



## شیمی (۳)

### فصل ۱: مولکول‌ها در خدمت تندرستی

نکات خود را بیازمایید ..... صفحه ۲ کتاب درسی

۱. در گذشته به دلیل در دسترس نبودن، کمبود یا استفاده نکردن از صابون، سطح بهداشت فردی و همگانی بسیار پایین بود، به طوری که بیماری‌های گوناگون به سادگی در جهان گسترش می‌یافت.
۲. ساده‌ترین و مؤثرترین راه پیشگیری بیماری‌ها، رعایت بهداشت فردی و همگانی است.
۳. شاخص امید به زندگی به عوامل گوناگونی مانند میزان شادی افراد جامعه، سلامت محیط زیست، سطح آگاهی مردم، میزان ورزش همگانی، نوع تغذیه، شیوه و میزان ارائه خدمات بهداشتی و درمانی وابسته است.
۴. با افزایش سطح تندرستی و بهداشت فردی و همگانی، شاخص امید به زندگی نیز در جهان افزایش یافته است.

خود را بیازمایید ..... صفحه ۲ و ۳ کتاب درسی

نمودار زیر (صفحه ۲ کتاب درسی) توزیع جمعیت جهان را براساس امید به زندگی آنها در دوره‌های زمانی گوناگون نشان می‌دهد. (آ) با توجه به نمودار، جدول زیر را برای گستره سنی ۴۰ تا ۵۰ سالگی کامل کنید.

۱۳۹۵-۱۳۹۰	۱۳۷۰-۱۳۶۵	۱۳۳۵-۱۳۳۰	دوره زمانی
حدود ۲ درصد	حدود ۸ درصد	حدود ۳۱ درصد	درصد جمعیت

(ب) در دوره زمانی ۱۳۳۰ تا ۱۳۳۵، امید به زندگی برای چند درصد از مردم جهان در بین ۴۰ تا ۵۰ سال بوده است؟

در این دوره زمانی، امید به زندگی برای ۳۱ درصد از مردم جهان در بین ۴۰ تا ۵۰ سال بوده است.

(پ) در دوره زمانی ۱۳۷۰ تا ۱۳۷۵ امید به زندگی برای بیشتر مردم دنیا در حدود چند سال است؟

در این دوره زمانی، امید به زندگی در حدود ۶۰ تا ۷۰ سال است.

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

با گذشت زمان، امید به زندگی در سطح جهان افزایش یافته است. شاخص امید به زندگی به عواملی مانند سطح علم و دانش افراد، سلامت محیط زیست، نوع تغذیه و میزان ارائه خدمات بهداشتی و درمانی بستگی دارد، بنابراین هنگامی که افراد در زندگی از رفاه اجتماعی، بهداشتی و فرهنگی بیشتری برخوردار باشند، میزان امید به زندگی نیز در جامعه افزایش می‌یابد.

(ث) امروزه امید به زندگی برای بیشتر مردم دنیا، در حدود چند سال است؟

با توجه به نمودار، امروزه، امید به زندگی برای بیشتر مردم دنیا بین ۷۰ تا ۸۰ سال است.



### نکات خود را بیازمایید

صفحه ۴ کتاب درسی

۱. آلاینده‌ها موادی هستند که بیش از مقدار طبیعی در یک محیط، ماده یا یک جسم وجود دارند. گل ولای آب، گرد و غبار هوا، لکه‌های چربی و مواد غذایی روی لباس‌ها و پوست بدن نمونه‌هایی از آلاینده‌ها هستند.
۲. در فرایند انحلال، اگر ذره‌های سازنده حل‌شونده با مولکول‌های حلال جاذبه‌های مناسب برقرار کنند، حل‌شونده در حلال حل می‌شود. در غیر این صورت ذره‌های حل‌شونده کنار هم باقی می‌مانند و در حلال پخش نمی‌شوند.
۳. عسل به راحتی با آب شسته و در آن پخش می‌شود، زیرا عسل حاوی مولکول‌های قطبی بوده و با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی برقرار می‌کند و در سرتاسر آب پخش می‌شود.

### خود را بیازمایید

صفحه ۴ کتاب درسی

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

نام ماده	فرمول شیمیایی	محلول در آب	محلول در هگزان
اتیلن گلیکول (ضد یخ)	$\text{CH}_2\text{OHCH}_2\text{OH}$	✓	×
نمک خوراکی	$\text{NaCl}$	✓	×
بنزین	$\text{C}_8\text{H}_{18}$	×	✓
اوره	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	✓	×
روغن زیتون	$\text{C}_{57}\text{H}_{104}\text{O}_6$	×	✓
وازلین	$\text{C}_{25}\text{H}_{52}$	×	✓

- ضد یخ یا اتیلن گلیکول ( $\text{CH}_2\text{OHCH}_2\text{OH}$ ) دارای گروه‌های هیدروکسیل ( $\text{OH}$ ) بوده و بسیار قطبی است. بنابراین بین مولکول‌های ضد یخ و آب، پیوند هیدروژنی تشکیل شده و باعث انحلال اتیلن گلیکول در آب می‌گردد.
- نمک خوراکی ( $\text{NaCl}$ ) ترکیب یونی است که در آن یون‌های  $\text{Na}^+$  و  $\text{Cl}^-$  در یک شبکه بلوری قرار دارند و با پیوند یونی به یکدیگر متصل شده‌اند. هنگامی که  $\text{NaCl}$  در آب حل می‌شود، جاذبه قوی بین  $\text{Cl}^-$  و سر مثبت مولکول‌های آب ( $\text{H}_2\text{O} \cdots \text{H}_2\text{O}$ ) و یون‌های  $\text{Na}^+$  با سر منفی مولکول‌های آب ( $\text{H}_2\text{O} \cdots \text{Na}^+$ ) به وجود می‌آید و این برهم‌کنش یون-دوقطبی، باعث انحلال ترکیب یونی  $\text{NaCl}$  در آب می‌شود.
- بنزین ( $\text{C}_8\text{H}_{18}$ ) هیدروکربن بوده و ناقطبی است. بنابراین میان بنزین و هگزان برهم‌کنش دو قطبی القایی-دو قطبی القایی ایجاد شده و در نتیجه می‌تواند بنزین به راحتی در هگزان حل شود.
- اوره  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  به دلیل داشتن  $\text{NH}_2$  بسیار قطبی است، بنابراین هنگامی که اوره را به آب اضافه می‌کنیم، با تشکیل پیوند هیدروژنی با مولکول‌های آب می‌تواند در آن حل شود.
- روغن زیتون ( $\text{C}_{57}\text{H}_{104}\text{O}_6$ ) از دو بخش قطبی و ناقطبی تشکیل شده است. با توجه به اینکه بخش ناقطبی (زنجیر هیدروکربنی) بسیار بزرگ‌تر از بخش قطبی آن است، روغن زیتون در هگزان حل می‌شود.
- وازلین ( $\text{C}_{25}\text{H}_{52}$ ) هیدروکربن و ناقطبی است. به همین دلیل بین وازلین و هگزان برهم‌کنش دو قطبی القایی-دو قطبی القایی ایجاد شده و به راحتی در هگزان حل می‌شود.







## نکات خود را بیازمایید

صفحه ۷ کتاب درسی

۱. اغلب موادی که در زندگی روزانه با آنها سروکار داریم، از مخلوط دو یا چند ماده تشکیل شده‌اند.
۲. مخلوط‌ها به سه دستهٔ محلول‌ها، کلوئیدها و سوسپانسیون تقسیم می‌شوند.
۳. محلول‌ها مخلوط‌هایی همگن هستند که از یون‌ها و مولکول‌ها تشکیل شده‌اند. ذرات سازندهٔ آنها پایدار بوده و نور را از خود عبور می‌دهند، مانند محلول کات‌کبود در آب.
۴. کلوئید نوعی مخلوطی ناهمگن است که حاوی توده‌های مولکولی با اندازه‌های متفاوت است. ذرات سازندهٔ کلوئیدها پایدار بوده و ته‌نشین نمی‌شوند. همچنین قطر ذره‌های تشکیل‌دهندهٔ کلوئیدها به اندازه‌ای است که می‌توانند نور مرئی را پخش کنند. بنابراین مسیر عبور نور از میان کلوئیدها قابل مشاهده است. شیر، ژله، سس مایونز، رنگ و مخلوط پایدارشدهٔ آب روغن نمونه‌هایی از کلوئیدها هستند.
۵. سوسپانسیون نوعی مخلوطی ناهمگن است که یکی از اجزای آن پس از مدتی ته‌نشین می‌شود، به همین دلیل می‌گوییم سوسپانسیون‌ها ناپایدار هستند و ذرات آن باعث پخش نور می‌شوند.

## خود را بیازمایید

صفحه ۷ کتاب درسی

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

ویژگی	نوع مخلوط	سوسپانسیون	کلوئیدها	محلول
رفتار در برابر نور	نور را پخش می‌کنند	نور را پخش نمی‌کنند و از خود عبور می‌دهد	نور را پخش می‌کنند	نور را پخش نمی‌کنند و از خود عبور می‌دهد
همگن بودن	ناهمگن	ناهمگن	ناهمگن	همگن
پایداری	ناپایدار است / ته‌نشین می‌شود	پایدار است / ته‌نشین نمی‌شود	پایدار است / ته‌نشین نمی‌شود	پایدار است / ته‌نشین نمی‌شود
ذره‌های سازنده	ذره‌های ریز ماده	مولکول‌های بزرگ یا توده‌های مولکولی	مولکول‌های بزرگ یا توده‌های مولکولی	یون‌ها یا مولکول‌ها یا اتم‌ها

۲ دربارهٔ جملهٔ زیر گفت‌وگو کنید.

«کلوئیدها را می‌توان همانند پلی بین سوسپانسیون و محلول‌ها در نظر گرفت.»

ذره‌های سازندهٔ کلوئیدها مانند سوسپانسیون‌ها به اندازهٔ کافی درشت هستند که بتوانند نور مرئی را پخش کنند. به طوری که مسیر عبور نور قابل دیدن است. از طرفی ذره‌های سازندهٔ کلوئیدها مانند محلول‌ها پایدار بوده، ته‌نشین نمی‌شوند. در واقع ذرات کلوئیدها از نظر اندازه هم بین محلول‌ها و سوسپانسیون‌ها هستند. این ویژگی‌های کلوئیدها باعث شده که بتوان آن را همانند پلی بین سوسپانسیون و محلول‌ها در نظر گرفت.



## پرسش متن

صفحه ۸ کتاب درسی

برای پاک کردن لکه‌های چربی از چه مواد یا روش‌های دیگری می‌توان استفاده کرد؟  
برای پاک کردن لکه‌های چربی علاوه بر صابون می‌توان از مایع ظرفشویی، الکل و پودر تالک (پودر بچه) استفاده کرد.

## نکات کاوش کنید (۱)

صفحه ۸ و ۹ کتاب درسی

۱. هنگامی که صابون وارد آب می‌شود، به کمک سرآب‌دوست خود در آن حل می‌شود. از سوی دیگر ذره‌های صابون با بخش آب‌گریز خود با مولکول‌های چربی جاذبه برقرار می‌کنند. 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.
۲. در واقع صابون همه لکه‌ها را به یک اندازه از بین نمی‌برد زیرا نوع پارچه، دما، نوع آب و مقدار صابون نیز بر روی قدرت پاک‌کنندگی آن تأثیر دارد.
۳. آب دریا و مناطق کویری را که حاوی یون‌های کلسیم و منیزیم هستند، آب سخت می‌نامند.
۴. صابون با یون‌های موجود در آب سخت رسوب تشکیل می‌دهد، به همین دلیل صابون در آب سخت به خوبی کف نمی‌کند و قدرت پاک‌کنندگی آن نسبت به آب عادی کاهش می‌یابد.
۵. صابون با یون‌های موجود در آب سخت رسوب تشکیل می‌دهد. لکه‌های سفیدی که پس از شستن لباس با صابون روی آنها بر جای می‌ماند، نشانه‌ای از تشکیل چنین رسوب‌هایی است.

