

# 氯及漂白粉的製備

## —兼談相關藥品的性質及廢棄物的初步處理—

魏蘊聰

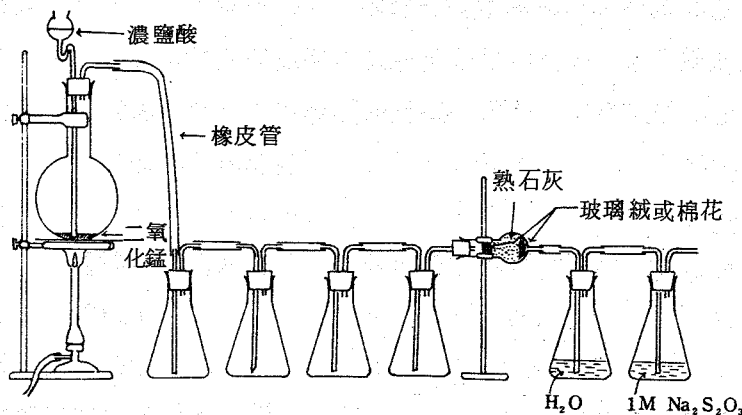
國立臺灣師範大學化學系

高級中學化學實驗手冊第三冊，實驗二為氯及漂白粉，其內容包括：(1)氯、漂白粉、氯水的製備；(2)氯的性質；及(3)漂白粉的性質三部分。在〔註一〕及〔註二〕中特別說明。『本實驗應在空氣流通良好的實驗室進行，否則改為教師示範實驗』。就我們所知，有部分學校改為示範實驗，也有部分學校為了避免麻煩和危險，將此實驗取消不做。另有少部分通風設備較好的學校，由學生親自操作全部實驗過程。但污染仍嚴重。

我們曾將這個實驗做了一些改進，希望能減少氯氣的外洩，使大部分高中同學都能親自操作，茲簡要介紹如下，供大家參考試用，並請多多指教。

### 一、實驗手冊方法概述：

1. 藥品：二氧化錳 10 克，濃鹽酸 20 毫升或更多。
2. 裝置：如圖一。



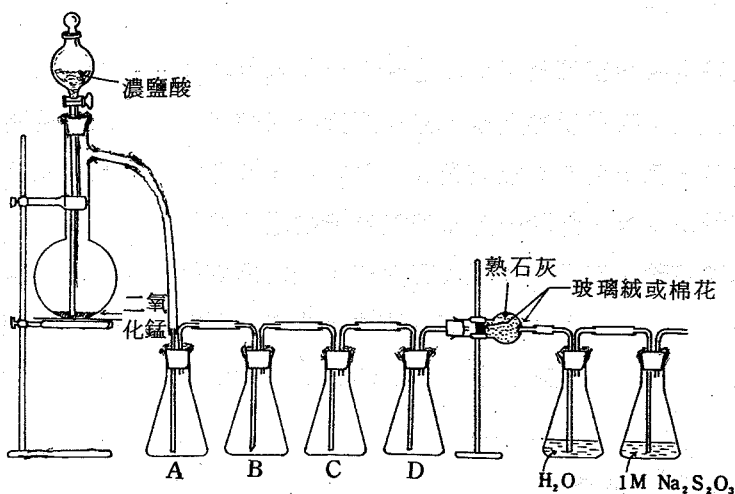
圖一 氯、漂白粉、氯水的製備裝置

3. 實驗操作：見實驗手冊。
4. 常見之缺點：

- (1) 反應速率較難控制，氯氣產生過速則外洩嚴重。
- (2) 等反應停止，卸下裝置再作氯的性質檢驗，費時較久，且卸下時仍有氯氣外洩。實驗室氯氣污染嚴重。
- (3) 藥品用量多，廢棄物也會造成相當的污染。

## 二、第一次改進：

1. 藥品：過錳酸鉀 3 ~ 3.5 克，濃鹽酸 10 ~ 15 毫升。
2. 裝置：如圖二。將圓底燒瓶（250 mL）改為蒸餾瓶（150 mL），薊頭漏斗改為分液漏斗。



