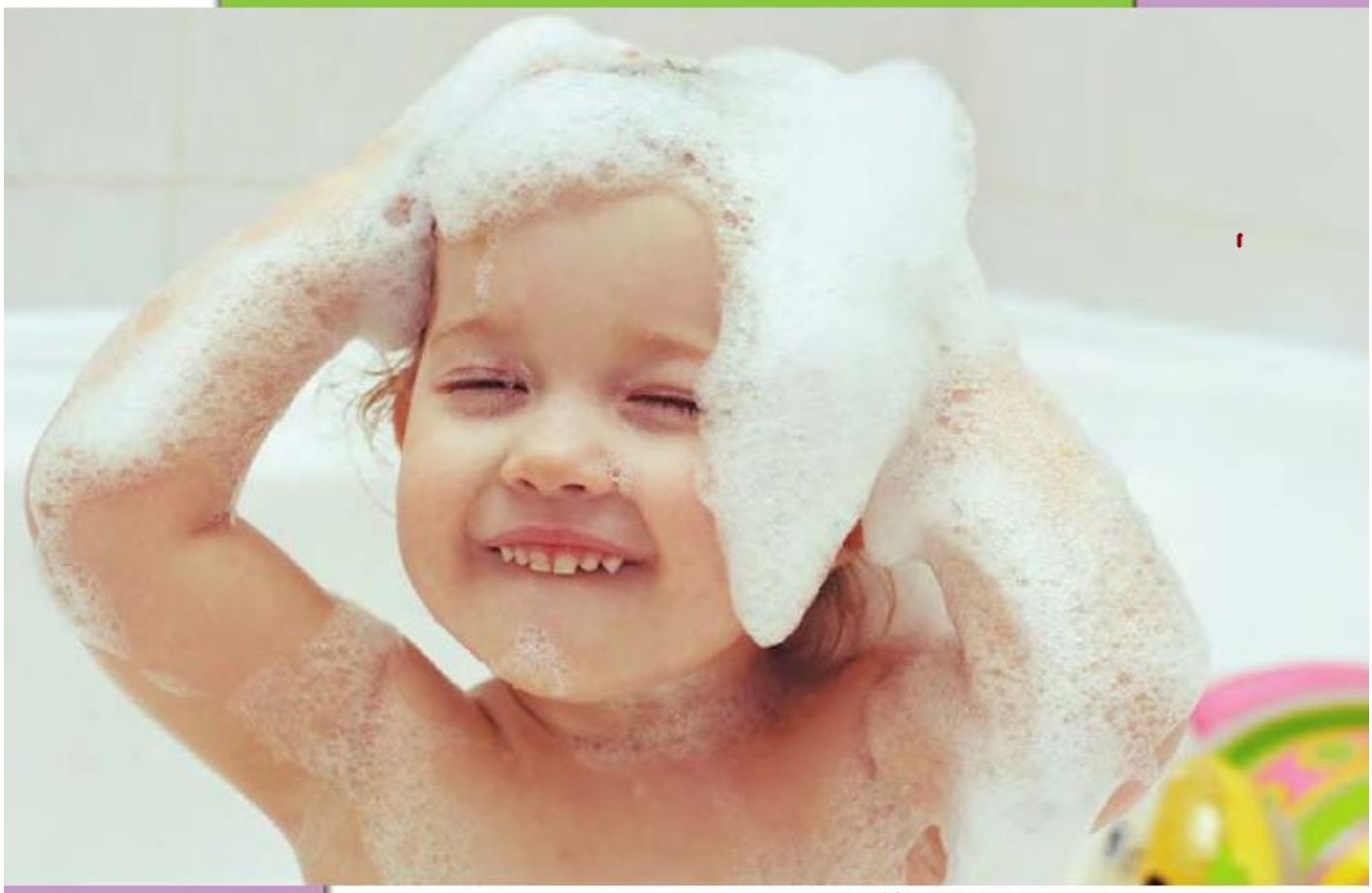
فصل ۱ مولکول‌ها در خدمت تندرستی



والله یُحِبُّ المُطَّهِّرینْ... (سورهٔ توبه، آیهٔ ۱۰۸)

و خداوند پاکیزگان را دوست دارد.

هوا، آب، پوشاک، بدن و زمین از جمله موهبت‌های الهی هستند که پیوسته باید برای پاکیزه نگهداشتن آنها بکوشیم. پاکیزگی رفتاری شایسته، نشاط‌آور و مایه آرامش است که بستری مناسب برای سلامت، رشد و بالندگی انسان و جامعه فراهم می‌کند. انسان‌ها با الهام از طبیعت و شناخت مولکول‌ها و رفتار آنها، راهی برای زدودن آلودگی‌ها پیدا کردند. راهی که با استفاده از مواد شوینده هموارتر می‌شود. این مواد براساس خواص اسیدی و بازی عمل می‌کنند. از این رو آشنایی با رفتار اسیدها و بازها می‌تواند ما را در تهیه و استفاده بهینه از شوینده‌ها یاری کند.

آیا می‌دانید

سالانه میلیون‌ها تن از انواع شوینده‌ها در جهان مصرف می‌شود. صنعت تولید شوینده‌ها و فراورده‌های پاک‌کننده، یکی از صنایع بزرگ و سودآور است که سالانه سود فراوانی را نصیب صاحبان آن می‌کند.

امروزه، بسته به هر نوع نیاز و کاربرد، شوینده و پاک‌کننده مناسب در بازار یافت می‌شود.

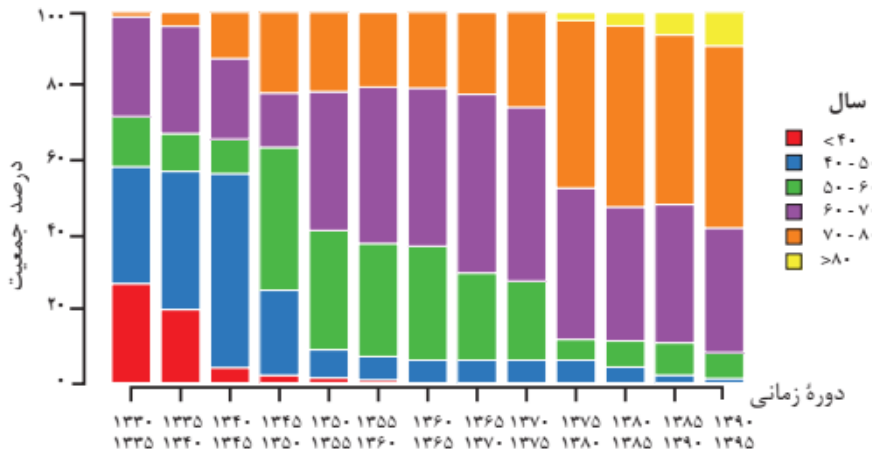
پاکیزگی و بهداشت همواره در زندگی جایگاه و اهمیت شایانی داشته است. یکی از دلایل اسکان انسان در کنار رود و رودخانه این بود که با دسترسی به آب، بدن خود را بشوید و ابزار، ظروف و محیط زندگی خود را تمیز نگاه دارد. حفاری‌های باستانی از شهر بابل نشان می‌دهد که چند هزار سال پیش از میلاد، انسان‌ها به همراه آب از موادی شبیه به صابون امروزی برای نظافت و پاکیزگی استفاده می‌کردند. نیاکان ما نیز به تجربه پی بردند که اگر ظرف‌های چرب را به خاکستر آغشته کنند و سپس با آب گرم شست‌وشو دهند، آسان‌تر تمیز می‌شوند.

درگذشته به دلیل عدم دسترسی، کمبود یا استفاده نکردن از صابون، سطح بهداشت فردی و همگانی بسیار پایین بود، به‌طوری که بیماری‌های گوناگون به‌سادگی در جهان گسترش می‌یافت. برای نمونه وبا یک بیماری واگیردار است که به دلیل آلوده شدن آب و نبود بهداشت شایع می‌شود. این بیماری در طول تاریخ بارها در جهان همه‌گیر شد و جان میلیون‌ها انسان را گرفت و هنوز هم می‌تواند برای هر جامعه تهدید کننده باشد. ساده‌ترین و مؤثرترین راه پیشگیری این بیماری، رعایت بهداشت فردی و همگانی است.

با گذشت زمان، استفاده از صابون و توجه به نظافت و بهداشت در جوامع گسترش یافت و سبب شد تا میکروب‌ها، آلودگی‌ها و عوامل بیماری‌زا در محیط‌های فردی و همگانی کاهش یافته و سطح بهداشت جامعه افزایش یابد. با افزایش سطح تندرستی و بهداشت فردی و همگانی، شاخص امید به زندگی نیز در جهان افزایش یافته است. شاخصی که نشان می‌دهد با توجه به خطراتی که انسان‌ها در طول زندگی با آن مواجه هستند، به طور میانگین چند سال در این جهان زندگی می‌کنند.

خود را بیازمایید

نمودار زیر توزیع جمعیت جهان را براساس امید به زندگی آنها در دوره‌های زمانی گوناگون نشان می‌دهد.



* امروزه امید به زندگی در بیشتر مردم دنیا، حدود ۷۰ تا ۸۰ سال است.

آ) با توجه به نمودار، جدول زیر را برای گستره سنی ۴۰ تا ۵۰ سالگی کامل کنید.

دورهٔ زمانی	۱۳۳۰ـ۱۳۳۵	۱۳۶۵ـ۱۳۷۰	۱۳۹۰ـ۱۳۹۵
درصد جمعیت			

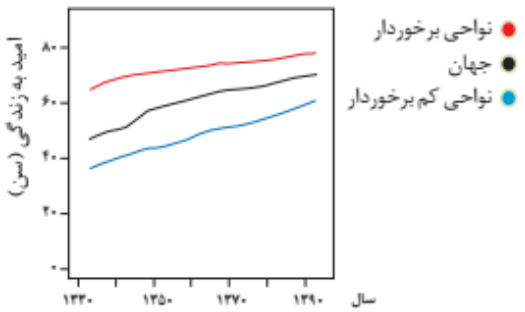
ب) در دورهٔ زمانی ۱۳۴۵ تا ۱۳۵۰، امید به زندگی برای بیشتر مردم جهان حدود چند سال است؟

پ) در دورهٔ زمانی ۱۳۷۰ تا ۱۳۷۵ امید به زندگی برای بیشتر مردم جهان در حدود چند سال است؟

ت) با گذشت زمان، امید به زندگی در سطح جهان افزایش یافته است یا کاهش؟ توضیح دهید.

ث) امروزه امید به زندگی برای بیشتر مردم جهان در حدود چند سال است؟

امیدبه‌زندگی‌شاخصی‌است که‌در کشورهای گوناگون وحتی در شهرهای یک کشور نیز با هم تفاوت دارد، زیرا این شاخص به عوامل گوناگونی بستگی دارد. نمودار ۱، نشان می‌دهد که امید به زندگی در مناطق توسعه یافته و برخوردار در مقایسه با مناطق کم برخوردار بیشتر است.



نمودار ۱ـ مقایسهٔ امید به زندگی برای مناطق برخوردار و کم برخوردار با میانگین جهانی

* مطابق نمودار:

امید به زندگی در کشورها ومناطق برخوردار(توسعه یافته)، درمقایسه با کشورها ومناطق کم برخوردار بیشتراست.

* شیب نمودار امید به زندگی برای مناطق کم برخوردار بیشتر است.

* باگذشت زمان، فاصله امید به زندگی برای مناطق کم برخوردار با مناطق برخوردار در حال کم شدن است.

سلامت و بهداشت در شاخص امید به زندگی اهمیت بسیاری دارد و در راستای ارتقای آن، پاک‌کننده‌ها و شوینده‌ها نقش پررنگی ایفا می‌کنند. آیا تاکنون اندیشیده‌اید که شوینده‌ها و پاک‌کننده‌ها از نظر شیمیایی چه ساختاری دارند؟ چگونه این مواد سبب پاک شدن یا از بین‌رفتن آلودگی‌ها می‌شوند؟ رفتار این مواد در محیط‌های شیمیایی چگونه است؟ شوینده‌ها و پاک‌کننده‌هایی مانند صابون، شامپو و پودر لباس‌شویی چگونه عمل می‌کنند؟ ورود این مواد به محیط‌زیست چه زیان‌هایی به دنبال دارد؟ تأثیر این مواد روی بدن چیست؟ آگاهی بیشتر از علم شیمی کمک می‌کند تا چگونگی عملکرد این مواد را درک کنید و با شوینده‌هایی آشنا شوید که آسیب کمتری به محیط‌زیست وارد می‌کنند. همچنین با روش استفاده درست و مصرف مناسب آنها در راستای افزایش سطح بهداشت فردی و همگانی آشنا خواهید شد.

پاکیزگی محیط با مولکول‌ها

افراد هر جامعه برای انجام فعالیت‌های روزانه خود در هر محیطی، کم و بیش در معرض انواع آلاینده‌ها هستند، به‌طوری که بدن، پوشاک و ابزاری که با آنها سروکار دارند، آلوده می‌شود. آلاینده‌ها موادی هستند که بیش از مقدار طبیعی در یک محیط، نمونه ماده یا یک جسم وجود دارند. گل‌ولای آب، گرد وغبار هوا، لکه‌های چربی و مواد غذایی روی لباس‌ها و پوست بدن نمونه‌هایی از انواع آنها هستند. برای داشتن لباس پاکیزه، هوای پاک و محیط بهداشتی باید این آلودگی‌ها را زدود. اکنون فرض کنید هنگام خوردن عسل مقداری از آن روی لباس می‌ریزد و دست‌ها به آن آغشته می‌شود. چگونه می‌توان این عسل را پاک کرد؟ لکه‌های دیگر را چگونه می‌توان زدود؟ برای یافتن پاسخ این پرسش‌ها باید به بررسی ساختار و رفتار ذره‌های سازنده آلاینده‌ها و مواد شوینده و نیز نیروهای بین مولکولی آنها پرداخت.

خود را بیازمایید

جدول زیر را کامل کنید و در مورد دلیل انتخاب خود را توضیح دهید.

نام ماده	فرمول شیمیایی	محلول در آب	محلول در هگزان
اتیلن گلیکول (ضدیخ)	CH_2OHCH_2OH	✓	✗
نمک خوراکی	NaCl	✓	✗
بنزین	C_8H_{18}	✗	✓
اوره	$CO(NH_2)_2$	✓	✗
روغن زیتون	$C_{57}H_{104}O_6$	✗	✓
وازلین	$C_{25}H_{52}$	✗	✓

R-OH

متانول CH_3OH

اتانول CH_3-CH_2-OH

$C-C-C-OH$

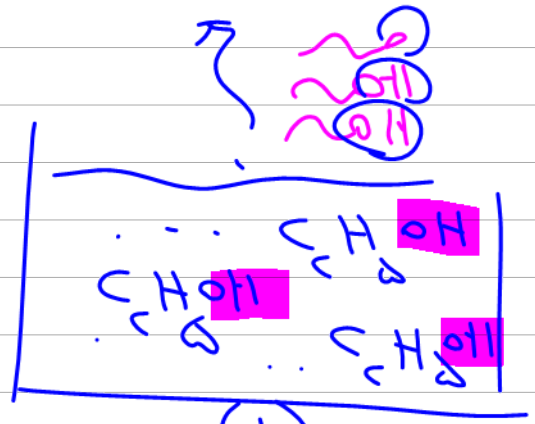
اول

$C-C=C-C-C-C\cdots C-OH$

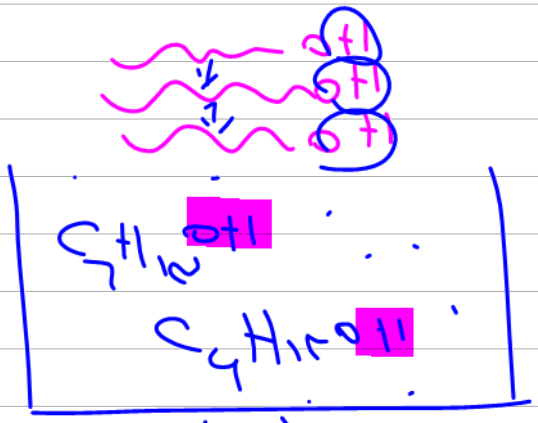
هیدروکربن

ناقطبی

فعالی



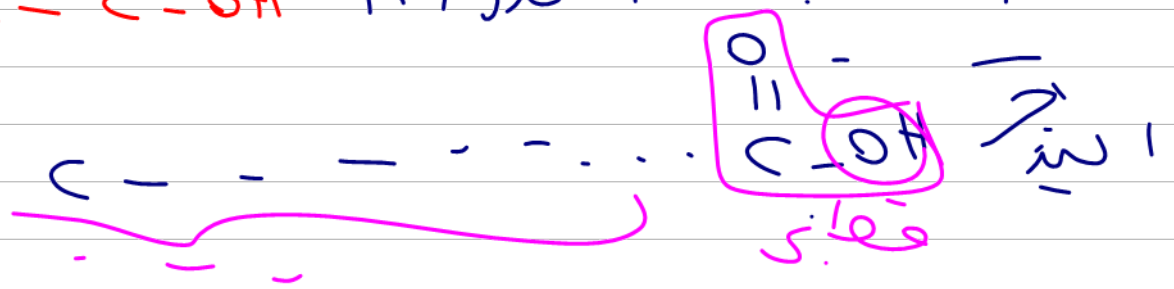
هم (۱) + واندر



هم (۱) + واندر

↑ دمای جوش ↓ انحلال ↑ R الکل: $R-OH$

↑ دمای جوش ↓ انحلال ↑ R اسید: $R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$



از شیمی ۱ به یاد دارید که مواد قطبی در حلال‌های قطبی و مواد ناقطبی در حلال‌های ناقطبی حل می‌شوند. در واقع در فرایند انحلال، اگر ذره‌های سازنده حل شونده با مولکول‌های حلال جاذبه‌های مناسب برقرار کنند، حل شونده در حلال حل می‌شود در غیر این صورت ذره‌های حل شونده کنار هم باقی می‌مانند و در حلال پخش نمی‌شوند. برای نمونه دلیل اینکه لکه عسل به‌راحتی با آب شسته و در آن پخش می‌شود این است که عسل حاوی مولکول‌های قطبی است که در ساختار خود شمار قابل‌توجهی گروه هیدروکسیل (OH−) دارند. هنگامی که عسل وارد آب می‌شود، مولکول‌های سازنده آن با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی برقرار می‌کنند و در سرتاسر آن پخش می‌شوند. به این ترتیب، آب پاک‌کننده مناسبی برای لکه‌های شیرینی مانند آب قند، شربت آبلیمو و چای شیرین است. اما اگر دست‌ها به چربی یا گریس آغشته شود یا روی لباس، لکه چربی برجای بماند، چگونه باید آنها را تمیز کرد؟ در زندگی روزانه دیده‌ایم که با استفاده از صابون و شوینده‌ها می‌توان لکه‌های چربی را شست و پوست یا لباس آغشته به آنها را تمیز کرد. چگونه مولکول‌های صابون سبب پاکیزگی و زدودن لکه‌های چربی می‌شوند؟

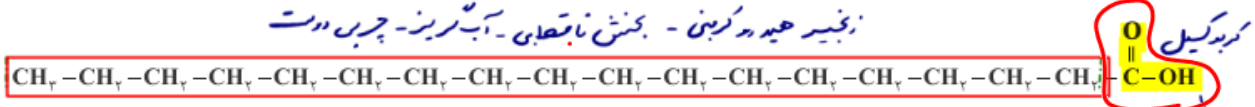
عسل به طور عمده حاوی قندهایی مانند گلوکز، فروکتوز، ساکاروز و مالتوز است. مولکول‌های سازنده این قندها شمار قابل توجهی گروه هیدروکسیل دارند. برای نمونه فرمول ساختاری گلوکز به‌صورت زیر است:

با این توصیف عسل حاوی قندهایی با مولکول‌های بسیار قطبی است و لکه‌های باقی‌مانده از آنها روی لباس در حلال‌های قطبی مانند آب حل شده و شسته می‌شود.

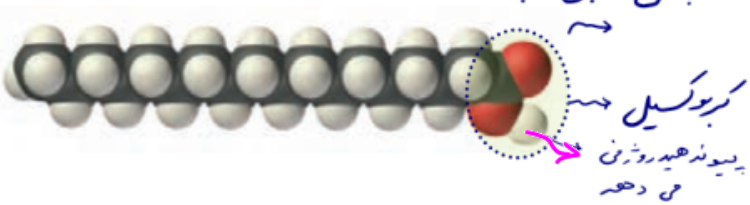
با هم بیندیشیم

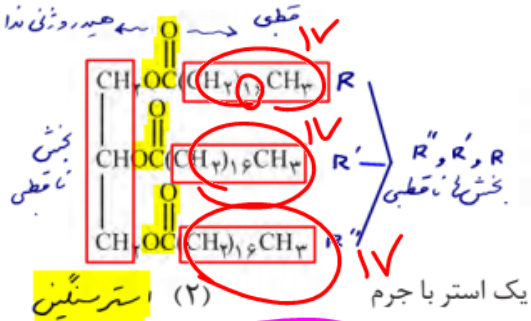
۱ـ چربی‌ها را می‌توان مخلوطی از استرهای بلند زنجیر و **اسیدهای چرب**[1] (با جرم مولی زیاد) دانست، با توجه به شکل‌های زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.

● اسیدهای چرب، کربوکسیلیک اسیدهایی با زنجیر بلند کربنی هستند.

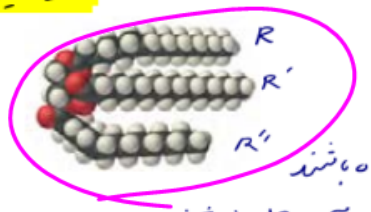


(۱) اسید چرب





(۲) استر سنگین



آ) کدام‌یک فرمول ساختاری یک اسید چرب و کدام‌یک فرمول ساختاری یک استر با جرم مولی زیاد را نشان می‌دهد؟ چرا؟

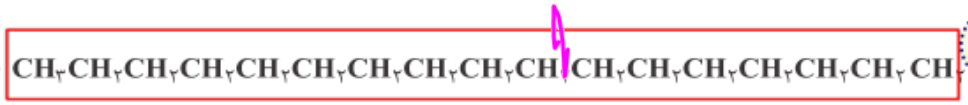
ب) بخش‌های قطبی و ناقطبی هر مولکول را مشخص کنید.

پ) دانش‌آموزی الگوی زیر را برای نمایش یک مولکول اسیدچرب و یک استرسنگین ارائه کرده است. در هر یک از این مولکول‌ها بخش قطبی و بخش ناقطبی را مشخص کنید.

ت) نیروی بین مولکولی غالب در چربی‌ها از چه نوعی است؟ چرا؟

ث) چرا چربی‌ها در آب حل نمی‌شوند؟ توضیح دهید.

۲ـ صابون را می‌توان نمک سدیم‌اسید چرب دانست. فرمول همگانی این نوع صابون‌ها که جامد هستند، RCOONa بوده که در آن R یک زنجیر هیدروکربنی بلند است. ساختار زیر نوعی صابون را نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید.



آ) بخش‌های قطبی و ناقطبی آن را مشخص کنید.

ب) کدام بخش صابون آب‌دوست و کدام بخش آب‌گریز است؟

پ) هر گاه مخلوط مقداری از این صابون و آب را هم بزنید، مولکول‌های صابون در سرتاسر مخلوط پخش می‌شوند. از این تجربه درباره نیروهای جاذبه بین صابون و آب چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟ توضیح دهید.

ت) هرگاه مقداری صابون مایع را در روغن بریزید و مخلوط را به هم بزنید، مخلوطی مانند شکل روبه‌رو به‌دست می‌آید. با توجه به این مشاهده، درباره درستی جمله زیر گفت‌وگو کنید.

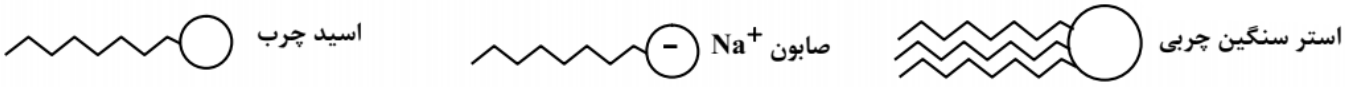
«صابون ماده‌ای است که هم در آب و هم در چربی حل می‌شود.»

مخلوط صابون مایع و روغن

- صابون جامد را از گرم کردن مخلوط روغن‌های گوناگون یا چربی مانند روغن زیتون، نارگیل و پیه با سدیم هیدروکسید تهیه می‌کنند.
- صابون‌های مایع، نمک پتاسیم یا آمونیوم اسیدهای چرب هستند.

پیوند با زندگی

مخلوط‌ها نقش بسیار پررنگی در زندگی ما دارند به طوری که اغلب موادی که در زندگی روزانه با آنها سروکار داریم، از مخلوط دو یا چند ماده تشکیل شده‌اند. آب دریا، هوا، نوشیدنی‌ها، انواع رنگ‌ها، سرامیک‌ها، چسب‌ها، شوینده‌ها و داروها همگی مخلوط هستند. مخلوط‌ها



شکل ۱ـ کلوئید پایدار شده آب و روغن با استفاده از صابون (البته برای نمایش بهتر به آب دو قطره رنگ افزوده شده است).

خواص متفاوتی دارند. برای نمونه محلول مس (II) سولفات در آب، مخلوطی همگن است که نور را عبور می‌دهد. در حالی که شربت معده یک سوسپانسیون است. مخلوطی ناهمگن که ته‌نشین می‌شود و باید پیش از مصرف آن را تکان داد.

مخلوط آب و روغن نیز ناپایدار است زیرا به‌محض اینکه هم زدن را متوقف کنید، آب و روغن از هم جدا شده و دولایه مجزا تشکیل می‌دهند. اما اگر مقداری صابون به این مخلوط اضافه کنید و آن را به هم بزنید یک مخلوط پایدار ایجاد می‌شود که به ظاهر همگن است. شکل ۱، رفتار این مخلوط را نشان می‌دهد که همگن نبوده و حاوی توده‌های مولکولی با اندازه‌های متفاوت است. این نوع مخلوط‌ها، **کلوئید**[1] نامیده می‌شوند. نور در محلول و کلوئید رفتار متفاوتی دارد (شکل ۲). شیر، ژله، سس مایونز و رنگ نمونه‌هایی از کلوئیدها هستند.

شکل ۲ـ مقایسه رفتار نور در یک محلول و کلوئید. ذره‌های موجود در کلوئید درشت‌تر از محلول‌اند و به همین دلیل نور را پخش می‌کنند.

● رنگ پوششی، نمونه‌ای از یک کلوئید است.

