

中華民國第四十八屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國中組 生活與應用科學科

第一名

030823

「油切」---流道探討與應用

學校名稱：宜蘭縣立復興國民中學

作者：	指導老師：
國二 李庭萱	吳欣怡
國二 林怡瑄	方琮民
國二 方雯儀	
國三 林家漢	

關鍵詞：油切、微流道、毛細現象

# 「油切」——流道探討與應用

## 壹、摘要

大、小尺度的流道，可影響流動的重要驅動力不甚相同，大流道靠重力，小流道則可利用毛細現象的驅動力，或利用微流道的動電效應來推動。利用適當的驅動力，可使油水產生油切現象，改變油相與水相溶液速率，則可改變切割體積大小，此可應用在藥錠的製造上；由適當分支流道，則能利用油切現象同步產生多種體積的切割，加速生產速度。而微流道則能利用電壓驅動，使帶電流體改變流速，生技上則能用以進行帶電粒子的分離與檢測。而微小流道的毛細現象可應用在醫事上的檢體檢測，製成微流道檢驗晶片，則可達到節省檢體、時間卻能同步處理多項檢驗的優點。

## 貳、研究動機：

「油切」一詞，經常出現在綠茶飲料的廣告中。顧名思義，「油切」是將油脂阻斷，讓大分子變成小分子。又電視廣告中兩瓶洗髮精，同時流到頭上的畫面甚是有趣。都市中自來水是以水管連通，經由馬達輸送；人體中的血液由密密麻麻的血管包覆，再由心臟加壓運送。大至輸油管、小至微血管，甚至在晶片上肉眼無法看見的微流道，流體在我們的日常生活中息息相關。我們想了解，液體在大小不同尺度的流道中，如何順利的輸送？種類不同的液體，流動時是否會出現「油切」的現象？我們由這個概念出發，進而探討應用在醫藥或日常生活中上的可行性。

## 參、研究目的：

- 1.了解微小流道毛細作用與重力的關係。
- 2.了解微小流道流動與電場的關係。
- 3.了解大尺度流道與微小流道的差異性。
- 4.了解水相與油相液體合流，會產生「油切」現象。
- 5.了解流速讓「油切」後的液體間距及長度產生變化。
- 6.利用蛋黃的分割現象，探討實際運用到藥品製作上的可行性。
- 7.模擬微流道在醫學檢驗與電路上的應用。

## 肆、研究材料：

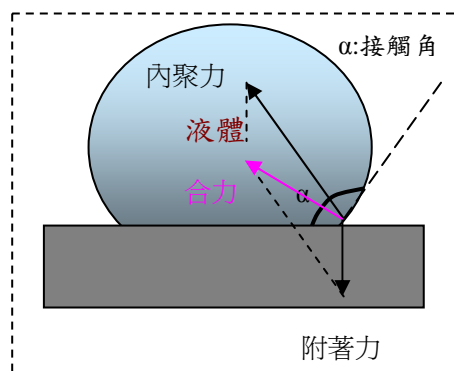
- 1.器具：自製小尺度流道、自製Y型合流壓克力板、點滴裝置、碼錶、數位相機、量角器、攝影機、量筒、滴管、電源供應器、點滴裝置、塑膠管。
- 2.材料：沙拉油、機油、清水、甘油、酒精、墨水、硫酸銅、食鹽、蛋黃、鹽酸、氫氧化鈉、酚紅、廣用指示劑、硫酸鐵、硫代硫酸鈉。



## 伍、理論：

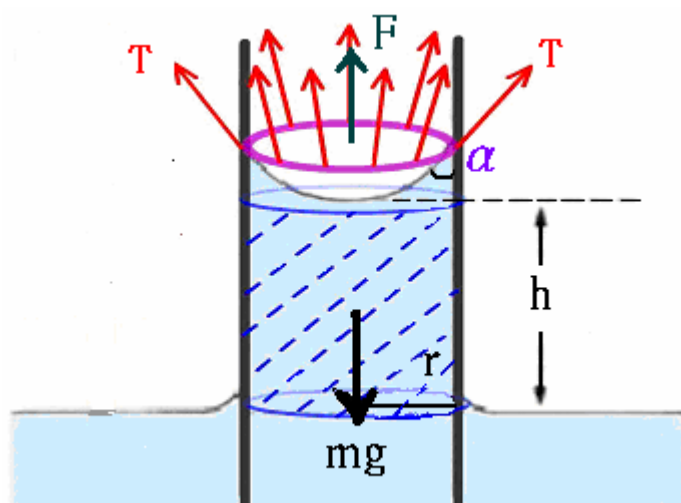
### 一、表面張力

- ◆內聚力：同類分子間的吸引力，如水分子間的吸引力，其方向對稱於液體的分布。
- ◆附著力：異類分子間的吸引力，如液體分子與容器壁分子間的吸引力，其方向與管壁方向垂直。



- ◆接觸角大於  $90^\circ$ ：液體內聚力  $>$  固體附著力，代表此液體張力大，潤濕能力差。
- ◆接觸角小於  $90^\circ$ ：液體內聚力  $<$  固體附著力，代表此液體張力小，潤濕能力好。
- ◆從兩液體的接觸角變化，即可判斷不同液體表面張力的差別。

### 二、毛細現象



$T$  = 表面張力  
 $\alpha$  = 接觸角  
 $\rho$  = 液體密度  
 $g$  = 重力加速度  
 $r$  = 細管半徑  
 $F$  = 向上合力

表面張力將管內液體向上拉，液體受重力向下拉

當液面不動時： 向上合力  $F =$  向下合力  $mg$

$$\begin{aligned} T \cos \alpha \times 2 \pi r &= (V \times \rho) g \\ &= (\pi r^2 \times h) \times \rho \times g \end{aligned}$$

因此，液高  $h = 2 T \cos \alpha / r \rho g$

毛細現象上升高度  $h$  與  $r$  成反比，管子越細液體越高。

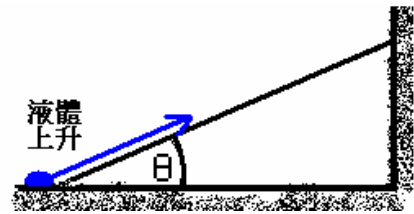
## 陸、研究步驟與結果討論

### 【第一部分：流道的探討】

#### 實驗1：探討液體在微小流道中的流動

一、步驟:

1. 利用壓克力刀刻一條微小流道（註1），水平擺放，端點處滴一滴水，測量水被完全吸入管內所需時間。（表1-1）
2. 再將壓克力板以不同角度傾斜，看水柱因重力影響的下降情形。（表1-2）
3. 分別改變溶液的種類，並重複步驟1、2。



(圖 1-1)

二、實驗結果：

(表1-1) 流道水平放置

液體種類	水	酒精	甘油	機油	0.1M 鹽酸	0.1M 氫氧化鈉
一滴吸完時間(sec)	139	2	136	110	944	340

(表1-2) 流道傾斜放置

液體高度 (cm) $\theta$	水	酒精	甘油	機油	0.1M 鹽酸	0.1M 氫氧化鈉
$0^\circ$	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4
$30^\circ$	2.6	2.05	2.8	2.1	2.25	2.1
$45^\circ$	1.85	1.25	1.8	1.8	1.65	1.65
$60^\circ$	1.5	1	1.5	1.4	1.4	1.25
$75^\circ$	1.2	1	1.3	1.3	1.2	1.1
$90^\circ$	1.15	0.95	1.2	1.2	1.2	1

