

# 中華民國 第 49 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

國中組 化學科

第一名

最佳創意獎

030209

凝膠密碼

~阿拉伯膠(Acacia Gum)的凝膠特性在酒精濃度量測上的應用

學校名稱：臺北縣立江翠國民中學

作者： 國二 柯映竹 國二 林柏聿	指導老師： 薛俊鈞 黃瓊慧
-------------------------	---------------------

關鍵詞：凝膠、酒精濃度檢測

# 凝膠密碼

## ~阿拉伯膠(Acacia Gum)的凝膠特性在酒精濃度量測上的應用

### 壹、摘要：

本研究在探討阿拉伯膠(Acacia Gum)添加酒精的凝膠反應，改變膠液的 pH 值後膠液黏滯度會不同，膠液 pH 值=9.72 時滴定不同濃度酒精較不易凝膠；而避免凝膠的膠液濃度以 1：2(膠粉：水) 33.3%的效果最佳。最後我們成功利用阿拉伯膠的凝膠變色與逆反應，以透光照度法和透光電壓法檢測酒精濃度，並建立檢驗標準曲線。

### 貳、研究動機：

上學期資優班化學專題課，好奇的我們把膠水添加酒精、丙酮等溶劑，發現混合液會出現不同程度的凝膠現象，後來我們嘗試其他的膠液是否也有此凝膠的變化？結果添加不同濃度的酒精時，阿拉伯膠液的凝膠變色反應最有趣，於是激發我們想去探討利用阿拉伯膠液的凝膠變色反應來測量酒精濃度的可行性。

### 參、研究目的：

- 一、探討阿拉伯膠的特性與用途。
- 二、探討各類膠液與酒精、丙酮作用及加水稀釋之逆反應變化情形。
- 三、探討不同 pH 值的阿拉伯膠液黏滯度是否改變？
- 四、探討不同濃度酒精滴定不同 pH 值阿拉伯膠液的凝膠變色反應。
- 五、探討不同濃度酒精滴定不同濃度阿拉伯膠液的凝膠變色反應。
- 六、探討利用阿拉伯膠的凝膠變色與逆反應檢測酒精濃度的可行性。
- 七、不同酒類樣品之酒精濃度檢測。

### 肆、研究器材、設備：

阿拉伯膠粉、膠水、褐藻膠、醋酸、氫氧化鈉、丙酮、95%酒精、自製針筒滴定管、磁石攪拌機、10ml 針筒、壓克力管、pH 計、碼表、小型電動打氣幫浦、燒杯(50ml、100ml、250ml)、20ml 小量杯、量筒、滴管、攪拌磁石、L 型玻璃管、自製透光度測量器(一代、二代)、自製透光電壓值測量器、塑膠水管、LED 燈泡、12v 變壓整流器、照度計、計算機太陽能板、電子式三用電錶、DMA-35N 數位式酒精濃度計、Sigmaplot10 作圖軟體、10ml 滴定管、米酒、米酒頭、高粱酒。

### 伍、研究方法與過程：

#### 一、阿拉伯膠的特性分析。

方法：

- 1.上網搜尋阿拉伯膠的特性簡介及其應用性。
- 2.至化工原料行購買膠粉並實際測試。

#### 二、各類膠液與酒精、丙酮作用及加水稀釋之逆反應變化試驗。

方法：

- 1.將膠水、褐藻膠、阿拉伯膠分別加水調成 20%的膠液，各取 4ml 置於磁石攪拌機上攪拌。
- 2.取丙酮和 95%酒精各 6ml，用自製針筒滴定管慢慢滴定，比較混合液凝膠的程度。
- 3.本研究所稱「凝膠」是指膠液變乳白或凝結成團塊狀。
- 4.將凝膠之混合液再滴定清水稀釋，觀察是否可逆反應使凝膠消失。



### 三、不同 pH 值的阿拉伯膠液黏滯度測量。

方法：

1. 用醋酸、氫氧化鈉分別調製不同 pH 值的水。
2. 將阿拉伯膠粉分別溶在不同 pH 值的水中調成 20% 的膠液，各抽取 10ml 於針筒中，拔塞漏流測量漏流完成時間。
3. 在壓克力管中倒入 100ml 膠液，再由下方打入氣泡，測量氣泡浮升到液面的時間。
4. 各不同 pH 值的膠液分別測試 5 次求平均值。



測量膠液 pH 值



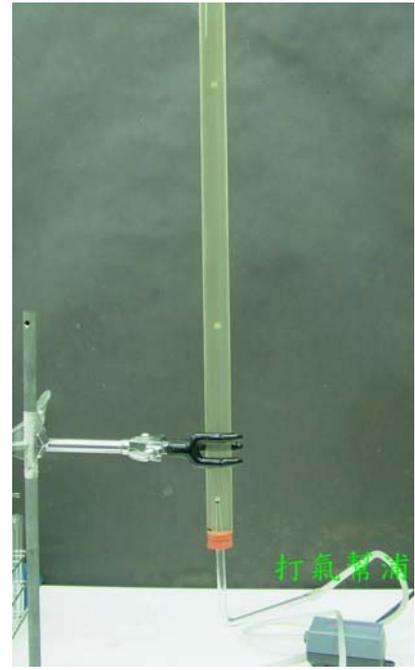
不同 pH 值的膠液



吸取膠液



拔塞漏流法



氣泡上升法

#### 四、不同濃度酒精滴定不同 pH 值阿拉伯膠液的凝膠變色反應。

方法：

- 1.用醋酸、氫氧化鈉分別調製不同 pH 值的水。
- 2.將阿拉伯膠粉分別溶在不同 pH 值的水中調成 20%的膠液，分別用針筒抽取膠液 4ml 注入燒杯中，置於磁石攪拌機上。
- 3.用 95%酒精加水稀釋調成不同濃度的酒精備用(向菸酒公司酒廠借用 DMA-35N 型數位式酒精濃度計校準酒精濃度)。
- 4.取不同濃度的酒精各 6ml，用自製針筒滴定管慢慢滴定，滴定時燒杯須持續攪拌。
- 5.將混合液倒入小量杯(液面高度相同至 10ml 刻度處)，用第一代透光度測量器(如下圖)測試混合液凝膠的程度。
- 6.各不同 pH 值的膠液和不同濃度的酒精交互反應，分別測試 3 次求平均值。



DMA-35N 數位式酒精濃度計



阿拉伯膠+水(膠液濃度 20%)的 pH=4.76



磁石攪拌機上攪拌膠液，滴定不同濃度酒精



不同 pH 值膠液和不同濃度酒精交互反應



第一代透光度測量器

## 五、不同濃度酒精滴定不同濃度阿拉伯膠液的凝膠變色反應。

方法：

1. 在 50ml 的燒杯中分別加水 5ml、4 ml、3 ml、2 ml，並各倒入阿拉伯膠粉 1g，調成不同濃度的膠液，比例為膠粉：水 (1：5 【16.7%】)、(1：4 【20%】)、(1：3 【25%】)、(1：2 【33.3%】)。
2. 用 95%酒精加水稀釋調成不同濃度的酒精備用(如紀錄表)。
3. 取不同濃度的酒精各 5ml、6ml、7ml、8ml，分別與膠液 【16.7%】、【20%】、【25%】、【33.3%】交互反應，使混合液中酒精+水的總合=10ml、膠粉=1g，滴定时燒杯置於磁石攪拌機上持續攪拌。
4. 將混合液倒入小量杯(液面高度相同至 10ml 刻度處)，同研究四方法，比較混合液凝膠程度。
5. 各不同濃度膠液和不同濃度的酒精交互反應，分別測試 3 次求平均值。



每個燒杯各倒入 1g 膠粉



調配不同濃度酒精



每杯加入指定水量，調配不同濃度膠液。



不同濃度膠液和酒精交互反應

## 六、利用阿拉伯膠的凝膠變色與逆反應檢測酒精濃度。

### (一).透光照度法

#### 【甲】、高濃度（50%以上）酒精的檢測

※本實驗膠液濃度 33.3%、pH=9.72【膠粉 20g+水 40ml+NaOH(0.1g)】，偏鹼的膠液可降低黏稠度且不易凝膠，能擴大檢測的酒精濃度範圍。

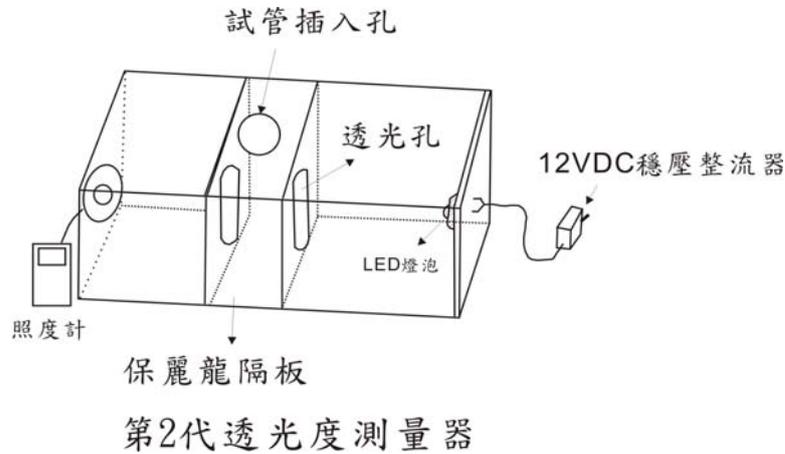
方法：

- 1.用針筒抽取濃度 33.3%的膠液 2ml，和酒精(4.3ml)、水(3.7ml)先調製成接近凝膠而未凝膠的混合液，作為檢驗基準液（滴定前基準液透光度校正為 600Lux）。
- 2.將 95%的酒精加水稀釋，調成不同高濃度（50%以上）的酒精溶液做為待測液。
- 3.將透明檢驗基準液滴入不同高濃度酒精(50%以上)，至混合液變乳白色(100Lux 以下)，

測量滴定所需的待測酒精毫升數，測試 3 次求平均。

4. 實驗前後混合液透光度均以改良的第二代透光度測量器來驗正，插入之試管則固定為同一口徑的試管。

5. 第二代透光度測量器構造圖：



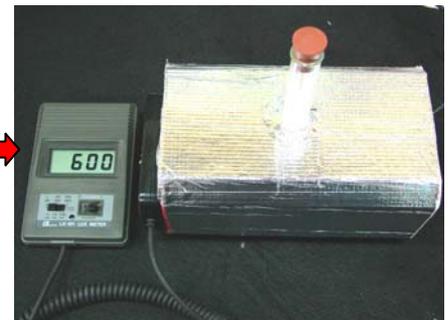
6. 將實驗數據以 Sigmaplot10 作圖軟體繪出變化趨勢線圖，當滑鼠游標在趨勢線上移動至指定之滴定酒精毫升數 (y 值) 時，即能自動顯現待測液之酒精濃度 (x 值)。



