بسم الله الرحمن الرحیم

1 – نام و نام خانوادگی :

2 – نام همکاران :

3 – شماره گروه :

4 – عنوان آزمایش : تعیین سختی آب

6 – تاریخ انجام آزمایش : 28 / 8 /1393

7 – تاریخ تحویل گزارش : 5 / 9 /1393

1 – هدف آزمایش :

تعیین سختی موقت ، دائم و کل آب به وسیله آب ­مقطر و کربنات سدیم و به روش تیتراسیون و جوشاندن

2 -مقدمه و تئوری :

**عناصر ایجاد کننده سختی آب**

صابون عمدتا توسط [کلسیم](http://daneshnameh.roshd.ir/mavara/mavara-index.php?page=%DA%A9%D9%84%D8%B3%DB%8C%D9%85" \o "کلسیم) و [منیزیم](http://daneshnameh.roshd.ir/mavara/mavara-index.php?page=%D9%85%D9%86%DB%8C%D8%B2%DB%8C%D9%85" \o "منیزیم) قابل ترسیب است، ولی به غیر از آنها [فلزات](http://daneshnameh.roshd.ir/mavara/mavara-index.php?page=%D9%81%D9%84%D8%B2" \o "فلز) دیگری نظیر [آلومینیوم](http://daneshnameh.roshd.ir/mavara/mavara-index.php?page=%D8%A2%D9%84%D9%88%D9%85%DB%8C%D9%86%DB%8C%D9%88%D9%85" \o "آلومینیوم) ، [آهن](http://daneshnameh.roshd.ir/mavara/mavara-index.php?page=%D8%A2%D9%87%D9%86" \o "آهن) ، [منگنز](http://daneshnameh.roshd.ir/mavara/mavara-index.php?page=%D9%85%D9%86%DA%AF%D9%86%D8%B2" \o "منگنز) ، استرانسیم و [روی](http://daneshnameh.roshd.ir/mavara/mavara-index.php?page=%D8%B1%D9%88%DB%8C" \o "روی) نیز در ایجاد سختی [آب](http://daneshnameh.roshd.ir/mavara/mavara-index.php?page=%D8%A2%D8%A8" \o "آب) شرکت می‌کنند، ولی از این نظر که دو [عنصر](http://daneshnameh.roshd.ir/mavara/mavara-index.php?page=%D8%B9%D9%86%D8%B5%D8%B1" \o "عنصر) اولی در مقادیر زیاد در آبهای طبیعی وجود دارند، لذا سختی آب بطور عمده بر اساس این دو سنجیده می‌شود. ولی با وجود این ، اگر مقادیر فلزات دیگر قابل توجه باشد، باید آنها را نیز محسوب داشت.

**محاسبه سختی آب**

مقدار سختی آب ، برحسب اکی‌والانهای کربنات کلسیم آنها محاسبه و بیان می‌شود.

**تقسیم بندی سختی آب**

سختی آب را می‌توان به دو نوع تقسیم کرد:

**سختی موقت**

سختی موقت (Temporary Hardner) را سختی کربناتی (Carbonate Hardner) نیز می‌نامند. این سختی ، مولود بی‌کربنات کلسیم و منیزیم است که عمدتا به کمک حرارت و یا ازدیاد [PH](http://daneshnameh.roshd.ir/mavara/mavara-index.php?page=%D9%85%D8%B9%D8%B1%D9%81+PH" \o "معرف PH) کاهش می‌یابد.

**سختی دائم**

سختی دائم (Permanent Hardner) را سختی غیرکربناتی (Noncarbonate Hardner) نیز می‌نامند. این سختی ، با حرارت دادن قابل حذف نیست.

**اهمیت سختی آب**

مقدار سختی آب ، علاوه بر اینکه در آبهای صنعتی اهمیت وافر دارد، از نظر بهداشت عمومی نیز اهمیت خاصی دارد. کلسیم که یکی از عوامل سختی آب است، در رشد استخوان و حفظ تعادل بدن دخالت داشته، ولی به همان اندازه ، سولفات کلسیم به علت کمی قابلیت هضم ، ناراحتیهایی در دستگاه هاضمه بوجود می‌آورد.  
  
