

## قلیائیت آب

### مقدمه

قلیائیت یا  $A_T$  اندازه گیری توانایی یک محلول در خنثی کردن اسیدها تا نقطه هم ارزی کربنات ( $CO_3^{2-}$ ) یا بی کربنات ( $HCO_3^-$ ) می باشد. قلیائیت برابر است با جمع استوکیومتری بازهای موجود در محلول. در طبیعت، عمدتاً قلیائیت کربنات به عنوان قلیائیت کل شناخته می شود زیرا به صورت طبیعی و از حل شدن سنگهای کربنات دار (در حضور کربن دی اکسید اتمسفر) بوجود می آید. سایر شکل‌های متداول و طبیعی قلیائیت عبارتند از بوراتها (مثل  $BO_3^{3-}$  و ...)، هیدروکسیدها ( $OH^-$ )، فسفات‌ها ( $PO_4^{3-}$ )، سیلیکاتها (مثل  $SiO_4^{4-}$  و ...)، نیتراها ( $NO_3^-$ )، آمونیاک حل شده، بازهای مزدوج (گونه حاصل از تفکیک یک اسید در محلول) برخی از اسیدهای آلی و سولفیدها ( $S^{2-}$ ). بنابراین محلولهای تهیه شده در آزمایشگاه ممکن است حاوی مقادیر زیادی از بازهای بوجود آورنده قلیائیت باشند.

معمولاً قلیائیت بر حسب واحد میلی اکی والان بر لیتر (mEq/L) بیان می شود. اما از نظر تجاری و در صنعت آب، واحد متداول بیان قلیائیت قسمت در میلیون (ppm) می باشد.

اغلب قلیائیت (Alkalinity) به اشتباه به جای بازیسیته (Alkaline) به کار می رود. به عنوان مثال، مقدار pH یک محلول را می توان با افزودن  $CO_2$  کم کرد. این کار باعث کاهش بازیسیته ولی ثابت ماندن مقدار قلیائیت خواهد شد.

### قلیائیت تئوری

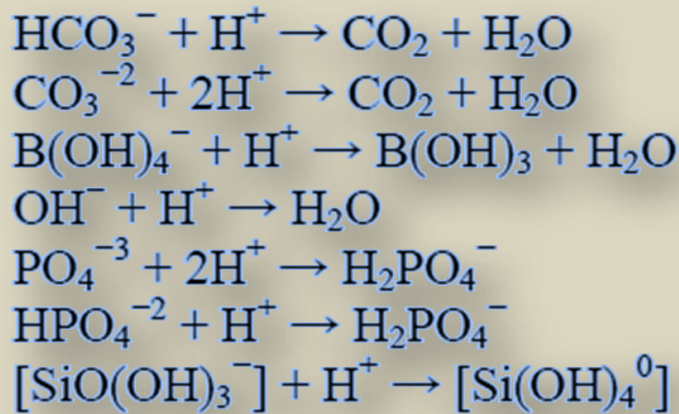
در آبهای زیر زمینی یا آب دریا، محاسبه مقدار قلیائیت به صورت زیر می باشد :

$$A_T = [HCO_3^-]_T + 2[CO_3^{2-}]_T + [B(OH)_4^-]_T + [OH^-]_T + 2[PO_4^{3-}]_T + [HPO_4^{2-}]_T + [SiO(OH)_3^-]_T - [H^+]_{sws} - [HSO_4^-]$$

زیروند T بیانگر غلظت کل گونه های موجود در محلول می باشد که با غلظت آزاد متفاوت است. (غلظت آزاد بیانگر مقدار مشخص برهمکنشهای زوج یونی موجود در آب دریا می باشد)

قلیائیت را می توان با تیتراسیون نمونه بوسیله اسیدی قوی محاسبه کرد به گونه ای که تمام ظرفیت بافری یونهای مزبور (بالتر از pH بی کربنات و کربنات) مصرف شود. اصولاً این نقطه در pH مساوی با ۴,۵ قرار می گیرد. در این نقطه، تمام بازها به گونه های دارای بار خنثی یا

صفر پروتونه می شوند لذا دیگر باعث بروز قلیائیت نخواهند شد. به عنوان مثال، واکنشهای زیر هنگام افزودن اسید به محلولی از آب دریا رخ می دهند:



همانطور که در واکنشهای فوق نشان داده شده است اکثر بازها، یک پروتون ( $\text{H}^+$ ) مصرف می کنند تا به گونه ای خنثی تبدیل شوند بنابراین قلیائیت یک هم ارز افزایش می یابد. از آنجا که یون  $\text{CO}_3^{2-}$  دو پروتون مصرف می کند تا به گونه خنثی  $\text{CO}_2$  تبدیل شود لذا قلیائیت را به ازای هر مول از  $\text{CO}_3^{2-}$  تا دو برابر افزایش می دهد. یونهای  $\text{H}^+$  و  $\text{HSO}_4^-$  باعث کاهش قلیائیت می شوند زیرا به عنوان منبع پروتون رفتار می کنند و اغلب به صورت  $[\text{H}^+]_T$  نشان داده می شوند. معمولاً قلیائیت را برحسب  $\text{mg/l CaCO}_3$  (میلی گرم بر لیتر کلسیم کربنات) بیان می کنند که می توان آن را با تقسیم کردن بر ۵۰ (جرم مولکولی کلسیم کربنات تقسیم بر ۲) به میلی اکی والان بر لیتر (mEq/l) تبدیل کرد.

نکته :

- ✓ هر مول از کلسیم کربنات معادل با (یا هم ارز با) ۲ اکی والان  $\text{H}^+$  یا  $\text{OH}^-$  می باشد.
- ✓ معمولاً قلیائیت کل را مجموع کربناتها و بی کربناتهای موجود در آب می دانند.
- ✓  $1 \text{ meq/L HCO}_3^- = 61 \text{ mg/L HCO}_3^-$
- ✓  $1 \text{ meq/L CO}_3^{2-} = 30 \text{ mg/L CO}_3^{2-}$

### جمع گونه های شرکت کننده در قلیائیت آب

در معادلات زیر، سهم نسبی هر جز در قلیائیت نمونه نوعی از آب دریا نشان داده شده است. سهم هر جز بر حسب  $\mu\text{mol.kg}^{-1}\text{-soln}^{-1}$  بیان می شود. (مقدار شورپی: ۲۵، مقدار pH: ۸,۱ و دما: 25°C)

$$A_T = [\text{HCO}_3^-]_T + 2[\text{CO}_3^{2-}]_T + [\text{B(OH)}_4^-]_T + [\text{OH}^-]_T + 2[\text{PO}_4^{3-}]_T + [\text{HPO}_4^{2-}]_T + [\text{SiO(OH)}_3^-]_T - [\text{H}^+] - [\text{HSO}_4^-] - [\text{HF}]$$

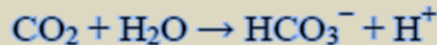
فسفات‌ها و سیلیکات‌ها از جمله مواد مغذی به حساب می‌آیند و بنابراین از آنها در معادله صرفنظر می‌شود. همچنین در  $pH = 8.1$ ، غلظت  $[HSO_4^-]$  و  $[HF]$  قابل چشم پوشی است. بنابراین خواهیم داشت:

$$A_T = [HCO_3^-]_T + 2[CO_3^{2-}]_T + [B(OH)_4^-]_T + [OH^-]_T - [H^+]_T$$

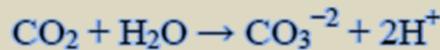
### افزودن $CO_2$ به آب

افزودن (یا حذف)  $CO_2$  به یک محلول باعث تغییر دادن قلیائیت نخواهد شد زیرا واکنش خالص منجر به تولید تعداد یکسانی اکی والان از گونه‌های مثبت ( $H^+$ ) و گونه‌های منفی ( $HCO_3^-$  و  $CO_3^{2-}$ ) می‌شود.

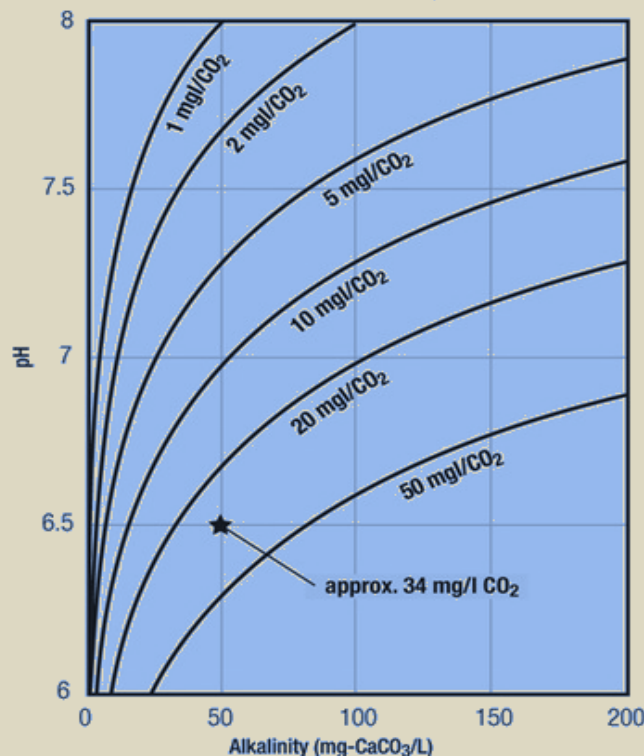
در مقادیر  $pH$  خنثی:



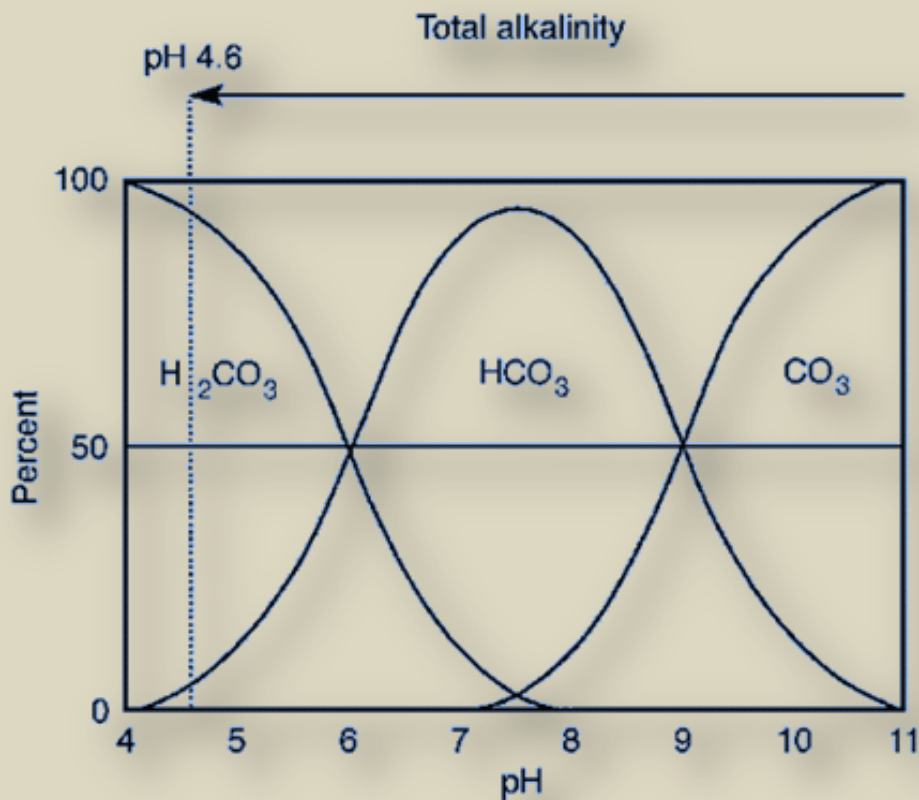
و در مقادیر  $pH$  بالا:



CO<sub>2</sub> Concentration at Specific pH and Alkalinity



مطابق تعادلات و شکل فوق، با افزایش مقدار pH آب (بازی شدن آب)، غلظت  $\text{CO}_2$  در آب کاهش می یابد یعنی حلالیت آن در آب افزایش می یابد. وضعیت تعادلی سه گونه حاصل از تفکیک کربنیک اسید:



### حل شدن سنگهای کربناته

افزودن  $\text{CO}_2$  به یک محلول در تماس با جامد می تواند باعث تغییر قلیائیت شود. این مسئله بویژه در مورد مواد کربنات دار در تماس با آبهای زیرزمینی یا آب دریا صادق است. (علاوه بر کربنات حاصل از افزودن کربن دی اکسید به آب، کربنات موجود در سنگها نیز وارد آب می شود به همین خاطر تعادلات فوق به هم می خورد در نتیجه قلیائیت نیز تغییر خواهد کرد) حل شدن یا رسوب کردن سنگهای کربناته، تاثیر زیادی روی قلیائیت دارد زیرا این سنگها از  $\text{CaCO}_3$  تشکیل شده اند و بنابراین تفکیک آنها منجر به اضافه شدن  $\text{Ca}^{2+}$  و  $\text{CO}_3^{2-}$  به محلول خواهد شد. کاتیون  $\text{Ca}^{2+}$  بر روی قلیائیت هیچ تاثیری ندارد ولی آنیون  $\text{CO}_3^{2-}$  قلیائیت را به اندازه ۲ واحد افزایش می دهد.

شرکت شهید کالا کار  
عرضه کننده تجهیزات آزمایشگاهی  
[www.shahdkala.com](http://www.shahdkala.com)  
گردآورنده : محمدرضا حسن بیگی

منابع :

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

<http://www.aquaticceco.com>

<http://www.ces.ncsu.edu>

<http://www.mdsg.umd.edu>