

活性碳與各類物質反應之探討—— 研究其對顏色、氣體、酸鹼吸收之效率

國中組化學科第三名

臺北縣立福和國民中學

作者：黃千凌、郭伶玲、易承慧、劉宛貞

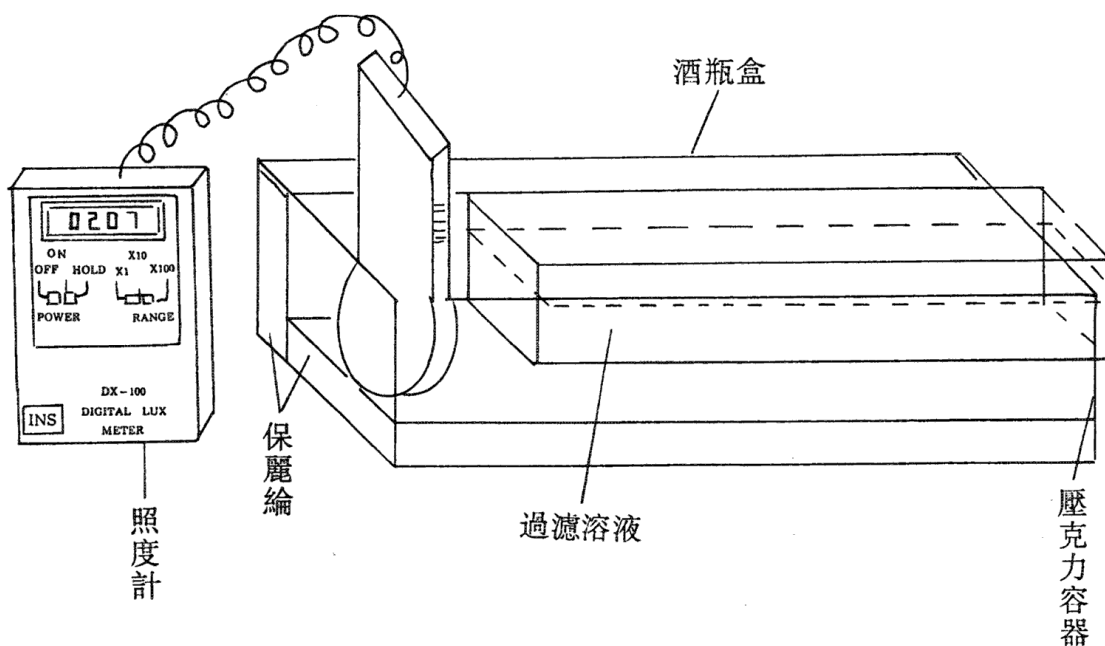
指導教師：陳裕泰、林紀修

一、研究目的

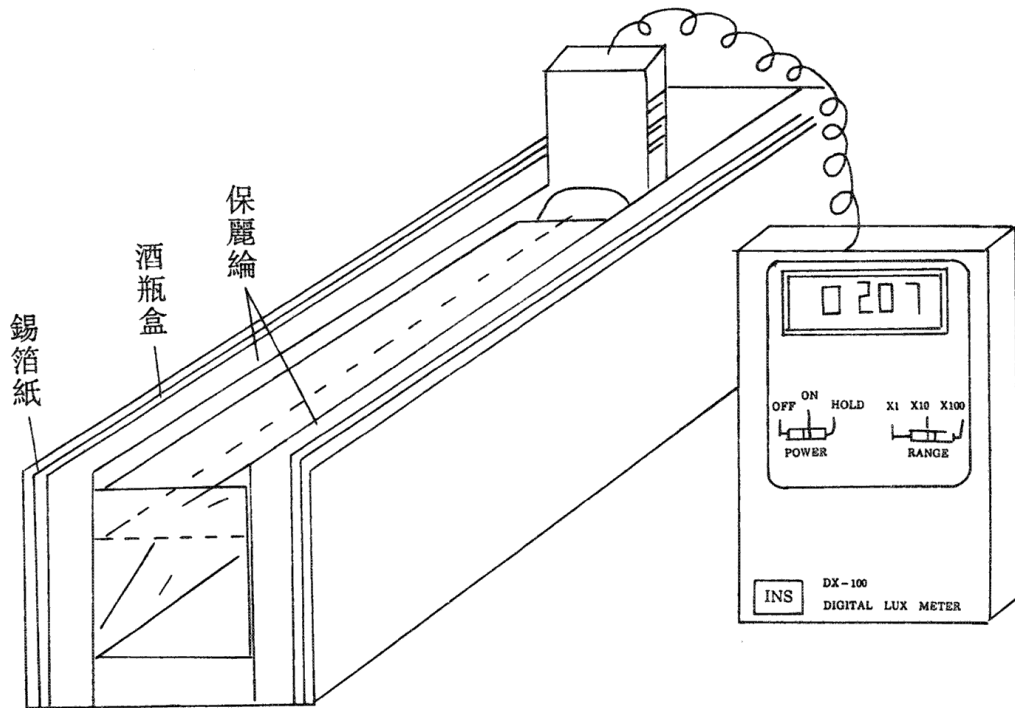
- (一) 確立活性碳對膠態溶液及真溶液吸收顏色之性質。
- (二) 探討活性碳吸收酸鹼之效率。
- (三) 研究活性碳是否能夠有效率的吸收氣體。

