شیمی کنکور
یزدان افشین

۳ شیمی

فصل ۱

مولکول‌ها در خدمت تندرستی

امتحان نهایی
به سبک
افشین یزدان‌شناس

- درسنامهٔ کامل
- بررسی تمام تمرین‌های دوره‌ای، مثال‌ها، کاوش کنید و ... کتاب درسی
- سؤال‌های آزمون نهایی قبل
- سؤالات احتمالی از کتاب فوربیست

• مولف بانک تست میکروطلایی گاج • مولف مجموعه کتاب‌های سیر تا پیاز گاج
• مولف مجموعه کامل کتاب‌های شیمی زیر ذره‌بین
• مدرس شیمی در مقطع کنکور دبیرستان‌های البرز، فرزانگان و ...
• 09123140190 • afshin.698@yahoo.com

فصل ۱
مولکول‌ها در خدمت تندرستی

فصل ۱

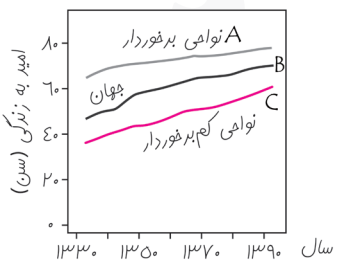
- شوینده‌ها
  - پاک‌کننده‌های صابونی
  - پاک‌کننده‌های غیرصابونی
  - پاک‌کننده‌های خورنده
- اسیدها و بازها
  - شناخت ← طبق مدل آرینوس
  - رسانایی الکتریکی محلول‌های آبی ← قدرت اسیدها
  - درجهٔ یونش (α)
  - ثابت یونش اسیدها (K_a) ← قدرت اسیدها
  - pH و مسایل آن
  - عملکرد شوینده‌های خورنده ← مسایل خنثی شدن

مواد شوینده ← براساس خواص اسیدی و بازی عمل می‌کنند. از این‌رو، آشنایی با رفتار اسیدها و بازها می‌تواند ما را در تهیه و استفادهٔ بهینه از شوینده‌ها یاری کند.

- حفاری‌های باستانی از شهر بابل نشان می‌دهد که چند هزار سال پیش از میلاد، انسان‌ها به همراه آب از موادی شبیه صابون امروزی برای نظافت استفاده می‌کردند.
- نیاکان ما همچنین به تجربه پی بردند که اگر ظرف‌های چرب را به خاکستر آغشته کنند و سپس با آب گرم شست‌وشو دهند، آسان‌تر تمیز می‌شوند.

شاخص امید به زندگی

- تعریف: 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.
- عوامل مؤثر: میزان شادی افراد جامعه / سلامت محیط زیست / سطح آگاهی مردم / میزان ورزش همگانی / نوع تغذیه / شیوه و میزان ارائهٔ خدمات بهداشتی و درمانی
- این شاخص در کشورهای گوناگون حتی در شهرهای یک کشور نیز با هم تفاوت دارد، زیرا این شاخص به عوامل گوناگونی بستگی دارد.
- از نمودار پیداست که با گذشت زمان شاهد افزایش امید به زندگی در جهان هستیم.



نواحی برخوردار > جهان > نواحی کم برخوردار

• آلاینده‌ها موادی هستند که بیش از مقدار طبیعی در یک محیط، نمونهٔ ماده یا یک جسم وجود دارند. گل‌ولای آب، گرد و غبار هوا، لکه‌های چربی و مواد غذایی روی لباس و پوست بدن نمونه‌هایی از آلاینده‌ها هستند.

کتاب درسی تمرین دوره‌ای

پدیدهٔ انحلال چه زمانی رخ می‌دهد؟

پاسخ اگر ذره‌های سازندهٔ حل‌شونده با مولکول‌های حلال جاذبهٔ قوی برقرار کنند، حل‌شونده در حلال حل می‌شود در غیر این صورت ذره‌های حل‌شونده کنار هم باقی می‌مانند و در حلال پخش نمی‌شوند. عبارت معروف «شبیه، شبیه را در خود حل می‌کند.» به این مفهوم اشاره دارد و منظور از شباهت، قطبیت حلال و حل‌شونده است که لازم است از این نظر شبیه باشند.

