

鹵素活性大小比較的設計與廢液處理

國中組化學科第一名

基隆市立暖暖國民中學

作者：陳書貽、余嘉銘

指導教師：李燈煌

前 言

目前由於工業快速發展使得污染問題已嚴重的影響到我們生存的環境，尤其高雄市、台北市及河川地區，經環保署檢定，已經屬於高污染地區；面對自己生活環境的污染，最後從生活中去體認，因此，同學們在學校實驗時更須注意有毒氣體及廢水之排放，以保持清新的生活環境。

一、研究動機

在國中理化課本第二冊第九章我們學到了一些重要元素的性質及反應，尤其在9-2節有關鹵素的示範實驗，覺得又好奇又喜歡，它係利用四氯化碳溶劑使反應物產生各種顏色的變化來比較活性的大小。雖然動作簡單但總覺得不順手。而溴碘等之製備並無介紹，以及實驗完後混合液及餘氣應如何處理或回收並無加以指示，因此為配合政府環保政策就在老師的指導下以此作為研究的主題並加強環保之工作。

二、研究目的

- (一)設計一套較順手而又正確有趣多變化的實驗裝置。
- (二)研究常見鹵素及其副產品製備方法。(實驗一)
- (三)利用自製實驗裝置來探測鹵素的活性及性質。
 - 1.與鹵化物之反應 (實驗二)
 - 2.與鋼絲絨反應 (實驗三)
- (四)常見鹵素的檢驗 (實驗四)
- (五)鹵素的用途
- (六)鹵素及溶劑之處理及回收

三、研究設備

- (一)器材：

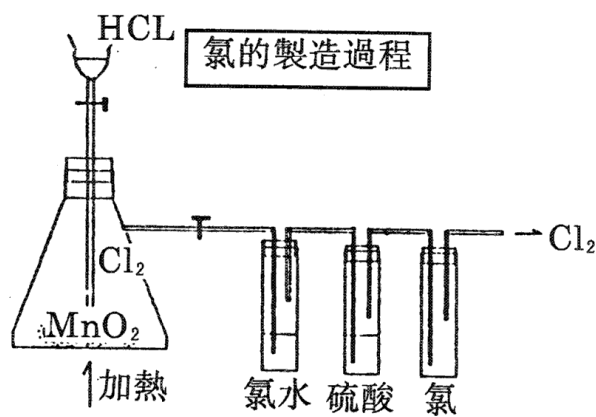
- | | |
|-----------------------|------------|
| 1. 自製鹵素實驗旋轉盤一座 (壓克力製) | 6. 軟木塞 |
| 2. 氯發生器一組 | 7. 鐵架 |
| 3. 集氣瓶三個 | 8. 圓筒形有塞漏斗 |
| 4. 玻璃管 | 9. 橡平管 |
| 5. 酒精燈 | 10. 燒杯 |

(二) 藥品

- | | |
|---------|----------|
| 1. 濃鹽酸 | 10. 溴水 |
| 2. 二氧化錳 | 11. 氯化鉀 |
| 3. 過錳酸鉀 | 12. 溴化鉀 |
| 4. 濃硫酸 | 13. 碘化鉀 |
| 5. 漂白粉 | 14. 氯水 |
| 6. 濃硝酸 | 15. 鋼絲絨 |
| 7. 溴化鈉 | 16. 澱粉 |
| 8. 溴 | 17. 四氯化碳 |
| 9. 碘 | 18. 氫氧化鈉 |

