



گزارش کار اصول تصفیه آب و پساب های صنعتی

استاد :

اعضای گروه

هدف آزمایش: قلیابیت و اندازه گیری سختی آب

تاریخ آزمایش

تئوری: (سختی)

وجود املاح کلسیم و منیزیم سبب سختی آب ها می شود. برخی املاح دیگر نظیر آهن، منگنز، آلومینیوم، باریوم و استرانسیوم که به ندرت در آب یافت می شوند می توانند سختی آب را بالا ببرند ولی در هر حال سختی کل مربوط به غلظت کاتیون های کلسیم و منیزیم است، چنانچه املاح این کاتیون ها بصورت کربنات و بیکربنات باشد به آن سختی کربناته و اگر بصورت سولفات : کلراید، نترات، فسفات و... باشند به آن سختی غیر کربناته می گویند. آب مورد آزمایش باید عاری از رنگ و کدورت باشد چون این عوامل می توانند بر روی واکنش تاثیر گذاشته و ایجاد مزاحمت نمایند. سختی را می توان با دو روش اندازه گیری نمود:

۱- روش محاسبه

۲- روش حجم سنجی با استفاده از محلول EDTA در حضور معرف اریو کروم بلک تی

• روش محاسبه:

در این روش با اندازه گیری غلظت یون های کلسیم و منیزیم و با استفاده از فرمول زیر مقدار سختی محاسبه می شود:

مقدار سختی کل برحسب میلی گرم در لیتر کربنات کلسیم برابر است با:

$$(\text{میلی گرم در لیتر یون منیزیم}) \times 4/118 + (\text{میلی گرم در لیتر یون کلسیم}) \times 2/497$$

روش حجم سنجی:

در این روش با استفاده از محلول استاندارد EDTA در محیط بافر آمونیکال و در حضور معرف اریوکروم بلک تی، سختی کل آب اندازه گیری می شود.

تجهیزات و مواد مورد نیاز جهت انجام قلیابیت و سختی:

بشر ۱۰۰ میلی لیتری پیرکس - محلول قلیایی با غلظت مجهول - چراغ بو زن و سه پایه و توری نسوز- کاغذ صافی استوانه مدرج- شناساگر موروکساید- شناساگر EBT (اریو کروم بلک تی)- بافر آمونیکال با EDTA-PH-10 با غلظت معلوم-

سدیم تیو سولفیت- معرف فنل فتالین و متیل اورنژ- اسید سولفوریک با غلظت مشخص

معرف آمونیکال:

محلول بافر آمونیاکی: ۱۶/۹ گرم کلرور آمونیوم را در ۱۴۳ میلی لیتر آمونیاک غلیظ حل کرده سپس ۱/۱۷۹ گرم پودر خشک نمک سدیم EDTA دو آبه و ۰/۷۸ گرم سولفات منیزیم ۷ آبه یا ۰/۶۴۴ گرم کلرید منیزیم ۶ آبه را در ۵۰ میلی لیتر آب مقطر حل نموده

و این محلول را به محلول آمونیاکی فوق افزوده و تا ۲۵۰ میلی لیتر رقیق می کنیم این محلول در ظروف شیشه ای یا پلاستیکی مناسب تا یک ماه پایدار است. نوع تجارتي بافر آمونیاکال بدون بو که حاوی نمک EDTA می باشد نیز موجود است.

روش آزمون سختی کل:

۲۵ میلی لیتر آب شهر را برداشته و آن را در داخل ارلن ریخته و به آن ۱-۲ میلی لیتر بافر آمونیکال (یا کمی پودر جامد) در زیر هود ریخته تا pH آن به ۱۰ برسد، معمولا ۱ میلی لیتر بافر این pH را تامین می کند. سپس ۰/۱ تا ۰/۲ گرم معرف اریو کروم بلک تی به آن می افزاییم که منجر به ایجاد رنگ قرمز می شود، سپس نمونه را با محلول EDTA 0.12 نرمال تا پیدایش رنگ آبی تیترو می کنیم و از روی حجم EDTA مصرفی و با استفاده از فرمول زیر، سختی کل را محاسبه می کنیم:

برای سختی کل حجم مصرفی از EDTA برابر با ۳ میلی لیتر اندازه گیری شد.

