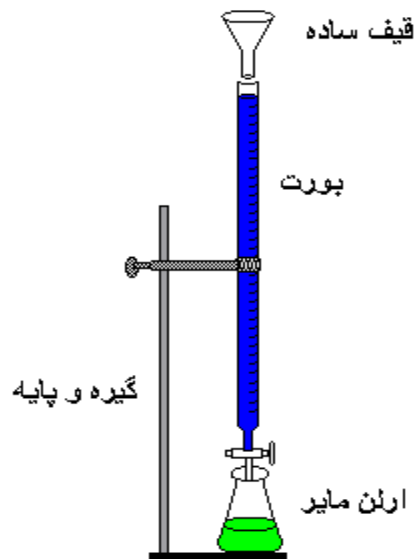


تیتراسیون های تشکیل کمپلکس

آزمایش ۵

تعیین درجه سختی آب شهر



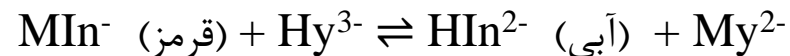
تیتراسیون های تشکیل کمپلکس

تیتراسیون های تشکیل کمپلکس روش های حجم سنجی را شامل می شوند که محصول تیتراسیون آن ها یک ترکیب کمپلکس است. به این روش حجم سنجی، تیتراسیون کمپلکسومتری نیز گفته می شود. ترکیبات کمپلکس از ترکیب یک یون فلزی که نقش اسید لوئیس را دارد و تعدادی از زوج الکترون دهنده ها که نقش باز لوئیس را دارند به وجود می آیند. در ترکیبات کمپلکس به گونه الکترون دهنده لیگاند و به ماکزیمم لیگاندهایی که یک یون فلزی را احاطه می کند، عدد کوئوردینانسیون آن فلز گفته می شود. لیگاندها به یک دندان و چند دندان تقسیم می شوند. لیگاندهای چند دندان بیشتر از یک مرکز الکترون دهنده دارند. در تیتراسیون های تشکیل کمپلکس هر چه تعداد دندان های لیگاند مورد استفاده بیشتر باشد، سنجش کمپلکسومتری بهتر انجام می گیرد. زیرا ثابت تشکیل مربوط به واکنش بین یون های فلزی و لیگاندهای چند دندان عموماً از ثابت های تشکیل بین یون های فلزی و لیگاندهای یک دندان بزرگتر است که این باعث می شود واکنش با لیگاندهای چند دندان کامل تر بوده و در نتیجه خطای تیتراسیون کوچکتر شود. همچنین واکنش تشکیل کمپلکس دارای مراحل کمتری شده و این امر باعث جهش بیشتر در نقطه اکی والان می گردد.

❖ اتیلن دی آمین تترااستیک اسید (EDTA) به عنوان لیگاند شش دندانه یکی از بهترین واکنشگرهایی است که معمولاً در تیتراسیون های کمپلکسومتری از آن استفاده می شود. EDTA یک اسید ضعیف چهارپروتونه است و به همین دلیل ثابت تشکیل کمپلکس آن با یک یون فلزی به pH بستگی دارد، بطوریکه با افزایش pH ثابت تشکیل کمپلکس بزرگتر می گردد. بنابراین باید تیتراسیون های کمپلکسومتری را در pH از پیش تعیین شده و تثبیت شده با یک بافر انجام داد. کاتیون هایی که ثابت تشکیل آنها با EDTA کوچک است را باید در pH های بازی و کاتیون هایی که ثابت تشکیل آنها با EDTA بزرگ است را باید در pH های اسیدی سنجش کرد.

شناساگر تیتراسیون های کمپلکسومتری با EDTA

شناساگرهای تیتراسیون های کمپلکسومتری، ترکیبات آلی هستند که با یون های فلزی در یک محدوده ای از pH که مشخصه کاتیون و شناساگر است، کمپلکس رنگی تشکیل می دهند. رنگ این کمپلکس ها معمولا در غلظت های 10^{-6} - 10^{-7} M قابل دیدن است. دوتا از مهمترین این شناساگرها اریوم کروم بلک تی (ECBT) و موراکساید (MO) می باشند. ECBT یک اسید سه پروتونه است. پروتون اول این شناساگر در آب کاملا تفکیک می شود، ولی دو پروتون دیگر آن دارای pK_a برابر با 6.3 و 11.5 هستند. محلول این شناساگر در pH های کمتر از 5.5 رنگ قرمز (مربوط به H_2In^-)، در pH های بین 7 و 11 رنگ آبی (مربوط به HIn^{2-}) و در pH های بالاتر از 11.5 رنگ زرد متمایل به نارنجی (مربوط به In^{3-}) را دارد. در نقطه پایان تیتراسیون یک کاتیون فلزی با واکنشگر EDTA اگر pH محیط در محدوده 7-11 باشد، در حضور شناساگر ECBT، به علت واکنش زیر رنگ محلول از قرمز به آبی تغییر می کند.