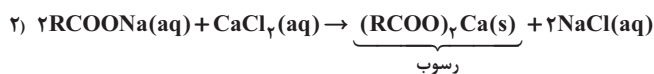
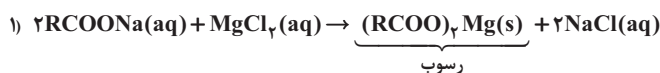
## کاوش کنید (۱)

صفحه ۸ و ۹ کتاب درسی

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

شماره بشر	۱	۲	۳
ارتفاع کف ایجادشده (cm)	۳cm	۱cm	۱cm

آ از این داده‌ها چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟ صابون در آب‌هایی که حاوی یون‌های کلسیم و منیزیم است به خوبی کف نمی‌کند.  
(ب) با توجه به معادله‌های شیمیایی زیر، توضیح دهید چرا ارتفاع کف در ظرف شماره ۲ و ۳ کمتر از ظرف شماره ۱ است؟



صابون با یون‌های کلسیم و منیزیم موجود در آب رسوب تشکیل می‌دهد، بنابراین صابون در آب‌های حاوی این یون‌ها به خوبی کف نمی‌کند و پاک‌کنندگی خوبی هم ندارد.

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

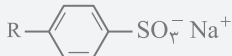
خیر، زیرا آب دریا در مقایسه با آب چشمه مقادیر چشمگیری از یون‌های کلسیم و منیزیم دارد. در نتیجه صابون با یون‌های موجود در آب دریا رسوب تشکیل داده و کف نمی‌کند. بنابراین قدرت پاک‌کنندگی صابون در آب دریا کاهش می‌یابد.



## نکات خود را بیازمایید

صفحه ۹ و ۱۰ کتاب درسی

افزایش تقاضای جهانی برای صابون و کاربردهای آن از یک سو و کاهش عرضه این فراورده از سوی دیگر سبب شد تا شیمی‌دان‌ها با استفاده از بنزن و دیگر مواد اولیه در صنایع پتروشیمی ساختاری شبیه به صابون به میزان انبوه و با قیمت مناسب تولید کنند. به این مواد پاک‌کننده‌های غیرصابونی می‌گویند.



## خود را بیازمایید

دانش‌آموزی برای مقایسه قدرت پاک‌کنندگی 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 باقی‌مانده
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؟ مقایسه درصد لکه باقی‌مانده روی پارچه نخی با صابون بدون آنزیم و آنزیم‌دار در دمای ۳۰°C و ۴۰°C نشان می‌دهد که افزایش دما قدرت پاک‌کنندگی صابون را افزایش می‌دهد.

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

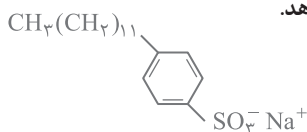
مقایسه درصد لکه باقی‌مانده روی پارچه نخی در صابون بدون آنزیم با صابون آنزیم‌دار نشان می‌دهد که افزودن آنزیم به صابون، قدرت پاک‌کنندگی آن را افزایش می‌دهد.

پ) آیا میزان چسبندگی لکه‌های چربی روی پارچه‌های گوناگون یکسان است؟ از کدام داده جدول چنین نتیجه‌ای به دست می‌آید؟ خیر، با مقایسه درصد لکه باقی‌مانده روی پارچه نخی و پلی‌استر در دمای ۴۰°C با صابون آنزیم‌دار مشاهده می‌شود که در پارچه نخی تمام لکه‌های چربی از بین رفته است در حالی که روی پارچه پلی‌استر ۱۵ درصد لکه باقی‌مانده است، بنابراین نوع پارچه نیز در میزان پاک‌کنندگی صابون تأثیر دارد.

## خود را بیازمایید

صفحه ۱۱ کتاب درسی

شکل زیر فرمول ساختاری و مدل فضاپرکن را برای نوعی پاک‌کننده غیرصابونی نشان می‌دهد.



بخش آب‌دوست      بخش آب‌گریز

با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید.

آ) بخش‌های آب‌دوست و آب‌گریز آن را مشخص کنید.



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

شباهت‌ها:

- ۱- پاک‌کننده‌های غیرصابونی نیز مانند صابون‌ها دارای دو بخش آب‌دوست (قطبی) و آب‌گریز (ناقطبی) است.
  - ۲- در پاک‌کننده‌های غیرصابونی نیز مانند صابون‌ها، چربی به بخش آب‌گریز متصل شده و بخش آب‌دوست نیز سبب پخش شدن چربی‌ها در آب می‌شود.
  - ۳- صابون‌ها نیز مانند پاک‌کننده‌های غیرصابونی در آب عادی خاصیت پاک‌کنندگی دارند.
- تفاوت‌ها:

- ۱- صابون‌ها منشأ گیاهی و حیوانی دارند در صورتی که پاک‌کننده‌های غیرصابونی از مواد پتروشیمی طی واکنش‌های پیچیده در صنعت تولید می‌شوند.
- ۲- در بخش قطبی پاک‌کننده‌های غیرصابونی گروه سولفونات ( $-SO_3^-$ ) وجود دارد اما در بخش قطبی صابون گروه کربوکسیلات ( $-CO_2^-$ ) است.
- ۳- در پاک‌کننده‌های غیرصابونی، بخش ناقطبی شامل زنجیره هیدروکربنی به همراه حلقه بنزن است. در حالی که در صابون بخش ناقطبی شامل زنجیره هیدروکربن است.
- ۴- قدرت پاک‌کننده‌های غیرصابونی از صابون بیشتر است و در آب‌های سخت نیز خاصیت پاک‌کنندگی خود را حفظ می‌کنند، زیرا گروه سولفونات بر خلاف گروه کربوکسیلات با یون‌های  $Mg^{2+}$  و  $Ca^{2+}$  ترکیب‌های انحلال‌پذیر می‌دهد.

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

در پاک‌کننده‌های غیرصابونی، چربی‌ها به زنجیر آلکیل می‌چسبند و گروه سولفونات ( $-SO_3^-$ ) که در انتهای پاک‌کننده قرار دارد با آب جاذبه برقرار می‌کند. این پاک‌کننده‌ها مانند پلی بین مولکول‌های آب و چربی قرار می‌گیرند. به این ترتیب، سبب حل شدن چربی‌ها در آب می‌شوند.

**نکات با هم بیندیشیم** ..... صفحه ۱۲ و ۱۳ کتاب درسی

۱. برای ساختن صابون، بیه گوسفند را با سود سوزآور در دیگ‌های بزرگ با آب برای چندین ساعت می‌جوشانند و پس از قالب‌گیری آنها را در آفتاب خشک می‌کنند.
۲. از صابون گوگرددار برای از بین بردن جوش صورت و قارچ پوستی استفاده می‌شود. همچنین به منظور افزایش خاصیت ضدعفونی‌کنندگی و میکروب‌کشی صابون به آنها ماده شیمیایی کلردار اضافه می‌کنند.
۳. برای افزایش قدرت پاک‌کنندگی مواد شوینده به آنها نمک‌های فسفات می‌افزایند، تا با یون‌های کلسیم و منیزیم موجود در آب‌های سخت واکنش داده و از تشکیل رسوب و ایجاد لکه روی لباس جلوگیری کنند.
۴. موادی مانند هیدروکلریک اسید (جوهر نمک)، سدیم هیدروکسید و سفیدکننده‌ها جزء پاک‌کننده‌های خورنده هستند. این پاک‌کننده‌ها از نظر شیمیایی فعال بوده و خاصیت خوردگی نیز دارند. به همین دلیل نباید با پوست تماس داشته باشند. از این مواد برای زدودن رسوب‌های دیواره کتری، لوله‌ها، آب‌راه‌ها و دیگ‌های بخار استفاده می‌شود.





## با هم بیندیشیم

صفحه ۱۲ و ۱۳ کتاب درسی

- ۱) با توجه به تغییر رنگ کاغذ pH، در هر یک از شکل‌های صفحه ۱۲ کتاب درسی مشخص کنید که هر پاک‌کننده چه خاصیتی دارد؟ با توجه به رنگ کاغذ pH محلول جوهرنمک و سرکه سفید خاصیت اسیدی دارند. در صورتی که محلول سود و صابون خاصیت بازی دارند.
- ۲) نوعی پاک‌کننده که به شکل پودر عرضه می‌شود شامل مخلوط سدیم هیدروکسید و پودر آلومینیم است. این پاک‌کننده برای باز کردن مجاری مسدودشده در برخی وسایل و دستگاه‌های صنعتی استفاده می‌شود. با توجه به الگوی زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.

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

آ) توضیح دهید چرا از این پودر برای باز کردن لوله‌ها و مسی‌ری‌هایی استفاده می‌شود که بر اثر ایجاد رسوب و تجمع چربی‌ها بسته شده‌اند؟ زیرا سدیم هیدروکسید (NaOH) با چربی‌های موجود در لوله واکنش داده و صابون تشکیل می‌شود. در نتیجه صابون تشکیل شده باعث از بین رفتن رسوب و چربی‌ها می‌گردد. همچنین این واکنش گرماده بوده و با افزایش دما سبب ذوب شدن چربی‌ها می‌شود. از طرف دیگر از واکنش این پودر با آب گاز هیدروژن آزاد می‌شود که می‌تواند با ایجاد فشار آلاینده‌ها را از لوله جدا کرده و از بین ببرد.

ب) از آنجا که واکنش این مخلوط با آب گرماده است، توضیح دهید این ویژگی چه اثری بر قدرت پاک‌کنندگی آن دارد؟ با آزاد شدن گرما، چربی‌ها در دمای بالا ذوب شده و شناور از هم گسسته می‌شوند. از طرف دیگر چون واکنش گرماده است با افزایش دما قدرت پاک‌کنندگی صابون افزایش می‌یابد و واکنش سریع‌تر انجام می‌شود.

پ) تولید گاز چگونه قدرت پاک‌کنندگی این مخلوط را افزایش می‌دهد؟ توضیح دهید. گاز هیدروژن تولیدشده باعث به وجود آمدن سوراخ در بین چربی‌ها و رسوبات می‌شوند و از طرف دیگر فشار ناشی از گاز هیدروژن باعث جدا شدن رسوب‌ها و چربی‌ها از دیواره لوله می‌گردد.

## نکات با هم بیندیشیم

صفحه ۱۴ و ۱۵ کتاب درسی

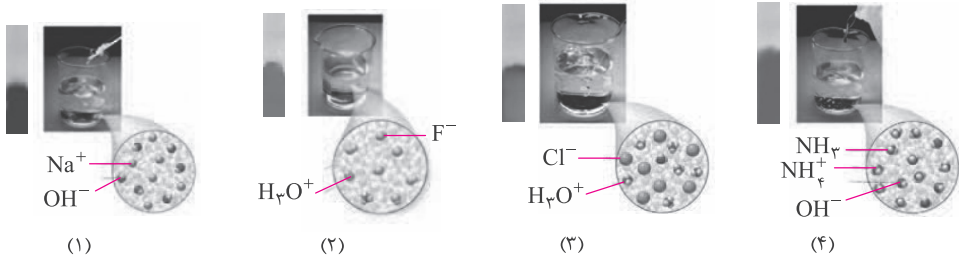
- عملکرد بدن انسان به میزان مواد اسیدی و بازی موجود در آن وابسته است. اسیدهای خوراکی مزه ترش و بازها مزه تلخ دارند.
- اسیدها با اغلب فلزها واکنش می‌دهند و در تماس با پوست سوزش ایجاد می‌کنند. در حالی که بازها در سطح پوست همانند صابون، احساس لیزی ایجاد می‌کنند اما به آن نیز آسیب می‌رسانند.
- ماده‌ای را که در آب حل شود و یون هیدرونیوم ( $\text{H}^+(\text{aq})$ ) تولید کند، اسید آرنیوس می‌گویند.
- ماده‌ای را که در آب حل شود و یون هیدروکسید ( $\text{OH}^-(\text{aq})$ ) تولید کند، باز آرنیوس می‌گویند.
- در محلولی، هر چه غلظت یون هیدرونیوم ( $\text{H}^+(\text{aq})$ ) بیشتر باشد، آن محلول اسیدی‌تر و هر چه غلظت یون هیدروکسید ( $\text{OH}^-(\text{aq})$ ) بیشتر باشد، آن محلول بازی‌تر است.
- اگر در یک سامانه غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید با هم برابر باشد، آن سامانه خنثی است.



