

# 固體中擴散現象研究

## 國中組化學科第二名

台北市立弘道國民中學

作者：陳嘉恩

指導教師：曾祥韻、張金英

### 一、研究動機

液體及氣體分子可以自由運動，液體及氣體能從一處擴散到他處。國中理化實驗 6-3 液體的擴散及實驗 6-4 氣體的擴散，教導我們以簡單的實驗方法證實液體和氣體中的擴散現象。但物質有三態，除了氣體和液體外，還有一種形態為固體，在固體中是否一樣會有擴散現象，引起我們的興趣。在日常生活中，因運動而產生的腫傷，我們在皮膚上塗抹藥物，讓藥物進入到皮膚內而產生藥效，應該也是一種擴散。固體的染料和布同時放入水中，染料溶解後，進入布的纖維內，使纖維產生著色的染色現象，應該也是一種固體中的擴散現象。但國中課本只談到液體和氣體中的擴散，並沒有提到固體中的擴散。本校在去年科展中，曾探討膠體中的擴散現象，並獲獎。本年度延續去年的研究，探討固體中的擴散現象。

### 二、研究目的

利用自製簡單的設備和方法，進行固體中的擴散現象實驗，除證實固體中也可以有擴散現象外，並利用此方法探討影響固體中擴散現象的各種因素。本研究以染料為擴散物質，探討染料對玻璃紙的擴散現象。操縱變因為擴散物質濃度、擴散溫度、時間、擴散溶液中之添加物。

### 三、研究設備與器材

#### (一)實驗材料

1. 玻璃紙
2. 染料 ( C.I. Direct Blue 86 , Red 83 )
3. 酒精
4. 氯化鈉
5. 玻璃管 ( 直徑1cm , 長5cm )
6. 粗鐵絲或竹籤 ( 長5cm )

## 7. 線

### (二)實驗設備

1. 恆溫水槽
2. 加熱板
3. 可見光譜儀（向技術學院借用）

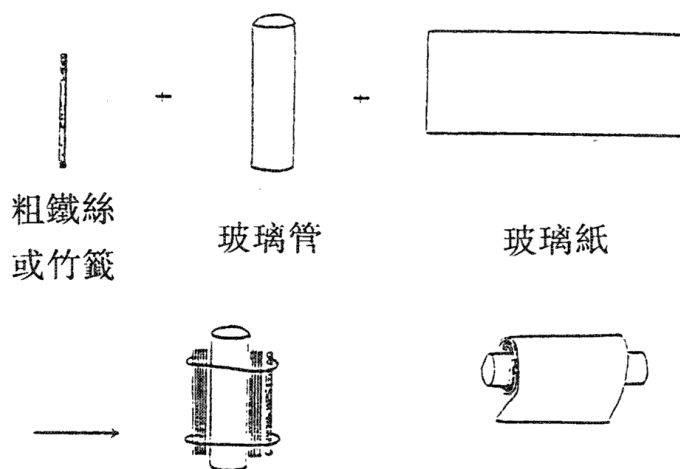
## 四、研究過程

### (一)擴散實驗步驟：

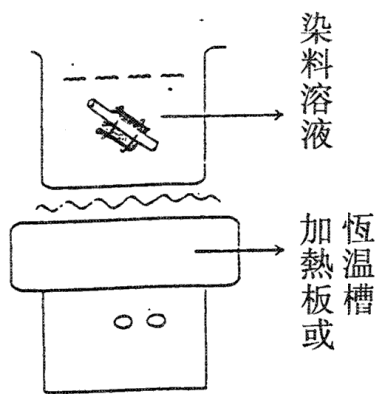
1. 將玻璃紙剪成4公分寬的長條。
2. 將玻璃紙捲繞在長5公分、直徑1公分的玻璃管上。（如圖1所示）
3. 最外層用長5公分的粗鐵絲或竹籤壓在上面，再以線綁緊。（如圖1所示）
4. 放入含有染料溶液的燒杯中，加熱進行染色。（如圖2所示）加熱可在加熱板或恆溫水槽進行。
5. 染色後，取出水洗後拆開綁線，可觀察到擴散到第幾層，判斷擴散效果。（如圖3所示）
6. 將各層玻璃紙用可見光譜儀測定吸收度。