(三) 實驗設計圖：

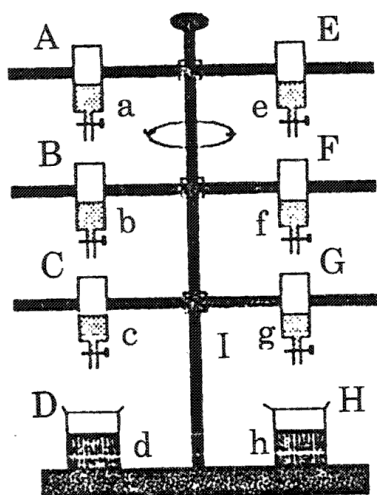
1. 氯的製備流程圖：



圖一

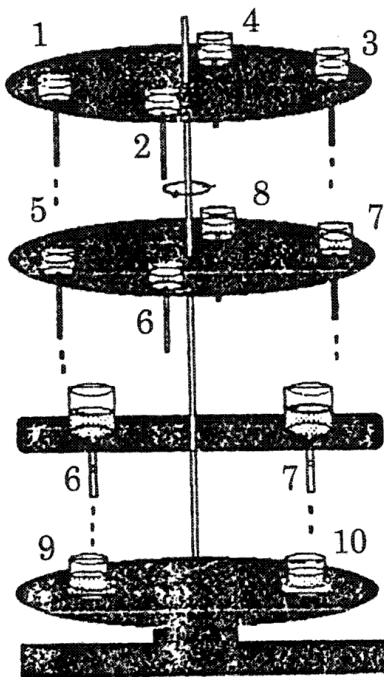
2. 轉盤式鹵素活性比較圖：

鹵素活性大小比較的設計與污染防治



說明 A~C, E~G 容器 D, H 燒杯 I 支架
a~h 氯溴碘之四氯化碳溶液

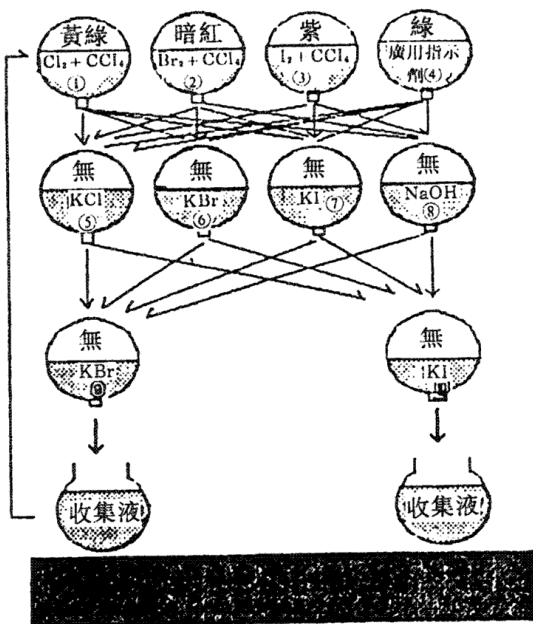
圖二



圖三

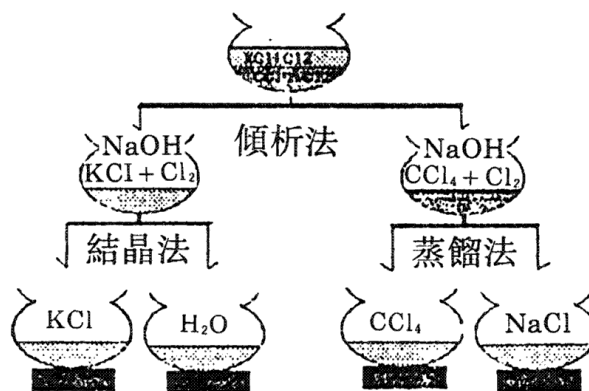
3. 鹵素活性大小比較及回收處理流程圖：

鹵素活性大小比較及回收流程圖



圖四

鹵素活性比較廢液分離回收圖



圖五

四、實驗步驟

(一) 實驗手續：

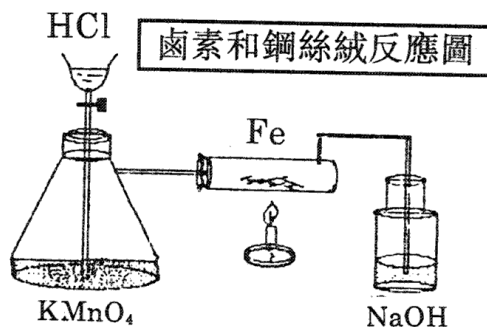
- 1.將氯溴碘之四氯化碳及廣用指示劑溶液置於上盤漏斗中，約 $\frac{1}{3}$ 高度，分別編號為①②③④
- 2.第二層置入氯化鉀、碘化鉀及氫氧化鈉，溶液編號為⑤⑥⑦⑧
- 3.第三層置入溴化鉀及碘化鉀，溶液編號為⑨⑩
- 4.第四層置入燒杯兩個，編號為⑪ ⑫

(二)實驗步驟 1：鹵素活性之比較：

- (1)將氯、溴、碘溶於四氯化碳中，觀察其顏色並記錄之
- (2)將氯、溴、碘溶於水中，並檢驗酸鹼性及溶解度
- (3)將第一層溶液分別滴入第二層中，觀察四氯化碳層顏色的變化
- (4)將第二層溶液分別滴入第三層中，搖盪後並記錄其顏色的變化
- (5)將第四層收集液留置備用

(三)實驗步驟 2：鹵素與鋼絲絨、氫、鈉之反應：

- (1)將所製得之鹵素與鈉、鐵、氫在硬試管中共熱，觀察其變化。將結果記錄於表中。實驗裝置圖如下：



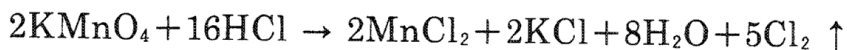
