



國立中正大學

National Chung Cheng University



積極創新 修德澤人



114-1

補充教材七、有機酸在水與有機溶劑間之分佈

(國立臺灣大學出版中心編撰《大學普通化學實驗》第十四版實驗三十)

114.11.16~114.11.22 (預估操作時間：2小時)

一、目的

瞭解溶質在異相間之分佈平衡與在不同溶劑中的組成會有所不同。



二、原理

將一個溶質溶於兩種不互溶的混合溶劑中，則此溶質在兩相間會有分布平衡存在。



$$D = \frac{[\text{Br}_2]_{(\text{CCl}_4)}}{[\text{Br}_2]_{(\text{aq})}} \quad (\text{eq. s7-2})$$

D (分佈係數)即溶質在兩相間體積莫耳濃度的比值

溶質在不同溶劑中會有不同的組成。



$$D = \frac{[A]_{org}}{[A]_{aq}} \quad (\text{eq. s7-4})$$

分佈係數只考慮每一相中溶質的總濃度

$$K_{eq} = \frac{[A_n]_{org}}{([A]_{aq})^n} \quad (\text{eq. s7-5})$$

平衡常數需考慮溶質在不同相中存在的形式及其濃度的比例

在有機相中，每一莫耳 A_n 含有 n 莫耳 A ，所以
 $[A] = n[A_n]$

$$[A]_{\text{org}} = n [A_n]_{\text{org}} \quad (\text{eq. s7-6})$$

$$D = \frac{[A]_{\text{org}}}{[A]_{\text{aq}}} = \frac{n[A_n]_{\text{org}}}{[A]_{\text{aq}}} \quad (\text{eq. s7-7})$$

$$\Rightarrow [A_n]_{\text{org}} = K_{\text{eq}} ([A]_{\text{aq}})^n \quad (\text{eq. s7-8})$$

$$D = \frac{nK_{\text{eq}} ([A]_{\text{aq}})^n}{[A]_{\text{aq}}} \quad (\text{eq. s7-9})$$

$$\log D = \log (nK_{\text{eq}}) + n \log [A]_{\text{aq}} - \log [A]_{\text{aq}} \quad (\text{eq. s7-10})$$

$$\log D = \log (nK_{\text{eq}}) + (n-1) \log [A]_{\text{aq}} \quad (\text{eq. s7-11})$$

本實驗研究苯甲酸在水及正己烷間的分佈情形

$$\log D = (n-1) \log [A]_{\text{aq}} + \log (nK_{\text{eq}})$$



$$y = mx + b$$

用不同量的苯甲酸使其在水及正己烷間達到平衡，以酚酞作指示劑，用氫氧化鈉標準溶液滴定兩相中酸的含量，求出 **D 值**。依據上述方程式做圖求出苯甲酸在有機相中之結合程度 (n) 及由 y 截距求出 **K_{eq}**

三、儀器與材料

儀器

各組器材櫃	助教提供
錐形瓶 (125 mL × 6)	滴定管 (50 mL × 1)
吸量管 × 1	蝴蝶夾 × 1
橡膠塞 × 4	
磁石攪拌子 × 1	
安全吸球 × 1	
電磁攪拌器 × 1	

