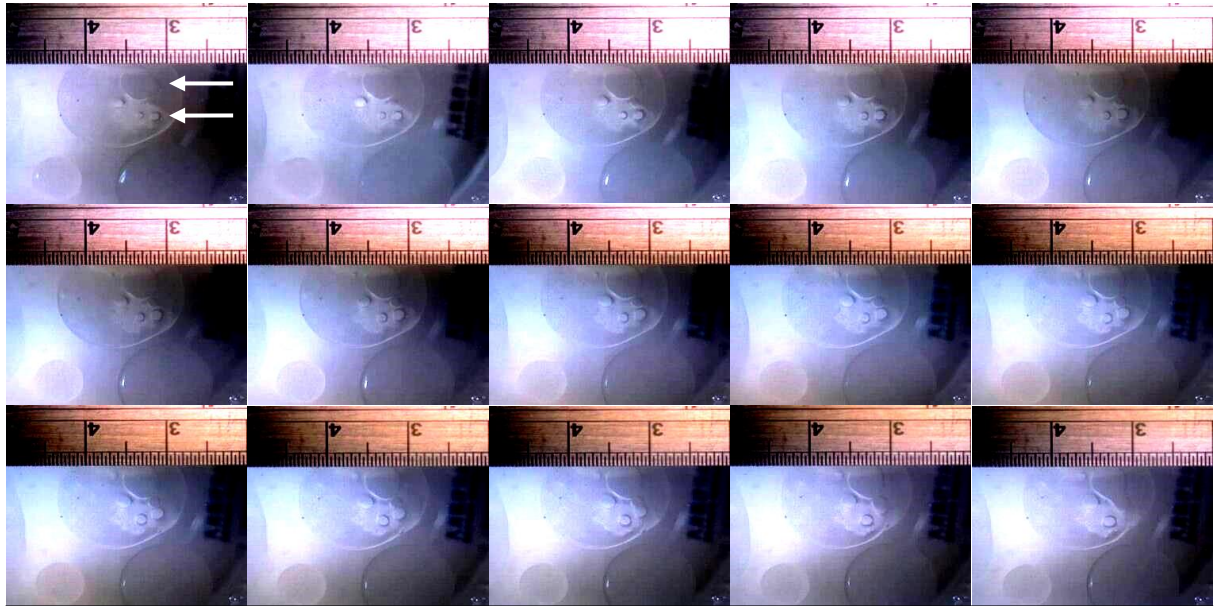


圖 12、混合液處在 20 度水溫的情形，排列方式為：先由左至右、再由上至下。

3、水溫 40℃

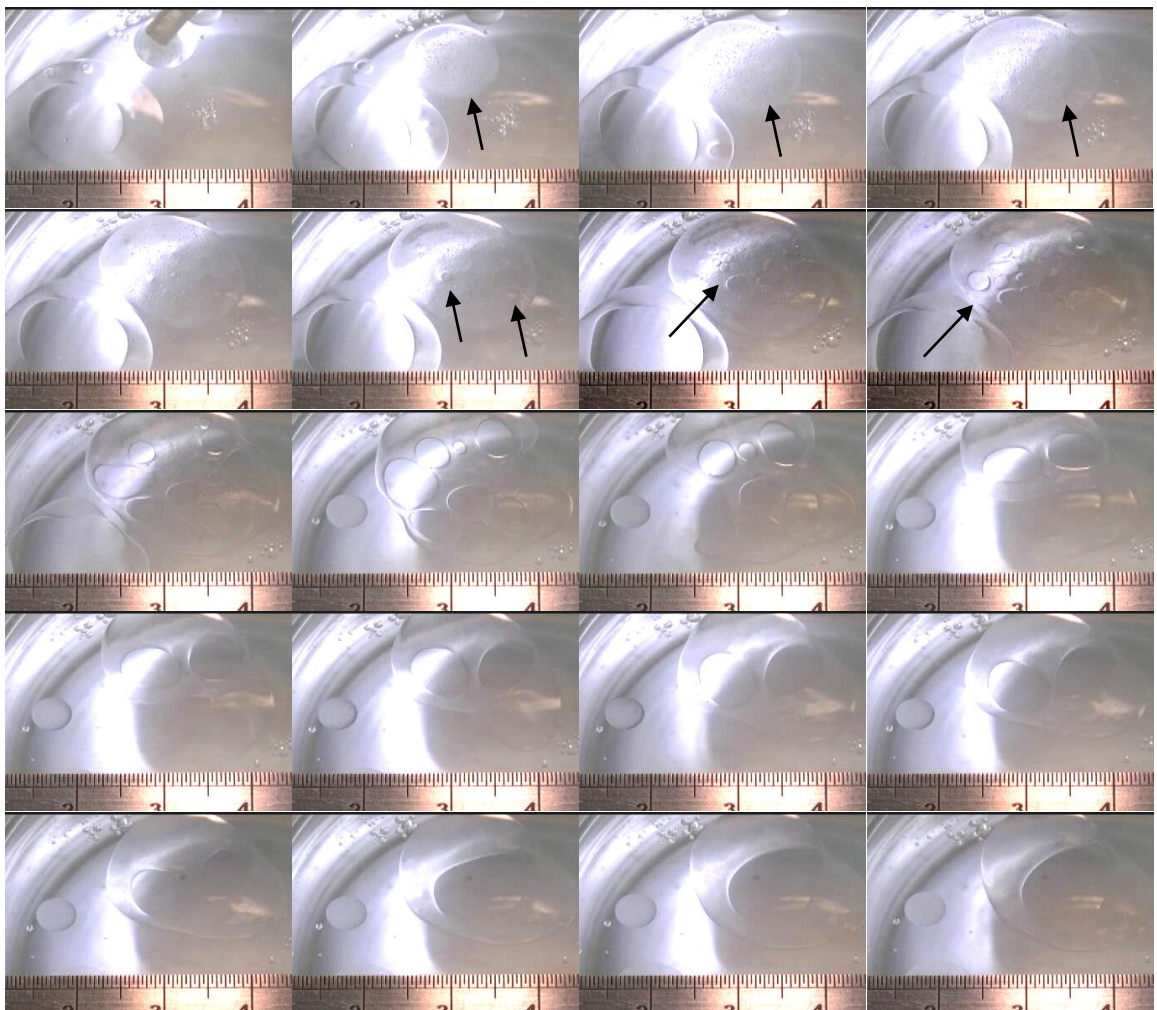


