

有機物質的一般性質

一、目的

高二實驗課程「有機物質的性質」，部分版本選用到甲苯、乙醇、乙醚、丙酮、己烷、乙酸乙酯、乙酸為實驗藥品，主要有比較各種有機物質的互溶性與揮發性，本實驗設計將相似實驗結果的藥品捨去，並改善目前的實驗步驟，以達到藥品減量並更具實驗觀察性

二、實驗技能

藉由觀察有機化合物的互溶性與揮發性，學習有機化合物的定性分析技巧。

三、原理

(一)極性與非極性：

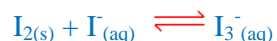
當電中性的物體因電荷分布不均勻，使兩端分別具有正電荷與負電荷，則此分子具有極性（polarity）。科學家發現由原子所構成的分子中，其整體電子雲分布均勻的程度不一，因此將分子分為極性分子（polar molecule）與非極性分子（nonpolar molecule）。若分子整體電子雲分布愈不均勻者，則稱此分子的極性愈高。

水是高極性的分子，因此水為極性溶劑。一般有機溶劑均屬於分子物質，依據溶解度特性，可將有機溶劑簡單區分為極性溶劑（polar solvent）與非極性溶劑（nonpolar solvent）。水溶性較高的有機溶劑屬於極性溶劑，反之，難溶於水者屬於非極性溶劑。分子物質在各種溶劑中的溶解度大小，一般可用「同類互溶」原則判斷：

極性物質易溶於極性溶劑中，非極性物質易溶於非極性溶劑中。

(二)分子化合物與離子化合物：

葡萄糖（ $C_6H_{12}O_6$ ）具有極性的羥基（-OH），水溶性很好。碘（ I_2 ）是非極性分子，難溶於水，但可溶於許多有機溶劑。碘在不同溶劑中所形成溶液的顏色，隨溶劑不同而有區別，這是因為碘的性質常會受到溶劑影響。碘也可與碘離子結合，生成三碘離子 I_3^- 而溶於水中。因此碘雖難溶於水，但可溶於碘化鉀水溶液：



碘化鉀（KI）、氯化鈉（NaCl）及硫酸銅（ $CuSO_4$ ）等皆為可溶於水的離子化合物，雖然離子化合物有些可溶於水，有些難溶於水，但是大多數離子化合物在有機溶劑中的溶解度都很低。

(三)廢液處理：

將有機溶劑集中收集，倒入不含鹵素的有機廢液回收桶。含有碘的廢液則需加入少許氫氧化鈉，使其自身氧化還原成無色，再倒入回收桶。

四、儀器與材料（每組）

電子秤（共用）



秤量紙	數張
酒精燈	一個
碼錶	一個
玻璃片	一片
1 mL 滴管	五支
吸管（直徑約0.5 cm）	五支
銅片	一片
標籤紙	數張





五、藥品

乙醇（ C_2H_5OH ）	1 mL
丙酮（ CH_3COCH_3 ）	1 mL
乙酸乙酯（ $CH_3COOC_2H_5$ ）	1 mL
正己烷（ $n-C_6H_{14}$ ）	1 mL


六、實驗步驟：

(一)有機物質的互溶性比較

步驟		示範圖示
1	取一支小吸管裁剪其長度為 5 公分，將小吸管一端用酒精燈火焰燒熱，以銅片壓緊，使小吸管一端封閉。	
2	取四支步驟 1 完成的小吸管，分別加入約 1 cm 高的蒸餾水。接著在每支小吸管内再分別加入約 1 cm 高的乙醇、丙酮、乙酸乙酯及正己烷四種有機溶劑。	