خود را بیازمایید

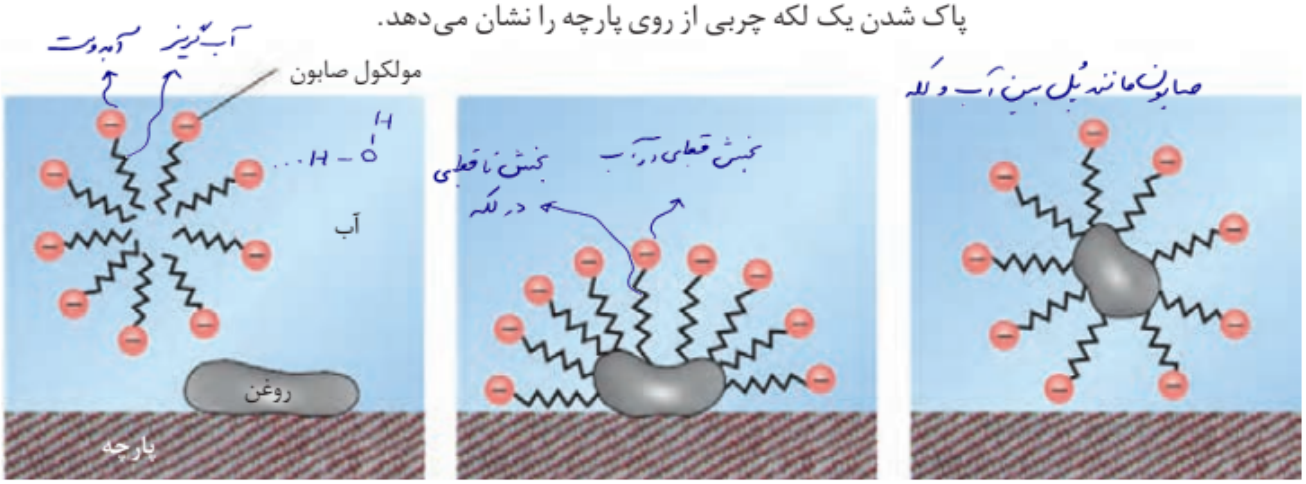
۱ـ در جدول زیر برخی ویژگی‌های کلوئید با مخلوط‌های دیگر مقایسه شده است. آن را کامل کنید.

نوع مخلوط / ویژگی	سوسپانسیون	کلوئید	محلول
رفتار در برابر نور	نور را پخش می‌کنند	.....	.....
همگن بودن	ناهمگن	.....	همگن
پایداری	.....	پایدار است/ ته‌نشین نمی‌شود	.....
ذره‌های سازنده	ذره‌های ریز ماده	.....	.....

۲ـ درباره جمله زیر گفت‌وگو کنید.

«رفتار کلوئیدها را می‌توان رفتاری بین سوسپانسیون و محلول‌ها در نظر گرفت.»

دریافتید که مولکول‌های صابون دو بخش قطبی و ناقطبی دارند. بخش قطبی صابون، آب‌دوست است درحالی که بخش ناقطبی آن چربی دوست بوده و آب‌گریز است. با این توصیف هنگام شست‌وشوی یک لکه چربی با آب و صابون، مولکول‌های صابون، لکه چربی را زدوده و پاک می‌کند. در واقع مولکول‌های صابون، پاک‌کننده مناسبی برای چربی‌ها به‌شمار می‌رود. اکنون باید دید که صابون چگونه سبب پراکنده شدن چربی در آب می‌شود؟ شکل ۳، مراحل پاک شدن یک لکه چربی از روی پارچه را نشان می‌دهد.



شکل ۳ـ مراحل پاک شدن یک لکه چربی یا روغن با صابون ـ برای پاک‌کردن لکه‌های چربی از چه مواد یا روش‌های دیگری می‌توان استفاده کرد؟

چند نکته:
۱- ته ذره ها تمایل صابون
۲- قدرت پاک‌کنندگی ندارد
۳- سطح چربی را از هم جدا منفی می‌شود.

هنگامی که صابون وارد آب می‌شود، به کمک سر آب دوست خود در آن حل می‌شود. از سوی دیگر، ذره‌های صابون با بخش چربی دوست خود با مولکول‌های چربی جاذبه برقرار می‌کنند، گویی مولکول‌های صابون مانند پلی بین مولکول‌های آب و چربی قرار می‌گیرند. به این ترتیب، ذره‌های چربی کم‌کم از سطح پارچه جدا و در آب پخش می‌شوند. با ادامه این فرایند، همه لکه‌های چربی از روی لباس پاک می‌شود. باید توجه داشت که قدرت پاک‌کنندگی صابون به عوامل گوناگونی بستگی دارد. هر اندازه صابون بتواند مقدار بیشتری از آلاینده و چربی را بزداید، قدرت پاک‌کنندگی بیشتری دارد. در واقع صابون همه لکه‌ها را به یک اندازه از بین نمی‌برد زیرا نوع پارچه، دما، نوع آب و نیز نوع و مقدار صابون نیز بر روی قدرت پاک‌کنندگی آن تأثیر دارد.

کاوش کنید ۱

درباره «**پاک‌کنندگی صابون در آب‌های گوناگون**» کاوش کنید.

وسایل و مواد مورد نیاز: منیزیم کلرید، کلسیم کلرید، آب مقطر، بشر، قاشقک.

۱ـ سه بشر ۱۰۰mL بردارید و آنها را از ۱ تا ۳ شماره‌گذاری کنید.

۲ـ درون هر بشر ۵۰mL آب مقطر و یک قاشق چای‌خوری صابون رنده شده بریزید.

۳ـ به محتویات بشر شماره ۲، نصف قاشق چای‌خوری منیزیم کلرید و به محتویات بشر

شماره ۳، نصف قاشق چای‌خوری کلسیم کلرید بیفزایید.

۴ـ محتویات هر بشر را به مدت ۳۰ ثانیه و با سرعتی برابر به هم بزنید. ارتفاع کف ایجاد شده را اندازه‌گیری و در جدول زیر یادداشت کنید. سپس به پرسش‌ها پاسخ دهید.

شماره بشر	۱	۲	۳
ارتفاع کف ایجاد شده (cm)			

آ) از این داده‌ها چه نتیجه‌ای می گیرید؟

ب) با توجه به معادله‌های شیمیایی زیر، توضیح دهید چرا ارتفاع کف در ظرف شماره ۲ و ۳ کمتر از ظرف شماره ۱ است؟

۱) $2RCOONa(aq) + MgCl_2(aq) \longrightarrow (RCOO)_2Mg(s) + 2NaCl(aq)$

۲) $2RCOONa(aq) + CaCl_2(aq) \longrightarrow (RCOO)_2Ca(s) + 2NaCl(aq)$

پ) آیا قدرت پاک کنندگی صابون در آب دریا و آب چشمه یکسان است؟ چرا؟

آب دریا و آب‌های مناطق کویری که شور هستند، مقادیر چشمگیری از یون‌های کلسیم و منیزیم دارند. چنین آب‌هایی به **آب سخت**[1] معروف‌اند. صابون در این آب‌ها به‌خوبی کف نمی کند و قدرت پاک کنندگی آن کاهش می‌یابد، زیرا صابون با یون‌های موجود در آب سخت رسوب تشکیل می‌دهد. لکه‌های سفیدی که پس از شستن لباس با صابون روی آنها برجای می‌ماند، نشانه‌ای از تشکیل چنین رسوب‌هایی است.

خود را بیازمایید

دانش‌آموزی برای مقایسه قدرت پاک کنندگی دو نوع صابون، کاوشی انجام داد. او از دو نوع صابون برای پاک کردن لکه چربی یکسان از روی دو نوع پارچه استفاده و نتایج آزمایش خود را در جدول زیر یادداشت کرد. با توجه به جدول به پرسش‌ها پاسخ دهید.

نوع صابون	نوع پارچه	دما (°C)	درصد لکه باقی مانده
صابون بدون آنزیم	نخی	۳۰	۲۵
صابون بدون آنزیم	نخی	۴۰	۱۵
صابون آنزیم‌دار	نخی	۳۰	۱۰
صابون آنزیم‌دار	نخی	۴۰	۰
صابون آنزیم‌دار	پلی‌استر	۴۰	۱۵

آ) دما چه اثری بر قدرت پاک‌کنندگی صابون دارد؟

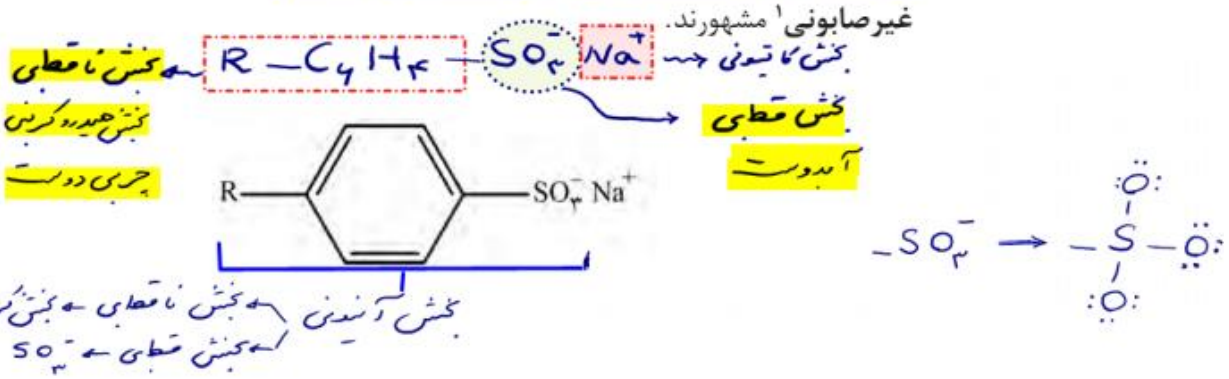
ب) قدرت پاک‌کنندگی صابون با افزودن آنزیم چه تغییری می‌کند؟

پ) آیا میزان چسبندگی لکه‌های چربی روی پارچه‌های گوناگون یکسان است؟ از کدام داده جدول چنین نتیجه‌ای به دست می‌آید؟

نقش پاک‌کنندگی صابون سبب شد تا کاربرد آن از پاکیزگی و تأمین بهداشت فردی و محیط خانه به مراکز صنعتی، بیمارستانی و اداری نیز گسترش یابد. این روند سبب رشد چشمگیر صابون‌سازی شد تا جایی که امروزه به یک صنعت بزرگ در جهان تبدیل شده است. صنعتی که نقش چشمگیری در کاهش بیماری‌های گوناگون داشته و سطح بهداشت را در جهان افزایش داده است. از سوی دیگر با افزایش جمعیت جهان، مصرف صابون نیز افزایش یافت. بدیهی است که برای تولید صابون در مقیاس انبوه به مقدار بسیار زیادی چربی نیاز بود و این خود چالشی بزرگ بود! از این رو تأمین صابون مورد نیاز جهان به روش‌های سنتی تقریباً ناممکن شد. همچنین صابون در همه شرایط به‌خوبی عمل نمی‌کرد زیرا استفاده از آن در محیط‌های گوناگون مانند سفرهای دریایی و صنایع وابسته به آب شور، پاسخگوی نیاز انسان نبود. نگرانی‌هایی از این دست، شیمی‌دان‌ها را برای شناسایی و تولید دیگر پاک‌کننده‌ها ترغیب کرد.

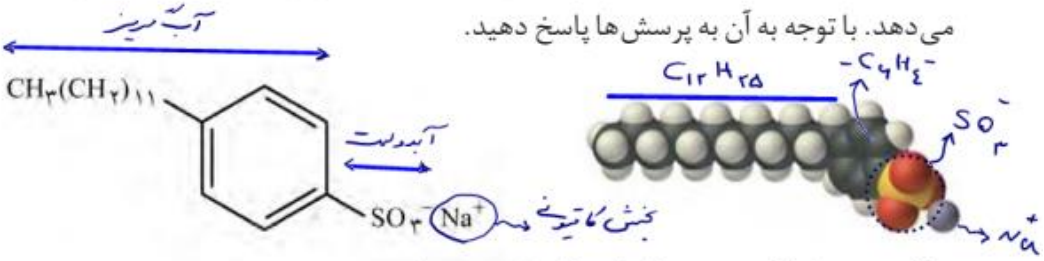
در جست‌وجوی پاک‌کننده‌های جدید

افزایش تقاضای جهانی برای صابون و کاربردهای آن از یک سو و کاهش عرضه این فراورده از سوی دیگر سبب شد تا شیمی‌دان‌ها وارد عمل شوند. آنها در جست‌وجوی موادی بودند که قدرت پاک‌کنندگی زیادی داشته باشند و بتوان آنها را به میزان انبوه و با قیمت مناسب تولید کرد. با توجه به رابطه بین ساختار و رفتار یک ماده، شیمی‌دان‌ها به دنبال تولید موادی بودند که ساختار آنها شبیه صابون باشد. آنها توانستند از بنزن و دیگر مواد اولیه در صنایع پتروشیمی، مواد پاک‌کننده‌ای با فرمول همگانی زیر تولید کنند. موادی که به **پاک‌کننده‌های غیرصابونی**[1] مشهورند.



خود را بیازمایید

شکل زیر فرمول ساختاری و مدل فضا پرکن را برای نوعی پاک‌کننده غیرصابونی نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید.



آ) بخش‌های آب دوست و آب‌گریز آن را مشخص کنید.

ب) شباهت‌ها و تفاوت‌های این ماده را با صابون بنویسید.

پ) توضیح دهید که چگونه این ماده لکه‌های چربی را هنگام شست‌وشو با آب از بین می‌برد.

اینک می‌پذیرید که $RC_6H_4SO_3^-Na^+$ همانند RCOONa یک پاک‌کننده است با این تفاوت که از مواد پتروشیمیایی طی واکنش‌های پیچیده در صنعت تولید می‌شود. این مواد قدرت پاک‌کنندگی بیشتری نسبت به صابون دارند و در آب‌های سخت نیز خاصیت پاک‌کنندگی خود را حفظ می‌کنند زیرا با یون‌های موجود در این آب‌ها رسوب نمی‌دهند.

پیوند با صنعت

صابون طبیعی معروف به صابون مراغه با بیش از ۱۵۰ سال قدمت، معروف‌ترین صابون سنتی ایران است. برای تهیه این صابون، پیه گوسفند و سود سوزآور را در دیگ‌های بزرگ با آب برای چندین ساعت می‌جوشانند و پس از قالب‌گیری آنها را در آفتاب خشک می‌کنند (شکل ۴).

در جنوب ایران نیز گیاهی به نام اشنان (اشلونگ) می‌روید که در گذشته نه چندان دور، مغز ریشه آن را خشک کرده و به‌عنوان شوینده استفاده‌می‌کردند.

شکل ۴ـ سالانه حدود ۲۰۰ تن صابون در شهر مراغه تولید می‌شود و به‌دست مشتریان می‌رسد. البته توجه داشته باشید صابون‌های سنتی در شهرهای دیگری مانند آشتیان، رودبار و ... نیز تولید می شوند.

این صابون افزودنی شیمیایی ندارد و به دلیل خاصیت بازی مناسب برای موهای چرب استفاده می‌شود. امروزه صابون‌ها و شوینده‌های دیگری تولید می‌شوند که افزون بر خاصیت پاک‌کنندگی، خواص ویژه‌ای نیز دارند. برای نمونه صابون گوگرددار، برای از بین بردن جوش

● از نوعی صابون سنتی در تنور نان سنگک برای چرب کردن سطح سنگ‌ها استفاده‌می‌شود.

یون SO_4^{2-} در یون‌های Mg^{2+} و Ca^{2+} سرگرمی‌کننده آسیبی به صابون نمی‌رساند !!!

صورت و همچنین قارچ‌های پوستی استفاده می‌شود. همچنین به‌منظور افزایش خاصیت ضدعفونی کنندگی و میکروب کشی صابون‌ها به آنها ماده شیمیایی کلردار اضافه می کنند.

از سوی دیگر برای افزایش قدرت پاک‌کنندگی مواد شوینده، به آنها نمک‌های فسفات می‌افزایند، زیرا این نمک‌ها با یون‌های کلسیم و منیزیم موجود در آب‌های سخت واکنش می‌دهند و از تشکیل رسوب و ایجاد لکه جلوگیری می کنند. باید توجه داشت که هر چه شوینده‌ای مواد شیمیایی بیشتری داشته باشد، احتمال ایجاد عوارض جانبی آن بیشتر خواهد بود. به همین دلیل مصرف زیاد شوینده‌ها و تنفس بخار آنها، عوارض پوستی و بیماری‌های تنفسی ایجاد می کند. بنابراین برای حفظ سلامت بدن و محیط‌زیست، استفاده از شوینده‌های ملایم، طبیعی و مناسب توصیه می‌شود.

پاک کننده‌های خورنده

تاکنون با پاک‌کننده‌هایی آشنا شدید که بر اساس برهم کنش میان ذره‌ها عمل می کنند. اما پاک‌کننده‌های دیگری هم وجود دارند که افزون بر این برهم کنش‌ها، با آلاینده‌ها واکنش می‌دهند. برای نمونه رسوب تشکیل شده بر روی دیواره کتری، لوله‌ها، آب‌راه‌ها و دیگ‌های بخار آن چنان به این سطح‌ها می‌چسبند که با صابون و پاک‌کننده‌های غیرصابونی زدوده نمی‌شوند. برای زدودن این رسوب‌ها به پاک‌کننده‌هایی نیاز است که بتوانند با آنها واکنش شیمیایی بدهند و آنها را به فراورده‌هایی تبدیل کنند که با آب شسته شوند. موادی مانند هیدروکلریک اسید (جوهر نمک)، سدیم هیدروکسید (سود سوزآور) و سفیدکننده‌ها از جمله این پاک‌کننده‌ها هستند. پاک‌کننده‌هایی که از نظر شیمیایی فعال‌اند و خاصیت خورندگی دارند. به همین دلیل نباید با پوست تماس داشته باشند.

با هم بیندیشیم

۱ـ با توجه به تغییر رنگ کاغذ pH، در هر یک از شکل‌های زیر مشخص کنید که هر پاک‌کننده چه خاصیتی دارد؟

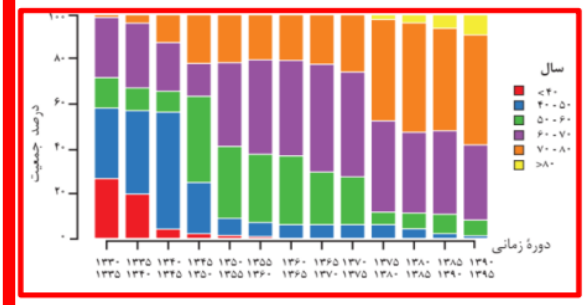
محلول جوهر نمک
HCl

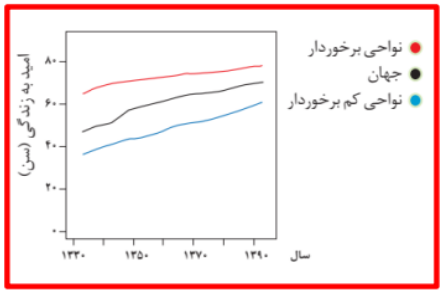
محلول سود
$NaOH$

صابون
$R-COONa$

سرکه سفید
CH_3COOH

■ شاخص امید به زندگی





❋ **شاخص امید به زندگی:** نشان می دهد با توجه به خطراتی که انسان ها در طول زندگی با آن مواجه اند، به طور میانگین چند سال در این جهان زندگی می کنند.

❋ امروزه امید به زندگی برای بیشتر مردم دنیا، در حدود ۷۰ تا ۸۰ سال است.

❋ **باتوجه به نمودار:**

◄ امید به زندگی در کشورها و مناطق برخوردار(توسعه یافته)، در مقایسه با کشورها ومناطق کم برخوردار، بیشتر است.

◄ شیب نمودار امید به زندگی برای مناطق کم برخوردار نسبت به مناطق برخوردار بیشتر است.

◄ با گذشت زمان، فاصله امید به زندگی برای مناطق کم برخوردار با مناطق برخوردار در حال کم شدن است.

آلاینده ها ــ شبیه، شبیه را در خود حل می کند.

❋ **آلاینده ها** موادی اند که بیش از مقدار طبیعی در محیط یا جسم وجود دارند.

❋ مواد قطبی در حلال های قطبی حل می شوند. مانند لکه های شیرینی در آب.

❋ مواد ناقطبی در حلال های ناقطبی حل می شوند. مانند وازلین در هگزان.

❋ بیشتر ترکیبات یونی در آب حل می شوند. مانند حل شدن $NaCl$ درآب.

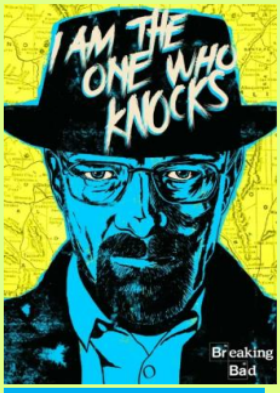
❋ اتیلن گلیکول، اوره، عسل و نمک خوراکی محلول در آب هستند و در هگزان نامحلولند.

❋ روغن زیتون، وازلین، گریس و بنزین محلول در هگزان هستند و درآب نامحلولند.

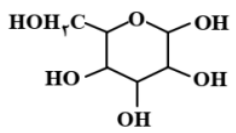
CH_2-CH_2 $\vert \quad \vert$ $OH \quad OH$	**اتیلن گلیکول (ضد یخ)** ♣ پیوند هیدروژنی دارد ♣ به هرنسبتی درآب حل می شود. ♣ دارای ۹جفت الکترون پیوندی و ۴ جفت ناپیوندی است.
$H_2N-C(=O)-NH_2$	**اوره** ♣ قطبی است و درآب محلول است ♣ پیوند هیدروژنی دارد ♣ دارای ۸ جفت الکترون پیوندی و ۴ جفت ناپیوندی است.
$CH_3-C(=O)-CH_3$	**استون** ♣ قطبی است ♣ به هرنسبتی در آب حل می شود ♣ با آب پیوند هیدروژنی می دهد ولی خودش هیدروژنی ندارد.

♣ مولکول های که در ساختار آنها $O-H$ و $N-H$, $H-F$ دارند پیوند هیدروژنی با خود و آب بوجود می آورند.

♣ هگزان C_6H_{12} یک حلال ناقطبی برای مولکول های ناقطبی می باشد.



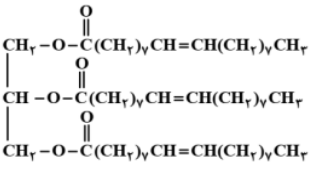
SAY MY NAME



گلوکز

♣ فرمول مولکولی $C_6H_{12}O_6$ می باشد. ♣ پیوند هیدروژنی می دهد.

♣ در آب بسیار محلول است.



روغن زیتون

♣ فرمول مولکولی $C_{57}H_{104}O_6$ می باشد. ♣ پیوند هیدروژنی ندارد

♣ مولکولی دو بخشی (دارای بخش قطبی و بخش ناقطبی) است.

♣ ناقطبی می باشد ودرآب نامحلول و در هگزان محلول است.

بنزین و گریس

♣ هردو مولکول ناقطبی اند و در آب نا محلول

♣ نیروهای بین مولکولی از نوع واندروالس است ودر هگزان محلول اند

$C_{18}H_{38}$ ، C_8H_{18}

جمع بندی

فرمول	مولکول	قطبی / ناقطبی	در آب / هگزان میشه
$C_2H_6O_2$			
C_8H_{18}			
$C_{25}H_{52}$			
$C_{18}H_{38}$			

فرمول	مولکول	قطبی / ناقطبی	در آب / هگزان میشه
$C_{57}H_{104}O_6$			
NaCl			
$CO(NH_2)_2$			
C_3H_6O			

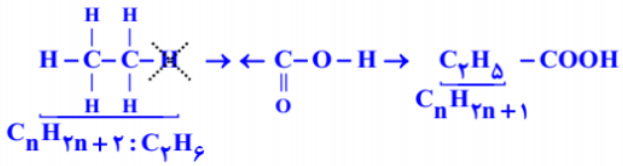
● **اسیدهای کربوکسیلیک:** $R-COOH$ یا $C_nH_{2n}O_2$

۱- دسته‌ای از ترکیبات آلی که حداقل یک گروه $COOH$ یا $C(=O)-\ddot{O}-H$ دارند و فرمول کلی آن‌ها $R-COOH$ است. (هرگاه در ترکیبی $COOH$ باشد پیوند هیدروژنی دارد)

۲- کربوکسیلیک اسیدها دارای ۲ بخش قطبی و ناقطبی‌اند و حداکثر تا ۵ کربن در آب محلولند.

● **اسید چرب:** $R-COOH$

اگر R اسیدهای کربوکسیلیک دراز زنجیر باشد به آن اسید چرب می‌گویند (معمولاً ۱۴ تا ۱۸ کربن) ← خارج از کتاب



مثال : اسید چربی که R آن ۱۷ کربنه باشد وسیر شده باشد:

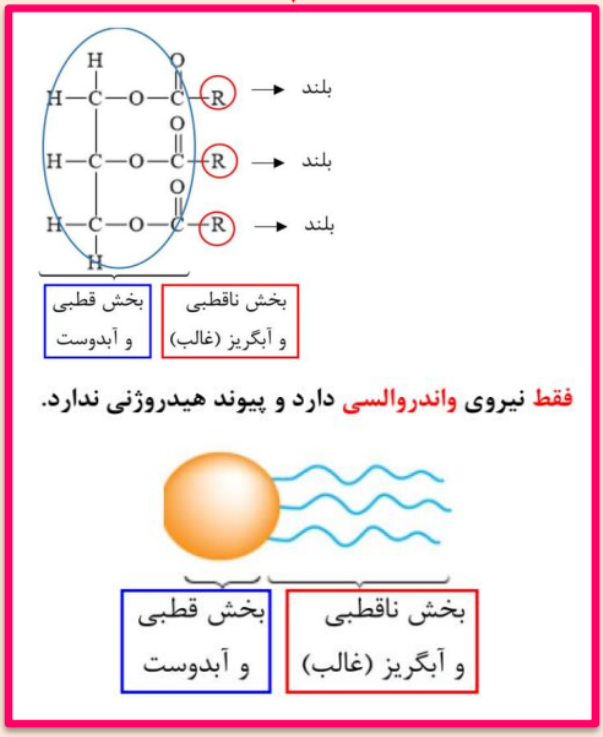
$C_nH_{2n+1}COOH \longrightarrow$

اسید چرب ـ استر بازنجیر بلند ـ چربی

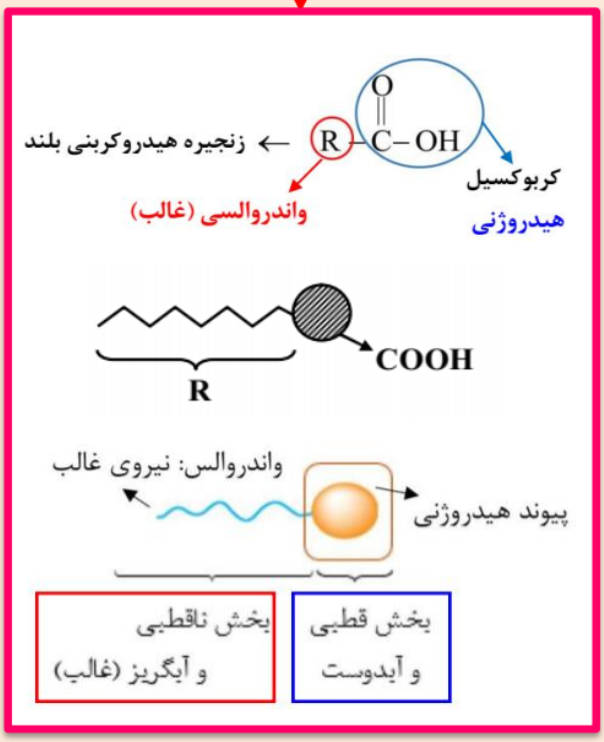
♣ چربی ها مخلوطی از اسیدهای چرب و استر های بلند زنجیر (با جرم مولی زیاد) هستند.