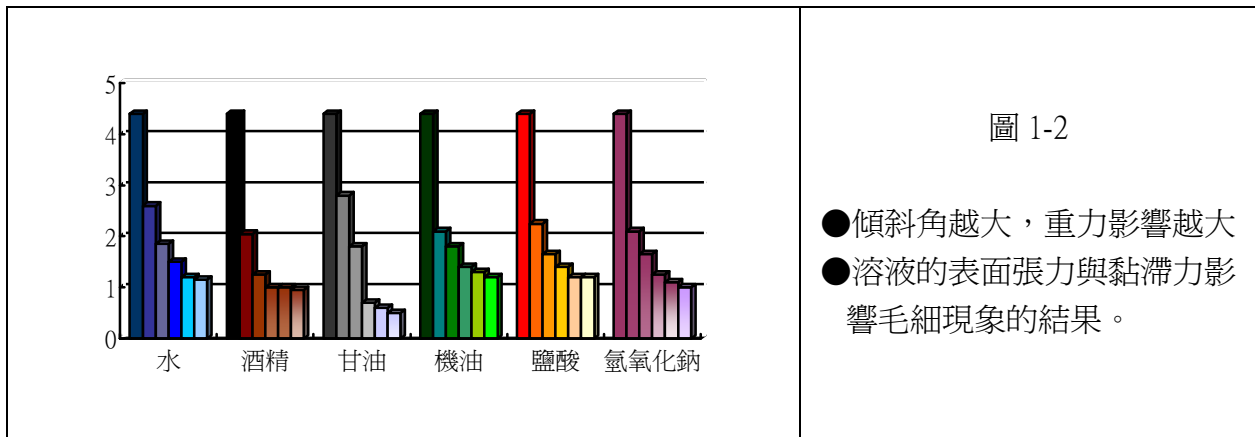


圖 1-2

- 傾斜角越大，重力影響越大
- 溶液的表面張力與黏滯力影響毛細現象的結果。

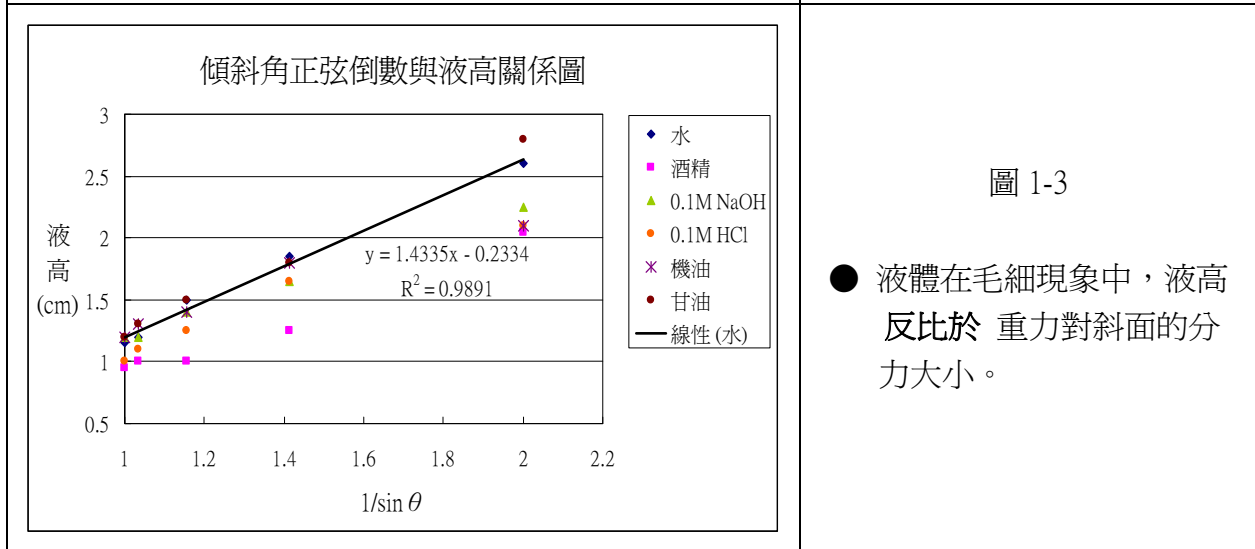


圖 1-3

- 液體在毛細現象中，液高反比於重力對斜面的分力大小。

### 三、實驗結果與討論：

1. 表面張力越大在管壁上的附著力也越大，流動時間：水>甘油>酒精，而黏滯性大的液體，如甘油與機油，因多了黏滯力的影響，使流動的時間因而增加。
2. 一樣是水溶液的鹽酸與氫氧化鈉，流動時間卻增加極多，推測是溶液內的離子在流動時，增加了管壁的局部感應電荷，產生另一個靜電阻力，使流動時間增長。
3. 微小流道越垂直，所受重力因素越大，液體上升高度較小。
4. 溶液的表面張力越大，使液體上升的拉力也越強。若溶液的黏滯性較大時，與管壁的附著力也變大，液體在微流道中的毛細現象也越明顯。
5. 當流道平放且尺寸夠小時，液體的表面特性、黏滯性將決定液體移動的距離。
6. 當流道傾斜  $\theta$  角時，重力產生的向下分力為  $W \sin \theta$ ，因此毛細現象的液高  $h = 2 T \cos \alpha / r \rho g \sin \theta$ ，相同液體的表面張力不變，故  $h$  將反比於  $\sin \theta$ ，如圖 1-3 所示。

### 實驗2：不同深度微小流道的毛細現象

#### 一、步驟:

1. 利用壓克力刀以相同力道(3kgw)重複 1、3、5、7、9 刀，刻出五條不同深度的微小流道，水平擺放，端點處滴一滴水，測量 15 秒時各流道吸入的水長度(如圖 2-1)。(由淺至深編號從 1 到 5)
2. 改變液體為 1M 的 NaOH 和 1M 的 HCl (圖 2-2、2-3)，再重複步驟 1 測量。

