

# CHEMISTRY

## سری جزوات شیمی خط به خط

دکتر مرتضی نصیرزاده

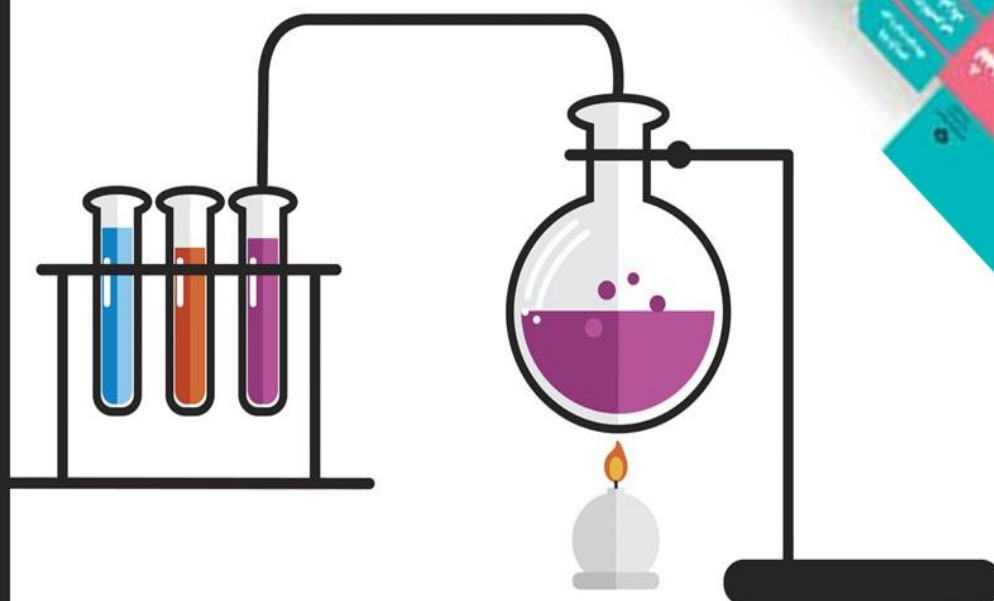
دکترای تخصصی شیمی هسته ای

مرکز مندلیف سن پترزبورگ

مدرس شیمی کنکور آ.ش

مدرس شیمی خانه زیست و شیمی نصیرزاده

طراح سوال در آزمون های قلمچی



# بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

## سخنی با دانش آموز:

دانش آموز عزیز! این جزوه صرفاً به عنوان مکملی برای درک بهتر و عمیق تر کتاب درسی شیمی تدوین و تالیف شده است. و به هیچ عنوان به آن مفهوم نخواهد بود که شما را از کتاب درسی بی نیاز نماید. بنابر این رویکردی که در این جزوه اتخاذ شده به این صورت است که بصورت کامل، کوتاه، مفید و در چهارچوب مطالب درسی آموزش های لازم ارائه شده و شما را هرچه بهتر برای آزمون های مدرسه و آزمون های ورودی دانشگاه ها (کنکور) آماده سازد.

در این جزوات به صورت خط به خط (line by line) مطالب و نکات کتاب درسی لیست شده و در صورت نیاز تشریح شده است. پیشاپیش از محضر شما دانش آموزان عزیز بابت وجود اشتباهات املایی و نگارشی پوزش خواسته و امید است در ویرایش های نهایی بر طرف گردند.

به منظور حفظ قانون کپی رایت بر خود لازم می دانم اشاره کنم سوالات تستی (کادرهای آبی رنگ) و پاسخ آن ها (کادرهای قهوه ای رنگ) از وب سایت لرنیتو [lernito.ir](http://lernito.ir) اسکرین شات گرفته شده و در جزوه قرار داده شده است. سوالات بدون ذکر منبع از آزمون سراسری، آزمون های قلمچی و سوالات تالیفی خود بنده انتخاب شده اند.

هر چند ناقابل!

تقدیم به ساحت مقدس حضرت صاحب الامر و الزمان، امام مهدی علیه السلام.

باشد که قبول افتد.

## شیمی ۳: مولکولها در خدمت تندرستی: صفحه های ۱ تا ۳۶

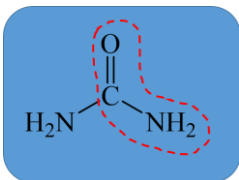
نکات حائز اهمیتی که در مقدمه این فصل می توانیم اشاره کنیم عبارتند از:

- گذشتگان به تجربه پی بردند که اگر ظرف های چرب را به خاکستر آغشته کنند و سپس با آب گرم شستوشو دهند، آسانتر تمیز می شوند.
- با افزایش سطح تندرستی و بهداشت فردی و همگانی، شاخص امید به زندگی نیز در جهان افزایش یافته است. از روی نمودار صفحه ۲ می توان دریافت که از سال ۱۳۳۰ تا ۱۳۹۵ میزان مرگ و میر کودکان، جوان های زیر ۴۰ سال کاهش یافته و به صفر نزدیک شده. در مقابل امید به زندگی در افراد بالای ۸۰ سال از مقادیر تقریبا صفر به تقریبا ۱۰ درصد رسیده است.
- در سال ۹۵ درصد بیشتر مردم تا ۹۰ سالگی عمر می کنند.
- از گذشته تا به امروز امید به زندگی در سراسر جهان افزایش یافته است ولی این افزایش یکسان نیست. امید به زندگی در مناطق توسعه یافته و برخوردار در مقایسه با مناطق کم برخوردار بیشتر است.
- سلامت و بهداشت در شاخص امید به زندگی اهمیت بسیاری دارد و در راستای ارتقای آن پاک کننده ها و شوینده ها نقش پررنگی ایفا می کنند.

### پاکیزگی محیط با مولکول ها

شبهه شبیه را حل می کند! عبارت آشنایی که در مبحث انحلال پذیری می خوانیم. منظور از شباهت چیست؟ شباهت در اینجا یعنی قطبیت. پس هر ماده قطبی در ماده قطبی و غیر قطبی در ماده غیر قطبی حل می شود. بنابراین اصول پاک کنندگی بر انحلال آلودگی در آب استوار است. اگر بتوان آلودگی را در آب حل نمود می توان پاکیزگی را نیز به همراه آن دارا بود.

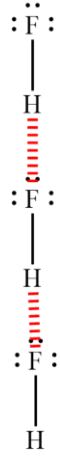
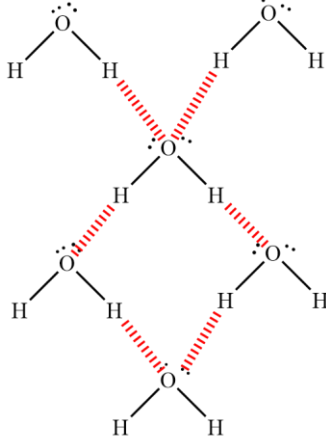
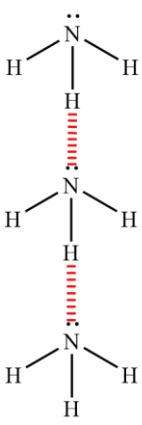
- اگر دو ماده در هم حل شوند مخلوط همگن (یا همان محلول) و در غیر این صورت مخلوط ناهمگن تشکیل می شود.
- اتیلن گلیکول (ضد یخ) الکی با دو کربن و دو گروه هیدروکسید ( $\text{HO-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$ ) ماده ای قطبی است و می تواند با آب پیوند هیدروژنی تشکیل دهد.
- تمام ترکیبات یونی قطبی هستند و در صورت انحلال پذیری در آب مخلوط همگن تشکیل می دهند. در نظر داشته باشید حل نشدن بعضی نمک ها در آب به دلیل بالا بودن انرژی شبکه آن هاست نه بحث قطبیت آن ها
- اغلب هیدروکربن ها (دقت کنید نه همه) ناقطبی هستند و در حلال غیر قطبی (هگزان) حل می شوند.
- روغن زیتون هیدروکربن نیست ولی بخاطر داشتن بیش از ۵۰ کربن، نیروی واندروالسی بر نیروهای قطبی غلبه کرده و عملا آنرا نامحلول در آب می کند.
- اوره ( $\text{CO(NH}_2)_2$ ) نیز با آب می تواند پیوند هیدروژنی تشکیل دهد.
- اوره با ساختاری به شکل مقابل دارای دو گروه عاملی آمیدی است. گروه آمیدی در داخل منحنی قرمز رنگ مشخص شده است.
- پارافین، گریس، وازلین هیدروکربن هایی با تعداد کربن بیش از ۲-۲۵ می باشند.
- فرایند انحلال هنگامی منجر به تشکیل محلول میشود: که جاذبه های حل شونده با حلال بیشتر از میانگین جاذبه ها در حلال خالص و حل شونده خالص باشد. در غیر این صورت ذره های حل شونده کنار هم باقی می ماند و در حلال پخش نمی شوند.
- در ساختار عسل گروه هیدروکسیلی زیادی وجود داشته که می تواند با آب پیوند هیدروژنی تشکیل دهد.





پیوند هیدروژنی به عنوان قوی ترین نیروی بین مولکولی در موادی است که در مولکول آنها، اتم هیدروژن به یکی از اتم های O، F یا N با پیوند اشتراکی متصل است. دقت کنید زمانی پیوند هیدروژنی برقرار می شود که در هر دو ماده هیدروژن به یکی از سه اتم اشاره شده متصل باشد. برای درک بهتر پیوند هیدروژنی به شکل زیر دقت کنید.

در شکل روبرو نمایش پیوند هیدروژنی در سه ماده معروف HF و NH<sub>3</sub> و H<sub>2</sub>O به نمایش درآمده است.

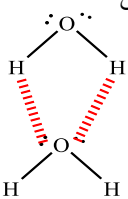


خطوط سیاه بین هر یک از اتم های O، F یا N با هیدروژن از نوع کووالانسی است. یعنی پیوند بین اتمی یا درون مولکولی. ولی پیوندهای قرمز رنگ که بین هیدروژن از یک اتم و یکی از اتم های O، F یا N مولکول دیگر برقرار است از نوع بین مولکولی هیدروژنی است.

نقطه حائز اهمیتی که در این سه ماده می توان دید تعداد پیوند های هیدروژنی است که هر یک می توانند تشکیل دهند.

به عبارتی آب حداکثر ۴ پیوند، آمونیاک ۲ پیوند و هیدروفلوریک نیز ۲ پیوند هیدروژنی. جالب است بدانید هر مولکول آب ۲ جفت الکترون غیر پیوندی و ۲ اتم هیدروژن داشته و می تواند با ۴ مولکول آب پیوند هیدروژنی تشکیل

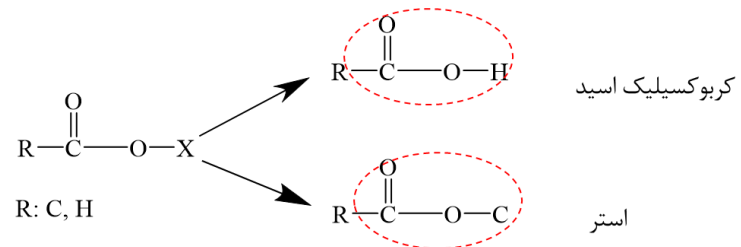
دهد. HF یک اتم هیدروژن و سه جفت الکترون غیر پیوندی برعکس NH<sub>3</sub> به اتم هیدروژن و یک جفت الکترون غیر پیوندی دارد. و هر دوی آنها ۲ پیوند هیدروژنی می توانند تشکیل دهند. به این دلیل که آب می تواند تا ۴ پیوند هیدروژنی تشکیل دهد، نقطه جوش بالاتری نسبت به دو ترکیب دیگر دارد.



نکته ! بسیار مهم اینکه بین دو مولکول فقط یک پیوند هیدروژنی می تواند تشکیل شود. یعنی شکل روبرو اشتباه خواهد بود.