♣ اسید های چرب، کربوکسیلیک اسید های با زنجیر بلند کربنی هستند.

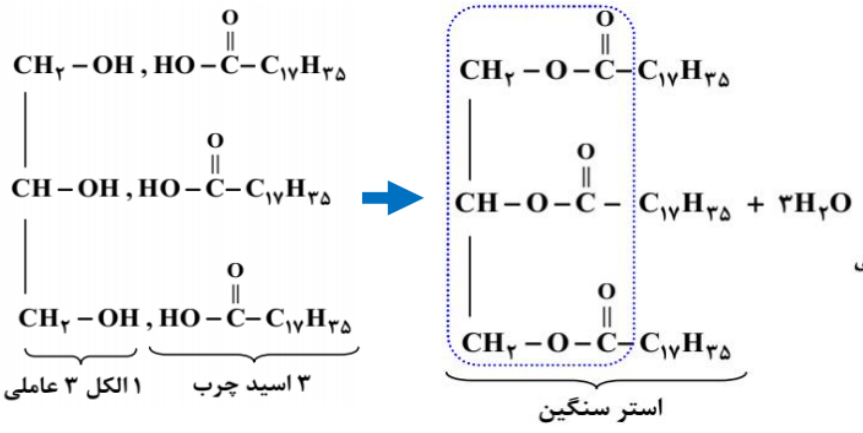
چربی(مخلوط) ← **استرسنگین سه عاملی**

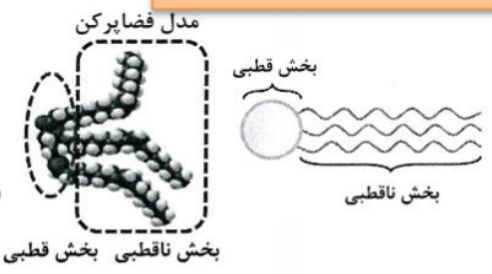


چربی(مخلوط) → **اسید چرب**

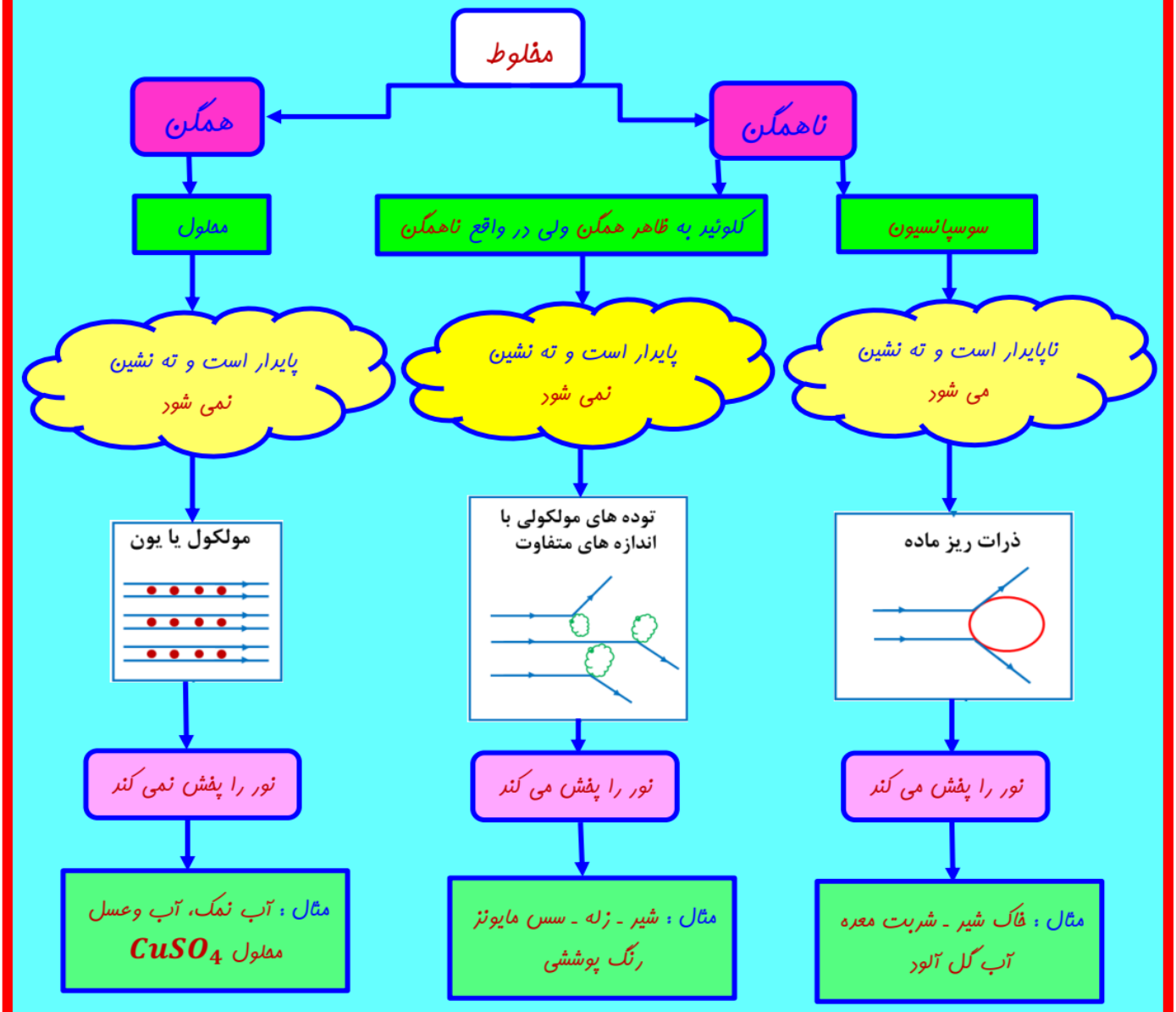


تهیه چربی کوهان شتر





چربی کوهان شتر: $C_{57}H_{110}O_6$



ویژگی	سوسپانسیون	کلوئید	محلول
عبور نور	پخش نور دارد	پخش نور دارد	پخش نور ندارد
همگن بودن	ناهمگن	ناهمگن	همگن
پایداری	ناپایدار	پایدار	پایدار
نوع ذره	ذرات ریز ماده	توده های مولکولی	یون ها و مولکول ها
مثال	شربت معده، خاکشیر،آب گل آلود	سس مایونز رنگ پوششی	آب نمک

صـــابـــون $R-COO^-Na^+$

❋ به نمک اسید چرب صابون می گویند.

❋ صابون $R-COONa$ می باشدکه R باید دراز زنجیر باشد یعنی اسید چرب باشد.

❋ فرمول کلی صابون $C_nH_{2n+1}-COONa$ می باشد.

!!! فرمول صابونی جامد با ۱۵ کربن و سیرشده؟؟؟ فرمول صابونی جامد که R آن ۱۴ کربن دارد و دارای یک پیوند دوگانه ؟؟؟

!!! فرمول صابونی که فقط از عناصر نافلزی تشکیل شده و از ۱۵ کربن و دو پیوند دوگانه در ساختار خود است؟؟؟

❋ صابون سدیم جامد است و از گرما دادن روغن های گیاهی یا جانوری مثل روغن زیتون، نارگیل، دنبه با سدیم هیدروکسید NaOH تهیه می کنند.

❋ صابون پتاسیم و آمونیوم، مایع است.

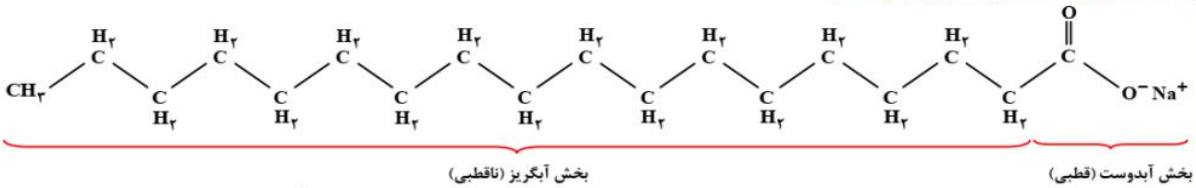
!!! چرا صابون سدیم جامد است ولی صابون پتاسیم و آمونیم مایع می باشند؟؟؟

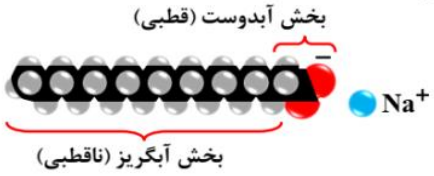
!!! چرا در صابون فقط از $Na^+ . K^+ . NH_4^+$ استفاده می شود و از Ca^{2+} استفاده نمی کنند.

❋ بخش کاتیونی صابون بر خلاف بخش آنیونی آن نقشی در فرآیند پاک کنندگی ندارد.

❋ صابون جامد به هنگام حل شدن در آب محیط را بازی می کند و باعث افزایش PH می شود.

چند الگوی نمایش صابون جامد:





واکنش کلی تهیه صابون جامد:

از آنجا که به لطف کتاب درسی! چربی‌ها خود دو دسته هستند، که شامل:

۱- استرهای سنگین(غالباً سه عاملی)

۲- اسیدهای چرب می‌باشند، واکنش تهیه صابون را به دو صورت می‌توان در نظر گرفت:

۱) $\underbrace{(RCOO)_3C_3H_5}_{\text{استرهای سنگین(غالباً سه عاملی)}} + 3NaOH \longrightarrow \underbrace{3RCOONa}_{\text{(صابون)}} + \underbrace{C_3H_5(OH)_3}_{\text{فراورده‌های دیگر}}$

جهت اطلاع!

۲) $\underbrace{RCOOH_{(s)}}_{\text{اسید چرب(R دراز زنجیر!)}} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow \underbrace{RCOONa_{(aq)}}_{\text{(صابون)}} + H_2O_{(l)}$

نحوه عملکرد صابون

❋ مخلوط آب و صابون و روغن (لکه) یک مخلوط کلوئید و پایدار ولی ناهمگن می باشند، که در آن صابون از سرقطبی و آبدوست خود با آب و از بخش ناقطبی با روغن جاذبه ایجاد می کند و دلیل پایداری این مخلوط همین است. !!!

❋ مراحل عملکرد صابون به ترتیب زیر است.

۱– صابون از بخش آنیونی با آب پیوند یون ـ دوقطبی می دهد

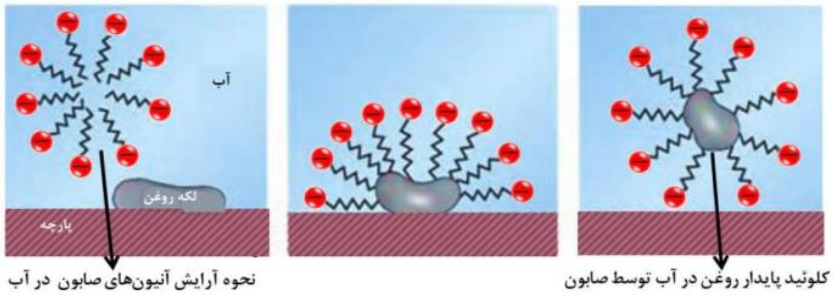
۲– صابون از بخش ناقطبی (بخش کربنی) با لکه پیوند واندروالسی برقرار می کند و باعث سست شدن لکه از پارچه می شود.

۳– صابون مانند پلی بین لکه و آب عمل کرده و لکه را از پارچه به آب منتقل می کند.(تشکیل کلوئید پایدار)

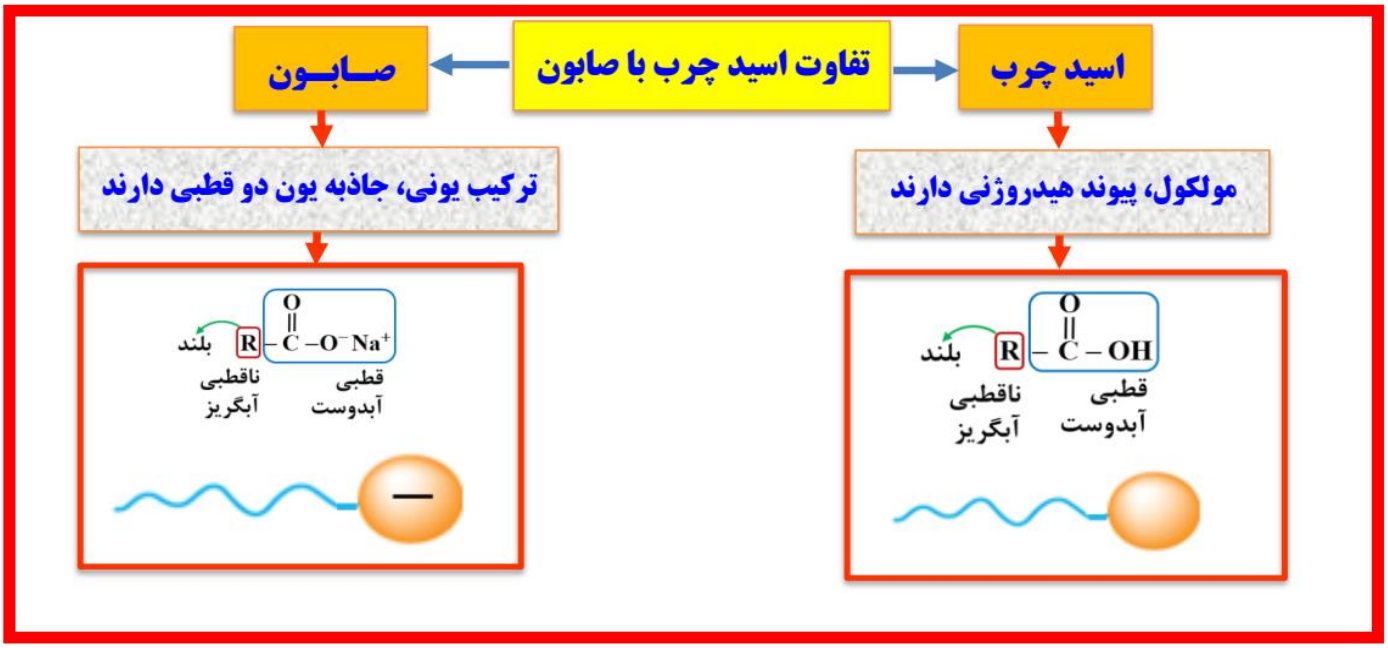
◄ توجه داشته باشید لکه در آب پخش می شود ولی حل نمی شود زیرا کلوئیدها ناهمگن بشمار می روند.

◄ عملکرد پاک کنندگی در صابون ها بر اساس برهم کنش میان ذره ها انجام می شود که یک فرآیند فیزیکی است و هنگام پاک کنندگی واکنش شیمیایی رخ نمی دهد.

نحوه عملکرد صابون و آرایش آنیون‌های صابون، هنگام پاک کردن لکهٔ چربی از روی پارچه:



نحوه آرایش آنیون‌های صابون در آب — کلوئید پایدار روغن در آب توسط صابون



عوامل موثر برقدرت پاک کنندگی صابون ها

۱–آب سخت

آب سخت، آبی است که مقادیر زیادی املاح Mg^{2+} . Ca^{2+} دارد.
مثال : آب دریا و آب مناطق کویری که شور اند ولی آب چشمه و قناتآب سخت

آنیون صابون با یون های Mg^{2+} . Ca^{2+} آب سخت، رسوب می کند و قدرت پاک کنندگی آن کاهش می یابد، ولکه های سفید که پس از شستن لباس با صابون، روی لباس می ماند، به خاطر وجود همین رسوب ها است.

$$2\ RCOONa(aq) + MgCl_2(aq) \longrightarrow (RCOO)_2Mg(s) + 2NaCl(aq)$$
$$2\ RCOONa(aq) + CaCl_2(aq) \longrightarrow (RCOO)_2Ca(s) + 2NaCl(aq)$$

۲–دما : دما با قدرت پاک کنندگی رابطه مستقیم دارد، دما ↑ ⟵ پاک کنندگی صابون ↑

۳– نوع پارچه : پارچه های نخی دارای گروه هیدروکسیل (OH) بسیاری هستند و نسبت به پلی استرها قطبی تراند. و لکه های چربی که ناقطبی اند راحتر از پارچه های نخی جدا می شوند

۴– نوع صابون : صابون های آنزیم دار قدرت پاک کنندگی بیشتری دارند به طوری که داشتن آنزیم بیشتر از افزایش ۱۰ درجه به دما تاثیر دارد.

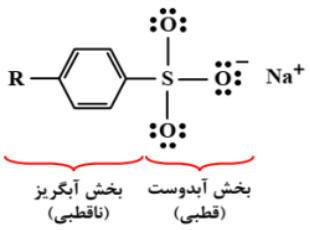
۵– مقدار صابون : افزایش مقدار صابون بر قدرت پاک کنندگی می افزاید.

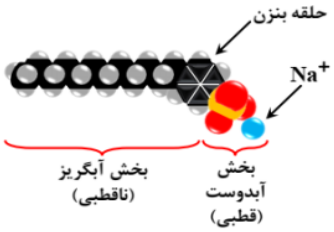
پاک کننده های غیر صابونی

* پاک کننده های غیرصابونی از مواد پترو شیمیایی طی واکنش های پیچیده در صنعت تولید می شود. این پاک کننده نسبت به پاک کننده صابونی تولید انبوه داشته و ارزان تر بوده قدرت پاک کنندگی بیشتری دارد و برعکس پاک کننده صابونی در آب سخت نیز کف می کند.

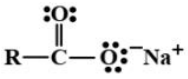
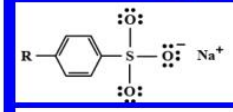
ساختار پاک کننده غیرصابونی:

* فرمول عمومی $R - C_6H_4SO_3^- Na^+$
* R زنجیر کربنی و ناقطبی
* C_6H_4 حلقه بنزنی و ناقطبی
* SO_3^- بخش قطبی و آبدوست
* Na^+ بخش کاتیونی



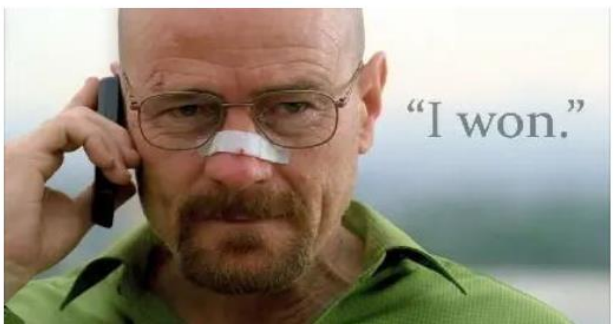


مقایسه شوینده های صابونی و غیر صابونی

	شوینده های صابونی	شوینده های غیرصابونی
فرمول ساختاری	 $R-COO^-Na^+$	 $R-C_6H_4SO_3^-Na^+$
بخش ناقطبی	R	
بخش قطبی	$-COO^-$	SO_3^-
تعداد الکترون ناپیوندی	۵ جفت	۹ جفت
کربن های غیرمتصل به H	۱ اتم کربن	۲ اتم کربن
حلقه بنزنی	ندارد(آروماتیک نیست)	دارد(آروماتیک است)
تعداد اکسیژن	۲	۳
قدرت پاک کنندگی	وابسته به نوع آب، دما، نوع پارچه، وجود آنزیم، مقدارصابون است. در آب سخت کف نمی کند.	نسبت به شوینده های صابونی با تعدادکربن برابر، بیشتر است. ودر آب سخت رسوب می کند.
مواد اولیه و چگونگی تولید	از گرم کردن روغن های گوناگون یا چربی، باسدیم هیدروکسید، تولید می شود.	ازمواد پتروشیمایی طی مراحل پیچیده تولید می شود.
معایب یا مزیت	معایب : منابع محدود، گران، قدرت پاک کنندگی کم و...	مزیت: ارزان، تولید انبوه، در اب سخت کف می کند و...
عملکرد	بر اساس برهمکنش های فیزیکی و خاصیت کلوئیدی	بر اساس برهمکنش های فیزیکی و خاصیت کلوئیدی

انواع صابون

- **صابون سنتی:**
  صابون طبیعی معروف به صابون مراغه: برای تهیه آن، پیه گوسفند و سود سوزآور (NaOH) را در دیگ‌های بزرگ با آب برای چندین ساعت می‌جوشانند و پس از قالب‌گیری آن‌ها را در آفتاب خشک می‌کنند این صابون افزودنی شیمیایی ندارد و به دلیل خاصیت بازی مناسب، برای موهای چرب استفاده می‌شود.
  ✶از نوعی صابون سنتی برای چرب کردن سطح سنگ‌ها در تنور نان سنگک استفاده می‌شود.
- **صابون‌های جدید (دارای افزودنی شیمیایی)**
  - **گوگرددار:** مناسب برای از بین بردن جوش صورت و قارچ‌های پوستی
  - **کلردار:** افزایش خاصیت ضدعفونی کنندگی و میکروب‌کشی
  - **فسفات‌دار:** موجب افزایش قدرت پاک‌کنندگی صابون می‌شوند، زیرا یون فسفات با یون‌های کلسیم و منیزیم موجود در آب سخت واکنش می‌دهد و از تشکیل رسوب و ایجاد لکه توسط صابون جلوگیری می‌کند.



پـاک کـننده هـای خـورنـده

❋ پاک کننده های صابونی و غیر صابونی، براساس برهم کنش میان ذره ها (فیزیکی) عمل می کنند و خاصیت کلوئید کنندگی دارند و بدون انجام واکنش های شیمیایی آلاینده ها را پاک می کنند.

❋ پاک کننده های خورنده، افزون بر برهم کنش های فیزیکی با آلاینده واکنش شیمیایی می دهند.

❋ رسوب ایجاد شده بردیواره کتری، لوله ها، آب راه ها ودیگ های بخار با پاک کننده های صابونی و غیرصابونی زدوده نمی شوند.

❋ پاک کننده های خورنده از نظر شیمیایی فعال اند و خاصیت خورندگی دارند، این پاک کننده ها شامل اسیدها، بازها و سفید کننده ها هستند.

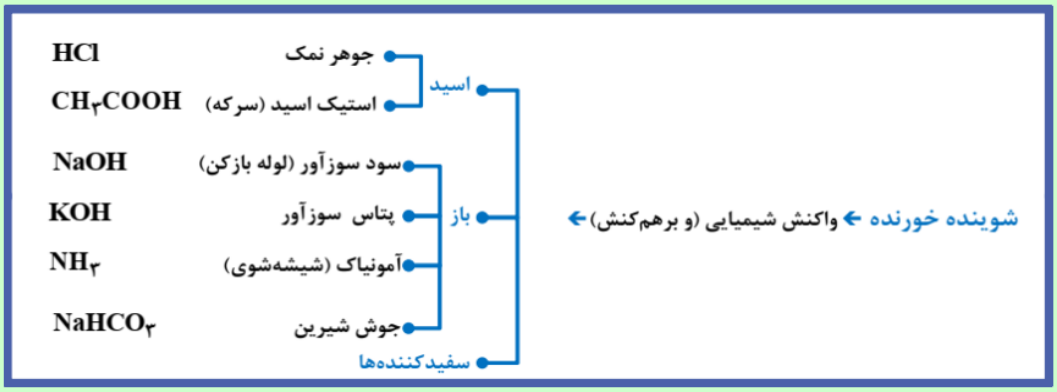
❋ اگر لوله با ماده ای با خاصیت اسیدی (مانند چربی و اسید های چرب) مسدود شده باشد، از شوینده ای با خاصیت بازی مانند محلول غلیظ NaOH (لوله باز کن) استفاده می کنند.

در این مورد فرآورده واکنش خود نوعی پاک کننده است (صابون) که در آب حل می شود و می تواند چربی های اضافی را بزداید.

$$RCOOH(s) + NaOH(aq) \longrightarrow RCOONa(aq) + H_2O(l)$$

صابون

❋ جوش شیرین ($NaHCO_3$) خاصیت بازی دارد و برای واکنش با چربی ها به صابون برای افزایش قدرت پاک کنندگی افزوده می شود.



♣ نوعی پاک کننده خورنده که به شکل پودر عرضه می شود، شامل مخلوط سدیم هیدروکسید و پودر آلومینیم است. این پاک کننده برای باز کردن مجاری مسدود شده در برخی وسایل و دستگاه های صنعتی که با رسوبات و تجمع چربی مسدود شده اند استفاده می شود.

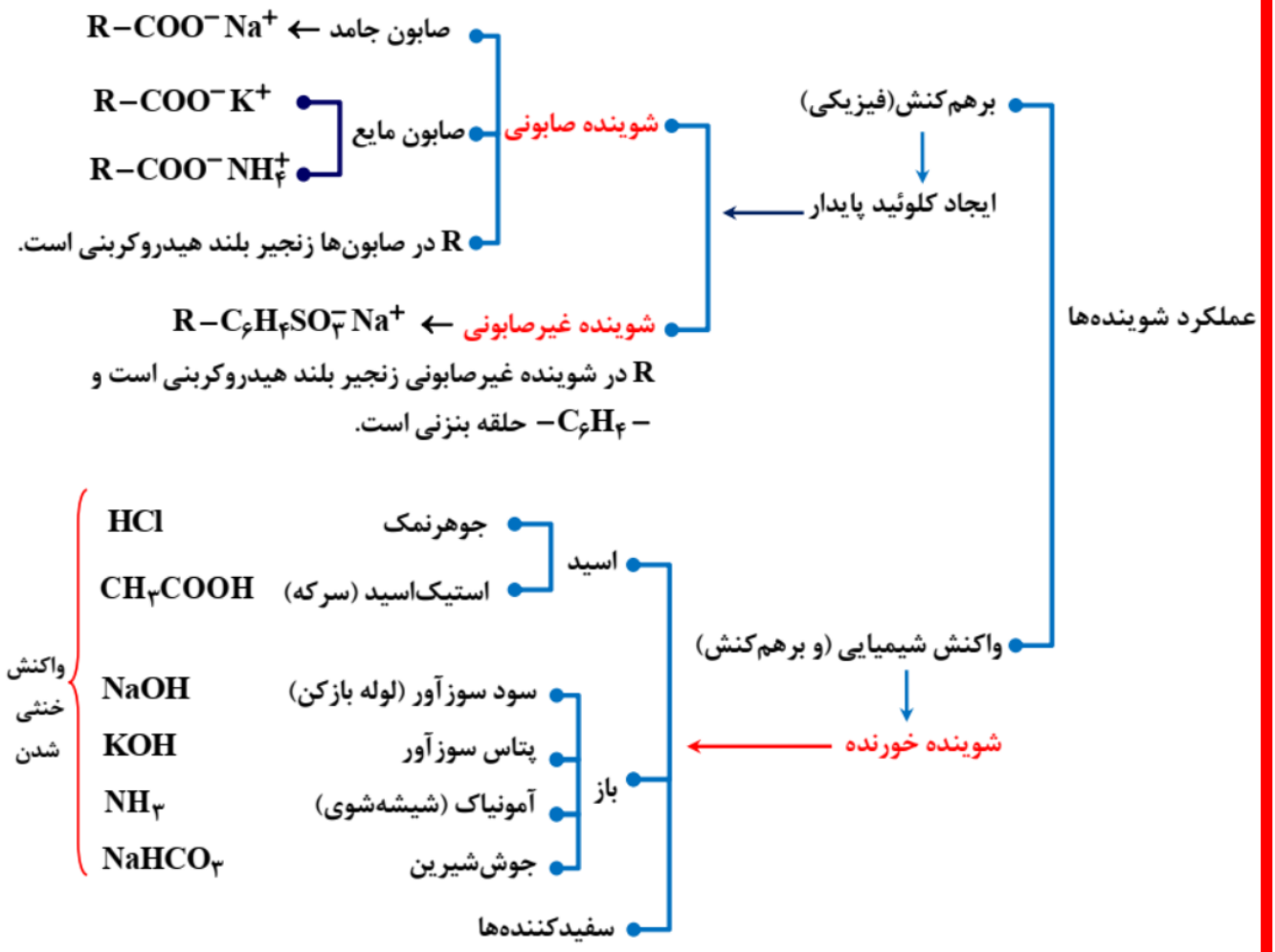
فرآورده های دیگر + گاز هیدروژن ⟶ آب + مخلوط آلومینیم و سدیم هیدروکسید

$$Al(s) + NaOH(aq) + H_2O \longrightarrow H_2(g) + NaAl(OH)_4(aq) + Q(\text{گرما})$$

۱- دراین واکنش، رسوبات چربی دارای خاصیت اسیدی هستند و در واکنش با باز سدیم هیدروکسید، خنثی شده وتبدیل به فرآورده های محلول در آب می شوند.