圖二 氯、漂白粉、氯水的製備裝置改進之一

## 3. 其他改進事項：

- (1) 將濃鹽酸由分液漏斗緩緩滴下，以滴加速率來控制反應速率，不需加熱，使反應一直都在緩和的情況之下進行，氯氣不致外洩。
- (2) 爲了避免瓶塞與玻璃瓶或玻璃管間有些許縫隙，在每一瓶塞上方繞一條濡有硫代硫酸鈉溶液的布條，萬一有少許氯氣外洩，可藉以吸收。
- (3) 氯氣性質檢驗方法，做如下之變更：
  - (a) 氯氣收集瓶之編號如圖二，因有色布條褪色需要時間，可將布條在製氯之前預先放置於C瓶中。
  - (b) 石蕊試紙和 KI - 澱粉試紙也可以預先放入D瓶中。
  - (c) 整套裝置在實驗做完之前都不必卸下。A瓶（A、B兩瓶氯氣純度高）用以

試驗紅磷燃燒，卸下A瓶時，取同樣大小的空錐形瓶更換。B瓶用以試驗鎂粉之燃燒，取下來時同樣以空瓶更換。

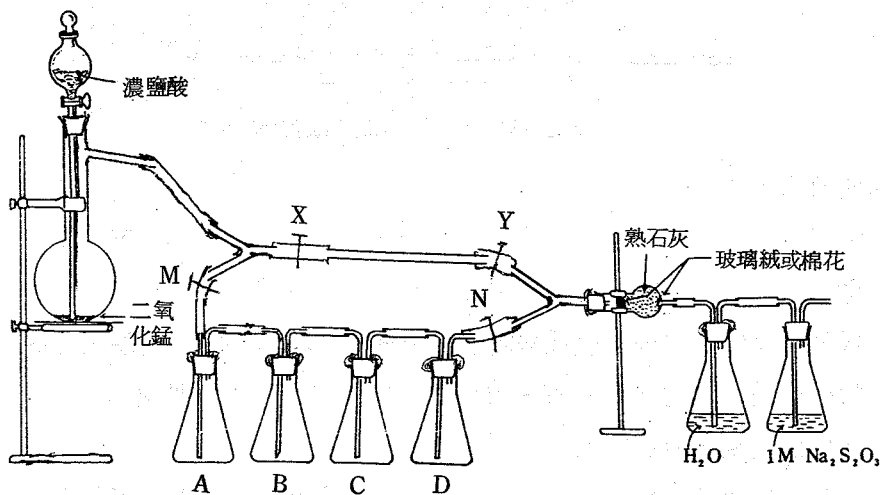
#### 4. 試用結果：

曾在台北市一所高中由教師示範，結果尚有兩點不甚滿意。其一是石蕊試紙和KI-澱粉試紙，在製氯氣之前置入，開始時可以看到顏色變化，但是到最後取出時，兩種試紙常會變成無色。另一點是漂白粉的含氯量太低，對有色布條之作用太慢或效果不佳。

在另一所高中由學生實作，除上述缺點外，實驗室氯氣味道仍嫌濃。

### 三、第二次改進：

在氯氣發生瓶和氯氣收集瓶A之間，以及氯氣收集瓶D與熟石灰管之間，各加一個Y形管，如圖三。裝置妥當之後，先以螺旋夾關閉X與Y兩處，再開始滴加濃鹽酸。氯氣開始生成時，仍由正常途徑充滿A、B、C、D各瓶，等四瓶都收集滿之後，打開X、Y通路，關閉M及N。此時一方面使氯氣繼續通入熟石灰，生成漂白粉，一方面依序取下A瓶做燃磷實驗，不過在取下A瓶之前，先以螺旋夾關閉A、B兩瓶間的通路，孤立A瓶。取B、C、D瓶時，也採同樣方法，先孤立該瓶，再取下做實驗。有色布條仍在裝置時放入C瓶內，石蕊試紙及KI-澱粉試紙在取下D瓶時再放入，以便觀察顏色變化。