مهمترین مواد کتاب درسی

- **قطبی** آب/ترکیب‌های یونی/متانول (CH_3OH) /اتانول (C_2H_5OH) /اوره ($CO(NH_2)_2$) /استون (CH_3COCH_3) / ویتامین C / عسل (دارای چندین گروه هیدروکسیل)
- **ناقطبی** هیدروکربن‌ها (متان، اتان، هگزان و ...) / بنزین (C_8H_{18}) / گریس ($C_{18}H_{38}$) / وازلین ($C_{25}H_{52}$) / ویتامین‌های A، D ،E و K / چربی کوهان شتر / روغن زیتون ($C_{57}H_{104}O_6$) / اسیدهای چرب / استرهای سنگین

کتاب درسی نکته

شرط انحلال ترکیب یونی در آب:

میانگین قدرت پیوند هیدروژنی در آب و > جاذبهٔ یون ـ دوقطبی در پیوند یونی در ترکیب یونی محلول حاصل

نام ماده	فرمول شیمیایی	محلول در آب	محلول در هگزان	توضیحات
اتیلن گلیکول (ضد یخ)	CH_2OHCH_2OH	✓		الکل دو عاملی / قابلیت تشکیل پیوند هیدروژنی
نمک خوراکی	$NaCl$	✓		
بنزین	C_8H_{18}		✓	مخلوطی از هیدروکربن‌ها
اوره	$CO(NH_2)_2$	✓	×	آمید / قابلیت تشکیل پیوند هیدروژنی
روغن زیتون	$C_{57}H_{104}O_6$		✓	یک استر سه‌عاملی (سنگین) و طبیعی
وازلین	$C_{25}H_{52}$		✓	آلکان سنگین
گریس	$C_{18}H_{38}$		✓	آلکان سنگین

سؤال ۲ آیا می‌توان گفت که عسل، اوره و اتیلن گلیکول از طریق جاذبه‌های بین مولکولی مشابه در آب حل می‌شوند؟ (پاسخ خود را شرح دهید)

تجربی ۱۴۰۲ - نوبت ا

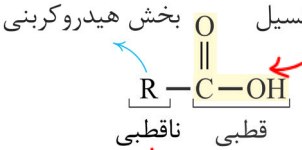
پاسخ بله - هر سه مولکول، توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی دارند و از همین طریق در آب حل می‌شوند.

چربی، اسید چرب، استر

چربی‌ها این مواد را می‌توان مخلوطی از اسیدهای چرب و استرهای بلندزنجیر (سنگین) دانست. توجه کنید که چربی‌ها در آب حل نمی‌شوند زیرا در اجزای سازنده آنها بخش بزرگی از هر مولکول ناقطبی بوده و در آب حل نمی‌شود.

۱ اسیدهای چرب

- مانند سایر کربوکسیلیک اسیدها (به جز $HCOOH$) فرمول عمومی آن‌ها $R-COOH$ است.
- در آن‌ها R گروه هیدروکربنی (معمولاً سیرشده) با تعداد اتم‌های کربن زیاد است.
- دارای دو بخش هستند.
  - **بخش اول** $COOH$ (گروه عاملی) ◄ قسمت قطبی مولکول
  - **بخش دوم** R ◄ بخش ناقطبی مولکول



$$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-C(=O)-OH$$

«مدل فضا پرکن یک اسید چرب ۱۸ کربنی»

- به دلیل بزرگ بودن بخش ناقطبی (R) در مقایسه با بخش قطبی، مولکول آن‌ها در مجموع ناقطبی و در آب نامحلول هستند.

«نحوهٔ نمایش یک اسید چرب»

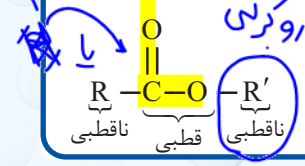
- می‌توان گفت که در آن‌ها نیروی غالب، وان‌درواسی است.