۲- گاز هیدروژن آزاد شده در واکنش، با ایجاد فشار مکانیکی، قدرت پاک کنندگی شوینده را افزایش می دهد.

۳-واکنش انجام شده گرماده است و با افزایش دما، قدرت پاک کنندگی شوینده را افزایش می دهد.



درستی یا نادرستی هریک از عبارت های زیر را معلوم و شکل درست آن را بنویسید.

۱- عسل، اوره و اتیلن گلیکول، از طریق جاذبه های بین مولکولی مشابه ، در آب حل می شوند. (تجربی داخل ۱۴۰۲)

۲- بین مولکول های چربی و سر ناقطبی مولکول صابون در محیط آبی، نیروی جاذبه به وجود می آید. (ریاضی خارج ۱۴۰۱)

۳- صبون های فسفات دار، قدرت ضدعفونی کنندگی بیشتری در مقایسه با صابون های معمولی دارند. (ریضی داخل ۱۴۰۲)

۴- قدرت پاک کنندگی صابون، به میزان توانایی آن در انجام واکنش شیمیایی با آلاینده های موجود در محیط بستگی دارد.(ریاضی داخل ۱۴۰۲)

۵- $(RCOO)_2Mg$، برخلاف صابون جامد و صابون مایع، در آب نا محلول است. (ریاضی خارج ۱۴۰۱)

۶- $RCOONa$ ، در آب سفت حل نمی شود و درآن، قدرت پاک کنندگی ندارد. (ریاضی خارج ۱۴۰۱)

۷- آب سنگین به آبی گفته می شود که در آن، یون های کلسیم و پتاسیم یا منیزیم وجود دارد. (ریاضی خارج ۱۴۰۱)

۸- پاک کننده های غیر صابونی، ترکیب های سیرشده به شمار می روند. (ریاضی داخل ۱۴۰۲)

۹- پاک کننده های غیر صابونی، در صنعت، با واکنش های پیچیده ای، از مواد پتروشیمیایی تولید می شوند. (ریضی داخل ۱۴۰۱)

۱۰- هرچه شمار اتم های کربن در پاک کننده غیرصابونی بیشترباشد، انحلال پذیری در آب و پاک کنندگی آن افزایش می یابد. (ر- ۱۴۰۲)

مسائل صابون و اسید چرب

ویــژه کنــکوری هــا!!!

۱- در اثر سوختن کامل ۵۱/۲ گرم از اسید چرب که زنجیره هیدروکربنی آن سیرشده است، ۵۷/۶ گرم بخار آب تولید می شود. درساختار ین اسید، چند پیوند اشتراکی وجود دارد؟ ($O = 16 , C = 12 , H = 1\ g.mol^{-1}$)*

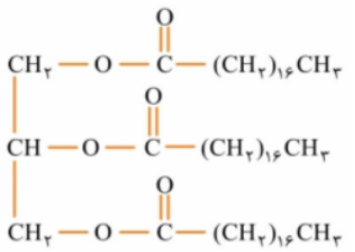
۱- ۴۷

۲- ۴۸

۳- ۴۹

۴- ۵۰

۲- از آبکافت ۴/۴۵ کیلوگرم از چربی مقابل (گلیسرین تری استات) با بازدهی ۹۰ در صد، چند گرم الکل سه عاملی (گلیسرین) به دست می آید؟ *



($O = 16 , C = 12 , H = 1\ g.mol^{-1}$)

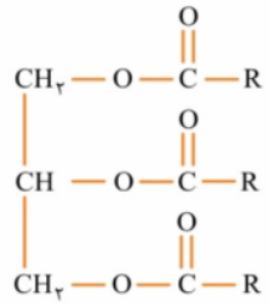
۱- ۳۹۶

۲- ۴۱۴

۳- ۱۱۵۰

۴- ۱۲۴۲

۳- جرم مولی یک چربی با ساختار مقابل برابر ۸۹۰ است. از واکنش ۰/۱ مول از این ترکیب با سدیم هیدروکسید کافی، چند گرم صابون خالص به دست می آید؟



($Na = 23 , O = 16 , C = 12 , H = 1\ g.mol^{-1}$) (کنکور ۹۴)

۱- ۱۰۱

۲- ۹۱/۸

۳- ۸۷/۲

۴- ۸۶

۴- اگر از واکنش ۶۶۷/۵ گرم از استر مقابل با خلوص ۸۰٪ با مقدار کافی محلول سدیم هیدروکسید، ۱/۸ مول صابون به دست آید، فرمول مولکولی این استر کدام است؟ (R آلکیل در نظر بگیرید) ($Na = 23 , O = 16 , C = 12 , H = 1\ g.mol^{-1}$)

۱- $C_{57}H_{104}O_6$

۲- $C_{57}H_{110}O_6$

۳- $C_{52}H_{98}O_6$

۴- $C_{52}H_{100}O_6$

۵- در اثر سوزاندن کامل ۲۸/۴ گرم از یک اسید چرب یک عاملی بازنجیر هیدرو کربنی سیر شده، ۷۹/۲ گرم کربن دی اکسید تولید شده است. فرمول شیمیایی صابون جامد حاصل از این اسید چرب کدام است؟($O = 16 , C = 12 , H = 1\ g.mol^{-1}$)

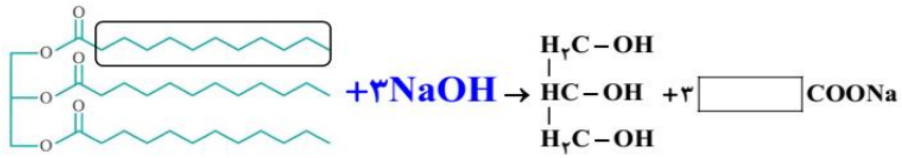
۱- $C_{18}H_{35}O_2\ Na$

۲- $C_{16}H_{33}O_2\ Na$

۳- $C_{18}H_{37}O_2\ Na$

۴- $C_{16}H_{31}O_2\ Na$

نکته:



۶- یک نمونه ۱۸۰/۵ گرمی ناخالص از استر زیر را با مقدار کافی محلول سود وارد واکنش می کنیم. اگر طی این فرآیند ۷۵ گرم پاک کننده صابونی تولید شده باشد، درصد خلوص استر مصرف شده چقدر بوده است؟

($Na = 23 \ , O = 16 \ , C = 12 \ , H = 1 \ g.mol^{-1}$)

۱- ۵۰

۲- ۴۰

۳- ۲۰

۴- ۲۵

۷- برای پاک کردن ۱۲۶/۹ گرم از یک اسید چرب که مسیر لوله ی آب را مسدود کرده است، به ۲۴ گرم سدیم هیدروکسید با خلوص ۷۵٪ نیاز است. هر مولکول از این اسید چرب شامل چند اتم است؟ (زنجیر آلکیل اسید چرب، دارای یک پیوند دوگانه است و $Na = 23 \ , O = 16 \ , C = 12 \ , H = 1 \ g.mol^{-1}$)

۱- ۵۴

۲- ۵۶

۳- ۵۱

۴- ۵۳

۸- اگر تفاوت شمار اتم های هیدروژن و کربن در یک پاک کننده غیر صابونی با زنجیر هیدروکربنی سیر شده، برابر ۱۱ باشد، جرم مولی آن برابر چند گرم است؟ ($Na = 23 \ , O = 16 \ , C = 12 \ , H = 1 \ g.mol^{-1} \ , S = 32$) **(تجربی خارج ۱۴۰۳)**

۱- ۳۴۶

۲- ۳۴۸

۳- ۳۵۰

۴- ۳۵۲

۲ـ نوعی پاک‌کننده که به شکل پودر عرضه می‌شود شامل مخلوط سدیم هیدروکسید و پودر آلومینیم است. این پاک‌کننده برای باز کردن مجاری مسدود شده در برخی وسایل و دستگاه‌های صنعتی استفاده می‌شود. با توجه به الگوی زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.

مخلوط آلومینیم و سدیم هیدروکسید + آب → گاز هیدروژن + فراورده‌های دیگر

$NaOH + Al_{(s)} + H_2O \longrightarrow H_{2(g)} + NaAl(OH)_{4(aq)}$ گرما

آ) توضیح دهید چرا از این پودر برای باز کردن لوله‌ها و مسیرهایی استفاده می‌شود که بر اثر ایجاد رسوب و تجمع چربی‌ها بسته شده‌اند؟ $NaOH + \text{چربی} \longrightarrow RCOONa$ صابون

ب) از آنجا که واکنش این مخلوط با آب گرماده است، توضیح دهید این ویژگی چه اثری بر قدرت پاک‌کنندگی آن دارد؟

پ) تولید گاز چگونه قدرت پاک‌کنندگی این مخلوط را افزایش می‌دهد؟ توضیح دهید.

.....

تا اینجا با برخی ویژگی‌ها و رفتارهای مواد شوینده و ساختار برخی از آنها آشنا شدید. اکنون می‌پرسید که از نظر شیمیایی پاک‌کننده‌ها به کدام دسته از مواد تعلق دارند؟ چه واکنش‌هایی انجام می‌دهند؟ آیا خاصیت اسیدی و بازی همه آنها یکسان است؟ چرا این مواد سبب تغییر pH محیط می‌شوند؟ pH یک سامانه نشان‌دهنده چیست؟ این کمیت چگونه اندازه‌گیری و محاسبه می‌شود؟ pH شوینده‌ها چه اثری روی بدن و محیط‌زیست دارد؟

برای یافتن پاسخ پرسش‌هایی از این دست، آشنایی و درک مفاهیمی مانند اسید، باز و قدرت اسیدی و بازی ضروری است.

.....

اسیدها و بازها

هر روز در بخش‌های گوناگون زندگی افزون بر شوینده‌ها و پاک‌کننده‌ها، مقادیر متفاوتی از مواد شیمیایی گوناگون مصرف می‌شود که در اغلب آنها اسیدها و بازها نقش مهمی دارند. عملکرد بدن ما نیز به میزان مواد اسیدی و بازی موجود در آن وابسته است. اسیدهای خوراکی مزه ترش و بازها مزه تلخ دارند.

اسیدها با اغلب فلزها واکنش می‌دهند و در تماس با پوست سوزش ایجاد می‌کنند. برای نمونه دلیل سوزش معده که درد شدیدی در ناحیه سینه ایجاد می‌کند، برگشت مقداری از محتویات اسیدی معده به لوله مری است. در حالی که بازها در سطح پوست همانند صابون، احساس لیزی ایجاد می‌کنند اما به آن نیز آسیب می‌رسانند (شکل ۵).

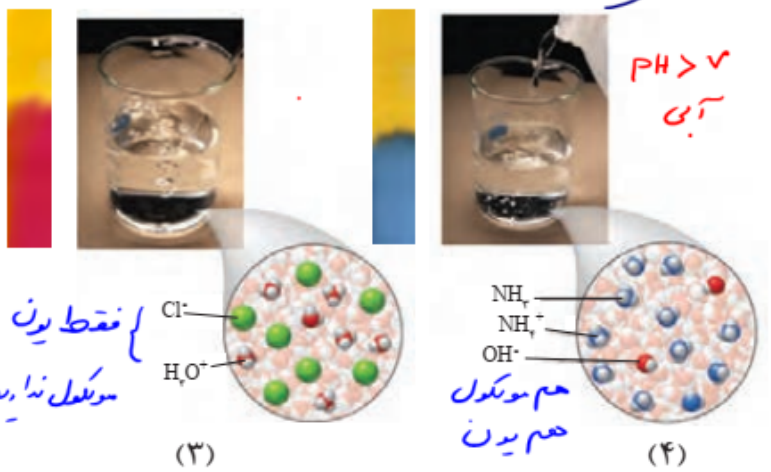
روده غلظه (احساس لیزی) نوعی صابون ← $NaOH$ + چربی پوست

(۱) (۲)

● یاخته‌های دیواره معده با ورود مواد غذایی به آن هیدروکلریک اسید ترشح می‌کنند. این اسید افزون بر فعال کردن آنزیم‌ها برای تجزیه مواد غذایی، جانداران ذره‌بینی موجود در غذا را نیز از بین می‌برد.

$NH_4OH \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$ برای یادآوری، محلول آمونیاک را باز ضعیف NH_4OH در نظر بگیرید

$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$
$pH < 7 \rightarrow$ قرمز



(۳) (۴)

● یون $H^+(aq)$ در آب به شکل $H_3O^+(aq)$ یافت می‌شود که به یون هیدرونیوم معروف است. برای آسانی در نوشتن در منابع علمی به جای $H_3O^+(aq)$ از نماد $H^+(aq)$ برای نشان دادن یون هیدرونیوم استفاده می‌شود.

آ) کدام محلول‌ها خاصیت اسیدی و کدام‌ها خاصیت بازی دارند؟

ب) خاصیت اسیدی محلول‌های ۲ و ۳ را به کدام یون نسبت می‌دهید؟ چرا؟

پ) خاصیت بازی محلول‌های ۱ و ۴ را به کدام یون نسبت می‌دهید؟ چرا؟

۲ـ یافته‌هایی از این دست به آرنیوس کمک کرد تا مدلی برای اسید و باز ارائه کند. اگر اساس مدل آرنیوس افزایش غلظت یون‌های $H^+(aq)$ یا $OH^-(aq)$ باشد، اسید و باز آرنیوس را تعریف کنید.

۳ـ در هر مورد با خط زدن واژه نادرست، عبارت داده شده را کامل کنید.

آ) گاز هیدروژن کلرید یک $\frac{\text{اسید}}{\text{باز}}$ آرنیوس به‌شمار می‌رود، زیرا در آب سبب افزایش غلظت یون $\frac{\text{هیدرونیوم}}{\text{هیدروکسید}}$ می‌شود.

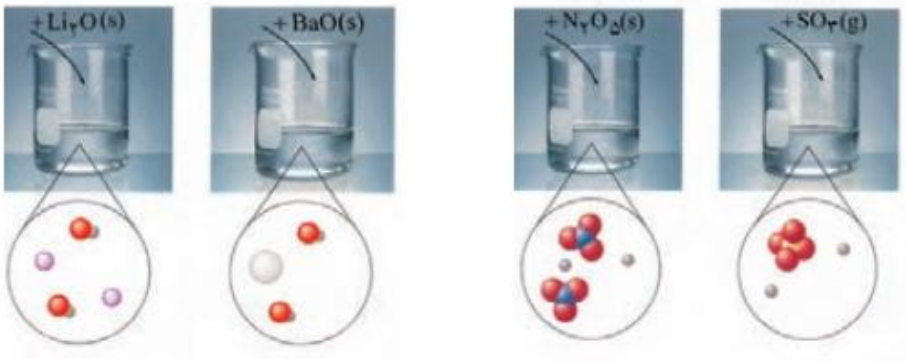
ب) سدیم هیدروکسید جامد یک $\frac{\text{اسید}}{\text{باز}}$ آرنیوس به شمار می‌رود، زیرا در آب سبب افزایش غلظت یون $\frac{\text{هیدرونیوم}}{\text{هیدروکسید}}$ می‌شود.

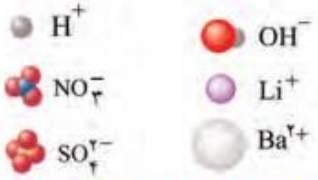
مواد و ترکیب‌هایی که با حل شدن در آب، غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید را افزایش می‌دهند به ترتیب اسید و باز آرنیوس هستند. در واقع رفتار اسید و باز آرنیوس را می‌توان براساس غلظت یون‌های $H^+(aq)$ و $OH^-(aq)$ توصیف کرد. بدیهی است هرچه $[H^+]$ در محلولی بیشتر باشد، آن محلول اسیدی‌تر و هر چه $[OH^-]$ در محلولی بیشتر باشد، آن محلول بازی‌تر است. با این توصیف اگر در یک سامانه غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید با هم برابر باشد، آن سامانه حالت خنثی دارد.

$[H^+] = [OH^-]$

خود را بیازمایید

آ) برخی اکسیدها با آب واکنش می‌دهند. با توجه به شکل زیر مشخص کنید اکسیدی که وارد آب می‌شود، اسید آرنیوس است یا باز آرنیوس؟ چرا؟





ب) معادله شیمیایی واکنش هر یک از این اکسیدها را با آب بنویسید و موازنه کنید.

پ) جدول زیر را کامل کنید.

نام ترکیب شیمیایی	فرمول شیمیایی	نوع اکسید		رنگ کاغذ pH در محلول
		اسیدی	بازی	
گوگرد تری‌اکسید				
	CO_2			
کلسیم‌اکسید				
	Na_2O			

اکنون با اینکه می‌توان اسید و باز را براساس مدل آرنیوس تشخیص داد اما نمی‌توان درباره میزان اسیدی یا بازی بودن یک محلول اظهار نظر کرد. برای نمونه آیا می‌دانید در دمای اتاق از بین دو محلول یک مولار استیک اسید و هیدروکلریک اسید، کدام یک اسیدی‌تر است؟ برای یافتن پاسخ این پرسش باید مشخص کرد که غلظت یون هیدرونیوم در کدام محلول بیشتر است.

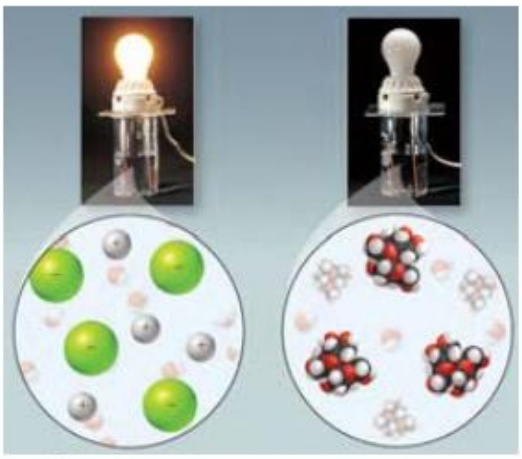
رسانایی الکتریکی محلول‌ها و قدرت اسیدی

خوراکی‌ها، شوینده‌ها، داروها، مواد آرایشی و بهداشتی شامل مقادیر متفاوتی از یون‌ها به‌ویژه یون هیدرونیوم هستند. غلظت این یون بر ماندگاری این مواد و در نتیجه سلامتی تأثیر شایانی دارد. برای نمونه شیر سالم با افزایش غلظت یون هیدرونیوم، ترش شده به‌طوری که دیگر قابل نوشیدن نیست. این نمونه نشان می‌دهد که در فرایند تولید مواد گوناگون اغلب تعیین و کنترل غلظت یون هیدرونیوم نقش مهمی دارد. یکی از روش‌هایی که برای تعیین

غلظت یون هیدرونیوم می‌توان به‌کار برد، سنجش رسانایی الکتریکی محلول‌های آبی است.

می‌دانید که فلزها و گرافیت (مغز مداد) رسانای جریان برق هستند. از آنجا که رسانایی آنها به‌وسیلهٔ الکترون‌ها انجام می‌شود، به آنها **رسانای الکترونی**[1] می‌گویند. نوع دیگری از رسانایی نیز وجود دارد که به‌وسیلهٔ یون‌ها انجام می‌شود و به آن **رسانای یونی**[2] می‌گویند. این رسانایی هنگامی انجام می‌شود که یون‌ها بتوانند از نقطه‌ای به نقطهٔ دیگر جابه‌جا شوند، زیرا در این شرایط بارهای الکتریکی نیز جابه‌جا خواهند شد.

برای نمونه، محلول آبی سدیم کلرید را در نظر بگیرید. این محلول حاوی یون‌های $Na^+(aq)$ و $Cl^-(aq)$ است که با جنبش‌های آزادانه اما نامنظم در سرتاسر آن پراکنده‌اند. هرگاه این محلول در مدار الکتریکی قرار گیرد، جریان برق در مدار برقرار می‌شود، زیرا یون‌ها به سوی قطب‌های ناهمنام حرکت می‌کنند. یون‌های $Na^+(aq)$ به سوی قطب منفی و یون‌های $Cl^-(aq)$ به سوی قطب مثبت پیش می‌روند. جابه‌جایی یون‌ها نشان‌دهندهٔ جابه‌جایی بارهای الکتریکی و در نتیجه، رسانایی الکتریکی محلول سدیم کلرید است. به موادی مانند $NaCl(s)$، **الکترولیت**[3] و به $NaCl(aq)$، **محلول الکترولیت**[4] می‌گویند نکته جالب این است که همهٔ محلول‌های یونی رسانایی یکسانی ندارند (شکل ۶).



شکل ۶ـ مقایسه رسانایی الکتریکی محلول‌های آبی سدیم کلرید و شکر

● به موادی مانند اتانول و شکر که انحلال آنها در آب به شکل مولکولی است، غیرالکترولیت و به محلول آنها، محلول غیرالکترولیت می‌گویند.

خود را بیازمایید

۱ـ با توجه به شکل بالا معادله انحلال یونی سدیم کلرید را بنویسید.

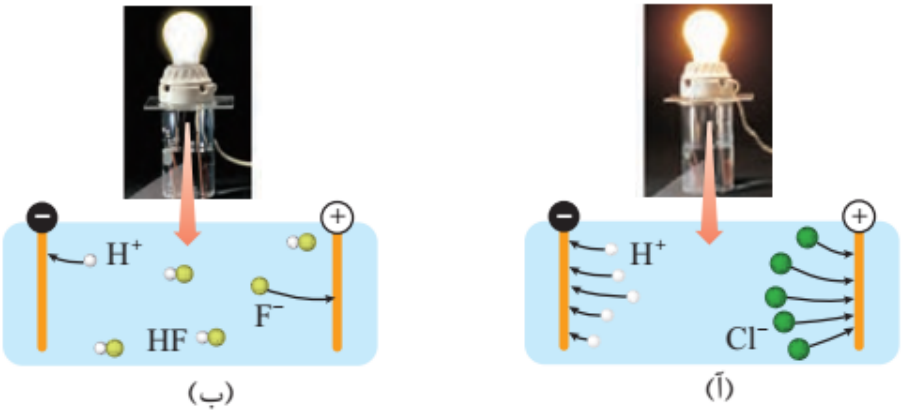
۲ـ در معادلهٔ انحلال هر یک از ترکیب‌های یونی زیر، جاهای خالی را پر کنید.

آ) $NaOH(s) \longrightarrow \ldots\ldots(aq) + \ldots\ldots(aq)$

ب) $\ldots\ldots(s) \longrightarrow Al^{3+}(aq) + 3NO_3^-(aq)$

پ) $BaCl_2(s) \longrightarrow \ldots\ldots(aq) + \ldots\ldots(aq)$

اگر محلول الکترولیت‌های گوناگون در چنین مداری قرار گیرند، روشنایی یکسانی در لامپ ایجاد نمی‌کنند. برای نمونه شکل ۷، رسانایی الکتریکی محلول ۰/۱ مولار هیدروکلریک اسید را در مقایسه با محلول ۰/۱ مولار هیدروفلوئوریک اسید در دمای اتاق نشان می‌دهد.



شکل ۷ـ رسانایی الکتریکی دو محلول الکترولیت آ) HCl(aq) ب) HF(aq)

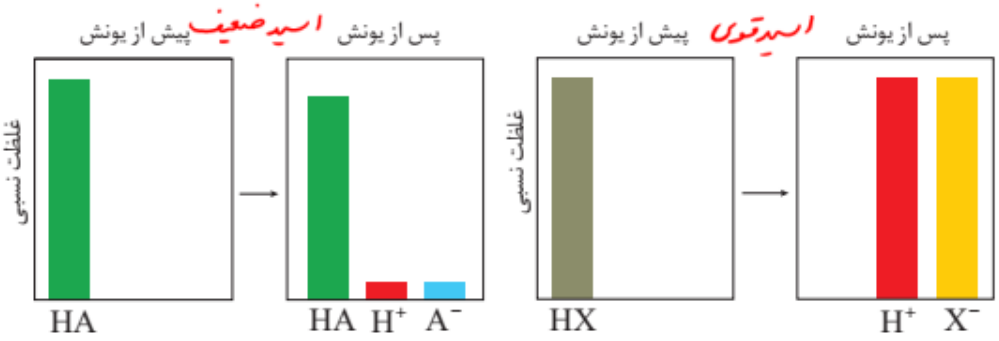
کمتر بودن رسانایی الکتریکی هیدروفلوئوریک اسید نشان می‌دهد که در شرایط یکسان شمار یون‌های موجود در این محلول کمتر از محلول هیدروکلریک اسید است. به دیگر سخن غلظت آنیون‌ها و کاتیون‌ها (یون‌های هیدرونیوم) در HCl(aq) بیشتر است. با این توصیف شیمی‌دان‌ها به کمک مدل آرنیوس، هیدروکلریک اسید را یک **اسید قوی**[۱] و هیدروفلوئوریک اسید را یک **اسید ضعیف**[۲] می‌نامند.

با هم بیندیشیم

به اسیدی که هر مولکول آن در آب تنها می‌تواند یک یون هیدرونیوم تولید کند، **اسید تک‌پروتون‌دار**[۳] می‌گویند. با این توصیف:

۱ـ معادله یونش را برای اسیدهای تک پروتون‌دار HCl(aq) و HF(aq) در آب بنویسید.

۲ـ نمودارهای زیر غلظت نسبی گونه‌های موجود در محلول این دو اسید را پیش و پس از یونش نشان می‌دهند.



آ) کدام اسید به طور کامل و کدام‌یک به طور جزئی یونیده شده است؟

● به فرایندی که در آن یک ترکیب مولکولی در آب به یون‌های مثبت و منفی تبدیل می‌شود، **یونش** می‌گویند.