二、研究設備器材

- 1. 照度計 2. 蒸餾水 3. 鹵素燈 4. 活性碳(顆粒狀) 5. 黑墨水
 - 6. PH sensor 7. CuSO_4 8. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 9. K_2CrO_4 10. HCl
 - 11. NH_4OH 12. KMnO_4 13. 紅墨水 14. 藍墨水 15. 濾紙 16. 碼錶
- 照度裝置設計：



(圖一)



(圖二)

三、研究過程與結果

(一) 脫色實驗

先取 140cm^3 之蒸餾水，測其照度值 $510 \times 10\text{Lux}$ 做為以下實驗校正光線之數據。

[準備實驗] 標準濃度溶液與照度的關係

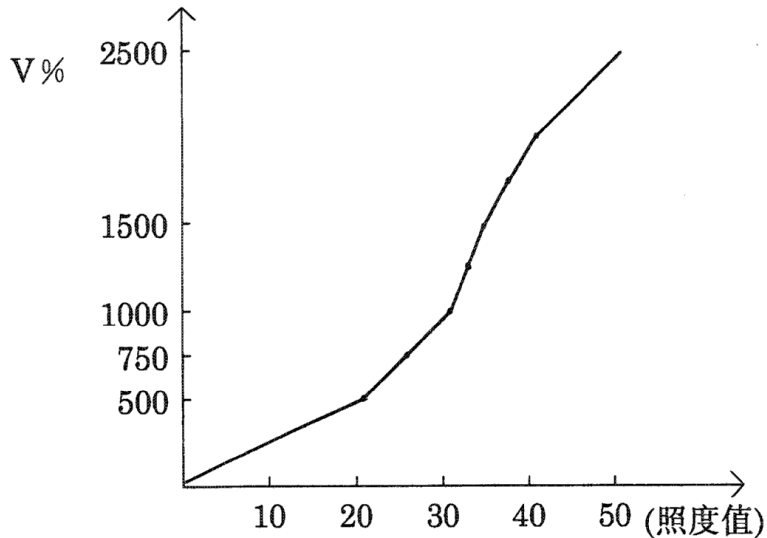
A. 實驗過程：

1. 調製各種不同體積百分濃度之黑墨水溶液。
2. 各取 140cm^3 測其照度值，並紀錄之。
3. 製表及繪出其關係圖。

B. 實驗結果：

蒸餾水 體積	499 cm^3	749 cm^3	999 cm^3	1249 cm^3	1499 cm^3	1749 cm^3	1999 cm^3	2499 cm^3
黑墨水 體積	1cm^3	1cm^3	1cm^3	1cm^3	1cm^3	1cm^3	1cm^3	1cm^3
體積百 分濃度	$\frac{1}{500}$	$\frac{1}{750}$	$\frac{1}{1000}$	$\frac{1}{1250}$	$\frac{1}{1500}$	$\frac{1}{1750}$	$\frac{1}{2000}$	$\frac{1}{2500}$
照度值 $\times 10\text{Lux}$	21.0	26.0	31.0	33.0	35.0	38.0	41.0	51.0