圖 13、混合液處在 40 度水溫的情形，排列方式為：先由左至右、再由上至下。

4、水溫 50℃

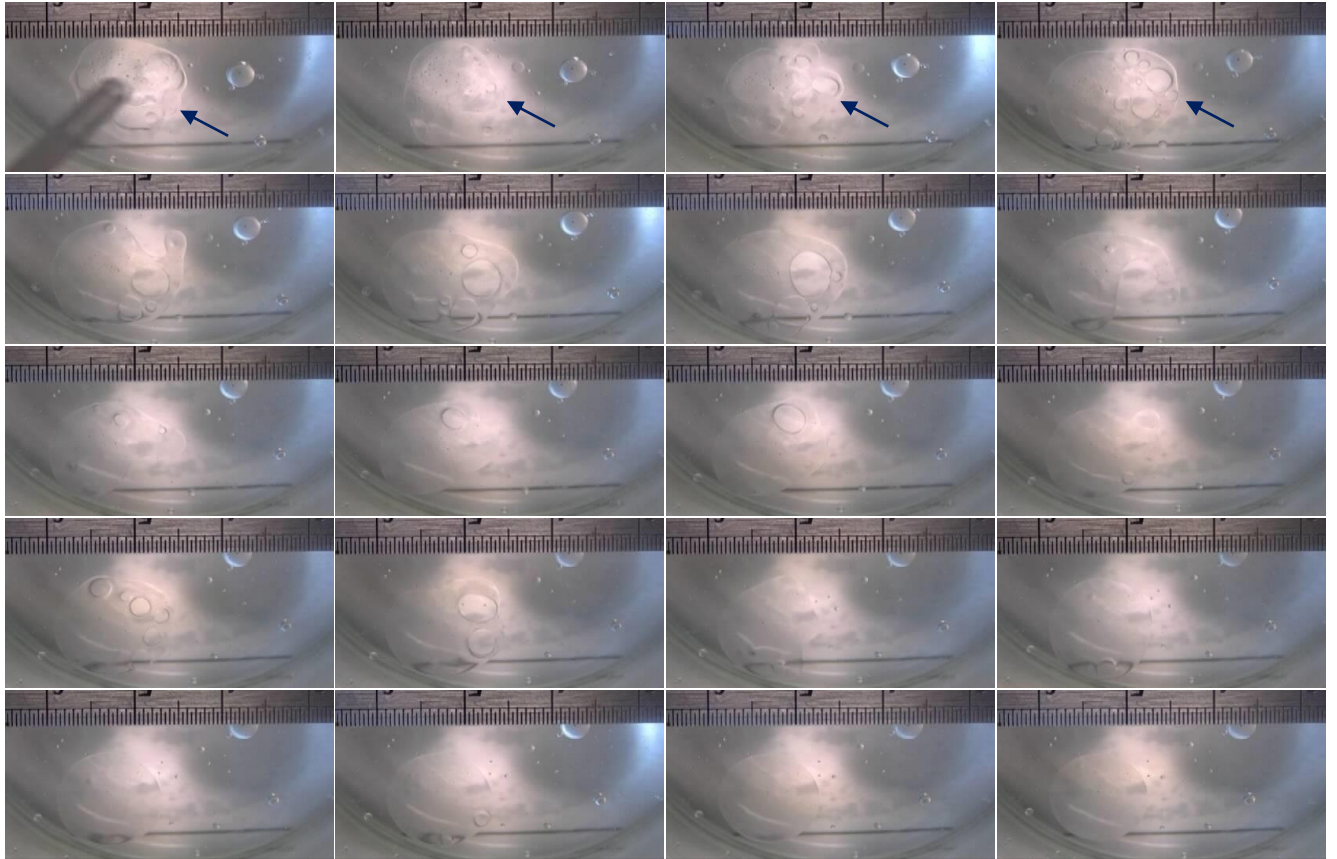