**اسید چرب: کربوکسیلیک اسیدهایی با زنجیر کربنی بلند**  
**استر بلند زنجیر: استرهایی با جرم مولی زیاد.**  
**چربی: ترکیباتی متشکل از اسید چرب و استر بلند زنجیر**

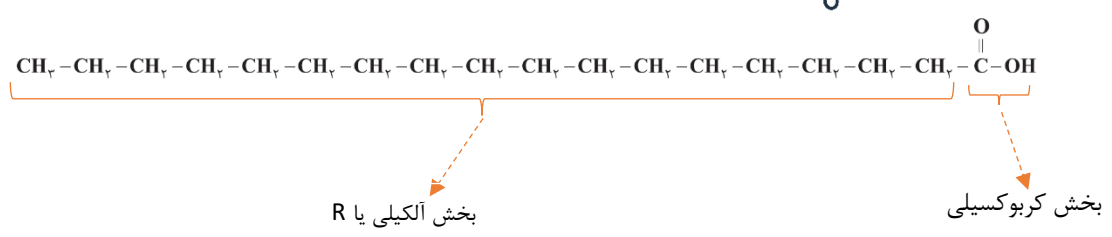
با توجه به شکل زیر می توان تفاوت و تشابه اسید و استر را متوجه شد. (نکته با حالت مقایسه ای می توان گروه های آلی را در یاد سپرد. مثلاً آلدهید و کتون، الکل و اتر، اسید و استر). همانطور که معلوم است تفاوت دو گروه عاملی اتصال کربن یا هیدروژن به اکسیژن می باشد. گروه عاملی هر دو دسته از ترکیبات نیز داخل بیضی قرمز رنگ معلوم است.



استرها در شرایط مناسب از الکل و اسید آلی تهیه شده و در شرایط مناسب نیز به الکل و اسید سازنده خود تجزیه می شوند. مطالب مربوط را می توان در جزوات لاین بای لاین شیمی یازدهم فصل ۳ پی گیری نمایید. !



نمونه ای از اسید چرب با ۱۸ کربن

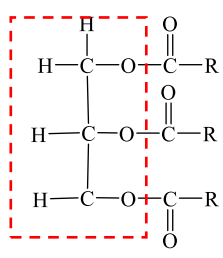
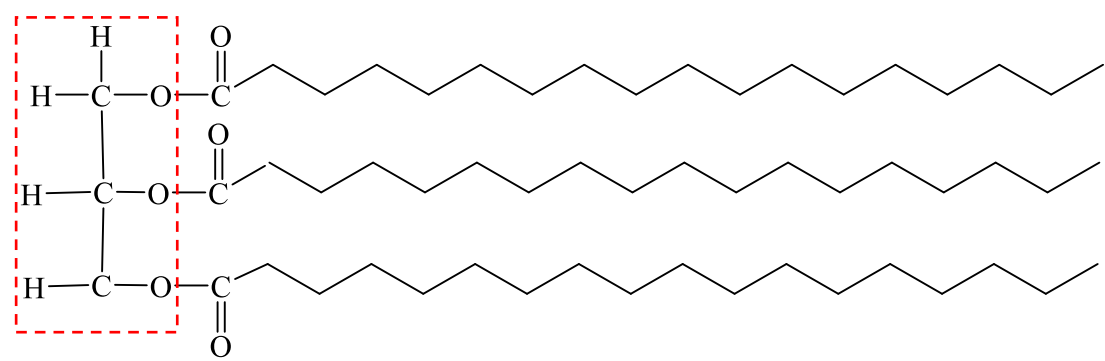


همانطور که از شکل معلوم است کربوکسیلیک اسید را می توان با فرمول عمومی RCOOH نوشت. R می تواند سیر شده یا سیر نشده باشد. اگر R سیر شده بود فرمول آن  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$  و اگر سیر نشده باشد فرمول آن  $\text{C}_n\text{H}_{2n-1}$  خواهد بود.

سوال: فرمول عمومی اسید چربی با گروه آلکیلی ۱۶ کربنه چیست؟  
 آلکیل یعنی چه؟ آلکیل همان آلکان است که یک هیدروژن کمتر دارد. مثال متان و متیل. اتان و اتیل.  
 پس R یک زنجیر ۱۶ کربنی سیر شده خواهد بود. گفتیم اگر R سیر شده بود فرمول آن  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$  است. یعنی  $\text{C}_{16}\text{H}_{33}$ .  
 در هر اسید بخش ثابت COOH نیز وجود دارد. اگر این را هم اضافه کنیم خواهیم داشت.  $\text{C}_{17}\text{H}_{32}\text{O}_2$ .



معروفترین استر بلند زنجیر که در کتاب آمده به شکل زیر است

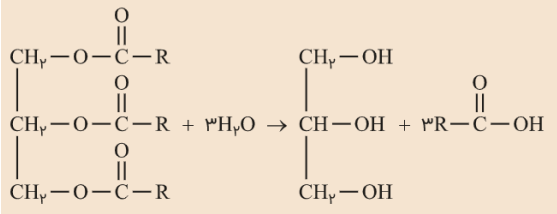


ساختار ساده شده این اتر به صورت روبروست است  
 که در آن R آلکیلی با ۱۷ کربن می باشد. قسمتی که در هر دو شکل داخل کادر قرمز قرار داده شده  
 بخش الکی این استر است. به عبارتی اگر این استر بلند زنجیر تجزیه شود به یک الکل سه عاملی و  
 اسید چرب ۱۸ کربنه تبدیل خواهد شد.

روغن زیتون، استری با فرمول مولکولی  $\text{C}_{57}\text{H}_{104}\text{O}_6$  است. فرمول مولکولی اسید چرب سازنده آن، کدام است؟ (تری گلسیریدی که اسیدهای چرب یکسانی در ساختار آن وجود دارد)

- |  |  |
|--|--|
| $\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$ (۲) | $\text{C}_{18}\text{H}_{33}\text{O}$ (۱) |
| $\text{C}_{19}\text{H}_{39}\text{O}_2$ (۴) | $\text{C}_{19}\text{H}_{39}\text{O}$ (۳) |

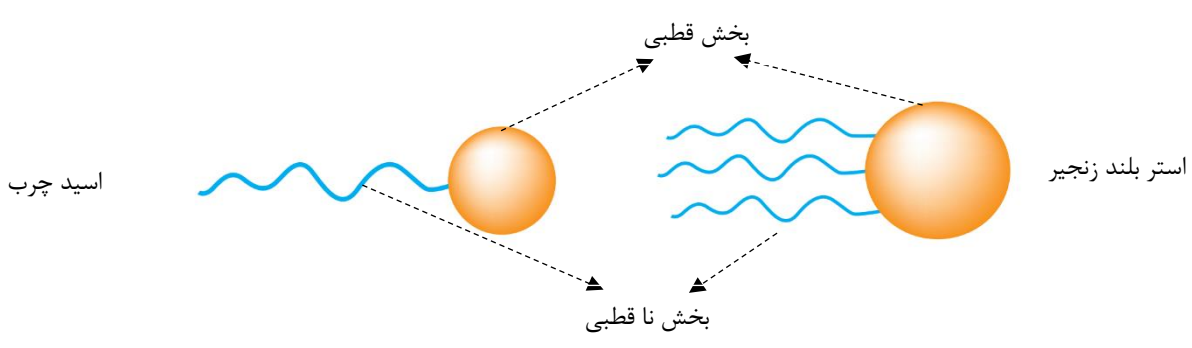
از آپکافت استر موردنظر می‌توان به الکل و اسید چرب سازنده دست یافت.



با استفاده از شمار اتم‌های کربن، هیدروژن و اکسیژن در مولکول‌های روغن زیتون، آب و الکل سه عاملی تولیدشده (گلیسرین)، می‌توان فرمول مولکولی اسید چرب را مشخص کرد.

$$\begin{aligned}
 \text{شمار اتم کربن در اسید چرب} &= \frac{57 - 3}{3} = 18 \\
 \text{شمار اتم هیدروژن در اسید چرب} &= \frac{(104 + 6) - 8}{3} = 34 \\
 \text{شمار اتم‌های اکسیژن در اسید چرب} &= \frac{(6 + 3) - 3}{3} = 2
 \end{aligned}$$

فرمول اسید چرب سازنده روغن زیتون  $C_{18}H_{34}O_2$  یا  $C_{17}H_{33}COOH$  است.



به نکات زیر در مورد اسید چرب و استر بلند زنجیر دقت فرمایید

- در هر دو بخش غیر قطبی غالب تر بوده و در آب نامحلول هستند
- بر خلاف استر بلند زنجیر اسید چرب می‌تواند با آب پیوند هیدروژنی تشکیل دهد
- پیوند بخش‌های ناقطبی با چربی‌ها در هر دو مشابه (از نوع واندروالسی) و لی پیوند بخش‌های قطبی با مواد قطبی متفاوت است. (اسید می‌تواند پیوند هیدروژنی تشکیل دهد)

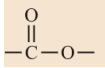
چند مورد از مطالب زیر، درباره ترکیبی که ساختار مولکول آن نشان داده شده، درست است؟

- به یک استر مربوط است.
- به یک اسید چرب سه ظرفیتی مربوط است.
- در بنزین حل می‌شود و در آب نامحلول است.
- بخش ناقطبی آن بر بخش قطبی آن غلبه دارد.

۲ (۲)	۱ (۱)
۴ (۴)	۳ (۳)

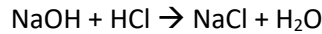
شکل نشان داده شده مربوط به یک استر بلند زنجیر با جرم مولی زیاد است. در این نوع استرها که بخشی از چربی‌ها را شامل می‌شوند بخش ناقطبی بر بخش قطبی غلبه داشته و به همین دلیل در آب نامحلول و در بنزین محلول هستند.

تنها موردی که ترکیب را اسید چرب سه ظرفیتی نامیده، نادرست است؛ زیرا اسیدهای چرب دارای گروه کربوکسیل ( $-COOH$ ) هستند ولی این ترکیب دارای سه عامل استری به صورت زیر است.

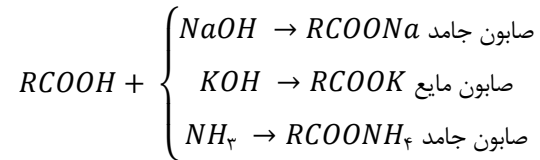


## صابون چیست؟

با به مقدمه ساده شروع می کنیم. از واکنش یک اسید و یک باز نمک تولید می شه.



اسید چرب که یک اسید آلی است اگه با یک باز مثل  $\text{NaOH}$ ،  $\text{KOH}$  یا  $\text{NH}_3$  واکنش نمک تولید می کنه. به این نمک می گن نمک اسید چرب. صابون همین نمک اسید چرب هست.



به نکات مهمی که در مورد صابون در کتاب آمده دقت فرمایید:

- صابون جامد را از گرم کردن مخلوط روغن های گوناگون یا چربی مانند روغن زیتون، نارگیل و پیه با سدیم هیدروکسید تهیه می کنند. صابون های مایع، نمک پتاسیم یا آمونیوم اسیدهای چرب هستند.
- در هر صابون مثلا صابون های جامد بخش  $\text{COONa}$  بخش قطبی و آب دوست آن و  $\text{R}$  بخش آب گریز آن است.
- استر بلند زنجیر نیز در حضور سدیم هیدروکسید به صابون تبدیل می شود. از یک مول استر بلند زنجیر که ساختار آن در کتاب آمده ۳ مول صابون ۱۸ کربنه تولید می شود
- صابون ماده ای است که هم در آب و هم در چربی حل می شود.
- ترکیب ناپایدار روغن و آب توسط صابون پایدار می شود.

قبل از بررسی مکانیسم عمل صابون در لکه بری با انواع مخلوط ها باید آشنا شویم.

قبلا نیز بیان شد که مخلوط همگن همان محلول می باشد. مخلوط نا همگن به دو دسته کلویید و سوسپانسیون تقسیم بندی می شوند.

مقایسه این سه نوع مخلوط به قرار زیر است.