۲ استرها

- دارای گروه عاملی $-COO-$ یا $-C(=O)-O-$، هستند.
- با کربوکسیلیک اسیدها هم‌پار هستند ولی برخلاف آن‌ها توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی ندارند.
- می‌توان آن‌ها را فراوردهٔ واکنش یک کربوکسیلیک اسید با یک الکل طی یک واکنش برگشت‌پذیر دانست.

$$R-COOH + R'-OH \rightleftharpoons[H^+] R-COO-R' + H_2O$$

- استرها نیز مانند کربوکسیلیک اسیدها دارای دو بخش قطبی و ناقطبی هستند.



جمع‌بندی

۱ چربی‌ها را می‌توان ..... محسوب کرد.

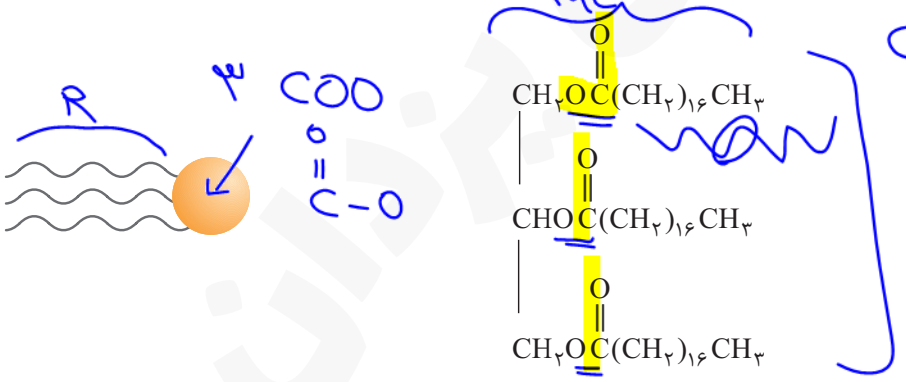
۲ نیرو(های) موجود در یک اسید چرب ..... است.

۳ نیروی ..... در یک اسید چرب ..... است.

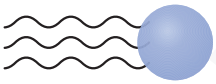
۴ در یک استر سه عاملی بخش قطبی بر بخش ناقطبی غلبه ..... و این مولکول در مجموع ..... محسوب شده و نیروهای بین مولکول‌های این مواد از نوع ..... است.

۳ استرهای سنگین

- معمولاً در چربی‌های طبیعی یافت می‌شوند.
- نحوهٔ نمایش آن‌ها به صورت زیر است.
- معروف‌ترین آن‌ها (کتاب درسی)، چربی کوهان شتر است (به بخش‌های آن توجه کنید.)



۲ گزینه‌ای با توجه به ساختار مقابل، جواب درست را از بین کلمه‌های داخل کمانک انتخاب کنید. (خارج، ریاضی ۹۸)



الف) به یک [استر / اسید چرب] مربوط است.

ب) در بنزین [حل می‌شود / حل نمی‌شود] و در آب [نامحلول / محلول] است.

پ) می‌توان از واکنش [استری شدن / آبکافت] این ماده [اسید چرب / استر سنگین] به‌دست آورد.

ت) از واکنش [سوختن / آبکافت] یک مول از آن [سه مول / یک مول] اسید چرب [سه عاملی / یک عاملی] پدید می‌آید.

پاک‌کننده‌های صابونی

۱) وقتی از یک اسیدچرب، هیدروژن اسیدی یعنی هیدروژن متصل به اتم اکسیژن را جدا و به جای آن یکی از کاتیون‌های Na^+، K^+، NH_4^+ (آمونیوم) قرار دهیم، یک نمک به دست می‌آید که به آن صابون می‌گوییم. به بیان دیگر صابون نمک یک اسید چرب است. مثلاً با افزودن کاتیون سدیم:

$$\underbrace{RCOOH}_{\text{اسید چرب}} \xrightarrow[+Na^+]{-H^+} \underbrace{RCOONa}_{\text{نمک سدیم اسید چرب}}$$

۲) برای درک بهتر موضوع فرض کنید که گروه هیدروکربنی (R) متصل به گروه عاملی کربوکسیل، یک زنجیر هیدروکربنی سیرشده و دارای m کربن است. در این صورت فرمول گروه آلکیل C_mH_{2m+1} خواهد بود.

$$\underbrace{C_mH_{2m+1}COOH}_{\text{اسید چرب}} \xrightarrow[+Na^+]{-H^+} C_mH_{2m+1}COONa$$

۳) صابون جامد، نمک سدیم اسیدهای چرب و صابون مایع نمک پتاسیم یا آمونیوم یک اسیدچرب است.