## با هم بیندیشیم

صفحه ۱۴ و ۱۵ کتاب درسی

۱ با حل شدن اسیدها یا بازها در آب، مقدار یون‌های موجود در آب افزایش می‌یابد. شکل‌های زیر نمای ذره‌ای از محلول چند ماده در آب را نشان می‌دهند. با توجه به شکل و تغییر رنگ کاغذ pH به پرسش‌ها پاسخ دهید.



آ کدام محلول‌ها خاصیت اسیدی و کدام‌ها خاصیت بازی دارند؟ محلول (۲) و (۳) خاصیت اسیدی دارند، زیرا کاغذ pH را به رنگ قرمز درآورده‌اند. در صورتی که محلول (۱) و (۴) خاصیت بازی دارند، زیرا کاغذ pH را به رنگ آبی درمی‌آورند.

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

یون هیدرونیوم ( $\text{H}^+(\text{aq})$ )، زیرا در هر دو محلول ۲ و ۳ به ترتیب فلئوئوریک اسید ( $\text{HF}$ ) و هیدروکلریک اسید ( $\text{HCl}$ ) حل شده و یون  $\text{H}^+(\text{aq})$  را آزاد کرده‌اند.

پ) خاصیت بازی محلول‌های ۱ و ۴ را به کدام یون نسبت می‌دهید؟ چرا؟ یون هیدروکسید ( $\text{OH}^-(\text{aq})$ )، زیرا در دو محلول ۱ و ۴ به ترتیب سدیم هیدروکسید ( $\text{NaOH}$ ) و آمونیوم هیدروکسید ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) حل شده و یون  $\text{OH}^-$  آزاد کرده‌اند.

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

ماده‌ای را که سبب افزایش غلظت یون هیدرونیوم ( $\text{H}^+(\text{aq})$ ) در محلول شود، اسید آرنیوس می‌نامند.

ماده‌ای را که سبب افزایش یون هیدروکسید ( $\text{OH}^-(\text{aq})$ ) در محلول شود، باز آرنیوس می‌گویند.

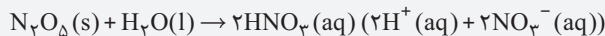
۳ در هر مورد با خط زدن واژه نادرست، عبارت داده شده را کامل کنید.

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

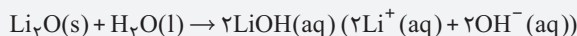
ب) سدیم هیدروکسید جامد یک  $\frac{\text{اسید}}{\text{باز}}$  آرنیوس به شمار می‌رود، زیرا در آب سبب افزایش غلظت یون  $\frac{\text{هیدرونیوم}}{\text{هیدروکسید}}$  می‌شود.

نکات خود را بیاورید صفحه ۱۶ کتاب درسی

۱. اکسید نافلرها به هنگام حل شدن در آب، یون هیدرونیوم ( $\text{H}^+(\text{aq})$ ) تولید می‌کنند. به همین دلیل اکسید نافلرها، اسید آرنیوس به شمار می‌آیند و به آنها اکسید اسیدی می‌گویند. برای مثال:



۲. اکسید فلزها به هنگام حل شدن در آب، واکنش می‌دهند و یون هیدروکسید ( $\text{OH}^-(\text{aq})$ ) تولید می‌کنند. به همین دلیل اکسید فلزها، باز آرنیوس به شمار می‌آیند و به آنها اکسید بازی می‌گویند. برای مثال:

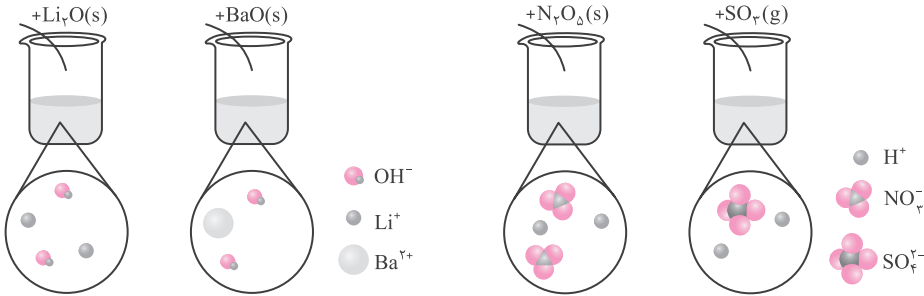




### خودرابطه‌یابی کنید

صفحه ۱۶ کتاب درسی

آب 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؟



با توجه به شکل، با حل شدن  $\text{Li}_2\text{O}(\text{s})$  و  $\text{BaO}(\text{s})$  در آب، غلظت یون هیدروکسید ( $\text{OH}^-(\text{aq})$ ) در آب افزایش می‌یابد، بنابراین این اکسیدهای فلزی، باز آرنیوس به شمار می‌روند. در حالی که با حل شدن  $\text{N}_2\text{O}_5(\text{s})$  و  $\text{SO}_3(\text{g})$  در آب، غلظت یون هیدرونیوم ( $\text{H}^+(\text{aq})$ ) در آب افزایش یافته است، بنابراین اکسیدهای نافلزی، اسید آرنیوس هستند.

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

معادله شیمیایی واکنش اکسیدهای فلزی با آب به صورت زیر است:



معادله شیمیایی واکنش اکسیدهای نافلزی با آب به صورت زیر است:



پ) جدول زیر را کامل کنید.

رنگ کاغذ pH در محلول	نوع اکسید		فرمول شیمیایی	نام ترکیب شیمیایی
	بازی	اسیدی		
قرمز	✗	✓	$\text{SO}_3$	گوگرد تری‌اکسید
قرمز	✗	✓	$\text{CO}_2$	کربن دی‌اکسید
آبی	✓	✗	$\text{CaO}$	کلسیم اکسید
آبی	✓	✗	$\text{Na}_2\text{O}$	سدیم اکسید

صفحه ۱۷ کتاب درسی

### پرسش متن

چرا با وجود یکسان بودن غلظت دو محلول، رسانایی الکتریکی و قدرت اسیدی آنها متفاوت است؟

زیرا در غلظت‌های برابر، تعداد یون‌های هیدرونیوم ( $\text{H}^+(\text{aq})$ ) در هیدروکلریک اسید بیشتر از هیدروفلئوریک اسید است.



صفحه ۱۸ کتاب درسی

نکات با هم بیندیشیم

۱. در محلول‌های الکترولیت به دلیل وجود یون‌ها و حرکت آنها، بارهای الکتریکی جابه‌جا می‌شوند. به طوری که اگر این محلول‌ها در یک مدار الکتریکی قرار گیرند با حرکت یون‌ها به سوی قطب‌های ناهم‌نام، جریان الکتریکی برقرار می‌شود.

۲. رسانایی الکتریکی هیدروکلریک اسید (HCl) از هیدروفلوئوریک اسید (HF) بیشتر است، زیرا غلظت آنیون‌ها و کاتیون‌ها (یون‌های هیدرونیوم) در HCl(aq) بیشتر از HF(aq) است. در نتیجه HCl یک اسید قوی و HF یک اسید ضعیف است.

۳. به اسیدی که هر مولکول آن در آب تنها می‌تواند یک یون هیدرونیوم تولید کند، اسید تک‌پروتون‌دار می‌گویند.

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

۵. شیمی‌دان‌ها برای بیان میزان یونش اسیدها، از کمیتی به نام درجه یونش ( $\alpha$ ) استفاده می‌کنند که به صورت زیر بیان می‌شود:

$$\text{درجه یونش} = \frac{\text{شمار مول‌های یونیده شده}}{\text{شمار کل مول‌های حل شده}}$$

۶. درصد یونش اسیدها و بازها به این صورت بیان می‌شود:  $100 \times \text{درجه یونش} (\alpha) = \text{درصد یونش} (\% \alpha)$

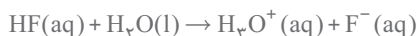
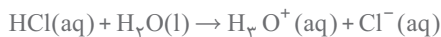
۷. اسیدها را می‌توان بر مبنای میزان یونشی که در آب دارند در دو دسته قوی و ضعیف جای داد. اسیدهایی قوی هستند که می‌توان یونش آنها را در آب کامل در نظر گرفت ( $\alpha \cong 1$ ). در صورتی که اسیدهای ضعیف در آب به میزان جزئی یونیده می‌شوند و شمار یون‌ها در محلول آنها کم است ( $\alpha < 1$ ).

صفحه ۱۸ کتاب درسی

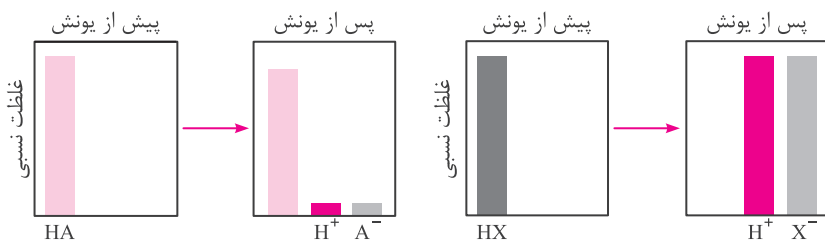
با هم بیندیشیم

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

① معادله یونش را برای اسیدهای تک‌پروتون‌دار HCl(aq) و HF(aq) در آب بنویسید.



② 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 کدام یک به طور جزئی یونیده شده است؟

با توجه به نمودارها، HA به طور جزئی و HX به طور کامل یونیده شده است.

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

نمودار HA را می‌توان به اسید ضعیف هیدروفلوئوریک اسید (HF) نسبت داد، زیرا به صورت جزئی یونیده شده است. در حالی که نمودار HX را می‌توان به اسید قوی هیدروکلریک اسید نسبت داد، زیرا به طور کامل یونیده شده است.



۳) شیمی دان‌ها برای بیان میزان یونش اسیدها، از کمیتی به نام **درجه یونش** ( $\alpha$ ) استفاده می‌کنند که به صورت زیر بیان می‌شود:

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

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

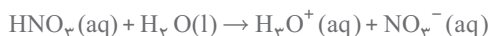
پیش‌بینی می‌شود که درجه یونش HCl در محلول هیدروکلریک اسید تقریباً برابر با ۱ است ( $\alpha \approx 1$ ). زیرا هیدروکلریک اسید جزء اسیدهای قوی محسوب می‌شود و به طور کامل در آب یونیده می‌شود.