三、儀器與材料

藥品

正己烷 ($n\text{-C}_6\text{H}_{14}$) ****

苯甲酸水溶液 ($\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$, 2.1 g/L) **

酚酞指示劑 (1% phenolphthalein) **

0.010 M 氫氧化鈉標準溶液 (NaOH) ***

* : 腐蝕性 * : 毒性 * : 刺激性 * : 易燃性

四、實驗步驟

1. 將四個錐形瓶依序編號 1 至 4 號，分別加入 40 mL 正己烷及依據表 1 加入不等量的去離子水及苯甲酸水溶液。

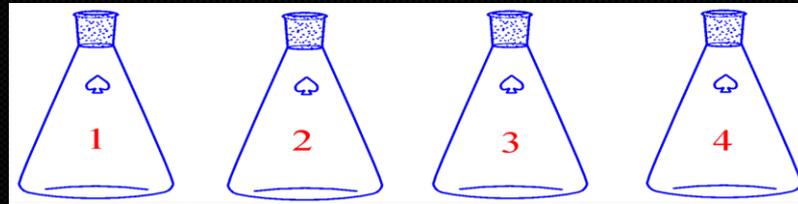


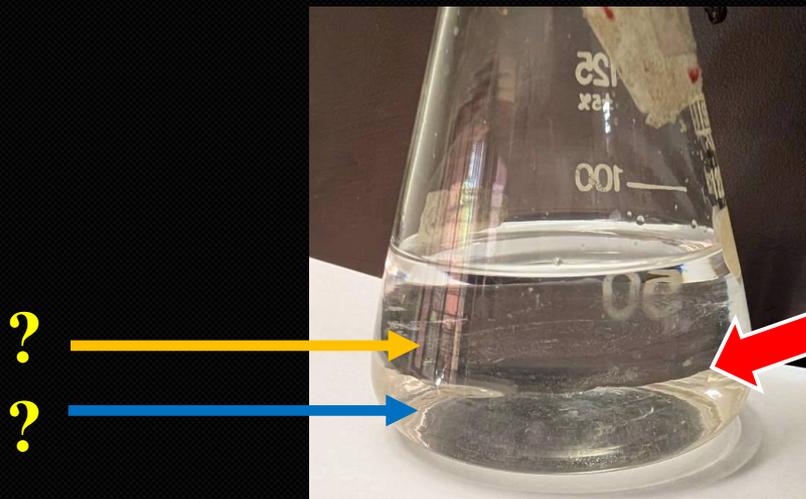
表1. 苯甲酸四次平衡分佈的各溶液取量

試樣編號	正己烷體積 (mL)	苯甲酸水溶液體積 (mL)	水體積 (mL)
1	40	10	30
2	40	20	20
3	40	30	10
4	40	40	0

四、實驗步驟

2. 以橡膠塞蓋緊每一瓶子，以電磁攪拌器或手搖動瓶子混和攪拌 20 分鐘，確使苯甲酸在兩相中達分佈平衡。(注意：使用手搖時瓶內不能含有磁石)
3. 靜置等待分層後，判斷何為有機層或者水層，如圖