- ✓ اندازه ذرات: سوسپانسیون < کلویید < محلول. سوسپانسیون ها ذرات ریز ماده، کلویید ها توده های مولکولی با اندازه های متفاوت و محلول حاوی ذرات یونی تفکیک شده است.
- ✓ پخش کنندگی نور. هرچه ذرات بزرگتر باشند امکان پخش نور وجود دارد. بنابراین سوسپانسیون و کلویید نور را پخش ولی ذرات محلول پخش نمی کنند
- ✓ پایداری: پایداری به مفهوم ته نشین نشدن ذرات مخلوط است. ذرات سوسپانسیون ته نشین می شوند. ذرات کلویید به خاطر باردار بودن (بار همنام) همیشه همدیگر را دفع کرده و ته نشین نمی شوند. ذرات محلول نیز به خاطر پخش شدن در آب و احاطه شدن با مولکول های آب پایدار بوده و ته نشین نمی شوند.

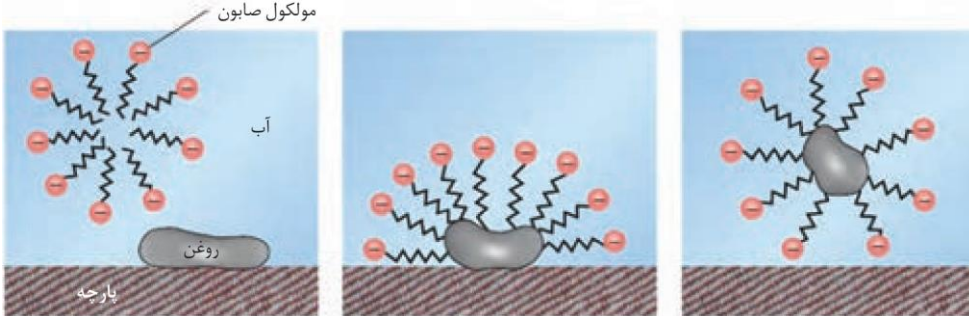
### رفتار کلویدها را میتوان رفتاری بین سوسپانسیون و محلول ها در نظر گرفت

مثال هایی از سوسپانسیون و کلویید

سوسپانسیون: شربت معده، شربت خاک شیر

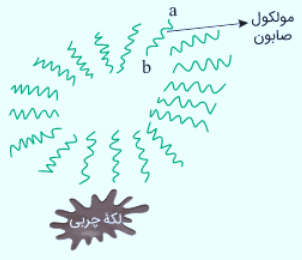
کلویید: ژله، سس مایونز و رنگ، مخلوط آب و روغن و صابون

کلویید از آن جهت در بحث ما اهمیت دارد که ترکیب آب و روغن با صابون کلویید تشکیل می دهد. حال با بررسی مکانیسم عمل صابون نکات لازم در مورد این بحث را ذکر می کنیم.



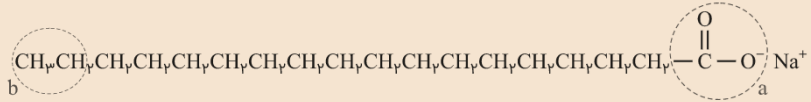
۱. مولکول صابون از طرف قطبی خود در آب حل شده و طرف ناقطبی آن به چربی می چسبید.
۲. همانطور که می دانیم سمت قطبی صابون (جامد) دارای ساختار COONa بوده و بعد از انحلال به صورت  $\text{Na}^+$  و  $\text{COO}^-$  تفکیک می شود.
۳. با تشکیل کلویید آب-صابون-چربی و با توجه به اینکه کلویید حاصل بار منفی دارد، در اثر دافعه میان ذرات چربی از روی پارچه (یا سطح مورد نظر) جدا می شود.
۴. ذرات کلویید می توانند اندازه متفاوتی داشته باشند و در نتیجه مقدار بار یکسانی نخواهند داشت.

شکل زیر شیوه اتصال مولکولهای صابون به لکه چربی و فرآیند پاک کردن آن را نشان می دهد. کدامیک از مطالب زیر متناسب با شکل صحیح است؟



- ۱) در مولکول صابون انتهای  $a$  دارای بار منفی و  $b$  دارای بار مثبت بوده و از قسمت  $b$  به لکه چربی متصل می گردد.
- ۲) در مولکول صابون انتهای  $a$  بدون بار و  $b$  دارای بار منفی بوده و از قسمت  $a$  به لکه چربی متصل می گردد.
- ۳) در مولکول صابون انتهای  $a$  دارای بار منفی و  $b$  بدون بار بوده و از قسمت  $b$  به لکه چربی متصل می گردد.
- ۴) در مولکول صابون انتهای  $a$  دارای بار مثبت و  $b$  دارای بار منفی بوده و از قسمت  $a$  به لکه چربی متصل می گردد.

به عنوان مثال مولکول صابون جامد را در نظر می گیریم:



بعد از انحلال صابون در آب، یون سدیم جدا شده و یک سر صابون دارای بار منفی خواهد بود (سمت  $a$ ) و سمت دیگر صابون انتهای گروه آلکیلی است که به واسطه نیروی غیرقطبی و اندروالسی به لکه چربی متصل می شود.



برهمکنش میان ذرات صابون و چربی از نوع فیزیکی است نه شیمیایی. به عبارتی صابون تغییر شیمیایی در ساختار چربی ایجاد نمی کند. بلکه در اثر جاذبه و دافعه الکترواستاتیک باعث جدا شدن لکه های چربی می شود.



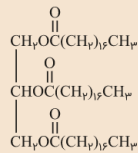
## نکاتی پیرامون صابون ها

- صابون همه لکه ها را به یک اندازه از بین نمی برد زیرا نوع پارچه، دما، نوع آب و نیز نوع و مقدار صابون نیز بر روی قدرت پاک کنندگی آن تأثیر دارد.
- بهترین نوع پارچه، پارچه نخی بوده و بهترین صابون، صابونی است که آنزیم دار باشد.
- میزان لکه بری صابون با دما رابطه مستقیم دارد.
- صابون مراغه که پیه گوسفند تهیه می شود افزودنی شیمیایی نداشته و به دلیل خاصیت بازی مناسب برای موهای چرب استفاده می شود
- صابون گوگرددار، برای از بین بردن جوش صورت و همچنین قارچ های پوستی استفاده می شود
- به منظور افزایش خاصیت ضد عفونی کنندگی و میکروب کشی صابون ها به آن ها ماده شیمیایی کلردار اضافه می کنند.
- هر ماده ای که خاصیت بازی صابون را بتواند افزایش دهد با افزودن آن به ترکیب صابون پاک کنندگی آنرا افزایش می دهد مانند جوش شیرین ( $\text{NaHCO}_3$ )

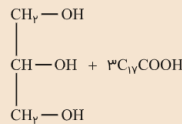
همه موارد زیر در مورد استرهای بلند زنجیر نادرست است به جز:

- ۱) از واکنش استری شدن سه مول اسید چرب و یک مول ترکیب نامحلول در آب به وجود می آید.
- ۲) از واکنش ۱ مول  $\text{C}_{57}\text{H}_{115}\text{O}_6$  با سه مول سدیم هیدروکسید، سه مول صابون با فرمول  $\text{C}_{18}\text{H}_{35}\text{O}_2\text{Na}$  تولید می شود.
- ۳) ماده تشکیل دهنده ساختار چربی ها هستند.
- ۴) در شرایط مناسب می توان آن را از اتیلن گلیکول و اسیدهای چرب تهیه کرد.

باتوجه به فرمول ساختاری استر بلند زنجیر، فرمول اسید چرب تشکیل دهنده آن  $\text{C}_{18}\text{H}_{35}\text{O}_2\text{H}$  است که با ترکیب سه مول سدیم هیدروکسید می توان آن را به ۳ مول صابون تبدیل کرد.



استر بلند زنجیر را می توان مطابق واکنش زیر از اسید چرب و یک الکل سه عاملی حلال در آب تهیه کرد. (نادرستی گزینه های ۱ و ۴)



استرهای بلند زنجیر به همراه اسیدهای چرب مواد تشکیل دهنده چرب هستند. (نادرستی گزینه ۳)

## عملکرد صابون در آب سخت

آب سخت، آبی که حاوی مقادیر زیادی از کاتیون های کلسیم و منیزیم باشد. اگر این کاتیون ها به جای سدیم، پتاسیم و یا آمونیم در ساختار صابون قرار گیرند. صابون دیگر در آب محلول نخواهد بود. ترکیب حاصل رسوب داده و عملاً خاصیت پاک کنندگی صابون از بین خواهد رفت. صابون در این آبها به خوبی کف نمی کند و قدرت پاک کنندگی آن کاهش می یابد، زیرا صابون با یون های موجود در آب سخت رسوب تشکیل می دهد. لکه های سفیدی که پس از شستن لباس با صابون روی آنها برجای می ماند، نشانه ای از تشکیل چنین رسوب هایی است.



چالش هایی که پیش روی تولید انبوه صابون وجود داشت عبارت بودند از:

- مشکل کف نکردن و کارآمد نبودن در آب های سخت و یا آب شور دریا به هنگام سفرهای بلند مدت دریایی

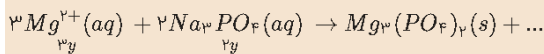
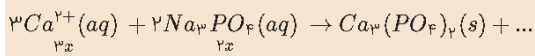
- برای تولید صابون در مقیاس انبوه به مقدار بسیار زیادی چربی نیاز بود. از این رو تأمین صابون مورد نیاز جهان به روش های سنتی تقریباً ناممکن شد.

برای افزایش کارایی صابون در آب سخت می شود از افزودن نمک های فسفات دار به ترکیب صابون بهره جست ولی این خود بعضاً عامل مشکل دیگری بود. فسفات بخاطر داشتن سه بار منفی برای کاتیون های کلسیم و منیزیم لقمه چرب تری به حساب می آید. در این شرایط کاتیون های آب سخت با فسفات واکنش داده و رسوب می کنند و عملاً صابون در آب محلول باقی می ماند.



به ۵ لیتر آب سخت حاوی یون های کلسیم و منیزیم که غلظتشان مجموعاً  $1152 \text{ ppm}$  است،  $23/52$  گرم نمک سدیم فسفات افزوده می شود تا صابون به طور کامل در آن حل شود. نسبت جرمی یون کلسیم به منیزیم چند است؟ (چگالی آب  $1 \text{ g.ml}^{-1}$  است.)  
 $(Ca = 40, Mg = 24, Na_3PO_4 = 164 : \text{g.mol}^{-1})$

$$\begin{array}{r} 1 \quad (1) \\ 1/45 \quad (2) \\ 1/8 \quad (4) \\ 1/67 \quad (3) \end{array}$$



مجموع جرم یون های کلسیم و منیزیم در ۵ لیتر آب (۵۰۰۰ گرم) برابر است با:

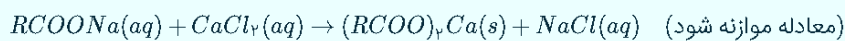
$$ppm = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow 1152 = \frac{x}{5000} \times 10^6 \Rightarrow x = 5/76 \text{ g}$$

باتوجه به واکنش های بالا با نوشتن دو معادله دو مجهولی می توان به پاسخ مسئله رسید:

$$\begin{cases} 40(3x) + 24(3y) = 5/76 \\ 2x + 2y = \frac{23/52}{196} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 120x + 72y = 5/76 \\ 2x + 2y = 0/12 \end{cases} \Rightarrow x = y = 0/03$$

$$\Rightarrow \frac{Ca^{2+}}{Mg^{2+}} = \frac{120x}{72y} = \frac{3/6}{2/16} = 1/67$$

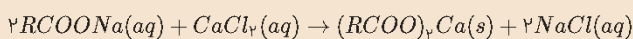
به ۲۰۰ میلی لیتر آب سخت ( $d = 1 \text{ g.mL}^{-1}$ ) که دارای یون های  $Ca^{2+}$  با غلظت  $2000 \text{ ppm}$  است،  $4/72$  گرم از صابون با جرم مولی  $236 \text{ g.mol}^{-1}$  اضافه شده است. با فرض کامل بودن واکنش صابون با یون کلسیم، چند درصد از آن، به صورت رسوب، در آمده است؟ ( $Ca = 40, Na = 23 : \text{g.mol}^{-1}$ )



$$\begin{array}{r} 20 \quad (2) \\ 100 \quad (4) \\ 10 \quad (1) \\ 50 \quad (3) \end{array}$$



معادله موازنه شده واکنش به صورت زیر است:



ابتدا با استفاده از رابطه  $ppm$ ، جرم یون کلسیم موجود در آب را حساب می کنیم:

$$ppm = \frac{\text{جرم یون } Ca^{2+}}{\text{جرم محلول} \approx \text{جرم آب}} \times 10^6 \Rightarrow 2000 = \frac{\text{جرم } Ca^{2+}}{200} \times 10^6 \Rightarrow \text{جرم } Ca^{2+} = 0/4 \text{ g}$$

اکنون باید حساب کنیم  $0/4$  گرم یون کلسیم با چند گرم صابون واکنش داده و رسوب تولید می کند.