ب) اگر در محلول هیدروفلوئوریک اسید از هزار مولکول حل شده در دمای اتاق تنها ۲۴ مولکول یونیده شود، درجه یونش آن را حساب کنید. درجه یونش محلول هیدروفلوئوریک اسید به صورت زیر به دست می‌آید:

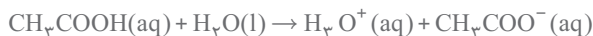
$$\text{درجه یونش} = \frac{\text{شمار مولکول‌های یونیده شده}}{\text{شمار کل مولکول‌های حل شده}} = \frac{24}{1000} = 0.024\%$$

**خودرابطه‌یابی** ..... صفحه ۱۹ کتاب درسی

۱) نیتریک اسید، یک اسید قوی است. در محلول ۰/۲ مولار این اسید، غلظت یون‌های هیدرونیوم و نیترات را با دلیل پیش‌بینی کنید. نیتریک اسید، اسید قوی است. بنابراین یونش آن در آب به طور کامل است ( $\alpha \approx 1$ ). با توجه به اینکه بر اثر یونیده شدن هر یک مول نیتریک اسید، یک مول یون  $\text{H}_3\text{O}^+$  و یک مول  $\text{NO}_3^-$  تولید می‌شود، بنابراین به ازای یونیده شدن ۰/۲ مول نیتریک اسید، ۰/۲ مولار یون هیدرونیوم و ۰/۲ مولار  $\text{NO}_3^-$  به دست می‌آید.



۲) اگر در محلول ۰/۱ مولار استیک اسید ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ )، غلظت یون هیدرونیوم برابر با  $1/35 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$  باشد: آ) معادله یونش استیک اسید را بنویسید.



ب) درصد یونش آن را حساب کنید.

$$1/35 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} = \text{غلظت یون هیدرونیوم} , 0/1 \text{ mol.L}^{-1} = \text{غلظت محلول استیک اسید}$$

$$\text{درصد یونش استیک اسید} = \frac{\text{غلظت یون هیدرونیوم}}{\text{غلظت محلول استیک اسید}} \times 100 = \frac{1/35 \times 10^{-3}}{0/1} \times 100 = 1/35\%$$

**پرسش متن** ..... صفحه ۱۹ کتاب درسی

آیا می‌دانید حضور هم‌زمان یون‌ها و مولکول‌های یونیده‌نشده با غلظت ثابت در محلول چنین اسیدهایی بیانگر چیست؟ وجود هم‌زمان یون‌ها و مولکول‌های یونیده‌نشده نشان‌دهنده این است که اسید ضعیف است.

**کاوش کنید (۲)** ..... صفحه ۲۰ و ۲۱ کتاب درسی

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 میلی‌لیتری، دو استوانه مدرج ۱۰۰ میلی‌لیتری و حدود یک لیتر آب حاوی رنگ خوراکی.

۱) دو ظرف پلاستیکی دو لیتری را شماره‌گذاری کنید.

۲) درون ظرف شماره ۱) حدود یک لیتر محلول رنگی بریزید.



۳ با بشر ۱۰۰ میلی‌لیتری، از محتویات ظرف (۱) بردارید و به ظرف (۲) بریزید، هم‌زمان با بشر ۵۰ میلی‌لیتری از محتویات ظرف (۲) بردارید (ظرف خالی) به ظرف (۱) بریزید. محتویات کدام ظرف را می‌توان به عنوان فرآورده در نظر گرفت؟ چرا؟ ظرف (۲)، زیرا در ابتدای واکنش ظرف (۲) فاقد محلول رنگی بود.

۴ جابه‌جایی محتویات دو ظرف را با همین روند ادامه دهید اما پیش از اینکه هر بار به ظرف 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). با استفاده از استوانه مدرج می‌توانیم حجم محلول‌هایی را که جابه‌جا می‌شوند به طور دقیق بررسی کنیم.

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

۶ دربارهٔ درستی نتیجه زیر گفت‌وگو کنید.

«در یک واکنش برگشت‌پذیر که هم‌زمان واکنش‌های رفت و برگشت به طور پیوسته انجام می‌شوند، سرانجام مقدار واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌ها ثابت می‌ماند». درست است، زیرا در لحظهٔ شروع واکنش غلظت واکنش‌دهنده‌ها زیاد بوده و به همین دلیل سرعت واکنش رفت نیز زیاد است اما فرآورده‌ای تولید نشده و سرعت واکنش برگشت صفر است. پس از چند لحظه از شروع واکنش، غلظت واکنش‌دهنده‌ها کم شده و غلظت فرآورده‌ها زیاد می‌شود. در این شرایط واکنش رفت و برگشت هم‌زمان و با سرعت یکسان انجام می‌شود تا اینکه لحظه‌ای فرا می‌رسد که غلظت واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌ها ثابت می‌ماند.

**نکات با هم بیندیشیم** ..... صفحهٔ ۲۲ کتاب درسی

۱. واکنش‌های برگشت‌پذیر در شرایط مناسب هم‌زمان در هر دو جهت رفت و برگشت انجام می‌شوند تا اینکه سرانجام لحظه‌ای فرا می‌رسد که غلظت واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌ها ثابت می‌ماند. در این لحظه تعادل برقرار شده است.
۲. در واکنش‌های برگشت‌پذیر در لحظهٔ تعادل سرعت واکنش رفت و برگشت با هم برابر می‌شود. زیرا در این شرایط، هر مقداری از فرآورده‌ها که در واحد زمان تولید می‌شود، هم‌زمان به همان مقدار از آنها مصرف می‌شوند. برای واکنش‌دهنده‌ها نیز چنین است. در شیمی به چنین سامانه‌هایی، سامانهٔ تعادلی می‌گویند.
۳. در سامانهٔ تعادلی، مقدار مواد واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌ها در سامانه ثابت است.

۴. محلول اسیدهای ضعیف در آب، نمونه‌ای از سامانه‌های تعادلی است. در این محلول‌ها به دلیل یونش ناچیز اسیدهای ضعیف میان اندک یون‌های حاصل از یونش و مولکول‌های یونیده‌نشده تعادل برقرار می‌شود. برای مثال:



۵. سامانه‌های تعادلی را می‌توان با کمیتی به نام ثابت تعادل توصیف کرد که در آن تنها غلظت تعادلی گونه‌های شرکت‌کننده در واکنش آورده می‌شود. مقدار این کمیت در دمای ثابت برای هر تعادل ثابت است.

۶. در واکنش تعادلی در یک دمای معین نسبت حاصل‌ضرب غلظت تعادلی هر یک از فرآورده‌ها هر یک به توان ضریب استوکیومتری آنها به حاصل‌ضرب غلظت تعادلی هر یک از واکنش‌دهنده‌ها به توان ضریب استوکیومتری آنها همواره مقداری ثابت است که به آن ثابت تعادل می‌گویند و با  $K$  نمایش می‌دهند. برای مثال مقدار ثابت تعادل





۷. چگالی ماده جامد یا مایع خالص در هر دمای معینی ثابت است. از این رو، موقع نوشتن عبارت ثابت تعادل از نوشتن غلظت مواد جامد یا مایع خالص صرف نظر می‌کنیم.

با هم ببینیم ..... صفحه ۲۲ کتاب درسی

① جدول زیر غلظت تعادلی گونه‌های موجود در سه محلول از هیدروفلئوریک اسید را در دمای  $25^\circ$  نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید.

$K = \frac{[H^+][F^-]}{[HF]}$	غلظت تعادلی گونه‌های شرکت‌کننده (مول بر لیتر)			شماره محلول
	$[H^+]$	$[F^-]$	$[HF]$	
$5/9 \times 10^{-4}$	$1/75 \times 10^{-2}$	$1/75 \times 10^{-2}$	$0/52$	۱
$5/9 \times 10^{-4}$	$1/31 \times 10^{-2}$	$1/31 \times 10^{-2}$	$0/29$	۲
$5/9 \times 10^{-4}$	$2/43 \times 10^{-2}$	$2/43 \times 10^{-2}$	$1/0$	۳

آ توضیح دهید چرا در هر سه محلول  $[H^+] = [F^-]$  است؟ زیرا ضرایب استوکیومتری هر یک از اجزای شرکت‌کننده در واکنش یکسان است. بنابراین در اثر یونیده شدن هر مول فلئوریک اسید، تعداد مول‌های  $H^+$  و  $F^-$  برابر می‌شود. ب) کسر داده شده در ستون آخر را عبارت ثابت تعادل می‌نامند و با  $K$  نشان می‌دهند. مقدار  $K$  را حساب کرده و جاهای خالی را پر کنید.

مقدار  $K$  در محلول ۱:

$$K = \frac{[H^+][F^-]}{[HF]} = \frac{(1/75 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}) \times (1/75 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1})}{(0/52 \text{ mol.L}^{-1})} = 5/88 \times 10^{-4} \approx 5/9 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

مقدار  $K$  در محلول ۲:

$$K = \frac{[H^+][F^-]}{[HF]} = \frac{(1/31 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}) \times (1/31 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1})}{(0/29 \text{ mol.L}^{-1})} \approx 5/9 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

مقدار  $K$  در محلول ۳:

$$K = \frac{[H^+][F^-]}{[HF]} = \frac{(2/43 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}) \times (2/43 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1})}{(1/0 \text{ mol.L}^{-1})} \approx 5/9 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

پ) توضیح دهید آیا نتیجه‌گیری زیر درست است؟

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

بله، زیرا ثابت تعادل از نسبت حاصل ضرب غلظت تعادلی فراورده‌ها به حاصل ضرب غلظت تعادلی واکنش‌دهنده‌ها به دست می‌آید. در این صورت با تغییر غلظت واکنش‌دهنده‌ها، غلظت فراورده‌ها نیز تغییر می‌کنند، بنابراین همواره این نسبت در دمای معین مقدار ثابتی خواهد شد.

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

خیر، ثابت تعادل برای واکنشی مورد استفاده قرار می‌گیرد که در حال تعادل باشد و غلظت‌های تعادلی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها در معادله قرار داده می‌شود. بنابراین به مقدار آغازی واکنش‌دهنده‌ها بستگی ندارد.



۲) اگر غلظت تعادلی یون هیدرونیوم در محلول استیک اسید در دمای معین برابر با  $0/0006 \text{ mol.L}^{-1}$  باشد: (آ) غلظت تعادلی یون استات ( $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ) را تعیین کنید.

با توجه به واکنش تعادلی یونش استیک اسید، ضریب استوکیومتری یون استات ( $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ) با یون هیدرونیوم  $\text{H}^+(\text{aq})$  برابر است، بنابراین غلظت تعادلی یون هیدرونیوم نیز برابر  $0/0006 \text{ mol.L}^{-1}$  است.



ب) اگر غلظت تعادلی استیک اسید در این محلول برابر با  $0/02$  مولار باشد، ثابت تعادل را در این دما حساب کنید. غلظت تعادلی هر یک از مواد شرکت‌کننده در واکنش به صورت زیر است:

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = 0/0006 \text{ mol.L}^{-1}, [\text{H}^+] = 0/0006 \text{ mol.L}^{-1}, [\text{CH}_3\text{COOH}] = 0/02 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$K = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{(0/0006 \text{ mol.L}^{-1}) \times (0/0006 \text{ mol.L}^{-1})}{(0/02 \text{ mol.L}^{-1})} = 1/8 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

نکات خودراییز مایید ..... صفحه ۲۳ کتاب درسی

۱. ثابت تعادل برای اسیدها به ثابت یونش اسید معروف است، کمیتی که با  $K_a$  نشان داده می‌شود.
۲. ثابت یونش یک اسید ( $K_a$ )، نسبت حاصل ضرب غلظت تعادلی یون‌های موجود در محلول را به غلظت تعادلی آن اسید نشان می‌دهد.
۳. 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 نتیجه می‌توان گفت اسید قوی‌تر است.

## شیمی

### فصل ۱

خودراییز مایید ..... صفحه ۲۳ کتاب درسی

۱) شکل‌های زیر واکنش دو قطعه نوار منیزیم یکسان را با محلول دو اسید متفاوت در دما و غلظت یکسان نشان می‌دهند.