گاهی توصیه می‌شود که جهت تامین بهداشت و سلامت مصرف کنندگان ، [آهک](http://daneshnameh.roshd.ir/mavara/mavara-index.php?page=%D8%A2%D9%87%DA%A9) به آب آشامیدنی افزوده شود. بعضی دانشمندان معتقدند، بهتر است کلسیم و منیزیم لازم بدن توسط غذا تامین شود و حتی‌الامکان از آبهای سبک برای شرب استفاده شود. باید توجه داشت که بدن نسبت به سنگینی موجود در آب مورد مصرف خود حساسیت دارد، چنانچه این نوشیدنی تغییر یابد، ممکن است در دستگاه گوارش ایجاد اخلال نماید و این موضوع را به اصطلاح آب به آب شدن می‌گویند.

**طبقه بندی آب از نظر سختی**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | سختی آب (کربنات کلسیم mg/lit) | 55 - 5 | 100 - 56 | 200 - 101 | 500 - 201 | | نوع آب | سبک | سختی کم | متوسط | خیلی سخت | |

در بعضی از طبقه بندیها حداکثر سختی آبهای قابل شرب ، 300 میلی گرم در لیتر کربنات کلسیم تعیین شده است.

**املاح محلول در آب و اثرات آنها**

**املاح موثر در تولید سختی**

املاح موثر در سختی عبارتند از:



**املاح غیر تاثیر گذار در سختی**

املاحی که در تولید سختی موثر نیستند، عبارتند از:



**تاثیر قلیائیت در سختی آب**

اگر قلیائیت کل آب ، مساوی یا بیشتر از سختی کل باشد، تمام سختی آب به صورت سختی کربناتی خواهد بود. در صورتی که که قلیائیت کل ، کمتر از سختی باشد، سختی کربناتی آب معادل قلیائیت بوده و سختی دائم ، اختلاف بین سختی کل و قلیائیت است.

**واحدهای بکار رفته در سختی آب**

در صورتی که مقادیر [کاتیونهای مختلف](http://daneshnameh.roshd.ir/mavara/mavara-index.php?page=%D8%A2%D9%86%DB%8C%D9%88%D9%86+%D9%88+%DA%A9%D8%A7%D8%AA%DB%8C%D9%88%D9%86) برحسب میلی گرم بر لیتر (ppm) در دست باشد، معمولا جهت سهولت ، به کمک فاکتورهایی که از تقسیم وزن مولکولی کربنات کلسیم به وزن اتمی هر یک از عناصر بدست آمده ، کلیه این مقادیر برحسب کربنات کلسیم محاسبه و بیان می‌گردد. سختی آب ، معمولا بر حسب ppm یعنی mg/lit بیان می‌شود. علاوه بر این ، واحدهای آلمانی ، انگلیسی ، فرانسوی ، آمریکایی را نیز در بیان آن بکار می‌برند؛  
  
هر یک از درجات فوق به ترتیب برابر 17.9 و 14.3 و 10 و 17.2 میلی گرم در لیتر کربنات کلسیم است.

3 - روش انجام آزمایش :

الف :

I – بشر 250 را تهیه کردیم.

II – بشر را ابتدا با اسید جرم گیری کردیم و با آب شهر شستیم و سپس با آب مقطر آب کشیدیم و خشک کردیم.

III – درون بشر 50cc آب مقطر ریختیم.

IV – 15cc Na2Co3 0.1Nرا با پی­پت برداشتیم و در بشر 250 حاوی آب مقطر ریختیم.

V – بشر را به همراه محتویات درونش حرارت دادیم.

VI – قبل از خشک شدن کامل –هنگامی که هنوز بشر رطوبت دارد- چراغ بونزن را خاموش کردیم.

VII – بشر را سرد کردیم.

VIII – 20ml آب مقطر عاری از Co2 را به بشر اضافه کردیم.

IX – هم زن شیشه ای را تهیه کردیم.