مثال صابون‌های جامد از گرم کردن (جوشاندن) مخلوط روغن‌های گیاهی یا جانوری مثل روغن زیتون، نارگیل و یا دنبه (چربی جانوری) با سدیم هیدروکسید تهیه می‌شوند.

نکته

دو راه تولید صابون

I) الکل + نمک اسیدچرب (صابون) ← سدیم هیدروکسید + چربی طبیعی

II) آب + نمک اسیدچرب ← سدیم هیدروکسید + اسید چرب

ساختمان پاک‌کنندهٔ صابونی

- بخش کاتیونی ← Na^+، K^+ یا NH_4^+
- بخش آنیونی ($RCOO^-$)
  - بخش قطبی ← COO^- (کربوکسیلات)
  - بخش ناقطبی ← R (زنجیر هیدروکربنی)

$$\underbrace{\underbrace{R}_{\text{بخش ناقطبی (آب‌گریز)}} - \underbrace{COO^-}_{\text{بخش قطبی (آبدوست)}}}_{\text{بخش آنیونی}} \quad \underbrace{Na^+}_{\text{بخش کاتیونی}}$$

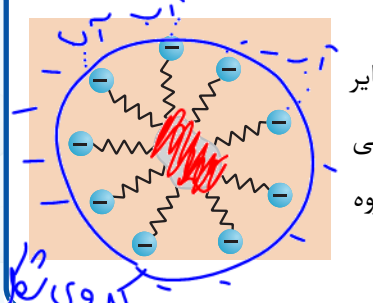
قرار گرفتن صابون در آب

وقتی یک صابون در آب قرار می‌گیرد:

۱) بخش کاتیونی آن به سرعت جدا شده و آنچه باقی می‌ماند بخش آنیونی است.

۲) سر قطبیِ بخش آنیونی که شامل $-COO^-$ است به سمت مولکول‌های آب قرار می‌گیرند.

۳) قسمت هیدروکربنی (R) متعلق به بخش آنیونی نیز به سمت قسمت هیدروکربنی سایر مولکول‌های صابون کشیده می‌شوند و به این صورت از اجتماع مولکول‌های صابون، اجزایی کروی شکل پدید می‌آید که مرکز آن‌ها قسمت‌های ناقطبی (زنجیر هیدروکربنی) و سطح آن را گروه $-COO^-$، تشکیل می‌دهد.



کتاب درسی — تمرین دوره‌ای

صابون را می‌توان نمک سدیم اسید 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.

$$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2-C(=O)-O^-Na^+$$

آ) بخش‌های قطبی و ناقطبی آن را مشخص کنید. (روی شکل)

ب) کدام بخش صابون آب‌دوست و کدام بخش آب‌گریز است؟ (روی شکل)

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.

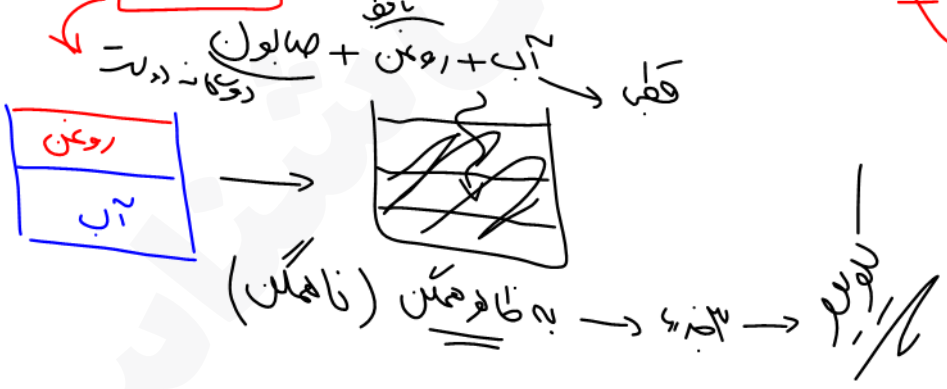
ت) هرگاه مقداری صابون مایع را در روغن بریزید و مخلوط را به هم بزنید، مخلوطی مانند شکل روبه‌رو به دست می‌آید. با توجه به این مشاهده، درباره درستی جمله زیر گفت‌وگو کنید.