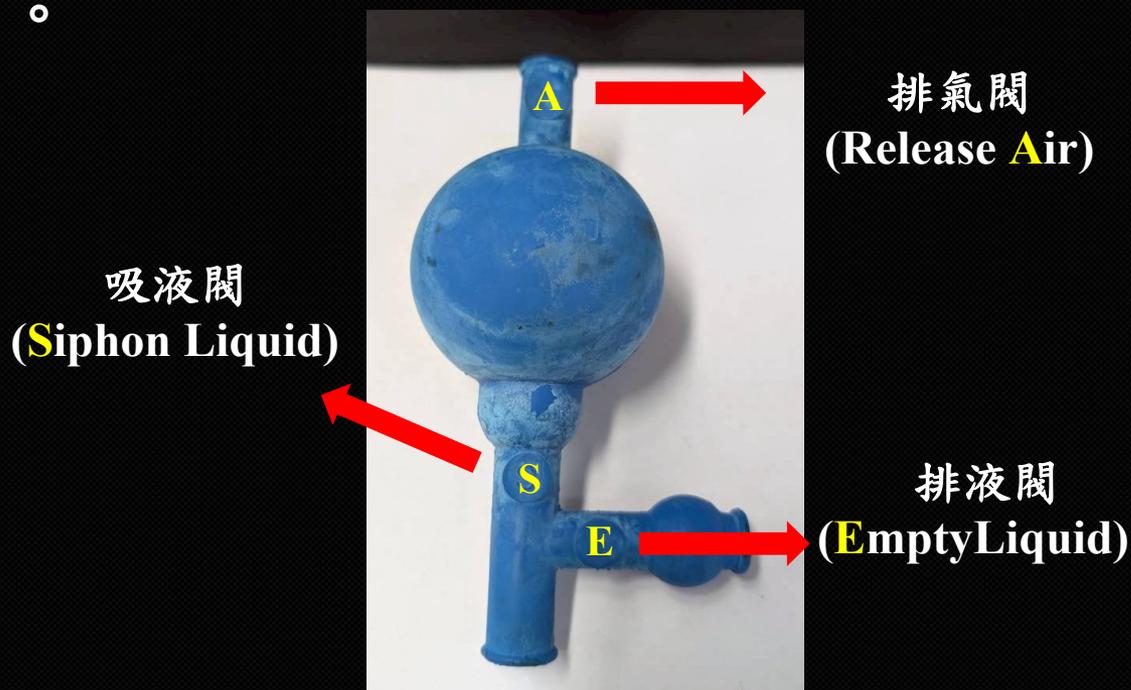
一。



有明顯分層

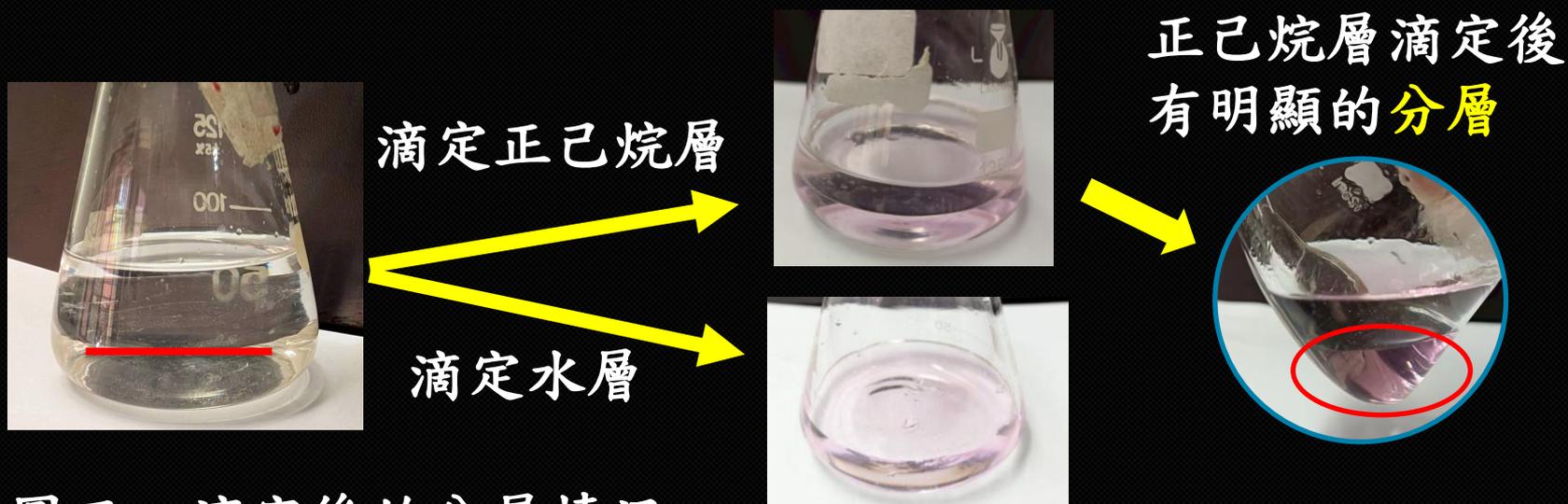
圖一、溶液分層情況

4. 使用安全吸球及吸量管，將上下層分別取出 25.0 mL 於乾淨錐形瓶中。



圖二、安全吸球介紹

5. 於錐形瓶中各滴入 3 滴酚酞，並用 0.010 M NaOH 標準溶液進行苯甲酸的滴定並紀錄數值，如圖三。



圖三、滴定後的分層情況

6. 重複步驟 4、5，測定另外三瓶試樣之水層與正己烷層中苯甲酸含量。

五、注意事項

1. 使用磁石攪拌子前要先以去離子水清洗後才能放入錐形瓶中。
2. 需使酸鹼反應確實，並隨時注意橡膠塞確實塞好。
3. 使用吸量管量取液體時，取正己烷層盡量避免取到水層；取水層亦避免取到正己烷層。
4. 滴定正己烷層時，由於正己烷與氫氧化鈉溶液**不互溶**，所以需大力搖晃並且等待其顏色變化。
5. 廢液請集中倒入**廢液桶**回收。

五、注意事項

6. 實驗進行中，務必要穿著實驗衣，並戴護目鏡、手套和口罩。
7. 本實驗中所有藥品皆具毒性及一定的危險性，因此在操作本實驗時請謹守實驗室安全規範及助教指示，以確保安全。
8. 所有藥品及實驗器具皆不能帶出實驗室。