二、實驗結果：

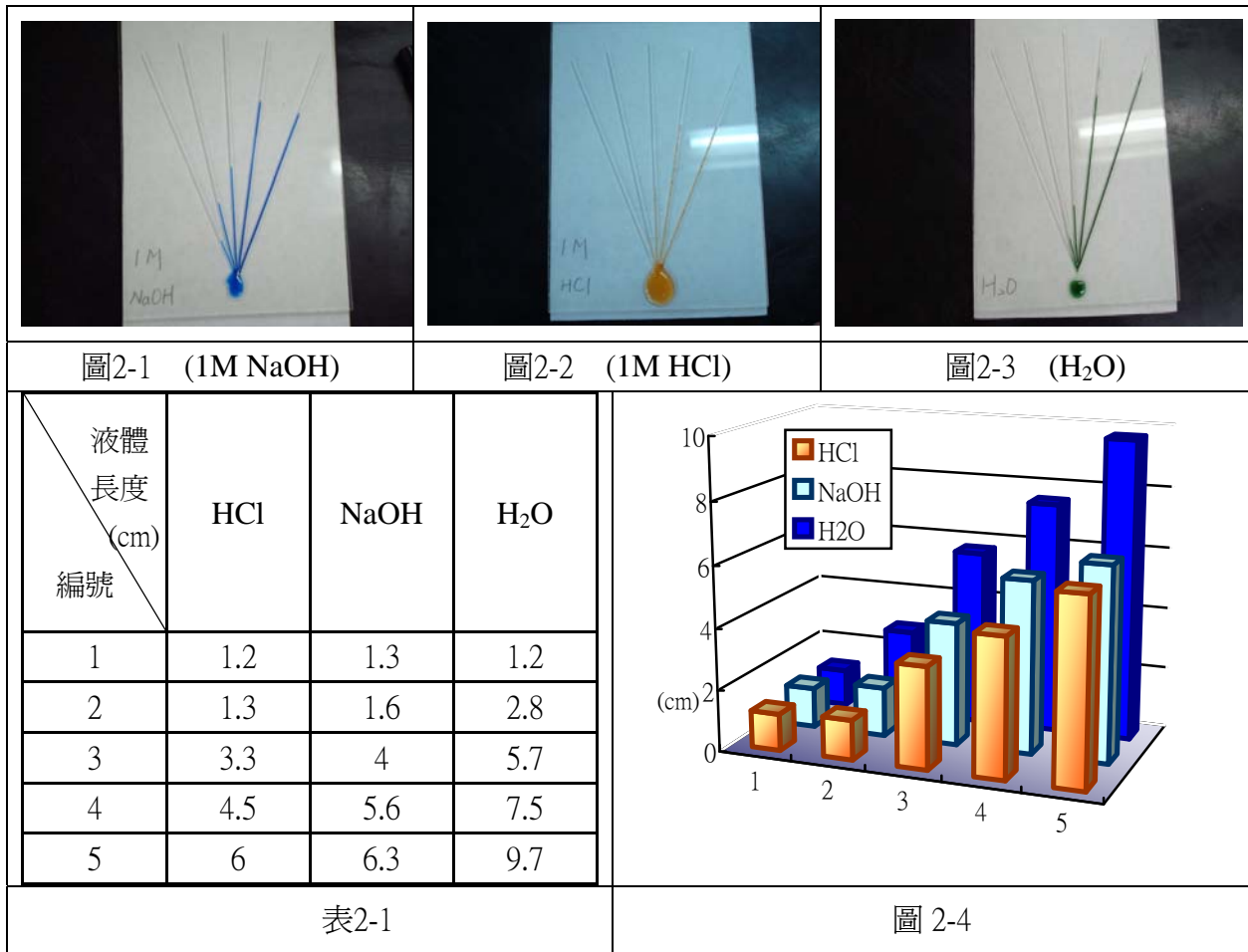


表2-1

圖 2-4

三、實驗討論：

1. 微流道深度越深，毛細現象也越明顯，液體受到流道壁附著力影響很大。
2. 只要流道夠細，重力的影響就越不那麼重要，液體的表面特性將可決定流速。
3. HCl 與NaOH為離子水溶液，故局部靜電力造成移動速率較慢，毛細現象比水不明顯。

實驗3: 不同寬度微小流道的毛細現象

一、 步驟:

1. 利用同功率雷射切割五條不同寬度的微流道，水平擺放，端點處滴一滴水，測量 15 秒時各流道吸入的水長度(如圖 3-1)。
2. 改變液體為 1M 的 NaOH、1M 的 HCl 和酒精 (圖 3-2、3-3、3-4)，再重複步驟 1 測量。

二、實驗結果：

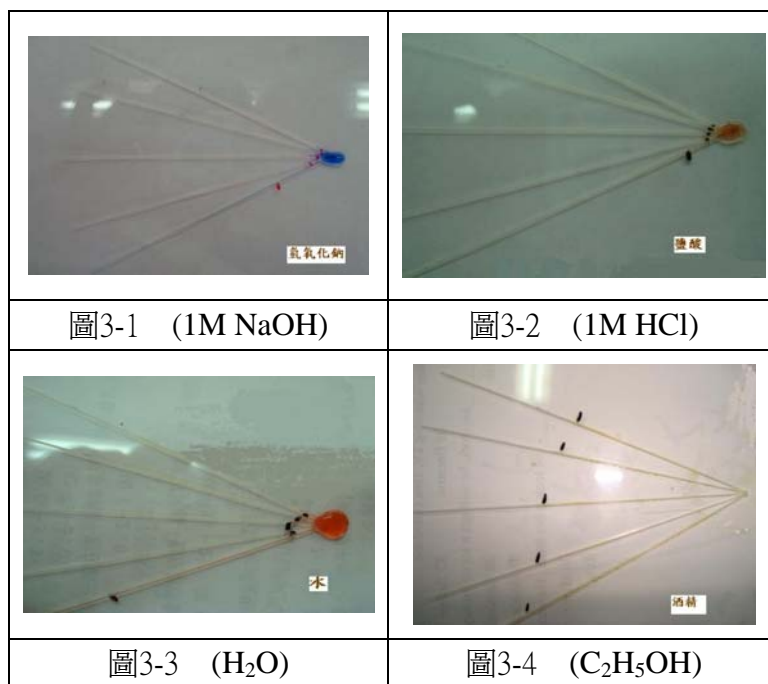


圖3-1 (1M NaOH)

圖3-2 (1M HCl)



圖3-3 (H<sub>2</sub>O)



圖3-4 (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH)

液體 長度 (cm) 寬度 (mm)				
	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	H <sub>2</sub> O	NaOH	HCl
0.09	6.8	4.6	2	0.9
0.24	5.7	0.6	0.7	0.4
0.29	5.3	0.6	0.4	0.3
0.34	4.9	0.5	0.3	0.2
0.39	4.7	0.4	0.3	0.2

表3-1

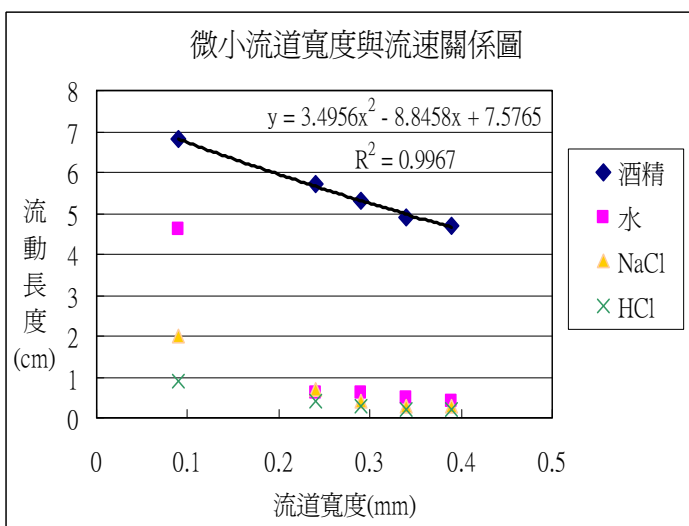


圖3-5

### 三、實驗討論：

1. 微小流道寬度越細，毛細現象也越明顯，液體受到流道壁附著力影響很大。
2. 液體本身的表面張力越大，流動速率越慢；若為離子水溶液，流動將更慢。

### 實驗4: 探討液體在大尺寸流道的移動情形

#### 一、步驟：

1. 將水管切開自製一半徑1cm長50cm的流道。
2. 將水裝入滴定管中，打開滴定管使水由傾斜15°的流道流下並開始計時。
3. 當下方燒杯內裝滿20ml的水，即停止計時。(圖4-1)

4. 改變流道傾斜角，重複上面步驟。
5. 再改變液體種類，重複1~4步驟。
6. 記錄並分析數據。(表4-1)



二、實驗結果:

表4-1

時間 (s) $\theta$	水	酒精	甘油	機油
15°	18.0	15.18	240.04	413.68
30°	17.79	14.06	233.45	380.4
45°	12.9	13.34	228.82	328.15
60°	11.59	12.06	226.46	325.78
75°	8.91	11.84	220.98	322.1