(表一)



(圖三)

分析：由（圖三）觀之，體積百分濃度在 $\frac{1}{500}$ 以下， $\frac{1}{2000}$ 以上時照度值

漸呈平緩，不再維持一定比例上升，但往後我們所做實驗，都是在這段範圍之內，故不再加以討論。

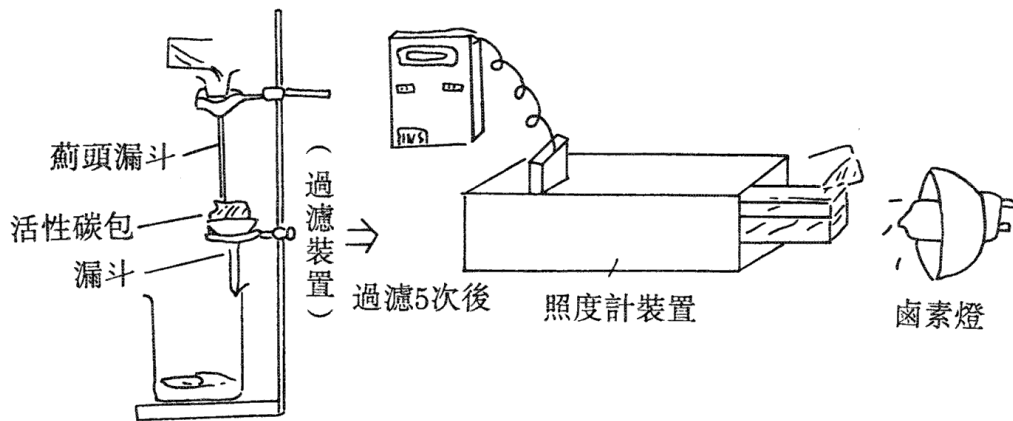
※以此標準溶液之照度，做為以下實驗之標準數據。

〔實驗一〕相同濃度之膠態溶液經活性碳過濾次數的不同，對其濃度的衰減量與所呈照度值的影響。

A. 實驗過程：

1. 調製體積百分濃度 $\frac{1}{1000}$ 之黑墨水溶液。
2. 取 140cm^3 調製後之溶液，於照度裝置內測其照度。
3. 自製實驗裝置，以紗布包上清洗過之顆粒狀活性碳共85克（含水35克）放於漏斗中，薈頭漏斗用以控制溶液通過之速度，量出 480cm^3 調製好的黑墨水開始過濾。
4. 過濾每5次，倒出 140cm^3 由燈光照射，測其照度值；做到過濾25次完，紀錄並繪出其照度與過濾次數之關係圖。

B. 實驗裝量：



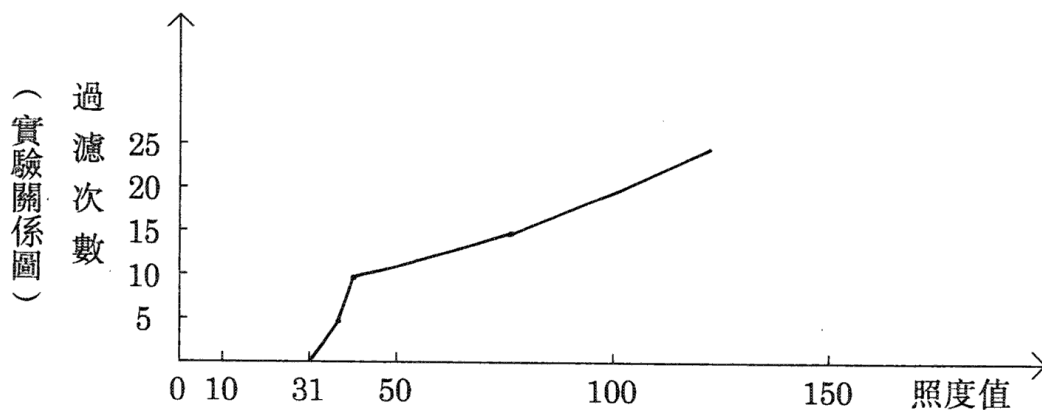
(圖四)