圖 14、混合液處在 50 度水溫的情形，排列方式為：先由左至右、再由上至下

5、水溫 70℃

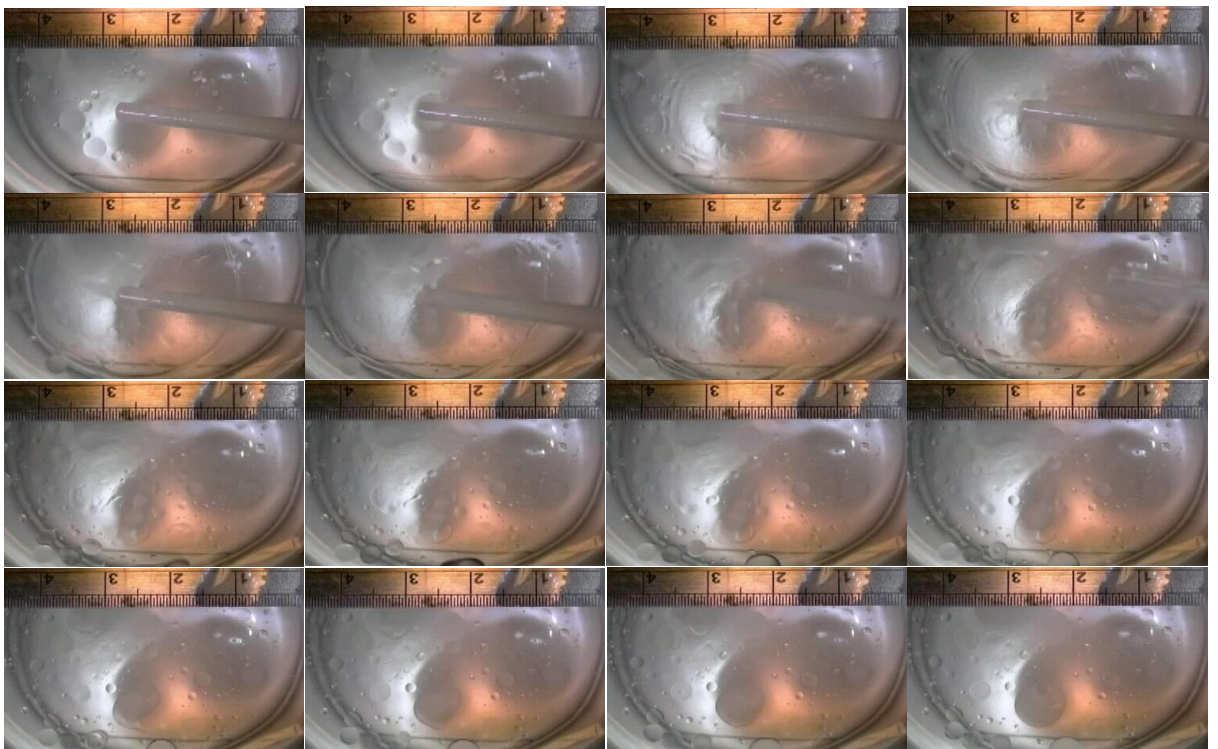
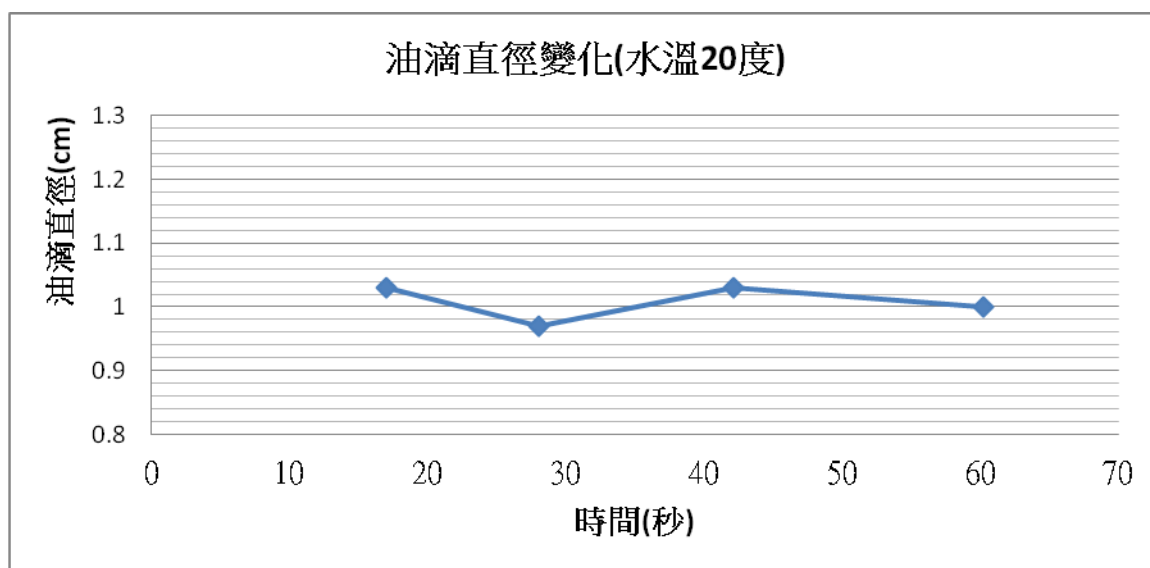