یونش
$HCl_{(g)} \rightarrow H^+ + Cl^-$
تفکیک یونی
$NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$

ب) کدام نمودار را می‌توان به هیدروکلریک اسید و کدام نمودار را می‌توان به هیدروفلوئوریک اسید نسبت داد؟ چرا؟

۳ـ شیمی‌دان‌ها برای بیان میزان یونش اسیدها، از کمیتی به نام **درجه یونش** (α) استفاده می‌کنند که به صورت زیر بیان می‌شود:

$$\text{درجهٔ یونش} = \frac{\text{شمار مولکول‌های یونیده شده}}{\text{شمار کل مولکول‌های حل شده}}$$

آ) پیش‌بینی کنید درجه یونش برای HCl در محلول هیدروکلریک اسید چند است؟چرا؟

ب) اگر در محلول هیدروفلوئوریک اسید از هزار مولکول حل شده در دمای اتاق تنها ۲۴ مولکول یونیده شود، درجه و درصد یونش آن را حساب کنید.

$\alpha = \frac{۲۴}{۱۰۰۰}$

اینک می‌توان اسیدها را بر مبنای میزان یونشی که در آب دارند در دو دسته قوی و ضعیف جای داد. اسیدهایی قوی هستند که می‌توان یونش آنها را در آب کامل در نظر گرفت ($\alpha \cong ۱$). اسیدهای ضعیف در آب به میزان جزئی یونیده می‌شوند و شمار یون‌ها در محلول آنها کم است ($\alpha < ۱$).

خود را بیازمایید

۱ـ نیتریک اسید، یک اسید قوی است. در محلول ۰/۲ مولار این اسید، غلظت یون‌های هیدرونیوم و نیترات را با دلیل پیش‌بینی کنید.

۲ـ اگر در محلول ۰/۱ مولار استیک اسید (CH_3COOH)، غلظت یون هیدرونیوم برابر با $۱/۳۵ \times ۱۰^{-۳}\ mol\ L^{-۱}$ باشد:

آ) معادله یونش استیک‌اسید را بنویسید.

ب) درصد یونش آن را حساب کنید.

در زندگی روزانه با انواع اسیدها سر و کار داریم که برخی قوی و اغلب آنها ضعیف هستند. اسیدهای قوی را می‌توان محلولی شامل یون‌های آب پوشیده دانست، به طوری که در آنها تقریباً مولکول‌های یونیده نشده یافت نمی‌شود. این در حالی است که در محلول اسیدهای ضعیف افزون بر اندک یون‌های آب پوشیده، مولکول‌های اسید نیز یافت می‌شوند. برای نمونه، در محلول سرکه شمار ناچیزی از یون‌های آب پوشیده هم‌زمان با شمار زیادی از مولکول‌های استیک‌اسید یونیده نشده حضور دارند. یافته‌های تجربی نشان می‌دهند که در شرایط معین، غلظت همه گونه‌های موجود در محلول این اسید، همانند دیگر اسیدهای ضعیف ثابت است.

$M - x > x$

اسیدهای موجود در سیب، انگور، ریواس و مرکبات مانند پرتقال و لیمو و نیز انواع سرکه از جمله اسیدهای خوراکی و ضعیف هستند.

در رابطه درجه یونش به جای شمار مولکول‌ها، می‌توان شمار مول‌ها یا غلظت مولی گونه‌ها را قرار داد.

در منابع علمی معتبر گاهی به جای درجه یونش از درصد یونش ($\alpha \times ۱۰۰$) استفاده می‌کنند.

کربوکسیلیک‌اسیدها از جمله اسیدهای ضعیف هستند که تنها هیدروژن گروه کربوکسیل آنها می‌تواند به صورت یون هیدرونیوم وارد محلول شود.

آیا می‌دانید حضور هم‌زمان یون‌ها و مولکول‌های یونیده نشده با غلظت ثابت در محلول چنین اسیدهایی بیانگر چیست؟

ثابت تعادل و قدرت اسیدی

در شیمی ۱ آموختید که حضور هم‌زمان واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها در مخلوط واکنش را می‌توان نشانه‌ای از برگشت‌پذیر بودن واکنش‌ها دانست. واکنش‌هایی که در آنها همه واکنش‌دهنده‌ها به فراورده‌ها تبدیل نمی‌شوند، بلکه در شرایط معین مقدار آنها در سامانه ثابت خواهد ماند. گویی این واکنش‌ها تا حدی پیش می‌روند و پس از آن، مقدار مواد شرکت‌کننده دیگر تغییر نخواهد کرد.

$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD \quad K = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$

کاوش کنید

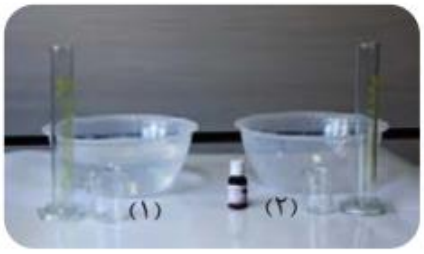
* در عبارت ثابت تعادل غلظت مواد گازی (g) و محلول (aq) را در آب نوشته می شوند و (s) و (l) نوشته نمی شوند.

درباره «**فرایند برگشت‌پذیر تبدیل A به B تا رسیدن به تعادل**» کاوش کنید.

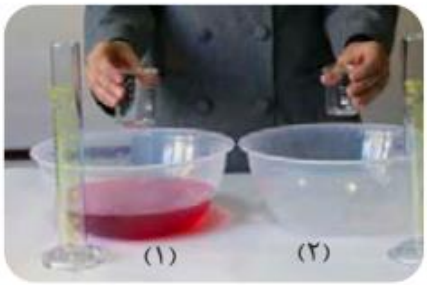
ابزار، وسایل و مواد مورد نیاز: دو ظرف پلاستیکی با حجم حدود ۲ لیتر، دو بشر ۱۰۰ و ۵۰ میلی لیتری، دو استوانه مدرج ۱۰۰ میلی لیتری و حدود یک لیتر آب حاوی رنگ خوراکی.

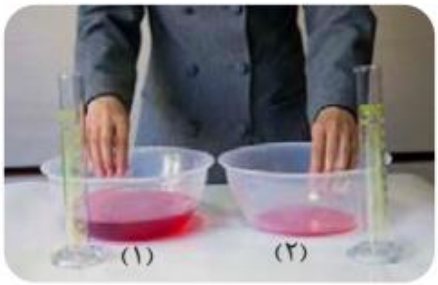
۱ـ دو ظرف پلاستیکی دو لیتری را شماره‌گذاری کنید و درون یکی حدود یک لیتر آب بریزید.

۲ـ به ظرف محتوی آب چند قطره رنگ خوراکی بیفزایید.



۳ـ با بشر ۱۰۰ میلی لیتری، از محتویات ظرف (۱) بردارید و به ظرف (۲) بریزید، هم‌زمان با بشر ۵۰ میلی‌لیتری از محتویات ظرف (۲) بردارید (ظرف خالی) و به ظرف (۱) بریزید. محتویات کدام ظرف را می‌توان به عنوان فراورده در نظر گرفت؟ چرا؟





۴ـ جابه‌جایی محتویات دو ظرف را با همین روند ادامه دهید اما پیش از اینکه هر بار به ظرف دیگر منتقل کنید نخست آنها را در دو استوانه مدرج بریزید و پس از مقایسه حجم آنها، محلول‌ها را با استوانه مدرج جابه‌جا کنید (دلیل این عمل را توضیح دهید).

۵ـ سرانجام به مرحله‌ای خواهید رسید که حجم محلول‌های جابه‌جا شده میان دو ظرف برابر و مقدار محتویات هر ظرف ثابت خواهد ماند اما مقدار این محتویات با هم برابر نیست.

۶ـ درباره درستی نتیجه زیر گفت‌وگو کنید.

«در یک واکنش برگشت‌پذیر که هم‌زمان واکنش‌های رفت و برگشت به‌طور پیوسته انجام می‌شوند، سرانجام مقدار واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها ثابت می‌ماند».

واکنش‌های برگشت‌پذیر، آنهایی هستند که می‌توانند در هر دو جهت انجام شوند. این نوع واکنش‌ها در شرایط مناسب هم‌زمان در هر دو جهت رفت و برگشت انجام می‌شوند تا اینکه سرانجام لحظه‌ای فرا می‌رسد که غلظت واکنش‌دهنده‌ها (۱) و فراورده‌ها ثابت می‌ماند. این ویژگی تنها هنگامی رخ می‌دهد که سرعت واکنش رفت (۲) با برگشت برابر شود زیرا در این شرایط، هر مقداری از فراورده‌ها که در واحد زمان (۳) تولید می‌شود، هم‌زمان به همان مقدار از آنها مصرف می‌شود. برای واکنش‌دهنده‌ها نیز چنین است. در شیمی به چنین سامانه‌هایی (۴)، **سامانه تعادلی** می‌گویند. واکنش‌های رفت و برگشت در سامانه‌های تعادلی به‌طور پیوسته و با سرعت برابر انجام می‌شوند و به همین دلیل مقدار مواد شرکت‌کننده در سامانه ثابت می‌ماند.

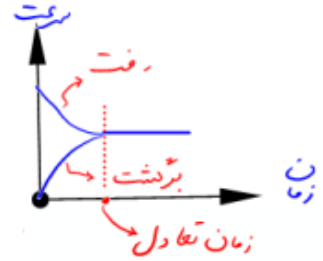
● نماد ⇌ ، در واکنش‌های تعادلی به کار می‌رود.

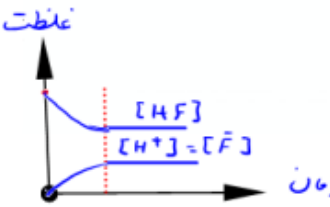
نمونه‌ای از سامانه‌های تعادلی، محلول اسیدهای ضعیف در آب است. در این محلول‌ها به دلیل یونش ناچیز اسیدهای ضعیف، میان اندک یون‌های حاصل از یونش و مولکول‌های یونیده نشده، تعادل برقرار می‌شود. برای نمونه در محلول هیدروفلوئوریک اسید تعادل زیر برقرار است.

$$HF(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + F^-(aq) \longrightarrow K_a = \frac{[H^+][F^-]}{[HA]} = \frac{(\frac{mol}{L})(\frac{mol}{L})}{(\frac{mol}{L})}$$

K_a = ثابت یونش

برای این سامانه نیز در دمای ثابت همانند دیگر سامانه‌های تعادلی، واکنش‌های رفت و برگشت پیوسته در حال انجام هستند به‌طوری که در هر گسترهٔ زمانی معین، شمار مولکول‌های HF که یونیده می‌شوند با شمار مولکول‌های HF که از پیوستن یون‌های F^- و H^+ به یکدیگر پدید می‌آیند، برابر است. این رفتار سامانه تعادلی نشان می‌دهد که سرعت تولید هرگونه با سرعت مصرف آن برابر است، رفتاری که سبب می‌شود غلظت تعادلی همه گونه‌های موجود در سامانه ثابت بماند. افزون بر این توصیف کیفی، سامانه‌های تعادلی را از دیدگاه کمّی نیز می‌توان بررسی کرد به‌طوری که این سامانه‌ها با کمیتی به نام **ثابت تعادل**[1] توصیف می‌شوند و در آن تنها غلظت تعادلی گونه‌های شرکت‌کننده در واکنش آورده می‌شود. مقدار این کمیت در دمای ثابت برای هر تعادل ثابت است.





با هم بیندیشیم

۱ـ جدول زیر غلظت تعادلی گونه‌های موجود در سه محلول از هیدروفلوئوریک اسید با غلظت‌های آغازی گوناگون را در دمای ۲۵°C نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید.

شماره محلول	غلظت تعادلی گونه‌های شرکت‌کننده (مول بر لیتر)			$K = \frac{[H^+][F^-]}{[HF]}$
	$[HF]$	$[F^-]$	$[H^+]$	
۱	۰/۵۲	$۱/۷۵ \times ۱۰^{-۲}$	$۱/۷۵ \times ۱۰^{-۲}$	.....
۲	۰/۲۹	$۱/۳۱ \times ۱۰^{-۲}$	$۱/۳۱ \times ۱۰^{-۲}$	.....
۳	۱/۰	$۲/۴۳ \times ۱۰^{-۲}$	$۲/۴۳ \times ۱۰^{-۲}$	.....

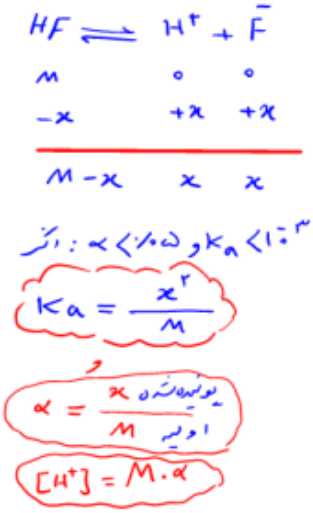
آ) توضیح دهید چرا در هر سه محلول $[F^-] = [H^+]$ است؟

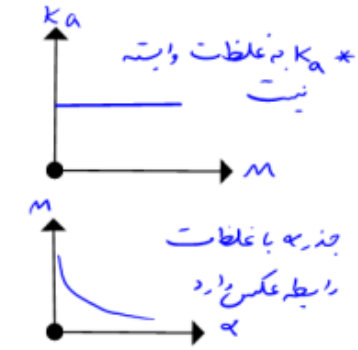
ب) کسر داده شده در ستون آخر را **عبارت ثابت تعادل** می‌نامند و با K نمایش می‌دهند. مقدار K را حساب کرده و جاهای خالی را پر کنید.

پ) توضیح دهید آیا نتیجه‌گیری زیر درست است؟

«K برای یک واکنش تعادلی در دمای معین، مقداری ثابت است.»

ت) آیا ثابت تعادل در دمای ثابت به مقدار آغازی واکنش‌دهنده‌ها بستگی دارد؟ توضیح دهید.





۲ـ اگر غلظت تعادلی یون هیدرونیوم در محلول استیک اسید در دمای معین برابر با $0/0006\ mol\ L^{-1}$ باشد:

آ) غلظت تعادلی یون استات (CH_3COO^-) را تعیین کنید.

ب) اگر غلظت تعادلی استیک اسید در این محلول برابر با ۰/۰۲ مولار باشد، ثابت تعادل را در این دما حساب کنید.

آموختید که برای هر واکنش تعادلی، یک ثابت تعادل وجود دارد که ویژه همان واکنش بوده و فقط تابع دما است. ثابت تعادل برای اسیدها به **ثابت یونش اسید**[1] معروف است. کمیتی که با K_a نشان داده می‌شود. ثابت یونش یک اسید، نسبت حاصل‌ضرب غلظت تعادلی یون‌های موجود در محلول را به غلظت تعادلی آن اسید نشان می‌دهد. به دیگر سخن ثابت یونش، بیانی از میزان پیشرفت فرایند یونش تا رسیدن به تعادل است، به طوری که هر چه ثابت یونش اسیدی در دمای معین بزرگ‌تر باشد، آن اسید بیشتر یونیده شده و غلظت یون‌های موجود در محلول آن بیشتر است. در واقع در دمای معین هر چه ثابت یونش اسیدی بزرگ‌تر باشد، آن اسید قوی‌تر است. جدول زیر ثابت یونش برخی اسیدها را در دمای اتاق نشان می‌دهد.

جدول ۱ـ ثابت یونش برخی اسیدها در دمای اتاق

نام اسید	فرمول شیمیایی	ثابت یونش (K_a)	معادله یونش در آب
هیدرویدیک اسید	HI	بسیار بزرگ	$HI(aq) \rightarrow H^+(aq) + I^-(aq)$
هیدروبرمیک اسید	HBr	بسیار بزرگ	$HBr(aq) \rightarrow H^+(aq) + Br^-(aq)$
هیدروکلریک اسید	HCl	بسیار بزرگ	$HCl(aq) \rightarrow H^+(aq) + Cl^-(aq)$
سولفوریک اسید	H_2SO_4	بسیار بزرگ	$H_2SO_4(aq) \rightarrow H^+(aq) + HSO_4^-(aq)$
نیتریک اسید	HNO_3	بزرگ	$HNO_3(aq) \rightarrow H^+(aq) + NO_3^-(aq)$
نیترو اسید	HNO_2	$4/5 \times 10^{-4}$	$HNO_2(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + NO_2^-(aq)$
فورمیک اسید	HCOOH	$1/8 \times 10^{-4}$	$HCOOH(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + HCOO^-(aq)$
استیک اسید	CH_3COOH	$1/8 \times 10^{-5}$	$CH_3COOH(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + CH_3COO^-(aq)$
هیدروسیانیک اسید	HCN	$4/9 \times 10^{-10}$	$HCN(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + CN^-(aq)$

* در هیدروژن هالیدها با افزایش شعاع آنیون قدرت اسیدی و K_a افزایش می‌یابد.
$K_a: HI > HBr > HCl > HF$

* در کربوکسیلیک اسیدها با افزایش تعداد کربن قدرت اسیدی و K_a کاهش می‌یابد.
$K_a: H\text{-}COOH > CH_3\text{-}COOH$

سرعت واکنش یک فلز با محول اسید به غلظت H^+ اسید بستگی دارد و محلول اسید قوی‌تر چون $[H^+]$ ↑ دارد سرعت تولید H_2 بیشتر است

خود را بیازمایید

۱ـ این شکل‌ها واکنش دو قطعه نوار منیزیم یکسان را با محلول دو اسید متفاوت در دما و غلظت یکسان نشان می‌دهند.

$Mg + HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_{2(g)}$

$Mg + HCN \longrightarrow Mg(CN)_2 + H_{2(g)}$

آ) سرعت کدام واکنش بیشتر است؟ چرا؟

ب) غلظت یون هیدرونیوم در محلول کدام اسید بیشتر است؟ چرا؟

پ) اگر ثابت یونش یک اسید، Ka_1 و دیگری Ka_2 باشد، ثابت یونش این دو اسید را با یکدیگر مقایسه کنید و پاسخ خود را توضیح دهید.

(آ)

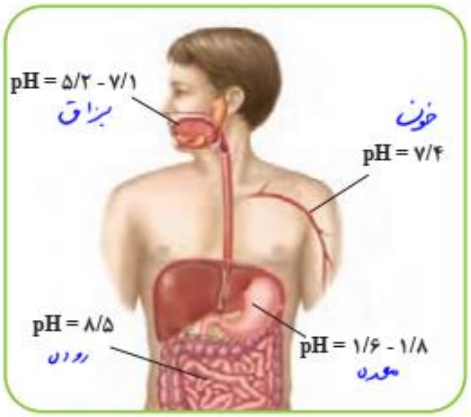
(ب)

۲ـ باران اسیدی حاوی نیتریک اسید (HNO_3) و سولفوریک اسید (H_2SO_4) است در حالی که باران معمولی حاوی کربنیک‌اسید است. با مراجعه به جدول توضیح دهید در کدام باران غلظت یون هیدرونیوم بیشتر است؟ چرا؟ ثابت یونش کربنیک اسید را $۴/۵ \times ۱۰^{-۷}$ در نظر بگیرید.

حواست هست؟ مقدار n_{H^+} یا میزان گاز H_2 تولیدی در دو ظرف برابر است ولی سرعت تولید متفاوت است

pH، مقیاسی برای تعیین میزان اسیدی بودن

با کاغذ pH و تغییر رنگ آن در محلول‌های اسیدی و بازی آشنا هستید. این تغییر رنگ معیاری برای تشخیص اسیدی یا بازی بودن محلول‌ها است. افزون بر این، رنگی که این کاغذ درون یک محلول به خود می‌گیرد، نشان‌دهنده pH تقریبی آن محلول است. pH برخی سامانه‌ها در شکل ۸ نشان داده شده است.



شکل ۸ـ pH محلول موجود در چند سامانه، محلول کدام سامانه اسیدی و کدام سامانه بازی است؟

آیا می‌دانید چه رابطه‌ای بین pH و غلظت یون هیدرونیوم موجود در محلول برقرار است؟ برای نمونه برای محلولی با pH = ۳/۷ غلظت یون هیدرونیوم چقدر است؟ چگونه باید آن را حساب کرد؟

پیوند با ریاضی

در درس ریاضی با لگاریتم آشنا شدید. تابعی که به‌صورت زیر بیان می‌شود:

$\log_{۱۰}^{x} = \log x$

$$\log_a x = b \overset{①}{\leftrightarrow} x = a^b$$

$$\log ab \overset{②}{=} \log a + \log b \quad , \quad \log \frac{a}{b} \overset{③}{=} \log a - \log b \quad , \quad \log a^n \overset{④}{=} n \log a$$

۱ـ آ) با توجه به رابطه بالا، جاهای خالی زیر را پر کنید.

$\log ۲ = ۰/۳۰ \rightarrow ۲ = ۱۰^{\cdots}$

$\log \ldots = ۰/۴۸ \rightarrow ۳ = ۱۰^{\cdots}$

$\log ۷ = ٪۸۵ \rightarrow \ldots = ۱۰^{۰/۸۵}$

ب) با استفاده از لگاریتم‌های بالا، بنویسید در هر مورد زیر به جای ؟ چه عددی باید قرار گیرد؟

$\log ۲۱ = ?$ $\log(۳\times۷) =$

$\log ۰/۸ = ?$ $\log(۸\times۱۰^{-۱}) =$

$\log ? = ۱/۸۵$ $(۱ + ٪۸۵) = \log(۱۰\times۷) = \log ۷۰$

۲ـ شیمی‌دان‌ها کمیت pH را با تابع لگاریتم به صورت زیر بیان می‌کنند.

$pH = -\log[H^+]$

با توجه به این رابطه، جدول زیر را کامل کنید.

$[H^+]$	pH	خاصیت محلول
۳×۱۰^{-۹}	.....	.....
.....	۴	.....
$۱/۸\times۱۰^{-۲}$	.....	.....

۳ـ دانش آموزی مطابق روند زیر غلظت یون هیدرونیوم را برای شیر ترش شده با pH = ۲/۷ به درستی حساب کرده است. در این روند هر یک از جاهای خالی را با عدد مناسب پر کنید.

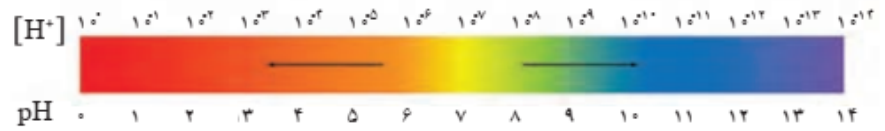
$$pH = -\log[H^+] \rightarrow [H^+] = ۱۰^{-\cdots} \xrightarrow{pH=۲/۷} [H^+] = ۱۰^{-\cdots} = ۱۰^{\cdots}\times۱۰^{-۳} = \cdots$$

۴ـ جدول زیر را کامل کنید.

$[H^+]$	pH	خاصیت محلول
.....	۲/۱۵	.....
$۳/۶\times۱۰^{-۴}$	.....	.....
.....	۱۱/۴	بازی
.....	۰	.....

بسیار زیاد غلظت

اینک می‌پذیرید که برای پرهیز از بیان غلظت‌های کم و بسیار کم یون هیدرونیوم می‌توان از کمیت pH استفاده کرد زیرا اعدادی به مراتب ساده‌تر و قابل فهم‌تر ارائه می‌دهد. این کمیت برای محلول‌های آبی در دمای اتاق با اعدادی در گستره ۰ تا ۱۴ بیان می‌شود (نمودار ۲).



نمودار ۲ـ گستره تغییر pH برای محلول‌های آبی در دمای اتاق

به نظر شما چرا گستره تغییر pH در محلول‌های آبی و در دمای اتاق از ۰ تا ۱۴ است؟ یافته‌های تجربی نشان می‌دهد که آب و همه محلول‌های آبی، محتوی یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید هستند. اما کاغذ pH در برخی محلول‌ها و آب خالص تغییر رنگ نمی‌دهد، رفتاری که تأیید می‌کند که غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید در این سامانه‌ها با یکدیگر برابراست ($[H^+] = [OH^-]$). به همین دلیل چنین سامانه‌هایی، خنثی هستند.

با هم بیندیشیم

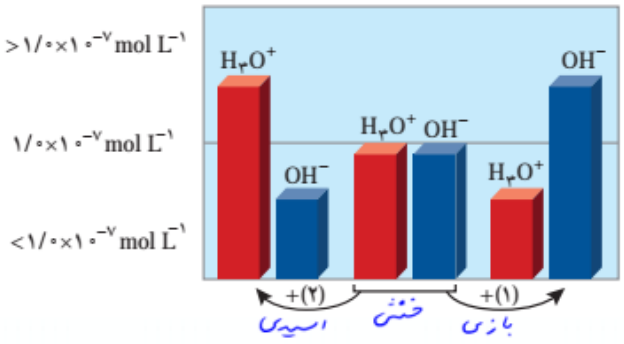
۱ـ آزمایش‌های دقیق نشان می‌دهند که آب خالص رسانایی الکتریکی ناچیزی دارد. این ویژگی بیانگر وجود مقدار بسیار کمی از یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید است. در واقع در یک نمونه از آب خالص شمار بسیار ناچیزی از مولکول‌های H_2O به یون‌های $H^+(aq)$ و $OH^-(aq)$ یونیده می‌شوند. جالب این است که اندازه‌گیری‌ها و یافته‌های تجربی در دمای اتاق برای آب و محلول‌های آبی رابطه زیر را تأیید می‌کنند:

$$[H^+][OH^-] = ۱۰^{-۱۴}$$

آ) غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید را در دمای اتاق برای آب خالص حساب کنید.

ب) pH آب خالص و **محلول‌های خنثی**[۱] را در دمای ۲۵ °C حساب کنید.

۲ـ شکل زیر تغییر غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید را هنگام افزودن هر یک از مواد ۱ و ۲ به آب خالص نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید.



آیا می‌دانید

حتی در خالص‌ترین نمونه آب، مقادیر ناچیزی یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید وجود دارد. یون‌هایی که به دلیل جابه‌جایی یون هیدروژن از یک مولکول آب به دیگری تولید می‌شوند. این ویژگی سبب می‌شود که هر نمونه آب خالص در دمای ثابت (مانند ۲۵°C) یک سامانه تعادلی به شمار آید.

$$۲H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + OH^-(aq)$$

مقدار ثابت این تعادل در دمای اتاق برابر با ۱×۱۰^{-۱۴} است.

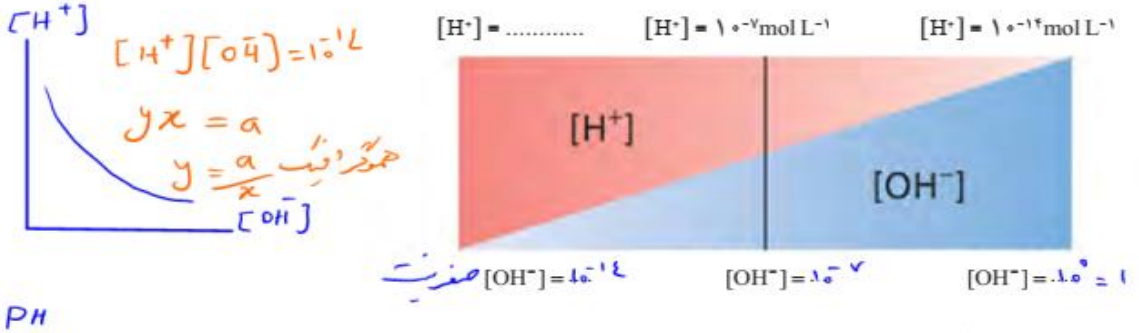
* در تمام محلولهای آبی (اسیدی، بازی و خنثی) H^+ و OH^- وجود دارد. خنثی در محلول بازهای قوی که pH آن بیشتر از ۱۴ است باز هم H^+ وجود دارد. حاصل ضرب $[H^+][OH^-] = ۱۰^{-۱۴}$ برقرار است.