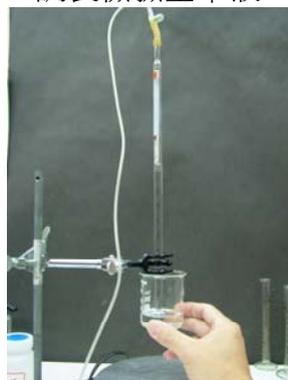
調製檢驗基準液



透明檢驗基準液



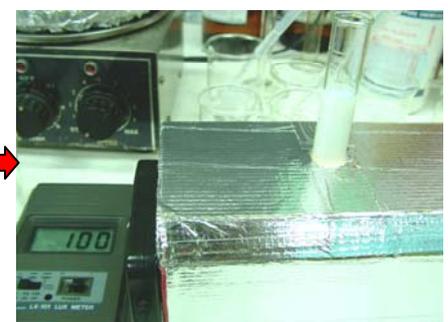
校正基準液透光度為 600Lux



吸取待測高濃度酒精



滴定高濃度酒精變乳白



混合液透光度(100Lux 以下)

### 【乙】、低濃度（50%以下）酒精的檢測

※本實驗選用膠液濃度【33.3%】，不添加氫氧化鈉(NaOH)，因待測的低濃度酒精是使乳白凝膠的混合液逆反應變回透明無色，不需使膠液不易凝膠。

方法：

- 1.用針筒抽取濃度 33.3% (pH=4.75) 的膠液 2ml，和酒精(4.8ml)、水(3.2ml)先調製成乳白凝膠的混合液，作為檢驗基準液（滴定前基準液透光度分別校正為 100Lux）。
- 2.將 95%的酒精加水稀釋，調成不同低濃度（50%以下）的酒精溶液做為待測液。
- 3.滴定不同低濃度的酒精待測溶液，至檢驗基準液由乳白逆反應變回透明無色(600Lux 以上)，測量滴定所需的待測酒精毫升數，測試 3 次求平均。
- 4.同【甲】方法 6 繪製變化趨勢線圖。



調製檢驗基準液



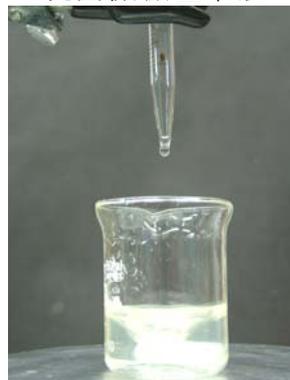
乳白檢驗基準液



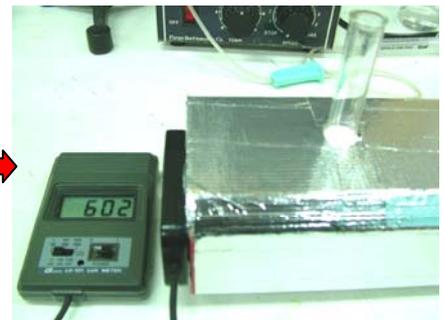
校正基準液透光度為 100Lux



吸取待測低濃度酒精



滴定低濃度酒精變透明



混合液透光度(600Lux 以上)

## (二).透光電壓法

### 【丙】、高濃度（50%以上）酒精的檢測

方法：

- 1.將第二代透光度測量器之照度計改用廢棄計算機的太陽能板，正負極連接電子式三用電錶，做成透光電壓值測量器。
- 2.同【甲】方法調製接近凝膠而未凝膠的透明檢驗基準液。
- 3.將不同高濃度（50%以上）的酒精待測液分別滴定 2.5ml、5ml、10ml 至檢驗基準液中，用磁石攪拌機攪拌均勻。
- 4.將混合液倒入同口徑試管，用透光電壓值測量器測試混合液的透光電壓值，測試 3 次求平均。
- 5.將數據以 Sigmaplot10 作圖軟體繪出變化趨勢線圖，比較哪種滴定量的趨勢線變化最明顯。
- 6.當滑鼠游標在變化最明顯的趨勢線上移動至指定之混合液透光電壓值 (y 值) 時，即能自動顯現待測液之酒精濃度 (x 值)。



調製透明檢驗基準液



滴定高濃度酒精



測試混合液的透光電壓值

### 【丁】、低濃度（50%以下）酒精的檢測

方法：

- 1.同【乙】方法調製乳白檢驗基準液。
- 2.將不同低濃度（50%以下）的酒精待測液分別滴定 2.5ml、5ml、10ml 至檢驗基準液中，並用磁石攪拌機攪拌均勻。
- 3.將混合液倒入試管，用透光電壓值測量器測試混合液的透光電壓值，測試 3 次求平均。
- 4.同【丙】方法 5 繪製變化趨勢線圖，比較哪種滴定量趨勢線變化最明顯。
- 5.當滑鼠游標在變化最明顯的趨勢線上移動至指定之混合液透光電壓值（y 值）時，即能自動顯現待測液之酒精濃度（x 值）。



調製乳白檢驗基準液



滴定低濃度酒精



測試混合液的透光電壓值

### 七、不同酒類樣品之酒精濃度檢測。

方法：

- 1.取不同的酒類樣品作為待測液，利用透光照度法和透光電壓法檢驗酒類樣品的酒精濃度。
- 2.將測得之酒精濃度與產品標示做比對，並用酒精濃度計再測試確認。



## 陸、研究結果：

### 一、阿拉伯膠的特性分析。

1. 阿拉伯膠是一種天然植物膠，由一種 Acacia 的樹汁凝結而成，無毒無味可食，顏色呈琥珀色。
2. 阿拉伯膠為水溶性膠體，在水中具有高溶解性，因其為水溶性膠，故不溶於油與酒精，但若酒精含量不高時則可並存。
3. 常見用途：冰淇淋、光亮劑、化妝品、製藥、膠帶、膠液、墨水…等。



膠農由 Acacia 樹上採摘膠粒



膠農展示辛苦採摘的阿拉伯膠



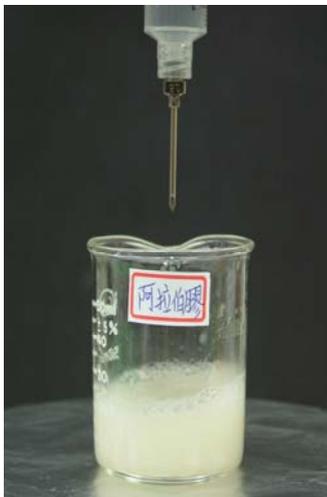
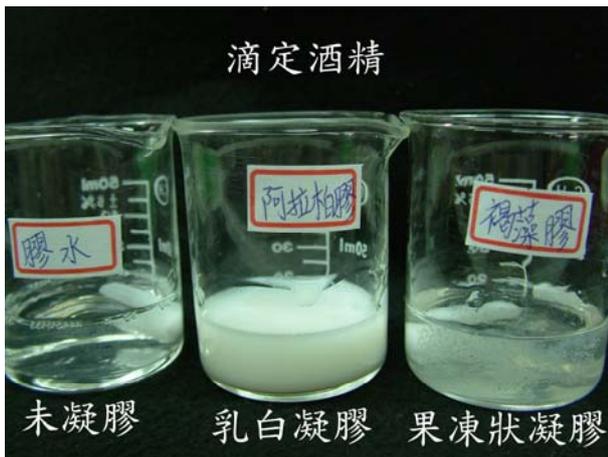
阿拉伯膠粒



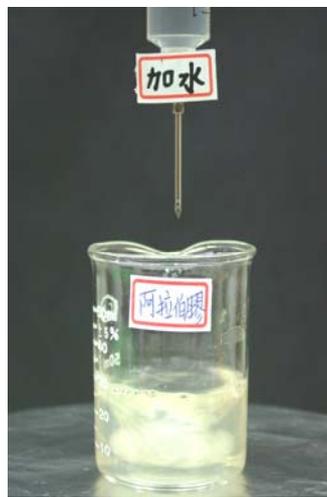
阿拉伯膠粉

### 二、各類膠液與酒精、丙酮作用及加水稀釋之逆反應變化試驗。

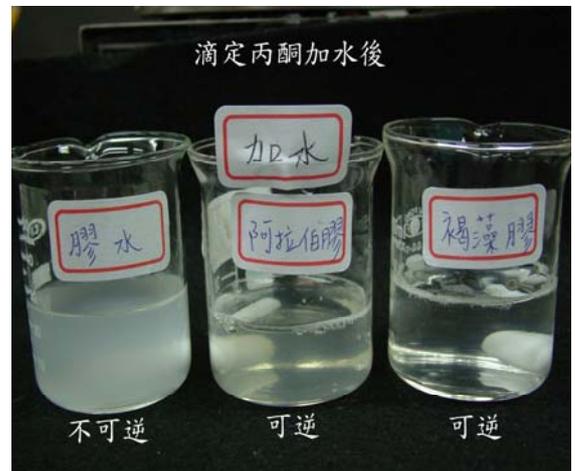
膠液類別	膠水		天然褐藻膠		阿拉伯膠	
	丙酮	酒精	丙酮	酒精	丙酮	酒精
混合液 變化情形	淡乳白 輕微凝膠	透明 未凝膠	嚴重凝膠 果凍狀	凝膠 果凍狀	嚴重凝膠 聚膠成團	乳白 液狀
加水稀釋 是否可逆	不可逆	/	可逆	可逆	可逆	可逆