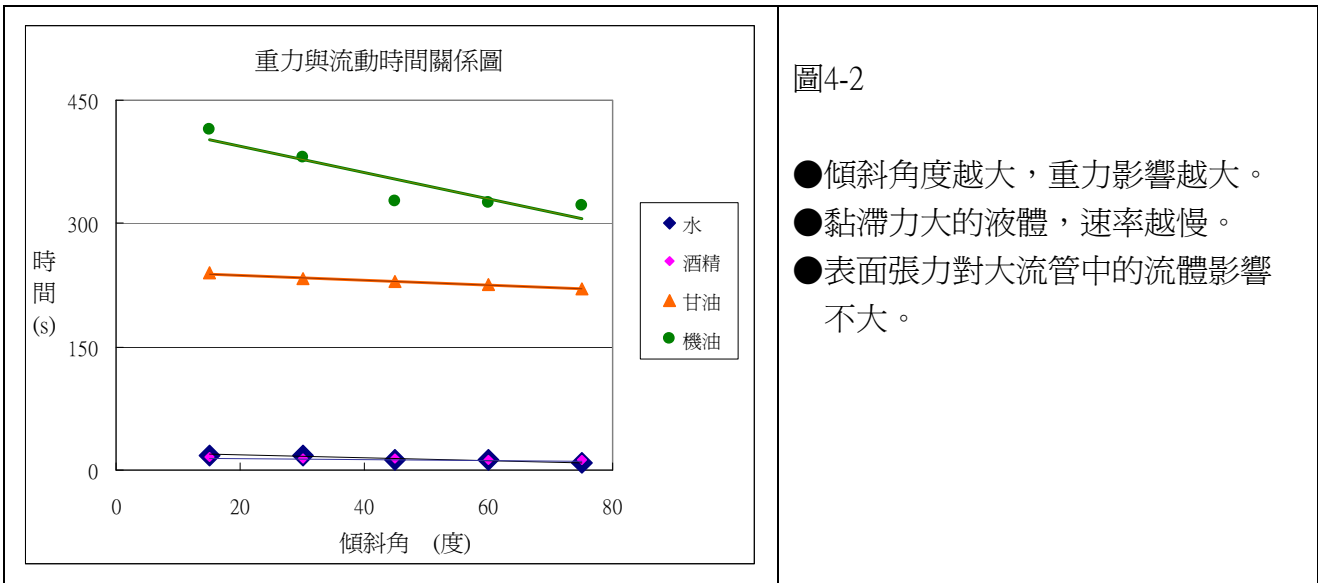


圖4-2

- 傾斜角度越大，重力影響越大。
- 黏滯力大的液體，速率越慢。
- 表面張力對大流管中的流體影響不大。

三、實驗討論：

1. 傾斜角越大，重力在流道上的分力也越大，對流體的影響越顯著。
2. 由圖4-2可看出，甘油和機油比水與酒精的速率慢很多，可見黏滯性越大速率也越慢。
3. 根據參考資料，20°C時液體表面張力，水= $72.8 \times 10^{-3} \text{ N/m}^3$ ，酒精= $22.3 \times 10^{-3} \text{ N/m}^3$ ，甘油= $63.1 \times 10^{-3} \text{ N/m}^3$ ，表面張力:水>甘油>酒精。但由圖4-2所示，甘油流速卻最慢，可見大流道中，黏滯力比表面張力大很多。而水與酒精在相似的黏滯性下，表面張力越小，流速也會越快。
4. 若流道尺寸夠大，且管道內沒有完全充滿液體，則兩端壓力會相同，重力的影響最大。



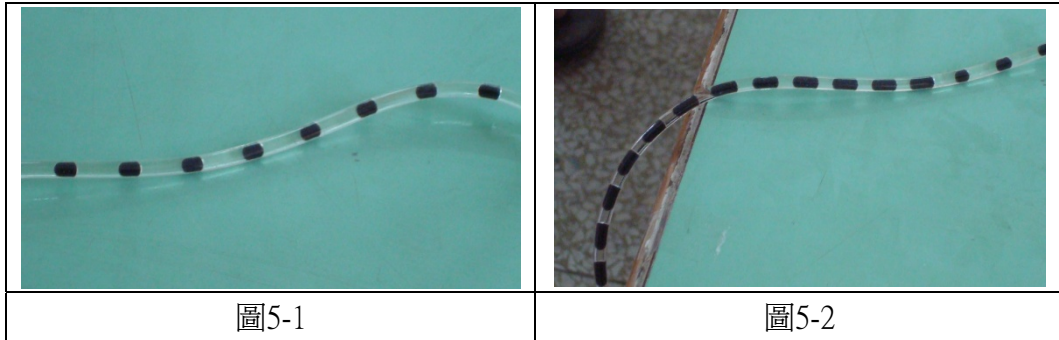
## 【第二部分：油切現象探討】

### 實驗5：油相與水相溶液混合流動的現象

#### 一、步驟：

1. 將沙拉油裝入點滴瓶中，接上附有注射孔的輸液管。
2. 將清水以墨汁染色，裝入另一瓶點滴瓶內，輸液管接上針頭。
3. 將裝墨水的點滴針頭插入另一瓶的注射孔中，使兩溶液同時匯入管內，並進行觀察。

#### 二、結果討論：



1. 墨水與油匯集後，會形成油水相間流動的現象，且相當穩定(如圖5-1)。
2. 改變其中一種液體的流速時，水溶液的液滴長度與間距也會隨之改變(如圖5-2)。
3. 因點滴的輸液管並不是水平的，假設兩瓶溶液每秒的流速相同，根據白努利方程式，

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g y_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g y_2$$
，因  $P_1 \neq P_2$ ，且液體不可壓縮，密度  $\rho$  不變，因此，越窄的管中液體速度也越快，液滴的長度與間隔也會改變，使數據測量不易，因此再改變裝置，以水平的方式，再進行觀察。

### 實驗6：探討「油切」現象，不同流速與液滴間距與長度的變化

#### 一、步驟：

1. 沙拉油與5%食鹽水(以黑墨汁染色)分別裝入兩點滴瓶內，並以架高至相同高度(圖6-1)。
2. 輸液管的尾端改套入滴管中，開口尖端放入自製的合流板上(圖6-2)，並以點滴的流速閥控制速率快慢。
3. 測量沙拉油的流速與測量5%食鹽水流速。記錄液滴的長度與間隔的變化(表6-1)。
4. 換成10%食鹽水，重複步驟4。(表6-2)
5. 固定10%食鹽水的流速，改增加沙拉油的流速，並紀錄液滴變化結果。(表6-3)

\* 假設各溶液1滴的體積都相同，75滴共4ml，因此1滴體積為  $\frac{4}{75} ml$ 。



圖6-1

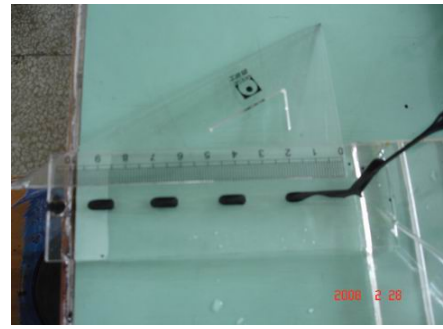
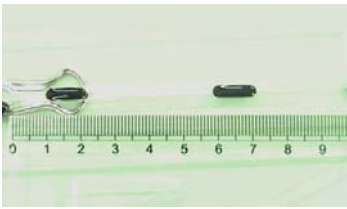

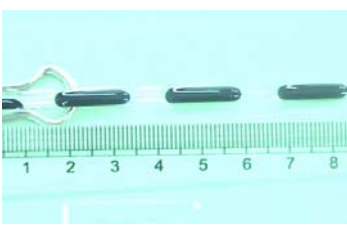


圖6-2

二、實驗結果:

表6-1 沙拉油 流速=0.0125(ml/s)

圖片	20 滴 時間(s)	5%食鹽水流速 (ml/s)×100	5%食鹽水液滴 長度(cm)	間距(cm)
	286.25	0.37	0.92	3.73
	56.0	1.90	1.71	0.8
	44.25	2.41	2.07	0.93

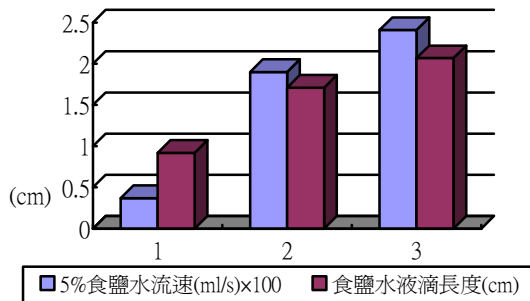


圖 6-3

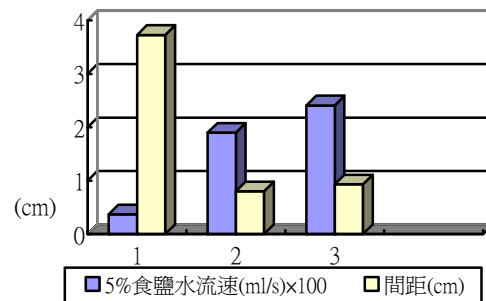
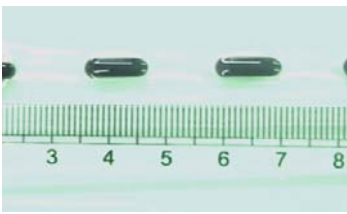
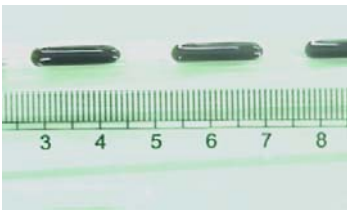
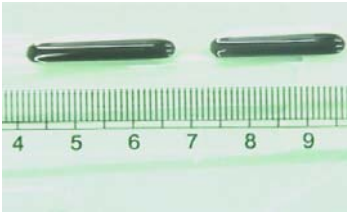