圖 15、混合液處在 50 度水溫的情形，排列方式為：先由左至右、再由上至下。

二、現象描述：

溫 度	現象描述與比較
10℃	混合液處在 10 度溫度的水面上，油膜會產生破裂，不過情況非常緩和，冒泡的地方很少。
20℃	混合液處在 20℃ 溫度的水面上，油膜破裂和冒泡情況較 10℃ 為激烈，但還是不明顯。
40℃	混合液處在 40℃ 溫度的水面上，油膜破裂與冒泡情況趨於明顯，但震盪行為緩和。
50℃	混合液處在 50℃ 溫度的水面上，油膜破裂加劇，冒泡不斷，震盪行為可被明顯觀察。
70℃	混合液處在 70℃ 溫度的水面上，油膜破裂與冒泡情況非常明顯且激烈，震盪行為也十分快速。

三、混和液處在 20℃ 的水面上時，混和液滴直徑隨時間的變化情形。



實驗描述：

此圖與實驗四水溫 50℃ 的實驗數據相比較，我們發現 20℃ 的水溫，混和液滴的直徑變化幅度較小，且變化頻率明顯少很多。

四、結論：

當水溫越來越高，混和液滴產生破裂、冒泡及震盪行為就會變得激烈與快速，可見水溫會影響混和液滴的震盪行為。

實驗六、探討純沙拉油及其與其它物質混和，是否能產生震盪行為？

一、水溫 40 度：箭頭指向為沙拉油，每張照片時間間隔為 0.5 秒。

實驗觀察：參考【錄影 5-純油】，由下圖可知，我們看不到油滴產生破裂、凸起與忽大忽小的震盪現象。所以，當沒有參雜洗衣粉時，油滴不會產生破裂、凸起與忽大忽小的震盪現象。