實驗步驟 3：混合液之分離與回收：

- (1)以氫氧化鈉中和燒杯之混合液並觀察其顏色變化
- (2)再以四氯化碳溶劑由上而下循環萃取之，直至無顏色為止
- (3)將收集液以傾析法、結晶法、蒸餾法收集溶劑。以吸附法、置換法、煮沸法等除去殘留鹵素
- (4)剩餘廢液則以焚燒法或埋入土中

(四)鹵素及副產品的製備法：（化學式）

實驗(一)：

- 1.氯的製備：以濃鹽酸和過錳酸鉀反應而得到氯氣（如圖一）



- 2.溴的製備：以溴化鉀和濃硫酸及二氧化錳作用可得溴



五、實驗結果

實驗(一)鹵素性質：

性質 鹵素	元素 狀態	水溶液 酸鹼性	CCl ₄ 溶液中 顏色	熔點(°C)	毒性	活性 大小
氯Cl ₂	黃綠色氣體	酸性	黃綠色	-120	強	大
溴Br ₂	暗紅色液體	酸性	暗紅色	-7.2	↓	↓
碘I ₂	紫黑色固體	不變	紫色	114	弱	小

表(一)

實驗(二)鹵素活性大小比較(實驗二)：(在四氯化碳層)

- | | |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 1. Cl ₂ + 2KBr → Br ₂ + 2KCl
黃綠色 暗紅色 | 5. Br ₂ + 2KBr → (不變)
暗紅色 暗紅色 |
| 2. Cl ₂ + 2KI → I ₂ + 2KCl
黃綠色 紫色 | 6. Br ₂ + 2KI → I ₂ + 2KBr
暗紅色 紫色 |
| 3. Cl ₂ + 2KCl → (不變)
黃綠色 黃綠色 | 7. I ₂ + 2KCl → (不變)
紫色 紫色 |
| 4. Br ₂ + 2KCl → (不變)
暗紅色 暗紅色 | 8. I ₂ + 2KBr → (不變)
紫色 紫色 |
| 9. I ₂ + 2KI → (不變)
紫色 紫色 | |