3	<p>輕輕搖動小吸管，觀察每支小吸管內的液面是否分層，判斷兩種液體是否可以互溶。</p>	
4	<p>取三支步驟 1 完成的小吸管，分別加入約 1 cm 高的乙醇。接著在每支小吸管内再分別加入約 1 cm 高的丙酮、乙酸乙酯及正己烷三種有機溶劑。 輕輕搖動小吸管，觀察每支小吸管内液面是否分層，判斷兩種液體是否可以互溶。</p>	
5	<p>取兩支步驟 1 完成的小吸管，分別加入約 1 cm 高的丙酮。接著在每支小吸管内再分別加入約 1 cm 高的乙酸乙酯及正己烷兩種有機溶劑。 輕輕搖動小吸管，觀察每支小吸管内液面是否分層，判斷兩種液體是否可以互溶。</p>	
6	<p>取一支步驟 1 完成的小吸管加入約 1 cm 高的乙酸乙酯。接著再分別加入約 1 cm 高的正己烷有機溶劑。輕輕搖動小吸管，觀察每支小吸管内液面是否分層，判斷兩種液體是否可以互溶。</p>	

(二)有機物質的揮發性比較

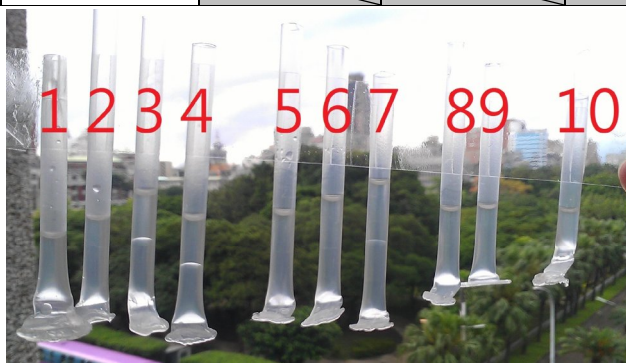
步驟		示範圖示
1	以 4 隻小滴管吸取乙醇、丙酮、乙酸乙酯及正己烷四種有機溶劑，四種有機溶劑吸取體積至 2 cm 高。	 ← 加至 2 cm 高
2	迅速且同時將四支小滴管的有機溶劑全部滴在玻璃片的四個區域後，立刻開始計時，記錄完全從玻璃片上揮發所需時間 注意：時間最多記錄至 6 分鐘，超過 6 分鐘，則比較殘留液體的面積大小，判斷揮發順序。	

附錄一：實驗結果

(一)有機物質的互溶性比較

兩種有機化合物完全互溶，紀錄為(+)，如果不互溶出現界面，紀錄為(-)，實驗結果如下表，括號內編號對應照片中實驗結果編號。

	乙醇	丙酮	乙酸乙酯	正己烷
蒸餾水	+ (1)	+ (2)	- (3)	- (4)
乙醇		+ (5)	+ (6)	- (7)
丙酮			+ (8)	+ (9)
乙酸乙酯				+ (10)