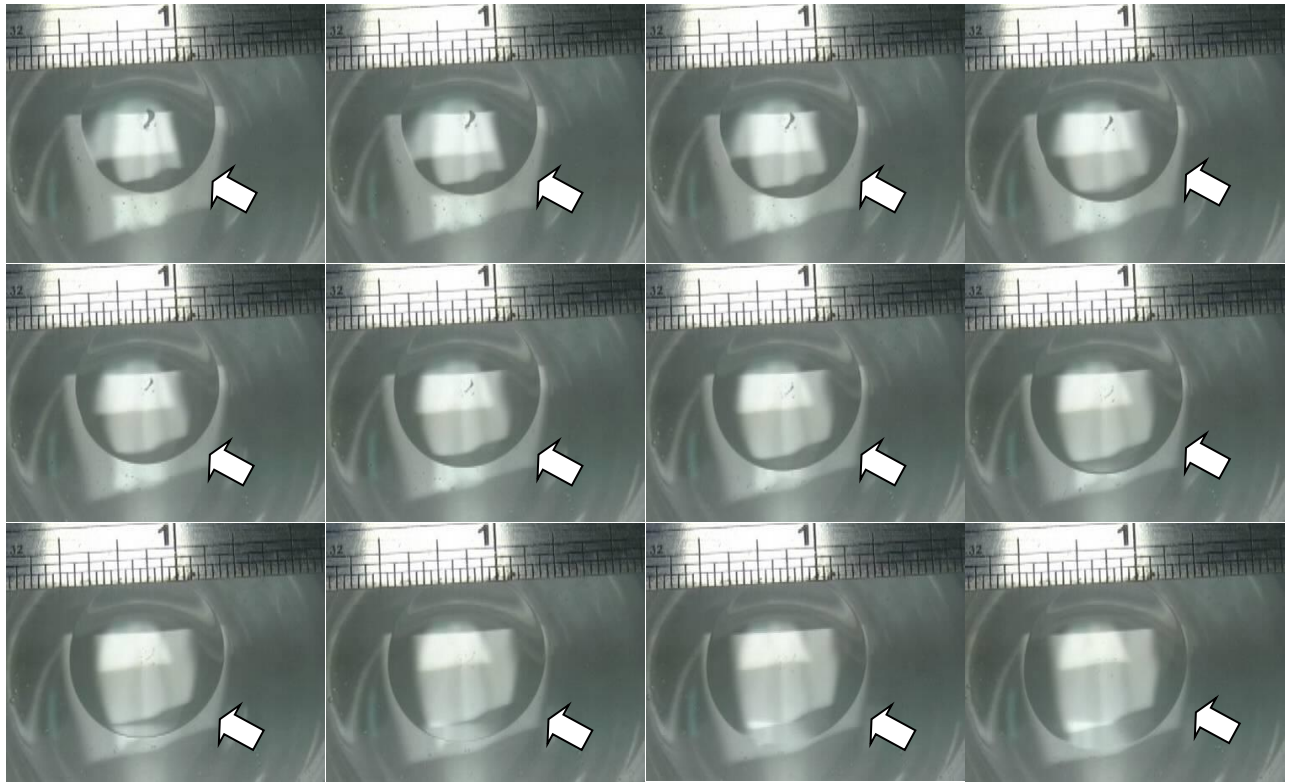


圖 16、沙拉油處在 40 度水溫上方的情形，排列方式為：先由左至右、再由上至下。

二、水溫 60 度：箭頭指向為沙拉油，每張照片時間間隔為 0.5 秒。



圖 17、沙拉油處在 60 度水溫上方的情形，排列方式為：先由左至右、再由上至下。

三、不同物質與油混合，是否產生震盪行為？

混合物	現象描述
泥沙+沙拉油	少量泥沙並不會使油滴產生反應，過量的泥沙會使泥砂結成塊狀，並沉入水底。
木屑+沙拉油	無反應。
氫氧化鈣+沙拉油	粉末在水面上漂浮，在油滴中則會沉的水和油之間，並無任何反應，而過量則會沉到水底。
洗衣粉+沙拉油	過少量的洗衣粉在油滴中並不會產生反應，適量的洗衣粉會使油滴產生明顯的擴大縮小，而過量的洗衣粉會沉到水底。

四、現象描述：

- (1)我們發現純沙拉油滴會隨時間的增加而越來越大。
- (2)從影片及照片中可以清楚看出，沙拉油滴不管在 40°C 及 60°C 溫度的水面上，油滴都不會產生凸起、破裂與縮小擴大的震盪現象。
- (3)此處實驗結果可說明在混合液震盪現象中，洗衣粉扮演重要關鍵的角色，可能直接或間接造成混合液產生凸起、破裂與縮小擴大的震盪現象。

實驗七、探討密閉環境是否影響沙拉油與界面活性劑混合液於水面上的震盪行為？

一、實驗觀察：參考【錄影 6-密閉環境】



圖 18、排列方式：先由左至右、再由上至下。A~L 圖為蓋蓋子的時機，每張照片相差 1 秒。L 為電腦判斷該線段的長度值。

二、實驗結果描述：

當蓋上蓋子之後，混和液滴會逐漸緩和反應，最後便會停止，掀開蓋子之後，油滴就會回復為加蓋時的劇烈反應，不斷冒泡且擴大縮小，隨著時間進行，最終反應會停止，油滴也就不動了。