(圖五)

C. 實驗結果：

過濾次數	0次	5次	10次	15次	20次	25次
溶液測照 度 質 量	140cm ³	140cm ³	140cm ³	140cm ³	140cm ³	140cm ³
照 度 值 × 10Lux	31.0	38.0	41.0	76.5	102.0	123.0

(表二)



(圖六)

〔實驗二〕不同濃度之膠態溶液，經活性碳過濾一定次數後，濃度衰減與其照度值之變化情形。

A. 實驗過程：

1. 調製5種不同體積百分濃度之黑墨水溶液 ($\frac{1}{500}$ 、 $\frac{1}{1000}$ 、 $\frac{1}{1500}$ 、

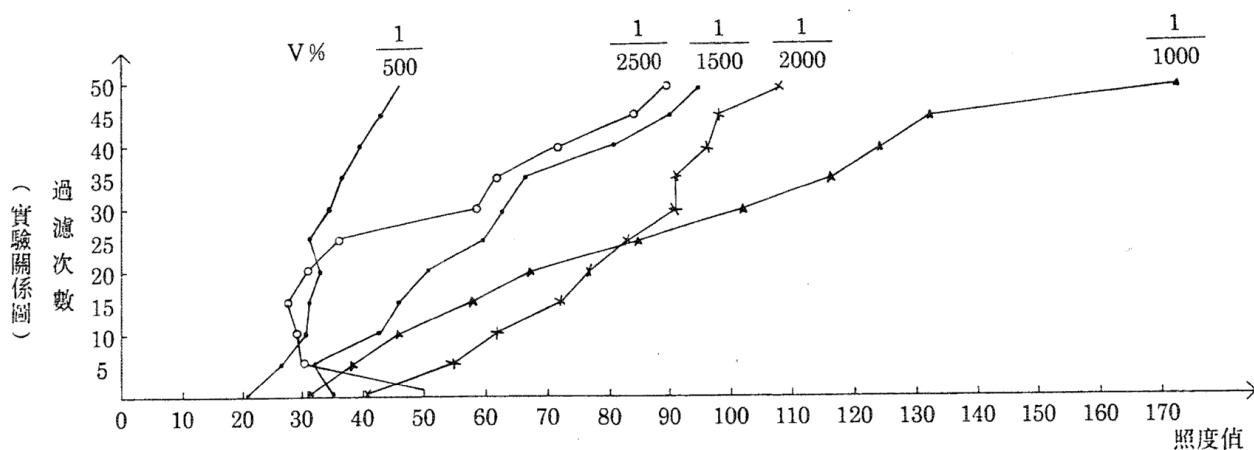
$\frac{1}{2000}$ 、 $\frac{1}{2500}$) 並各取140cm³測其照度值。

2. 過濾裝置同 [實驗一] 自製器材，每一種濃度之黑墨水溶液過濾5次即測其照度，直到過濾50次完。

B. 實驗結果：

每墨水體積 溶液體積	0次	5次	10次	15次	20次	25次	30次	35次	40次	45次	50次
$\frac{1}{500}$	21.0	26.5	30.5	31.0	33.0	31.0	34.5	36.5	39.5	43.0	46.0
$\frac{1}{1000}$	31.0	38.0	45.5	57.5	67.0	84.5	102.0	116.5	124.5	132.5	173.0
$\frac{1}{1500}$	35.0	32.0	42.5	45.5	50.5	59.5	62.5	66.0	80.5	90.0	95.0
$\frac{1}{2000}$	41.0	54.5	61.5	72.0	76.5	83.0	91.0	91.0	95.5	98.0	108.5
$\frac{1}{2500}$	51.0	30.0	29.0	27.5	31.0	36.0	58.5	61.5	71.5	84.0	89.5

(表三)



(圖七)

[實驗三] 各種不同的真溶液，經活性碳反應後，其顏色、濃度的變化與其照度的影響。

A. 實驗過程：

1. 調製重量百分濃度各為0.5%的鉻酸鉀、硫酸銅、重鉻酸鉀、過錳酸鉀等帶有顏色之真溶液各200cm³。
2. 取140cm³測其照度，紀錄於表格中。
3. 各真溶液分別過濾15次，每過濾完5次測其照度。

