

# 第二节 银量法滴定终点的确定

## 一、莫尔法

### 1. 原理

用 $\text{K}_2\text{CrO}_4$ 作指示剂的银量法称为莫尔法。以滴定 $\text{Cl}^-$ 为例。在含有 $\text{Cl}^-$ 的中性溶液中，加入 $\text{K}_2\text{CrO}_4$ 指示剂，用 $\text{AgNO}_3$ 标准溶液进行滴定，其反应如下：



由于 $\text{AgCl}$ 沉淀的溶解度小于 $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ 沉淀的溶解度，在滴定过程中， $\text{AgCl}$ 沉淀首先析出，待 $\text{AgCl}$ 定量沉淀后，过量一滴 $\text{AgNO}_3$ 标准溶液即与 $\text{K}_2\text{CrO}_4$ 生成砖红色的 $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ 沉淀，从而指示终点到达。

## 2. 滴定条件

(1)指示剂用量 根据溶度积原理，可以从理论上计算出到达化学计量点时所需要的 $\text{CrO}_4^{2-}$ 浓度：

## 2. 滴定条件

(1)指示剂用量 根据溶度积原理，可以从理论上计算出到达化学计量点时所需要的 $\text{CrO}_4^{2-}$ 浓度：

由于 $\text{CrO}_4^{2-}$ 本身显黄色，其颜色较深影响终点的观察。实际用量一般在 $2 \sim 4 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ 时较为适宜，即每 $50 \sim 100 \text{ mL}$ 溶液中加入 $5\% \text{ K}_2\text{CrO}_4$ 溶液 $1.0 \text{ mL}$ 。

滴定须在中性或弱酸性溶液中进行，最适宜的酸度为 $\text{pH}=6.5 \sim 10.5$ 。在酸性溶液中， $\text{CrO}_4^{2-}$ 与 $\text{H}^+$ 发生如下反应而导致指示剂失效：



在强碱性溶液中， $\text{Ag}^+$ 则沉淀为 $\text{Ag}_2\text{O}$ 导致滴定误差加大：



若酸度或碱度过高，可以用稀 $\text{NaOH}$ 溶液或稀 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液进行中和。 $\text{Ag}^+$ 与 $\text{NH}_3$ 易形成 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ ，因此如果有铵盐存在时，要求酸度范围较窄，应控制 $\text{pH}$ 为 $6.5 \sim 7.2$ 。

由于 $\text{CrO}_4^{2-}$ 本身显黄色，其颜色较深影响终点的观察。实际用量一般在 $2 \sim 4 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ 时较为适宜，即每50 ~ 100 mL溶液中加入5%  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ 溶液1.0 mL。

滴定须在中性或弱酸性溶液中进行，最适宜的酸度为

**pH=6.5 ~ 10.5**。在酸性溶液中， $\text{CrO}_4^{2-}$ 与 $\text{H}^+$ 发生如下反应而导致指示剂失效：



在强碱性溶液中， $\text{Ag}^+$ 则沉淀为 $\text{Ag}_2\text{O}$ 导致滴定误差加大：



若酸度或碱度过高，可以用稀 $\text{NaOH}$ 溶液或稀 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液进行中和。 $\text{Ag}^+$ 与 $\text{NH}_3$ 易形成 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ ，因此如果有铵盐存在时，要求酸度范围较窄，应控制pH为**6.5 ~ 7.2**。

## 应用莫尔法应注意以下两点

(1) 进行实验操作时，必须剧烈摇动，以降低对被测离子的吸附。用 $\text{AgNO}_3$ 滴定卤离子时，由于生成的卤化银沉淀吸附溶液中过量的卤离子，使溶液中卤离子浓度降低，以致终点提前而引入误差。因此，滴定时必须剧烈摇动。

莫尔法可以测定氯化物和溴化物，但不适用于测定碘化物及硫氰酸盐，因为 $\text{AgI}$ 和 $\text{AgSCN}$ 沉淀更强烈地吸附 $\text{I}^-$ 和 $\text{SCN}^-$ ，剧烈摇动达不到解除吸附（解吸）的目的。

## 应用莫尔法应注意以下两点

(1) 进行实验操作时，必须剧烈摇动，以降低对被测离子的吸附。用 $\text{AgNO}_3$ 滴定卤离子时，由于生成的卤化银沉淀吸附溶液中过量的卤离子，使溶液中卤离子浓度降低，以致终点提前而引入误差。因此，**滴定时必须剧烈摇动。**