سختی آب

□ سختی آب مربوط به املاحی است که در آب حل شده و باعث سنگینی آب می شوند. این املاح حاوی کاتیون هایی نظیر کلسیم، منیزیم، استرانسیوم، آهن، آلومینیوم، منگنز، روی و آنیون هایی نظیر بی کربنات، سولفات، کلرید، نترات و سیلیکات می باشند. با توجه به این که حضور کاتیون های کلسیم و منیزیم بیشتر از کاتیون های دیگر است، می توان گفت سختی آب عمدتاً مربوط به املاح کلسیم و منیزیم موجود در آب می باشد. به همین دلیل **مجموع میلی گرم های کلسیم و منیزیم موجود در یک لیتر آب تعیین کننده سختی آب می باشد** و بر حسب کلسیم کربنات بیان می گردد. به عبارت دیگر سختی آب بر حسب تعداد میلی گرم های کلسیم کربنات موجود در یک لیتر آب (ppm کلسیم کربنات) بیان می شود.

□ محلول های مورد نیاز:

- 100 mL محلول EDTA با غلظت 0.01 M

- محلول بافر با pH= 10

- محلول سود ۲ مولار

- محلول شناساگر اریوکروم بلک تی

- محلول شناساگر موراکساید

تعیین سختی آب

□ تعیین سختی آب شهر

- با استفاده از پیت حبابدار 50 mL یک نمونه آب شهر را در ارلن ریخته و به آن حدود 3-4 mL بافر ۱۰ و ۴-۵ قطره شناساگر ECBT اضافه کرده و با EDTA استاندارد داخل بورت تیترومی کنید. پس از مشاهده رنگ آبی تیتراسیون را متوقف و حجم مصرفی EDTA را یادداشت کنید. این حجم برای کل یون های کلسیم و منیزیم می باشد (V). بار دیگر آزمایش را تکرار کرده و به جای بافر ۱۰ از سود ۲ مولار و بجای ECBT از شناساگر موراکساید استفاده نمایید. تیتراسیون را تا مشاهده تغییر رنگ قرمز به آبی بنفش ادامه دهید و حجم مصرفی EDTA را یادداشت کنید. این حجم برای کلسیم می باشد (V_1). حجم EDTA مصرفی برای منیزیم از اختلاف $V - V_1$ به دست می آید. با استفاده از حجم های مصرفی EDTA برای کلسیم و منیزیم، سختی آب و میلی گرم های کلسیم و منیزیم را محاسبه کنید.

$$M_{Y^{4-}} V_{Y^{4-}} = M_{Ca^{2+}} V_{Ca^{2+}}$$

$$(V_1 \text{ mL EDTA}) (0.01 \text{ M EDTA}) = (50 \text{ mL})_{Ca^{2+}} M_{Ca^{2+}} \rightarrow M_{Ca^{2+}} = ? \mathbf{A}$$

$$? \text{ mg/L } Ca^{2+} = \left(\frac{\mathbf{A} \text{ mol } Ca^{2+}}{1.0 \text{ L } Ca^{2+}} \right) \left(\frac{0/04 \text{ mg } Ca^{2+}}{1 \text{ mol } Ca^{2+}} \right) = \mathbf{B} \text{ mg/L } Ca^{2+}$$

mg/L = ppm

$$M_{Y^{4-}} V_{Y^{4-}} = M_{Mg^{2+}} V_{Mg^{2+}}$$

$$(V-V_1 \text{ mL EDTA}) (0.01 \text{ M EDTA}) = (50 \text{ mL}) M_{Mg^{2+}} \rightarrow M_{Mg^{2+}} = ? \mathbf{C} \text{ mg/L } Mg^{2+}$$

$$? \text{ mg/L } Mg^{2+} = \left(\frac{\mathbf{C} \text{ mol } Mg^{2+}}{1.0 \text{ L } Mg^{2+}} \right) \left(\frac{0/024 \text{ mg } Mg^{2+}}{1 \text{ mol } Mg^{2+}} \right) = \mathbf{D} \text{ mg/L } Mg^{2+}$$

$$\text{سختی آب} = \text{mg/L } Ca^{2+} + \text{mg/L } Mg^{2+} = \mathbf{B} + \mathbf{D}$$