(二)有機物質的揮發性比較

記錄有機化合物完全從玻璃片上揮發所需時間，結果如下：

	正己烷	乙酸乙酯	丙酮	乙醇
時間	33 秒	51 秒	2 分 31 秒	2 分 36 秒

由實驗結果可知，四種有機溶劑的揮發性大小：

正己烷 > 乙酸乙酯 > 丙酮 > 乙醇

經查閱四種有機物質的介電常數與沸點為：

	正己烷	乙酸乙酯	丙酮	乙醇
介電常數	2	6	21	25
沸點(C)	69	77.1	56	78

故有機物質的揮發性大小順序與其介電常數(分子極性比較參考值)大小順序相吻合。

附錄二：目前高中化學課程實驗過程待改善問題

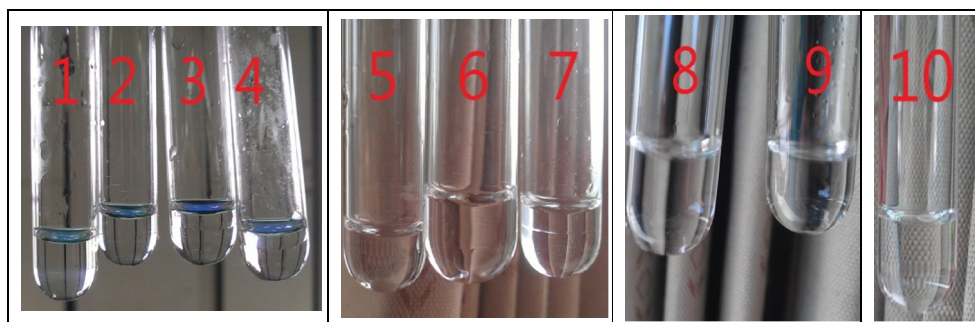
(一)有機化合物的互溶性，課本實驗步驟：

使用器材：小型試管（10×75 mm）、試管架、小滴瓶（至少 5 mL）、標籤紙

- 1.準備五個乾淨的小滴瓶，貼上標籤，分別裝入 5 mL 的蒸餾水、乙醇、丙酮、乙酸乙酯及正己烷。
- 2.取四支乾燥的小試管，分別加入 5 滴蒸餾水。接著在每支試管內分別加入 5 滴不同的有機溶劑，依序為乙醇、丙酮、乙酸乙酯及正己烷。輕輕搖動試管，觀察每支試管內的兩種液體是否可以互溶。
- 3.類似上述步驟 2，取三支乾淨的小試管，將蒸餾水改為乙醇，再與其他三種有機溶劑兩兩混合。
- 4.依此類推，接著分別測試丙酮、乙酸乙酯及正己烷與其他有機溶劑的溶解性質。

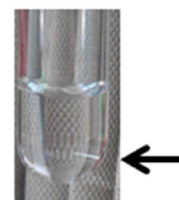
- 1.實驗紀錄：「+」：表示兩溶劑互溶；「-」：表示兩溶劑不互溶，括號內數字對應照片中實驗結果。

	乙醇	丙酮	乙酸乙酯	正己烷
蒸餾水	+ (1)	+ (2)	- (3)	- (4)
乙醇		+ (5)	+ (6)	- (7)
丙酮			+ (8)	+ (9)
乙酸乙酯				+ (10)



2.討論：

若以課本所說明的實驗步驟，肉眼觀察非常不易得到正確的實驗結果，因為試管玻璃有厚度以及光線的影響，在不同角度觀察試管會有不同的結果（如右圖），易造成實驗誤差。



(二)有機溶劑的揮發性，課本實驗步驟：

使用器材：3 mL 滴管、玻璃片、碼表

1.滴 1 滴正己烷在玻璃片上，立刻開始計時，記錄正己烷完全從玻璃片上揮發所需時間。

2.接著分別測試其它有機溶劑的揮發時間，並依序記錄。

1.實驗結果：

	正己烷	乙酸乙酯	丙酮	乙醇
揮發時間	36 秒	43 秒	1 分 01 秒	2 分 36 秒

2.討論：

由於每種有機物質的黏滯誠度不同，每種有機溶劑的「1 滴」從肉眼觀察就明顯有差距，在實驗設計上沒有「定量」的觀念。

附錄三：其他實驗步驟與討論（提供參考）

(一)有機溶劑的互溶性

1.嘗試改變要觀察的兩種有機溶劑是在同一個平面的「附著物」上，因此嘗試不同材料作實驗，實驗步驟與結果說明如下：

(1)使用玻璃片、表玻璃

步驟：取一片玻璃片或表玻璃，滴 2 滴蒸餾水，再滴 2 滴乙醇覆蓋其上，觀察是否互溶。

問題：有機溶劑會在玻璃片上攤成一片，並且快速揮發，很難移動有機溶劑以觀察兩有機物是否互溶。

(2)使用砂紙：

步驟：將兩種有機溶劑各滴 1 滴於砂紙上，始之混合，觀察兩者是否互溶。

問題：有機溶劑直接被砂紙吸收。

(3)製備奈米薄膜

步驟：

- 1.將 30 mL 的 ARC-FLASH 光觸媒倒入培養皿中，再將蓋玻片泡入其中，約五分鐘後拿出，以吹風機吹乾，此時蓋玻片上已形成一奈米薄膜。
- 2.將蒸餾水與乙醇各滴 2 滴於已附有奈米薄膜的玻璃片上。
- 3.使用滴管將其中一種有機溶劑推向另一種有機溶劑或將其中一種有機溶劑滴在蓋玻片上，再將另種溶液覆蓋其上。
- 4.觀察有機物質的互溶性。