از آن جایی که مولاریته EDTA با نرمالیه آن برابر است و EDTA به نسبت ۱ به ۱ با کلسیم و منیزیم واکنش می دهد، ظرفیت EDTA در هر هم کنش با منیزیم و کلسیم برابر ۲ است، یعنی مولاریته آن با نرمالیه آن برابر نیست.

$$3\text{ml EDTA} \times \frac{0.06 \text{ Mol}}{1000 \text{ ml}} \times \frac{1 \text{ Mol Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+}}{1 \text{mol EDTA}} \times \frac{1}{0.025\text{L}} \times \frac{1 \text{ Mol CaCo}_3}{1 \text{mol Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+}} \times \frac{100 \text{grCaCo}_3}{\text{mol CaCo}_3} \times \frac{1000 \text{mgCaCo}_3}{1 \text{grCaCo}_3} = 720 \text{ PPM}_{\text{CaCo}_3}$$

انواع سختی:

- سختی کلسیم CaH Calcium Hardness
- سختی منیزیم MgH Magnesium Hardness
- سختی کل (Total Hardness) TH
- سختی دائم Permanent Hardness
- سختی موقت

سختی کلسیم:

۲۵ میلی لیتر آب شهر را برداشته و آن را در داخل ارلن ریخته و حدود ۱،۵ میلی لیتر به آن سود ۴ مولار اضافه کرده تا منیزیم رسوب کند (به صورت منیزیم هیدروکسید) و مانند بالا به آن ۱-۲ میلی لیتر بافر آمونیکال تا pH آن به ۱۰ برسد. سپس ۰/۱ تا ۰/۲ گرم معرف شناساگر موروکساید به آن می افزاییم که منجر به ایجاد رنگ ارغوانی می شود، سپس نمونه را با محلول EDTA 0.12 نرمال تا پیدایش رنگ بنفش تیترو می کنیم و از روی حجم EDTA مصرفی و با استفاده از فرمول زیر، سختی کلسیم را محاسبه می کنیم:

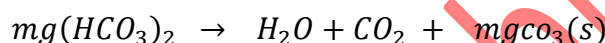
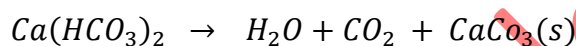
$$2.4\text{ml EDTA} \times \frac{0.06 \text{ Mol}}{1000 \text{ ml}} \times \frac{1 \text{ Mol Ca}^{2+}}{1 \text{mol EDTA}} \times \frac{1}{0.025\text{L}} \times \frac{1 \text{ Mol CaCo}_3}{1 \text{mol Ca}^{2+}} \times \frac{100 \text{grCaCo}_3}{\text{mol CaCo}_3} \times \frac{1000 \text{mgCaCo}_3}{1 \text{grCaCo}_3} = 576 \text{ PPM}_{\text{CaCo}_3}$$

$$\text{ppm}_{\text{Ca}} = \text{سختی کل} - \text{سختی } \text{Ca} = 720 - 576 = 144 \text{ ppm}_{\text{CaCo}_3}$$

سختی دائم

۱۰۰ میلی لیتر آب شهر را برداشته و آن را در داخل بشر پیرکس ریخته و حرارت داده تا نصف آن تبخیر شود و سپس صاف میکنیم تا مقادیری از مواد معلق که در آب قرار دارند گرفته شوند. سپس با آب مقطر زیر صافی را به حجم ۱۰۰ میلی لیتر می رسانیم و به آن ۱-۲ میلی لیتر بافر آمونیکال تا pH آن به ۱۰ برسد. سپس ۰/۱ تا ۰/۲ گرم معرف شناساگر EBT به آن می افزاییم که منجر به ایجاد رنگ بنفش می شود، سپس نمونه را با محلول EDTA 0.12 نرمال تا پیدایش رنگ بنفش تیترو می کنیم و از روی حجم EDTA مصرفی و با استفاده از فرمول زیر، سختی دائم را محاسبه می کنیم:

نکته: با حرارت دادن سختی موقت را از بین می بریم، در واقع با حرارت دادن سختی بی کربناته را از بین می بریم ، در نتیجه مقادیر از کلسیم و منیزیم که به صورت بی کربناتی بوده اند، اندازه گیری نمی شوند.



$$2.3ml EDTA \times \frac{0.06 Mol}{1000 ml} \times \frac{1 Mol Ca^{2+}, Mg^{2+}}{1mol EDTA} \times \frac{1}{0.025} \times \frac{1 Mol CaCO_3}{1mol Ca^{2+}, Mg^{2+}} \times \frac{100grCaCO_3}{1mol CaCO_3} \times \frac{1000mgCaCO_3}{1grCaCO_3} = 552 PPM_{CaCO_3}$$

برای ۱۰۰ میلی لیتر اولیه این عدد باید ضرب در ۴ می شود = ۲۲۰۸ PPM_{CaCO3}

$$720 - 552 = 168 PPM_{CaCO_3} = \text{سختی دائم} - \text{سختی کل} = \text{سختی موقت}$$

سختی	کل	کلسیم	منیزیم	موقت	دائم
PPM _{CaCO3}	۷۲۰	۵۷۶	۱۴۴	۱۶۸	۵۵۲

ایجاد قلیائیت در آب

اسیدیته و قلیائیت آب ، هر دو به مقدار CO₂ محلول در آب بستگی دارند. CO₂ در آب حل شده و اسید کربنیک تولید می کند. اسید حاصله در داخل آب ، یو نیزه شده و پروتون و یون بی کربنات ایجاد می کند. پروتون با کربنات کلسیم ترکیب شده و با تولید بی کربنات باعث تبدیل کربناتها به بی کربنات می شود و در نتیجه حلالیت کربنات کلسیم در آب افزایش می یابد.