X – با هم زن شیشه ای آنقدر هم زدیم و خراش دادیم تا رسوبات در 20cc آب حل شد.

XI –کاغذ صافی، قیف ، ارلن مایر و بورت را تهیه کردیم. قیف ، ارلن مایر و بورت را شستیم و با آب مقطر آب کشیدیم

XII – کاغذ صافی را به شکل مخروط در آوردیم و درون قیف قرار دادیم، و با آب مقطر آن را به دیواره قیف چسباندیم.

XIII – به کمک قیف و کاغذ صافی محلول را صاف کردیم و در ارلن مایر ریختیم.

XIV – بورت را از HCl استاندارد پر کردیم.

XV -2 – 3 قطره معرف متیل اورانژ به محتویات ارلن مایر اضافه کردیم.

-XVI HCl استاندارد را به محتویات ارلن اضافه کردیم تا محلول به رنگ قرمز تغییر رنگ دهد.

XVII - حجم HCl مصرفی را یادداشت کردیم.

ب :

I –ارلن مایر را تهیه کردیم.

II – ارلن مایر را ابتدا با آب شهر شستیم و سپس با آب مقطر آب کشیدیم و خشک کردیم.

III – 15ml کربنات سدیم درون ارلن مایر ریختیم.

IV – 2-3 قطره معرف متیل اورانژ اضافه کردیم.

V – HCl استاندارد را به محتویات ارلن اضافه کردیم تا محلول به رنگ قرمز تغییر رنگ دهد.

VI – حجم HCl مصرفی را یادداشت کردیم.

پ :

I –ارلن مایر را تهیه کردیم.

II – ارلن مایر را ابتدا با آب شهر شستیم و سپس با آب مقطر آب کشیدیم و خشک کردیم.

III – 50ml آب شهر درون ارلن مایر ریختیم.

IV – 2-3 قطره معرف متیل اورانژ اضافه کردیم.

V – HCl استاندارد را به محتویات ارلن اضافه کردیم تا محلول به رنگ قرمز تغییر رنگ دهد.

VI – حجم HCl مصرفی را یادداشت کردیم.

4 – فرمول ها ، واکنش­ها و محاسبات :

I - فرمول ها:

0.1 ×(Vb-Va) × 20 ×

0.1 × Vc × 20 ×

سختی کل = سختی موقت + سختی دائم

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| نام فرمول | فرمول گسترده | فرمول بسته |
| هیدروکلریک اسید |  | HCl |
| آب | H-O-H | H2O |
| متیل اورانژ |  | C۱۴H۱۴N۳NaO۳S |
| سدیم کربنات |  | Na₂CO₃ |
| کلسیم کربنات |  | CaCO3 |
| کلسیم بی‌کربنات |  | Ca(HCO3)2 |
| کربن دی‌اکسید |  | CO2 |
| منیزیم کربنات |  | MgCO3 |
| منگنز کربنات |  | Mg(OH)2 |

II - واکنش­ها:

Ca(HCO3)2(aq) CaCO3(s) + H2O(g) + CO2(g)

2Mg(HCO3)2(aq) MgCO3(s) + Mg(OH)2(s) + 3CO2(g) + H2O(g)

Ca2+ + Na2CO3 CaCO3 + 2Na+

Mg2+ + Na2CO3 MgCO3 + 2Na+

III – محاسبات:

الف :

Va = 10.2 ml

ب :

Vb = 13.4 ml

0.1 ×(13.4-10.2) × 20 × = 204.8 Mg/ml

پ :

Vc = 2.9 ml

0.1 ×(2.9) × 20 × = 185.6 Mg/ml

سختی کل = 185.6 + 204.8 = 390.4

5 – بحث و نتیجه گیری :

سوال 1 – چرا قبل از خشک شدن کامل بشر–هنگامی که هنوز بشر رطوبت دارد- چراغ بونزن را خاموش کردیم؟

سوال 2 – چرا 2-3 قطره معرف متیل اورانژ اضافه کردیم ؟

سوال 3 – چرا 20ml آب مقطر عاری از Co2 را به بشر اضافه کردیم ؟

سوال 4 – چرا بشر را ابتدا با اسید جرم گیری کردیم ؟

پاسخ 1 – به دلیل این که باقی مانده رطوبت توسط گرمای خود بشر خشک شود و در غیر اینصورت بشر می ترکد.