滴定酒精變乳白



滴定清水變回透明

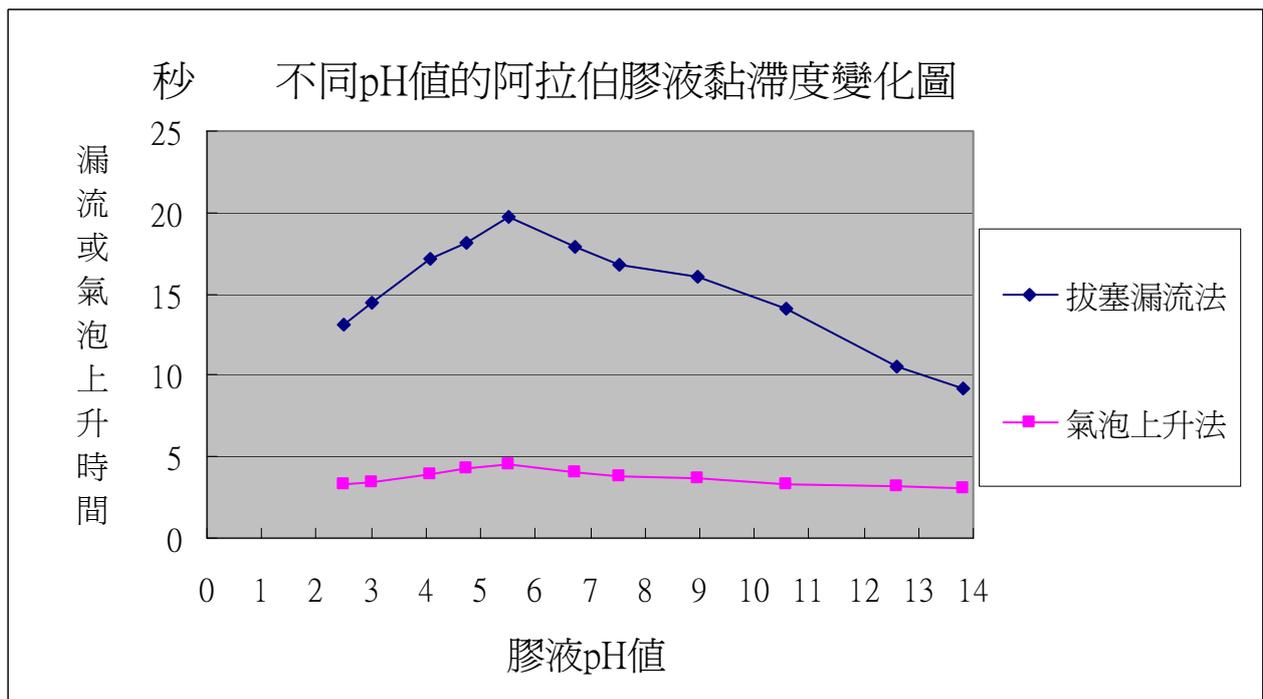


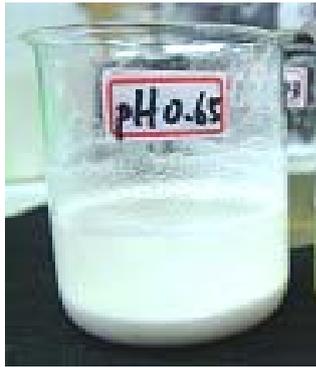
除膠水外，加水可逆反應使凝膠消失。

- (1)天然的膠液添加揮發性溶劑易凝膠，合成膠水則較不易凝膠。
- (2)天然的膠液添加丙酮比加酒精易凝膠，且凝膠嚴重、聚膠成團。
- (3)天然的膠液凝膠後再滴定清水，可逆反應使凝膠消失，而膠水加丙酮呈淡乳白，加水稀釋後仍不可逆。

三、不同 pH 值的阿拉伯膠液黏滯度測量。

膠粉添加溶液	醋酸+水				水	氫氧化鈉+水						
膠液 pH 值	0.65	2.50	3.00	4.08	4.75	5.51	6.73	7.54	8.96	10.57	12.62	13.83
漏流時間(秒)	/	13.10	14.41	17.16	18.14	19.79	17.92	16.84	16.05	14.13	10.48	9.24
氣泡上升至液面時間(秒)	/	3.28	3.44	3.96	4.26	4.57	4.01	3.84	3.62	3.35	3.19	3.02
膠液顏色	膠粉不溶沉澱	上層輕微凝膠	琥珀色	琥珀色	琥珀色	琥珀色	琥珀色	琥珀色	琥珀色	琥珀色	褐色	深褐色
膠液黏滯度	稀	稀	稀	黏稠	黏稠	最黏稠	黏稠	中	中	稀	稀	稀

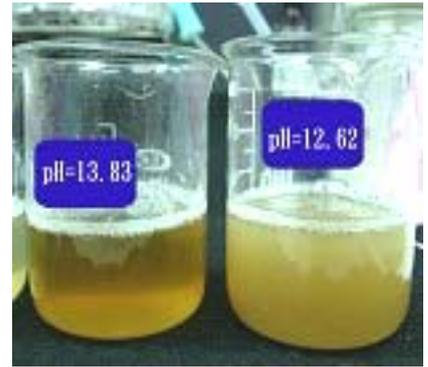




強酸時膠粉不溶



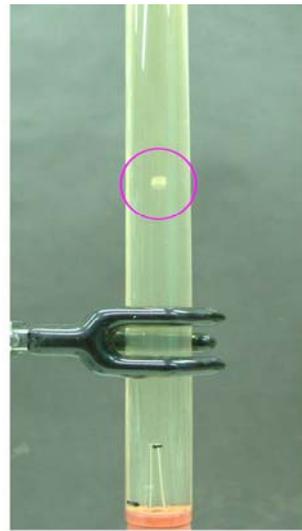
上層輕微凝膠



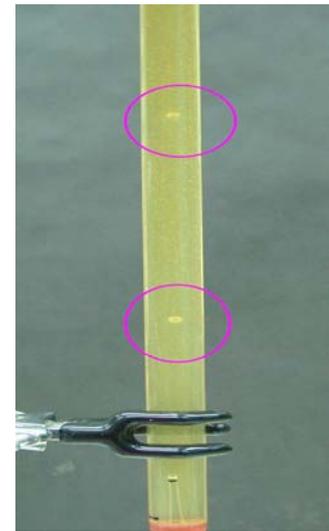
強鹼時深褐色



膠液黏稠，漏流時間長。



膠液黏稠，氣泡上升慢  
(pH=5.51)



膠液稀，氣泡上升快。  
(pH=13.83)

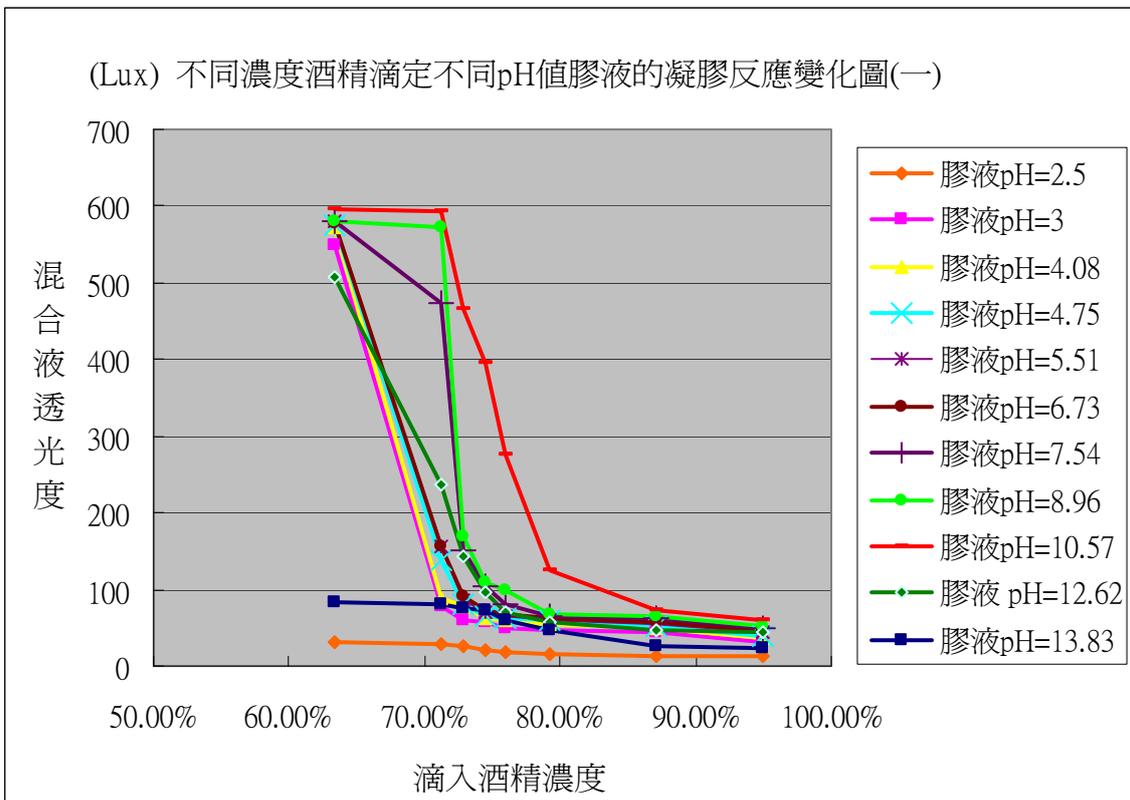
- (1)阿拉伯膠結構上帶有酸性基團，溶液的自然 pH 值呈弱酸性，一般在 pH4-5 之間。
- (2)當 pH 值低於 3 時，結構上酸基的離子狀態趨於減少，使得溶解度下降，粘度降低。
- (3)當 pH 過鹼時，不但粘度下降且顏色變深。
- (4)相同濃度下膠液 pH 值 5.5 左右最黏稠。