آ) کدام‌یک از مواد افزوده شده اسید آرنیوس است؟ چرا؟

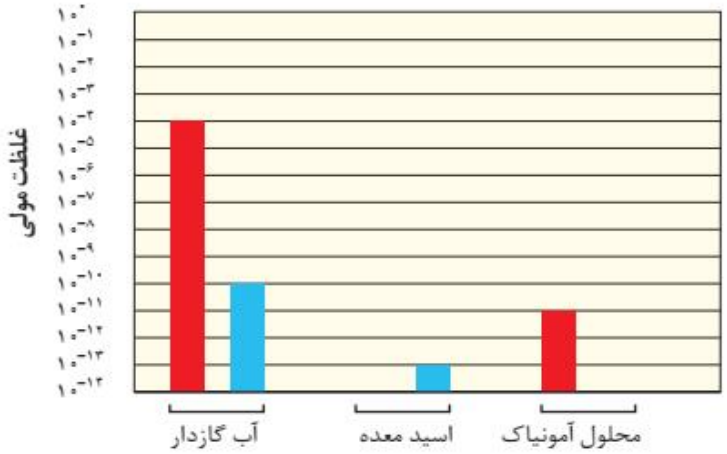
ب) غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید را در محلول بازی با یکدیگر مقایسه کنید.

پ) آیا می‌توان گفت در محلول‌های اسیدی، یون هیدروکسید وجود ندارد؟ توضیح دهید.

۳ـ گروهی از دانش‌آموزان برای نمایش تغییر غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید در محلول‌های آبی و دمای اتاق، الگوی زیر را طراحی کرده‌اند. جاهای خالی را پر کنید و اساس کار آنها را توضیح دهید.



۴ـ در نمودار زیر برای محلول آمونیاک، ستون نشان‌دهنده غلظت یون هیدروکسید و برای اسید معده، ستون نشان‌دهنده غلظت یون هیدرونیوم را رسم کنید.

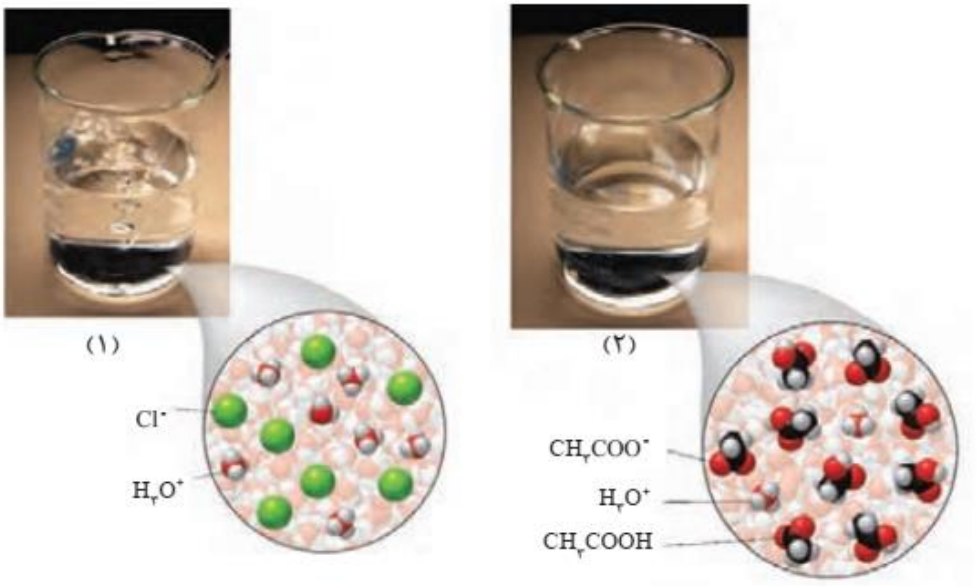


پی بردید که هر اندازه غلظت یکی از یون‌های هیدرونیوم یا هیدروکسید در محلولی بیشتر شود به همان نسبت از دیگری کاسته خواهد شد، تا حاصل‌ضرب غلظت این یون‌ها در دمای اتاق برابر با $۱۰^{-۱۴}$ شود. با این توصیف برای محلول $۰/۱\ mol\ L^{-۱}\ HCl$ می‌توان نوشت:

$$[HCl] = ۰/۱\ mol\ L^{-۱} \rightarrow [H^+] = ۰/۱\ mol\ L^{-۱} \rightarrow [OH^-] = ۱۰^{-۱۳}\ mol\ L^{-۱}$$

خود را بیازمایید

۱ـ در دما و غلظت یکسان، pH کدام محلول زیر کمتر است؟ چرا؟



۲ـ جدول زیر را کامل کنید.

نام محلول	غلظت محلول	$[H^+]$	$[OH^-]$	pH	درصد یونش
هیدروکلریک اسید	۰/۰۰۴				
هیدروفلوئوریک اسید	۰/۰۰۴				۲/۵
نیتریک اسید				۳/۷	
نمونه‌ای از آب یک دریاچه				۸/۵۲	

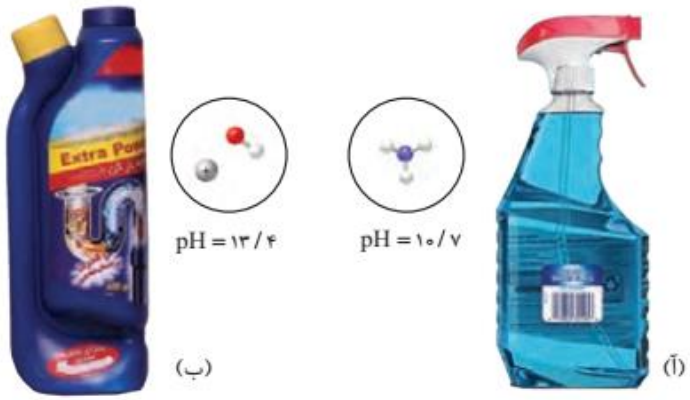
بازها محلول‌هایی با $7 < pH \leq 14$

بازهای معروفی مانند سود سوزآور (NaOH) و پتاس سوزآور (KOH) بسیار قوی هستند به‌طوری که موادی خورنده به‌شمار می‌روند. در محلول آبی این مواد $[H^+] < [OH^-]$ 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 (چرا؟).

بازها کاربردهای گسترده‌ای در زندگی روزانه دارند که از جمله آنها می‌توان به شیشه پاک کن و لوله بازکن اشاره کرد (شکل ۹).

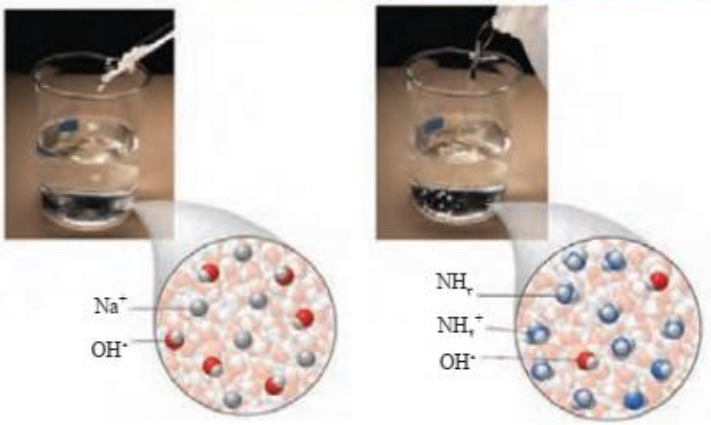
آیا می‌دانید

واژه قلیا به معنی خاکستر باقی‌مانده از سوختن گیاهان است که چربی‌ها را در خود حل می‌کند. قلیاها، بازهای محلول در آب هستند. فلزهای گروه ۱ در جدول دوره‌ای به فلزهای قلیایی معروف‌اند زیرا اغلب ترکیب‌های آنها در آب خاصیت بازی یا قلیایی دارد.



شکل ۹ـ pH دو نمونه محلول‌بازی در دما و غلظت یکسان، آ) آمونیاک و ب) سدیم هیدروکسید

آمونیاک از جمله **بازهای ضعیف**[1] است. به طوری که در محلول آن افزون بر مقدار کمی از یون‌های آب پوشیده، شمار بسیاری از مولکول‌های آمونیاک نیز یافت می‌شود (شکل ۱۰).



شکل ۱۰ـ نمای ذره‌ای از محلول‌های سدیم هیدروکسید و آمونیاک

خود را بیازمایید

۱ـ شکل‌های زیر رسانایی الکتریکی دو محلول بازی را در شرایط یکسان نشان می‌دهند. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید.

$[H^+]\uparrow - [OH^-]\downarrow - pH\uparrow - pOH\downarrow$

● بازها نیز همانند اسیدها ثابت یونش دارند که آن را با K_b نمایش می‌دهند. بدیهی است در دمای معین هر چه K_b بزرگ‌تر باشد، آن باز قوی‌تر است.

آیا می‌دانید

بازهای آلی مانند آمین‌ها، اندکی در آب یونیده می‌شوند و از جمله بازهای ضعیف به‌شمار می‌آیند.

آیا می‌دانید

آمونیاک به دلیل تشکیل پیوندهای هیدروژنی، در آب به‌خوبی حل می‌شود. انحلال این ماده به‌طور عمده مولکولی است و محلول آن حاوی شمار اندکی از یون‌های $NH_4^+(aq)$ و $OH^-(aq)$ است. از این رو برای توجیه خاصیت بازی محلول آمونیاک، می‌توان آن را به‌صورت $NH_4OH(aq)$ در نظر گرفت. محلولی که یک سامانه تعادلی است.

$$NH_4OH(aq) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$$

در شرایط یکسان

K_b: NaOH > NH_3

pOH: NaOH < NH_3

pH: NaOH > NH_3

α: NaOH > NH_3

آ) کدام محلول نشان‌دهنده باز ضعیف‌تری است؟ چرا؟

ب) پیش‌بینی کنید کدام محلول می‌تواند به‌عنوان لوله بازکن استفاده شود؟ چرا؟

۲ـ اگر در ۱۰۰ میلی‌لیتر از یک محلول، ۰/۰۲ مول از پتاسیم‌هیدروکسید وجود داشته باشد:

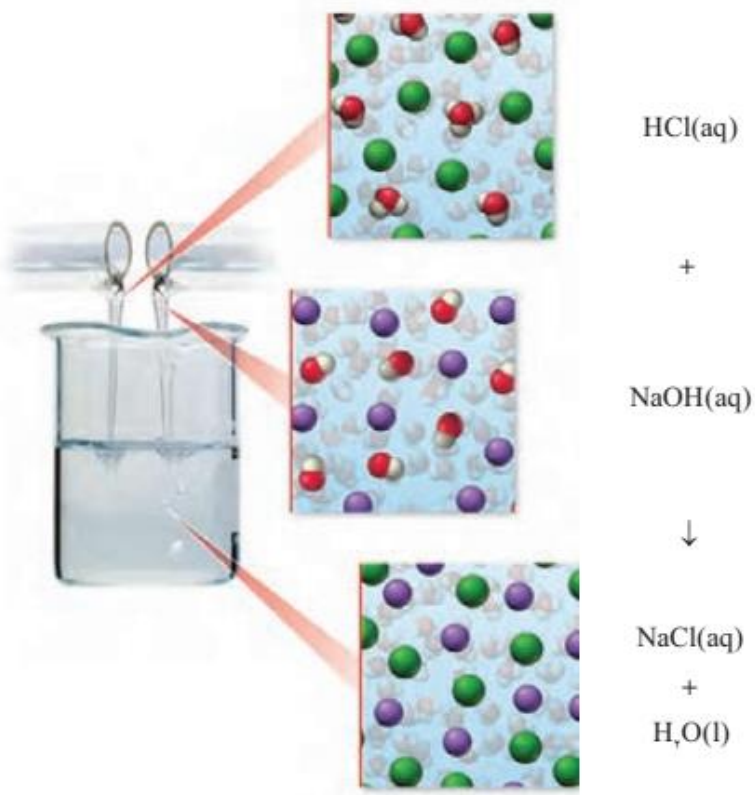
آ) غلظت یون هیدروکسید را در این محلول حساب کنید.

ب) حساب کنید pH سنج دیجیتال چه عددی را برای این محلول نشان می‌دهد؟

● هنگام استفاده از محلول غلیظ سدیم‌هیدروکسید به‌عنوان لوله‌بازکن، رعایت نکات ایمنی ضروری است، زیرا تماس این محلول با بدن و تنفس بخارات آن آسیب جدی به دنبال دارد.

شوینده‌های خورنده چگونه عمل می‌کنند؟

با برخی رفتارهای اسیدها و بازها آشنا شدید. یکی از رفتارهای جالب و پرکاربرد آنها واکنش‌های شیمیایی است که بین این دو دسته از مواد انجام می‌شود. برای نمونه به واکنش بین محلول هیدروکلریک اسید با سدیم هیدروکسید توجه کنید (شکل ۱۱).



شکل ۱۱ـ نمای ذره‌ای از یک واکنش اسید ـ باز

اگر با دقت این معادله شیمیایی را بررسی کنید در می‌یابید که یون‌های هیدرونیوم در واکنش با یون‌های هیدروکسید به مولکول‌های آب تبدیل می‌شوند در حالی که یون‌های $Na^+(aq)$ و $Cl^-(aq)$ دست نخورده باقی می‌مانند. به همین دلیل می‌توان معادله واکنش میان اسید و بازهایی از این

آیا می‌دانید

محلول استیک اسید یک پاک کننده بوده و خاصیت ضدعفونی کنندگی نیز دارد. استفاده از این اسید و محلول‌های اسیدی دیگر برای پاک کردن سنگ مرمر مناسب نیست زیرا سبب می‌شود لایه‌ای از سنگ مرمر با این اسیدها واکنش داده و سطح سنگ خورده شود.

دست را به‌صورت زیر نمایش داد. معادله‌ای که نشان‌دهنده **واکنش خنثی شدن**[1] اسید و باز است.

$$H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l)$$

خنثی شدن

این واکنش مبنایی برای کاربرد شوینده‌ها و پاک‌کننده‌هاست. برای نمونه فرض کنید که مسیر لوله‌ای با مخلوطی از اسیدهای چرب مسدود شده است، برای باز کردن این لوله باید از محلول غلیظ سدیم هیدروکسید استفاده کرد. معادله واکنش‌هایی که انجام می‌شود را می‌توان به شکل کلی زیر نمایش داد.

اسید چرب

$$RCOOH(s) + NaOH(aq) \rightarrow RCOONa(aq) + H_2O(l)$$

فراورده چنین واکنش‌هایی، خود نوعی پاک‌کننده است که در آب حل می‌شود و می‌تواند چربی‌های اضافی را بزداید. اما چرا برای باز کردن برخی لوله‌ها و مجاری از محلول غلیظ هیدروکلریک اسید استفاده می‌شود؟ بدیهی است موادی که سبب گرفتگی این لوله‌ها و مجاری می‌شوند، خاصیت بازی دارند، به طوری که روی دیواره لوله‌ها و مجاری به شکل رسوب به‌جای مانده‌اند. در این حالت، لوله بازکن در واکنش با این رسوب‌ها، فراورده‌های محلول درآب یا گازی تولید می‌کند و از این راه سبب جرم‌گیری در آنها می‌شوند.

پیوند با زندگی

شاید در نزدیکان شما نیز کسانی باشند که از سوزش سینه یا ترش شدن دهان و گلو رنج می‌برند. آیا می‌دانید این درد و مزه ترش، ناشی از چیست؟ چگونه می‌توان آن را کاهش داد یا درمان کرد؟ معده برای گوارش غذا به اسید نیاز دارد. خوردن غذا سبب می‌شود که غده‌های موجود در دیواره معده، هیدروکلریک اسید ترشح کنند.

در بدن انسان بالغ روزانه بین دو تا سه لیتر شیره معده تولید می‌شود که غلظت یون هیدرونیوم در آن حدود $0/03\ mol\ L^{-1}$ است. در واقع درون معده یک محیط بسیار اسیدی است و حتی می‌تواند فلز روی را در خود حل کند! دیواره داخلی معده به طور طبیعی مقدار کمی از یون‌های هیدرونیوم را دوباره جذب می‌کند. این جذب سبب نابودی سلول‌های سازنده دیواره معده می‌شود. حال اگر مقدار اسید معده به هر دلیل بیش از اندازه باشد، شمار یون‌های جذب شده افزایش یافته و سبب درد، التهاب و گاهی خونریزی معده می‌شود.

بدیهی است که مصرف غذاها و داروهای اسیدی سبب تشدید بیماری‌های معده خواهد شد. از این رو کسانی که به این بیماری‌ها مبتلا هستند افزون بر کاهش مصرف این مواد باید از داروهای دیگری استفاده کنند.

آیا می‌دانید

برگشت شیره معده به مری، ریفلاکس معده نام دارد که سبب ایجاد مزه ترش در گلو و دهان می‌شود. ساده‌ترین روش درمان آن افزایش وعده‌های غذایی و کاهش حجم هر وعده غذایی است.

pH شیره معده به اندازه‌ای است که سبب می‌شود در هر دقیقه حدود نیم میلیون یاخته از بافت دیواره آن از بین برود.

ضداسیدها[1] داروهایی هستند که برای این منظور توسط پزشکان تجویز می‌شود. شیر منیزی یکی از رایج‌ترین آنهاست که شامل منیزیم هیدروکسید است. این داروکه به شکل سوسپانسیون مصرف می‌شود، اسید معده را مطابق معادلهٔ زیر خنثی می کند و سبب کاهش مقدار اسید معده می‌شود.

$$2HCl(aq) + Mg(OH)_2(s) \rightarrow MgCl_2(aq) + 2H_2O(l)$$

جدول زیر مواد مؤثر موجود در ضداسیدهای گوناگون را نشان می‌دهد.

شماره ضداسید	۱	۲	۳
ماده مؤثر	$Al(OH)_3$ ، $NaHCO_3$	$Al(OH)_3$ ، $Mg(OH)_2$	$NaHCO_3$

خود را بیازمایید

۱ـ pH شیره معده را حساب کنید (غلظت یون هیدرونیوم در آن حدود $0/03\ mol\ L^{-1}$ است).

۲ـ در زمان استراحت، pH معده برابر با ۳/۷ است. غلظت یون هیدرونیوم را در این حالت حساب کنید.

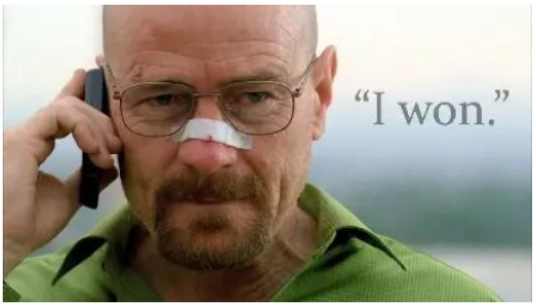
۳ـ با توجه به ویژگی و کاربرد سدیم هیدروژن کربنات (جوش شیرین) مطابق جدول بالا:

آ) پیش‌بینی کنید که محلول سدیم هیدروژن کربنات در آب چه خاصیتی دارد؟ چرا؟

ب) توضیح دهید چرا برای افزایش قدرت پاک کردن چربی‌ها، به شوینده‌ها جوش شیرین می‌افزایند؟

در این فصل آموختید که مصرف مناسب مواد شوینده و پاک کننده در پیشگیری از بیماری‌ها مؤثر است. همچنین مصرف درست و به موقع داروها سبب درمان بیماری‌ها می‌شود.

این توصیف نشان می‌دهد که نوع و میزان ارائه خدمات بهداشتی، دارویی و درمانی نقش تعیین کننده‌ای در سطح سلامت جامعه دارد. به دیگر سخن بهره‌گیری از دانش شیمی در پیشگیری و درمان بیماری‌ها راهگشاست. از این‌رو می‌تواند بر شاخص امید به زندگی اثر داشته باشد.



درجــه یــونــش ($\propto$)

❋ مواد مولکولی مختلف به هنگام حل شدن در آب، به میزان یکسانی یونش نمی یابند. شیمی دان ها برای بیان میزان یونش واینکه چقدر یک ماده مولکولی به یون تبدیل شده و چقدرش مولکولی حل شده، از کمیتی به نام درجه یونش ($\propto$) استفاده می کنند.

❋ به نسبت شمار مولکول ها یا مول های یونیده شده به شمار کل مولکول ها یا مول های حل شده درآب درجه یونش ($\propto$) می گویند.

$$\propto \text{ (درجه یونش)} = \frac{\text{شمار مول ها یا مولکول های یونیده شده}}{\text{شمار کل مول ها یا مولکول های حل شده}}$$

❋ گاهی به جای درجه یونش از درصد یونش ($\propto \times 100$) استفاده می شود. $\% \propto = \propto \times 100$

مثال کتاب درسی : در محلول یک مولار هیدرو فلوئوریک اسید (HF) در دمای ۲۵°C ، از هر ۱۰۰۰ مولکول تنها ۲۴ مولکول یونیده نشده و مولکول در آب باقی می ماند. درجه یونش این اسید در دمای ۲۵°C به شکل زیر محاسبه می شود.

$$\propto \text{ (درجه یونش)} = \frac{\text{شمار مول ها یا مولکول های یونیده شده}}{\text{شمار کل مول ها یا مولکول های حل شده}} = \frac{24}{1000} = ۰/۰۲٤$$

$$\% \propto = \propto \times 100 = 0/024 \times 100 = 2/4\%$$

❋ **درمورد اسیدهای ضعیف (HA) :**

$$HA \longleftrightarrow H^+ + A^- \text{ , داریم } [H^+] = [A^-]$$

$$\propto \text{ (درجه یونش)} = \frac{[H^+]}{M} = \frac{[A^-]}{M}$$

$$[H^+] = M \times \propto \text{ , } [HA] = M - [H^+],$$
$$[HA] = M - M \propto$$

◄ خب حالا مفهوم اسید قوی وضعیف رو میشه درک کرد!!! هرچی $\propto$ بیشتر باشه اسید بیشتر یونش میکنه و غلظت H^+ بیشتر و محلول اسیدی تر میشه.

◄ عدد $\propto$ میتونه $0 < \alpha < 1$ باشه

❋ $\alpha = 1$ ، مربوط به اسیدهای خیلی قوی است مانند : $HCl , HBr , HI , HNO_3 , H_2SO_4$

❋ $\alpha < 1$ ، مربوط به اسیدهای ضعیف است، به ترتیب قدرت و $\propto$: $HCN < CH_3COOH < HCOOH < HNO_2 < HF$

❋ درجه یونش $\propto$ هر اسید علاوه بر نوع اسید و دما ، به غلظت اسید نیز وابسته است. هرچه اسید غلیظ تر باشد درجه یونش یا درصد یونش آن کم تر خواهد بود.

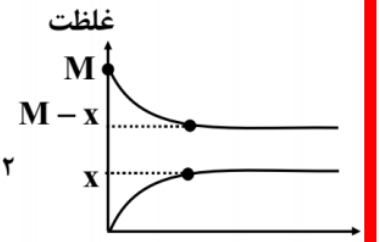
!!! یک استاد داشتم که می گفت: اسیدهای ضعیف در محلول های خیلی رقیق مثل اسیدهای قوی عمل می کنند میدونید چرا؟؟؟

چون در محلول رقیق مولکول های آب برای یونش اسید بیشتربوده و باعث یونش بیشتر آن می شود و $\propto$ بزرگ می شود.

$$HF \underset{}{\overset{\alpha}{\rightleftharpoons}} H^+ + F^-$$

	$M-x$	x	x

$$\alpha = \frac{\text{مولکول یونش یافته } x}{\text{اولیه } M}$$



$M-2x$: مقدار اسید یونش، نیافته = باقی‌مانده اسید پس از یونش، مقدار تعادلی، مقدار مولکولی یک اسید.

M ← مقدار اولیه اسید، اسید قبل از یونش: اسید حل شده (اسید را در آب حل می‌کنیم)

x ← یونش یافته – تفکیک شده – تجزیه شده

$HF \rightleftharpoons H^+ + F^-$			
غلظت اولیه	1000	0	0
تغییر غلظت	-24	$+24$	$+24$
غلظت نهایی	976	24	24

$HF \rightleftharpoons H^+ + F^-$			
غلظت اولیه	M_a	0	0
تغییر غلظت	$-X$	$+X$	$+X$
غلظت نهایی	$M_a - X$	X	X

ثابت یونش اسیدی

ثابت یونش اسیدی : ثابت تعادل برای اسید ها به ثابت یونش اسیدی معروف است. کمیتی که با K_a نشان داده می شود.

❋ در واقع ثابت یونش یک اسید، نسبت حاصل ضرب غلظت تعادلی یون های موجود در محلول را به غلظت تعادلی آن اسید را نشان می دهد.

❋ ثابت یونش اسیدی برای اسیدهای مختلف متفاوت است، هرچه ثابت یونش اسید بزرگتر باشد یعنی آن اسید بیشتر یونیده می شود وغلظت یون های موجود در محلول آن بیشتر است و در واقع اسید قویتر بوده و $[H^+]$ بیشتر تولید می شود.

❋ اسید های قوی کامل یونش می یابند و K_a بی نهایت خواهد بود. ودر محلول مولکول اسید وجود ندارد. یونش آنها یکطرفه است.

❋ اسیدهای ضعیف در آب به صورت جزئی یونیده می شوند و تعداد اندکی از مولکول های آنها در آب به یون تبدیل می شوند. معادله یونش این اسید ها در اب به صورت برگشت پذیر و تعادلی است.

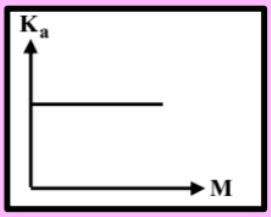
❋ K_a فقط به دما بستگی دارد، چون ثابت تعادل است و به غلظت اولیه واکنش دهنده ها بستگی ندارد.

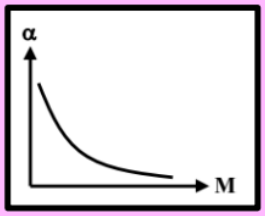
❋ در غلظت یکسان اسیدها: α درجه یونش ↑ ⇔ یونش و انحلال یونی ↑ ⇔ قدرت اسیدی ↑

❋ α علاوه بر دما به غلظت نیز بستگی دارد، ولی K_a فقط به دما بستگی دارد. پس K_a برای مقایسه قدرت اسیدها مناسب تر است و M و α^2 رابطه عکس دارد.

$$K_a = M\ \alpha^2$$

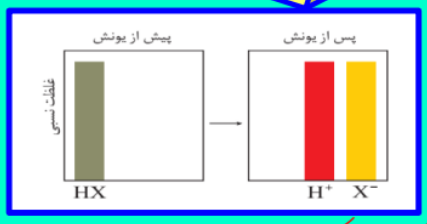
❋ نمودارهای α و K_a برحسب غلظت اسید:





جمع بندی اسید قوی و ضعیف

اسید قوی



*به طور کامل و یک طرفه یونش می یابد.