圖 6-4

表 6-2 沙拉油 流速=0.0125(ml/s)

圖片	20 滴 時間(sec)	10%食鹽水 流速(ml/s)×100	10%食鹽水 液滴長度(cm)	間距(cm)
	165.12	0.65	1	1.21
	68.16	1.72	1.61	0.9
	35.56	3.00	2.57	0.57

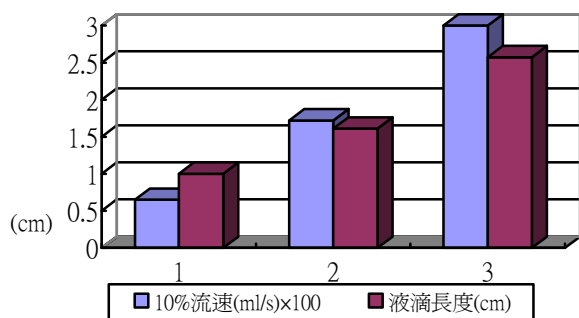


圖 6-5

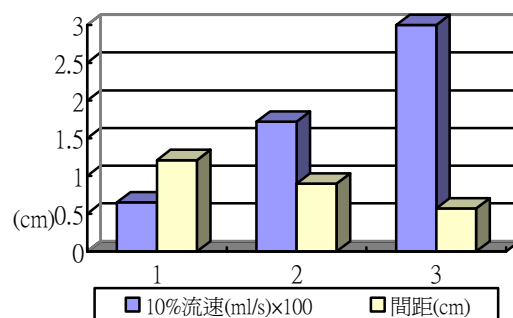


圖 6-6

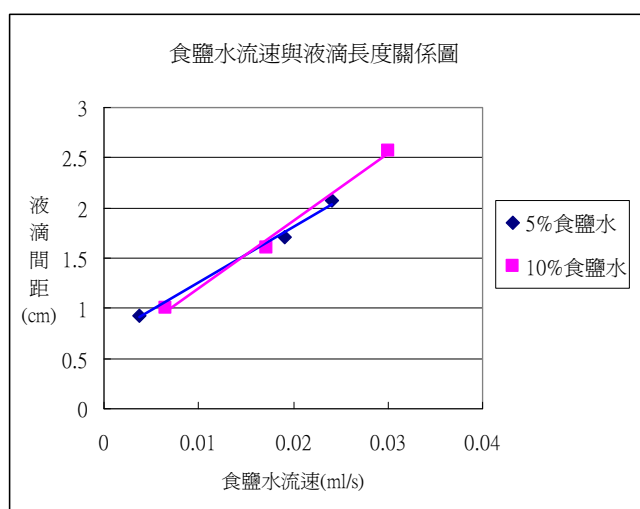
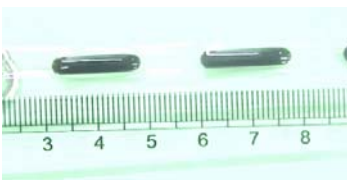
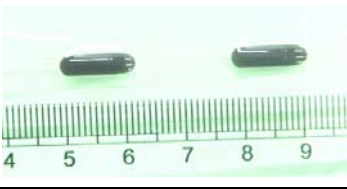
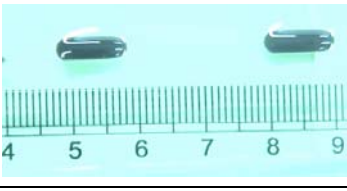
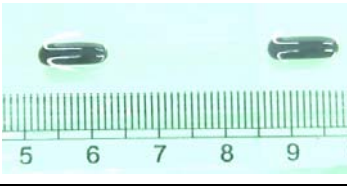


圖6-7

● 食鹽水流速慢，長度較短；食鹽水流速快，長度較長。

表 6-3 10%食鹽水 流速=0.0147(ml/s)

圖片	20 滴 時間(sec)	沙拉油流速 (ml/s)×100	10%食鹽水 液滴長度(cm)	間距(cm)
	59.93	1.78	1.72	1.12
	30.10	3.54	1.27	1.61
	25.21	4.23	1.07	2.08
	20.03	5.33	1.01	2.43

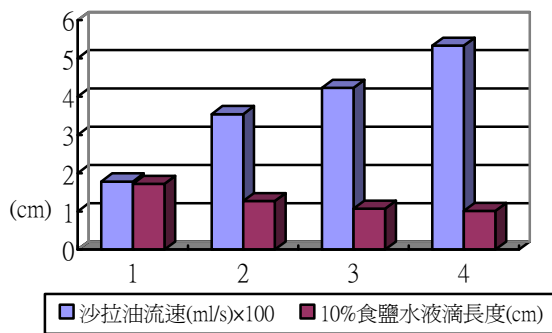


圖 6-8

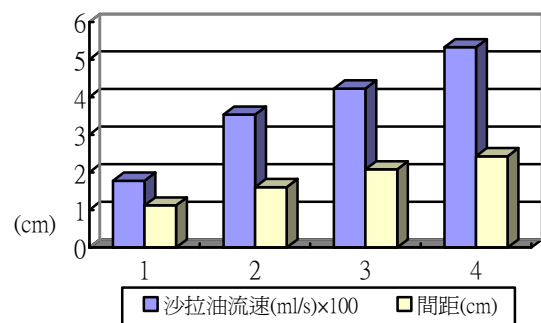


圖 6-9

### 三、實驗討論：

- 1.由圖6-7可看出，當油相的流速固定時，水相（食鹽水）的流速越快，切割沙拉油後的食鹽水滴便越長，約為正比關係。
- 2.由圖6-4、6-6可得知，食鹽水的間距，隨食鹽水流速加快而減短。
- 3.由圖6-8、6-9可得知，固定食鹽水濃度為10%時，沙拉油的流速越快，食鹽水液滴的長度越小但間隔越長，也就是「油切」效果較差。

**實驗7：探討機油與硫酸銅溶液不同流速時，液滴間距與長度的變化關係**

一、步驟:

1. 固定機油流速，分別改變硫酸銅溶液的三種固定流速，並記錄長度與間距(表 7-1)。
2. 再分別改變機油的流速，並重複步驟 1。(如表 7-2、表 7-3)
3. 將表 7-1、7-2、7-3 交叉比對，討論機油流速度與硫酸銅液滴長度的關係。(圖 7-7、7-8)

二、實驗結果:

**表 7-1 機油流速=0.02ml/s**

	硫酸銅流速(ml/s)×100	硫酸銅液滴長度(cm)	間距(cm)
<b>1</b>	0.334	0.7	4.2
<b>2</b>	0.667	0.88	1.64
<b>3</b>	3	3.81	0.5

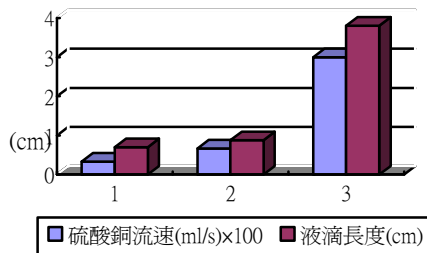


圖 7-1

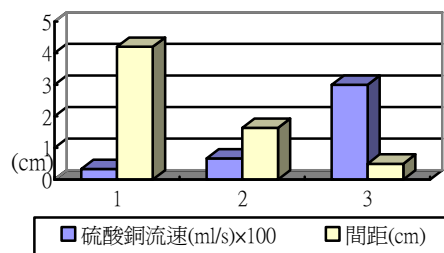


圖 7-2

**表 7-2 機油流速=0.05ml/s**

	硫酸銅流速(ml/s)×100	硫酸銅液滴長度(cm)	間距(cm)
<b>1</b>	0.334	0.46	3.6
<b>2</b>	0.667	0.56	2.63
<b>3</b>	3	1.91	0.66