(ب)



(آ)

آ سرعت کدام واکنش بیشتر است؟ چرا؟

واکنش (آ)، زیرا مقدار گاز بیشتری در زمان یکسان نسبت به واکنش (ب) تولید کرده است.

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

واکنش (آ)، زیرا در واکنش (آ) گاز بیشتری آزاد شده است. بنابراین واکنش بیشتر انجام شده و مقدار  $\text{H}^+(\text{aq})$  بیشتری تولید شده است. در نتیجه اسید ظرف (آ) قوی‌تر است.





پ) اگر ثابت یونش یک اسید،  $K_{a_1}$  و دیگری  $K_{a_2}$  باشد، ثابت یونش این دو اسید را با یکدیگر مقایسه کنید و پاسخ خود را توضیح دهید. اگر ثابت یونش اسید واکنش (آ) را با  $K_{a_1}$  و ثابت یونش اسید واکنش (ب) را با  $K_{a_2}$  نشان دهیم. با توجه به اینکه در واکنش (آ) گاز بیشتری تولید شده و اسید قوی‌تر است، بنابراین  $K_{a_1}$  بزرگ‌تر از  $K_{a_2}$  است.

۲) باران اسیدی شامل نیتریک اسید و سولفوریک اسید است در حالی که باران معمولی شامل کربنیک اسید است. با مراجعه به جدول توضیح دهید در کدام باران غلظت یون هیدرونیوم بیشتر است؟ چرا؟ ثابت یونش کربنیک اسید را  $4.5 \times 10^{-7}$  در نظر بگیرید. در باران اسیدی غلظت یون هیدرونیوم بیشتر است، زیرا با توجه به جدول ۱ ثابت یونش سولفوریک اسید ( $H_2SO_4$ ) و نیتریک اسید ( $HNO_3$ ) به ترتیب بسیار بزرگ و بزرگ است. بر همین اساس هر چه ثابت یونش اسیدی بزرگ‌تر باشد، بیشتر یونیده شده و غلظت یون هیدرونیوم در آن بیشتر از باران معمولی است که شامل اسید ضعیف کربنیک اسید است. **پرسش متن** ..... صفحه ۲۴ کتاب درسی

محلول کدام سامانه اسیدی و کدام سامانه بازی است؟

رنگ کاغذ pH و خاصیت اسیدی یا بازی در هر یک از سامانه‌ها به صورت زیر است:

سامانه	آب دریاچه	پرتقال	اسید معده	روده باریک	خون	بازق دهان
pH	۵/۴	۳/۲	۱/۶-۱/۸	۸/۵	۷/۴	۵/۲-۷/۱
محیط	اسیدی	اسیدی	اسیدی	بازی	تقریباً خنثی	اسیدی تا خنثی
رنگ کاغذ pH	قرمز	قرمز	قرمز	آبی	تغییر رنگ نمی‌دهد	قرمز

نکات پیوند ریاضی ..... صفحه ۲۴ و ۲۵ کتاب درسی

۱. بین کمیت pH و غلظت یون هیدرونیوم  $[H^+]$  رابطه زیر برقرار است:

$$pH = -\log[H^+] \quad , \quad [H^+] = 10^{-pH}$$

۲. 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.

۳. کاغذ pH در برخی محلول‌ها و آب خالص تغییر رنگ نمی‌دهد که این رفتار تأیید می‌کند که در این محلول‌ها غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید با هم برابر است ( $[H^+] = [OH^-]$ ). به همین دلیل چنین سامانه‌هایی خنثی هستند.

پیوند ریاضی ..... صفحه ۲۴ و ۲۵ کتاب درسی

$$\log_a x = b \leftrightarrow x = a^b$$

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

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

① (آ) با توجه به رابطه بالا، جاهای خالی زیر را پر کنید.

$$\log 2 = 0.30 \rightarrow 2 = 10^{0.30}$$

$$\log 3 = 0.48 \rightarrow 3 = 10^{0.48}$$

$$\log 7 = 0.85 \rightarrow 7 = 10^{0.85}$$



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

$$\log 21 = ?$$

$$\log 21 = \log 3 \times 7 = \log 3 + \log 7 = 0.48 + 0.85 = 1.33$$

$$\log 0.8 = ?$$

$$\log 0.8 = \log \frac{8}{10} = \log 8 - \log 10 = \log 2^3 - \log 10 \xrightarrow{\log 10 = 1} 3 \log 2 - 1$$

$$\xrightarrow{\log 2 = 0.3} 3(0.3) - 1 = 0.9 - 1 = -0.1$$

$$\log ? = 1.85$$

$$\log ? = 1.85 \Rightarrow ? = 10^{1.85} \Rightarrow 10^{1.85} = 10^1 \times 10^{0.85} \xrightarrow{10^{0.85} = 7} 10 \times 7 = 70$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

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

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

$[\text{H}^+]$	pH	خاصیت محلول
$3 \times 10^{-9}$	8.52	بازی
$10^{-4}$	4	اسیدی
$1/8 \times 10^{-2}$	1.75	اسیدی

$$[\text{H}^+] = 3 \times 10^{-9} \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow \text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(3 \times 10^{-9}) = -(\log 3 + \log 10^{-9}) = -\left(\frac{-8.52}{0.48 - 9}\right) = 8.52$$

$$\text{pH} = 4 \Rightarrow \text{pH} = -\log[\text{H}^+] \Rightarrow 4 = -\log[\text{H}^+] \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{H}^+] = 1/8 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow \text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(1/8 \times 10^{-2}) = -(\log 1/8 + \log 10^{-2})$$

$$= -(\log \frac{1}{8} + \log 10^{-2}) = -(\log 1/8 - \log 10^2) = -(\log(2 \times 9) - 1 - 2) = -(\log 2 + \log 3^2 - 3)$$

$$= -\left(\frac{-1.74}{0.3 + 2(0.48) - 3}\right) = 1.74$$

۳) دانش‌آموزی مطابق روند زیر غلظت یون هیدرونیوم را برای شیر ترش شده با  $\text{pH} = 2.7$  به درستی حساب کرده است.

در این روند هر یک از جاهای خالی را با عدد مناسب پر کنید.

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} \xrightarrow{\text{pH}=2.7} [\text{H}^+] = 10^{-2.7} = 10^{0.3} \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-3}$$

۴) جدول زیر را کامل کنید.

$[\text{H}^+]$	pH	خاصیت محلول
$7 \times 10^{-3}$	2.15	اسیدی
$3/6 \times 10^{-4}$	3.44	اسیدی
$4 \times 10^{-12}$	11.4	بازی
1	0	اسیدی



$$pH = 2/15 \Rightarrow [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-2/15} = 10^{0.85} \times 10^{-3} = 7 \times 10^{-3}$$

$$[H^+] = 3/6 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow pH = -\log[H^+] = -\log(3/6 \times 10^{-4}) = -(\log 3/6 + \log 10^{-4})$$

$$= -(\log \frac{36}{10} + \log 10^{-4}) = -(\log 36 - 1 - 4 \log 10) = -(\log(4 \times 9) - 1 - 4 \log 10)$$

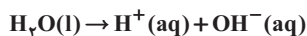
$$= -(\log 2^2 + \log 3^2 - 5) = -(2 \log 2 + 2 \log 3 - 5) = -(2 \times (0/30) + 2(0/48) - 5) = -(1/56 - 5) = 3/44$$

$$pH = 11/4 \Rightarrow [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-11/4} = 10^{0.6} \times 10^{-12} = (10^{0.3})^2 \times 10^{-12} = 2^2 \times 10^{-12} = 4 \times 10^{-12} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$pH = 0 \Rightarrow [H^+] = 10^0 = 1$$

با هم ببیندیشیم ..... صفحه ۲۶ و ۲۷ کتاب درسی

۱) آزمایش‌های دقیق نشان می‌دهند که آب خالص رسانایی الکتریکی ناچیزی دارد. این ویژگی بیانگر وجود مقدار بسیار کمی از یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید است. این یون‌ها براساس معادله زیر تولید می‌شوند:



براساس اندازه‌گیری‌ها در دمای اتاق برای آب و محلول‌های آبی رابطه زیر برقرار است:

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

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

یافته‌های تجربی نشان می‌دهد که غلظت یون هیدرونیوم و هیدروکسید در آب خالص با هم برابر است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$[H^+][OH^-] = 10^{-14} \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2} \xrightarrow{[H^+] = [OH^-]} [H^+], [H^+] = 10^{-14}$$

$$\Rightarrow [H^+]^2 = 10^{-14} \xrightarrow{\text{جذر}} [H^+] = 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1} \xrightarrow{[H^+] = [OH^-]} [OH^-] = 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1}$$

در نتیجه در دمای اتاق، غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید در آب خالص برابر با  $10^{-7}$  است.

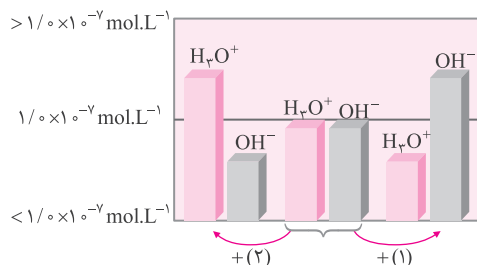
ب) pH آب خالص و محلول‌های خنثی را در دمای  $25^\circ\text{C}$  حساب کنید.

غلظت یون هیدرونیوم در آب خالص برابر با  $10^{-7}$  است، بنابراین داریم:

$$pH = -\log[H^+] = -\log 10^{-7} = 7$$

۲) 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.





آ) کدام یک از مواد افزوده شده اسید آرنیوس است؟ چرا؟

ماده (۲)، زیرا با افزودن آن غلظت یون هیدرونیوم  $[H_3O^+]$  در محلول افزایش یافته است.

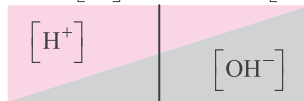
ب) غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید را در محلول بازی با یکدیگر مقایسه کنید.

با افزودن ماده (۱)، غلظت یون هیدروکسید  $[OH^-]$  بیشتر از غلظت یون هیدرونیوم  $[H_3O^+]$  می‌شود.

پ) آیا می‌توان گفت در محلول‌های اسیدی، یون هیدروکسید وجود ندارد؟ توضیح دهید. خیر، در محلول‌های اسیدی علاوه بر یون هیدرونیوم، یون هیدروکسید نیز وجود دارد. اما در محلول‌های اسیدی غلظت یون هیدرونیوم از یون هیدروکسید بیشتر است.

۳) 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.

$$[H^+] = 1 \text{ mol.L}^{-1} \quad [H^+] = 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1} \quad [H^+] = 10^{-14} \text{ mol.L}^{-1}$$



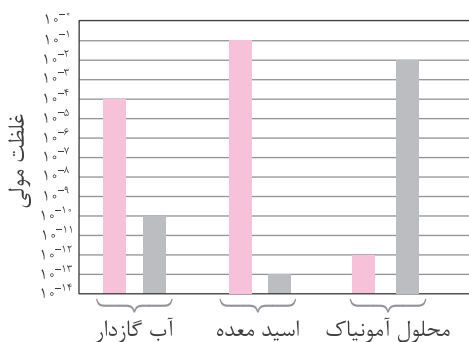
$$[OH^-] = 10^{-14} \text{ mol.L}^{-1} \quad [OH^-] = 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1} \quad [OH^-] = 1 \text{ mol.L}^{-1}$$

غلظت یون هیدرونیوم و هیدروکسید در آب خالص (محلول خنثی) با هم برابر است. اما در محلول‌های بازی، غلظت یون هیدروکسید بیشتر از یون هیدرونیوم است. در حالی که در محلول‌های اسیدی غلظت یون هیدرونیوم بیشتر از یون هیدروکسید است. به عبارت دیگر هر اندازه غلظت یکی از یون‌ها در محلولی بیشتر شود به همان نسبت از غلظت دیگری کاسته خواهد شد تا حاصل ضرب غلظت این یون‌ها در دمای اتاق برابر  $10^{-14}$  شود.

$$[H^+] = 10^{-14} \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow [H^+][OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow [OH^-] = 1 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[H^+] = 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow [H^+][OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-7}} = 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1}$$

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



۴) در نمودار زیر، برای محلول آمونیاک، ستون نشان‌دهنده

غلظت یون هیدروکسید و برای اسید معده، ستون نشان‌دهنده

غلظت یون هیدرونیوم را رسم کنید.