莫尔法可以测定氯化物和溴化物，但不适用于测定碘化物及硫氰酸盐，因为 $\text{AgI}$ 和 $\text{AgSCN}$ 沉淀更强烈地吸附 $\text{I}^-$ 和 $\text{SCN}^-$ ，剧烈摇动达不到解除吸附（解吸）的目的。

(2) 凡是能与 $\text{Ag}^+$ 和 $\text{CrO}_4^{2-}$ 生成微溶化合物或配合物的阴、阳离子，都干扰测定，应预先分离除去。

例如： $\text{PO}_4^{3-}$ 、 $\text{AsO}_4^{3-}$ 、 $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 等阴离子能与 $\text{Ag}^+$ 生成微溶化合物； $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{Pb}^{2+}$ 、 $\text{Hg}^{2+}$ 等阳离子与 $\text{CrO}_4^{2-}$ 沉淀干扰测定。另外， $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Bi}^{3+}$ 、 $\text{Sn}^{4+}$ 等高价金属离子在中性或弱碱性溶液中发生水解，故也不应存在。



(2) 凡是能与 $\text{Ag}^+$ 和 $\text{CrO}_4^{2-}$ 生成微溶化合物或配合物的阴、阳离子，都干扰测定，应预先分离除去。

例如： $\text{PO}_4^{3-}$ 、 $\text{AsO}_4^{3-}$ 、 $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 等阴离子能与 $\text{Ag}^+$ 生成微溶化合物； $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{Pb}^{2+}$ 、 $\text{Hg}^{2+}$ 等阳离子与 $\text{CrO}_4^{2-}$ 沉淀干扰测定。另外， $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Bi}^{3+}$ 、 $\text{Sn}^{4+}$ 等高价金属离子在中性或弱碱性溶液中发生水解，故也不应存在。

由于上述原因，莫尔法的应用受到一定限制。只适用于用 $\text{AgNO}_3$ 直接滴定 $\text{Cl}^-$ 和 $\text{Br}^-$ ，不能用 $\text{NaCl}$ 标准溶液直接测定 $\text{Ag}^+$ 。因为在 $\text{Ag}^+$ 试液中加入 $\text{K}_2\text{CrO}_4$ 指示剂，立即生成 $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ 沉淀，用 $\text{NaCl}$ 滴定时， $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ 沉淀转化为 $\text{AgCl}$ 沉淀是很缓慢的，使测定无法进行。

由于上述原因，莫尔法的应用受到一定限制。只适用于用 $\text{AgNO}_3$ 直接滴定 $\text{Cl}^-$ 和 $\text{Br}^-$ ，不能用 $\text{NaCl}$ 标准溶液直接测定 $\text{Ag}^+$ 。因为在 $\text{Ag}^+$ 试液中加入 $\text{K}_2\text{CrO}_4$ 指示剂，立即生成 $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ 沉淀，用 $\text{NaCl}$ 滴定时， $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ 沉淀转化为 $\text{AgCl}$ 沉淀是很缓慢的，使测定无法进行。

## 二、佛尔哈德法

用铁铵矾 [  $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$  ] 作指示剂的银量法称为佛尔哈德法。

在酸性溶液中以铁铵矾作指示剂，用  $\text{NH}_4\text{SCN}$  或  $\text{KSCN}$  标准液滴定  $\text{Ag}^+$  离子。滴定过程中首先析出白色  $\text{AgSCN}$  沉淀，当滴定达到化学计量点时， $c(\text{SCN}^-)$  产生突跃，稍过量的  $\text{NH}_4\text{SCN}$  溶液与  $\text{Fe}^{3+}$  生成红色配合物，指示滴定终点。其反应如下：



用途：测定银离子

## 二、佛尔哈德法

用铁铵矾 [  $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$  ] 作指示剂的银量法称为佛尔哈德法。

在酸性溶液中以铁铵矾作指示剂，用  $\text{NH}_4\text{SCN}$  或  $\text{KSCN}$  标准液滴定  $\text{Ag}^+$  离子。滴定过程中首先析出白色  $\text{AgSCN}$  沉淀，当滴定达到化学计量点时， $c(\text{SCN}^-)$  产生突跃，稍过量的  $\text{NH}_4\text{SCN}$  溶液与  $\text{Fe}^{3+}$  生成红色配合物，指示滴定终点。其反应如下：