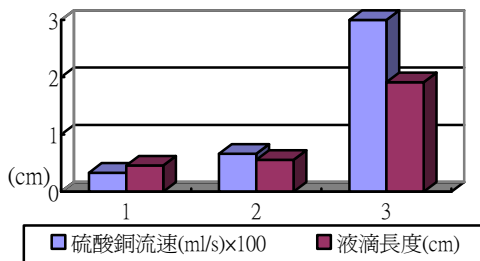


圖 7-3

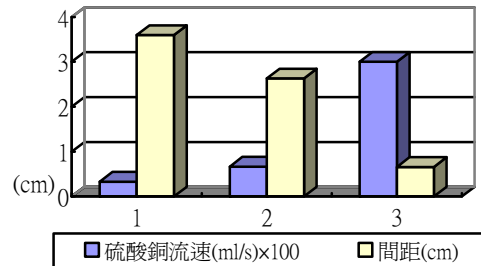


圖 7-4

表 7-3 機油流速=0.06ml/s

	硫酸銅流速(ml/s)×100	硫酸銅液滴長度(cm)	間距(cm)
1	0.334	0.37	7.29
2	0.667	0.51	1.92
3	3	0.9	1.1

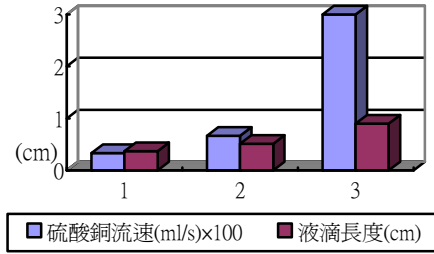


圖 7-5

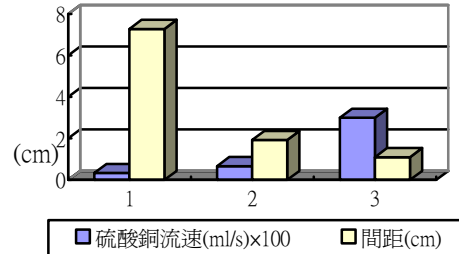


圖 7-6

交叉比對

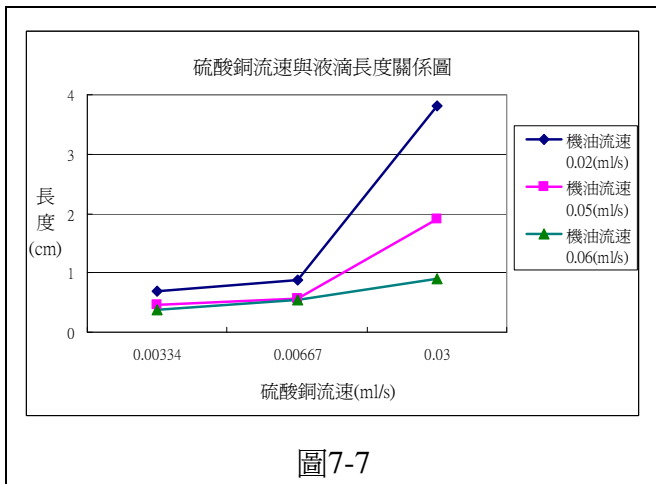


圖7-7

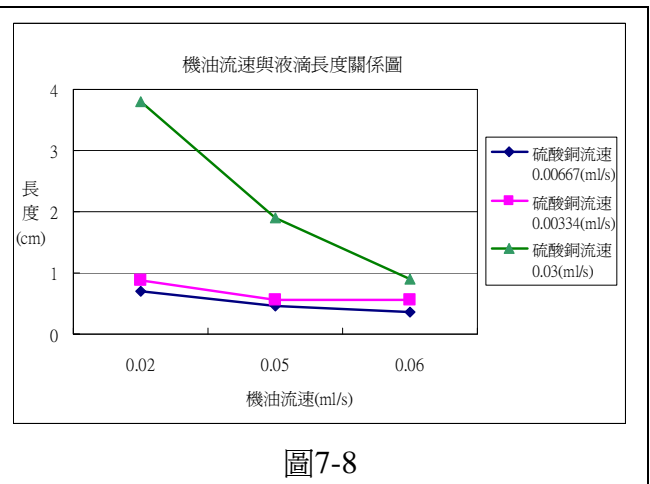


圖7-8

三、實驗討論：

1. 由此實驗可以更清楚的看出，在圖 7-7 中，油相溶液流速固定時，水相（硫酸銅）溶液的流速與長度成正比。而油的流速越慢，越容易產生較長的水相液滴(如圖 7-8)。
2. 油相溶液流速保持固定時，水相（硫酸銅）溶液的流速越快，間距越短，油切效果佳。
3. 保持硫酸銅流速時，油的流速越大，造成的間距也越大。

實驗8：探討微小流道油切現象

一、步驟:

利用壓克力的 Y 形微小流道，在流道上分別滴上一滴紅墨水與機油，觀察單靠毛細現象為驅動力，是否也有油切現象。

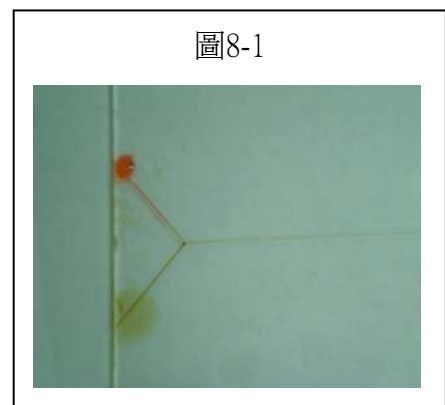


圖8-1

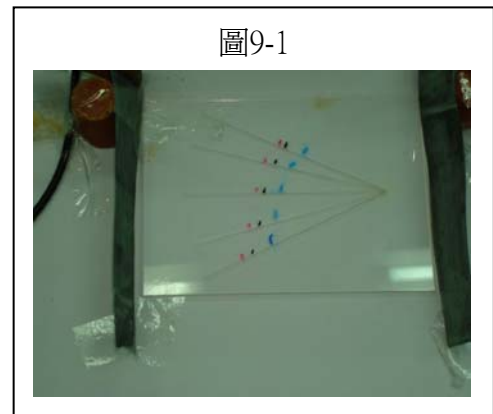
二、實驗結果與討論：

1. 水的附著力比機油大，因此流動較慢，如圖8-1毛細現象的驅動力，不足以使油與水產生油切現象。
2. 太細的流道，液體易與流道壁摩擦而帶電，使流動速度減緩，故嘗試在流道加電壓，以驅使微小流道的油切現象。

實驗9：探討靜電驅動力對微小流道油切現象的可行性

一、步驟:

1. 利用五條不同寬度的微流道，水平擺放，端點處滴一滴酒精，測量 15 秒時各流道吸入的酒精長度。
2. 在流道兩端加電場，測量當電壓為正向及反向時各流道的流動變化。(如圖 9-1)
3. 再改變電壓，重複步驟 2，並記錄結果。



二、實驗結果：

液體 長度 (cm)	流道寬度(mm)				
	0.09	0.24	0.29	0.34	0.39
正向 電壓(V)					
0	6.8	5.7	5.3	4.9	4.7
10	6.5	5.4	5.4	5.2	5
13	6.7	5.5	5.3	5.1	5
17	6.8	5.9	5.2	5	4.8
20	7	6	5.5	5.3	5
24	7.5	6.2	5.6	5.4	5.2

表 9-1 (正向電壓)