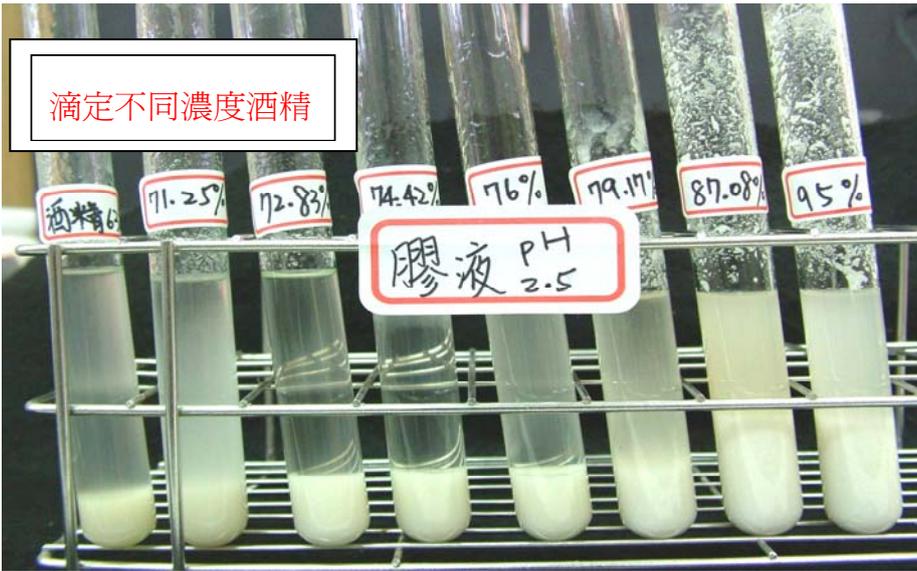
四、不同濃度酒精滴定不同 pH 值阿拉伯膠液的凝膠變色反應。

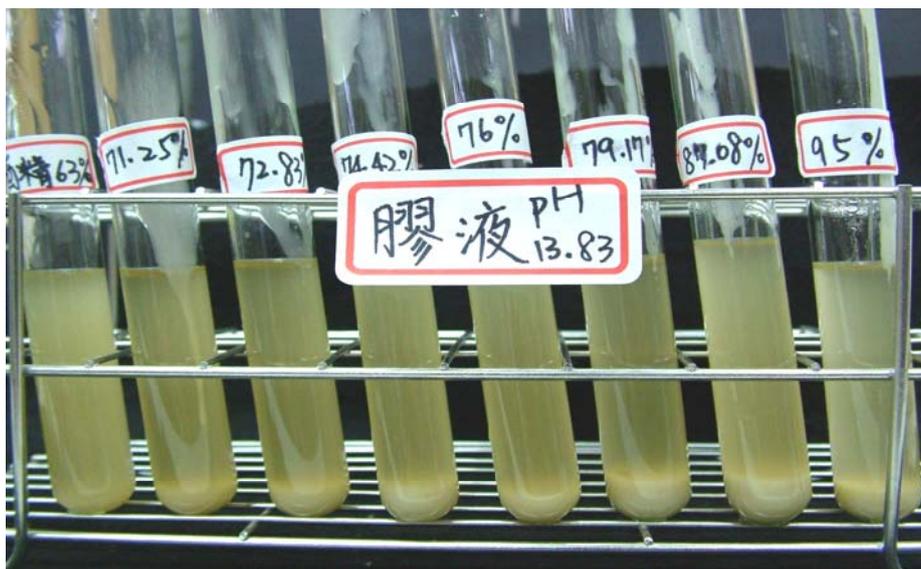
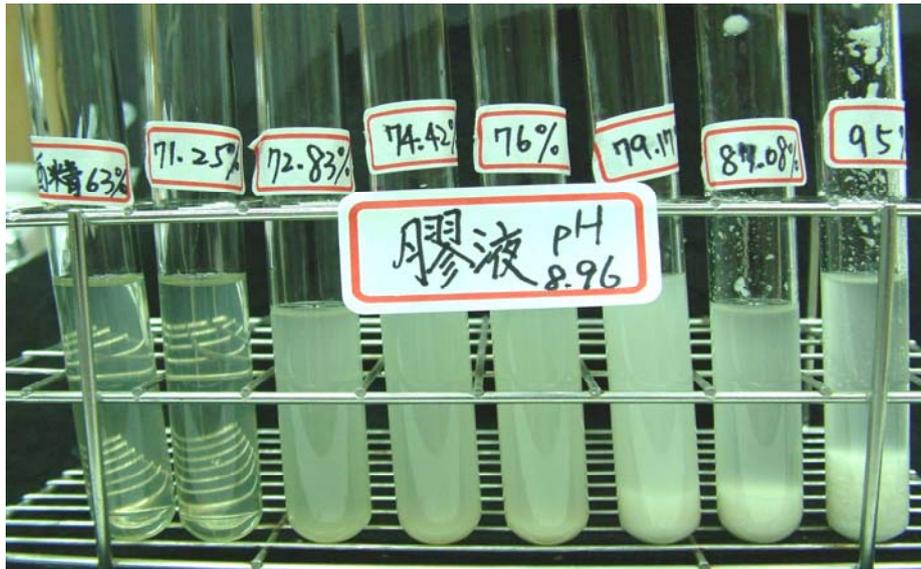
(一)、大範圍測試不同 pH 值的膠液

x透明不凝膠 ○微淡乳白 ⊙乳白凝膠 ●乳白凝膠+聚膠成團塊沉澱

酒精 ml	水 ml	滴入酒精濃度	膠液濃度	不同 pH 值的膠液 + 不同濃度酒精混合液的透光度 Lux 及凝膠程度											
				pH 2.50	pH 3.00	pH 4.08	pH 4.75	pH 5.51	pH 6.73	pH 7.54	pH 8.96	pH 10.57	pH 12.62	pH 13.83	
4.0	2.0	63.33 %	20%	31 ●	550 x	572 x	576 x	579 x	578 x	580 x	581 x	597 x	507 x	83 ●	
4.5	1.5	71.25 %		29 ●	79 ⊙	88 ⊙	139 ⊙	155 ⊙	157 ⊙	473 ○	572 x	594 x	238 ○	80 ●	
4.6	1.4	72.83 %		26 ●	61 ●	78 ⊙	80 ⊙	87 ⊙	91 ⊙	152 ⊙	168 ⊙	465 ○	143 ⊙	75 ●	
4.7	1.3	74.42 %		22 ●	57 ●	62 ●	65 ●	69 ●	72 ●	103 ⊙	110 ⊙	395 ○	95 ⊙	72 ●	
4.8	1.2	76.00 %		19 ●	49 ●	59 ●	62 ●	65 ●	68 ●	81 ⊙	99 ⊙	276 ○	70 ⊙	61 ●	
5.0	1.0	79.17 %		15 ●	48 ●	55 ●	61 ●	61 ●	63 ●	65 ●	68 ●	126 ⊙	57 ●	46 ●	
5.5	0.5	87.08 %		13 ●	45 ●	49 ●	53 ●	55 ●	56 ●	63 ●	65 ●	74 ●	47 ●	25 ●	
6.0	0	95%		12 ●	31 ●	37 ●	39 ●	43 ●	46 ●	49 ●	52 ●	59 ●	45 ●	23 ●	





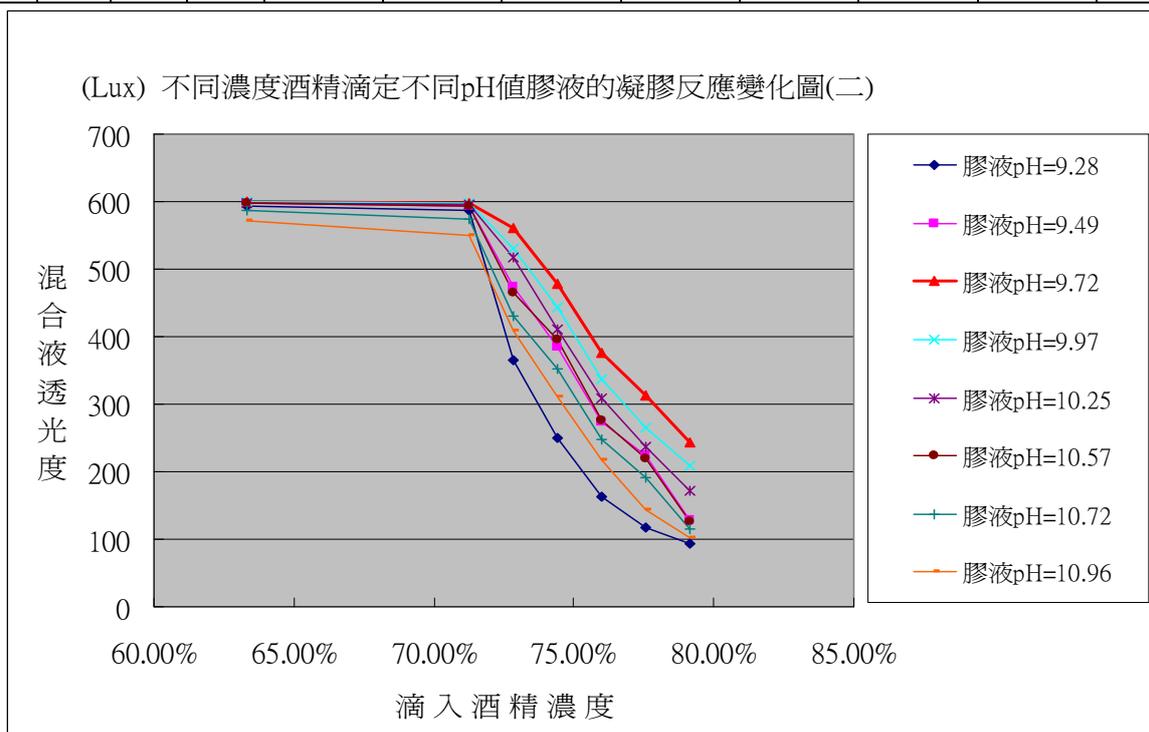


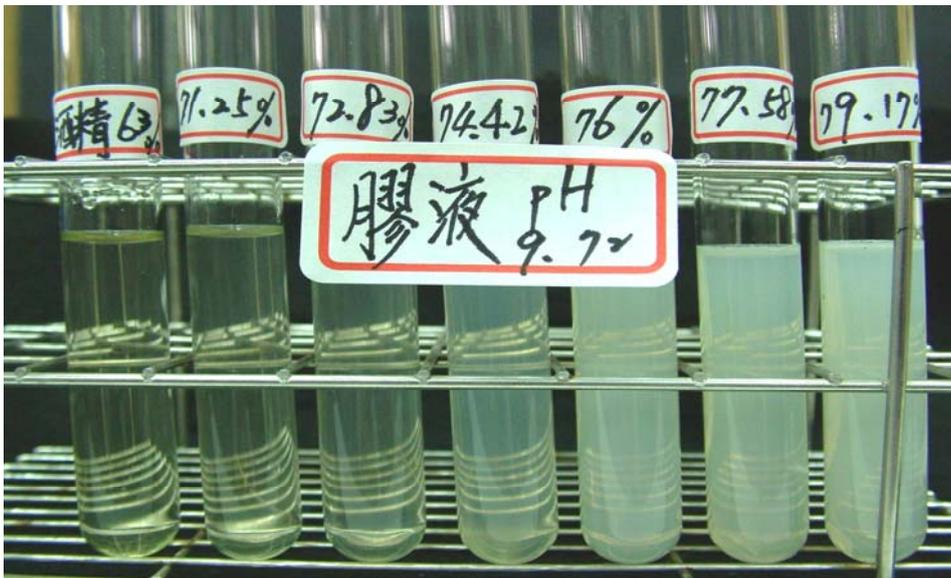
- (1). 整體而言，pH 偏鹼的膠液較不易凝膠，可能和膠液的粘度較稀有關。
- (2). pH 偏酸的膠液較容易凝膠，而 pH 值過酸(2.5)和過鹼(13.83)的膠液凝膠嚴重。
- (3). 滴定酒精的濃度越高，凝膠程度越嚴重。
- (4). 酒精滴定 pH=10.57 的膠液最不易凝膠，混合液透光度曲線最偏右上方，其他的曲線都落在這條曲線的左下區域內。