圖三 氯、漂白粉、氯水的製備裝置改進之二

在氯的性質部分，前四項完成之後，取下氯水（水瓶中已通入氯氣，生成氯水）瓶，將硫代硫酸鈉瓶移至氯水瓶的位置。氯的性質第(5)項實驗，各溶液的用量可酌減為手冊

用量的五分之一，以減少毒性物質之使用。

有關漂白粉的性質，我們並沒有特意改進，照手冊做或減少用量均可。

#### 四、實驗廢棄物的收集及初步處理：

1. 四氯化碳的鹵素溶液要單獨收集，因四氯化碳及鹵素均屬於有害物質，且四氯化碳有致癌性，不能隨意排入水中。收集後應交由合格代處理業者集中處理。

2. 氯水可以暫時密蓋，保存在避光處，留待下一個實驗，即第三冊、實驗三使用，但儲放太久則無效。

3. A、B、C、D四瓶中剩餘氯氣的處理：本實驗可依照手冊，配製1M硫代硫酸鈉溶液150毫升，除裝置中最後一瓶用去約50毫升外，尚餘約100毫升。在A、B、C、D四瓶中各加入10~20毫升（視殘留氯氣多少而定），蓋緊瓶塞，用力搖動，使瓶中殘留的氯氣盡可能與硫代硫酸鈉反應。然後將各瓶中的硫代硫酸鈉廢液倒入一個400毫升的大燒杯內。

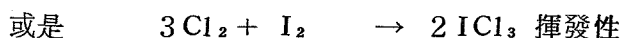
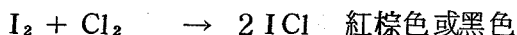
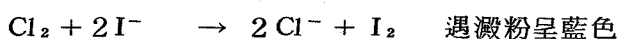
4. 將蒸餾瓶以玻璃管連接硫代硫酸鈉瓶，由分液漏斗（漏斗中若剩餘鹽酸，應先倒出。）加水至將滿，把瓶中氯氣趕入硫代硫酸鈉溶液中，並與之反應。

5. 將蒸餾瓶卸下，以玻棒充分攪拌，使未反應的過錳酸鉀完全溶解。靜置片刻，將溶液倒入上述400mL大燒杯中。再以水少許洗瓶中的 $\text{MnO}_2$ 固體，洗液也倒入大燒杯中，瓶中固體二氧化錳可以倒出來，乾燥後收集。400mL燒杯中的廢液要充分攪拌，使過錳酸鉀還原成淡粉色的 $\text{Mn}^{2+}_{(\text{aq})}$ ，若硫代硫酸鈉不足，可再加一些。靜置使硫沉澱，將澄清液傾倒出來，測pH值，視需要以碳酸鈉中和至pH 5~8之間再排放。

可溶性錳之排放限制為10ppm，本實驗廢液中亞錳離子（ $\text{Mn}^{2+}$ ）之含量，視反應時加入的鹽酸量而定，我們實作的情形是過錳酸鉀用量3.500克，濃鹽酸用12.0mL，可得二氧化錳1.386克，殘留 $\text{Mn}^{2+}$  0.342克，本實驗使用器具頗多，清洗器具用水量大，若將廢液與清洗液混合排放，將不會超出排放限制。若過錳酸鉀用量太多，則需使 $\text{Mn}^{2+}$ 生成 $\text{MnS}$ 沉澱。

#### 五、討論：

石蕊試紙及KI-澱粉試紙在製備氯氣時先行放入，何以會變為無色？我們推測，石蕊試紙之退色可能導因於氯的漂白作用。KI-澱粉試紙退色（有時尚殘留棕黑色痕迹），可能是氯先取代碘，然後再與碘反應所致。



$\text{ICl}_3$  在常溫之下為揮發性固體，在我們所做的實驗中，KI- 澱粉試紙若先行放入，實驗完成時，有時殘留棕黑色痕迹，有時變為無色。

## 六、少量氯氣的製備方法：

假如只需要少量的氯氣或氯水，可以利用楊水平先生介紹的方法（科學教育月刊，第 158 期，第 64 頁）。不過為了反應容易控制，及廢棄物容易處理起見，改用過錳酸鉀為限量試劑，鹽酸可採用 6M 水溶液。我們曾用 0.20 克的過錳酸鉀與 6M 鹽酸 6.0 mL 反應，製得氯氣約 40 mL。反應完成後，可將注射筒中廢液壓入稀的草酸溶液中，並吸入少量稀草酸溶液，清洗注射筒。否則注射筒很難清洗乾淨。