در ابتدا با توجه به نمودار غلظت یون هیدرونیوم (ستون قرمز) و یون هیدروکسید (ستون آبی) را در هر یک از موارد داده شده به دست می‌آوریم. با توجه به اینکه در محلول‌های آبی حاصل ضرب غلظت این یون‌ها در دمای اتاق برابر  $10^{-14}$

است، می‌توان نوشت:

$$\text{اسید معده: } [OH^-] = 10^{-13} \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow [H^+][OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow [H^+] \times 10^{-13} = 10^{-14}$$

$$\Rightarrow [H^+] = \frac{10^{-14}}{10^{-13}} = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$$



$$[\text{H}^+] = 10^{-12} \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14} \Rightarrow [\text{OH}^-] \times 10^{-12} = 10^{-14}$$

$$\Rightarrow [\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-12}} = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

سپس غلظت‌های مولی به‌دست‌آمده را برای یون هیدروکسید (به رنگ آبی) و هیدرونیوم (به رنگ قرمز) در نمودار مشخص می‌کنیم.

### نکات خودراییان‌ماید ..... صفحه ۲۷ و ۲۸ کتاب درسی

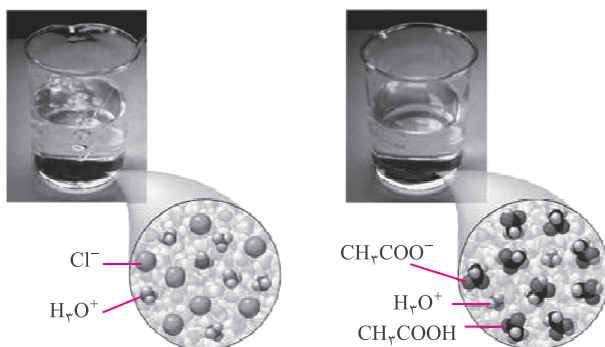
- اسیدهای قوی تقریباً به طور کامل یونش می‌یابند، بنابراین غلظت محلول اسید اولیه (M) با غلظت یون‌های هیدرونیوم برابر می‌شود:  

$$[\text{H}^+] = M \times \alpha \xrightarrow{\alpha \approx 1} [\text{H}^+] = M$$
- بازهای قوی تقریباً به طور کامل یونیده می‌شوند، بنابراین غلظت محلول باز اولیه (M) با غلظت یون‌های هیدروکسید برابر می‌شود:  

$$[\text{OH}^-] = M \times \alpha \xrightarrow{\alpha \approx 1} [\text{OH}^-] = M$$

### خودراییان‌ماید ..... صفحه ۲۷ و ۲۸ کتاب درسی

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



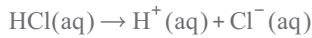
با توجه به شکل، غلظت یون هیدرونیوم  $[\text{H}^+(\text{aq})]$  در محلول هیدروکلریک اسید بیشتر از استیک اسید است. از آنجا که غلظت یون هیدرونیوم با pH رابطه وارونه دارد، pH محلول هیدروکلریک اسید از استیک اسید کمتر است.

۲ جدول زیر را کامل کنید.

نام محلول	غلظت محلول	$[\text{H}^+]$	$[\text{OH}^-]$	pH	درصد یونش
هیدروکلریک اسید	۰/۰۰۴	$4 \times 10^{-3}$	$2/5 \times 10^{-12}$	۲/۴	۱۰۰
هیدروفلوئوریک اسید	۰/۰۰۴	$10^{-4}$	$10^{-10}$	۴	۲/۵
نیتریک اسید	$2 \times 10^{-4}$	$2 \times 10^{-4}$	$5 \times 10^{-11}$	۳/۷	۱۰۰
نمونه‌ای از آب یک دریاچه		$3 \times 10^{-11}$	$3/3 \times 10^{-4}$	۱۰/۵۲	



برای تعیین غلظت یون هیدرونیوم  $[H^+]$ ، باید توجه داشت که هیدروکلریک اسید، اسید قوی است. بنابراین درجه یونش آن برابر با ۱ در نظر گرفته می‌شود و تقریباً به طور کامل یونش پیدا می‌کند.



$$\text{درجه یونش} = \frac{\text{غلظت یون هیدرونیوم}}{\text{غلظت محلول}} \stackrel{\alpha \approx 1}{\rightarrow} 1 = \frac{[H^+]}{0.004} \Rightarrow [H^+] = 0.004 = 4 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[H^+][OH^-] = 10^{-14} \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2} \Rightarrow (4 \times 10^{-3}) \times [OH^-] = 10^{-14}$$

$$\Rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{4 \times 10^{-3}} = 0.25 \times 10^{-11} = 2.5 \times 10^{-12} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$pH = -\log[H^+] = -\log 4 \times 10^{-3} = -(\log 2^2 + \log 10^{-3}) = -\left(\frac{-2}{4} - 3\right) = 2.4$$

هیدروفلوئوریک اسید جزء اسیدهای ضعیف محسوب می‌شود، بنابراین به صورت جزئی یونیده می‌شود. بنابراین داریم:

$$\text{درصد یونش} = \frac{2.5}{100} = \alpha \times 100 \Rightarrow 2.5 = \alpha \times 100 \Rightarrow \alpha = \frac{2.5}{100} = 2.5 \times 10^{-2}$$

$$\text{درجه یونش} = \frac{\text{غلظت یون هیدرونیوم}}{\text{غلظت محلول}} \Rightarrow \frac{2.5}{100} = \frac{[H^+]}{0.004} \Rightarrow [H^+] = \frac{0.004 \times 2.5}{100} = 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[H^+][OH^-] = 10^{-14} \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2} \Rightarrow 10^{-4} \times [OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-4}} = 10^{-10} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$pH = -\log[H^+] = -\log 10^{-4} = 4$$

با توجه به اینکه در نیتریک اسید مقدار pH برابر با ۳/۷ است، بنابراین داریم:

$$pH = 3.7 \Rightarrow [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-3.7} = 10^{0.3} \times 10^{-4} = 2 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

از طرفی نیتریک اسید جزء اسیدهای قوی است که تقریباً به طور کامل یونیده می‌شود، بنابراین درجه یونش آن برابر با ۱ است.

$$\text{درجه یونش} = \frac{\text{غلظت یون هیدرونیوم}}{\text{غلظت محلول}} \stackrel{\alpha \approx 1}{\rightarrow} 1 = \frac{2 \times 10^{-4}}{\text{غلظت محلول (M)}} \Rightarrow M = 2 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[OH^-][H^+] = 10^{-14} \Rightarrow [OH^-] \times (2 \times 10^{-4}) = 10^{-14} \Rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{2 \times 10^{-4}} = 5 \times 10^{-11} \text{ mol.L}^{-1}$$

برای به دست آوردن غلظت هیدرونیوم و هیدروکسید آب دریاچه به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$pH = 10.52 \Rightarrow [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-10.52} = 10^{0.48} \times 10^{-11} = 3 \times 10^{-11} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[H^+][OH^-] = 10^{-14} \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2} \Rightarrow 3 \times 10^{-11} \times [OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{3 \times 10^{-11}} = 3.3 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$



### پرسش متن

صفحه ۲۸ کتاب درسی

برای نمونه pH محلول ۱ مولار سدیم هیدروکسید برابر با ۱۴ است (چرا؟).

سدیم هیدروکسید باز قوی بوده و به صورت کامل یونیده می‌شود. بنابراین داریم:

$$[\text{OH}^-] = M \times \alpha \xrightarrow{\alpha=1} [\text{OH}^-] = M \xrightarrow{M=1\text{mol.L}^{-1}} [\text{OH}^-] = 1\text{mol.L}^{-1}$$

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

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log 10^{-14} = 14$$

صفحه ۲۹ کتاب درسی

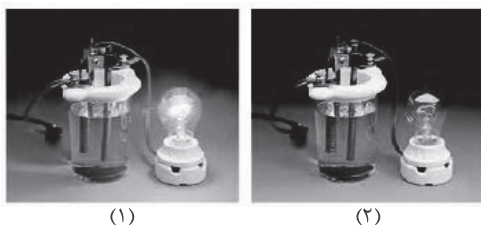
### نکات خودر ایازمایید

۱. در محلول آبی بازهای قوی مانند سودسوزآور (NaOH) و پتاس سوزآور (KOH)، غلظت یون هیدروکسید آن بیشتر از غلظت یون هیدرونیوم است ( $[\text{OH}^-] > [\text{H}^+]$ ). pH در این محلول در دمای اتاق در گستره ۷ تا ۱۴ خواهد بود.
۲. در بازها هر چه غلظت یون هیدروکسید بیشتر باشد، pH بزرگ‌تر و به ۱۴ نزدیک‌تر است. برای مثال pH محلول باز قوی ۱ مولار سدیم هیدروکسید برابر ۱۴ است.
۳. آمونیاک از جمله بازهای ضعیف است که در آن افزون بر مقدار کمی از یون‌های آب پوشیده، شمار بسیاری از مولکول‌های آمونیاک نیز یافت می‌شود.
۴. بازها نیز همانند اسیدها ثابت یونش دارند که آن را با  $K_b$  نمایش می‌دهند. بدیهی است در دما و غلظت یکسان هر چه  $K_b$  بزرگ‌تر باشد، آن باز قوی‌تر است.

صفحه ۲۹ کتاب درسی

### خودر ایازمایید

- ① شکل‌های زیر رسانایی الکتریکی دو محلول بازی را نشان می‌دهند. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید.



(۱)

(۲)

آ) کدام محلول نشان‌دهنده باز ضعیف‌تری است؟ چرا؟

محلول (۲)، زیرا در این محلول لامپ کم‌نور است. این موضوع نشان می‌دهد که محلول (۲) باز ضعیف بوده و به طور جزئی یونیده شده است، زیرا جابه‌جایی الکترون در محلول خیلی کم صورت گرفته است.

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

محلول (۱)، زیرا نور لامپ در این محلول پر نور است، بنابراین این محلول باز قوی بوده و به طور کامل یونیده شده است. باز قوی می‌تواند با اسید چرب موجود در دیواره لوله واکنش دهد. فرآورده چنین واکنشی نوعی پاک‌کننده است که در آب حل می‌شود و می‌تواند چربی‌های اضافی را بزدايد.