用途：测定银离子

用**佛尔哈德法**可以直接用 $\text{NH}_4\text{SCN}$ 标准溶液滴定 $\text{Ag}^+$ ，还可以用返滴定法测定卤化物。操作过程是先向含卤离子的酸性溶液中定量地加入过量的 $\text{AgNO}_3$ 标准溶液，加入适量的铁铵矾指示剂，用 $\text{NH}_4\text{SCN}$ 标准溶液返滴定过量的 $\text{AgNO}_3$ 。

**佛尔哈德法**滴定反应为



用**佛尔哈德法**可以直接用 $\text{NH}_4\text{SCN}$ 标准溶液滴定 $\text{Ag}^+$ ，还可以用返滴定法测定卤化物。操作过程是先向含卤离子的酸性溶液中定量地加入过量的 $\text{AgNO}_3$ 标准溶液，加入适量的铁铵矾指示剂，用 $\text{NH}_4\text{SCN}$ 标准溶液返滴定过量的 $\text{AgNO}_3$ 。

**佛尔哈德法**滴定反应为



滴定时，溶液的酸度一般控制在0.1 ~ 1.0 mol/L之间，这时 $\text{Fe}^{3+}$ 主要以 $\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$ 的形式存在，颜色较浅。如果酸度较低，则 $\text{Fe}^{3+}$ 水解形成颜色较深的羟基化合物或多核羟基化合物，如 $\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_5\text{OH}^{2+}$ ， $\text{Fe}_2(\text{H}_2\text{O})_4(\text{OH})_4^{2+}$ 等，影响终点观察。如果酸度更低，则甚至可能析出水合氧化物沉淀。



滴定时，溶液的酸度一般控制在0.1 ~ 1.0 mol/L之间，这时 $\text{Fe}^{3+}$ 主要以 $\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$ 的形式存在，颜色较浅。如果酸度较低，则 $\text{Fe}^{3+}$ 水解形成颜色较深的羟基化合物或多核羟基化合物，如 $\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_5\text{OH}^{2+}$ ， $\text{Fe}_2(\text{H}_2\text{O})_4(\text{OH})_4^{2+}$ 等，影响终点观察。如果酸度更低，则甚至可能析出水合氧化物沉淀。

在较高的酸度下滴定是此方法的一大优点，许多弱酸根离子如  $\text{PO}_4^{3-}$ 、 $\text{AsO}_4^{3-}$ 、 $\text{CrO}_4^{2-}$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$  等不干扰测定，提高了测定的选择性，比莫尔法扩大了应用范围。

实验指出，为要产生能觉察到的红色， $\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}$  的最低浓度为  $6.0 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$ 。但是，当  $\text{Fe}^{3+}$  的浓度较高时，呈现较深的黄色，影响终点观察。由实验得出，通常  $\text{Fe}^{3+}$  的浓度为  $0.015 \text{ mol/L}$  时，滴定误差不会超过  $0.1\%$ 。

在较高的酸度下滴定是此方法的一大优点，许多弱酸根离子如  $\text{PO}_4^{3-}$ 、 $\text{AsO}_4^{3-}$ 、 $\text{CrO}_4^{2-}$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$  等不干扰测定，提高了测定的选择性，比莫尔法扩大了应用范围。

实验指出，为要产生能觉察到的红色， $\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}$  的最低浓度为  $6.0 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$ 。但是，当  $\text{Fe}^{3+}$  的浓度较高时，呈现较深的黄色，影响终点观察。由实验得出，通常  $\text{Fe}^{3+}$  的浓度为  $0.015 \text{ mol/L}$  时，滴定误差不会超过  $0.1\%$ 。

用 $\text{NH}_4\text{SCN}$ 直接滴定 $\text{Ag}^+$ 时，生成的 $\text{AgSCN}$ 沉淀强烈吸附 $\text{Ag}^+$ ，由于有部分 $\text{Ag}^+$ 被吸附在沉淀表面上，往往使终点提前到达，结果偏低。因此，在**操作上必须剧烈摇动溶液**，使被吸附的 $\text{Ag}^+$ 解析出来。

用返滴定法测定 $\text{Cl}^-$ 时，终点判定会遇到困难。这是因为 $\text{AgCl}$ 的溶度积( $1.8 \times 10^{-10}$ )比 $\text{AgSCN}$ 的溶度积( $1.0 \times 10^{-12}$ )大，在返滴定达到终点后，稍过量的 $\text{SCN}^-$ 与 $\text{AgCl}$ 沉淀发生沉淀转化反应，即：