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

پاسخ

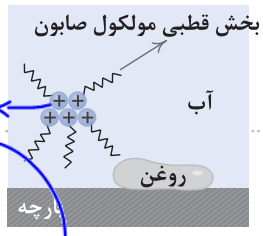
پ) نیروی جاذبهٔ پدید آمدن بین مولکول‌های آب و صابون به اندازه‌ای است که سبب انحلال و پخش شدن صابون در آب می‌شود. بنابراین می‌توان گفت نیروی جاذبه پدید آمده بین مولکول‌های آب و صابون از میانگین نیروهای جاذبه میان مولکول‌های آب (پیوند هیدروژنی) و میان مولکول‌های صابون بیشتر است.

ت) صابون دارای دو بخش قطبی و ناقطبی است. اتصال مولکول‌های صابون از طریق بخش قطبی مولکول آن با آب و بخش ناقطبی با مولکول‌های روغن، سبب پدید آمدن مخلوط به ظاهر همگن مانند شکل می‌شود.

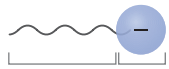


مرور ۲۰ **شکل زیر، مربوط به قرارگیری مولکول‌های پاک‌کنندهٔ صابونی در آب است.**

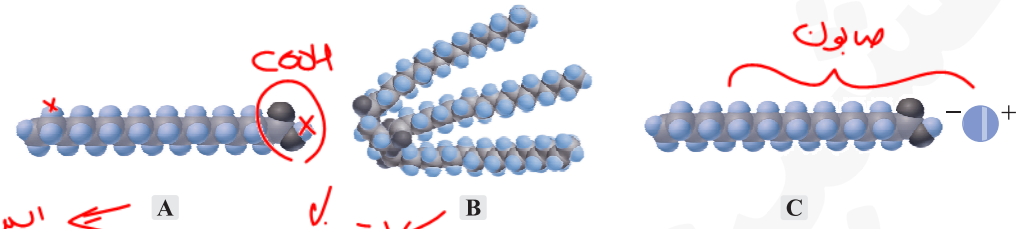
ایرادهای موجود در شکل را مشخص کنید.



پاسخ بخش‌های ناقطبی باید در کنار هم و سرمنفی مولکول صابون باید به سمت مولکول آب باشد.



مرور ۲۰ **با توجه به مدل فضا پُرکن سه ترکیب آلی زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.** تجربی ۱۴۰۱



الف) کدام مورد یا موارد را می‌توان اجزای سازندهٔ چربی‌ها دانست؟

ب) کدام مورد یا موارد هم در چربی و هم در آب حل می‌شوند؟

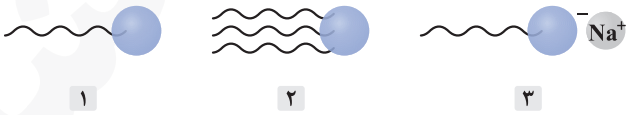
پ) آیا می‌توان ۲نوع صابون را از هریک ترکیب‌های A یا B تهیه کرد؟ چرا؟

پاسخ الف) A و B

ب) C

پ) بله - صابون را از واکنش استر سه‌عاملی (B) با محلول‌های بازی و یا واکنش اسید چرب (A) با محلول بازی، می‌توان تهیه کرد.

مرور ۲۰ **تصاویر زیر، الگوهای ساختاری صابون، اسید چرب و استر سنگین را نمایش می‌دهند. با توجه به آنها به پرسش‌ها پاسخ دهید.** خرداد ۹۹



الف) چربی‌ها مخلوطی از کدام دو ترکیب هستند؟

ب) کدام ساختار، مربوط به اسید چرب است؟

پ) نیروی بین مولکولی غالب در ترکیب (۳) از چه نوعی است؟ چرا؟

ت) کدام ترکیب در آب حل می‌شود؟

پاسخ الف) ترکیب (۱) و ترکیب (۲).