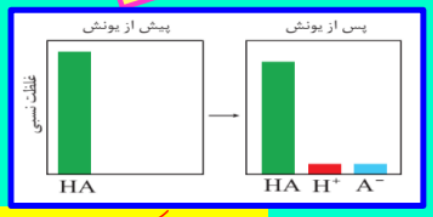
* محلول فقط شامل یون است و از مولکول خبری نیست.

* $\alpha = 1$ و $K_a = \infty$

*

	HA	⟶	H^+	+	A^-
قبل یونش :	M		0		0
بعد یونش :	M		M		0

اسید ضعیف



* به طور جزئی تعادلی یونش می یابد، وبیشتر مولکولی حل می شود.

* در محلول آنها به میزان ناچیز و اندکی یون یافت می شود و شمار زیادی از مولکول های اسید بصورت یونیده نشده حضور دارند.

* $0 < \alpha < 1$ * $0 < K_a < 1$

*

	HB	↔	H^+	+	B^-
قبل یونش :	M		0		0
تغییرات :	-X		+X		+X
تعادل :	M – X		X		X

$$K_a = \frac{[H^+] \times [A^-]}{[HA]} = \frac{[X] \times [X]}{[M - X]} = \frac{[M\alpha] \times [M\alpha]}{[M - M\alpha]} = \frac{[M\alpha]^2}{M(1-\alpha)} = \frac{M\alpha^2}{1-\alpha}$$

$K_a = 10^{+\infty}$ ($\alpha = 1$) اسید قوی

$K_a = \frac{M\alpha^2}{1-\alpha}$ اسید متوسط

$K_a = M\alpha^2$ ($\alpha < 0/05$. $K_a < 10^{-3}$) اسید ضعیف

کاربرد در حل مسائل

$[H^+] = M.\alpha$

$K_a = \frac{M.\alpha^2}{1-\alpha} \rightarrow \alpha = \sqrt{\frac{Ka\,(1-\alpha)}{M}}$

$[H^+] = \sqrt{M\,ka(1-\alpha)}$

$\frac{Ka}{[H^+]} = \frac{\alpha}{1-\alpha}$

اسید های قوی : HCl , HBr , HI , HNO_3 , H_2SO_4

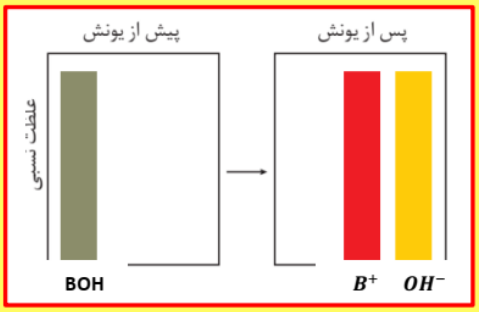
اسیدهای متوسط وضعیف : $HCN < H_2CO_3 < CH_3COOH < HCOOH < HNO_2 < HF$

ثابت یونش بازی K_b و α و قدرت بازی

* K_b به ثابت تعادل واکنش یونش یک باز، K_b یا ثابت یونش باز می گویند.
* K_b ↑ ـ پیشرفت یونی و انحلال یونی باز ↑ ـ قدرت بازی ↑
* K_b فقط به دما بستگی دارد، وبه غلظت اولیه واکنش دهنده ها بستگی ندارد.

جمع بندی باز قوی و بازضعیف

بـاز قـوی

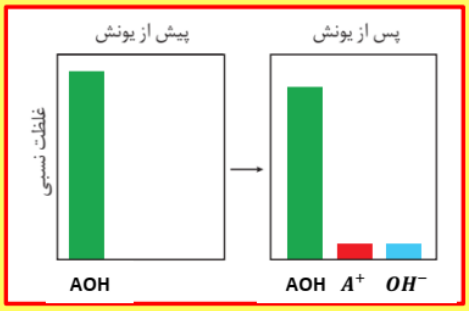


* به طور کامل و یک طرفه یونش می یابند.
* در محلول آن ها پس از یونش فقط یون وجود دارد.
* $\alpha = 1$
* $K_a = \infty$

$$BOH \rightarrow B^+ + OH^-$$

	BOH	B^+	OH^-
قبل یونش :	M	0	0
بعد یونش :	M	M	0

بـاز ضعـیف



* به طور جزئی و تعادلی یونش می یابند.
* در محلول آن ها به میزان ناچیزی یون وجود دارد و شمار زیادی از بازها به صورت یونیده نشده حضور دارند.
* $0 < \alpha < 1$

$$AOH \leftrightarrow A^+ + OH^-$$

	AOH	A^+	OH^-
قبل یونش :	M	0	0
تغییرات :	-X	+X	+X
تعادل :	M – X	+X	+X

بازهای قوی: $LiOH$, $NaOH$, KOH , $RbOH$, $Ca(OH)_2$, $Sr(OH)_2$, $Ba(OH)_2$

بازهای ضعیف : NH_3 , CH_3NH_2

* در دما وغلظت آغازی یکسان، از انحلال کدام ماده در آب، غلظت یون هیدروکسید کاهش می یابد و شمار مولکول های موجود در محلول آن بیشتر است؟ (کنکور ۱۴۰۳)

۱) NH_3 (g) ۲) HCl(g) ۳) HCN(g) ۴) HCOOH (l

نـکات ریـز

۱– یونش : اگر ترکیب مولکولی در آب به یون مثبت و منفی تبدیل شود.

$$HCl(g) \xrightarrow{\text{آب}} H^+(aq) + Cl^-(aq)$$

۲– تفکیک یونی : اگر یک ترکیب یونی در اب به یون های مثبت و منفی تبدیل شود.

$$NaCl(s) \xrightarrow{\text{آب}} H^+(aq) + Cl^-(aq)$$

۳– در اسیدهای کربوکسیلیک: هرچه C ↑ ـ قدرت اسیدی ↓ ـ K_a ↓

$CH_3CH_2COOH < CH_3COOH < HCOOH$ و قدرت اسیدی: k_a

۴– در اسیدهای اکسیژن دار: هرچه اکسیژن O ↑ ـ K_a ↑ ـ قدرت اسیدی ↑

$HNO_2 < HNO_3$ و قدرت اسیدی: K_a

۵– در اسید های هالوژن دار: هرچه شعاع هالوژن ↑ ـ طول پیوند ↑ ـ K_a ↑ ـ قدرت اسیدی ↑

$Hf < HCl < HBr < HI$ و قدرت اسیدی: K_a

درستی و نادرستی هریک از عبارت های زیر را معلوم کنید.

◄ هرچه شمار اتم های هیدروژن در ساختار کربوکسیلیک اسید، بیشترباشد، خاصیت اسیدی بیشتر است. (تجربی ۱۴۰۳)

◄ در دمای ثابت، اگر α برای اسید HA ، نصف α برای اسید HD باشد، رسانایی الکتریکی محلول ۰/۲ مولار HD با رسانایی الکتریکی محلول ۰/۱ مولار HA ، برابر است. (تجربی ۱۴۰۳)

◄ معادله یونش اسیدهای نیتروژن دار در آب ، یک طرفه است. (تجربی ۱۴۰۳)

◄ محلول یک اسید ضعیف، نمی تواند شامل یون های آبپوشیده باشد. (تجربی ۱۴۰۳)

◄ مفرج کسر عبارت های ثابت یونش و درجه یونش اسیدها، مشابه اند. (تجربی ۱۴۰۳)

◄ در شرایط تعادلی یونش اسید HF در اب، غلظت مولکول های HF ، ثابت است. (تجربی ۱۴۰۳)

◄ اگرانحلال یک ترکیب در اب، به صورت یونی باشد، محلول آن، به یقین دارای رسانایی الکتریکی بالاست. (ت، خ ۱۴۰۳)

◄ در محلول اسید های ضعیف، نسبت شمار مولکول های یونیده نشده به یون های حاصل از یونش آن، پیوسته در حال تغییر است. (ت، خ ۱۴۰۳)

◄ مدل آرنیوس می تواند غلظت یون هیدرونیوم را در محلول های آبی جداگانه ای از NH_3 و HCl (با غلظت و دمای یکسان) مقایسه کند.

◄ ثابت یونش، تنها برای اسیدهای ضعیف، یک عدد معین است. (ت، خ ۱۴۰۳)

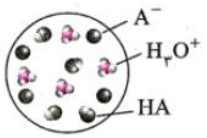
◄ باران اسیدی و باران معمولی، با توجه به نوع اسیدهای حل شده و غلظت آنها مشخص می شوند. (ت، خ ۱۴۰۳)

◄ ثابت یونش بوتانوئیک اسید، کوچکتر از ثابت یونش استیک اسید و فورمیک اسید است. (ت، خ ۱۴۰۳)

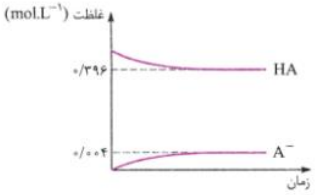
◄ رقیق کردن محلول فورمیک اسید واستیک اسید به یک اندازه، درجه یونش هردو اسید به یک اندازه کاهش می یابد. (ریاضی اردیبهشت ۱۴۰۳)

چند مثال از α

۱- با توجه به تصویر زیر که محلول آبی اسید HA را نشان می دهد، درجه یونش اسید HA کدام است؟



۲- نمودار مقابل، فرآیند یونش و غلظت HA و A^- با برقراری تعادل $HF \Longleftrightarrow H^+ + F^-$ را نشان می دهد. درصد یونش اسید HA کدام است؟



۳- اگر ۲۰۰۰ مولکول از اسید HA را در اختیار داشته باشیم و پس از یونش در مجموع ۲۰ یون در ظرف داشته باشد، درصد یونش این اسید برابر با چند است؟(جواب ۰/۰۵)

۴-درصد یونش اسید ضعیف HF ، در دمای ۲۵°C برابر ۲/۴ درصد است، مجموع شمار مولکول های HF و یون های حاصل از یونش HF در ازای حل شدن ۸۰۰۰ مولکول HF در اب چند است؟ ❄ (جواب ۸۱۹۲) *راهنمایی: اول ازفرمول تفکیک شده رو پیدا کن بعد از ۸۰۰۰ کم کن تفکیک نشده رو در بیار وبعد همه رو جمع کن. البته میتونی معادله یونش رو بنویس و از اون طریق حل کنی!!!*

۵- درجه یونش یک نمونه از محلول متانوئیک اسید با غلظت ۰/۵ مول بر لیتر برابر ۰/۰۱ است، اگر در V لیتر از این محلول 2×10^{-4} مول یون وجود داشته باشد، V چند میلی لیتراست؟ (جواب ۰/۰۲ لیتر) *راهنمایی: قبول داری 10^{-4} مول تفکیک شده س؟ خب حالا از فرمول α مقدار حل شده رو پیدا کن که میشه ۰/۰۱مولار حالا حجم پیدا میشه.*

۶- در محلول ۰/۱ مولار اسیدی تک پروتون دار در دمای اتاق، مجموع غلظت یون های حاصل از یونش اسید، 10^{-3} برابر غلظت مولکول های یونیده نشده اسید است، درصد یونش اسید کدام است؟

۷- اگر ۱۲ گرم HA در دمای اتاق در ۲۵۰ میلی لیتر آب مقطر حل شود و مجموع غلظت یون ها و مولکول های یونیده نشده HA برابر ۱/۱ مولار باشد، ودرجه یونش در این شرایط چقدر بوده است؟ (جرم مولی HA برابر با ۶۰ گرم بر مول است.)

۸- ۲۲/۴ لیتر گاز هیدروژن فلوئورید را در شرایط STP در ۲۰ لیتر آب حل می کنیم، اگر مجموع غلظت یون های موجود در محلول برابر $2/4 \times 10^{-3}\ mol.l^{-1}$ باشد، درجه یونش هیدروفلوئوریک اسید کدام است؟

۹-از حل کردن ۴۰ گرم اسید HA در آب ورساندن حجم محلول به ۵۰۰ میلی لیتر، در مجموع $6/02 \times 10^{22}$ یون تولید می شود، درجه یونش اسید HA به تقریب چند است؟

۱۰- اگر درصد یونش اسید ضعیف HA برابر ۲٪ و غلظت مولار یون هیدرونیوم در محلولی ازآن برابر $10^{-3}\ mol.L^{-1}$ باشد، غلظت این اسید چند مول بر لیتر است و با ۱۰ میلی لیتر از این محلول، چند میلی لیتر محلول ۰/۰۲۵ مولار آن را می توان تهیه کرد؟
* (تجربی ۹۷) (جواب ۰/۰۵ و ۲۰) *راهنمایی: اول ازفرمول* M *اسیدروپیداکن بعد برو سراغ* $M_1V_1 = M_2V_2$

۱۱- HA یک اسید ضعیف است. این اسید به طور جزئی در آب به H^+ و A^- یونیده می شود. وقتی ۱ مول HA در مقدر مناسبی آب حل شود، مجموع مولکول های HA یونیده نشده و یون های H^+ و A^- در محلول روی هم برابر ۱/۱ مول می شود، درصد یونیده شدن مولکول های HA در شرایط داده شده چند است؟ (المپیاد ۹۰) * (جواب ۱۰٪) *راهنمایی: اول معادله تفکیک رو بنویس بعد جمع همه میشه ۱/۱ بعرش* X *وبعرش* α.

۱۲- اگر درجه یونش HX در محلول ۱ مولار آن برابر با ۰/۱ و درجه یونش HY در محلول ۰/۳ مولار آن برابر با ۰/۲ باشد ، نسبت غلظت تعادلی (پس از یونش) اسید HX به غلظت تعادلی اسید HY کدام است؟ * (جواب ۳/۷۵)

۱۳- اگر در دمای یکسان، ۴ گرم از اسید HX (با جرم مولی $50\ g.mol^{-1}$) و ۶ گرم از اسید HB (با جرم مولی $150\ g.mol^{-1}$) به طور جداگانه در نیم لیتر آب حل می شوند، غلظت یون های X^- و B^- در محلول های حاصل با هم برابر خواهد بود. در کدام گزینه رابطه بین درجه یونش این اسیدها، به درستی آورده شده است؟ * (جواب گزینه ۱)
۱) $\alpha(HB) = 2\alpha(HX)$ ۲) $3\alpha(HB) = 2\alpha(HX)$ ۳) $2\alpha(HB) = 3\alpha(HX)$ ۴) $2\alpha(HB) = \alpha(HX)$
راهنمایی: اول غلظت ها رو برست بیار بعد معادله تفکیک رو برای هردوبنویس بعد α *رو برای هردو نویس.*

۱۴- اگر ۲/۴ درصد از مولکول های HF در محلولی از در محلولی از آن با غلظت۱ مولار، یونیده شوند، به ازای حل شدن هر ۵۰۰ مولکول اسید و تشکیل محلول ۱ مولار، چند ذره به آب افزوده می شود؟ * (جواب ۵۱۲)

چند مثال از K_a و α

۱۵-محلول ۰/۲ مولار فورمیک اسید (HCOOH) به میزان ۳/۲ درصد یونیده می شود، ثابت یونش اسیدی (k_a) آن به تقریب چند است؟ (جواب $2/05 \times 10^{-4}$)راهنمایی: $\alpha < 0/05$ اسید ضعیف است. اگرهم نخواستی با فرمول اسید متوسط حل کن.

۱۶- غلظت یون هیدرونیوم در محلول ۰/۰۱ مولار اسید ضعیف HA در دمای معین برابر $7 \times 10^{-4}\ mol.L^{-1}$ است. ثابت یونش این اسید در همان دما چند است؟ (جواب $5/26 \times 10^{-5}$)

۱۷- در محلول ۰/۲ مولار اسید HA غلظت یون هیدرونیوم چند مول بر لیتر است؟($Ka = 4/5 \times 10^{-5}$) (جواب 3×10^{-3})

۱۸- درجه یونش اسید HA در محلول یک مول برلیتر آن چند است؟ ($Ka = 1/6 \times 10^{-3}$) راهنمایی: مشکلت اینه نمیدونی اسید ضعیفه یا نه!!! برای همین نسبت $\frac{Ka}{M}$ رو پیدا کن اگه کمتر از ۰/۰۰۲ بود با خیال راحت از $Ka = M\alpha^2$ استفاده کن.

۱۹- نسبت ثابت یونش اسید های HNO_3 و HCN برابر 10^{10} است. اگر غلظت نیتریک اسید و هیدروسیانیک اسید به ترتیب ۴ و ۰/۴ مولار باشد، نسبت درجه یونش محلول نیتریک اسید به محلول هیدروسیانیک اسید چند است؟ راهنمایی: نسبت Ka هردو اسید رو مساوی نسبت $M\alpha^2$ دوتا اسید قرار بده.

۲۰-اگر درصد یونش اسید ضعیف HA در محلولی از آن، برابر ۲۰٪ و ثابت یونش اسیدی آن برابر $1/2 \times 10^{-2}\ mol.L^{-1}$ باشد، غلظت اولیه این اسید چند مول بر لیتر است؟ * (جواب ۰/۲۴) راهنمایی: معادله یونش رو بنویس ، غلظت اولیه رو M و $H^+ = 0/2M$ در نظر بگیر ودر ثابت یونش بزار. راه دوم اینه بری سراغ فرمول Ka و M و α

۲۱- در محلول M مولار اسید HA با درجه یونش ۰/۵ ، چه رابطه ای بین غلظت یون هیدرونیوم و ثابت یونش اسیدی وجود دارد؟ * (جواب $Ka = [H^+]$) راهنمایی: معادله یونش رو بنویس بعد H^+ و A^- و M- H^+ در ثابت یونش جایگذاری کن.
راه دوم اینکه از فرمول یاد رفتی $\frac{Ka}{[H^+]} = \frac{a}{1-\alpha}$ استفاده کن.

PH ، محیط اسیدی، بازی و خنثی

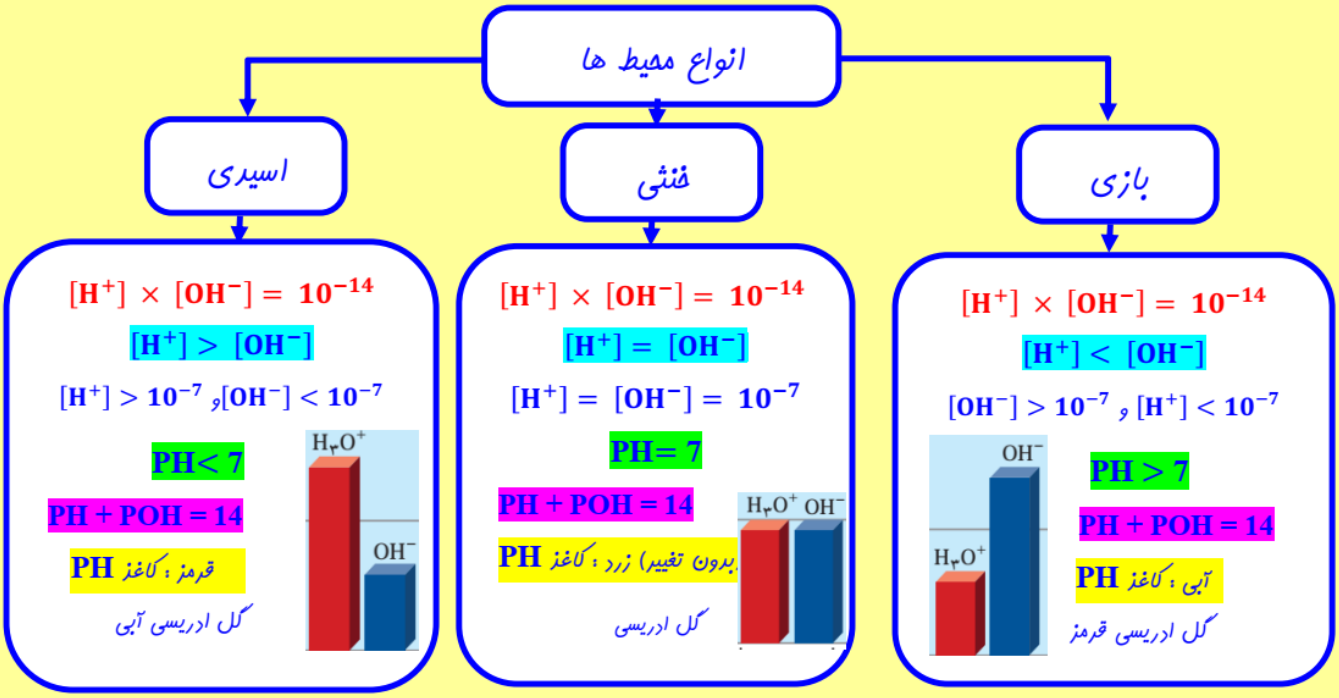
♣ آزمایش های دقیق نشان می دهند که آب خالص رسانایی الکتریکی ناچیزی دارد، زیرا آب به میزان کم یونیده می شود.

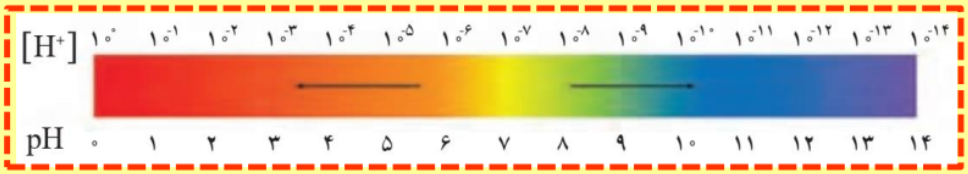
♣ آب و همه محلول های آبی، چه خنثی ، چه اسیدی و چه بازی همگی دارای H^+ و OH^- هستند ودر همه محیط ها در دمای ۲۵°C :

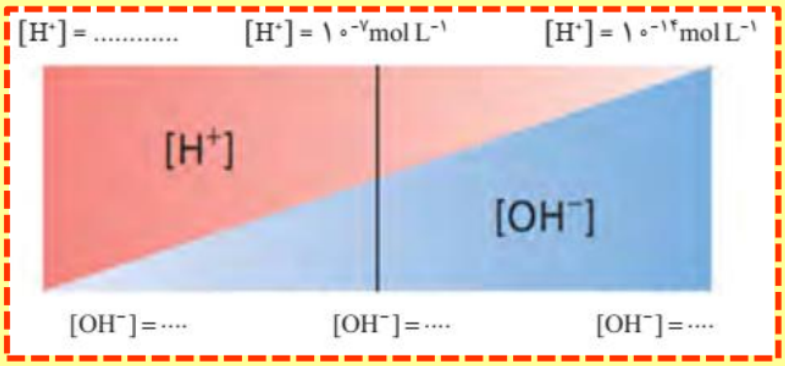
$$[H^+] \times [OH^-] = KW = 10^{-14}$$

KW فقط با دما تغییر می کند

♣ حتی در محیط های خیلی اسیدی، OH^- وجود دارد، فقط غلظت آن نسبت به H^+ کمتر است.

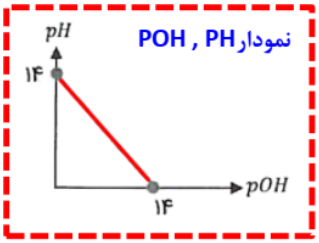




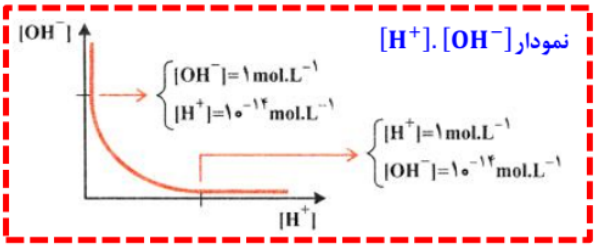


نمـــودار هـــا

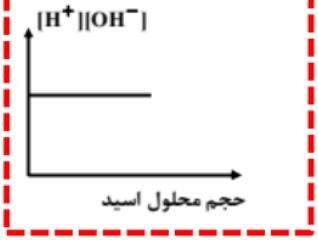
نمودار PH , POH



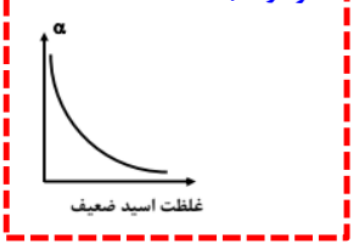
نمودار $[H^+].[OH^-]$



نمودار $[H^+].[OH^-]$



نمودار α , غلظت



نمودار K_a , غلظت

فرمول های PH و قوانین log

$PH = -\log [H^+] \xrightarrow{\text{اسید قوی}} PH = -\log M$ (غلظت اسید)

$POH = -\log [OH^-] \xrightarrow{\text{باز قوی}} POH = -\log M$ (غلظت باز)

$[H^+] \times [OH^-] = 10^{-14} \longrightarrow PH + POH = 14$

$[H^+] = 10^{-PH}$, $[OH^-] = 10^{-POH}$

(اسید ضعیف) $[H^+] = M.\alpha \xrightarrow{\text{اسید ضعیف}} PH = -\log M.\alpha$

(باز ضعیف) $[OH^-] = M.\alpha \xrightarrow{\text{باز ضعیف}} POH = -\log M.\alpha$

قوانین لگاریتم:

$\log a^n = n\log a$

$\log ab = \log a + \log b$

$\log \frac{a}{b} = \log a - \log b$

$H^+ = ۲\times۱۰^{-۳} \rightarrow pH = ۳ - \log ۲ = ۲/۷$

$H^+ = ۳\times۱۰^{-۴} \rightarrow pH = ۴ - \log ۳ = ۳/۵$

$H^+ = ۵\times۱۰^{-۲} \rightarrow pH = ۲ - \log ۵ = ۱/۳$

$pH = ۲/۷ \rightarrow H^+ = ۱۰^{-۲/۷} = ۱۰^{-۳} \times ۱۰^{۰/۳} = ۲\times۱۰^{-۳}$

$pH = ۳/۵ \rightarrow H^+ = ۱۰^{-۳/۵} = ۱۰^{-۴} \times ۱۰^{۰/۵} = ۳\times۱۰^{-۴}$

$pH = ۱/۳ \rightarrow H^+ = ۱۰^{-۱/۳} = ۱۰^{-۲} \times ۱۰^{۰/۷} = ۵\times۱۰^{-۲}$

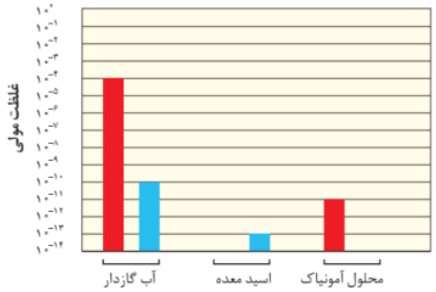
چند مثال برای درک PH

۲۲- جدول زیر را کامل کنید.