用 $\text{NH}_4\text{SCN}$ 直接滴定 $\text{Ag}^+$ 时，生成的 $\text{AgSCN}$ 沉淀强烈吸附 $\text{Ag}^+$ ，由于有部分 $\text{Ag}^+$ 被吸附在沉淀表面上，往往使终点提前到达，结果偏低。因此，在**操作上必须剧烈摇动溶液**，使被吸附的 $\text{Ag}^+$ 解析出来。

用返滴定法测定 $\text{Cl}^-$ 时，终点判定会遇到困难。这是因为 $\text{AgCl}$ 的溶度积( $1.8 \times 10^{-10}$ )比 $\text{AgSCN}$ 的溶度积( $1.0 \times 10^{-12}$ )大，在返滴定达到终点后，稍过量的 $\text{SCN}^-$ 与 $\text{AgCl}$ 沉淀发生沉淀转化反应，即：



因此，终点时出现的红色随着不断摇动而消失，得不到稳定的终点，以至多消耗 $\text{NH}_4\text{SCN}$ 标准溶液而引起较大误差。要避免这种误差，阻止 $\text{AgCl}$ 沉淀转化 $\text{AgSCN}$ 沉淀，通常采用两项措施。

(1) 试液加入过量的 $\text{AgNO}_3$ 后，将溶液加热煮沸使 $\text{AgCl}$ 沉淀凝聚，以减少 $\text{AgCl}$ 沉淀对 $\text{Ag}^+$ 的吸附。滤去沉淀，用稀 $\text{HNO}_3$ 洗涤，然后用 $\text{NH}_4\text{SCN}$ 标准溶液滴定滤液中的过量的 $\text{AgNO}_3$ 。

(2) 在滴入 $\text{NH}_4\text{SCN}$ 标准溶液前加入硝基苯1~2 mL，用力摇动，使 $\text{AgCl}$ 沉淀进入硝基苯层中，避免沉淀与滴定溶液接触，从而阻止了 $\text{AgCl}$ 沉淀与 $\text{SCN}^-$ 的沉淀转化反应。

因此，终点时出现的红色随着不断摇动而消失，得不到稳定的终点，以至多消耗 $\text{NH}_4\text{SCN}$ 标准溶液而引起较大误差。要避免这种误差，阻止 $\text{AgCl}$ 沉淀转化 $\text{AgSCN}$ 沉淀，通常采用两项措施。

(1) 试液加入过量的 $\text{AgNO}_3$ 后，将溶液加热煮沸使 $\text{AgCl}$ 沉淀凝聚，以减少 $\text{AgCl}$ 沉淀对 $\text{Ag}^+$ 的吸附。滤去沉淀，用稀 $\text{HNO}_3$ 洗涤，然后用 $\text{NH}_4\text{SCN}$ 标准溶液滴定滤液中的过量的 $\text{AgNO}_3$ 。

(2) 在滴入 $\text{NH}_4\text{SCN}$ 标准溶液前加入硝基苯1~2 mL，用力摇动，使 $\text{AgCl}$ 沉淀进入硝基苯层中，避免沉淀与滴定溶液接触，从而阻止了 $\text{AgCl}$ 沉淀与 $\text{SCN}^-$ 的沉淀转化反应。

用返滴定法测定溴化物和碘化物时，由于AgBr和AgI的溶解度均比AgSCN小，不发生上述沉淀转化反应，所以不必将沉淀过滤或加有机试剂。但在测定碘时，应先加AgNO<sub>3</sub>，再加指示剂，以避免I<sup>-</sup>对Fe<sup>3+</sup>的还原作用。

佛尔哈德法可以测定Cl<sup>-</sup>、Br<sup>-</sup>、I<sup>-</sup>、SCN<sup>-</sup>、Ag<sup>+</sup>及有机氯化物等。



用返滴定法测定溴化物和碘化物时，由于AgBr和AgI的溶解度均比AgSCN小，不发生上述沉淀转化反应，所以不必将沉淀过滤或加有机试剂。但在测定碘时，应先加AgNO<sub>3</sub>，再加指示剂，以避免I<sup>-</sup>对Fe<sup>3+</sup>的还原作用。