ب) ترکیب (۱).

پ) وان‌دروالسی، زیرا بخش بزرگی از مولکول را بخش ناقطبی (زنجیر بلند کربنی) تشکیل داده است.

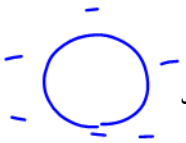
ت) ترکیب (۳).

مراحل پاک شدن یک لکهٔ چربی با صابون

- آلودگی و چربی‌های روی بدن یا لباس عمدتاً از جنس چربی‌ها هستند که ناقطبی محسوب می‌شوند.

۱ قرار گرفتن مولکول صابون در آب (حل شدن صابون در آب)

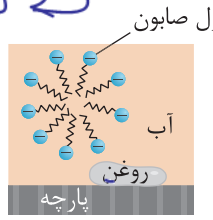
۲ صابون به کمک سر آب‌دوست خود با مولکول‌های آب پیوند برقرار می‌کند



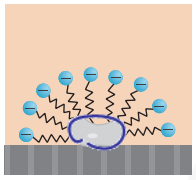
۳ ذرات صابون از طریق بخش ناقطبی (R) و توسط نیروهای وان‌دروالسی به مولکول‌های چربی می‌چسبند.

۴ صابون از یک سمت به آب و از سمت دیگر به مولکول چربی اتصال می‌یابد (مانند یک پُل) ← در این حالت چربی یا چرک از بدن یا پارچه جدا و به صورت ریز در آب پخش و پراکنده (معلق) می‌شود.

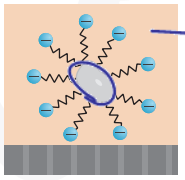
شکل زیر، مراحل پاک شدن یک لکهٔ چربی با صابون را نشان می‌دهد.



قرار گرفتن صابون در آب



اتصال مولکول صابون از طریق قسمت ناقطبی (R) به چربی



جدا کردن لکهٔ چربی از پارچه و پخش شدن آن در آب

انواع مخلوط

۱ همگن (محلول)

۲ ناهمگن کلوئیدها و سوسپانسیون‌ها

ویژگی / نوع مخلوط	سوسپانسیون	کلوئیدها	محلول
رفتار در برابر نور	نور را پخش می‌کند	نور را پخش می‌کند	فقط نور را عبور می‌دهد، یعنی خاصیت پخش نور ندارد
همگن / ناهمگن بودن	ناهمگن	ناهمگن	همگن
پایداری	ناپایدار است ته‌نشین می‌شود	پایدار است ته‌نشین نمی‌شود	پایدار است
ذره‌های سازنده	ذره‌های ریزماده	مولکول‌های بزرگ یا توده‌های مولکولی	یون‌ها و مولکول‌ها
مثال	شربت خاکشیر، شیر منیزی	رنگ‌های پوششی، سرامیک‌ها، هوای مه‌آلود، ژله، شیر	محلول ترکیب‌های یونی در آب، مخلوط آب و الکل‌های سبک، مس (II) سولفات در آب

فوری ۲ در جدول زیر برخی ویژگی‌های کلوئیدها با مخلوط‌های دیگر مقایسه شده است، آن را کامل کنید. (دی ۹۷)

ویژگی / نوع مخلوط	سوسپانسیون	کلوئید	محلول
رفتار در برابر نور	نور را پخش ... الف ...	نور را پخش می‌کند	نور را پخش ... ب ...
همگن بودن	ناهمگن	ناهمگن	... پ ...
پایداری	ناپایدار	... ت ...	پایدار است/ ته‌نشین نمی‌شود
ذره‌های سازنده	ذره‌های ریزماده	... ث ...	... ج ...

فوری ۲ مخلوط یک حلال آلی (S) و یک حلال آبی (A) ناپایدار است. اما اگر مادهٔ (C) را به این مخلوط اضافه کنیم و آن را هم بزنیم، یک مخلوط ناهمگن پایدار ایجاد می‌شود. در این حالت، کدام عبارت(های) زیر درست است؟ (خرداد ۱۴۰۲)

الف) مادهٔ C می‌تواند نمک اسید چرب باشد.