۲) اگر در ۱۰۰ میلی‌لیتر از یک محلول، ۰/۰۲ مول از پتاسیم هیدروکسید وجود داشته باشد:

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

ابتدا غلظت محلول پتاسیم هیدروکسید را به دست می‌آوریم:

$$\frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \times 100 \text{ mL} = 0.1 \text{ L}$$

$$M = \frac{\text{مقدار مول ماده حل‌شونده}}{\text{حجم محلول (لیتر)}} = \frac{0.02 \text{ mol}}{0.1 \text{ L}} = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$$

با توجه به اینکه پتاسیم هیدروکسید (KOH) باز قوی است، درجه یونش آن برابر ۱ است. پس می‌توان نوشت:

$$M = 0.2 \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow [\text{OH}^-] = M \times \alpha \xrightarrow{\alpha \approx 1} [\text{OH}^-] = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$$

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

با توجه به مقدار غلظت یون هیدروکسید، غلظت یون هیدرونیوم را به دست می‌آوریم:

$$[\text{OH}^-] = 0.2 \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow [\text{OH}^-][\text{H}^+] = 10^{-14} \Rightarrow [\text{H}^+] \times 0.2 = 10^{-14} \Rightarrow [\text{H}^+] = \frac{10^{-14}}{0.2} = 5 \times 10^{-14} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(5 \times 10^{-14}) = -(\log 5 + \log 10^{-14}) = -(\log \frac{1}{2} + \log 10^{-14})$$

$$= -(\log 10 - \log 2 + \log 10^{-14}) = -(1 - 0.30 - 14 \log 10) = -\overbrace{(1 - 0.30 - 14)}^{-13.7} = 13.7$$

بنابراین pH سنج دیجیتالی عدد ۱۳/۳ را نشان خواهد داد.

**نکات خود را بیازمایید** ..... صفحه ۳۲ کتاب درسی

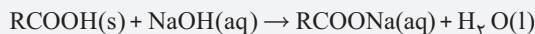
## شیمی

### فصل ۱

۱. هنگامی که هیدروکلریک اسید را با سدیم هیدروکسید مخلوط کنیم، یون‌های هیدرونیوم در واکنش با یون‌های هیدروکسید به مولکول‌های آب تبدیل می‌شوند. در حالی که یون‌های  $\text{Na}^+$  (aq) و  $\text{Cl}^-$  (aq) دست‌نخورده باقی می‌مانند. به واکنش میان اسید و بازها واکنش خنثی شدن اسید و باز می‌گویند.

۲. واکنش خنثی شدن مبنای کاربرد شوینده‌ها و پاک‌کننده‌هاست.

۳. برای باز کردن مسیر لوله‌ای که با مخلوط اسیدهای چرب مسدود شده است از محلول غلیظ سدیم هیدروکسید استفاده می‌کنند. واکنش آن به صورت زیر است:



فرآورده چنین واکنش‌هایی خود نوعی پاک‌کننده است که در آب حل می‌شود و می‌تواند چربی‌های اضافی را بزاید.

۴. هنگامی که روی دیواره لوله‌ها و مجاری، رسوبی با خاصیت بازی وجود داشته باشد، برای باز کردن این لوله‌ها از محلول غلیظ هیدروکلریک اسید استفاده می‌شود. در این حالت، لوله بازکن در واکنش با این رسوب‌ها، فرآورده‌های محلول در آب یا گازی تولید می‌کند و از این راه سبب جرم‌گیری در آنها می‌شوند.





## خودر ایازمایید ..... صفحه ۳۲ کتاب درسی

۱) pH شیره معده را حساب کنید (غلظت یون هیدرونیوم در آن حدود  $0.03 \text{ mol.L}^{-1}$  است).

$$[\text{H}^+] = 0.03 \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow \text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(3 \times 10^{-2}) = -(\log 3 + \log 10^{-2}) = -(0.48 - 2) = 1.52$$

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

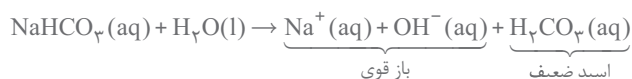
$$\text{pH} = 3.7 \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-3.7} = 10^{-3.0} \times 10^{-0.7} = 2 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

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

۳	۲	۱	شماره ضد اسید
$\text{NaHCO}_3$	$\text{Al(OH)}_3, \text{Mg(OH)}_2$	$\text{Al(OH)}_3, \text{NaHCO}_3$	ماده مؤثر

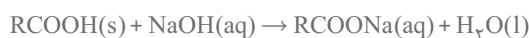
آ) پیش‌بینی کنید که محلول سدیم هیدروژن کربنات چه خاصیتی دارد؟ چرا؟

سدیم هیدروژن کربنات ( $\text{NaHCO}_3$ ) نمکی است که از باز قوی سدیم هیدروکسید ( $\text{NaOH}$ ) و اسید ضعیف کربنیک اسید ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) تشکیل شده است، بنابراین  $\text{NaHCO}_3$  خاصیت بازی دارد. به همین دلیل از این ماده به عنوان ضد اسید استفاده می‌کنند.



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

جوش شیرین ( $\text{NaHCO}_3$ ) در آب محلول غلیظ سدیم هیدروکسید ( $\text{NaOH}$ ) ایجاد می‌شود. سدیم هیدروکسید طی واکنش خنثی شدن، با اسیدهای چرب موجود در لوله واکنش می‌دهد. به همین دلیل از جوش شیرین به عنوان پاک‌کننده استفاده می‌شود.



فراورده این واکنش نوعی پاک‌کننده است که در آب حل می‌شود و می‌تواند چربی‌های اضافی را بزدايد. به همین دلیل به پاک‌کننده‌ها جوش شیرین اضافه می‌کنند.

## تمرین‌های دور های ..... صفحه ۳۳ تا ۳۶ کتاب درسی

۱) برای هر یک از موارد زیر دلیلی بیاورید.

آ) اسیدها و بازها با ثابت یونش کوچک، الکترولیت ضعیف به شمار می‌روند. اسیدها و بازهای ضعیف به صورت جزئی یونیده می‌شوند و ثابت یونش کوچکی دارند. بنابراین طی واکنش در این محلول‌ها یون‌های کمی تولید می‌شوند. بنابراین جابه‌جایی بار الکتریکی توسط یون‌ها بسیار کم بوده و الکترولیت ضعیف به شمار می‌رود.

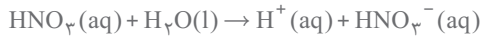
ب) اغلب اسیدها و بازهای شناخته‌شده ضعیف هستند.

اغلب اسیدها و بازهایی را که می‌شناسیم جزء اسیدها و بازهای آلی هستند. این اسیدها و بازها ضعیف هستند و درجه یونش آنها بسیار جزئی بوده و یون‌های هیدروکسید و هیدرونیوم کمی ایجاد می‌کنند.



پ) در محلول ۰/۱ مولار نیتریک اسید در دمای اتاق،  $[\text{NO}_3^-] = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$  است.

طبق واکنش زیر، در اثر یونیده شدن هر یک مول اسید قوی نیتریک اسید ( $\text{HNO}_3$ )، یک مول یون  $\text{NO}_3^-$  و یک مول یون هیدرونیوم تولید می‌شود، بنابراین به ازای یونیده شدن ۰/۱ مولار نیتریک اسید در دمای اتاق نیز ۰/۱ مولار یون  $\text{NO}_3^-$  تولید می‌شود.



ت) در محلول ۰/۱ مولار از فورمیک اسید  $[\text{H}^+] > [\text{HCOOH}]$  است.

اسیدهای آلی مانند فورمیک اسید  $\text{HCOOH}$ ، جزء اسیدهای ضعیف هستند که در آب به میزان جزئی یونیده می‌شوند در نتیجه غلظت یون‌های هیدرونیوم  $[\text{H}^+]$  در این محلول از غلظت فورمیک اسید  $[\text{HCOOH}]$  کمتر است.

۲) کاغذ pH بر اثر آغشته شدن به نمونه‌ای از یک محلول، به رنگ سرخ درمی‌آید. 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.



کاغذ pH در محلول‌ها و نمک‌های اسیدی به رنگ قرمز درمی‌آید، بنابراین این محلول ممکن است حاوی ماده  $\text{HCl}$  یا  $\text{HCOOH}$  باشد. از طرفی این محلول الکترولیت ضعیف است، بنابراین محلول حاوی فورمیک اسید ( $\text{HCOOH}$ ) است، زیرا این اسید جزء اسیدهای ضعیف بوده و به مقدار بسیار کم یونیده می‌شود.

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

آ) محلول استیک اسید ( $K_a = 1/8 \times 10^{-5}$ ). شکل (۲) مربوط به محلول استیک اسید است. زیرا ثابت اسیدی محلول استیک اسید کوچک بوده و تعداد کمی از مولکول‌های استیک اسید یونیده شده و یون هیدرونیوم ایجاد کرده‌اند.

ب) محلول هیدروبرمیک اسید ( $K_a$  بسیار بزرگ). شکل (۳) مربوط به محلول هیدروبرمیک اسید است. زیرا ثابت یونش اسیدی آن بسیار بزرگ است. در نتیجه تقریباً تمام مولکول‌های هیدروبرمیک اسید یونیده شده‌اند. در نتیجه غلظت یون‌های هیدرونیوم در این محلول زیاد است.

پ) محلول هیدروسیانیک اسید ( $K_a = 4/9 \times 10^{-10}$ ). شکل (۱) مربوط به محلول هیدروسیانیک اسید است؛ زیرا ثابت اسیدی آن بسیار کوچک است. بنابراین اسید ضعیفی بوده و درجه یونش بسیار کمی دارد. در نتیجه غلظت یون‌های هیدرونیوم در محلول آن بسیار کم است.

۴) رنگ گل ادریسی به میزان اسیدی بودن خاک بستگی دارد. این گل در خاکی که غلظت یون هیدرونیوم آن  $2 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$  است به رنگ آبی اما در خاک دیگری که غلظت یون هیدرونیوم  $4 \times 10^{-9} \text{ mol.L}^{-1}$  است به رنگ سرخ شکوفا می‌شود. این دو نوع خاک را حساب کنید. pH خاکی که گل ادریسی در آن به رنگ آبی است به صورت زیر به دست می‌آید:

$$[\text{H}^+] = 2 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow \text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(2 \times 10^{-5}) = -(\log 2 + \log 10^{-5}) = -(0.30 - 5) = 4.7$$

pH خاکی که گل ادریسی در آن به رنگ قرمز دیده می‌شود به صورت زیر است:

$$[\text{H}^+] = 4 \times 10^{-9} \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow \text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(4 \times 10^{-9}) = -(\log 4 + \log 10^{-9}) = -(\log 2^2 + \log 10^{-9})$$

$$-(2 \log 2 - 9 \log 10) = -(2(0.3) - 9) = 8.4$$



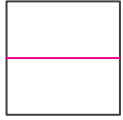
۵) دانش‌آموزی برای نشان دادن ارتباط بین حاصل ضرب غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید با حجم محلول، شکل‌های آ تا پ را پیشنهاد داده است.

$$[\text{OH}^-] \times [\text{H}_3\text{O}^+]$$

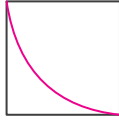


(ا)

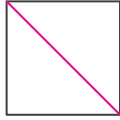
کدام یک از این شکل‌ها ارتباط بین کمیت‌های داده‌شده را به درستی نشان می‌دهد؟



(ت)



(ب)



(پ)

شکل (ب)، زیرا هر اندازه غلظت یکی از یون‌های هیدرونیوم  $[\text{H}^+]$  یا هیدروکسید  $[\text{OH}^-]$  در محلولی بیشتر شود به همان نسبت از دیگری کاسته خواهد شد، تا حاصل ضرب غلظت این یون‌ها در دمای اتاق در محلول آبی برابر  $10^{-14}$  شود.

۶) در نمونه‌ای از عصارهٔ گوجه‌فرنگی، غلظت یون هیدرونیوم  $4 \times 10^{-6}$  برابر غلظت یون هیدروکسید است. pH آن را حساب کنید و در جای خالی بنویسید.