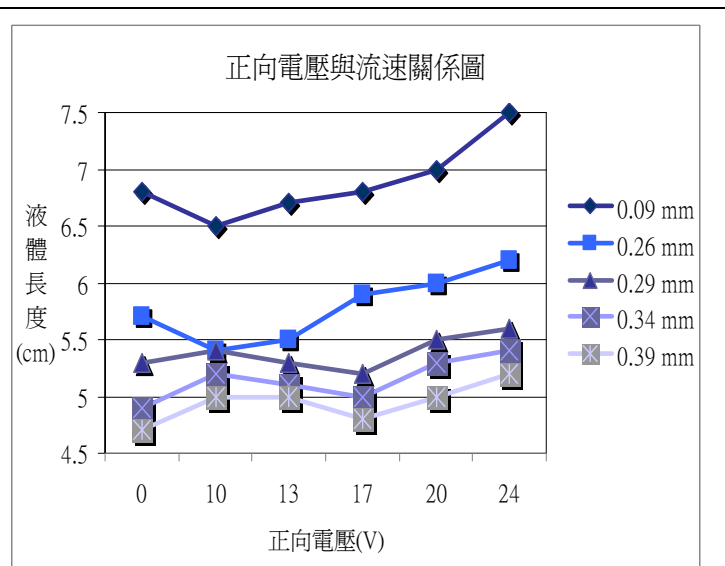
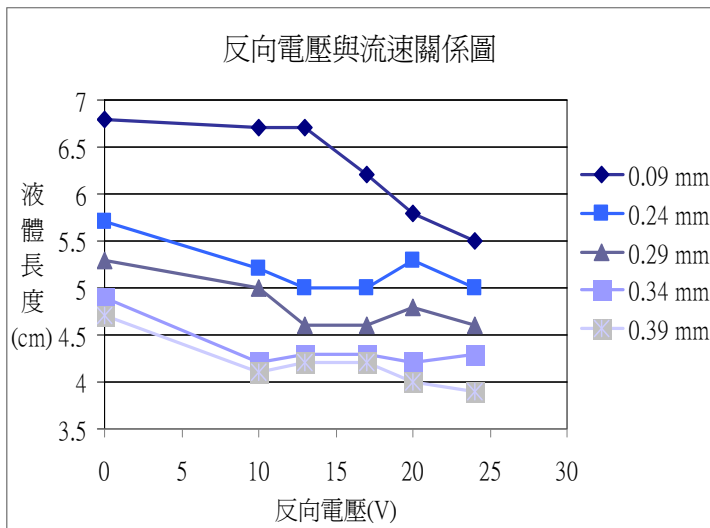


圖9-2

液體 長度 (cm)	流道寬度(mm)				
	0.09	0.24	0.29	0.34	0.39
0	6.8	5.7	0	4.9	4.7
10	6.7	5.2	10	4.2	4.1
13	6.7	5	13	4.3	4.2
17	6.2	5	17	4.3	4.2
20	5.8	5.3	20	4.2	4
24	5.5	5	24	4.3	3.9

表 9-2 (反向電壓)



### 三、實驗討論：

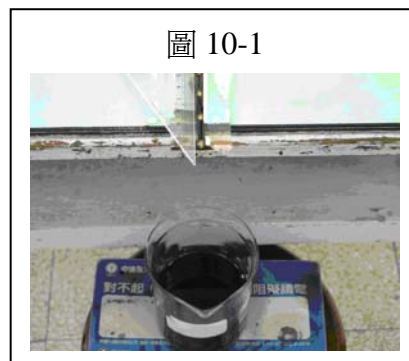
1. 當流道極小時，液體流動時易與兩壁摩擦而造成靜電，進而使流動速度減緩。
2. 若在流道加正向電壓，靜電力可驅動液體加快流速，若改為反向電壓，液體流動將減慢。
3. 流道越細，受靜電驅動力的影響也越顯著。
4. 若在微小流道的油切實驗中，有辦法以更大的電壓來驅動時，相信靜電驅動力應可使油與水順利切割。

## 【第三部分：流道應用】

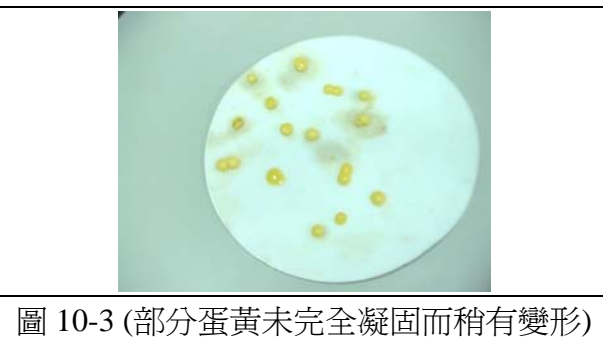
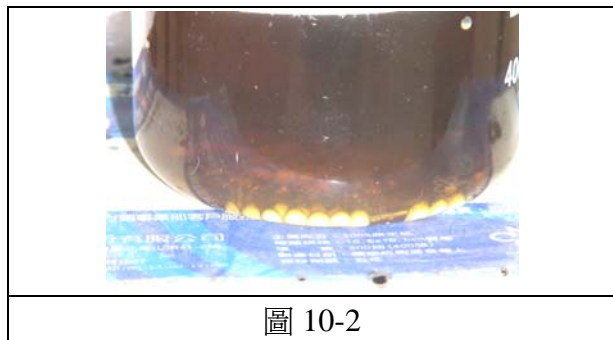
### 實驗10：利用雞蛋黃模擬製藥情形：

#### 一、步驟

1. 將雞蛋黃與機油分別放入點滴瓶中。
2. 利用自製Y形分流管控制蛋黃分子大小。
3. 分流管下端放置熱油，雞蛋黃一旦流入即凝固成等大小的固體。



#### 二、實驗結果：





三、實驗討論：

1. 雞蛋黃可被機油切割成等大小的顆粒(圖 10-2、10-3)，再滴入熱油中而凝固，效果很好。
2. 此種不同液相的切割現象，可用在**藥錠的製造**上，利用液體的流速控制藥劑的顆粒大小，先將藥劑分離成需要的藥量，再用適當的溫度使之瞬間凝固，製成藥錠。



實驗11：分岔流道對油切的影響：

一、步驟

1. 固定機油與紅墨水的流速，分別改變分岔流道的寬度，並記錄長度與間距(如表 11-1)。
2. 改以機油與蛋黃，使蛋黃由大、小流道分離出不同顆粒大小，並以熱油凝固之。(圖 11-1)

二、實驗結果：

(表11-1)

圖片		
主流道寬度(cm)	1.65	1.65
主流道水滴長度(cm)	1.5	1.5
主流道水滴間隔(cm)	0.3	0.1
兩分支寬 (cm)	皆 1.1	小: 0.5      大: 0.8
分支流道水滴長度(cm)	皆 0.65	0.35      1.25
分支流道水滴間隔(cm)	皆 0.2	0.2      0.08