問題：有機溶劑在光觸媒薄膜上比在一般玻璃片上不容易攤成一片，但依舊無法成水珠狀站立於蓋玻片上，實驗結果仍類似於玻璃片上。。

(4)製備碳黑薄膜，步驟如下：

- 1.將紙杯用水完全浸濕，使杯底在點燃的酒精燈上燃燒，在杯底製作一層碳黑薄膜。
- 2.將兩種有機溶劑各滴 1 滴於砂紙上，始之混合，觀察兩者是否互溶。

問題：溶液直接被紙杯吸收，無法判斷是否互溶。且有機物質會溶掉一部份的碳，而影響到實驗結果。

2.嘗試將要觀察的有機溶劑的「染色」再以小試管或離心管觀察兩種有機溶劑的互溶性，雖然實驗結果容易觀察，但有部分實驗誤差，實驗步驟與結果說明如下：

(1)有機物質染色參考下表將有機溶劑染色，以離心管加入兩種有機溶劑各 5 滴，觀察其互溶性。

溶劑	染色原料	溶液顏色
蒸餾水	百樂水性筆/綠色 green	碧綠色
乙醇	百樂水性筆/紅色 red	粉紅色
丙酮	無色(不染色)	無色
乙酸乙酯	利百代 INK/藍色	正藍色
正己烷	雄師 INK 奇異筆/紅色	橘紅色

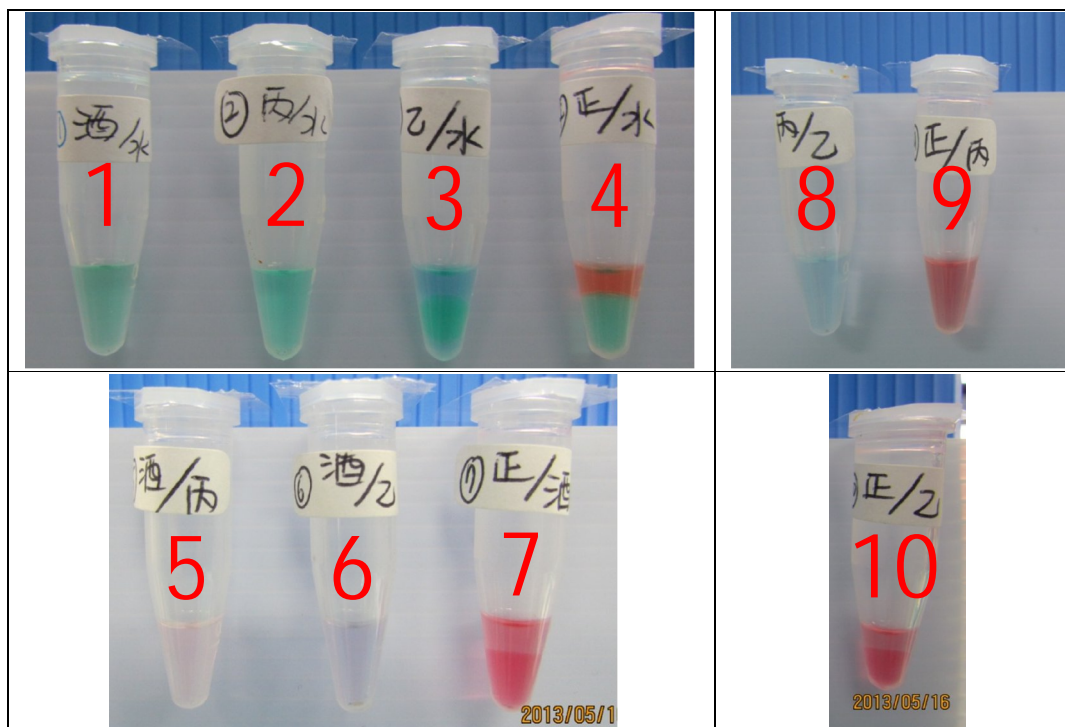


(2)按照課本實驗之步驟，將小試管以離心管取代，並依照密度大小加入適當的滴數。參照下表。

蒸餾水	乙醇 5d	丙酮 5d	乙酸乙酯 5d	正己烷 5d
	蒸餾水 2d	蒸餾水 2d	蒸餾水 2d	蒸餾水 2d
乙醇		乙醇 5d	乙醇 5d	正己烷 5d
		丙酮 2d	乙酸乙酯 2d	乙醇 5d
丙酮			丙酮 5d	正己烷 5d
			乙酸乙酯 2d	丙酮 2d
乙酸乙酯				正己烷 5d
				乙酸乙酯 2d