B. 實驗結果：

鉻酸鉀 (K₂CrO₄)

顏色 黃→橙黃

次數	0次	5次	10次	15次
照度	450	378	325	302

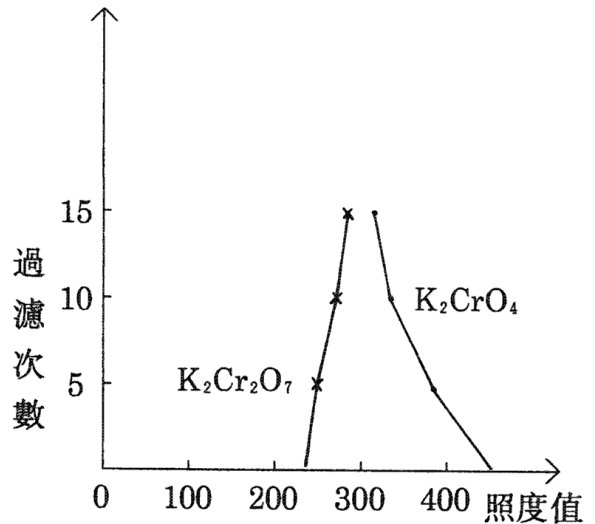
(表四)

重鉻酸鉀 (K₂Cr₂O₇)

顏色 橘紅→淡橙色

次數	0次	5次	10次	15次
照度	237	245	263	273

(表五)



(圖八)

硫酸銅 (CuSO₄)

顏色 淡藍→近清水

次數	0次	5次	10次	15次
照度	353	371	395	417

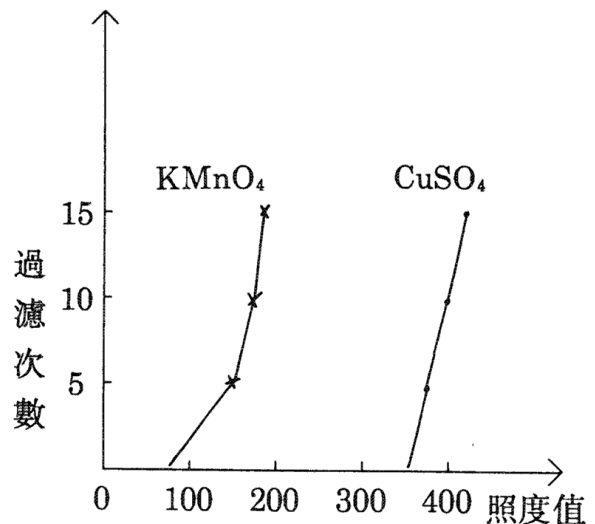
(表六)

過錳酸鉀 (KMnO₄)

顏色 紫紅→淡黃色

次數	0次	5次	10次	15次
照度	82	156	178	189

(表七)



(圖九)

(二) 活性碳吸收酸鹼效率之探討

〔實驗四〕接續上一真溶液之實驗，研究其活性碳對酸鹼之反應，確立活性碳吸收酸鹼之性質。

A. 實驗過程：

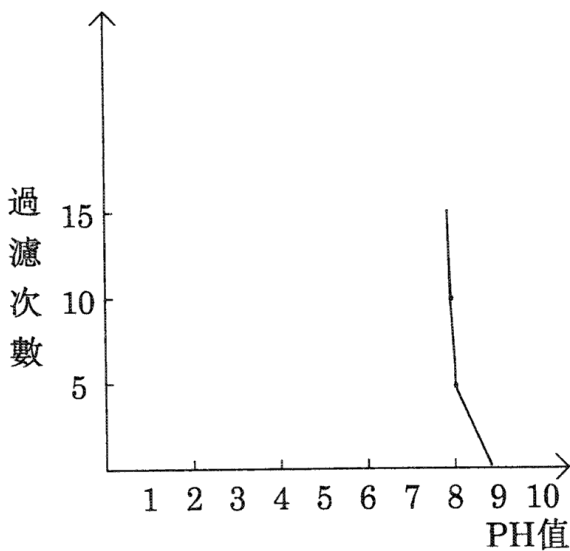
1. 調製重量百分濃度為0.5%的鉻酸鉀、硫酸銅、重鉻酸鉀等帶酸鹼性之真溶液各200cm³。
2. 以校正過之PH sensor測其酸鹼值，並紀錄之。
3. 各真溶液分別過濾15次，每過濾完5次測其PH值。