佛尔哈德法可以测定Cl<sup>-</sup>、Br<sup>-</sup>、I<sup>-</sup>、SCN<sup>-</sup>、Ag<sup>+</sup>及有机氯化物等。

### 三、法扬氏法

用吸附指示剂指示滴定终点的银量法，称为法扬氏法。

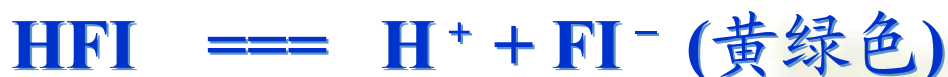
吸附指示剂是一类有色有机化合物。它被吸附在胶体微粒表面以后，发生分子结构的变化，从而引起颜色变化。在沉淀滴定中，利用指示剂这种性质来确定滴定终点。

### 三、法扬氏法

用吸附指示剂指示滴定终点的银量法，称为法扬氏法。

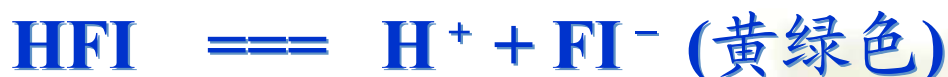
吸附指示剂是一类有色有机化合物。它被吸附在胶体微粒表面以后，发生分子结构的变化，从而引起颜色变化。在沉淀滴定中，利用指示剂这种性质来确定滴定终点。

吸附指示剂是一些有机染料，它们的阴离子在溶液中容易被带正电荷的胶状沉淀所吸附，吸附后结构发生变化，以至引起颜色变化，从而指示终点的到达。例如，荧光黄指示剂，它是一种有机弱酸，用HFI表示，在溶液中可离解：



当用 $\text{AgNO}_3$ 标准溶液滴定 $\text{Cl}^-$ 时，加入荧光黄指示剂，在化学计量点前，溶液中 $\text{Cl}^-$ 过量， $\text{AgCl}$ 胶体微粒吸附构晶离子 $\text{Cl}^-$ 而带负电荷，故 $\text{FI}^-$ 不被吸附，此时溶液呈黄绿色。

吸附指示剂是一些有机染料，它们的阴离子在溶液中容易被带正电荷的胶状沉淀所吸附，吸附后结构发生变化，以至引起颜色变化，从而指示终点的到达。例如，荧光黄指示剂，它是一种有机弱酸，用HFI表示，在溶液中可离解：



当用 $\text{AgNO}_3$ 标准溶液滴定 $\text{Cl}^-$ 时，加入荧光黄指示剂，在化学计量点前，溶液中 $\text{Cl}^-$ 过量， $\text{AgCl}$ 胶体微粒吸附构晶离子 $\text{Cl}^-$ 而带负电荷，故 $\text{FI}^-$ 不被吸附，此时溶液呈黄绿色。

当达到化学计量点后，稍过量的 $\text{AgNO}_3$ 可使 $\text{AgCl}$ 胶粒吸附 $\text{Ag}^+$ 离子而带正电荷。这时带正电荷的胶体微粒强烈吸附 $\text{FI}^-$ ，可能在 $\text{AgCl}$ 表面上形成了荧光黄银化合物而呈淡红色，使整个溶液由绿色变成淡红色，指示终点到达。

$\text{Cl}^-$ 过量时： $\text{AgCl}\cdot\text{Cl}^- + \text{FI}^-$  (黄绿色)

$\text{Ag}^+$ 过量时： $\text{AgCl}\cdot\text{Ag}^+ + \text{FI}^- \rightarrow \text{AgCl}\cdot\text{Ag}^+\cdot\text{FI}^-$  (粉红色)

如果是用 $\text{NaCl}$ 标准溶液滴定 $\text{Ag}^+$ ，则颜色变化恰好相反。

当达到化学计量点后，稍过量的 $\text{AgNO}_3$ 可使 $\text{AgCl}$ 胶粒吸附 $\text{Ag}^+$ 离子而带正电荷。这时带正电荷的胶体微粒强烈吸附 $\text{FI}^-$ ，可能在 $\text{AgCl}$ 表面上形成了荧光黄银化合物而呈淡红色，使整个溶液由绿色变成淡红色，指示终点到达。

$\text{Cl}^-$ 过量时： $\text{AgCl}\cdot\text{Cl}^- + \text{FI}^-$  (黄绿色)