ب) مخلوط دو مادهٔ S و A می‌تواند یک کلوئید باشد.

پ) مادهٔ C می‌تواند هم در حلال S و هم در حلال A حل شود.

پاسخ الف و پ

فوری ۲ جواب درست را از بین کلمات داخل کمانک انتخاب کنید.

ب) توده‌های مولکولی و یونی، ذره‌های سازندهٔ مخلوط‌های [کلوئیدی / سوسپانسیونی] می‌باشند. (دی ۹۸ و ۱۴۰۰)

پ) مسیر عبور نور از میان [محلول‌ها / کلوئیدها] قابل مشاهده است. (شهریور ۹۸)

فوری ۲ با توجه به شکل زیر که مقایسهٔ رفتار نور در یک محلول و کلوئید را نشان می‌دهد به پرسش‌ها پاسخ دهید. (خرداد ۹۹)

الف) کدام ظرف، حاوی کلوئید است؟

ب) علت پخش نور توسط ذرات مادهٔ موجود در ظرف (۱) را توضیح دهید.

پ) مادهٔ موجود در کدام ظرف، مخلوط همگن است؟

ت) محتوای کدام ظرف می‌تواند ژله باشد؟

پاسخ الف) ظرف (۱)

ب) ذرات کلوئید درشت‌تر از محلول هستند به همین دلیل نور را پخش می‌کنند.

پ) ظرف (۲)

ت) ظرف (۱)

۲۰ فور جواب درست را از بین کلمات داخل کمانک انتخاب کنید.

الف) توده‌های مولکولی و یونی، ذره‌های سازندهٔ مخلوط‌های [کلوئیدی / سوسپانسیونی] می‌باشند. (دی ۹۸ و ۱۴۰۰)

ب) آب و عسل یک مخلوط [همگن / ناهمگن] تشکیل می‌دهند که توانایی پخش نور را [دارد / ندارد]. (شهریور ۹۹)

پ) برای زدودن رسوب تشکیل شده بر روی دیوارهٔ سماور باید از یک پاک‌کنندهٔ [صابونی / خورنده] استفاده کرد که توانایی واکنش با آلاینده‌ها را [داشته باشد / نداشته باشد]. (شهریور ۹۹)

ت) نیروی بین مولکولی غالب در چربی‌ها است. [وان‌دروالس / هیدروژنی] (خرداد ۱۴۰۲)

پاسخ الف) کلوئیدی

ب) همگن / ندارد.

پ) خورنده / داشته باشد.

ت) وان‌دروالس

عوامل مؤثر بر قدرت پاک‌کنندگی صابون

۱) نوع پارچه ← آزمایش نشان داده که چربی‌ها بر سطح پارچهٔ پلی‌استر با شدت بیشتری نسبت به پارچهٔ نخی می‌چسبند. بنابراین در شرایط مشابه دما، مقدار و نوع صابون مصرف‌شده، درصد لکه‌های باقی‌مانده روی پارچهٔ نخی به مراتب کمتر از پارچهٔ پلی‌استری است.

۲) نوع صابون ← صابون‌های دارای آنزیم، قدرت پاک‌کنندگی بیشتری نسبت به صابون‌های فاقد آنزیم دارند.

۳) دما ← هر چه دمای آب بیشتر باشد، قدرت پاک‌کنندگی صابون نیز افزایش می‌یابد.

۴) مقدار صابون

۵) غلظت یون‌های موجود در آب (نوع آب)

آب سخت

آبی که غلظت یون‌های Ca^{2+} و Mg^{2+} موجود در آن از حد طبیعی بیشتر باشد. آب دریاها و مناطق کویری که شور هستند، آب سخت محسوب می‌شوند.

دیدید که صابون‌هایی به فرم $RCOONa$، در آب محلول هستند. توجه کنید که ترکیب‌هایی با فرمول $(RCOO)_2Mg$ و $(RCOO)_2Ca$ عملاً نامحلول هستند.

