

水的总硬度的测定



一、实验目的

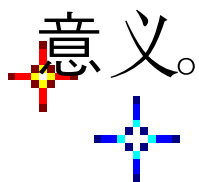
- 1、掌握配位滴定法测定水的总硬度原理和方法；
- 2、了解金属指示剂的变色原理及滴定终点的判断；
- 3、进一步熟悉滴定操作、定容和移液管操作。



二、实验原理

含有较多钙盐和镁盐的 H_2O 称为硬水。水的硬度以 H_2O 中 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 折合成 CaO 来计算，每升 H_2O 中含 10mg CaO 为 1 度 (1°)。测定水的硬度就是测定水中 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 的含量。

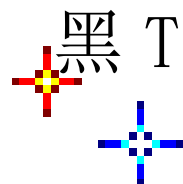
一般把小于 4° 的 H_2O 称为很软的水， $4^\circ \sim 8^\circ$ 称为软水。 $8^\circ \sim 16^\circ$ 称为中等硬水， $16^\circ \sim 32^\circ$ 称为硬水，大于 32° 称为很硬水。生活用水的总硬度一般不超过 25° 。各种工业用水对硬度有不同的要求。水的硬度是水质的一项重要指标，测定水的硬度有很重要的意义。



二、实验原理

测定 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 总量时，用缓冲溶液调节溶液的 pH 为 10。以铬黑 T 为指示剂，用 EDTA 标准溶液滴定。铬黑 T 和 EDTA 都能与 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 形成配合物，其稳定性 $\text{CaY} > \text{MgY} > \text{Mg-铬黑 T} > \text{Ca-铬黑 T}$ 。因此，加入铬黑 T 后，它先与部分 Mg^{2+} 配合生成 MgIn^- （紫红色）。当滴加 EDTA 标准溶液时，EDTA 首先与游离的 Ca^{2+} 配位，其次与游离的 Mg^{2+} 配位，最后夺取 MgIn^- 中的 Mg^{2+} ，使铬黑 T 游离出来，溶液由紫红色变为纯蓝色，指示达到终点。

滴定前



滴定过程



化学计量点



三、仪器和试剂

1. 仪器

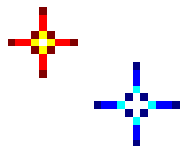
酸式滴定管（25 mL）；移液管（50 mL）；量筒（10 mL，50 mL）；250mL 锥形瓶

2. 药品

0.01 mol · L⁻¹ EDTA 标准溶液

NH₃ · H₂O — NH₄Cl 缓冲溶液（pH = 10）

铬黑 T 指示剂



附：滴定管的使用



检漏：

管内装水至最高刻度、垂直放置滴定管、检查活塞处是否漏水、旋转活塞再次检查。

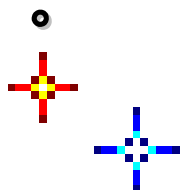
洗涤：

自来水洗涤、蒸馏水洗涤三次、滴定液润洗三次。



(a) 酸式滴定管的操作

排气泡：管内装满操作溶液、倾斜酸管，快速放液体



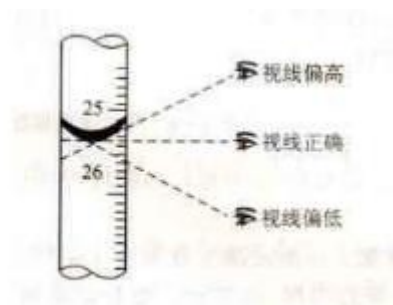
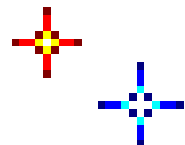
附：滴定管的使用



调零：两指捏滴定管，使管身在重力作用下垂直，眼睛与液面下边缘相平旋转活塞或挤压玻璃球，调节管内液面下边缘在零刻度处。

滴定：右手转动锥形瓶，左手控制活塞调节流速（不能太快），眼睛注视锥形瓶内颜色变化，接近终点时，用水冲洗瓶壁，再滴至终点。

读数：两指捏滴定管，使管身在重力作用下垂直，眼睛与液面下边缘相平读数时应估读一位。



(c) 滴定操作

四、实验步骤

1、自来水样的采集 略。

2、水的总硬度的测定

用移液管移取水样 50.00 mL 于 250 mL 锥形瓶中，加入 5mL $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ NH_4Cl 缓冲溶液，加少许（约米粒大小）铬黑 T 指示剂，摇匀。用 EDTA 标准溶液滴定至溶液由紫红色变为蓝色即为终点，记录 EDTA 的用量 V_{mL} 。平行测定三次。

同时做空白校正试验，记录空白消耗 EDTA 的用量 V_0 mL。

五、数据记录与处理

项目 编号		1	2	3
V(水样)/mL				
空白试验 (ml)	V_0			
滴定记录 (ml)	v			
水的总硬度 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	ρ			
	$\overline{\rho}$			
相对平均偏差	R_d			



六、数据处理

计算公式： $M_{\text{Ca}_2\text{CO}_3}=100.09 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

水的总硬度（°）=

$$\frac{C_{\text{EDTA}} * (V_{\text{EDTA}} - V_0) * M_{(\text{CaCO}_3)} * 1000}{V_{(\text{水样})}}$$