水溶液 鹵素	KCl	KBr	KI
氯	不變	暗紅色	紫色
溴	不變	不變	紫色
碘	不變	不變	不變

結果：氯 > 溴 > 碘

實驗(三)：鹵素與鋼絲絨、氫、鈉之反應：

元素 鹵素	鈉 Na	鋼絲絨 Fe	氫 H	活性
氯	NaCl	FeCl ₃	HCl	大
溴	NaBr	FeBr ₃	HBr	↓
碘	NaI	FeI ₃	HI	小

結果：氯 > 溴 > 碘

實驗(四)：鹵素的檢驗

1. 氯的檢驗：

- ①黃綠色氣體
- ②BP = -120度C
- ③具有漂白作用
- ④水溶液呈酸性

氯化物的檢驗：

- ① $\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{AgCl} \downarrow + \text{NaNO}_3$
(白色)
- ② $2\text{KCl} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{AgCl} \downarrow + \text{KNO}_3$
(白色)
- ③ $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{BaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$
(白色)

2. 溴之檢驗：

- ①暗紅色液體
- ②BP = -7.2度C
- ③有刺激味
- ④水溶液呈酸性

溴化物的檢驗：

- ① $\text{NaBr} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{AgBr} \downarrow + \text{NaNO}_3$
(淡黃色)
- ② $\text{KBr} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{AgBr} \downarrow + \text{KNO}_3$
(淡黃色)

3. 碘的檢驗：

- ①遇澱粉變藍色
- ②碘固體受熱後變
為紫色碘蒸氣
- ③BP = 114度C
- ④難溶於水

碘化物之檢驗：

- ① $\text{KI} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{AgI} \downarrow + \text{KNO}_3$
(黃色)
- ② $\text{NaI} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{AgI} \downarrow + \text{NaNO}_3$
(黃色)

六、鹵素的用途

- (一)氯：1. 製造漂白粉 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{ClO})\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$
2. 漂白水 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{HClO}$
3. 毒氣等

- (二)溴：1. 製造感光物質溴化銀 (AgBr)
2. 毒氣

- (三)碘：1.製碘酒
2.消毒劑
3.檢驗澱粉

七、鹵素及其化合物和四氯化碳之處理回收（如圖四、圖五）

方法：(一)氯是毒氣之製造原料，可用活性碳與鈉石灰（NaOH與CaO）之混合物吸收之

(二)可通入 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 、 Na_2CO_3 中，作為消毒劑

(三)以四氯化碳巡迴萃取之，再以鹼中和後，用傾析、結晶、蒸餾法處理

八、討論及注意事項

- 1.鹵素皆具有毒性，實驗時宜在通風櫥內進行或使用
- 2.廢液須收集不可直接排入水溝中以免污染水源
- 3.實驗時須戴口罩、手套以防侵蝕皮膚或中毒
- 4.本實驗由結果得知鹵素之活性大小為氯>溴>碘
- 5.本實驗改用轉盤方式，既實用又方便，較順手又容易比較
- 6.廢水收集後宜定期銷毀或埋入土中
- 7.建議各校實驗室應設置抽風設備及安全設備

九、結論

- 1.本實驗經老師的指導和試作雖不盡完美但已能有系統多變化的實際操作，期望能繼續加以研究
- 2.實驗工作是研究科學必經之過程，但有毒之氣液體對人體、環境的污染不可不防，應是各學校宣導的重點

十、參考資料

- 1.國中理化課本第二冊
- 2.高中高標準理化上冊
- 3.科展作品專輯
- 4.國中超群理化第二冊
- 5.菁莪季科第六期

評語

- 1.本研究係設計一套新穎且方便操作的實驗裝置，有革新現有實驗步驟的優點。
- 2.本研究能參考過去歷屆科展作品的研究成果而加以改良並加深研究內容，這是一種良好的態度與正確的方法。
- 3.本研究係以壓克力材質做成的教具，能運用於鹵素活性大小的教學，達成教學效果。
- 4.本研究有關廢液的研究尚嫌不足需要補強，有關鹵素的安全問題亦欠缺考慮。