實驗紀錄：「+」：表示兩溶劑互溶；「-」：表示兩溶劑不互溶，括號內的數字對應照片中實驗結果。

	乙醇	丙酮	乙酸乙酯	正己烷
蒸餾水	+ (1)	+ (2)	- (3)	- (4)
乙醇		+ (5)	+ (6)	- (7)
丙酮			+ (8)	+ (9)
乙酸乙酯				- (10)



討論：若不互溶兩液體之間會出現明顯界面，若互溶的兩液體則混為一色，但此為「兩種混合物的互溶性的實驗結果」，非「兩種有機純物質的互溶性比較」，且染色用的奇異筆內含有酒精，或者染料也可能影響實驗結果，儘管這樣的實驗設計可增加趣味，但缺乏實驗結果的可信度。

(二)有機化合物的揮發性

1.使用 3 mL 滴管：吸取正己烷約 1.5 cm，迅速將正己烷全部滴在玻璃片上，立刻開始計時，記錄正己烷完全從玻璃片上揮發所需時間。

實驗結果：

	正己烷	乙酸乙酯	丙酮	乙醇
揮發時間	36 秒	2 分 27 秒	4 分 25 秒	> 6 分

討論：實驗操作時吸取 1.5 cm 的溶劑在操作上不是非常容易，吸取有機溶劑的量之精確度有待改善，且此實驗須較長時間等待。

2.使用自製吸管：取一支吸管切取長度 1.5 公分，將吸管尾端用酒精燈火焰燒熱，以銅片壓緊，封住一端，重新測量封口處至開口頂端的長度，並將之修剪成 1.5 cm。（如右圖）。加入約 1 cm 高的正己烷，立刻開始計時，記錄吸管内正己烷完全揮發所需時間。

實驗結果：有機溶劑幾乎沒有揮發的跡象，過了 10 多分鐘依舊不見減少。



附錄四：藥品基本資料（上網 GHS 查詢）

乙醇

基本資料

中文名稱	乙醇、酒精		
英文名稱	Ethanol、Alcohol、Ethyl Alcohol		
CAS No.	64-17-5	UN No.	1170
處理原則	127	EAC 碼 [解釋]	·2YE
運輸圖式			
GHS 標示	 GHS_Mark_49.PDF		
GHS SDS	 GHS_SDS_49.PDF		

物質性狀

顏色	透明無色，揮發性
形狀	無色透明的揮發性液體
氣味	酒精味

物化數據

沸點 [解釋]	78.4	閃火點 [解釋]	13 (閉杯)
爆炸界限 [解釋]	3.3 % ~ 19 %	自燃溫度 [解釋]	363
蒸氣壓 [解釋]	44.3 mm Hg	蒸氣密度 [解釋]	1.6
密度(水=1) [解釋]	0.789	水溶解度 [解釋]	與水互溶

毒性資料

LD50 (測試動物、暴露途徑) [解釋]	7060 mg/kg(大鼠,吞食)
LC50 (測試動物、暴露途徑) [解釋]	20,000 ppm/10H(大鼠,吸入)
IARC 致癌性分類 [解釋]	-
ACGIH 致癌性分類 [解釋]	-

生態資料

生態毒性：

LC50 (魚類)：13480mg/l/96H

EC50 (水生無脊椎動物)：-

生物濃縮係數 (BCF)：-

辛醇 / 水分配係數 (log Kow)：-0.31- -0.32

丙酮

基本資料

中文名稱	丙酮		
英文名稱	Acetone		
CAS No.	67-64-1	UN No.	1090
處理原則	127	EAC 碼 [解釋]	·2YE
運輸圖式			
GHS 標示	 GHS_Mark_4.PDF		
GHS SDS	 GHS_SDS_4.PDF		