## 七、藥品性質的認識：

實驗之前，必須要同學對於該次實驗所用藥品的性質，有所認識，才能適當的取用。明瞭實驗過程中所生成的產物的性質，才能預做防護，避免意外事件之發生，萬一不幸發生意外，也應有一點急救常識，以便將災害減至最輕微程度。茲將本實驗所用藥品及產物的性質，表列於下，以供參考。

藥品及產物性質一覽表

| 藥品名稱                            | 類別  | 一般性質                                                               | 危險性                                                               | 毒性                                                                                                                         | 中毒症狀                                                                                      | 急救方法                                                                                                           | 備註 |
|---------------------------------|-----|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. 濃鹽酸<br>conc.<br>$\text{HCl}$ | 反應物 | 無色液體，在空氣中發白煙及刺激性臭味，為 35~38% 的 $\text{HCl}$ 水溶液，以 2 倍之水沖淡後，白煙及臭氣消失。 | (1) 食入、吸入均危險。<br>(2) 嚴重腐蝕皮膚及眼睛。<br>(3) 儲存時遠離甲醛，否則在空氣中與甲醛反應，生成致癌物。 | (1) 安全限量：5ppm， $10\text{mg}/\text{m}^3$ 。<br>(2) 致死最低濃度（人）： $1000\text{mg}/\text{m}^3/2\text{hr}$ 。<br>(3) 致死量大約為 10~15 克。 | (1) 局部：結膜炎、刺激皮膚。<br>(2) 吸入：鼻炎、喉炎、支氣管炎及肺炎、頭痛、心悸。<br>(3) 吞入：刺激口腔、喉、食道及胃、流涎、嘔吐、腸穿孔、發熱、休克、腎炎。 | (1) 用水沖眼睛，以肥皂及水洗滌其它各部。<br>(2) 依灼傷法處理灼傷。<br>(3) 如吞入，以 5% $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 溶液洗胃，再加一滴氫氧化鋁膠。<br>(4) 視需要給氧。 |    |

| 藥品名稱                                                                    | 類別     | 一般性質                                                                                                             | 危險性                                                        | 毒性                                                                                                      | 中毒症狀                                    | 急救方法                                                         | 備註 |
|-------------------------------------------------------------------------|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----|
| 2. 二氧化錳<br>$\text{MnO}_2$                                               | 反應物或產物 | 黑色固體，式量 86.94，不溶於水，但可慢慢溶於冷的 $\text{HCl}$ 並放出 $\text{Cl}_2$ 。                                                     | 為強氧化劑，不可以和易氧化物質如有機物一起加熱及摩擦。                                | (1) LD i.v. 兔：<br>45mg/kg。<br>(2) 人類吸入食入均有害。                                                            | 吸入微塵易引起呼吸感染，長期吸入可能傷害中樞神經系統。             |                                                              |    |
| 3. 過錳酸鉀<br>$\text{KMnO}_4$                                              | 反應物    | 式量 158.03，<br>d. 2.7<br>黑紫色的無味晶體，240°C 時分解並放出 $\text{O}_2$ ，可溶於水。                                                | (1) 是強氧化劑，和有機物，特別是乙醇、醚、甘油及可燃氣體或與硫酸接觸時可能爆炸。<br>(2) 突然加熱會爆炸。 | (1) 大鼠口服<br>LD <sub>50</sub> : 1090 mg/kg。<br>(2) 強烈刺激皮膚。                                               | 面部、口、牙及喉上染成棕色，口及上腹灼傷、嘔心、嘔吐、支氣管炎、舌浮腫及休克。 | (1) 以流水沖洗眼睛。<br>(2) 以肥皂及水沖洗身體沾污地方。<br>(3) 以 2% 蘇打溶液洗胃繼以鹽水通便。 |    |
| 4. 氫氧化鈣<br>$\text{Ca(OH)}_2$                                            | 反應物    | d. 2.08~2.34<br>在 580°C 時脫水成 $\text{CaO}$ 。為軟的白色結晶粉末，鹼性，微溶於水但溶於酸及氯化銨溶液。在空氣中吸收 $\text{CO}_2$ 變成 $\text{CaCO}_3$ 。 | 飽和溶液之 pH 為 12.4。                                           | (1) 其粉末雖刺激皮膚但無特殊毒性。<br>(2) 大鼠口服致死量 LD <sub>50</sub> :<br>7.34g/kg。<br>(3) 安全限量：<br>5mg/m <sup>3</sup> 。 |                                         | 以水沖洗污染處。                                                     |    |
| 5. 硫代硫酸鈉<br>$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ | 反應物    | 式量 248.13，<br>比重 1.69(17)，<br>沸點分解。<br>mp. 48°C。<br>無色透明晶體，溶於水，不溶於乙醇。                                            | 儲放時遠離碘、酸、鉛、汞及銀鹽。                                           | (1) 成人靜脈內最低中毒量<br>0.2~1.5 g/kg。<br>(2) 成人口服最低中毒量：<br>12g/次。                                             | 大量可能發生腹瀉。                               | (1) 用水沖洗眼睛。<br>(2) 以肥皂及水洗滌身體沾污區域。                            |    |