B. 實驗結果：

鉻酸鉀 (K₂CrO₄)

PH 鹼性→漸往中性

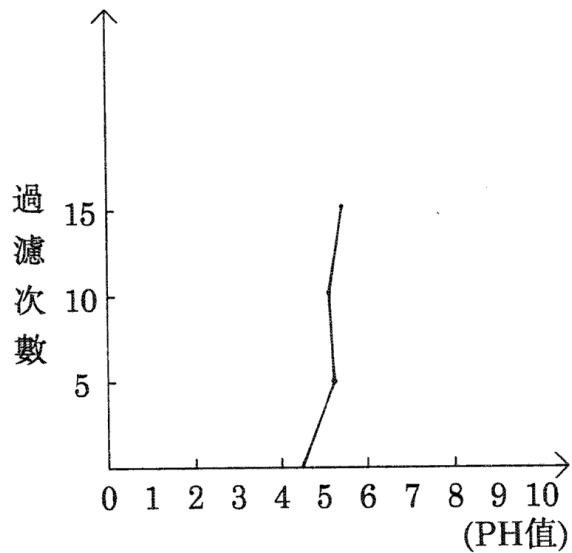
次數	0次	5次	10次	15次
PH	8.8	8.0	7.9	7.9



重鉻酸鉀 (K₂Cr₂O₇)

PH 酸性→漸往中性

次數	0次	5次	10次	15次
PH	4.7	6.1	6.3	6.4

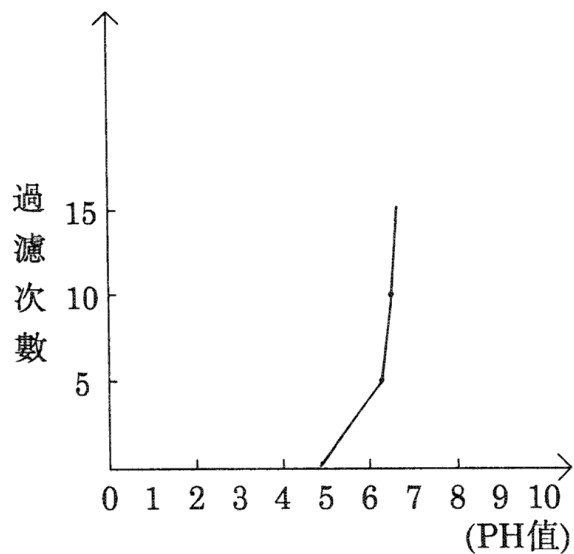


硫酸銅 (CuSO₄)

PH 酸性→漸往中性

次數	0次	5次	10次	15次
PH	4.4	5.2	5.1	5.4

(表八)



(圖十) (實驗關係圖)

〔實驗五〕以一酸性、鹼性之溶液，再深入探討活性碳與酸鹼反應之效率。

A. 實驗過程：

1. 調製體積百分濃度 $\frac{1}{1000}$ 的HCl溶液及NH₄OH各一杯500cm³。
2. 以校正過之PH sensor測其酸鹼值並紀錄之。
3. 兩杯酸鹼溶液以相同過濾器材分別過濾50次，每過濾完5次即測其PH值，製表並畫出其關係圖。