根據實驗，我們認為密閉容器中的混合液滴之所以大小變化變緩和，是因為容器內的水蒸氣達平衡後，油膜下方的水面不易蒸發，則不會造成混和液滴產生破洞、破裂與忽大忽小的震盪現象的結果。

這個結果呼應**實驗五**的結果。實驗五中，水溫較高時，水蒸氣較容易形成，而造成混和液滴的震盪現象。

實驗六給我們一個逆向的思考，如果水溫高，但油滴不參雜洗衣粉的結果會如何？實驗六的實驗結果發現，此時並不會產生任何的震盪現象，可見洗衣粉扮演一個關鍵的角色。我們知道。洗衣粉會造成水的表面張力下降，表面張力小則易蒸發，所以回應實驗五、七的結果，混和液滴下方水的蒸發現象，是造成混和液滴忽大忽小震盪現象的原因。

實驗八、探討沙拉油與界面活性劑混合液處於某液體內(隔絕空氣)的震盪行為？

一、實驗假設：混和液如果會產生氣體(水蒸氣)，那在混和液上方蓋上一層物質，讓混和液與空氣隔絕，並且增加液體壓力，混和液是否就不再產生氣體？因此不再看到混和液凸起、破裂與放大縮小的震盪現象。

二實驗結果：我們實驗發現，混和液在滴落之後會先下沉，然後漂浮於水與沙拉油之間，混和液完全不會產生放大縮小的震盪現象，也不會有凸起與破裂或產生冒泡的狀況發生。

實驗九、探討沙拉油與界面活性劑混合液處於飽和食鹽水溶液中的情形如何？

一、實驗假設：飽和食鹽水的表面張力較高，因此會造成水蒸氣較不易蒸發，因此我們把沙拉油與洗衣粉的混合液滴於食鹽水面上時，我們將看不到(或看到緩和)混和液產生凸起、破裂與放大縮小的震盪現象。

二、實驗結果：我們控制食鹽水的溫度為 50°C，此溫度在實驗四之中，混和液滴於水面上時，會產生激烈的凸起、破裂與放大縮小的震盪現象。但在這個實驗中，混和液處在食鹽水面上時，看不到有任何凸起、破裂與放大縮小的震盪現象。

陸、討論

一、找出能於水面上產生震盪現象之沙拉油與界面活性劑混合液濃度

實驗發現，8%、10%、12%的混合液中，洗衣粉重到整滴沉下去，接著有一些油會浮上來；5%則有明顯的震盪變化；而 3%的會整個往外呈洞狀擴散，無法成形。可見濃度過高和濃度過低都無法使液滴產生震盪變化。

二、使用攝影法，嘗試找出沙拉油與界面活性劑混合液於水面上的震盪行為之機制。

當液滴滴落至水面的時候，會往外擴散爆破並且冒泡，等爆破過後，液滴就會往內收縮形成較立體圓形的狀態，期間，油膜會一直有破裂的情形，一段時間過後，狀況會較為緩和，油膜不再破裂，但是仍會產生凸起的移動現象，感覺就像油膜下方有東西在撞擊一般，使得油膜有凸起並移動的現象，這樣的情況會隨著時間持續變為緩和直到反應完畢為止，之後就像普通的油滴漂浮於水面上一樣，我們稱之為震盪現象。

三、探討水溫是否影響沙拉油與界面活性劑混合液於水面上的震盪行為？

實驗發現，水面溫度越高，越容易產生凸起、破裂與擴大縮小的震盪現象。當水溫處在 10℃ 時，縮然仍會產生以上現象，不過也較緩和的趨勢。

我們拍攝的溫度有 10℃、20℃、40℃、50℃ 及 70℃，從照片中我們發現，水溫為 70℃ 時，油滴產生凸起、破裂及放大縮小的震盪現象是最為激烈。可見，水溫也是影響震盪現象產生的一個重要因素。

四、探討純沙拉油是否能於水面上產生震盪行為？

根據實驗觀察，沙拉油是無法在水面上產生凸起、破裂與擴大縮小的震盪現象，從這裡可以證明洗衣粉扮演關鍵的角色，引起凸起、破裂與擴大縮小的震盪現象絕對是因為洗衣粉所直接或間接引起的。

五、探討密閉環境是否影響沙拉油與界面活性劑混合液於水面上的震盪行為？

記得自然課上過一次實驗，碳酸鈣+鹽酸反應生成二氧化碳的實驗，實驗結果告訴我們，如果實驗是在密閉容器中進行，則二氧化碳的產生速率則變為緩慢，最後停止，其實是有在產生二氧化碳，只是密閉容器內氣壓變大，以至於有些二氧化碳產生出來，有些二氧化碳則進入液面內。我們後來若把軟木塞拿掉，二氧化碳仍會繼續產生。