$\text{Ag}^+$ 过量时： $\text{AgCl}\cdot\text{Ag}^+ + \text{FI}^- \rightarrow \text{AgCl}\cdot\text{Ag}^+\cdot\text{FI}^-$  (粉红色)

如果是用 $\text{NaCl}$ 标准溶液滴定 $\text{Ag}^+$ ，则颜色变化恰好相反。

为了使终点颜色变化明显，应用吸附指示剂时要注意以下几点：

(1) 由于吸附指示剂的颜色变化发生在沉淀微粒表面上，因此，应尽可能使卤化银沉淀呈胶体状态，使其具有较大的表面积。为此，在滴定前应将溶液稀释，并加入糊精、淀粉等高分子化合物保护胶体，防止AgCl沉淀凝聚。



为了使终点颜色变化明显，应用吸附指示剂时要注意以下几点：

(1) 由于吸附指示剂的颜色变化发生在沉淀微粒表面上，因此，应尽可能使卤化银沉淀呈胶体状态，使其具有较大的表面积。为此，在滴定前应将溶液稀释，并加入糊精、淀粉等高分子化合物保护胶体，防止AgCl沉淀凝聚。

(2) 溶液的酸度要适当。常用的指示剂大多为有机弱酸，而指示剂变色是由于指示剂阴离子被吸附而引起的，因此，控制适当酸度有利于指示剂离解。如荧光黄的 $pK_a=7$ ，只能在中性或弱碱性( $pH = 7 \sim 10$ )溶液中使用；若 $pH < 7$ ，则指示剂阴离子浓度过低，使滴定终点变化不明显。常用的几种指示剂列于表1中。

(2) 溶液的酸度要适当。常用的指示剂大多为有机弱酸，而指示剂变色是由于指示剂阴离子被吸附而引起的，因此，控制适当酸度有利于指示剂离解。如荧光黄的 $pK_a=7$ ，只能在中性或弱碱性( $pH = 7 \sim 10$ )溶液中使用；若 $pH < 7$ ，则指示剂阴离子浓度过低，使滴定终点变化不明显。常用的几种指示剂列于表1中。

# 表1 常用吸附指示剂

| 指示剂名称    | 被测离子                                      | 滴定剂             | 滴定条件             |
|----------|---|-----------------|------------------|
| 荧光黄      | $\text{Cl}^-$ $\text{Br}^-$ $\text{I}^-$  | $\text{AgNO}_3$ | pH7~10           |
| 二氯荧光黄    | $\text{Cl}^-$ $\text{Br}^-$ $\text{I}^-$  | $\text{AgNO}_3$ | pH4~10           |
| 曙红       | $\text{Br}^-$ $\text{I}^-$ $\text{SCN}^-$ | $\text{AgNO}_3$ | pH2~10           |
| 甲基紫      | $\text{Ag}^+$                             | $\text{AgNO}_3$ | 酸性溶液             |
| 溴甲酚绿     | $\text{SCN}^-$                            | $\text{AgNO}_3$ | pH4~5            |
| 二甲基二碘荧光黄 | $\text{I}^-$                              | $\text{AgNO}_3$ | 中性溶液             |
| 罗丹明6G    | $\text{Ag}^+$                             | $\text{NaBr}$   | 稀 $\text{HNO}_3$ |

# 表1 常用吸附指示剂

| 指示剂名称    | 被测离子                                      | 滴定剂             | 滴定条件             |
|----------|---|-----------------|------------------|
| 荧光黄      | $\text{Cl}^-$ $\text{Br}^-$ $\text{I}^-$  | $\text{AgNO}_3$ | pH7~10           |
| 二氯荧光黄    | $\text{Cl}^-$ $\text{Br}^-$ $\text{I}^-$  | $\text{AgNO}_3$ | pH4~10           |
| 曙红       | $\text{Br}^-$ $\text{I}^-$ $\text{SCN}^-$ | $\text{AgNO}_3$ | pH2~10           |
| 甲基紫      | $\text{Ag}^+$                             | $\text{AgNO}_3$ | 酸性溶液             |
| 溴甲酚绿     | $\text{SCN}^-$                            | $\text{AgNO}_3$ | pH4~5            |
| 二甲基二碘荧光黄 | $\text{I}^-$                              | $\text{AgNO}_3$ | 中性溶液             |
| 罗丹明6G    | $\text{Ag}^+$                             | $\text{NaBr}$   | 稀 $\text{HNO}_3$ |