پاسخ 2 – زیرا اگر کمتر اضافه می کردیم دیرتر تغییر رنگ می داد و اگر بیشتر اضافه می کردیم زودتر تغییر رنگ می داد.

پاسخ 3:چون میخواهیم تنها سدیم کربنات اضافی در آب مقطر حل شود و نا خالصی آب مربوط به آن باشد.

پاسخ 4 – در غیر اینصورت هنگام هم زدن جرم بشر در آب مقطر حل می شود.

6 – خطاهای آزمایش :

I – اگر هنگام افزودن متیل رد بجای 2-3 قطره بیشتر یا کمتر بریزیم در حجم افزوده شده HCl تغییر ایجاد می شود.

II. - اگر بیش از حد به بشر حرارت بدهیم بشر می ترکد.

III – اگر در اندازه گیری حجم ها دچار اشتباه شویم محاسبات آزمایش دچار مشکل می شود.

IV – اگر جرم بشر را نمی ­گرفتیم جرم بشر در آب مقطر حل می شد و در محاسبات دچار اشتباه میشدیم.

V – اگر در اندازه گیری حجم ها دچار اشتباه میشدیم محاسبات آزمایش دچار مشکل می شد.

7 – پاسخ سوالات :

سوال 1 : فرمول شیمیایی واکنش­هایی که در اثر افزایش سدیم کربنات به آب شیر و جوشاندن آن اتفاق می افتد را بنویسید؟

سوال 2 : فرمول شیمیایی واکنش­هایی را که در تیتر کردن محلول زیر صافی در آزمایش اندازه گیری سختی دائم اتفاق می افتد را بنویسید.

سوال 3 : سختی موقت دائم و کل را محاسبه کرده و مشخص کنید آب شیر جزء کدام یک از آنها می باشد

سوال 4 : چرا در محاسبه سختی دائمی در مرحله شستشوی رسوبات کپسول از آب مقطر فاقد CO2 استفاده کردید؟

سوال 5 : سختی یک نمونه آب طبیعی که فقط کربنات کلسیم دارد 200ppm است مولاریته کربنات کلسیم در این محلول چقدر است؟

پاسخ 1: در واکنش ها گفته شد.

پاسخ2: در واکنش ها گفته شد.

پاسخ 3 : در محاسبات محاسبه شد. ---- خیلی سخت

پاسخ 4:چون میخواهیم تنها سدیم کربنات اضافی در آب مقطر حل شود و نا خالصی آب مربوط به آن باشد.

پاسخ 5:

200 × 10-3 × = 0.002 CaCO3

8 – منابع :

<http://daneshnameh.roshd.ir/mavara/mavara-index.php?page=%D8%B3%D8%AE%D8%AA%DB%8C+%D8%A2%D8%A8&SSOReturnPage=Check&Rand=0>

<http://fa.wikipedia.org/wiki/%D9%87%DB%8C%D8%AF%D8%B1%D9%88%DA%A9%D9%84%D8%B1%DB%8C%DA%A9_%D8%A7%D8%B3%DB%8C%D8%AF>

<http://en.wikipedia.org/wiki/Sodium_carbonate>

<http://fa.wikipedia.org/wiki/%D9%85%D8%AA%DB%8C%D9%84_%D8%A7%D9%88%D8%B1%D8%A7%D9%86%DA%98>

<http://en.wikipedia.org/wiki/Calcium_carbonate>

<http://en.wikipedia.org/wiki/Calcium_bicarbonate>

<http://en.wikipedia.org/wiki/Carbon_dioxide>

<http://bestuff.com/stuff/magnesium-carbonate-mgco3>

<http://www.lookchem.com/Basic-magnesium-carbonate/>