(二)、測試 pH 值 10.57 左右較不易凝膠的膠液

x透明不凝膠 ○微淡乳白 ⊙乳白凝膠 ●乳白凝膠+聚膠成團塊沉澱

酒精 ml	水 ml	滴入酒精濃度	膠液濃度	不同 pH 值的膠液 + 不同濃度酒精混合液的透光度 Lux 及凝膠程度							
				pH9.28	pH9.49	pH9.72	pH9.97	pH10.25	pH10.57	pH10.72	pH10.96
4.0	2.0	63.33 %	20%	594 x	598 x	601 x	600 x	598 x	597 x	586 x	572 x
4.5	1.5	71.25 %		587 x	593 x	598 x	598 x	596 x	594 x	574 x	551 x
4.6	1.4	72.83 %		365 ○	475 ○	561 x	530 x	517 ○	465 ○	431 ○	409 ○
4.7	1.3	74.42 %		249 ○	384 ○	479 ○	443 ○	411 ○	395 ○	352 ○	311 ○
4.8	1.2	76.00 %		163 ⊙	274 ○	377 ○	337 ○	309 ○	276 ○	248 ○	217 ⊙
4.9	1.1	77.58 %		117 ⊙	225 ⊙	312 ○	265 ○	237 ⊙	219 ⊙	192 ⊙	143 ⊙
5.0	1.0	79.17 %		93 ⊙	129 ⊙	243 ○	208 ⊙	172 ⊙	126 ⊙	115 ⊙	102 ⊙



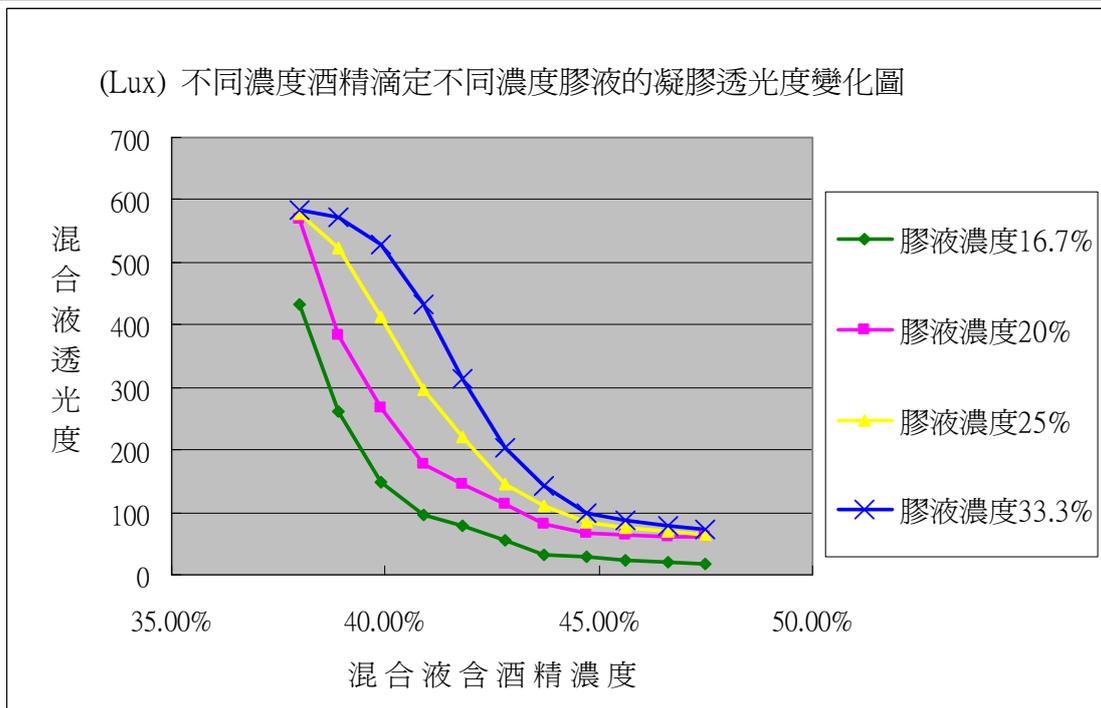


經由我們縮小範圍更細膩的測試，發現酒精滴定 pH=9.72 的膠液透光度較高，最不易凝膠，混合液透光度曲線最偏右上方，其他的曲線都落在這條曲線的左下區域內。

### 五、不同濃度酒精滴定不同濃度阿拉伯膠液的凝膠變色反應。

膠液濃度			膠粉：水 1：5 16.7%		膠粉：水 1：4 20%		膠粉：水 1：3 25%		膠粉：水 1：2 33.3%	
酒精濃度	水 ml	滴入酒精濃度	混合液含酒精濃度	混合液透光度 Lux	混合液含酒精濃度	混合液透光度 Lux	混合液含酒精濃度	混合液透光度 Lux	混合液含酒精濃度	混合液透光度 Lux
4.0	1.0	76.0%	38.0%	434						
4.1	0.9	77.9%	38.9%	262						
4.2	0.8	79.8%	39.9%	147						
4.3	0.7	81.7%	40.9%	97						
4.4	0.6	83.6%	41.8%	78						
4.5	0.5	85.5%	42.8%	54						
4.6	0.4	87.4%	43.7%	32						
4.7	0.3	89.3%	44.7%	28						
4.8	0.2	91.2%	45.6%	23						
4.9	0.1	93.1%	46.6%	21						
5.0	0	95.0%	47.5%	17						
4.0	2.0	63.3%			38.0%	570				
4.1	1.9	64.9%			38.9%	382				
4.2	1.8	66.5%			39.9%	267				
4.3	1.7	68.1%			40.9%	178				
4.4	1.6	69.7%			41.8%	146				
4.5	1.5	71.3%			42.8%	112				
4.6	1.4	72.8%			43.7%	82				
4.7	1.3	74.4%			44.7%	66				
4.8	1.2	76.0%			45.6%	64				
4.9	1.1	77.6%			46.6%	62				
5.0	1.0	79.2%			47.5%	61				
4.0	3.0	54.3%			38.0%	578				
4.1	2.9	55.6%			38.9%	524				
4.2	2.8	57.0%			39.9%	413				
4.3	2.7	58.4%			40.9%	296				
4.4	2.6	59.7%			41.8%	221				

4.5	2.5	61.1%		42.8%	144	
4.6	2.4	62.4%		43.7%	109	
4.7	2.3	63.8%		44.7%	85	
4.8	2.2	65.1%		45.6%	75	
4.9	2.1	66.5%		46.6%	71	
5.0	2.0	67.9%		47.5%	64	
4.0	4.0	47.5%		38.0%	584	
4.1	3.9	48.7%		38.9%	571	
4.2	3.8	49.9%		39.9%	529	
4.3	3.7	51.1%		40.9%	432	
4.4	3.6	52.3%		41.8%	313	
4.5	3.5	53.4%		42.8%	203	
4.6	3.4	54.6%		43.7%	143	
4.7	3.3	55.8%		44.7%	99	
4.8	3.2	57.0%		45.6%	87	
4.9	3.1	58.2%		46.6%	78	
5.0	3.0	59.4%		47.5%	72	



- (1) 濃度 33.3% 的膠液較濃稠，膠液中水的比例較少，滴定酒精時可以用來稀釋酒精的水(水是極性分子)比例相對增加，能提高滴入酒精的極性(親水的)，滴定各種濃度的酒精，混合液都較不易凝膠，透光度較高。【酒精化學式( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ )含有極性(OH)的部分和非極性( $\text{CH}_3\text{CH}_2$ )的部分】。
- (2) 濃度低的膠液含水比例較多，能稀釋酒精的水比例相對減少，滴定時越容易凝膠；濃度越低的膠液，透光度都偏低，透光度曲線均落在膠液濃度 33.3% 的左下方範圍內。
- (3) 避免凝膠的膠液濃度以 1 : 2(膠粉 : 水) 33.3% 的效果最佳。



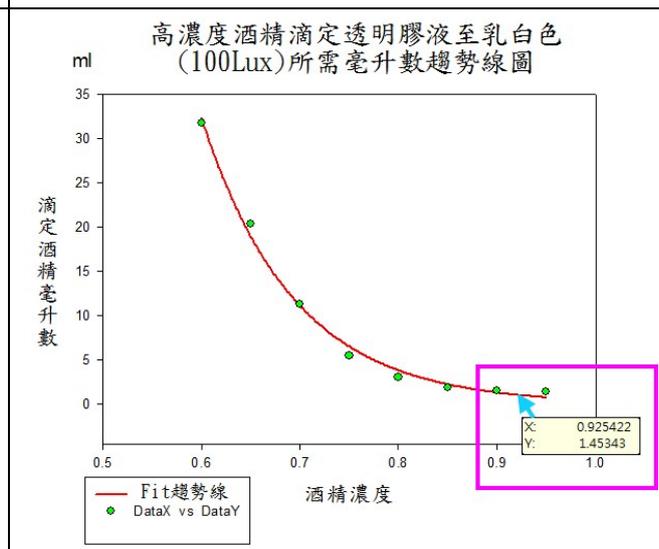
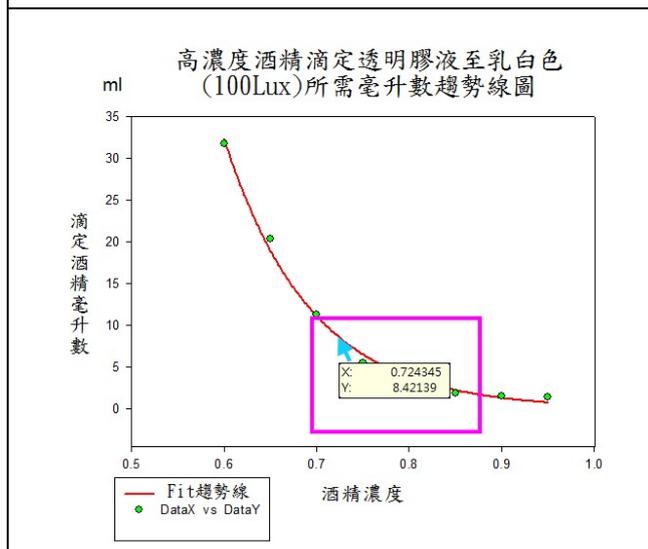
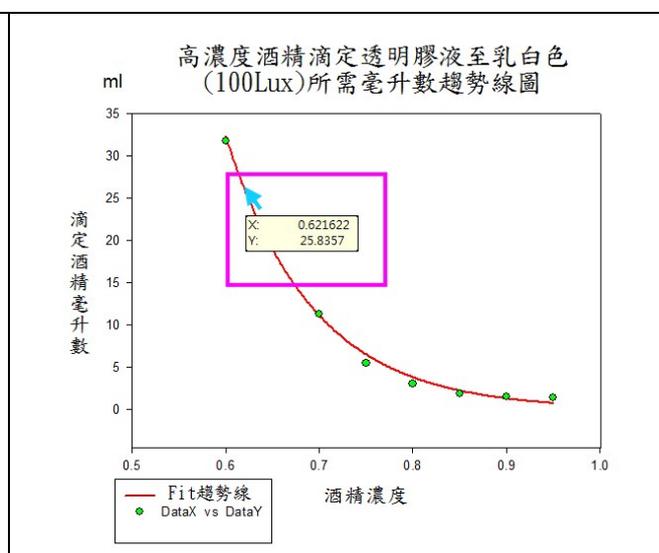
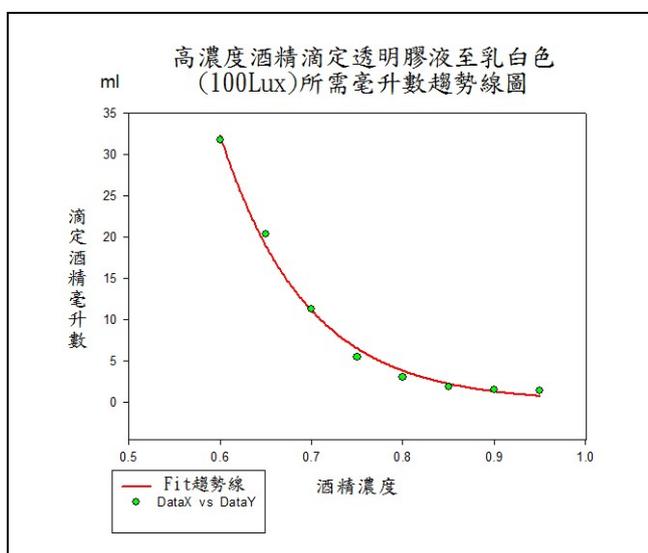