ابتدا غلظت  $[\text{OH}^-]$  را به دست می‌آوریم:

$$[\text{H}^+] = 4 \times 10^{-6} \times [\text{OH}^-]$$

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14} \Rightarrow 4 \times 10^{-6} [\text{OH}^-] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14} \Rightarrow$$

$$[\text{OH}^-]^2 = \frac{10^{-14}}{4 \times 10^{-6}} = \frac{10^{-20}}{4} \xrightarrow{\text{جذر}} [\text{OH}^-] = 5 \times 10^{-11} \text{ mol.L}^{-1}$$

حال با توجه به غلظت یون هیدرونیوم، pH محلول را به دست می‌آوریم:

$$[\text{H}^+] = 4 \times 10^{-6} [\text{OH}^-] \Rightarrow [\text{H}^+] = (4 \times 10^{-6}) \times (5 \times 10^{-11}) = 2 \times 10^{-16} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{H}^+] = 2 \times 10^{-16} \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow \text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(2 \times 10^{-16}) = -(\log 2 + \log 10^{-16}) = -(\log 2 - 16) = 16 - \log 2 \approx 15.7$$

۷) pH یک نمونه از آب سیب برابر با  $4/7$  است. نسبت غلظت یون‌های هیدرونیوم به یون‌های هیدروکسید را در این نمونه حساب کنید.

ابتدا با استفاده از مقدار pH، غلظت یون هیدرونیوم را به دست می‌آوریم:

$$\text{pH} = 4/7 \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-4/7} = 10^{-0.57} \approx 2.7 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$$

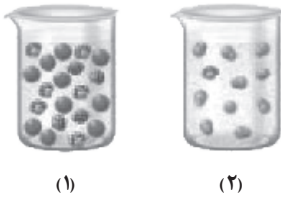
سپس غلظت یون هیدروکسید را به دست آورده و در نهایت نسبت غلظت یون‌های هیدرونیوم به یون‌های هیدروکسید را محاسبه می‌کنیم:

$$[\text{H}^+] = 2.7 \times 10^{-1} \Rightarrow [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14} \Rightarrow (2.7 \times 10^{-1}) \times [\text{OH}^-] = 10^{-14} \Rightarrow [\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{2.7 \times 10^{-1}} = 3.7 \times 10^{-14} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{نسبت غلظت یون هیدرونیوم به یون هیدروکسید} = \frac{[\text{H}^+]}{[\text{OH}^-]} = \frac{2.7 \times 10^{-1}}{3.7 \times 10^{-14}} = 7.3 \times 10^{13}$$



۸) هر یک از شکل‌های زیر ۵۰ میلی‌لیتر از محلول آبی یک حل‌شونده را نشان می‌دهد.



آ) این حل‌شونده‌ها اسید آرنیوس هستند یا باز آرنیوس؟ چرا؟

اسید آرنیوس، زیرا با اضافه کردن حل‌شونده‌ها به آب، مقدار (غلظت) یون هیدرونیوم افزایش یافته است.

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).

درجه یونش برای محلول (۱) تقریباً برابر یک است ( $\alpha \cong 1$ ). زیرا محلول (۱) اسیدی قوی بوده و تقریباً به طور کامل یونش پیدا کرده است.

ابتدا غلظت یون هیدرونیوم را برای محلول (۱) به دست می‌آوریم، سپس pH آن را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{حجم ظرف} = 500 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} = 0.5 \text{ L}$$

در ظرف شماره (۱)، ۱۰ ذره یون هیدرونیوم وجود دارد که هر ذره آن معادل ۰/۰۰۱ مول است، بنابراین داریم:

$$\text{غلظت یون‌های هیدرونیوم} = \frac{\text{غلظت یون‌های هیدرونیوم}}{\text{حجم محلول (لیتر)}} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{10 \times 0.001 \text{ mol}}{0.5 \text{ L}} = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(2 \times 10^{-2}) = -(\log 2 + \log 10^{-2}) = -(\log 2 - 2 \log 10) = -(0.30 - 2) = 1.7$$

اسید موجود در ظرف شماره (۲) اسیدی ضعیف است و در آب به طور جزئی یونیده می‌شود. با توجه به اینکه از ۱۰ ذره این اسید یک یون هیدرونیوم ایجاد شده است، بنابراین ابتدا درجه یونش آن را به دست می‌آوریم.

$$\text{درجه یونش } (\alpha) = \frac{\text{شمار مولکول‌های یونیده شده}}{\text{شمار کل مولکول‌های حل شده}} = \frac{1}{10} = 0.1$$

در محلول (۲)، یک ذره هیدرونیوم وجود دارد که هر ذره معادل ۰/۰۰۱ مول است، بنابراین داریم:

$$\text{غلظت یون‌های هیدرونیوم} = \frac{\text{غلظت یون‌های هیدرونیوم}}{\text{حجم محلول (لیتر)}} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{1 \times 0.001 \text{ mol}}{0.5 \text{ L}} = 2 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(2 \times 10^{-3}) = -(\log 2 + \log 10^{-3}) = -(0.30 - 3) = 2.7$$

۹) 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 قوی‌تر است؟ چرا؟ (۱ mol HX = ۱۵۰ g, ۱ mol HY = ۵۰ g)

ابتدا مقدار مول هر یک از اسیدها را در محلول به دست می‌آوریم:

$$\text{مقدار مول HX} = 12 \text{ g HX} \times \frac{1 \text{ mol HX}}{150 \text{ g HX}} = 0.08 \text{ mol HX}$$

$$\text{غلظت مولی محلول HX} = \frac{\text{مقدار مول HX}}{\text{حجم ظرف (لیتر)}} = M_1 \rightarrow M_1 = \frac{0.08 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0.08 \text{ mol.L}^{-1}$$



$$\text{مقدار مول محلول HY} = 8 \text{ g HY} \times \frac{1 \text{ mol HY}}{50 \text{ g HY}} = 0.16 \text{ mol HY}$$

$$\text{غلظت مولی محلول HY} = \frac{\text{مقدار مول HY}}{\text{حجم ظرف}} = \frac{0.16 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0.16 \text{ mol.L}^{-1}$$

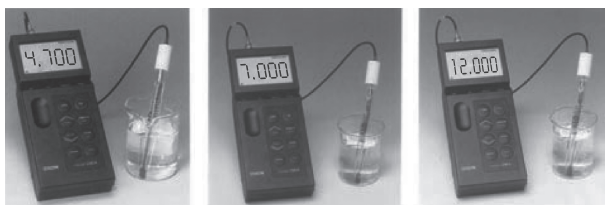
pH محلول‌های HX و HY برابر است، بنابراین غلظت یون‌های هیدرونیوم HX با HY نیز با هم برابر می‌شود.

$$\underbrace{\text{pH}}_{\text{در محلول HX}} = \underbrace{\text{pH}}_{\text{در محلول HY}} \xrightarrow{\text{pH} = -\log[\text{H}^+]} \underbrace{[\text{H}^+]_{\text{HX}}}_{\text{در محلول HX}} = \underbrace{[\text{H}^+]_{\text{HY}}}_{\text{در محلول HY}} \xrightarrow{[\text{H}^+] = M \cdot \alpha} M_1 \cdot \alpha_1 = M_2 \cdot \alpha_2$$

$$\Rightarrow 0.08 \times \alpha_1 = 0.16 \times \alpha_2 \Rightarrow \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{0.16}{0.08} = 2 \Rightarrow \alpha_1 = 2\alpha_2$$

درجه یونش ترکیب HX دو برابر درجه یونش ترکیب HY است، بنابراین بر اثر حل شدن مقدار مساوی هر دو ترکیب، HX، یون‌های هیدرونیوم بیشتری تولید می‌شود، بنابراین HX اسید قوی‌تری است.

۱۰) با توجه به شکل حساب کنید چه جرمی از هر ماده حل‌شونده به ۲۰۰ لیتر آب افزوده شده است؟ (از تغییر حجم چشم‌پوشی کنید).



(۱) ← ?g HNO<sub>3</sub> آب خالص ?g KOH → (۲)

۱) براساس شکل، با حل شدن اسید قوی نیتریک اسید (HNO<sub>3</sub>)، pH سنج عدد ۴/۷ را نشان می‌دهد. بنابراین ابتدا غلظت یون هیدرونیوم را به دست آورده، سپس جرم نیتریک اسید حل‌شده را حساب می‌کنیم:

$$\text{pH} = 4.7 \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-4.7} = 10^{-3.0} \times 10^{-1.7} = 2 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{H}^+] = M \times \alpha \xrightarrow{\text{اسید قوی}} M = [\text{H}^+] = 2 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{جرم مولی HNO}_3 = 1 + 14 + 3(16) = 63 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M = \frac{C}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow C = M \times \text{جرم مولی} = 2 \times 10^{-5} \times 63 = 1.26 \times 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{L}}$$

$$C = \frac{\text{جرم نیتریک اسید حل‌شده}}{\text{حجم محلول (لیتر)}} \Rightarrow 1.26 \times 10^{-3} = \frac{\text{جرم نیتریک اسید حل‌شده}}{200 \text{ L}}$$

$$\Rightarrow \text{جرم نیتریک اسید حل‌شده} = 1.26 \times 10^{-3} \times 200 = 0.252 \text{ g}$$



۲) با توجه به شکل، با اضافه کردن باز قوی پتاسیم هیدروکسید (KOH)، pH سنج عدد ۱۲ را نشان می‌دهد. بنابراین ابتدا غلظت یون هیدروکسید را به دست آورده سپس جرم حل‌شونده مورد نیاز را حساب می‌کنیم:

$$\text{pH} = 12 \rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-12} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14} \rightarrow 10^{-12} \times [\text{OH}^-] = 10^{-14} \rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{OH}^-] = M \times \alpha \xrightarrow{\alpha \approx 1} [\text{OH}^-] = M = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

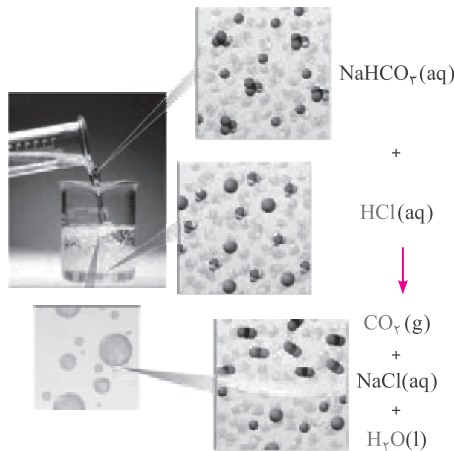
$$\text{KOH مولی جرم} = 39 + 16 + 1 = 56 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M = \frac{C}{\text{جرم مولی KOH}} \Rightarrow C = M \times \text{جرم مولی KOH} = 10^{-2} \times 56 = 5/6 \times 10^{-1} \frac{\text{g}}{\text{L}}$$

$$C = \frac{\text{جرم پتاسیم هیدروکسید حل شده}}{\text{حجم محلول (لیتر)}} \Rightarrow \text{جرم محلول} = C \times \text{حجم محلول}$$

$$= 5/6 \times 10^{-1} \times 200 = 112 \text{ g}$$

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



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

ب) از واکنش ۱۰۰ میلی‌لیتر از محلول هیدروکلریک اسید ۰/۱ مول بر لیتر با مقدار کافی از سدیم هیدروژن کربنات چند لیتر گاز کربن دی‌اکسید در STP تولید می‌شود؟

ابتدا واکنش مورد نظر را می‌نویسیم:



در شرایط STP، یک مول از هر ماده‌ای برابر با ۲۲/۴ L از آن ماده است بنابراین داریم:

$$\frac{100 \text{ mL HCl}}{1000 \text{ mL HCl}} \times \frac{0/1 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol HCl}} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol HCl}} \times \frac{22/4 \text{ L CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 0/224 \text{ L CO}_2$$