B. 實驗結果：

HCl 酸性→中性

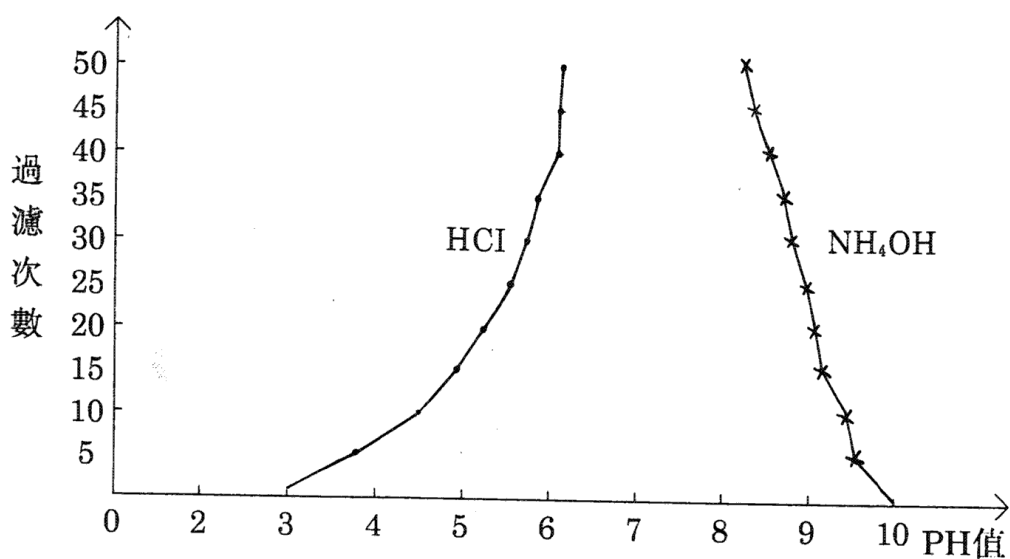
過濾次數	0次	5次	10次	15次	20次	25次	30次	35次	40次	45次	50次
PH值	2.9	3.9	4.6	5.0	5.3	5.6	5.8	5.9	6.1	6.1	6.1

(表九)

NH₄OH 鹼性→中性

過濾次數	0次	5次	10次	15次	20次	25次	30次	35次	40次	45次	50次
PH值	10	9.6	9.5	9.2	9.1	9.0	8.8	8.7	8.5	8.3	8.2

(表十)



(圖十一)

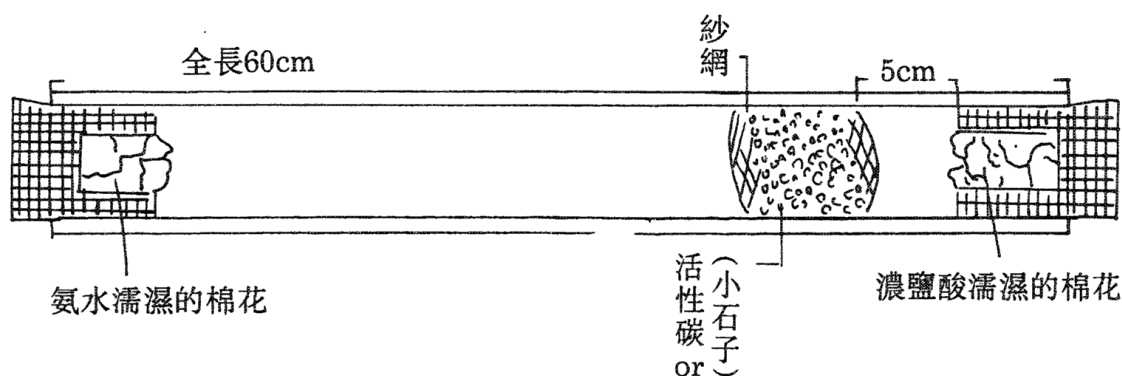
(三) 活性碳吸收氣體效率之探討

〔實驗六〕以國中理化課本(-)之氣體擴散實驗內加裝活性碳與以反應，觀察是否產生了氯化銨固體微粒。

A. 實驗過程：

1. 在二個中心有凹洞的橡皮塞中塞入脫脂棉花，分置在玻璃管兩端開口處；其中一玻璃管以紗網套入活性碳此為實驗組，另一則放入顆粒大小相同的小石子，此為對照組。
2. 然後以各裝有氨水和濃鹽酸的滴管，分別在兩管口處的棉花上，同時滴下5滴後，迅速將橡皮塞塞緊管口。
3. 每次實驗將活性碳及小石子的橫長漸漸縮減，再觀察兩玻璃管內是否都有白色的氯化銨產生。
4. 紀錄活性碳、小石子的橫長與氯化銨出現時間及距離。

B. 實驗裝置：



(圖十二)