六、利用阿拉伯膠的凝膠變色與逆反應檢測酒精濃度。

(一).透光照度法

【甲】、高濃度（50%以上）酒精的檢測

透明檢驗基準液 600Lux 以上			待測液(高濃度酒精)滴定透明基準液至乳白色(100Lux 以下)的 ml 數									
酒精 ml	水 ml	膠液 濃度 33.3% (2ml) 膠液 pH =9.72	酒精 50%	酒精 55%	酒精 60%	酒精 65%	酒精 70%	酒精 75%	酒精 80%	酒精 85%	酒精 90%	酒精 95%
4.3	3.7		滴入 100ml 以上仍 透明	滴入 50ml 左右 微乳白 (465 Lux)	31.8 ml	20.4 ml	11.3 ml	5.5 ml	3.1 ml	1.9 ml	1.6 ml	1.4 ml





滴定酒精 50%無法乳白

滴定酒精 55%微乳白

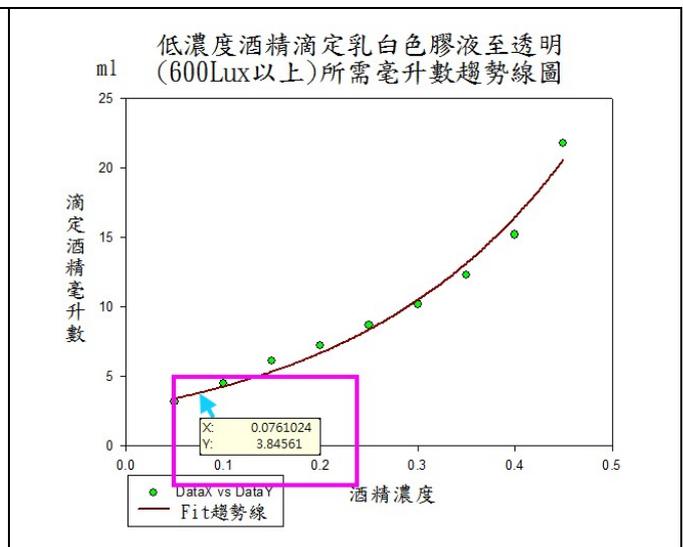
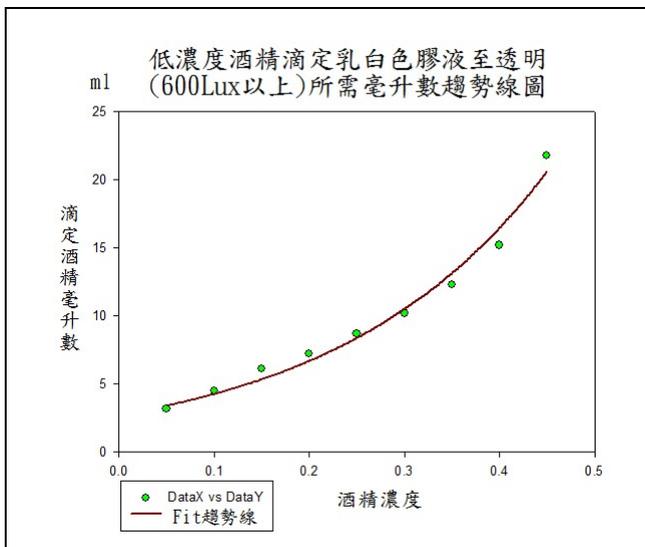
滴定酒精 65%變乳白

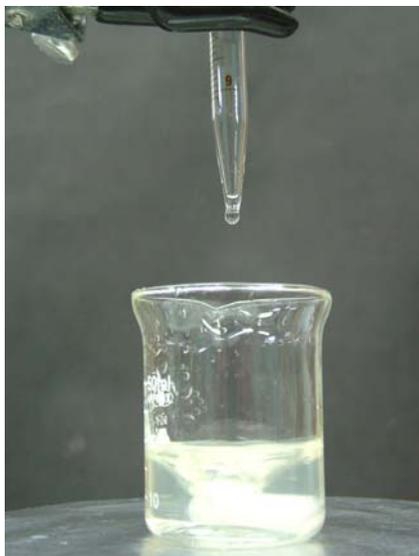
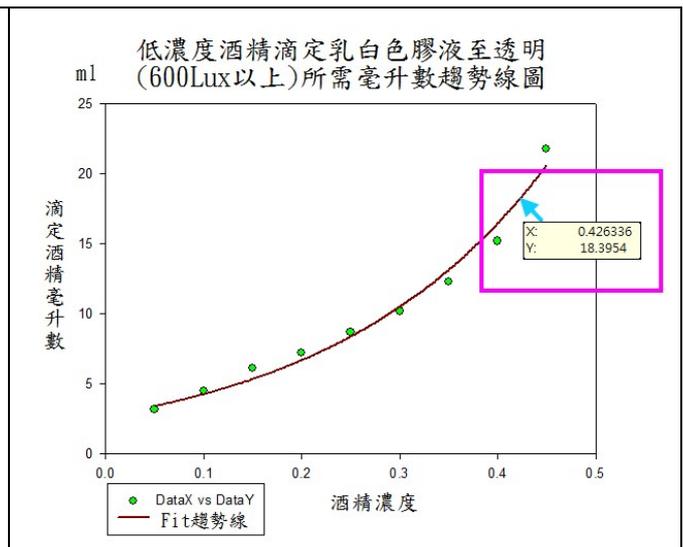
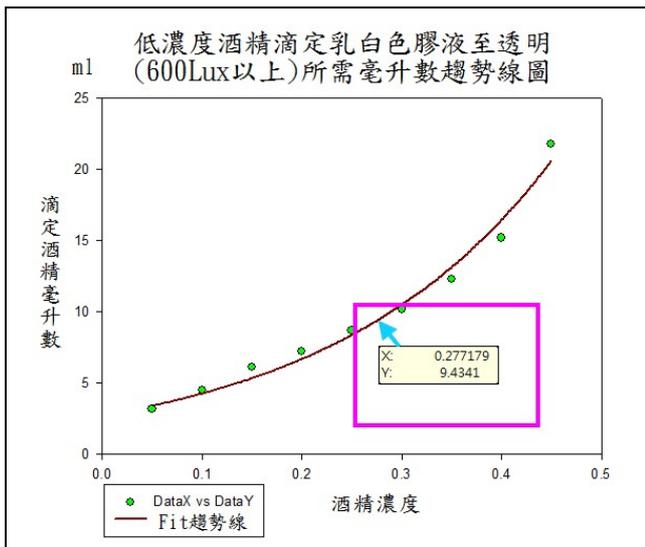
滴定酒精 90%變乳白

1. 50%以上的酒精濃度越高，滴定透明基準液至乳白色(100Lux 以下)所需的酒精量越少。
2. 當滴定 100ml 後，透明基準液仍透明則判定酒精濃度為 50%左右，滴定 50ml 呈淡乳白（無法至 100Lux）則判定酒精濃度為 55%左右。
3. 當滑鼠游標在趨勢線上移動至指定之滴定酒精毫升數（y 值）時，即能自動顯現待測液之酒精濃度（x 值）。

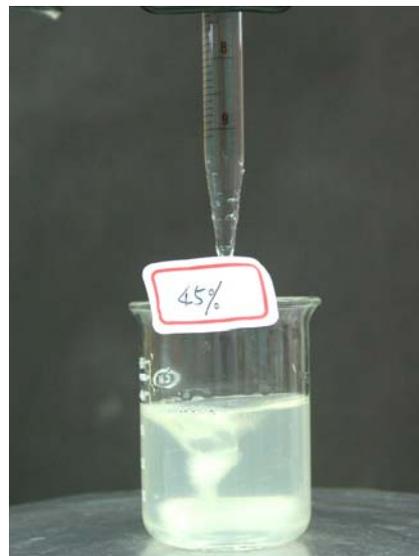
### 【乙】、低濃度（50%以下）酒精的檢測

乳白色檢驗基準液 (100Lux)			待測液(低濃度酒精)滴定乳白色基準液至透明(600Lux 以上)的 ml 數									
酒精 ml	水 ml	膠液濃度 33.3% (2ml) 膠液 pH = 4.75	酒精 5%	酒精 10%	酒精 15%	酒精 20%	酒精 25%	酒精 30%	酒精 35%	酒精 40%	酒精 45%	酒精 50%
4.8	3.2			3.2 ml	4.5 ml	6.1 ml	7.2 ml	8.7 ml	10.2 ml	12.3 ml	15.2 ml	21.8 ml