### (二)擴散實驗條件的改變：

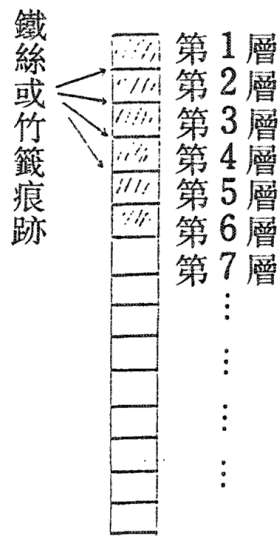
1. 染料溶液濃度。（0.1%、0.5%、1%）
2. 溫度。（30°C、60°C、90°C）
3. 時間。（1, 5, 18, 24, 30, 42小時）
4. 染料溶液中加入溶劑（酒精）。
5. 染料溶液中加入鹽類（氯化鈉）。



圖一 實驗試樣之製作



圖二 擴散實驗之進行



圖三 擴散結果

## 五、研究結果

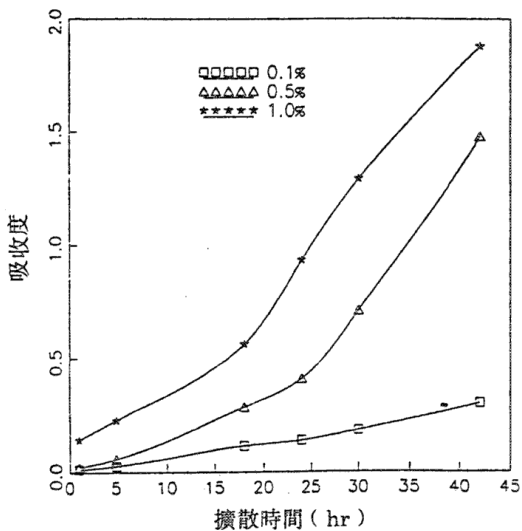
利用自製的簡單設備和方法，進行染料對玻璃紙的擴散實驗，結果可證明物質在固體中也有擴散現象。

### (一)染料濃度對擴散的影響

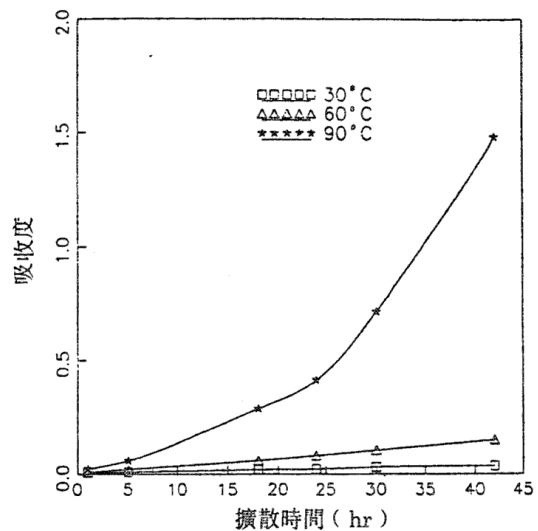
染料濃度愈高，對玻璃紙的擴散層數愈多，同層數的顏色也愈深。如圖4所示，第五層玻璃紙中染料的吸收度，隨時間的增加而增加，染料濃度愈高者，其增加值愈大。