因此，我們假設：如果混合液於水面上的震盪行為是由「產生氣體」(目前猜測此氣體為水蒸氣)的話，那麼我們實驗的裝置改為密閉容器，則產生氣體的狀況就會減少或停止，因此就看不到凸起、破裂與擴大縮小的震盪現象。但若再改為開放環境，則凸起、破裂與擴大縮小的震盪現象會再次產生。

此假設藉由實驗六來驗證，目前結果顯示是符合此項假設的。為了驗證此項假

設，此項實驗必須採用水溫較高的環境(至少 50℃)，以加速氣體(水蒸氣)的產生，那麼才有辦法在短時間內看到成效。

不過，此項實驗沒辦法直接證明產生何種氣體？雖然水溫高才能完成這個實驗是因為水蒸氣易蒸發，使得密閉容器內空氣壓力快速升高，最後壓抑氣體再次產生，因此造成混合液不再產生凸起、破裂與擴大縮小的震盪現象。但還是無法直接證明混合液下方會產生水蒸氣，造成沙拉油與洗衣粉的混合液於水面上產生凸起、破裂及震盪的現象。未來，我們還在思考，如何證明是水蒸氣，還是其他氣體。

六、為何沙拉油與洗衣粉(界面活性劑)的混合液在滴落水面上之後，會產生縮小與擴大不間斷的震盪現象？

(一)假設一：

針對這個問題，我們首先假設：當油滴上的洗衣粉在接觸到水之後，造成周邊水面表面張力值的變大變小，即忽大忽小，以至於使油滴與水面之間的拉扯力量不均勻而造成體積縮小與擴大不間斷的變化。

為了驗證以上假設是否正確，我們設計一個簡單的實驗。配置一杯濃度 5%的洗衣精(或洗碗精)水溶液。查資料顯示，當洗碗精水溶液的濃度超過一定值之後，不管濃度為何，表面張力都不會變大。因此，當我們先滴一滴油滴於 5%洗碗精水溶液上，我們緊接著於油滴上灑洗衣粉，由於灑上些許洗衣粉對下方洗碗精水溶液的表面張力並不會產生影響，那麼我們預期的假設是正確的話，油滴就不會再產生放大縮小的震盪現象，但是如果我們仍觀察到油滴會有放大縮小的震盪現象，就表示假設是錯誤的。

實驗結果發現，油滴仍會有放大縮小的震盪現象，那表示假設是錯誤的，也就是說，沙拉油與洗衣粉的混合物滴在水面上而產生放大縮小的震盪現象，並不是因為洗衣粉造成水面表面張力值的忽大忽小而造成油滴的變大變小現象。

而且我們因此發現，油滴滴於洗碗精水溶液中時，油滴較能成圓形。如果滴在純水之中時，在於油滴上方灑上洗衣粉時，反而容易造成油滴外型扭曲成不規則狀。如果油滴滴在食鹽水溶液之中時，發現前 1 至 2 滴的油滴，會馬上被四面八方拉扯而變得四分五裂，更不用說會成一個圓形，但在約第 3 滴以後，油滴就能成圓形，我們認為這是因為食鹽水溶液上方已經存在一層薄薄的油膜，隔開了油滴與食鹽水溶液。

(二)假設二：

那到底是什麼原因造成油滴產生震盪的現象呢？根據課本清潔劑單元內容中告訴我們，肥皂分子親油端會包覆油滴。所以油滴產生的震盪現象，有沒有可能是由於洗衣粉在接觸水之後而溶解，油滴下方因此分佈清潔劑分子，其親油端包覆眾多油分子，以至於油滴某處變薄，使得油滴表面破裂，而我們也觀察到混合液表面會有破裂的情況，但這個假設對嗎？

我們仔細想想，如果這樣的假設是正確的話，表示清潔劑可以如此快速包覆油滴分子，而使得油滴變薄而破裂，這樣代表清潔劑的去油污效果超強，這樣的效果，如

果在洗碗精水溶液上方滴一滴油滴，即使不用搓揉，相信過 10 分鐘油滴就會不見了。真是如此嗎？我們做個實驗，把油滴滴在一杯 10%濃度的洗碗精水溶液上，我們仔細觀察他的變化，但是經過了一個小時，油滴仍是在的，而且我們看不出一個小時後的油滴體積有變小。