| 藥品名稱                                | 類別 | 一般性質                                                                                              | 危險性                                                         | 毒性                                                                                                                                                                         | 中毒症狀                                 | 急救方法                                                                     | 備註 |
|-------------------------------------|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----|
| 6. 硫酸氫鈉<br>$\text{NaHSO}_4$         | 產物 | 白色吸濕性塊狀， $\text{mp. } 315^\circ\text{C}$ ，比重 2.74，易溶於水。                                           |                                                             | 水溶液為強酸性，也有刺激性。                                                                                                                                                             | (1)引起灼傷，刺激皮膚和眼睛。<br>(2)吞食會引起嚴重的內部損害。 |                                                                          |    |
| 7. 氯氣<br>$\text{Cl}_2(\text{g})$    | 產物 | $\text{mp. } -101.6^\circ\text{C}$ ， $\text{bp. } -34.05^\circ\text{C}$ 。為有窒息氣味的黃綠色氣體，微溶於水，為強氧化劑。 | (1)可燃燒性物質能在氯中燃燒。<br>(2)能與乙炔、松節油、乙醚、氨、燃料氣體、氫、金屬粉末等起反應成爆炸性反應。 | (1)安全限量： $1 \text{ ppm } (3 \text{ mgm}^{-3})$<br>(2)人類吸入中毒最低濃度： $15 \text{ ppm}$ 。<br>(3)人類吸入致死最低濃度： $430 \text{ ppm}/30 \text{ 月}$ 。 $0.2 \sim 0.4 \text{ ppm}$ 即可嗅出其氣味。 | 刺激眼睛、呼吸困難、咳嗽、咯血、頭痛、腹上部痛、噁心、嘔吐、肺水腫。   | (1)以水洗眼睛。<br>(2)充份休息。<br>(3)用間歇的正壓呼吸器給氧。<br>(4)支氣管擴張及解充血劑。<br>(5)內科醫師診治。 |    |
| 8. 漂白粉<br>$\text{Ca}(\text{OCl})_2$ | 產物 | 式量 142.99。白色固體，於 $100^\circ\text{C}$ 時分解。在水及乙醇中分解，為強氧化劑。                                          | (1)和有機物或酸類接觸時可能引起燃燒（與酸放出有毒氣體）。<br>(2)食入、吸入及皮膚接觸有毒性。         | (1)粉末能刺激眼睛、皮膚及黏膜。<br>(2)吞入具傷害性。                                                                                                                                            |                                      | (1)濺到眼睛以大量水沖洗並就醫。<br>(2)誤食，用大量的水或牛奶沖稀。                                   |    |
| 9. 氯化錳(Ⅲ)<br>$\text{MnCl}_2$        | 產物 | 粉紅色晶體。 $\text{d. } 2.01$ ， $\text{mp. } 58^\circ\text{C}$ 。易溶於水、乙醇，不溶於乙醚。                         | 潮解，須密蓋。                                                     | $\text{LD s.c. 鼠: } 180 \sim 250 \text{ mg/kg}$ 。 $\text{i.v. 狗: } 201.6 \text{ mg/kg}$ 。                                                                                  |                                      |                                                                          |    |