روش اول: کسر تبدیل

$$?g(\text{صابون}) = 0/4 \text{ g } Ca^{2+} \times \frac{1 \text{ mol } Ca^{2+}}{40 \text{ g } Ca^{2+}} \times \frac{1 \text{ mol } CaCl_2}{1 \text{ mol } Ca^{2+}} \times \frac{2 \text{ mol (صابون)}}{1 \text{ mol } CaCl_2} \times \frac{236 \text{ g}}{1 \text{ mol (صابون)}} = 4/72 \text{ g (صابون)}$$

در صورت مسئله، مقدار صابون اضافه شده به آب سخت،  $4/72$  گرم ذکر شده است که طبق محاسبات انجام شده تمام این مقدار صابون وارد واکنش با یون کلسیم شده و به صورت رسوب درمی آید بنابراین ۱۰۰ درصد صابون در واکنش با یون کلسیم، رسوب می کند.

روش دوم: کسر تبدیل

$$\frac{g \text{ } Ca^{2+}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{g \text{ صابون}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{0/4 \text{ g}}{1 \times 40} = \frac{x \text{ g (صابون)}}{2 \times 236} \Rightarrow x = 4/72 \text{ g (صابون)}$$

به این ترتیب طبق محاسبه انجام شده، تمام صابون موجود در آب سخت با یون کلسیم وارد واکنش شده و به صورت رسوب درمی آید.

## در جستجوی پاک کننده های جدید



شیمیدان ها برای حل مشکل پاک کنندگی صابون ها در آب سخت و تهیه چربی زیاد برای تولید صابون چاره کار را در تولید موادی مشابه صابون به صورت صنعتی دیدند. ترکیباتی که نام پاک کننده های غیر صابونی به خود گرفت. در جدول زیر پاک کننده صابونی و غیر صابونی باهم مقایسه شده اند. هزینه تولید این مواد نسبت به صابون ارزان تر بوده و بنابراین می توانست به مقدار انبوهی تولید شود.

پاک کننده	فرمول عمومی	پاک کنندگی در آب خالص	پاک کنندگی در آب سخت	مواد اولیه	خاصیت اسیدی یا بازی
پاک کننده صابونی	$\text{RCOONa}$	مناسب	کمتر	طبیعی و مصنوعی	باز
پاک کننده غیر صابونی		بیشتر	بیشتر	مصنوعی	باز



پاسخ سؤالات زیر به ترتیب از راست به چپ در کدام گزینه قرار دارد؟

- درصد جرمی اکسیژن در پاک کننده غیرصابونی با ۱۸ کربن ..... از این میزان در صابون با ۱۸ کربن است.

- قدرت پاک کنندگی صابون در آب خالص ..... از پاک کننده غیرصابونی است.

- صابون خاصیت ..... داشته و رنگ کاغذ  $pH$  متر را به ..... تغییر می دهد.

(۱) کمتر، کمتر، بازی، قرمز  
(۲) کمتر، بیشتر، اسیدی، آبی  
(۳) بیشتر، کمتر، بازی، آبی  
(۴) بیشتر، بیشتر، اسیدی، قرمز

- فرمول عمومی پاک کننده غیرصابونی  $C_{18}H_{35}SO_3Na$  (با جرم ۳۴۸ گرم) و فرمول صابون با ۱۸ کربن  $C_{18}H_{35}O_2Na$  (با جرم ۳۰۶ گرم) است. درصد جرمی اکسیژن در ساختار پاک کننده غیرصابونی  $(\frac{48}{348} \times 100 = 13/8)$  بیشتر از این درصد در صابون  $(\frac{32}{306} \times 100 = 10/45)$  است.

- مطابق متن کتاب قدرت پاک کنندگی صابون کمتر از پاک کننده های غیرصابونی است و ارتباطی به خالص یا سخت بودن آب ندارد.

- صابون خاصیت بازی دارد و کاغذ  $pH$  متر در حضور صابون آبی رنگ می شود.

## پاک کننده های خورنده



پاک کننده های صابونی و غیر صابونی بر اساس برهمکنش میان ذره ها عمل می کنند. اما پاک کننده های خورنده افزون بر این برهم کنش ها، با آلاینده ها واکنش می دهند.

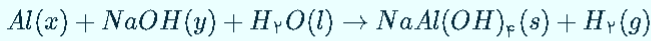
تفاوت برهم کنش و واکنش در چی هست؟!

برهم کنش فیزیکی و واکنش شیمیایی است. یعنی که پاک کننده های خورنده ساختار لکه چربی رو می توانند تغییر بدهند. به نکات زیر دقت کنید.

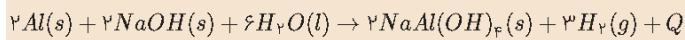
- رسوب تشکیل شده بر روی دیواره کتری، لوله ها، آبراه ها و دیگ های بخار با صابون و پاک کننده های غیرصابونی زدوده نمی شوند.
- برای زدودن رسوب ها به پاک کننده هایی نیاز است که بتوانند با آن ها واکنش شیمیایی داده و آنها را به فرآورده هایی تبدیل کنند که با آب شسته شوند مانند  $\text{HCl}$ ، سدیم هیدروکسید

- مخلوط پودر سدیم هیدروکسید و پودر آلومینیم به عنوان لوله باز کن استفاده می شود. این پودرها در واکنش با آب گرمای زیادی تولید کرده و به علاوه با تولید گاز هیدروژن باعث ست شدن بافت های چربی شده و آن ها را از مجاری لوله می زداید. به علاوه چربی موجود در لوله ها با سدیم هیدروکسید می تواند واکنش داده صابون نیز تولید نماید.

یک نمونه پاک کننده خورنده شامل مخلوط سدیم هیدروکسید و آلومینیم، مطابق واکنش موازنه نشده زیر با آب ترکیب می شود. کدام یک از موارد زیر در مورد این واکنش درست است؟



- ۱) مجموع ضرایب استوکیومتری مواد شرکت کننده در واکنش ۱۴ است.
- ۲) حالت های  $x$  و  $y$  به ترتیب  $s$  و  $aq$  هستند
- ۳) علامت  $Q$  در این واکنش منفی است.
- ۴) اساس پاک کنندگی این واکنش مشابه پاک کننده های غیرصابونی است.



گرمای ایجاد شده در این واکنش باعث ذوب شدن چربی می شود.

بررسی سایر گزینه ها:

گزینه ۱: مجموع ضرایب ۱۵ است.

گزینه ۲: در متن کتاب اشاره شده این پاک کننده به صورت پودر عرضه می شود.

گزینه ۴: پاک کننده های صابونی و غیرصابونی بر اساس برهم کنش میان ذره ها عمل می کنند؛ اما پاک کننده های خورنده افزون بر این برهم کنش ها، با آلاینده ها واکنش می دهند.

## اسیدها و بازها

از مواد شوینده گرفته تا دارو و مواد غذایی، اسید و باز در زندگی ما نقش اساسی ایفا می کنند. نکات زیر در مقدمه این مبحث حائز اهمیت می باشد.

- اسیدهای خوراکی مزه ترش و بازها مزه تلخ دارند.
- اسیدها با اغلب (نه همه) فلزها واکنش می دهند و در تماس با پوست سوزش ایجاد می کنند.
- دلیل سوزش معده برگشت مقداری از محتویات اسیدی معده (HCl) به لوله مری است.
- بازها در سطح پوست همانند صابون، احساس لیزی ایجاد می کنند اما به آن نیز آسیب می رسانند.
- اسید معده افزون بر فعال کردن آنزیم ها برای تجزیه مواد غذایی، جانداران ذره بینی موجود در غذا را نیز از بین می برد.
- برای کاهش میزان اسیدی بودن خاک و آب دریاچه به آن آهک (کلسیم اکسید) می افزایند.
- اغلب داروها متناسب با مصرف آن ترکیب هایی با خاصیت اسیدی یا بازی هستند. بعضی دیگر نیز خنثی می باشند.
- اغلب میوه ها دارای اسیدند و pH آنها کمتر از ۷ است.
- پیش از آنکه ساختار اسیدها و بازها شناخته شود، شیمیدان ها افزون بر ویژگی های اسیدها و بازها با برخی واکنش های آنها نیز آشنا بودند ولی توجیه علمی رفتار اسید و باز را نمی دانستند.
- نتایج تجربی آرنیوس بر روی رسانایی الکتریکی محلول های آبی نشان داد که محلول اسیدها و بازها رسانای برق هستند، هر چند میزان رسانایی آنها با یکدیگر یکسان نیست. (دقت کنید که به صرف اسید یا باز بودن نمی توان رسانایی را قوی یا ضعیف در نظر گرفت. بته به شرایط محلول اسید یا باز می تواند رسانایی بیشتری داشته باشد).



## اسید و باز آرنیوس

مطابق نظریه آرنیوس موادی که در آب حل شده و به ترتیب غلظت یون هیدرونیوم ( $H^+$ ) و هیدروکسید ( $OH^-$ ) آب را افزایش دهند اسید و باز آرنیوس می باشند. بنا براین شروطی که می توان برای اسید و باز آرنیوس قائل شد

- ✓ مواد باید در آب محلول باشند. مثلا واکنش  $HCl(g) + NH_3(g) \rightarrow NH_4Cl(s)$  که در فاز گازی انجام می شود واکنش اسید و باز آرنیوس نیست
- ✓ هر ماده ای که انحلال پذیری بیشتری در آب داشته باشد اسید یا باز قوی تری می تواند باشد. مثلا منیزیم هیدروکسید در مقایسه با سدیم هیدروکسید انحلال پذیری بسیار کمتری دارد. از اینرو باز بسیار ضعیف تری نیز هست.
- ✓ هیدروکسید های فلزات (و یا شبه فلزات) به شرطی می توانند در آب خاصیت بازی داشته باشند که کاتیون آنها بتواند در آب محلول باشد. مثلا  $Be(OH)_2$  یا  $B(OH)_3$  باز آرنیوس نیستند چون  $Be^{2+}$  و  $B^{3+}$  نمی تواند در آب وجود داشته باشد.
- ✓ هر ماده ای که در آب به یون تفکیک شود می تواند اسید و باز آرنیوس باشد. هر میزان این تفکیک بیشتر باشد قدرت اسید یا باز نیز بیشتر است. برای مثال  $CH_3CH_2OH$  (اتانول) به هر میزان در آب حل می شود. از آنجا که انحلال آن در آب کاملا مولکولی بوده یونی ایجاد نمی شود لذا خاصیت اسیدی یا بازی ندارد. یا  $HF$  غالبا به صورت مولکولی و به طور جزئی به صورت یونی در آب حل می شود. از اینرو اسید ضعیفی به شمار می رود.
- ✓ هر چه اسید و باز قوی تر رسانایی محلول نیز بیشتر است.