六、實驗數據與結果

水層	(1)	(2)	(3)	(4)
水溶液體積 (mL)				
NaOH 體積 (mL)				
苯甲酸濃度 (M)				
有機層	(1)	(2)	(3)	(4)
有機層體積 (mL)				
NaOH 體積 (mL)				
苯甲酸濃度 (M)				

(一) 計算每一平衡系統之分布係數

試樣	(1)	(2)	(3)	(4)
$[A]_{org}$				
$[A]_{aq}$				
$D = [A]_{org}/[A]_{aq}$				
$\log [A]_{aq}$				
$\log D$				

$$\log D = (n - 1) \log [A]_{aq} + \log (nK_{eq})$$

$\log [A]_{aq}$

(二) 作圖求出苯甲酸在有機相中之結合程度 (n) 及平衡常數 (K_{eq})

1. 以 $\log D$ 為縱軸， $\log[A]_{aq}$ 為橫軸作圖，得

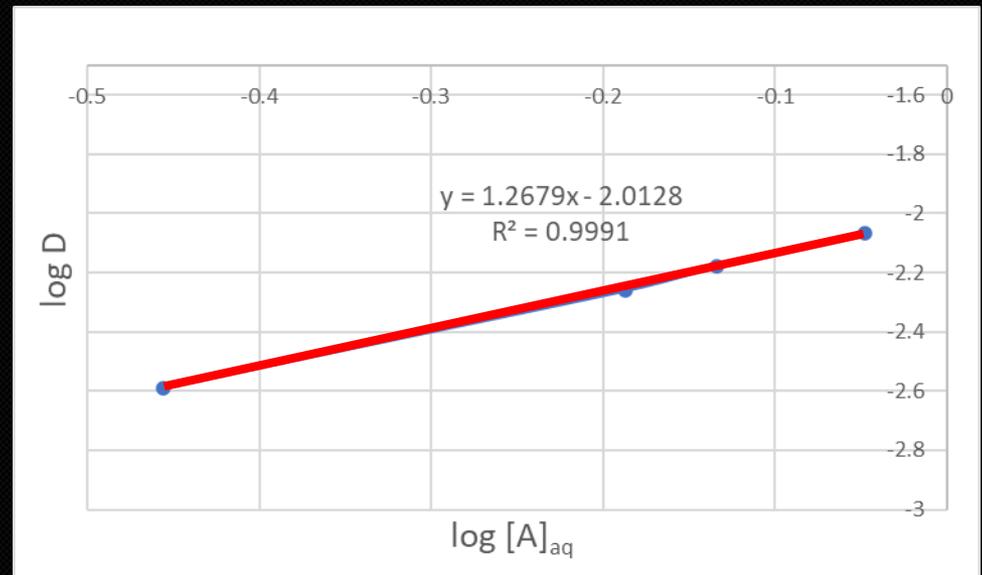
直線之斜率：

直線之 y 截距：

2. 結合程度 (n)：

3. 平衡常數 (K_{eq})：

$$\log D = (n - 1) \log [A]_{aq} + \log (nK_{eq})$$



(三) 計算苯甲酸在正己烷及水中分布之平衡常數

試樣	(1)	(2)	(3)	(4)
$[A_n]_{org}$				
$([A]_{aq})^n$				
K_{eq}				

七、問題與討論

1. 苯甲酸溶解於正己烷中是以二聚體 (dimer) 的形式存在，為什麼？請畫出其結合結構。

七、問題與討論

2. 以氫氧化鈉溶液滴定正己烷層中之苯甲酸含量時溶液為何會分為兩層，且滴定過程中下層溶液呈現粉紅色，上層溶液為無色？

七、問題與討論

3. 請問有機酸在水與有機溶劑間之分佈實驗中，苯甲酸較易與哪一種溶液互溶？

七、問題與討論

4. 為什麼苯甲酸在水相與有機相的分配比例，與它在水中的酸解離常數 (K_a) 有關？

國立中正大學化學暨生物化學系

教材製作：吳宜樺 助教

教材編修：蔡聿貞 助教

指導老師：于淑君 教授

製作日期：114.08.30