شکلهای گوناگون CO₂ محلول در آب در PH های مختلف

CO₂ محلول در آب در PH کمتر از ۴ به صورت اسید کربنیک می باشد. با افزایش PH ، اسید کربنیک به بی کربنات تجزیه می شود. در PH=۶,۳ مقدار اسید کربنیک و بی کربنات در آب با هم برابر می باشد. در PH = ۸,۳ ، فقط بی کربنات وجود دارد و با افزایش مجدد PH مقدار کربنات در محلول بیشتر می شود، بطوری که در PH = ۱۰,۳ مقدار کربنات و بی کربنات باهم برابرند. در PH > ۱۱,۳ فقط کربنات در محیط وجود دارد.

روش کار:

آزمایش اول:

۱۰ میلی لیتر مجهول را برداشته و آن را به حجم ۱۰۰ می رسانیم و ۲۵ میلی لیتر از آن را برداشته سپس به آن ۲۰ میلی لیتر آب مقطر سپس ۲ تا ۳ قطره سدیم تیو سولفات و فنل فتالین به آن می افزاییم که منجر به ایجاد رنگ ارغوانی می شود، سپس نمونه را با محلول H_2SO_4 ، تا بی رنگ شدن تیترو می کنیم و سپس به آن چند قطره معرف متیل اورنژ می افزاییم که منجر به ایجاد رنگ زرد می شود، سپس نمونه را با محلول H_2SO_4 ، تا قرمز شدن تیترو می کنیم از روی حجم مصرفی و با استفاده از فرمول زیر، قلیائیت را محاسبه می کنیم:

CO ₃ ²⁻ , HCO ₃	OH, CO ₃ ²⁻	NaHCO ₃	Na ₂ CO ₃	NaOH	اجزای نمونه
V1<0.5V2	V1>0.5V2	V1=0, V2>0	$v_1=0.5v_2$	$v_1=v_2$	روابط بین v_1, v_2

V_1 حجم مربوط به فنل = ۱/۴

V_2 = حجم مربوط به متیل اورنژ (حجم کل) = $1/4 + 2/2 + 3/6 = 3/4$ میلی لیتر

نتیجتاً حالت پنجم رخ خواهد داد و محلول مجهول شامل کربنات و بی کربنات بوده است. V_1 مربوط به غلظت کربنات خواهد بود:

$$N_1 V_1 = N_2 V_2 \rightarrow 0.02 * 1.4 = N_2 * 25 \rightarrow N_2 = 1.12 * 10^{-3} N$$

ضریب رقیق سازی ۴ است: در نتیجه غلظت کربنات 4.48×10^{-3} نرمال

$$N_1 V_1 = N_2 V_2 \rightarrow 0.02 * (3.6 - (2 * 1.4)) = N_2 * 25 \rightarrow N_2 = 6.4 * 10^{-4} N$$

ضریب رقیق سازی ۴ است: در نتیجه غلظت بی کربنات 2.56×10^{-3} نرمال

آزمایش دوم:

۲۵ میلی لیتر آب شهر را برداشته ، سپس به آن ۲۰ میلی لیتر آب مقطر سپس ۲ تا ۳ قطره سدیم تیو سولفات و فنل فتالین به آن می افزاییم که منجر به ایجاد رنگ ارغوانی می شود، سپس نمونه را با محلول H_2SO_4 ، تا بی رنگ شدن تیترو می کنیم و سپس به آن چند قطره معرف متیل اورنژ می افزاییم که منجر به ایجاد رنگ زرد می شود، سپس نمونه را با محلول H_2SO_4 ، تا قرمز شدن تیترو می کنیم از روی حجم مصرفی و با استفاده از فرمول زیر، قلیائیت را محاسبه می کنیم:

V_1 حجم مربوط به فنل فتالین = ۰

$V_2 = \text{حجم مربوط به متیل اورنژ (حجم کل)} = 4/1 \text{ میلی لیتر}$

با توجه به جدول فوق فقط بی کربنات داریم که غلظت آن از رابطه زیر به دست می آید:

$$N_1 V_1 = N_2 V_2 \rightarrow 0.02 * 4.1 = N_2 * 25 \rightarrow N_2 = 3.28 * 10^{-3} N$$

منابع: تجزیه ۱ اسکوک – جزوه تجزیه ۱ دکتر عرب

Saeedchemist.blog.ir