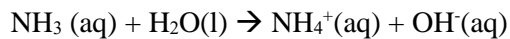
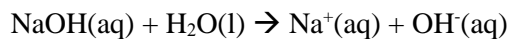


### سوال!

آمونیاک که در ساختارش هیدروکسید نداره چطور می تونه غلظت یون هیدروکسید آب رو افزایش بده و باز آرنیوس باشه؟

### جواب:

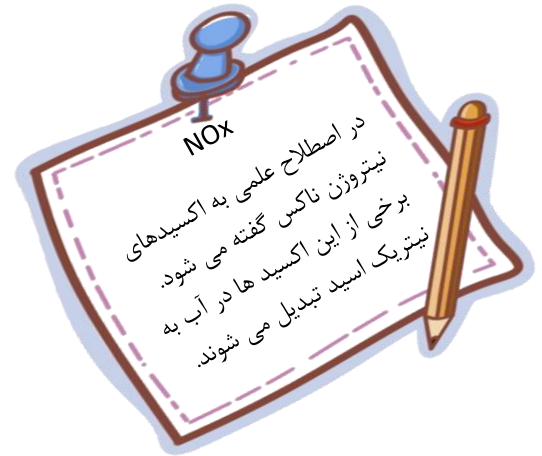
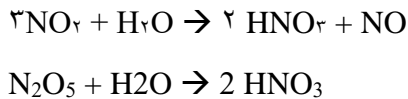
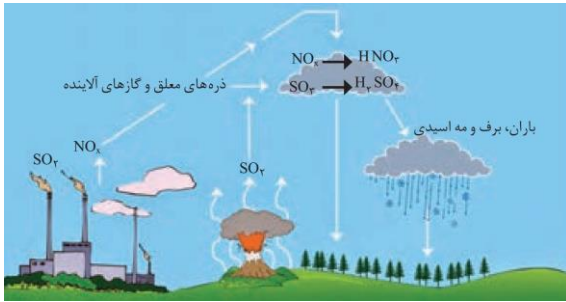
باز می تونه با آزاد کردن هیدروکسید خودش باعث افزایش غلظت یون هیدروکسید در آب بشه. یا اینکه با گرفتن یه  $H^+$  از آب باعث بشه یون هیدروکسید آب آزاد بشه. به دوتا مثال زیر دقت کنید.



خاصیت اسیدی و بازی اکسید های نافلزی و فلزی.

این مطلب در شیمی دهم نیز مطرح شده بود. می توان اظهار داشت انحلال برخی اکسید ها در آب باعث تغییرات pH (خاصیت اسیدی) آن می شود. اکسید های نافلزی می توانند در آب خاصیت اسیدی و اکسیدهای فلزی خاصیت بازی داشته باشند. (H جزو نافلزات بوده و اکسید هیدروژن یعنی آب خاصیت اسیدی یا بازی ندارد). اکسیدهای فلزی به شرطی می توانند در آب خاصیت بازی داشته باشند که عنصر فلزی بتواند در آب بصورت کاتیون محلول باشد. به عنوان مثال اکسید عناصر فلزی مانند  $Li_2O$ ،  $BeO$ ،  $Na_2O$ ،  $BaO$  به ترتیب می توانند ترکیبات  $LiOH$ ،  $Be(OH)_2$ ،  $NaOH$ ،  $Ba(OH)_2$  را در آب تولید نمایند. از این ترکیبات Be بواسطه اینکه نمی تواند بصورت کاتیون در آب محلول بماند عملا نمی تواند pH آب را تغییر دهد. به نکات زیر توجه کنید.

- کاغذ pH در محیط اسیدی به رنگ نارنجی یا قرمز درآمده و در محیط بازی به رنگ آبی است.
- کلسیم اکسید (آهک) را برای افزایش بهره وری در کشاورزی به خاک و همچنین برای کنترل میزان اسیدی بودن آب دریاچه ها اضافه می کنند.
- مرجان ها گروهی از کیسه تنان با اسکلت آهکی (CaO) هستند که با افزایش مقدار کربن دی اکسید در آب از بین می روند. چرا؟ CO<sub>2</sub> در آب به اسید H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> تبدیل می شود. و این امر باعث تخریب بدنه آهکی مرجان ها می شود.
- باران به دلیل وجود کربن دی اکسید محلول در آن، اندکی اسیدی و دارای pH کمتر از 7 است.
- NO<sub>2</sub>، SO<sub>2</sub>، CO<sub>2</sub>، SO<sub>3</sub> جزو عوامل تشکیل باران های اسیدی هستند.



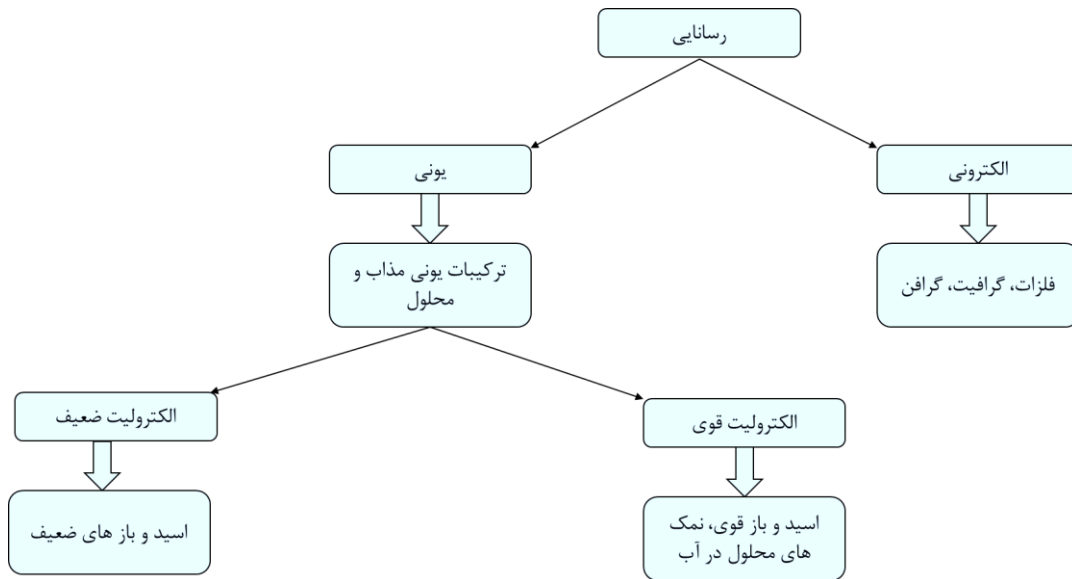
## رسانایی الکتریکی محلول ها و قدرت اسیدی

مقدمه را با این مطلب آغاز کنیم، که آیا تفاوتی میان خاصیت اسیدی یا قدرت اسیدی محلول ها وجود دارد؟

خاصیت اسیدی که با معیار pH سنجیده می شود، بیانگر غلظت یون هیدرونیوم در یک اسید یا باز بوده و هیچ ارتباطی به ضعیف یا قوی بودن اسید و باز ندارد. هر چه pH کمتر غلظت یون هیدرونیوم بیشتر و محلول اسیدی تر و بالعکس. قدرت اسیدی چیست؟ میزان تمایل اسید یا باز برای انحلال یونی در آب که همان یونش گفته می شود. قدرت اسیدی که به آن ثابت تعادل اسیدی یا ثابت یونش نیز گفته می شود یک ویژگی ثابت برای هر محلول اسیدی و بازی در دمای معین است (یعنی با تغییر دما تغییر می کند). حالا با این مقدمه می توان گفت هرچه قدرت یک اسید بیشتر باشد آن اسید به مقدار زیادی یون در آب تولید کرده و اساسا محلول رسانای قوی است. به نکات زیر دقت فرمایید

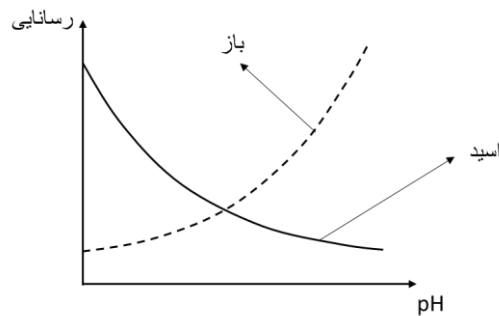
- خوراکی ها، شوینده ها، داروها، مواد آرایشی و بهداشتی شامل مقادیر متفاوتی از یون ها به ویژه یون هیدرونیوم (یا هیدروکسید) هستند.
- غلظت یون هیدرونیوم بر روی ماندگاری مواد و در نتیجه سلامتی تأثیر شایانی دارد.
- نمونه شیر سالم با افزایش غلظت یون هیدرونیوم، ترش شده به طوری که دیگر قابل نوشیدن نیست.
- در فرایند تولید مواد گوناگون اغلب تعیین و کنترل غلظت یون هیدرونیوم نقش مهمی دارد.
- ترکیبات یونی در حالت جامد نارسای الکتریسیته و در حالت مذاب و محلول رسانا هستند. رسانایی در حالت محلول بیشتر از حالت مذاب است.

• در مورد رسانایی مواد و مخصوصا محلول ها به تقسیم بندی زیر دقت کنید.



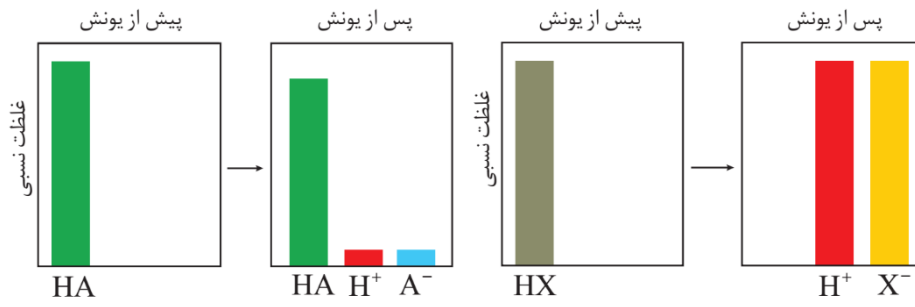
حال پیرامون جدول نمودار بالا به نکات تکمیلی که در زیر می آید دقت فرمایید

- آب رسانایی ناچیزی دارد. هر محلولی که رسانایی آب را افزایش دهد الکترولیت نام دارد. بسته به میزان تاثیر محلول ها در افزایش رسانای آب، الکترولیت ها به سه دسته قوی، ضعیف و غیر الکترولیت تقسیم بندی می شوند
- الکترولیت های قوی، آنهایی که قدرت اسیدی یا بازی بسیار قوی دارند و نمک های محلول در آب.
- الکترولیت های ضعیف، اسید ها و بازهای ضعیف که عمدتا در آب به صورت مولکولی حل می شوند نه یونی. آمونیاک، HF، همه اسیدها و بازهای آلی محلول های غیر الکترولیت. ترکیباتی که در آب فقط به صورت مولکولی حل می شوند. الکل ها (البته تا ۵ کربن)، شکر، استون، اوره و ...
- مطابق نظریه آرنیوس، رسانایی محلول ها معیاری برای سنجش قدرت اسیدی و بازی است.
- در اسیدها و بازهای قوی میان غلظت یون هیدروکسید و هیدرونیوم و رسانایی رابطه مستقیم وجود دارد. (دقت کنید رابطه رسانایی و pH فرق می کند. به شکل های زیر دقت کنید)



به فرایندی که در آن یک ترکیب مولکولی در آب به یون های مثبت و منفی تبدیل میشود، **یونش** می گویند. فرایند تبدیل ترکیب یونی به یون ها مثبت و منفی، **تفکیک یونی** است.

همانطور که در شکل مشاهده می شود اسید قوی (یا باز قوی) به طور کامل یونش می یابد (یونیده می شود). این به این مفهوم است که غلظت یون هیدرونیوم یا آنیون حاصل برابر است غلظت اولیه اسید.