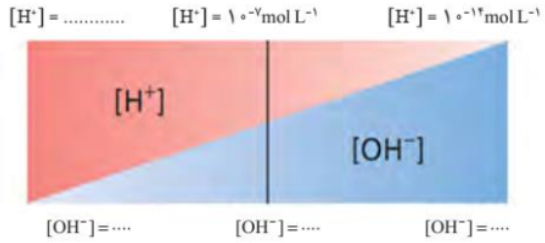
$[H^+] \times [OH^-]$	دما	$[H^+]$	$[OH^-]$	PH	POH
$[H^+] \times [OH^-] = 10^{-14}$		10^{-5}			
$[H^+] \times [OH^-] = 10^{-13}$		10^{-9}			
$[H^+] \times [OH^-] = 10^{-18}$		10^{-9}			

۲۳- باتوجه به شکل جدول را کامل کنید. (صفحه ۲۷ کتاب درسی)

	$[H^+]$	$[OH^-]$	PH	POH	α
آب گاز دار					
اسید معده					
محلول آمونیاک					



۲۴- جاهای خالی را پرکنید. (صفحه ۲۷ کتاب درسی)



۲۵- جدول زیر را کامل کنید. (صفحه ۲۸ کتاب درسی)

نام محلول	غلظت	$[H^+]$	$[OH^-]$	PH	درصد یونش
هیدروکلریک اسید	۰/۰۰ ۴				
هیدروفلوئوریک اسید	۰/۰۰ ۴				۲/۵
نیتریک اسید				۳/۷	
نمونه ای از آب دریاچه	-			۸/۵۲	-

۲۶- اگر ۱۰۰ میلی لیتر از یک محلول ، ۰/۰۲ مول از پتاسیم هیدروکسید KOH وجود داشته باشد، غلظت یون هیدروکسید و PH محلول را حساب کنید. (صفحه ۳۰ کتاب درسی)

۲۷- آ) اگر غلظت یون هیدرونیوم در شیره معده برابر ۰/۰ ۳ مول برلیتر باشد، PH آن چند است؟(صفحه ۳۲ کتاب درسی)
ب) PH شیره معده هنگام استراحت برابر ۳/۷ می باشد، غلظت یون هیدرونیوم دراین حالت چند است؟

۲۸- رنگ گل ادریسی در شرایطی که غلظت یون هیدرونیوم برابر 4×10^{-9} و یا 2×10^{-5} است به چه رنگ هایی خواهد بود؟(صفحه ۳۴ کتاب درسی)

۲۹- PH محلول باریم هیدروکسید با غلظت 4×10^{-2} مولار کدام است؟

۳۰- PH محلول NaOH با غلظت 2×10^{-2} مولار چند است؟ ($H^+ \times OH^- = 10^{-12}$)

۳۱- حاصل ضرب غلظت مولی یون های هیدرونیوم و هیدروکسید در دمای معین برابر $10^{-12/3}$ است. PH محلول ۰/۰ ۲ مولار کلسیم هیدروکسید در این دما چند است؟

۳۲- در محلولی از اسید HA با α = ۰/ ۲۵ در دمای اتاق غلظت HA برابر ۰/ ۶ مولار است، PH محلول چند است؟

۳۳- در دمای ۲۵°C، محلولی از کلسیم هیدروکسید ۰/۰ ۸ مولار و محلولی از آمونیاک با غلظت ۰/۰۰ ۲ $mol.\ L^{-1}$ و درصد یونش ۰/۲ درصد موجود است. تفاوت PH این دو محلول چند است؟

۳۴- در محلول ۲/۷ گرم بر لیتر باز BOH در دمای اتاق با $\alpha = 0/4$ ، PH محلول کدام است؟ ($BOH = 90\ g.\ mol^{-1}$)

۳۵- در هر میلی لیتر از محلول هیدرو فلوئوریک اسید، ۲ میلی گرم از این اسید وجود دارد. اگر درصد یونش مولکول های اسید در این محلول برابر ۲٪ باشد، PH این محلول چقدر می شود؟ ($F = 19 , H = 1\ g.\ mol^{-1}$)

۳۶- چنانچه ۵۶ میلی لیتر گاز آمونیاک در شرایط STP در ۲۵۰ میلی لیتر آب مقطر به طور کامل حل شود و درجه یونش آمونیاک برابر ۰/۰ ۲ باشد PH محلول حاصل چند است؟

۳ نکته در حین حل مسئله:

نکته ۱: اگه Ka داشتی ولی α رو نداشتی تا بیینی ضعیف است یانه، در این صورت نسبت $\frac{Ka}{M}$ رو بدست بیار اگه کمتر از ۰/۰۰۲ شد با خیال راحت از فرمول $Ka = M\alpha^2$ استفاده بکن.

نکته ۲: میدونستی برای اسیدهای قوی با غلظت بیشتر از ۱ مول برلیتر عدر PH منفی بدست میاد؟ مثلا PHاسید HCl ۲مولار ۰/۳- میشه.
راستی PH محلول HCl با غلظت 10^{-8} مولار چنده؟؟؟ مطمئنی؟

نکته ۳: در چند سوال بعدی جملات زیر به کار می ره:

$$\underset{M-X}{HF} \longrightarrow \underset{X}{H^+} + \underset{X}{F^-}$$

۱- غلظت در حال تعادل اسید : $(M-X)$ ۲- مجموع یون های تولید شده ۳ : $(X+X=2X)$

۳- غلظت گونه مولکولی : $(M-X)$ ۴- مجموع غلظت همه ی گونه ها: $(M-X)+X+X$

۳۷- در محلولی از HF با درصد یونش معادل ۱۰ درصد، مجموع غلظت گونه های یونی و مولکولی برابر $0.55\ mol.L^{-1}$ است. PH این محلول چند است؟

۳۸- در دمای ۲۵°C غلظت مولی HA برابر $12 \times 10^{-3}\ mol.L^{-1}$ است، اگر مجموع غلظت مولی گونه های موجود در محلول پس از یونش، نسبت به محلول قبل از یونش ۱/۰۴ برابر شده باشد، PH محلول چند است؟

۳۹- در محلولی از HF که حجمی معادل ۲ لیتر و PH = 4/4 دارد به سوالات زیر پاسخ بدهید. (جرم مولی = ۲۰)

آ) غلظت H^+ ..... **ب) مولاریته HF اولیه .....**

ب) غلظت OH^- ..... **ت) گرم HF اولیه .....**

۴۰- در دمای ۲۵°C در ۲۰۰ ml محلول باریم هیدروکسید با PH = 12/7 چند مول باریم هیدروکسید حل شده است؟

۴۱- محلولی از آمونیاک با PH 11/3 و درصد یونش ۴٪ در اختیار داریم، در هر میلی لیتر از این محلول چند میلی گرم گاز آمونیاک حل شده است؟ ($N=14, H=1\ g.mol^{-1}$)

۴۲- چنانچه PH محلول ۰/۰۸ مولار HA برابر ۱/۳ باشد، غلظت تعادلی HA چند است؟

PH ویــژه کنــکوری هاااا

۴۳- اگر غلظت یون هیدروکسید در محلول اسید HA با غلظت ۰/۰۲ مولار در دمای اتاق، برابر با 2×10^{-11} مول برلیتر باشد، ثابت یونش اسید HA کدام است و درجه یونش HA در این محلول، چند برابر درجه یونش آن در محلول ۰/۵ مولارآن در دمای اتاق است؟

۱- $1/25 \times 10^{-5}$ ، ۵
۲- 2×10^{-8} ، ۵
۳- 2×10^{-8} ، ۰/۲
۴- $1/25 \times 10^{-5}$ ، ۰/۲

راهنمایی: اول H^+ رو پیدا کن بعد Ka راحت پیدا میشه مهم اینجاست از اونجا که درجهتفکیک با α با غلظت رابطه معکوس داره $\frac{\alpha 1}{\alpha 2} = \sqrt{\frac{M2}{M1}}$ به جواب می رسی. البته میتونی α هارو جدا پیداکنی و به هم تقسیم کنی!!! (البته که تو باهوشی و میدونی درجه تفکیک در محیط رقیق بیشتره و باید ۵ ...)

۴۴- ثابت یونش اسید HA به ازای هر ۱۰ درجه ساسیوس افزایش دما، ۱۲/۵ درصد به صورت خطی افزایش می یابد. اگر ثابت یونش این اسید در ۴۵°C ، برابر 2×10^{-4} و غلظت HA در دمای ۲۵°C ، پس از یونش، برابر ۶ مولار باشد، نسبت شمار یون های هیدروکسید به شمار یون های هیدرونیوم در محلول آن با دمای ۲۵°C به تقریب کدام است و در کدام دما نسبت شمار یون های هیدروکسید به شمار یون های هیدرونیوم کم تر است؟ (*سراسری تجربی خارج ۹۹) (جواب گزینه ۴)

۱- $1/1 \times 10^{-11}$ ، 20
۲- 6×10^{-12} ، 30
۳- 6×10^{-12} ، 20
۴- $1/1 \times 10^{-11}$ ، 30

راهنمایی: اول ثابت یونش در دمای ۲۵ درجه بدست بیارکه میشه حدود ۲۵ درصد کمتراز دمای ۴۵بعدش از معادله تفکیک غلظت H^+ بعدش OH^- پیدا میشه بعدش ...

۴۵- اگر غلظت یون هیدروکسید در یک لیتر آب خالص در دمای ۹۰°C برابر Ppm ۱۰۲ ۰/۰ باشد، حاصل ضرب غلظت یون های هیدرونیوم و هیدروکسید در آب در این دما بر حسب $mol^2.L^{-2}$ کدام است؟ (* جواب گزینه ۳)

PH و Ppm

۱- $3/6 \times 10^{-14}$
۲- 6×10^{-13}
۳- $3/6 \times 10^{-13}$
۴- 6×10^{-14}

هروقت اختلاف PH داده باشند داریم: $PH_A - PH_B = a \longrightarrow \frac{[H^+]_A}{[H^+]_B} = 10^a$

۴۶- اگر بدانیم PH محلولی از HFبا درصد یونش ۱۰٪ سه واحد کمتر از PH محلول CH_3COOH با درصد یونش۲٪ باشد نسبت غلظت مولار HF به غلظت CH_3COOH کدام است؟

۱) ۱۰۰ ۲) ۲۰۰ ۳) $\frac{1}{100}$ ۴) $\frac{1}{200}$

پاسخ:

$pH_2 - pH_1 = 3 \qquad \frac{H_2}{H_1} = 10^{-3}$

$HF \rightleftharpoons H^+ + F^-$; $M_1 - x_1 \quad x_1 \quad x_1$

$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$; $M_2 - x_2 \quad x_2 \quad x_2$

$\left.\begin{matrix} \frac{x_1}{M_1} = 0/1 \\ \frac{x_2}{M_2} = 0/2 \end{matrix}\right\} \frac{0/02M_2}{0/1M_1} = \frac{1}{1000} \Rightarrow \frac{M_1}{M_2} = 200$

۴۷-برای اینکه PH آب خالص از ۷ به ۴ برسد، به هرلیتر آن چند میلی گرم نیتریک اسید باید افزود؟

($O = 16 , N = 14 , H = 1\ g.\ mol^{-1}$)

۱) ۶/۳ ۲) ۱/۸۹ ۳) ۱/۲۶ ۴) ۰/۶۳

۴۸- مقداری $N_2O_5(s)$ را در ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر وارد کرده و حجم محلول اسیدی را به ۰/۵ لیتر می رسانیم. اگر PH محلول حاصل، برابر ۱۵ /۰ باشد، مقدار $N_2O_5(s)$ چند میلی گرم بوده است؟ ($O = 16 , N = 14 , H = 1\ g.\ mol^{-1}$)

۱) 5×10^{-2} ۲) 2×10^{-11} ۳) 2×10^{-1} ۴) 8×10^{-11}

۴۹-در دمای اتاق، برای تهیه محلولی از پتاس به حجم ۳۰۰ میلی لیتر و $PH = 10$ ، به چند گرم پتاس با خلوص ۸۰ درصد نیاز است؟

۱) $2/1 \times 10^{-3}$ ۲) $1/68 \times 10^{-4}$ ۳) $2/1 \times 10^{-10}$ ۴) $1/68 \times 10^{-8}$

۵۰-به تقریب چند گرم از باز ضعیف BOH (جامد) ($M = 80\ g.\ mol^{-1}$) با درصد تفکیک ۲٪ باید به ۲۵۰ ml آب اضافه شود تا محلولی با $PH = 11$ به دست آید؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) ۸

۵۱- نسبت PH محلول ۰/۱ مولار اسید ضعیف HA با $K_a = 10^{-5}$ به PH محلول ۰/۲ مولار اسید ضعیف HX با $K_a = 10^{-5}$ به تقریب کدام است؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) $\frac{3}{2}$

۵۲- از انحلال ۵/۷۵ گرم فرمیک اسید در آب در یک دمای مشخص محلولی با PH = 2/3 بدست می آید اگر ثابت یونش اسید برابر 2×10^{-5} باشد حجم محلول به تقریب چند لیتر است؟ (فرمیک اسید HCOOH = 46) **(کنکور ۱۴۰۲)**

۱) $2/5 \times 10^{-6}$ ۲) 5×10^{-6} ۳) 5×10^{-5} ۴) $2/5 \times 10^{-5}$

۵۳- ۶۰ میلی لیتر محلول نیتریک اسید با PH = 0/7 را با ۴۰ میلی لیتر محلول پتاسیم هیدروکسید ۰/۲ مولار مخلوط می کنیم. PH محلول حاصل از این فرآیند چقدر می شود؟

۱) ۱۱/۶ ۲) ۱۲/۶ ۳) ۱/۴ ۴) ۲/۴

۵۴- ۰/۴ گرم NaOH را در آب حل کرده و اگر به آن ۱۰۰ میلی لیتر از KOH با PH = 13 اضافه کنیم و ۴۰۰ میلی لیتر آب با PH =7 اضافه کنیم PH نهایی کدام است؟

۵۵- در دمای ۲۵°C ، به ۲۰۰ ml محلول هیدرو کلریک اسید با PH = 1/3 مقدار ۳۰۰ ml محلول سود با PH = 13 اضافه می کنیم، PH نهایی کدام است؟

۱) ۱۲/۹ ۲) ۱۲/۶ ۳) ۱/۴ ۴) ۱/۱

۵۶- به ۱۰۰ ml محلول HNO_3 با PH= 1 چند گرم سود اضافه کنیم تا PH = 13 بشود؟

۱) ۰/۸ ۲) ۰/۰ ۸ ۳) ۸ ۴) ۰/۰۰ ۸

۵۷- ۲۰۰ میلی لیتر محلول استیک اسید با PH = 2/7 و درجه یونش ۰/۰ ۲ در اختیار داریم، محلول مورد نظر با چند گرم اتانول ۲۳٪ خالص به طور کامل واکنش می دهد ؟(O = 16 , C = 12 , H = 1 g. mol^{-1})

$$CH_3COOH + C_2H_5OH \longrightarrow$$

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) ۸

۵۸- اگر PH محلول اسید HA (α = ۰/ ۲)، برابر ۱/۴ باشد، ۲۰۰ میلی لیتر از این محلول با چند گرم سدیم هیدروژن کربنات با خلوص ۸۰ درصد واکنش می دهد؟ (O = 16 , C = 12, Na = 23 , H = 1 g. mol^{-1})

$$NaHCO_3(s) + HA(aq) \rightarrow NaA(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$$

۱) ۳/۳۶ ۲) ۴/۲۰ ۳) ۱/۱۲ ۴) ۲/۱

تمرین‌های دوره‌ای

۱ـ برای هر یک از موارد زیر دلیلی بیاورید.

آ) اسیدها و بازها با ثابت یونش کوچک، الکترولیت ضعیف به شمار می‌روند.

ب) اغلب اسیدها و بازهای شناخته شده، ضعیف هستند.

پ) در محلول ۰/۱ مولار نیتریک اسید در دمای اتاق، $[NO_3^-] = ۰/۱ \ mol\ L^{-1}$ است.

ت) در محلول ۰/۰۱ مولار فورمیک اسید، $[H^+] < [HCOOH]$ است.

۲ـ کاغذ pH بر اثر آغشته شدن به نمونه‌ای از یک محلول، به رنگ سرخ در می‌آید. همچنین رسانایی الکتریکی این محلول در شرایط یکسان به طور آشکاری از محلول آبی سدیم کلرید کمتر است. این محلول محتوی کدام ماده حل‌شونده می‌تواند باشد؟ توضیح دهید.

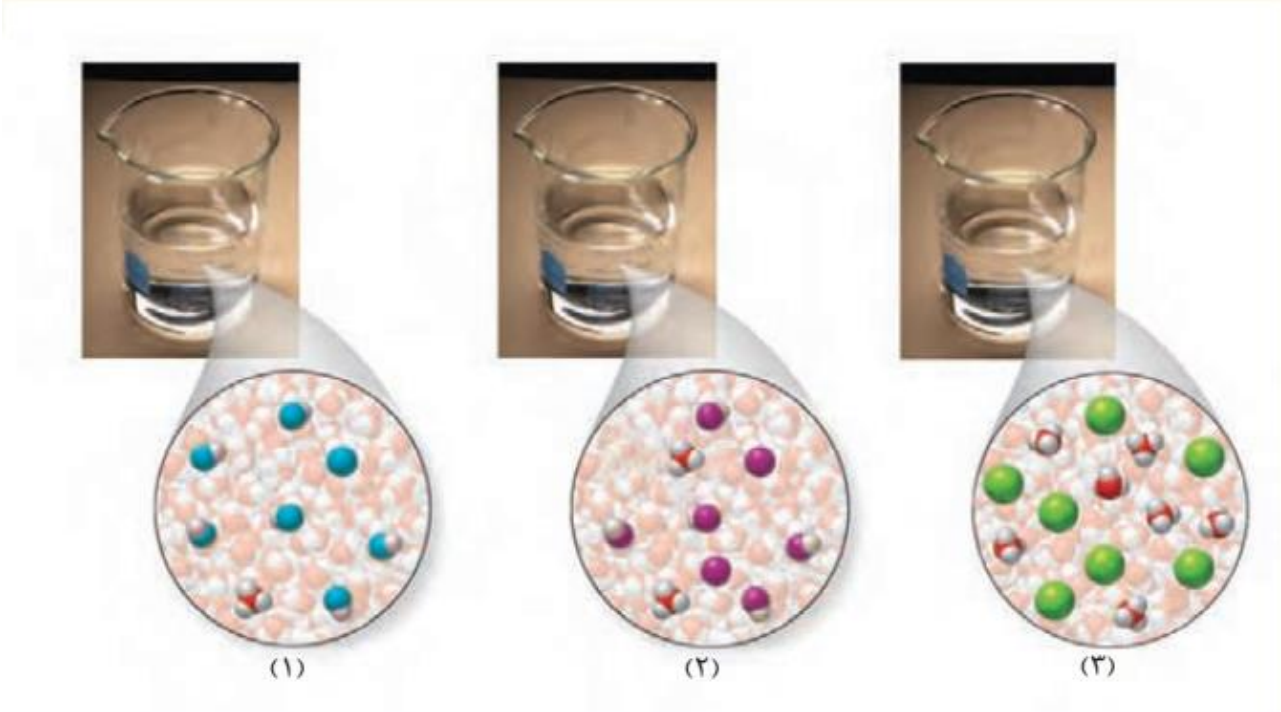
$$CH_3OH \ , \ KOH \ , \ HCOOH \ , \ HCl \ , \ NH_3$$

۳ـ در دما و غلظت یکسان، هر یک از شکل‌های زیر به کدام‌یک از محلول‌ها تعلق دارد؟ چرا؟

آ) محلول استیک‌اسید ($K_a = ۱/۸ \times ۱۰^{-۵}$).

ب) محلول هیدروبرمیک اسید (K_a بسیار بزرگ).

پ) محلول هیدروسیانیک اسید ($K_a = ۴/۹ \times ۱۰^{-۱۰}$).



۴ـ رنگ گل ادریسی به میزان اسیدی بودن خاک بستگی دارد. این گل در خاکی که غلظت یون هیدرونیوم آن $۲ \times ۱۰^{-۵}\ molL^{-۱}$ است به رنگ آبی اما در خاک دیگری که غلظت یون هیدرونیوم $۴ \times ۱۰^{-۹}\ molL^{-۱}$ است به رنگ سرخ شکوفا می‌شود. pH این دو نوع خاک را حساب کنید.

۵ـ به شکل (آ) توجه کنید:

$$[OH^-] \times [H_3O^+] = ?$$

(آ) حجم محلول

دانش‌آموزی برای نشان دادن ارتباط بین حاصل‌ضرب غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید با حجم محلول، شکل‌های ب تا ت را پیشنهاد داده است. کدام‌یک از این شکل‌ها ارتباط بین کمیت‌های داده شده را به درستی نشان می‌دهد؟

(ب) (پ) (ت)

۶ـ در نمونه‌ای از عصارهٔ گوجه فرنگی، غلظت یون هیدرونیوم ۴×۱۰^{۶} برابر غلظت یون هیدروکسید است. pH آن را حساب کنید و در جای خالی بنویسید.

۷ـ pH یک نمونه از آب سیب برابر با ۴/۷ است. نسبت غلظت یون‌های هیدرونیوم به یون‌های هیدروکسید را در این نمونه حساب کنید.

۸ـ شکل‌های زیر ۵۰۰ میلی‌لیتر از محلول آبی دو حل شونده متفاوت را نشان می‌دهد.

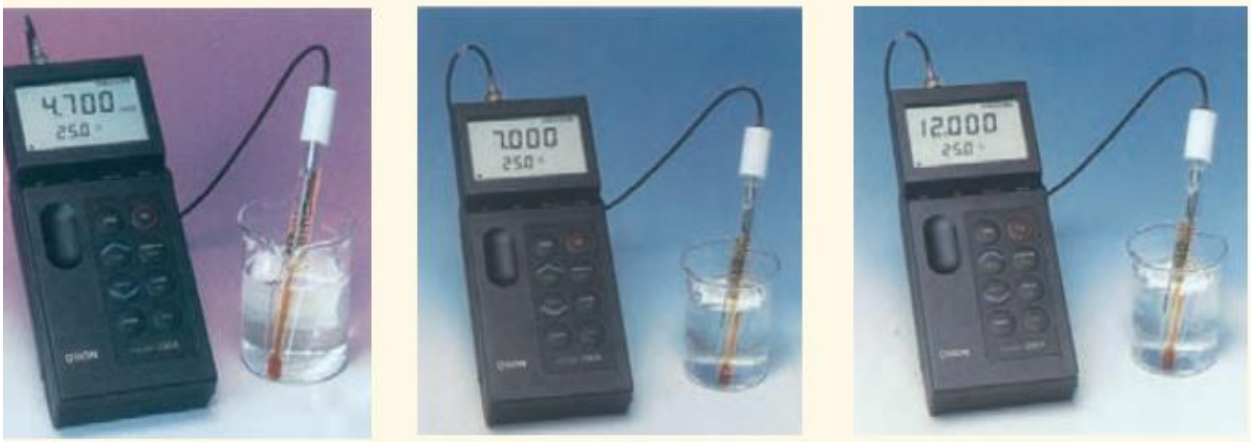
(۱) (۲)

آ) این نوع حل شونده‌ها اسید آرنیوس هستند یا باز آرنیوس؟ چرا؟

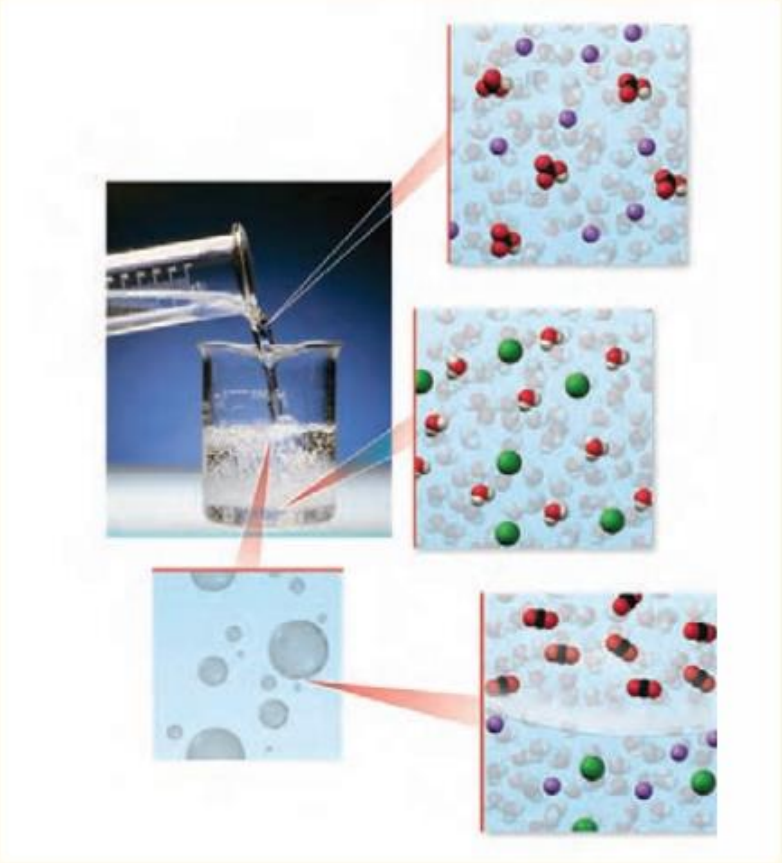
ب) درجه یونش و pH را برای هر یک از آنها حساب کنید (هر ذره را ۰/۰۰۱ مول از آن گونه در نظر بگیرید).

۹ـ HX و HY دو اسید ضعیف هستند. اگر ۱۲ گرم از HX و ۸ گرم از HY جداگانه در یک لیتر آب حل شوند، pH این دو محلول برابر خواهد شد. با مقایسه درجه یونش آنها مشخص کنید کدام اسید قوی‌تری است؟ چرا؟
(۱mol HX = ۱۵۰ g، ۱mol HY = ۵۰ g)

۱۰ـ یک کارشناس شیمی، pH نمونه‌هایی از ۲۰۰ لیتر محلول تهیه شده (۱ و ۲) را اندازه‌گیری کرده است. حساب کنید، چه جرمی از هر ماده حل‌شونده به ۲۰۰ لیتر آب افزوده شده است؟ از تغییر حجم چشم‌پوشی کنید.



۱۱ـ با توجه به شکل زیر که نمای ذره‌ای از یک واکنش را نشان می‌دهد، به پرسش‌ها پاسخ دهید.



$NaHCO_3(aq)$

+

… (aq)

↓

… (g)

+

NaCl(aq)

+

… (l)

آ) هر یک از جاهای خالی را با فرمول شیمیایی مناسب پر کنید.

ب) از واکنش ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول هیدروکلریک‌اسید ۰/۲ مول بر لیتر با مقدار کافی از سدیم هیدروژن کربنات، چند میلی‌لیتر گاز کربن‌دی‌اکسید در STP تولید می‌شود؟

۱۲ـ ثابت یونش برای محلول‌های BOH(aq) و B′OH(aq) در دمای اتاق به ترتیب برابر با $۱/۸\times۱۰^{-۵}$ و $۴/۸\times۱۰^{-۴}$ است.

آ) کدام‌یک باز قوی‌تری است؟ چرا؟

ب) pH کدام محلول کمتر است؟ چرا؟