| 藥品名稱                               | 類別  | 一般性質                                                                                      | 危險性                                                      | 毒性                                                                                | 中毒症狀                                                               | 急救方法                                                             | 備註 |
|------------------------------------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----|
| 10. 銻(粉)<br>Sb                     | 反應物 | mp. 630.5°C,<br>bp. 1635°C,<br>摩斯硬度：3~3.5。為硬、脆、有光澤的銀白色金屬。                                 | (1)可燃燒。<br>(2)煙或塵有毒。                                     | 人類吸入中毒最低濃度：<br>4700 $\mu$ g/m <sup>3</sup> /20 星期。                                | 皮膚及黏膜發炎、失眠、嘔吐、腹瀉、肝肥大、喉炎、支氣管炎、肺炎、頭痛。                                | (1)用大量水洗眼，用肥皂及水洗滌身上受污染之處。<br>(2)灼傷可照通常方法治療。<br>(3)如吞下，洗胃後再以鹽類導瀉。 |    |
| 11. 氯化銻 (III)<br>SbCl <sub>3</sub> | 產物  | 分子量 228.13，<br>比重：3.14，<br>mp. 73°C，<br>bp. 223.5°C。<br>溶於乙醇、苯、二硫化碳等。潮解性晶體在水中生成 SbOCl。    | (1)和水易起反應而放出 HCl 氣體。<br>(2)有腐蝕性（液體或固體）。<br>(3)強烈刺激眼睛及皮膚。 | (1)人類吸入中毒最低濃度：<br>131 mg/m <sup>3</sup> 。<br>(2)安全限量：<br>0.93 mg/m <sup>3</sup> 。 | 結膜炎及角膜炎、胸痛、咳嗽、呼吸困難、噁心、皮膚燒灼。                                        | 同上項之(1)、(2)。                                                     |    |
| 12. 紅磷                             | 反應物 | 分子量 123.92。<br>比重：2.2(20)，<br>在 416°C 昇華，<br>mp. 590°C (在高壓下)。為暗紅色粉末，不溶於水。                | (1)在低溫時和氧化劑接觸後可引燃，產生有毒的煙。<br>(2)不要和氧化性材料及腐蝕材料接近。         | (1)人類口服致死最低量：<br>1.4 mg/kg。<br>(2)與皮膚接觸會灼傷。<br>(3)注意與熱隔離。                         |                                                                    |                                                                  |    |
| 13. 五氯化磷<br>PCl <sub>5</sub>       | 產物  | 分子量 208.27，<br>比重：3.60，<br>約 100°C 昇華。<br>mp. 148°C (在加壓之下)。為微黃色結晶塊狀，易被水及酸分解，溶於四氯化碳及二硫化碳。 | (1)在潮濕空氣中起煙，有刺激氣味。<br>(2)遇鈉和尿素起爆炸。<br>(3)遇水生成鹽酸和磷酸。      | 安全限量：<br>1 mg/m <sup>3</sup> 。                                                    | (1)對眼睛具刺激性，引起皮膚炎及灼傷、頭痛、噁心、支氣管炎、呼吸困難。<br>(2)連續暴露於低濃度的蒸氣之中，會引起肺部的損害。 | (1)以流水沖洗眼睛。<br>(2)用 5% 硫酸銅溶液洗身體污染區，再用肥皂水洗。<br>(3)灼傷以一般方法處理。      |    |