C. 實驗結果：

活性碳橫長	是否產生氯化銨	時間(分)
15cm	否	20
10cm	否	20
8cm	否	20
5cm	否	20
3cm	否	20

(表十一)

小石子橫長(cm)	是否產生氯化銨	時間(分)	靠近HCL距離
15	否	25分	
10	是	16分05秒	14.5cm
8	是	13分04秒	16.8cm
5	是	10分11秒	17.3cm
3	是	8分16秒	19.1cm

(表十二)

四、討論

實驗過程討論：

1. (圖五) 各次實驗中所使用的照度計裝置是以長方形空盒為本體，外覆蓋錫箔紙，將照度計之受光sensor密閉於其中，只接受透射經過實驗溶液的人工光源，每一次實驗前均做過歸零工作。
 - ①實驗前將光源與照度計之距離固定155cm。
 - ②光源採300w，120v之杯狀鹵素燈(幻燈機用)，照度穩定。
 - ③背景光源的測量在每次實驗前測得，以提供修正人工光源的資料。即(每次的照度) - (背景光源照度) = 實際值。
2. (圖四) 為過濾裝置，為確保使每一滴的液體均能通過相同的活性碳，故以薊頭漏斗底部固定於活性碳中央而由上部加入溶液。
3. 每次使用完的活性碳均在蒸餾水中沖洗至完全不透出任何顏色為止，並在其中含水保持在固定的35克內，誤差在1.0克內。
4. 本次實驗的活性碳採用一級試藥，「和光純藥工業株式會社」出品之一般活性碳。
5. 有關活性碳使用的次數太多後的衰減問題，即其過濾能力的持續性，是否會影響實驗結果，因此我們採用同一包的活性碳過濾100次，每次1000cm³的同濃度溶液，採第1，10，20，30…100次，共10次的濾液測其照度，其值差在10Lux內，而在容許的誤差範圍內；且每份活性碳做實驗時的使用次數及通過液體的總體積，均小於前述，故不將活性碳本身過濾溶液的衰減列入考慮。
6. 採用的膠態溶液為黑色墨水(簽字筆用)經濾紙色層分析法分析後，可知最少由藍、紅、黃三色顏料混合而成。
7. 實驗溫度均控制於20℃~25℃。
8. 使用的PH sensor為電子式數字顯示，經PH值7.00之液體校正後誤差範圍在±0.1內。

實驗結果討論：

1. 原本認為標準濃度的數與照度的關係圖形曲線應是一條直線，結果卻不是，而後的(圖六)、(圖七)等亦有如此情形。底下我們根據步驟詳細討論之。
2. (圖六)中在過濾10次以上，其照度的變化率要大於10次以下，主因在於墨水為多種顏色按不同比例混合而成。且由過濾次數逐漸加多時，墨水的

同。

(三)可確定的是過濾的次數愈多，吸附物質愈多。

(四)對於某些真溶液的顏色活性碳也有異想不到的吸附能力，並可使溶液的酸鹼性都趨於中性。

(五)對於酸鹼性的變化所做之推測是理論上之推論，尚待更進一步設計實驗證實。

(六)現只確知少量的活性碳就能吸收強酸之氣體，還需繼續實驗進一步的探討更精確的數值。

(七)活性碳的吸附能力，及其機制在經過我們的實驗之後，卻發現裡面有非常多的學問，尚待我們進一步去探討，但可以確定的是其可使用的範圍應很廣，如用於水質之淨化，空氣污染之淨化等，活性碳都是可以期待的最佳男主角。以後，我們可以安心的喝經活性碳過濾過的水，及呼吸活性碳成份之空氣清淨機的空氣了！

六、參考資料

(一)環境工程會刊 第三卷 第二期。

(二)國中理化課本(一)。

(三)國中理化課本(三)。

評 語

1. 本研究廣泛探討活性碳對溶液中的成份吸收後，所造成的顏色變化，並了解其使用效率的問題，具有研究廣度。
2. 本研究所使用的活性碳的性質，作者並未確立，以致於酸鹼性的研究缺乏客觀性。
3. 活性碳對氣體的吸收良好，但是本研究對於氣體的探討並未深入研究。