

# 不同化學分析技術探討氯離子分析

消防 4A 丁彥明/ 指導老師邱惠琪

## A. 前言:

滴定分析法，是化學分析法的一種，將一種已知其準確濃度的試劑溶液（稱為標準溶液）滴加到被測物質的溶液中，直到化學反應完全時為止，然後根據所用試劑溶液的濃度和體積可以求得被測組分的含量，這種定量方法稱為滴定分析法（或稱容量分析法）。滴定分析是一種簡便、快速和應用廣泛的方式，本身亦具較高的準確度，實驗室中也常用。

低濃度的氯氣可導致呼吸系統受損。氯離子存在土壤、空氣對環境中的建築物和生物等都具危害。U.S. EPA 已制定環境空氣中，氯的上限濃度為 0.5 ppm，OSHA 設定空氣中氯的法定上限濃度為 1 ppm，U.S. EPA 也制定飲水中最大殘餘消毒劑濃度為 4 mg/L。台灣勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準規定，工作場所中八小時日時量平均容許濃度(PEL-TWA)為 0.5 ppm，1.5 mg/m<sup>3</sup>。尤其近期 COVID-19 疫情下次氯酸鹽溶液(漂白水)的使用更是廣泛。在此專題研究主要是以實作針對三種不同分析方法檢測氯離子並探討其分析方式(硝酸鹽滴定法、Volhard、Fajan)。

滴定裝置



## B. 實驗原理

### 硝酸銀滴定法

在中性溶液中，以硝酸銀溶液滴定水中的氯離子，形成氯化銀 沈澱，在滴定終點時，多餘的硝酸銀與指示劑鉻酸鉀生成紅色的鉻酸銀沈澱。

### Volhard 法

**直接滴定法。**在含有氯離子的樣品溶液中添加過量的 AgNO<sub>3</sub> 溶液，待反應完全後，過濾去除 AgCl 沉澱物，收集含有 Ag<sup>+</sup>的濾液，加入硫酸銨鐵(III) (NH<sub>4</sub>Fe(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> · 12H<sub>2</sub>O，又稱鐵明礬) 於濾液中作為指示劑，濾液中過量的 Ag<sup>+</sup>，再以 KSCN 標準溶液反滴定，滴定終點時，過量之 SCN<sup>-</sup>與指示劑之 Fe<sup>3+</sup>作用，產生 FeSCN<sup>2+</sup>的錯合物，呈血紅色。

### Fajan 法

在中性或弱鹼性的含 Cl<sup>-</sup>試液中加入吸附指示劑螢光黃，當用 Ag-NO<sub>3</sub> 滴定時，在等當點以前，溶液中 Cl<sup>-</sup>過剩，AgCl 沉澱的表面吸附 Cl<sup>-</sup>而帶負電，指示劑不變色。在等當點後，Ag<sup>+</sup>過剩，沉澱的表面吸附 Ag<sup>+</sup>而帶正電，它會吸附荷負電的螢光黃離子，使沉澱表面顯示粉紅色，從而指示終點已達。此法的優點是靈敏。

## C. 滴定方法結果及整理:

	滴定方式	指示劑	反應式	顏色變化
硝酸鹽	直接沉澱滴定	鉻酸鉀 K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub> 指示劑	$Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} \rightarrow AgCl_{(s)}$ $2Ag^+_{(aq)} + CrO_4^{2-}_{(aq)} \rightarrow Ag_2CrO_4_{(s)}$	紅色
Volhard	間接沉澱滴定	NH <sub>4</sub> Fe(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · 12H <sub>2</sub> O (鐵明礬)	$Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} \rightarrow AgCl_{(s)}$ $Ag^+_{(過量)} + SCN^- \rightarrow AgSCN_{(s)}$ (反 滴定) $Fe^{3+} + SCN^- \rightarrow FeSCN^{2+}$ (滴定終點)	血紅色
Fajan	吸附型沉澱滴定	二氯螢光黃(電荷吸附型)	$Cl^- + Ag^+_{(過量)} \rightarrow AgCl \cdot Ag^+$ $FI^- + AgCl \cdot Ag^+ \rightarrow AgCl \cdot FI^-$	粉紅色

## D. 參考資料:

[http://nehrc.nhri.org.tw/toxic/toxfaq\\_detail\\_mobile.php?id=44](http://nehrc.nhri.org.tw/toxic/toxfaq_detail_mobile.php?id=44)(國家環境毒物中心)

<https://www.easyatm.com.tw/wiki/>(沉澱滴定法)