| 藥品名稱                     | 類別  | 一般性質                                                                                         | 危險性                                                                                | 毒性                                                                                                            | 中毒症狀                    | 急救方法                                                        | 備註 |
|--------------------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------|----|
| 14. 溴化鉀<br>KBr           | 反應物 | 無色晶體或白色粉末。d. 2.75, mp. 730°C。易溶於水。                                                           | 服食有潛在毒性。                                                                           | (1)大量服用導致 CNS 機能降低。<br>(2)常期接觸會引起精神衰弱。                                                                        |                         |                                                             |    |
| 15. 氯化鉀<br>KCl           | 產物  | 白色晶體或粉末。d. 1.98, mp. 773°C, 易溶於水不溶於乙醚。                                                       |                                                                                    | 大量服用會引起消化道不適。                                                                                                 |                         |                                                             |    |
| 16. 碘化鉀<br>KI            | 反應物 | 無色或白色的晶體或粉末，長期暴露於空氣中時，則因產生 I <sub>2</sub> 而呈黃色。d. 3.12, mp. 680°C。易溶於水、乙醇、丙酮。                | 對光和濕氣敏感。                                                                           |                                                                                                               |                         |                                                             |    |
| 17. 溴<br>Br <sub>2</sub> | 產物  | 原子量 79.909, 比重: 3.119 (20/4), mp. -7.3°C, bp. 58.85°C。為有令人窒息氣味的暗紅色揮發性液體。微溶於水，室溫下蒸發很快，其煙有刺激性。 | (1)不易燃，但為強氧化劑，易和其它物質起作用，放熱。<br>(2)食入、吸入均巨毒。<br>(3)最好以 1 mL 安瓶盛裝，倒入 200mL 蒸餾水中即為溴水。 | (1)安全限量: 0.1 ppm。<br>(2)兔吸入最低致死量 180 ppm/7 hr。<br>(3)蒸氣刺激呼吸系統、眼睛及黏膜。<br>(4)液態者灼傷皮膚及眼睛。<br>(5)誤食了起局部嚴重灼傷及內部損傷。 | 角膜潰瘍、皮膚灼熱、頭痛、肺炎、肺水腫、腹痛。 | (1)用水洗眼，用肥皂洗身上被污染處。<br>(2)如吞下，洗胃後再以鹽類導瀉。<br>(3)灼傷可用碳酸氫鈉糊治療。 |    |

| 藥品名稱                | 類別  | 一般性質                                                                                                                   | 危險性                                                            | 毒性                                                                              | 中毒症狀                                                                                  | 急救方法                                                                                        | 備註 |
|---------------------|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 18. 碘<br>$I_2$      | 產物  | 原子量 126.9045，<br>比重 4.93(20)，<br>bp. 184.4°C，<br>mp. 113.5°C。<br>為有光澤帶灰色的片或粒，易昇華。幾乎不溶於水。                               | 不易燃，但為強氧化劑，可和許多物質發生反應。                                         | 人類口服致死最低量 2000 mg/kg。                                                           | (1)局部：對皮膚有腐蝕作用。<br>(2)吸入：結膜炎、咳嗽、頭痛、肺水腫。<br>(3)吞下：口腔及咽灼傷、噁心、腹瀉、血尿。<br>(4)慢性：結膜炎、口炎、貧血。 | (1)用水沖眼，以 5% 硫代硫酸鈉洗身上受污染處<br>(2)如吞下：以 5% $Na_2S_2O_3$ 洗胃後，以鹽類導瀉。<br>(3)如肺部病徵嚴重，可用間歇正壓呼吸器給氧。 |    |
| 19. 四氯化碳<br>$CCl_4$ | 反應物 | 分子量 153.84，<br>比重 1.585(25/4)<br>mp. -23.0°C，<br>bp. 76.64°C。<br>為有特殊氣味、清澈不燃、密度大的液體。1mL 可溶於 2000mL $H_2O$ 。與酒精、苯、乙醚互溶。 | (1)為致癌物。食入、吸入或由皮膚吸收均有毒。<br>(2)高溫分解產生光氣 (phosgene)。應在 hood 中使用。 | (1)安全限量：10 ppm。<br>(2)人類吸入中毒最低濃度：20 ppm。<br>(3)人類吸入致死最低濃度 1000 ppm。<br>(4)有致癌性。 | (1)急性：刺激眼鼻、頭痛、嘔吐、昏迷。<br>(2)慢性：食慾缺乏、貧血、視力模糊、記憶減退。體重減輕，皮膚反復暴露會出現皮膚炎。                    | (1)用水洗眼睛，用肥皂洗身上被污染處。<br>(2)如吞下，洗胃後再以鹽類導瀉。<br>(3)給氧及人工呼吸。                                    |    |

## 八、參考資料：

1. 高中化學及高中化學實驗手冊，第三冊，國立編譯館。
2. 張昭鼎主編，化學災害處理手冊，科學月刊社 (1979)。
3. 鄧健民譯，工業化學安全手冊，徐氏基金會 (1978)。
4. 陳洪周譯，化學工業中毒防治手冊，五洲出版社 (1980)。
5. Merck Index, 10th ed, Merck & Co., Inc. (1983).
6. Greenwood; Chencistry of the elements, Pergamon Press., (1989).
7. M. A. Armour; Hazardous Laboratory Chemical Disposal Guide, CRC Press. (1991).