### (二)溫度對擴散的影響

溫度對擴散的影響很大，30°C之低溫下，經過24小時也幾乎沒有擴散現象發生。溫度愈高，擴散愈快。如圖5所示。



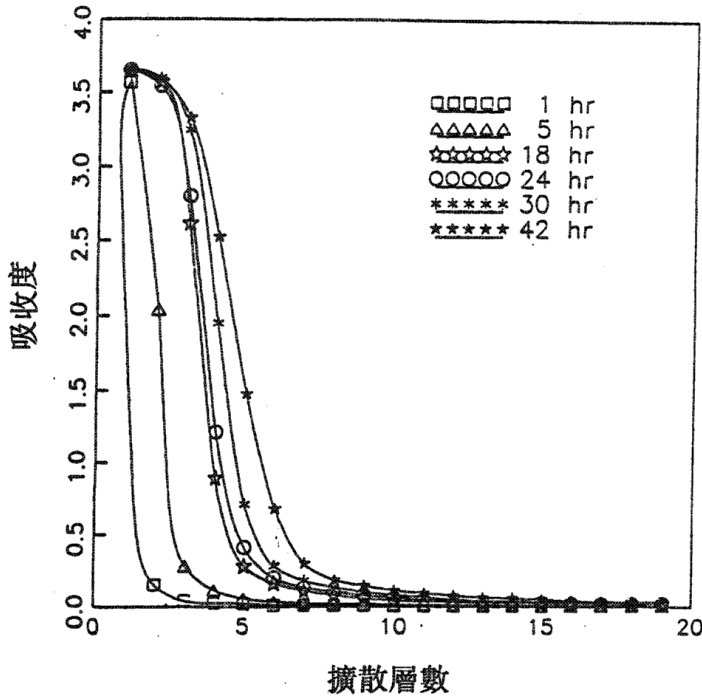
圖四 染料濃度對擴散的影響



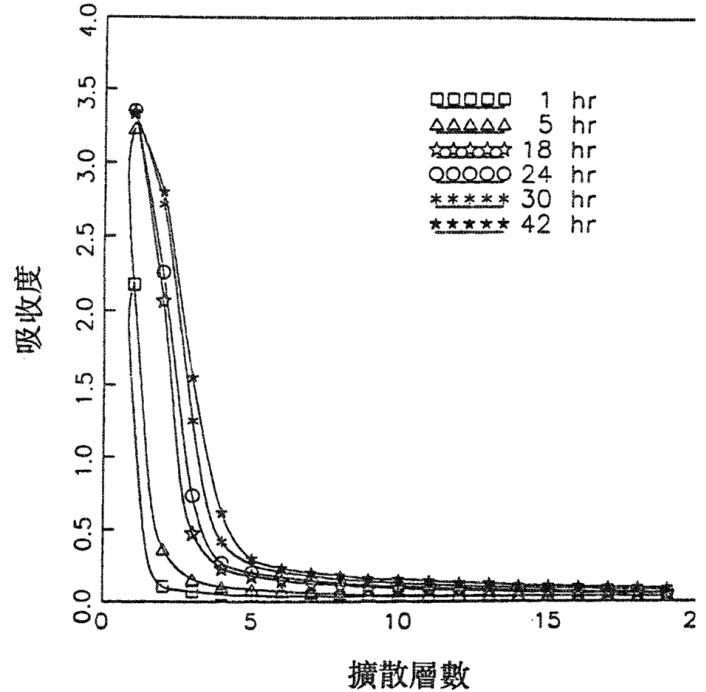
圖五 溫度對擴散的影響

### (三) 時間對擴散的影響

與氣體及液體中的擴散比較，固體中的擴散非常慢。如圖6、圖7所示，藍色染料經過1小時後，第2層以後各層的吸收度都很低，經過24小時則擴散至7層左右，而紅色染料經過24小時也只擴散至3層左右。