اسید یا باز ضعیف به طور جزئی یونیده می شود. و پر واضح است که غلظت یون هیدرونیوم برابر با غلظت اولیه نیست. بلکه درصدی از اسید اولیه به هیدرونیوم تبدیل شده. این درصد همان درجه یونش یا درصد یونش یک اسید ضعیف است.

$$\text{درجه یونش} = \frac{\text{شمار مولکول های یونیده شده}}{\text{شمار کل مولکول های حل شده}} \Rightarrow \alpha = \frac{[H^+]}{[HA]} \Rightarrow \alpha \% = \frac{[H^+]}{[HA]} \times 100$$

اسیدهایی قوی هستند که میتوان یونش آنها را در آب کامل در نظر گرفت ( $\alpha \cong 1$ ) اسیدهای ضعیف در آب به میزان جزئی یونیده میشوند و شمار یونها در محلول آنها کم است  $\alpha < 1$ . بنابر این:

- اسیدهای قوی را می توان محلولی شامل یون های آب پوشیده دانست، به طوری که در آن ها تقریباً مولکول های یونیده نشده یافت نمی شود.
- در محلول اسیدهای ضعیف افزون بر اندک یون های آب پوشیده، مولکول های اسید نیز یافت می شوند.

### ثابت تعادل و قدرت اسیدی

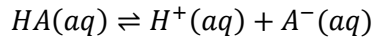
گفتیم و می دانیم که یونش اسید های قوی به طور کامل انجام می شود. ولی اسید های ضعیف به طور جزئی یونش را تجربه می کنند. این یونش جزئی تمایل آنها را برای پیوند دوباره یون های ایجاد شده و تبدیل شدن به اسید اولیه بیشتر می کند. این یعنی همان واکنش برگشت پذیر. این رفت و برگشت واکنش تا جایی پیش می رود که در ظاهر تغییری در غلظت یون ها و اسید اولیه ایجاد نمی شود. این همان نقطه تعادل و نسبت این غلظت ها را ثابت تعادل گویند و این واکنش را واکنش تعادلی گویند. حالا به نکات زیر دقت فرمایید

- در یک واکنش برگشت پذیر که هم زمان واکنش های رفت و برگشت به طور پیوسته انجام می شوند، سرانجام مقدار واکنش دهنده ها و فراورده ها ثابت می ماند (نه برابر)
- ثابت تعادل برای اسید ها و بازهای ضعیف بیان می شود و معمولاً برای اسید های قوی یا باز های قوی (در آب) مقدار بیار بزرگ بیان می شود.
- هرچه ثابت تعادل بزرگتر آن اسید قوی تر است.
- ثابت تعادل در دمای معین برای هر اسید یا بازی مقداری ثابت بوده و فقط با تغییر دما تغییر می کند.
- واکنش یونش اسید ها و بازها در آب گرماده است. بنابر این با افزایش دما غالباً ثابت یونش اسید و باز کاهش خواهد یافت.
- واکنش یونش آب خنثی به هیدرونیوم و هیدروکسید گرماگیر است و با افزایش دما افزایش می یابد (بر عکس اسیدها).



رابطه ثابت تعادل و مسایل مرتبط آن

اگر واکنش یونش یک اسید ضعیف را به صورت زیر در نظر بگیریم ثابت تعادل را می توان به صورت فرمول های ارائه شده نوشت.



می دانیم که تا لحظه تعادل مقداری از HA مصرف و به همان مقدار (مول)  $H^+$  و  $A^-$  تولید خواهد شد. از آنجا که ثابت تعادل نسبت غلظت ها در لحظه تعادل است. می تواند غلظت مواد را در لحظه تعادل به صورت جدول زیر در نظر گرفت. غلظت HA را برای فرض ۱ مولار در نظر می گیریم.

	HA	$H^+$	$A^-$
غلظت اولیه	۱	۰	۰
غلظت مصرف شده یا تولید شده	-x	+x	+x
غلظت در لحظه تعادل	۱-x	+x	+x

ثابت تعادل برابر است با:

$$k = \frac{[H^+] \times [A^-]}{[HA]}$$

در لحظه تعادل مشاهده می شود که  $[H^+] = [A^-]$ . می توان رابطه بالا را به صورت زیر ساده تر کرد.

$$k = \frac{[H^+]^2}{[HA]}$$

می در این رابطه حالا مقادیر مواد را در لحظه تعادل قرار خواهیم داد

$$k = \frac{(x)^2}{(1-x)}$$

به عبارت کلی تر می توان ثابت تعادل را به دو صورت نوشت:

$$1 - k = \frac{[H^+]^2}{[HA - H^+]}$$

$$2 - k = \frac{[H^+]^2}{[HA]}$$

اگر غلظت یون هیدرونیوم نزدیک به غلظت اسید اولیه باشد از رابطه ۱

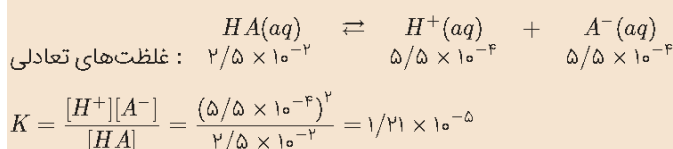
در غیر این صورت از رابطه ساده شده ۲ استفاده می کنیم. (هرچند که

در متن کتاب فقط رابطه ۲ ذکر شده است).

اگر غلظت یون هیدرونیوم و مولکول یونیده نشده یک اسید در محلولی از آن در دمای معین، به ترتیب برابر  $5/5 \times 10^{-4}$  و  $2/5 \times 10^{-2}$  مول بر لیتر باشد، ثابت تعادل یونش این اسید، کدام است؟

$$\begin{aligned} 2 & \quad 2/21 \times 10^{-2} \\ 4 & \quad 1/12 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1 & \quad 2/12 \times 10^{-4} \\ 3 & \quad 1/21 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

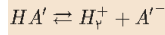
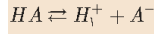


اگر درجه تفکیک اسید بسیار ضعیف  $HA$ ،  $\delta$  برابر با درجه تفکیک اسید ضعیف  $HA'$  باشد، نسبت ثابت یونش  $HA$  به  $HA'$  چند است؟ (غلظت هر دو اسید برابر با  $0.1$  مولار است)

$2/5$ (۲)	$0.25$ (۱)
$250$ (۴)	$25$ (۳)

$$\text{درجه تفکیک} = \frac{[H_3O^+]}{[HA]}$$

از آنجاکه غلظت هر دو اسید با هم برابر است،  $\delta$  برابر بودن درجه تفکیک  $HA$  نسبت به  $HA'$  یعنی غلظت  $H_3O^+$  حاصل از  $HA$  (بخوانید  $H_1$ ) برابر غلظت  $H_3O^+$  حاصل از  $HA'$  (بخوانید  $H_2$ ) است.



از آنجاکه اسیدها بسیار ضعیف هستند، لذا می‌توان ثابت تعادل را به صورت زیر ساده کرد:

$$K = \frac{[H^+]}{[HA]}$$

$$H_1^+ = \delta H_2^+ \Rightarrow \frac{K_{HA}}{K_{HA'}} = \frac{\frac{[H_1^+]}{0.1}}{\frac{[H_2^+]}{0.1}} = \frac{[H_1^+]}{[H_2^+]} = \frac{K_{HA}}{K_{HA'}} = \frac{0.25 [H_2^+]}{[H_2^+]} = 0.25$$

نکات اضافی در مورد ثابت یونش اسیدها و بازها



- اسیدهای قوی نظیر  $HI$ ،  $HBr$ ،  $HCl$  یا  $H_2SO_4$  علی‌رغم اینکه از لحاظ قدرت اسیدی می‌توانند تفاوت داشته باشند، ولی در محیط آبی قدرت اسیدی آن‌ها یکسان است.
- از مقایسه دو اسید  $HNO_2$  با  $HNO_3$  و  $H_2SO_3$  با  $H_2SO_4$  می‌توان به این نتیجه پی برد که هر چه تعداد اکسیژن بیشتر باشد اسید قوی‌تر خواهد بود.
- از مقایسه دو اسید  $HCOOH$  با  $CH_3COOH$  می‌توان به این نتیجه گرفت در اسیدهای آلی هرچه تعداد کربن بیشتر باشد اسید ضعیف‌تر است.
- فاکتورها و مقایسه‌های زیادی در مورد اسید و باز می‌توان انجام داد ولی بخاطر اینکه در کتاب ذکر نشده ما نیز از بیان آن خودداری می‌کنیم.
- هرچه ثابت تعادل اسیدی بیشتر باشد سرعت واکنش آن نیز (مثلاً با فلزات) بیشتر است.
- باران معمولی حاوی اسید کربنیک (اسید ضعیف) ولی باران اسید حاوی  $HNO_3$  و  $H_2SO_4$  می‌باشد.

## pH، مقیاسی برای تعیین میزان اسیدی بودن

گفته شد که میان قدرت اسیدی و خاصیت اسیدی تفاوت اساسی وجود دارد. غلظت یون هیدرونیوم در محلول‌های اسیدی و بازی را با pH نشان می‌دهند. به طوری که هرچه pH کمتر محلول اسیدی‌تر و هر چه pH بیشتر محلول بازی‌تر خواهد بود. به نکات مهمی در این باره دقت نمایید.



- pH بزاق دهان تقریباً اسید تا خنثی است
- pH خون بازی ضعیف است
- pH معده شدیداً اسیدی است
- pH روده بازی است.
- در همه محلول‌های اسیدی و بازی مقادیری از یون‌های هیدروکسید و هیدرونیوم وجود دارد
- محدوده pH از صفر تا ۱۴ است. کمتر از ۷ اسیدی و بیشتر از آن بازی. البته pH کمتر از صفر و بیشتر از ۱۴ نیز می‌تواند وجود داشته باشد.

تبدیل غلظت هیدرونیوم به pH و تبدیل pH به غلظت

محاسبات ساده لگاریتمی زیر را در یاد نگه دارید

$pH = -\log$   
 $\log 10 = 1$   
 $\log 1 = 0$   
 $\log 2 = 0.3$   
 $\log 3 = 0.48$   
 $\log a^n = n \log a \rightarrow \log 8 = \log 2^3 = 3 \log 2 = 3(0.3) = 0.9$   
 $\log ab = \log a + \log b \rightarrow \log 6 = \log 2 + \log 3 = 0.3 + 0.48 = 0.78$   
 $\log a/b = \log a - \log b \rightarrow \log 5 = \log 10/2 \rightarrow \log 10 - \log 2 = 1 - 0.3 = 0.7$   
 $pH = -\log 10^{-n} = n \rightarrow -\log 0.01 = 2$

برای تبدیل pH اعداد صحیح به غلظت کار آسان است مثلاً اگر  $pH = 2$  باشد غلظت یون هیدرونیوم چند است.

$$pH = 2 \rightarrow -\log x = 2 \rightarrow x = 10^{-2}$$

اگر pH عددی اعشاری باشد به شیوه زیر عمل می کنیم. برای مثال اگر  $pH = 3.7$  باشد غلظت یون هیدرونیوم چند است؟

ابتدا بزرگترین عدد صحیح نزدیک به pH را پیدا کرده به صورت زیر می نویسیم. در اینجا ۴

$$\dots \times 10^{-4}$$

در جای خالی چه بنویسیم؟ اختلاف ۴ با ۳٫۷ برابر با ۰٫۳ خواهد بود. ۰٫۳ حاصل لگاریتم چه عددی است؟ ۰٫۲ پس جای خالی ۲ خواهد بود

$$2 \times 10^{-4}$$

مثالی دیگر. تبدیل  $pH = 6.3$  به غلظت

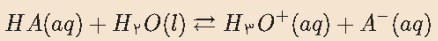
عدد صحیح ۶ است و اختلاف این دو عدد ۰٫۷ می باشد. ۰٫۷ نیز لگاریتم عدد ۵ است. پس:  $5 \times 10^{-7}$ .