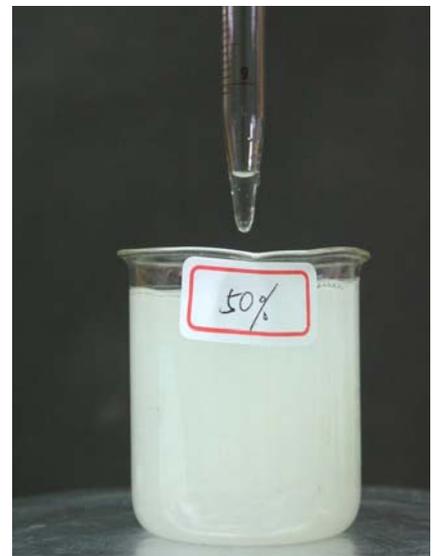




滴定酒精 25% 8.7ml 變透明



滴定酒精 45% 變透明所需量多



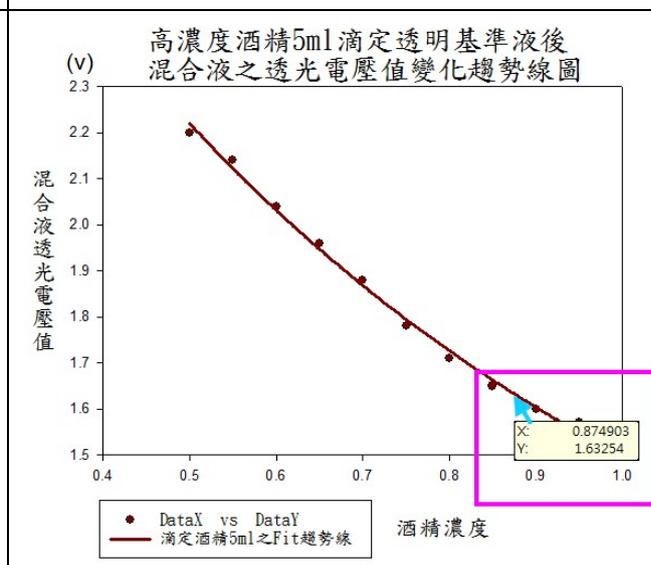
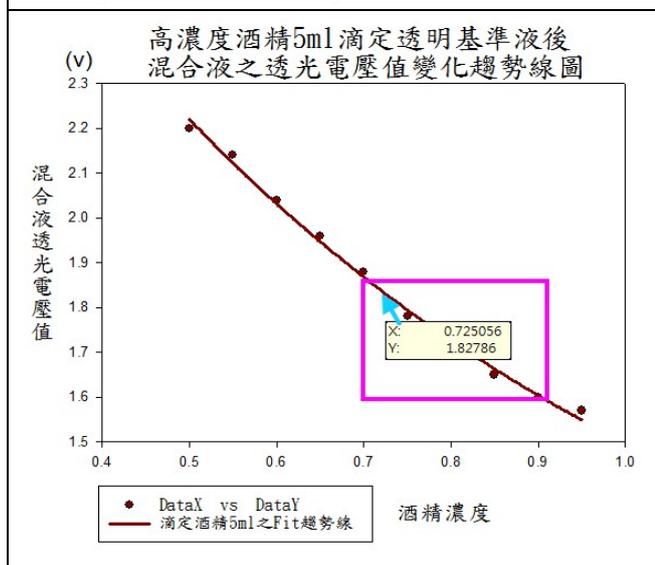
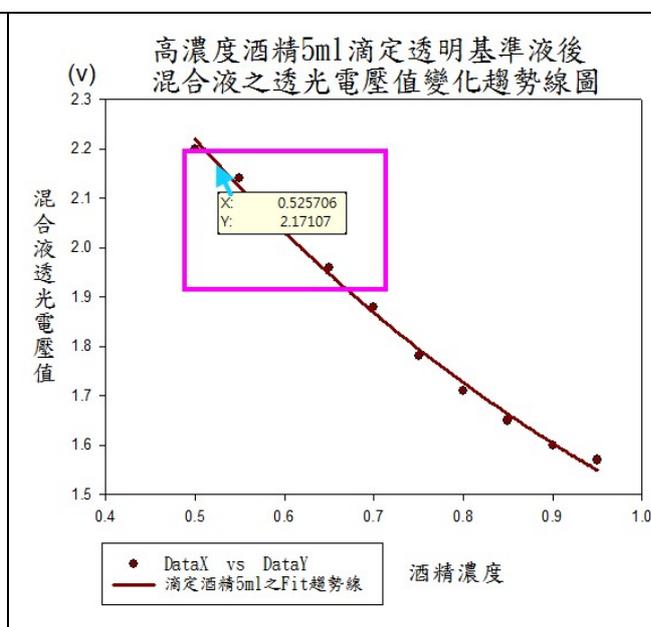
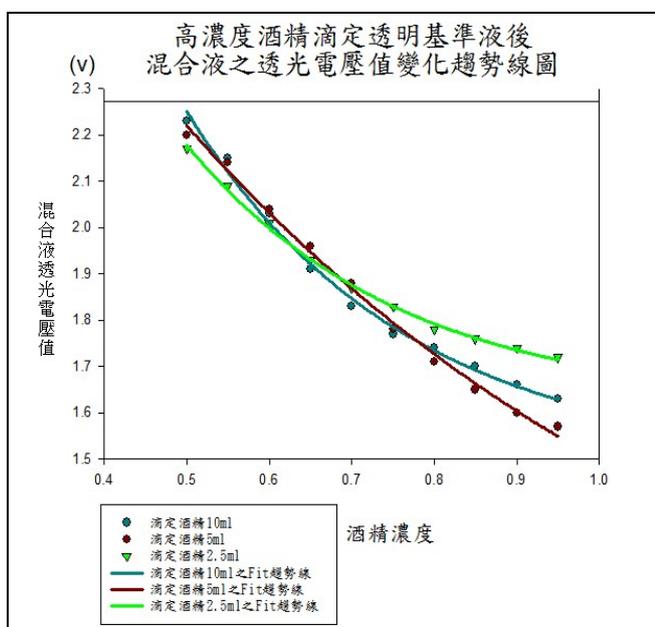
滴定酒精 50% 100ml 仍乳白

1. 50%以下的酒精濃度越低，滴定乳白色基準液至透明(600Lux 以上)所需的酒精量越少。
2. 當滴定酒精 100ml 後，乳白基準液顏色變淡、透光度提高，但仍乳白無法變透明，則判定酒精濃度為 50%左右；滴定變透明所需量達 21.8ml 以上時，則判定酒精濃度為 45~50%之間。
3. 當滑鼠游標在趨勢線上移動至指定之滴定酒精毫升數 (y 值) 時，即能自動顯現待測液之酒精濃度 (x 值)。

## (二).透光電壓法

### 【丙】、高濃度（50%以上）酒精的檢測

透明檢驗基準液 600Lux 以上		待測液(高濃度酒精)滴定透明基準液後混合液的透光電壓值									
酒精 4.3ml + 水 3.7 ml + 膠液濃度 33.3% (2ml) pH=9.72	酒精 濃度	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
	滴定 10ml	2.23V	2.15V	2.03V	1.91V	1.83V	1.77V	1.74V	1.70V	1.66V	1.63V
	滴定 5ml	2.20V	2.14V	2.04V	1.96V	1.88V	1.78V	1.71V	1.65V	1.60V	1.57V
	滴定 2.5ml	2.17V	2.09V	2.01V	1.93V	1.87V	1.83V	1.78V	1.76V	1.74V	1.72V





滴定 50%酒精 10ml

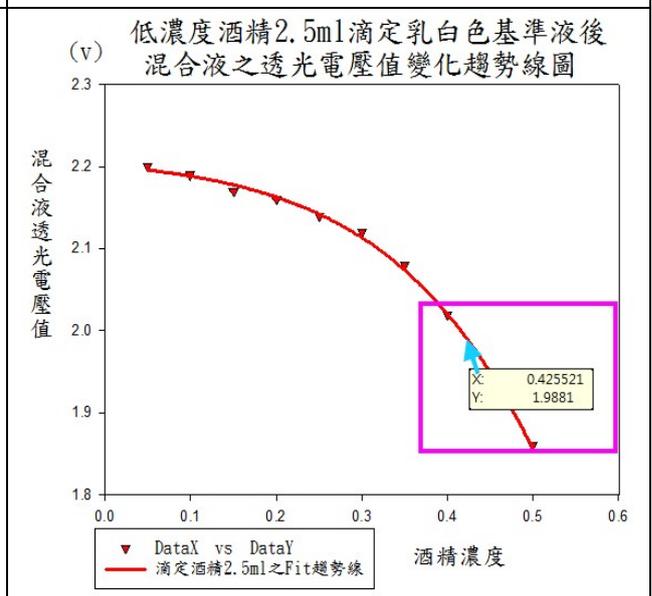
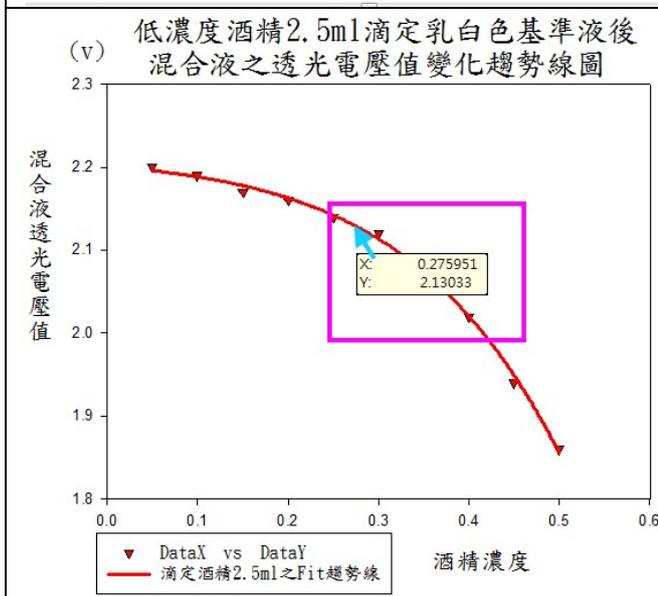
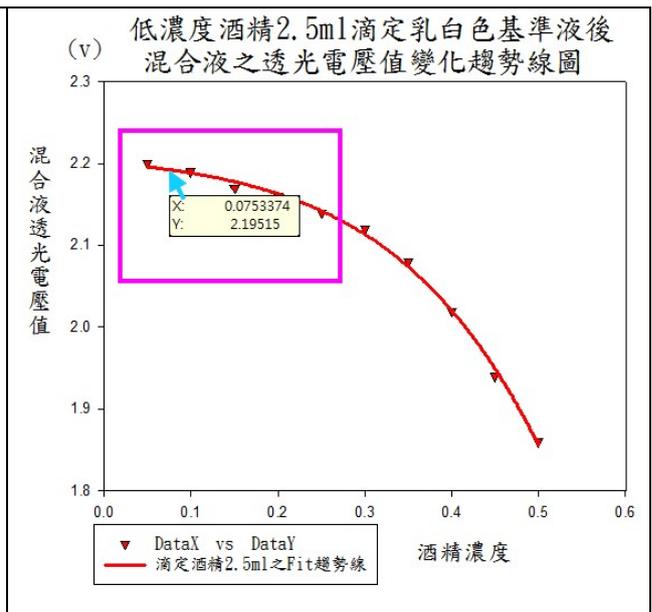
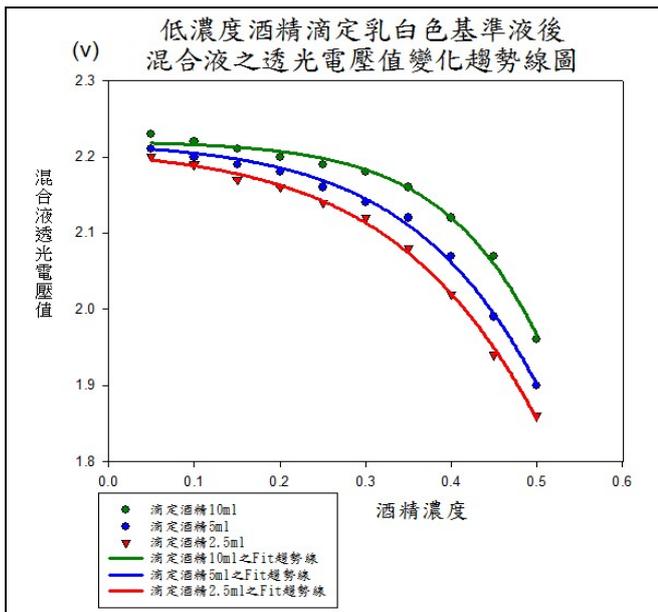