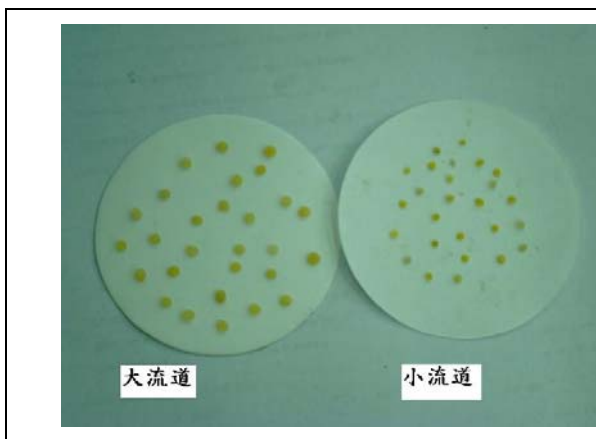


圖11-1

- 大、小流道可將蛋黃分離出穩定的大小不同顆粒。

### 三、實驗討論：

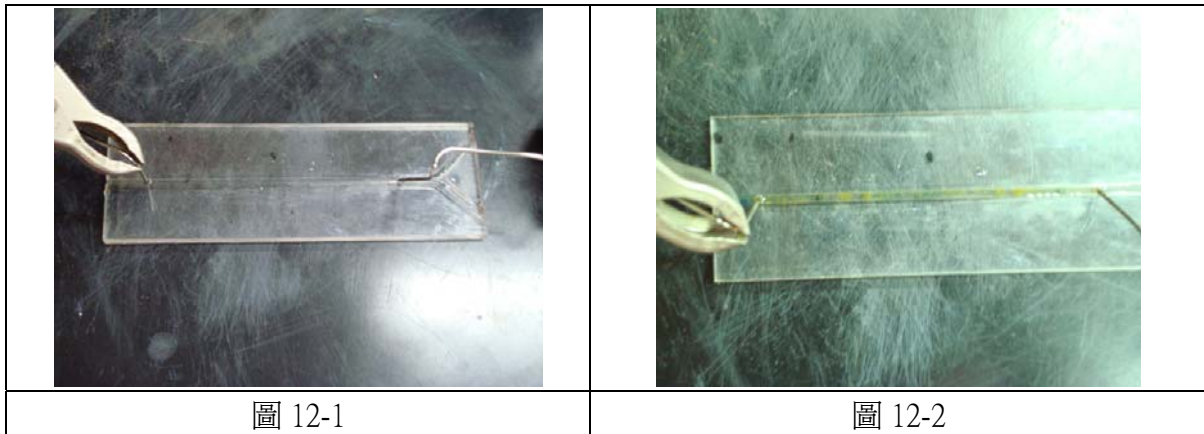
1. 流入分支後依舊保持相間穩定的油切現象。
2. 若為兩相同寬度的分支流道，則紅墨水的長度與間距在分支內皆相同。支流的墨水長度變短，且間距也縮短，因為流體平分到兩個流道中，其不可壓縮的特性，使油與水有一規律性的匯合。
3. 若分支寬度為一大一小，則大分支內紅墨水較長，但間隔縮短，小分支內紅墨水液滴較短，但間隔較大。
4. 如果用多個分支的設計做油切實驗，應該能將油水切割成需要的體積，而且能加快切割的速度，如果在生產線上運用，相信能使產量提高。

### 實驗12：微小流道的動電效應

#### 一、步驟:

1. 利用壓克力板的微流道，模擬離子受電場影響的移動情形。將 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 水溶液加到微流道中，在流道的左右兩端以電源供應器加壓通電。(圖12-1)
2. 通電時加 1、2 滴 NaOH，以幫助導電。
3. 觀察溶液內的情形，以及兩極處的顏色變化。

#### 二、實驗結果與討論：



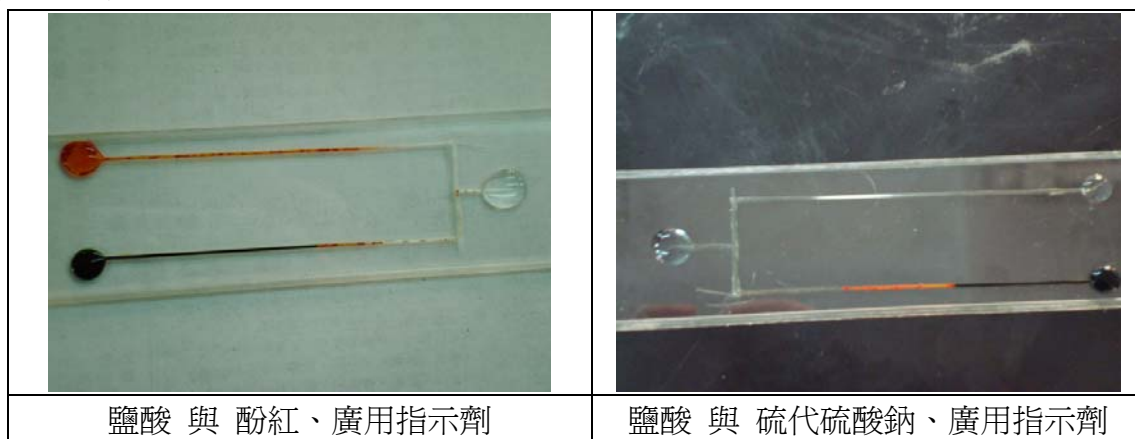
1. 通電後，溶液內紅棕色的鐵離子會往負極靠近，正極處則為無色溶液。(圖12-2)
2. 帶電粒子極易受電場的影響，進而帶動液體的流動，此稱為微流道的動電效應。
3. 此微流道的動電效應可以用來鑑定或分離混合物中的帶電粒子，或設計在電極通電的狀況下，吸引或排斥特定的微粒，達到操作細胞或粒子效果。

### 實驗13：模擬微流道在醫檢上的應用

#### 一、步驟:

1. 利用一滴鹽酸同時用酚紅、廣用指示劑檢驗酸鹼性。
2. 利用一滴鹽酸以廣用指示劑檢驗酸鹼性，並同時與硫代硫酸鈉產生黃色硫反應。

## 二、實驗結果：



## 三、實驗討論：

1. 鹽酸可同時與兩種指示劑反應，與酚紅產生黃色，與廣用示劑產生紅色。
2. 鹽酸可與廣用示劑產生紅色，並同時與硫代硫酸鈉產生黃色硫沉澱。
3. 傳統檢測方法至少需要數毫升血液，若將微流道應用在**醫事檢驗**上，則只需少量血液，即可平行處理數種流體，得到多項檢測結果，**降低樣品的消耗與檢驗時間**。

## 柒、結論：

1. 大尺度流管，液體流速受重力影響較大，而黏滯性將大為減緩流速。
2. 微流道中液體受表面張力、黏滯力以及靜電力的影響，將大於重力。
3. 油切實驗中，欲使切割的溶液長度較長，水相溶液流速要快，油相溶液流速要慢。欲使切割液體的間隔變短，水相溶液流速要快，油相溶液流速要慢。
4. 微流道中驅動力不足，無油切現象。
5. 微小流道中加電壓做為靜電驅動力，流動速度明顯受影響，若有精密儀器，此法應可做為微流道油切驅動力。
6. 雞蛋黃實驗證明，此裝置可應用在醫藥（檢驗及點滴注射）、製藥上，惟裝置精密度尚需提高。
7. 流道的支流寬度，將可切割出不同長度與間隔的液滴，可在生產線上同步製出不同大小藥錠，並加快產量。
8. 利用微流道在生技、醫技上，作為多項同步檢驗的檢測晶片，或利用動電效應作為帶電微粒或細胞的定位與檢測，應用極廣。

## 捌、檢討與改進：

1. 自製的 Y 型合流壓克力板，若流量太大，沙拉油或食鹽水溶液會溢出。
2. Y 型合流壓克力板，上方若加軟墊，雖然可改善外溢現象，但是溶液會因毛細作用及附著力外溢，因此溶液的流量不宜太大。

3. 若在微流道中做油切實驗，因水的表面張力過大，故油單靠表面張力不足以將它切割，如果將水與油加入壓力驅動或有較大電壓驅動，也許可以達到油切。

### 玖、總結：

在大尺寸管道中，例如水管或溝渠，主要作用力來自於重力，在小尺寸管道下，例如血管，顯著影響流體流動的反而是壓力、表面張力或動電效應等作用力。在大流管內的油切現象，可應用在藥錠的切割與製作，用途甚廣。在現在講求快速的時代裡，利用微流道的驅動力，應用在醫事檢驗晶片上，將可縮短檢驗時間與檢體。使用微流道的動電效應應用在醫學研究上，則不需要碰到細胞就可以操縱至特定方位。人體內的血管管徑橫跨厘米至微米數量級，藉由微流道網的簡化裝置，就可藉此了解血液於血管內的流動行為，使身體機能有效運用。由這次研究探討，使我們更確定流道在日常生活所扮演的重要性及發展性，也讓我們對未來的微流道的發展獲得了深刻的啟發。

### 拾、參考資料：

1. 網路資源：油切 <http://tw.knowledge.yahoo.com/question/?qid=1105061605581>  
表面張力 <http://www.lsp.s.tp.edu.tw/learn/nature/nature1.htm>  
微流道 <http://psroc.phys.ntu.edu.tw/bimonth/v25/416.pdf>
2. 感謝宜蘭大學何正義老師指導

※（註一）：本實驗所稱微小流道是指寬度 $<0.5\text{mm}$ 以下，大尺度流道是指寬度 $>0.5\text{mm}$ 以上，微流道指寬度 $<0.001\text{mm}$ 以下的小流道。

**【評語】** 030823

作品原創性高，可推廣性佳，作者的科學探討與研究目的完整，作者對於作品內容與相關知識清楚，值得推廣與給予鼓勵。