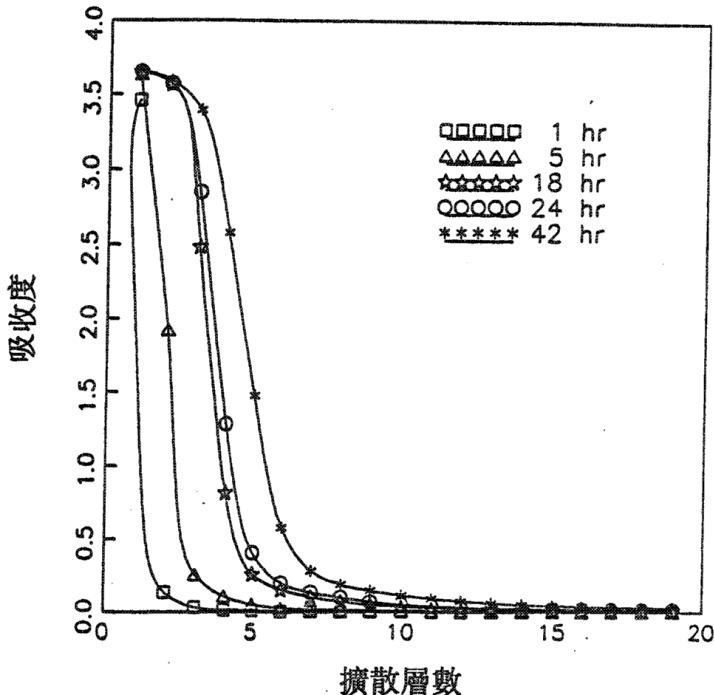
圖六 時間對藍色染料擴散的影響



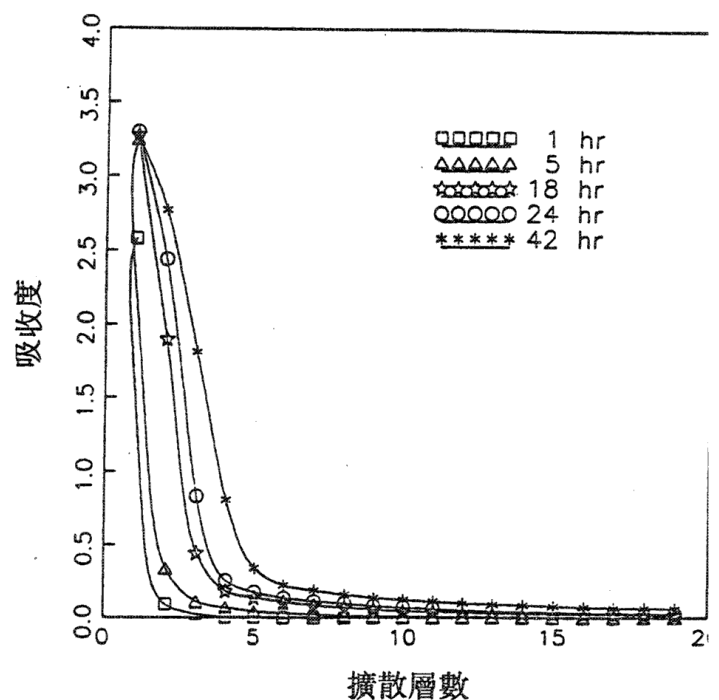
圖七 時間對紅色染料擴散的影響

### (四) 染料溶液中加入酒精對擴散的影響

染料溶液中加入2%的酒精，可稍微增加染料對玻璃紙的擴散。如圖8、圖9所示。



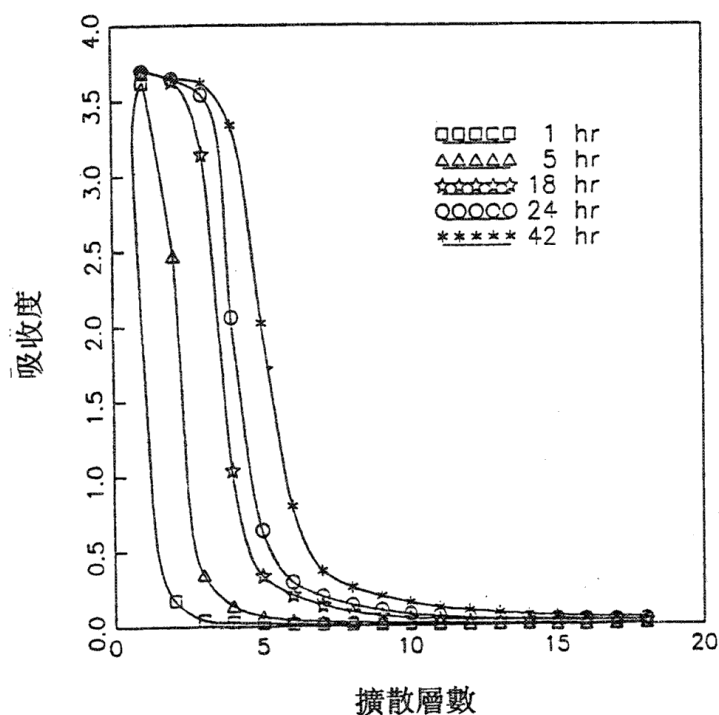
圖八 藍色染料溶液中加入酒精對擴散的影響



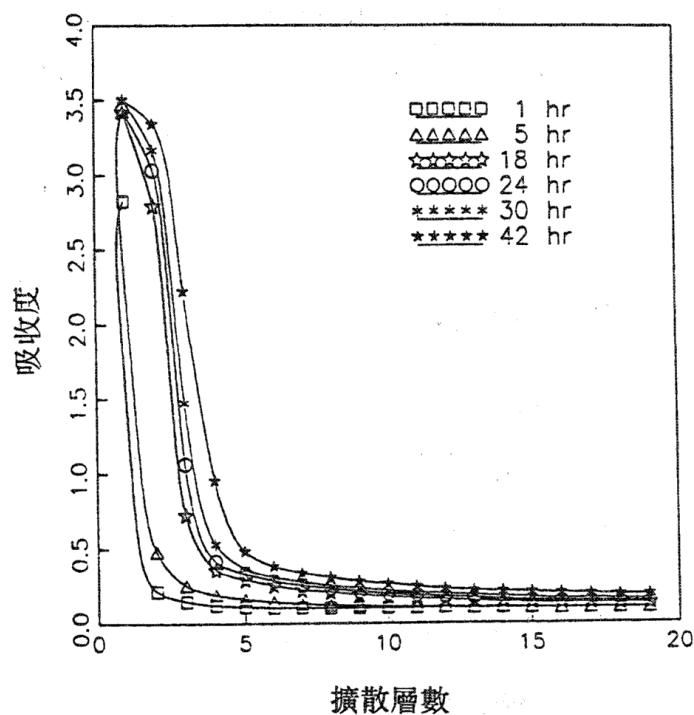
圖九 紅色染料溶液中加入酒精對擴散的影響

### (五)染料溶液中加入氯化鈉對擴散的影響

染料溶液中加入2%之氯化鈉，可明顯增加染料對玻璃紙的擴散。如圖10、圖11所示。



圖十 藍色染料溶液中加入氯化鈉對擴散的影響



圖十一 紅色染料溶液中加入氯化鈉對擴散的影響

## 六、討論

- (一)染料由玻璃紙表面，隨時間的增加往內層擴散表面層的顏色在短時間內就相當深，顯示染料分子在溶液中極容易擴散到玻璃紙表面。但由表面層往內層擴散則需要極長時間，可知固體中的擴散非常不容易。
- (二)經過長時間的擴散後（如42小時），靠近表面的各層有明顯的著色，而內部各層則呈現少許著色，其原因可能是染料為一種混合物，其中含分子較小之少量有色雜質較易擴散。
- (三)染料濃度不同時，濃度高者擴散較快，顯示與氣體中及液體中的擴散一樣，固體中的擴散也是物質由濃度高處往濃度低處擴散，濃度差愈大，擴散愈快。