$pH$  محلول ۰/۰۱ مولار اسید ضعیف  $HA$  برابر ۳/۴ است، ثابت یونش این اسید ( $K_a$ ) تقریباً کدام است؟ ( $\log 4 = 0.6$ )

$1/6 \times 10^{-9}$ (۲)	$1/6 \times 10^{-5}$ (۱)
$4 \times 10^{-6}$ (۴)	$4 \times 10^{-2}$ (۳)



معادله تفکیک  $HA$  به صورت زیر است:



باتوجه به مقدار  $pH$ ، غلظت یونهای  $H_3O^+$  را به دست می آوریم که این مقدار نشان دهنده غلظت یونهای  $A^-$  نیز است:

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-3.7} = 4 \times 10^{-4} M \Rightarrow [A^-] = 4 \times 10^{-4} M$$

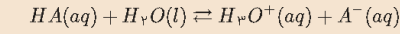
چون  $HA$  اسید ضعیفی است از مقدار تفکیک شده آن صرف نظر کرده و مقدار  $K_a$  را حساب می کنیم:

$$K_a \simeq \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} \simeq \frac{(4 \times 10^{-4})^2}{0.01} \simeq 1/6 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

در دمای  $25^{\circ}C$ ، غلظت مولی  $HA$  برابر  $10^{-3} mol.L^{-1}$  است. اگر مجموع غلظت مولی گونه‌های موجود در محلول، پس از یونش، نسبت به محلول قبل از یونش،  $1/04$  برابر شده باشد،  $pH$  محلول کدام است؟

- (۱)  $4/5$       (۲)  $4/3$   
 (۳)  $3/3$       (۴)  $1/7$

معادله یونش اسید  $HA$ ، به صورت زیر است.  $M$  غلظت مولی اسید و  $\alpha$ ، درجه یونش است.



$M$	$M\alpha$	$M\alpha$	$M\alpha$
غلظت اولیه	یونش یافته	تولید شده	تولید شده

قبل از یونش، فقط مولکول‌های  $HA$  را در محلول داریم که دارای غلظت  $10^{-3} mol.L^{-1}$  می‌باشند. پس از یونش، علاوه بر یون‌های  $H_3O^+$  و  $A^-$  که بر اثر یونش تولید می‌شوند، مولکول‌های  $HA$  که وارد فرآیند یونش نشده‌اند هم در محلول وجود دارند. مجموع غلظت گونه‌های موجود در محلول، پس از یونش:

$$[H_3O^+] + [A^-] + [HA]_{\text{باقی‌مانده}} = M\alpha + M\alpha + (M - M\alpha) = M + M\alpha$$

$$\frac{\text{مجموع غلظت گونه‌ها پس از یونش}}{\text{مجموع غلظت گونه‌ها قبل از یونش}} = \frac{M + M\alpha}{M} = 1 + \alpha$$

$$\Rightarrow 1 + \alpha = 1/04 \Rightarrow \alpha = 0/04$$

حال که با مفهوم خاصیت اسیدی و قدرت اسیدی آشنا شدیم به سوال زیر دقت کنید.

کدام یک از گزینه‌های زیر همواره صحیح است؟

- (الف) قدرت اسیدی محلول هیدروفلوئوریک اسید با  $pH = 1$  بیشتر از قدرت اسیدی محلول نیتریک اسید با  $pH = 3$  است.  
 (ب) خاصیت اسیدی محلول اسید سولفوریک بیشتر از محلول فرمیک اسید است.  
 (پ)  $pH$  محلولی از هیدروکلریک اسید کمتر از  $pH$  محلول هیدروسیانیک اسید است.  
 (ت) قدرت اسیدی محلول  $HI$  بیشتر از قدرت اسیدی محلول  $HCl$  است.

- (۱) همه موارد      (۲) الف - ت  
 (۳) ب - پ - ت      (۴) هیچ‌کدام

$pH$  معیاری برای سنجش خاصیت یا میزان اسیدی بودن یک محلول یا به عبارتی میزان غلظت یون هیدرونیوم است و ارتباطی به قوی یا ضعیف بودن اسید ندارد. مثلاً  $pH$  یک اسید قوی مانند  $HCl$  بسته به غلظت آن می‌تواند بیشتر یا کمتر از اسید ضعیفی مانند  $HF$  باشد (نادرستی عبارتهای "ب" و "پ"). از طرفی قدرت اسیدی را ثابت یونش آن اسید مشخص می‌نماید نه  $pH$  آن (نادرستی عبارت "الف").

اسیدهای با ثابت یونش بسیار بزرگ در آب قدرت اسیدی یکسانی دارند. در جدول کتاب درسی، ثابت یونش این اسیدها در آب بررسی شده و برای این دو اسید ثابت یونش بسیار بزرگ نوشته شده است.

### ثابت یونش آب



آب خالص به مقدار ناچیزی به یون هیدرونیوم و هیدروکسید تجزیه می‌شود. همین یونش ناچیز عامل نارسایی بسیار ناچیز آب خالص است.

در دمای  $25^{\circ}C$  درجه مقدار غلظت های هیدرونیوم و هیدروکسید برابر است با:  $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$ . ثابت یونش آب برابر است با حاصلضرب غلظت های این دو یون یعنی:

$$K_w = [H^+] \times [OH^-] = 10^{-14}$$

سوال اینجاست این ثابت یونش به چه کار ما می‌آید؟

گفتیم که در محلول های اسیدی نیز مقداری یون هیدروکسید و بر عکس در محلول های بازی نیز مقداری یون هیدرونیوم وجود دارد. در دمای ۲۵ درجه در همه محلول های آبی حاصل ضرب غلظت یون هیدرونیوم در یون هیدروکسید برابر  $10^{-14}$  خواهد بود. اگر مقدار هیدرونیوم زیاد شود مقدار یون هیدروکسید کاهش می یابد و بالعکس.

$pH$  یک نمونه محلول آمونیاک برابر  $10/7$  است. غلظت یون هیدروکسید در آن برابر چند مول بر لیتر و چند برابر غلظت مولار یون هیدرونیوم در آن است؟ ( $10^{-0.7} = 0.2$ )

$$\begin{array}{ll} 4 \times 10^6, 2 \times 10^{-6} & (2) \\ 2/5 \times 10^7, 5 \times 10^{-6} & (4) \end{array} \qquad \begin{array}{ll} 4 \times 10^6, 5 \times 10^{-6} & (1) \\ 2/5 \times 10^7, 2 \times 10^{-6} & (3) \end{array}$$

$$pH = 10/7 \Rightarrow [H^+] = 10^{-10/7} = 10^{0.3-11} = 10^{0.3} \times 10^{-11} \Rightarrow [H^+] = 2 \times 10^{-11}$$

$$[H^+][OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{2 \times 10^{-11}} \Rightarrow [OH^-] = 5 \times 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\frac{[OH^-]}{[H^+]} = \frac{5 \times 10^{-6}}{2 \times 10^{-11}} = 2/5 \times 10^7$$

$44/8$  میلی لیتر  $HCl(g)$  در شرایط  $STP$  در نیم لیتر آب مقطر به طور کامل حل شده است.  $pH$  تقریبی محلول به دست آمده کدام و در این محلول، غلظت مولار یون هیدرونیوم چند برابر غلظت مولاریون هیدروکسید است؟ ( $\log 4 \approx 0.6$ )

$$\begin{array}{ll} 1/6 \times 10^9, 2/6 & (2) \\ 1/6 \times 10^9, 2/4 & (4) \end{array} \qquad \begin{array}{ll} 1/5 \times 10^9, 2/6 & (1) \\ 1/5 \times 10^9, 2/4 & (3) \end{array}$$

$$? \text{ mol } HCl = 44/8 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{1 \text{ mol}}{22/4 \text{ L}} = 2 \times 10^{-3} \text{ mol } HCl$$


در محلول اسیدهای قوی تک پروتون دار مانند  $HCl$  غلظت  $H^+$  برابر غلظت اسید است.

$$[H^+] = [HCl] = \frac{2 \times 10^{-3} \text{ mol}}{0.5 \text{ L}} = 4 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$pH = -\log[H^+] = -\log 4 \times 10^{-3} = -\log 4 - \log 10^{-3} = -0.6 + 3 = 2/4$$

$$[H^+][OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{4 \times 10^{-3}} = 2/5 \times 10^{-12}$$

$$\frac{[H^+]}{[OH^-]} = \frac{4 \times 10^{-3}}{2/5 \times 10^{-12}} = 1/6 \times 10^9$$

یونش آب گرماگیر است. و با افزایش دما غلظت یون ها افزایش یافته و ثابت یونش نیز افزایش خواهد یافت. ولی همچنان خنثی خواهد بود. 

بازها محلول هایی با  $7 < pH \leq 14$

در محلول آبی بازها  $[OH^-] > [H^+]$  و  $pH$  محلول آنها در دمای اتاق در گستره ۷ تا ۱۴ خواهد بود. بدیهی است که هر چه غلظت یون هیدروکسید در محلول آنها بیشتر باشد،  $pH$  بزرگتر و به ۱۴ نزدیکتر است. برای نمونه  $pH$  محلول مولار سدیم هیدروکسید برابر با ۱۴ است. به نکات زیر دقت کنید.

• هیدروکسید های فلزات گروه اول نظیر  $LiOH, NaOH, KOH, RbOH$  جزو بازهای بسیار قوی هستند.

- هیدروکسید های فلزات گروه دوم به غیر از برلیوم و منیزیم بازهای قوی به شمار می روند.
- $Be(OH)_2$  در محیط آبی باز آرنیوس نبوده و  $Mg(OH)_2$  باز بسیار ضعیفی است
- بازها کاربردهای گسترده ای در زندگی روزانه دارند که از جمله آن ها می توان به شیشه پاک کن (حاوی آمونیاک) و لوله بازکن (حاوی سدیم هیدروکسید) اشاره کرد.

مسائل استوکیومتری، محاسبه pH، درجه یونش و ثابت تعادل نیز در مورد بازها همانند اسیدهاست. فقط با این تفاوت که غلظت یون هیدروکسید به جای یون هیدرونیوم در مسائل محور محاسبات خواهد بود. با یک مثال ساده مطلب را بیشتر درک خواهیم کرد

سوال: اگر درجه یونش باز ضعیف BOH برابر با ۱۰٪ و غلظت اولیه ۰٫۱ مولار باشد. pH و ثابت تعادل آن را محاسبه کنید

$$\alpha \% = \frac{[OH]}{[BOH]} \times 100 \Rightarrow 10 = \frac{(OH)}{0.1} \times 100 \Rightarrow [OH] = 0.01$$

با استفاده از ثابت یونش آب غلظت یون هیدرونیوم و به سپس pH را محاسبه می کنیم.

$$[OH^-][H^+] = 10^{-14} \Rightarrow [H^+] = 10^{-12} \Rightarrow pH = -\log 10^{-12} = 12$$

ثابت تعادل باز نیست همانند فرمول ثابت اسیدی است

$$k = \frac{[OH^-]^2}{[BOH]} = \frac{0.01 \times 0.01}{0.1} = 0.001$$



مسائل مربوط به خنثی شدن اسید-باز، ترکیب شدن اسیدها باهم یا بازها باهم



در آزمون ها یا کنکور با مسایلی روبرو می شویم که اسید با باز ، اسید با اسید، و باز با باز ترکیب شده و pH محلول را می خواهد. ما مال ها را برای ترکیب اسید و باز و مخلوط دو اسید بررسی کرده و ترکیب دو باز همانند ترکیب اسید ها خواهد بود.

۱- مخلوط دو اسید HA و HA' با pH های معلوم و حجم های V و V'

در این حالت غلظت یون هیدرونیوم رو از روی pH بدست آورده و سپس مول یون هیدرونیوم رو برای هر اسید حساب می کنیم.