因此，我們只能仔細檢視我們所拍攝的大量影片，希望能從中找到一些靈感。**整理沙拉油與洗衣粉的混合液滴在水面上，有幾個重要現象：**

- 1、混合液滴會內縮與擴大不間斷的震盪。
- 2、混合液滴會破裂產生破洞。
- 3、混合液滴表面會有凸起的現象。
- 4、混合液滴產生的凸起部分還會移動。

(三)假設三：

以上四個現象，我們大膽假設如下：水面產生氣體(可能為水蒸氣)，而造成以上四個現象。因為混合液滴於水面上時，造成表面張力下降，使得水分子容易蒸發，混合液下方蒸氣不易排出而造成凸起、破裂與震盪的現象。

為了證明此項假設三、我們設計實驗七密閉容器的實驗，結果發現，只要蓋上蓋子，混合液產生凸起、破裂與震盪的現象就會停止，打開蓋子之後，凸起、破液與震盪等現象又會出現，如影片【錄影 6-密閉環境】。

不過，我們想要更進一步來加強證據，進行實驗七實驗，讓混合液能與空氣隔開，且處於一個較高液壓的環境，是否還能產生凸起、破液與震盪等現象？實驗結果指出，隔絕空氣之後的混合液，且處於一個較高液壓的環境，混合液完全不會產生凸起、破液與震盪等現象。

目前，我們仍在構思，想要設計更好的實驗方式，來進一步證明混合液產生水蒸氣(或其它氣體)而造成凸起、破液與震盪等現象。或者證明混合液產生水蒸氣(或其它氣體)而造成凸起、破液與震盪等現象之假設是錯誤的。當然，這需要更多實驗來驗證。

柒、結論

- 1、油滴會漂浮於水面上，直接在其上方灑上洗衣粉後，油滴就會明顯產生忽大忽小的變化現象。
- 2、油滴外形忽大忽小的變化頻率並無一定的規律。
- 3、沙拉油與界面活性劑混合液的濃度過高(8%、10%、12%)將造成沉入水面內，若濃度過低(3%以下)的混合液都無法使液滴產生震盪變化。可見濃度過高和濃度過低都不適合，因此我們的實驗都採取 5%的濃度。
- 4、5%沙拉油與界面活性劑混合液可以產生如心臟跳動般的明顯震盪現象。
- 5、藉由攝影觀察，我們發現，沙拉油與界面活性劑的混合液處於水面上時，會產生凸起、破裂與擴大縮小的震盪現象。
- 7、我們使用微鏡頭拍攝，可以明顯看出油膜凸起的現象，此凸起還會移動。
- 8、水面溫度越高，沙拉油與界面活性劑的混合液越容易產生凸起、破裂與擴大縮小的震盪現象。
- 9、沙拉油單獨存在於水面上，是無法產生震盪現象的，證明震盪現象絕對是因為洗衣粉所直接或間接引起的。
- 10、沙拉油與界面活性劑的混合液滴的震盪現象並沒有固定的變化頻率。
- 11、我們設計一個密閉容器的實驗，結果發現，只要蓋上蓋子，混合液產生凸起、破裂與震盪的現象就會停止，打開蓋子之後，凸起、破液與震盪等現象又會出現。
- 12、把沙拉油與界面活性劑的混合液滴在飽和食鹽水溶液上時，無法產生凸起、破裂與震盪的現象。
- 13、我們讓沙拉油與界面活性劑的混合液處在沙拉油與水之間時，無法產生凸起、破裂與震盪的現象。表示隔絕空氣之後的混合液，且處於一個較高液壓的環境，混合液完全不會產生凸起、破液與震盪等現象。
- 14、造成油滴的變大變小現象並不只是因為洗衣粉破壞水面表面張力所致，還有其他原因。
- 15、水蒸氣是造成油滴混和液產生凸起、破裂及縮小擴大不間斷的震盪現象的主要原因。

捌、參考資料及其他

- 1、國中自然與生活科技第四冊有機化合物-清潔劑，翰林出版社。
- 2、普通物理（上）第十二版，作者:戴念祖、林清涼。
- 3、啟發物理學力學－牛頓力學，彈性、流體和熱力學，作者：H.Young，Roger A.Freedma。
- 4、陳建勳老師專區 <http://www.phy.ntnu.edu.tw/demolab/phpBB/viewtopic.php?topic=16053>

【評語】 030112

1. 研究題目很有意義。
2. 研究分析內容可以再深入些會較佳。
3. 由細心的日常生活觀察中發掘出相當有趣的油滴振盪行為，此現象可作為液體表面物理現象研究的起點，值得再進一步發揮。
4. 在選定添加物時為何用洗衣粉？可以根據研究想法，設計要觀摩的項目。