- (四)染料在玻璃紙中的擴散受溫度影響大。溫度愈高擴散愈快，其原因為溫度高，染料分子運動激烈，因而有足夠能量往內部擴散。
- (五)染料溶液中加入酒精，可增加染料對玻璃紙的擴散。其原因可能是酒精使玻璃紙產生膨潤，造成染料易於通過。

(六)染料溶液中加入氯化鈉，可增加染料對玻璃紙的擴散。其原因據文獻的說明可能是氯化鈉在水溶液中降低玻璃紙上所帶的負電荷，因而使同帶負電荷的染料易於通過。

(七)實驗中所使用的粗鐵絲在水溶液中易於生銹，因此各層玻璃紙上都呈現鐵銹擴散的痕跡，但因而使各層較易分辨出。

(八)本研究中的擴散結果，可以用染料由玻璃紙表面往內部擴散層的數目簡單表示，也可以將各層玻璃紙上的染料加以分析定量，利用儀器測定各層的吸光度。

## 七、結論

利用簡單的設備和方法，進行染料對玻璃紙的擴散實驗，除證實固體中也可以有擴散現象外，並從實驗結果中得知染料濃度愈高，擴散溫度愈高，擴散時間愈長，在溶液中加入酒精或氯化鈉，均可促進擴散的進行。國中課本中有關擴散的實驗，只談到液體和氣體中的擴散，並沒有提到固體中的擴散。本研究所使用的設備和方法都很簡單，適合於編入國中理化課本，作為實驗教材之用。

## 八、參考資料

- 國中理化課本第一冊..... 國立編譯館  
染色化學(三)..... 徐氏基金會

## 九、誌謝

本研究承蒙國立臺灣工業技術學院纖維系陳耿明教授在觀念及實驗上的指正，並借予實驗儀器，特此誌謝。

## 評語

1. 本研究能利用簡單的材料，玻璃紙，觀察到擴散現象，構想創新。
2. 本研究雖已探討影響擴散效果的變因，例如溶質，但對於溶質的性質，例如溶質的極性，電荷數，並未深入探討，需待補強。