مول هیدرونیوم = غلظت یون هیدرونیوم ضرب در حجم به لیتر

حالا که مول ها رو باهم جمع زده تقسیم بر مجموع حجم دو اسید می کنیم. (واحد حجم باید به لیتر باشد) دوباره غلظت رو به pH تبدیل می کنیم.

$$\frac{mol H + mol H'}{V + V'}$$

مقدار  $K_a$  اسید HA برابر  $10^{-5} mol.L^{-1}$  است. اگر یک مول HA در یک لیتر محلول HCl با  $pH = 1$  حل شود،  $[A^-]$  به تقریب، به چند مول بر لیتر می رسد؟

$$4/5 \times 10^{-3} \quad (2)$$

$$4/5 \times 10^{-2} \quad (4)$$

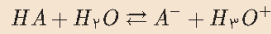
$$2 \times 10^{-4} \quad (1)$$

$$2 \times 10^{-3} \quad (3)$$

ابتدا غلظت  $H_3O^+$  موجود در محلول هیدروکلریک اسید را به دست می آوریم:

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-1} = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$$

از آنجا که  $K_a$  اسید  $HA$  عدد کوچکی است، غلظت  $H_3O^+$  ناشی از یونش این اسید در مقابل غلظت  $H_3O^+$  ناشی از یونش هیدروکلریک اسید (که یک اسید قوی است) قابل صرف نظر کردن است بنابراین می توانیم غلظت  $H_3O^+$  موجود در محلول را با غلظت  $H_3O^+$  تولید شده بر اثر یونش  $HCl$  برابر در نظر بگیریم



$$K_a = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]} \Rightarrow 2 \times 10^{-5} = \frac{[A^-] \times (0.1)}{(1)} \Rightarrow [A^-] = 2 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

**توجه:** همان طور که ملاحظه می کنید غلظت تعادلی  $HA$  را با غلظت اولیه آن برابر در نظر گرفته ایم، زیرا  $HA$  اسید ضعیف است، بنابراین فقط یک مقدار جزئی از آن دچار یونش می شود که در هنگام محاسبه، از آن صرف نظر می کنیم.

$$[HA]_{\text{تعادلی}} \simeq [HA]_{\text{اولیه}} = 1 \text{ mol.L}^{-1}$$

## ۲- مخلوط کردن اسید $HA$ به حجم $V$ و $pH$ معین و باز $BOH$ با حجم $V'$ و $pH$ مشخص..

پرواضح است که اسید و باز همدیگر را خنثی کرده و آب تولید خواهد کرد. در این سوالات ابتدا مول های اسید و باز اولیه را محاسبه می کنیم. سپس مقایسه می کنیم که کدام یک مول بیشتری دارد. هر کدام که کمتر باشد زودتر مصرف شده و از ترکیب دیگری اضافه خواهد ماند. برای مثال اگر مول اسید برابر با ۲ و مول باز برابر با ۱.۵ باشد، ۱.۵ مول باز با ۱.۵ مول اسید واکنش داده و به آب و نمک تبدیل خواهد شد. حال ۰.۵ مول اسید در محیط داریم. حال با توجه به ۰.۵ مول اسید مول یون هیدرونیوم رو پیدا کرده دوباره تقسیم بر مجموع حجم اسید و باز می کنیم.

نکته ۱. ممکن است نمک حاصل از واکنش اسید و باز خاصیت اسید و بازی داشته باشد ولی در حوزه بحث کتاب شیمی دوازدهم نبوده و معمولاً نمک ها خنثی فرض می شوند.

نکته ۲. احتمالاً اسید یا باز دو یا چند ظرفیتی باشند. شرایط همانند بالاست ولی باید در نوشتن واکنش استوکیومتری بیشتر دقت کرد. مسایلی را مرتبط با نکته ۲ در زیر می آوریم تا با سخت ترین حالت ممکن برای این تیپ سوالات آشنا شویم.

اگر ۲۰۰ میلی لیتر اسید سولفوریک ۰/۰۱۵ مولار با ۳۰۰ میلی لیتر سدیم هیدروکسید با  $pH = 12$  در دمای اتاق واکنش دهد،  $pH$  محلول نهایی چند خواهد بود؟ (از تغییرات دما صرف نظر کرده و تفکیک اسید سولفوریک را کامل در نظر بگیرید،  $\log 6 = 0.78$ ،  $\log 1/5 = 0.18$ ،  $\log 3 = 0.48$ ) (نمک حاصل خاصیت اسیدی یا بازی ندارد)

۲/۸۲ (۲)	۲/۲۲ (۱)
۷ (۴)	۲/۵۲ (۳)

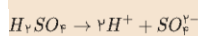


برای حل این مسئله باید محاسبه کنیم بعد از خنثی شدن اسید و باز چه مقدار و از چه ماده ای اضافه خواهد ماند؛ سپس  $pH$  را متناسب با آن ماده به دست آورد. سدیم هیدروکسید باز است و برای محاسبه غلظت آن باید غلظت یون هیدروکسید یا  $pOH$  را به دست آورد.

$$pOH = 14 - 12 = 2 \Rightarrow [OH^-] = [NaOH] = 0.01$$

	واکنش دهنده ها		فراورده ها	
	$H_2SO_4$	$2NaOH$	$Na_2SO_4$	$H_2O$
مقادیر اولیه	$0.2 \times 0.015 = 0.003$	$0.3 \times 0.01 = 0.003$	۰	۰
مقدار مصرف شده در واکنش خنثی شدن به مول	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۱۵
مقدار باقی مانده بعد از خنثی شدن به مول	۰/۰۰۱۵	۰	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۱۵

باتوجه به محاسبات جدول  $1/5 \times 10^{-3}$  مول از اسید باقی مانده و حجم نهایی محلول نیز  $300+200$  میلی لیتر خواهد بود؛ لذا باتوجه به واکنش تفکیک اسید می توان میزان غلظت  $H^+$  و در نهایت  $pH$  را به دست آورد.

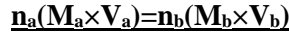


باتوجه به ضرایب استوکیومتری به ازای تفکیک  $1/5 \times 10^{-3}$  مول اسید سولفوریک،  $3 \times 10^{-3}$  مول  $H^+$  تولید خواهد شد.

$$[H^+] = \frac{3 \times 10^{-3} \text{ mol}}{0.5 \text{ L}} = 6 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow pH = -\log 6 \times 10^{-3} = 3 - 0.78 = 2.2$$

۳- واکنش خنثی شدن کامل اسید و باز:

برای این حالت از رابطه ساده زیر استفاده می کنیم



که در آن  $n$  ظرفیت اسید یا باز،  $M$  غلظت و  $V$  حجم (در هر دو طرف به یک واحد)  $a$  و  $b$  به ترتیب نماد اسید و باز است. هرچند با روابط استوکیومتری نیز می توان این مساله را حل کرد و هیچ الزامی به حفظ رابطه نیست.

آمونیاک بازی تک ظرفیتی کلیم هیدروکسید دو ظرفیتی است. اسید سولفوریک دو ظرفیتی است

۴- واکنش رقیق شدن. برای حل اینگونه مسایل نیز از رابطه زیر استفاده می کنیم.

$$M_1 V_1 = M_2 (V_1 + V_2)$$

که در آن  $M_1$  و  $M_2$  به ترتیب غلظت یون هیدرونیوم یا اسید اولیه قبل و بعد از رقیق شدن است.  $V_1$  حجم اولیه و  $V_2$  حجم آب است.

به تقریب چند گرم از باز ضعیف  $BOH(s)$  ( $M = 80 \text{ g.mol}^{-1}$ ) با درصد تفکیک ۲٪ باید به  $250 \text{ mL}$  آب اضافه شود تا محلولی با  $pH = 11$  به دست آید؟

۲ (۲)	۱ (۱)
۸ (۴)	۴ (۳)

$$pH = 11 \Rightarrow pOH = 14 - 11 = 3 \Rightarrow [OH^-] = 10^{-3}$$

$$[OH^-] = M.n.\alpha \Rightarrow 10^{-3} = M \times 1 \times 0.02 \Rightarrow M = 0.05 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$? \text{ g } BOH = 250 \text{ mL} \times \frac{0.05 \text{ mol}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{80 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 1 \text{ g}$$

$M$	مولاریته
$n$	ظرفیت باز یا تعداد $OH^-$
$\alpha$	درجه تفکیک

مسایل اضافی در مورد اسید و باز را می تونید در جزوات لاین بای لاین استوکیومتری دنبال کنید!

### شوینده های خورنده چگونه عمل می کنند؟

با واکنش های خنثی شدن اسید و باز در مسایل بالا آشنا شدید. واکنشی که منجر به تشکیل نمک (خنثی، بازی یا اسیدی) و آب می شود. از این رفتار اسید و باز نیز برای انتخاب نوع شوینده ها برای مصارف گوناگون بهره می برند. به نکات زیر دقت فرمایید

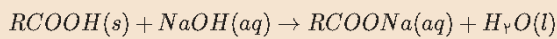
- واکنش خنثی شدن اسید-باز مبنایی برای کاربرد شوینده ها و پاک کننده هاست.
- لوله باز کن ها بسته به استفاده آن ها می توانند از اسید قوی ( $HCl$ ) و باز قوی ( $NaOH$ ) باشند.
- برای باز کردن لوله هایی با مخلوطی از اسیدهای چرب (چربی) مسدود شده است، باید از محلول غلیظ سدیم هیدروکسید استفاده کرد. همانطور که در ابتدای فصل بحث شد. از واکنش این دو ماده صابون تولید می شود. به عبارتی ماده جامد به ماده ای محلول در آب تبدیل می شود.
- برای برطرف کردن گرفتگی لوله ها که از نو  $RCOOH(s) + NaOH(aq) \rightarrow RCOONa(aq) + H_2O(l)$  می کنیم. این رسوبات خاصیت بازی داشته و با اسید واکنش می دهند. لوله بازکن در واکنش با این رسوب ها، **فراورده های محلول در آب یا گازی** تولید می کند.



ترکیبات متناسب با پاسخ سؤالات زیر به ترتیب در کدام گزینه آمده است؟  
 الف) به عنوان ترکیب(های) خورنده لوله بازکن مورد استفاده قرار می‌گیرد.  
 ب) برای زدودن رسوبات چربی در مجاری فاضلاب کارایی دارد.  
 پ) در واکنش با رسوبات لوله‌های گرفته شده گاز تولید می‌کند.  
 ت) فرآورده این لوله بازکن با رسوبات لوله‌ها خود نوعی پاک‌کننده است.

- ۱)  $NaOH - HCl - NaOH - HCl$   
 ۲)  $NaOH - NaOH - HCl - NaOH$   
 ۳)  $CH_3COOH - HCl - HCl - HCl$   
 ۴)  $CH_3COOH - NaOH - NaOH - HCl, NaOH$

$HCl$  و  $NaOH$  غلیظ به عنوان ترکیبات لوله بازکن مورد استفاده قرار می‌گیرند که متناسب با ساختار رسوباتی که مجاری فاضلاب را مسدود کرده از هر کدام استفاده می‌گردد. از سدیم هیدروکسید غلیظ برای برطرف کردن گرفتگی‌های لوله با ساختار چربی‌مانند استفاده می‌شود. مطابق واکنش زیر حاصل این فرآیند خود پاک‌کننده (در دسته صابون‌ها) خواهد بود.



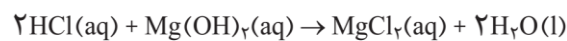
برای زدودن رسوبات با ساختار بازی از  $HCl$  غلیظ استفاده می‌شود. در این فرآیند محصولات قابل حل در آب و گاز تولید می‌شود.

## اسید معده و شربت ضد اسیدها



به نکات زیر دقت کنید.

- خوردن غذا سبب می‌شود که غده‌های موجود در دیواره معده، هیدروکلریک اسید ترشح کنند.
- در بدن انسان بالغ روزانه بین دو تا سه لیتر شیر معده تولید می‌شود که غلظت یون هیدرونیوم در آن حدود  $0.3 \text{ molL}^{-1}$  یعنی  $\text{pH} = 1.52$  است.
- اسید معده می‌تواند فلز روی را در خود حل کند.
- جذب دوباره بخشی از یون‌های هیدرونیوم سبب نابودی سلول‌های سازنده دیواره معده می‌شود.
- مصرف غذاها و داروهای اسیدی سبب تشدید بیماری‌های معده خواهد شد.
- شیر منیزی یکی از رایج‌ترین ضد اسیدهاست که شامل منیزیم هیدروکسید است. این دارو اسید معده را مطابق معادله زیر خنثی می‌کند و سبب کاهش مقدار اسید معده می‌شود.



- علاوه بر منیزیم هیدروکسید بازهایی نظیر آلومینیم هیدروکسید  $(Al(OH)_3)$ ، جوش شیرین یا سدیم هیدروژن کربنات  $(NaHCO_3)$ ، در ترکیب شربت‌های ضد اسیدی وجود دارند. هر سه این بازها بازهای بسیار ضعیفی هستند.