滴定 95%酒精 5ml

- 1.由 3 條變化趨勢線圖看出：滴定 50%以上的酒精濃度越高，混合液透光電壓值越低。其中以滴定 5 ml 的趨勢線斜度最大、變化最明顯，最適宜做為檢驗待測酒精時的滴定量。
- 2.透光電壓法所需滴定量少且無檢測盲點，不像透光照度法濃度 50%上下所需滴定量多且判定較模糊。
- 3.當滑鼠游標在趨勢線上移動至指定之混合液透光電壓值（y 值）時，即能自動顯現待測液之酒精濃度（x 值）。

#### 【丁】、低濃度（50%以下）酒精的檢測

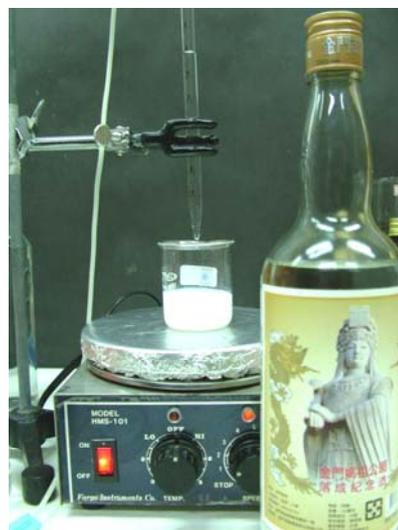
乳白色檢驗基準液 (100Lux)		待測液(低濃度酒精)滴定乳白色基準液後混合液的透光電壓值									
酒精 4.8ml + 水 3.2 ml + 膠液濃度 33.3% (2ml) pH=4.75	酒精 濃度	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%
	滴定 10ml	2.23V	2.22V	2.21V	2.20V	2.19V	2.18V	2.16V	2.12V	2.07V	1.96V
	滴定 5ml	2.21V	2.20V	2.19V	2.18V	2.16V	2.14V	2.12V	2.07V	1.99V	1.90V
	滴定 2.5ml	2.20V	2.19V	2.17V	2.16V	2.14V	2.12V	2.08V	2.02V	1.94V	1.86V



- 1.由3條變化趨勢線圖看出：滴定50%以下的酒精濃度越高，混合液透光電壓值越低。其中以滴定2.5 ml的趨勢線斜度最大、變化最明顯，最適宜做為檢驗待測酒精時的滴定量。
- 2.透光電壓法檢測50%以下的酒精，所需最佳滴定量更少，也無檢測盲點。
- 3.當滑鼠游標在趨勢線上移動至指定之混合液透光電壓值（y值）時，即能自動顯現待測液之酒精濃度（x值）。

七、不同酒類樣品之酒精濃度檢測。

測試樣品		雜牌米酒 (市場)	米酒頭 (台灣菸酒公司)	金門高粱酒 1 (台灣菸酒公司)	金門高粱酒 2 (台灣菸酒公司)
產品標示酒精度		19.5%	34%	53%	58%
透光照度法	滴定透明 基準液	無法乳白	無法乳白	50ml 微淡乳白	34.7ml 變乳白
	滴定乳白 基準液	3.9ml 變透明	11.9ml 變透明	無法透明	無法透明
透光電壓法	滴定透明 基準液	/		2.16v	2.04v
	滴定乳白 基準液	2.19v	2.09v	/	
判定酒精濃度		8%	33%	53%	59%



- (1).利用透光照度法和透光電壓法檢驗酒類樣品的酒精濃度，發現市場攤販販售的雜牌米酒實際酒精度明顯不足，與產品標示的酒精度相差甚遠。
- (2).台灣菸酒公司產品標示之酒精度與我們自創的檢測法測得之酒精濃度相當接近。

## 柒、討論：

- 一.阿拉伯膠是一種由 Acacia 的樹汁凝結而成的天然植物水溶性膠。
- 二.天然的阿拉伯膠液添加丙酮比加酒精易凝膠，凝膠後再滴定清水，可逆反應使凝膠消失變回透明。
- 三.(1)阿拉伯膠液的自然 pH 值呈弱酸性，當 pH 值低於 3 時，溶解度下降，粘度降低。  
(2)當 pH 過鹼時，粘度也下降且顏色變深，膠液 pH 值 5.5 左右最黏稠。
- 四.(1)pH 偏鹼的膠液粘度較稀較不易凝膠，偏酸的膠液較容易凝膠，而 pH 值過酸和過鹼的膠液凝膠嚴重。  
(2)滴定酒精的濃度越高，凝膠程度越嚴重。  
(3)不同濃度酒精滴定 pH=9.72 的膠液透光度都較高，最不易凝膠，混合液透光度曲線最偏右上方；其他的曲線都落在這條曲線的左下區域內，透光度較低，較易凝膠。
- 五.(1)滴定酒精避免凝膠的膠液濃度以 1：2(膠粉：水) 33.3% 的效果最佳。膠液濃度高，水佔的比例較少，滴定酒精時可以用來稀釋酒精的水比例相對增加，能提高滴入酒精的極性，滴定各種濃度的酒精，混合液都較不易凝膠，透光度較高。  
(2)濃度低的膠液含水比例較多，能稀釋酒精的水比例相對減少，以酒精滴定時越容易凝膠。
- 六.利用阿拉伯膠的凝膠變色與逆反應可檢測酒精濃度。
  - (1)使用透光照度法：  
50% 以上的酒精濃度越高，滴定透明基準液至乳白色(100Lux 以下)所需的酒精量越少。  
50% 以下的酒精濃度越高，滴定乳白色基準液至透明(600Lux 以上)所需的酒精量越多。
  - (2)使用透光電壓法：  
不論滴定透明基準液的 50% 以上酒精或滴定乳白基準液的 50% 以下酒精，其濃度越高，混合液透光電壓值都越低。
  - (3)將實驗數據以 Sigmaplot10 作圖軟體繪出變化趨勢線圖，當滑鼠游標在趨勢線上移動至指定之滴定酒精毫升數或混合液透光電壓值 (y 值) 時，即能自動顯現待測液之酒精濃度 (x 值)。
  - (4)透光電壓法採用廢棄計算機的太陽能板，連接三用電錶，測得的透光電壓值非常穩定，既環保又可節省儀器成本，所需滴定量少且無檢測盲點；而透光照度法在酒精濃度 50% 上下所需滴定量多且較不易測量。
- 七.利用自創的透光照度法和透光電壓法能成功檢測酒類樣品的酒精濃度，實測結果準確度高。

## 捌、結論：

- 一.阿拉伯膠(Acacia Gum)添加酒精會呈現乳白色凝膠反應，利用阿拉伯膠的凝膠變色與逆反應來檢測酒精濃度，方法簡便又準確；自製的第二代透光照度值或電壓值測量器，材料取得與製作容易，可省下購買昂貴精密儀器的費用（酒精濃度計市價八萬元）。
- 二.高濃度酒精(50%以上)的檢測：
  - (1)高濃度酒精因易使膠液凝膠，因此選用濃度 33.3%、pH=9.72 的膠液 2ml + 酒精(4.3ml) + 水(3.7ml)先調製成接近凝膠而未凝膠的混合液，作為檢測基準液（滴定前基準液透光度校正為 600Lux）。偏鹼的膠液不易凝膠，能擴大檢測的酒精濃度範圍。
  - (2)以透光照度法將不同高濃度酒精(50%以上)滴定透明基準液，計量滴定至乳白(100Lux)

所需的酒精量；以透光電壓法滴定 5 ml 的高濃度酒精至透明基準液中，測量混合液透光電壓值，繪出變化趨勢線圖，建立檢驗標準曲線。

### 三.低濃度酒精(50%以下)的檢測：

(1)低濃度酒精能使乳白凝膠的混合液逆反應變回透明，因此選用濃度 33.3%、pH=4.75 的膠液 2ml + 酒精(4.8ml) + 水(3.2ml)先調製成乳白凝膠的混合液，作為檢驗基準液（滴定前基準液透光度校正為 100Lux）。

(2)以透光照度法將不同低濃度酒精(50%以下)滴定乳白基準液，計量滴定至透明（600Lux 以上）所需的酒精量；以透光電壓法滴定 2.5 ml 的低濃度酒精至乳白基準液中，測量混合液透光電壓值，繪出變化趨勢線圖，建立檢驗標準曲線。

四.未知濃度的酒精檢測，以透光照度法搭配透光電壓法測量，準確性更高，將滑鼠在檢驗標準曲線上移動，即能對照出待測液之酒精濃度。

## 玖、參考資料：

- 一、國民中學自然與生活科技第四冊 民國 97 年 8 月 康軒文教出版 2-4 酸鹼的濃度 4-2 可逆反應與平衡
- 二、<http://phys.thu.edu.tw/~exp01/proxy/proxy042.htm>
- 三、<http://ebake.dyn.dhs.org/Basics/DBQryDesc.asp?Name=%AA%FC%A9%D4%A7B%BD%A6&DB=1>
- 四、<http://www.gumarabic.com.tw/Gum%20Arabic/GA-introduce.htm>
- 五、<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%9E%81%E6%80%A7>
- 六、<http://163.23.211.30/laboratory/chemdemo/85/8524020/%E5%90%8C%E6%80%A7%E7%9B%B8%E5%90%B8%E7%95%B0%E6%80%A7%E7%9B%B8%E6%96%A5.htm>

## 【評語】 030209

海報版面製作精美，學生的表達能力與臨場反應均佳，透過膠體溶液來定量高低濃度酒精的反滴定法，具有很好的創意，具科學探究精神。學生實驗操作技巧純熟。說明書摘錄自其他網站的資料註明來源。酒精檢測的可信度很高，具有實用性。