物質性狀

顏色	無色
形狀	無色、澄清狀液體
氣味	特殊甜味，薄荷味

物化數據

沸點 [解釋]	56.2	閃火點 [解釋]	-18 (閉杯)
爆炸界限 [解釋]	2.5 ~ 12.8 %	自燃溫度 [解釋]	465
蒸氣壓 [解釋]	180 mmHg	蒸氣密度 [解釋]	2
密度(水=1) [解釋]	0.791	水溶解度 [解釋]	全溶於水

毒性資料

LD50 (測試動物、暴露途徑) [解釋]	5800 mg/kg(大鼠，吞食)
---------------------------------------	-------------------

LC50 (測試動物、暴露途徑) [解釋]	50100 ppm/6H(大鼠，吸入)
IARC 致癌性分類 [解釋]	-
ACGIH 致癌性分類 [解釋]	-

生態資料

生態毒性：

LC50 (魚類)：8300-40000mg/l/96H

EC50 (水生無脊椎動物)：10mg/l/48H (水蚤)

生物濃縮係數 (BCF)：0.69

辛醇 / 水分配係數 (log Kow)：-0.24

乙酸乙酯

基本資料

中文名稱	乙酸乙酯、醋酸乙酯		
英文名稱	Ethyl acetate、Acetic ether、Ethyl ethanoate、Acetic acid ethyl ester、Acetic ester、Acetoxyethane、Ethyl acetic ester		
CAS No.	141-78-6	UN No.	1173
處理原則	129	EAC 碼 [解釋]	·3YE
運輸圖式			
GHS 標示	 GHS_Mark_51.PDF		
GHS SDS	 GHS_SDS_51.PDF		

物質性狀

顏色	無色
形狀	無色、澄清狀液體
氣味	水果味

物化數據

沸點 [解釋]	77	閃火點 [解釋]	-4.4 (閉杯)
爆炸界限 [解釋]	2.0 % ~ 11.5 %	自燃溫度 [解釋]	427
蒸氣壓 [解釋]	73 mm Hg	蒸氣密度 [解釋]	3.04
密度(水=1) [解釋]	0.902@20	水溶解度 [解釋]	8.6g/100ml(水)

毒性資料

LD50 (測試動物、暴露途徑) [解釋]	5600mg/kg(大鼠，吞食)
LC50 (測試動物、暴露途徑) [解釋]	16000 ppm /6H(大鼠，吸入)
IARC 致癌性分類 [解釋]	-
ACGIH 致癌性分類 [解釋]	-

生態資料

生態毒性：

LC50 (魚類)：-

EC50 (水生無脊椎動物)：-

生物濃縮係數 (BCF)：-

辛醇 / 水分配係數 (log Kow)：0.66-0.73

正己烷

基本資料

中文名稱	正己烷、己烷		
英文名稱	n-Hexane、Hexane、Hexyl hydride、Normal hexane、Dipropyl		
CAS No.	110-54-3	UN No.	1208
處理原則	128	EAC 碼 [解釋]	3YE
運輸圖式			
GHS 標示	 GHS_Mark_65.PDF		
GHS SDS	 GHS_SDS_65.PDF		

物質性狀

顏色	無色
形狀	無色、澄清液體
氣味	汽油味

物化數據

沸點 [解釋]	68.7	閃火點 [解釋]	-21.7 (閉杯)
爆炸界限 [解釋]	1.1 % ~ 7.5 %	自燃溫度 [解釋]	225
蒸氣壓 [解釋]	124 mmHg	蒸氣密度 [解釋]	2.97
密度(水=1) [解釋]	0.66	水溶解度 [解釋]	不溶(0.95 mg ~ 1.4 mg/100 ml @ 20 水)

毒性資料

LD50 (測試動物、暴露途徑) [解釋]	9100 mg/kg(大鼠，腹腔注射)
LC50 (測試動物、暴露途徑) [解釋]	120 gm/m ³ (小鼠，吸入)
IARC 致癌性分類 [解釋]	-
ACGIH 致癌性分類 [解釋]	-

生態資料

生態毒性：

LC50 (魚類)：4mg/l/24H

EC50 (水生無脊椎動物)：-

生物濃縮係數 (BCF)：-

辛醇 / 水分配係數 (log Kow)：3.17-3.94