کتاب درسی کاوش کنید

آزمایش نشان داده که اگر در سه بشر (۱، ۲، ۳) مقداری آب مقطر و یک قاشق چای‌خوری صابون رنده شده بریزیم و به بشرهای ۲ و ۳ به ترتیب مقادیری منیزیم کلرید جامد و کلسیم کلرید جامد اضافه کنیم و هر سه مخلوط را مدتی به هم بزنیم، ارتفاع کف ایجاد شده در بشر شمارهٔ ۱ (فقط شامل آب و صابون) بیشتر است. یعنی میزان انحلال‌پذیری صابون در بشرهای ۲ و ۳ به دلیل وجود یون‌های Mg^{2+} و Ca^{2+} تا حد قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته است.

صابون با یون‌های موجود در آب سخت رسوب تشکیل می‌دهد. در این گونه آب‌ها صابون عملاً کف نمی‌کند (کف، حاصل نفوذ مولکول‌های هوا در آب است)

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

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

کتاب درسی خود را بیازمایید

دانش‌آموزی برای مقایسهٔ 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.

نوع صابون	نوع پارچه	دما ($^\circ C$)	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

چند عبارت از کتاب درسی دربارهٔ پاک‌کننده‌های صابونی

- صنعت صابون‌سازی ← نقش چشمگیر در کاهش بیماری‌های و افزایش سطح بهداشت جهانی
- تولید صابون در مقیاس انبوه به مقدار بسیار زیادی چربی نیاز دارد که این خود چالشی بزرگ بود.
- صابون در همهٔ شرایط به خوبی عمل نمی‌کرد (مثلاً در صنایع وابسته به آب شور).
- صابون سنتی شهر مراغه ← طبیعی و فاقد افزودنی شیمیایی ← از جوشاندن پیه گوسفند و سودسوزآور ($NaOH$) تهیه می‌شود (پس از قالب‌گیری در آفتاب خشک می‌شود) ← به دلیل خاصیت بازی مناسب ($pH > 7$) برای موهای چرب استفاده می‌شود.
- امروزه با اضافه کردن برخی مواد به صابون‌ها و مواد پاک کنندهٔ دیگر خواص ویژه‌ای به آن‌ها می‌دهند:

۱ صابون گوگرد ← برای از بین بردن جوش صورت و قارچ‌های پوستی.

۲ افزودن مادهٔ شیمیایی کلردار ← افزایش خاصیت ضدعفونی‌کنندگی و میکروب‌کشی.

۳ افزودن نمک‌های فسفات (PO_4^{3-}) ← افزایش قدرت پاک‌کنندگی مواد شوینده ← نمک‌های فسفات با یون‌های Ca^{2+} و Mg^{2+} موجود در آب سخت، واکنش داده و از تشکیل رسوب و لکه جلوگیری می‌کنند.

- هرچه شوینده‌ای مواد شیمیایی بیشتری داشته باشد، احتمال عوارض جانبی آن بیشتر است.
- مصرف زیاد شوینده‌ها و تنفس بخار آن‌ها عوارض پوستی و بیماری‌های تنفسی ایجاد می‌کند.

۲ نمره **به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.** شهریور ۹۹

الف) علت افزودن مادهٔ شیمیایی کلردار به صابون‌ها را بنویسید.

ب) دو عامل موثر بر روی قدرت پاک‌کنندگی صابون را نام ببرید؟

پ) یک تفاوت در فرمول ساختاری صابون جامد و صابون مایع را بنویسید.

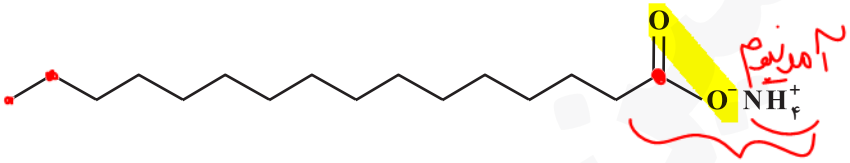
پاسخ الف) به منظور افزایش خاصیت ضدعفونی‌کنندگی و میکروب‌کشی صابون‌ها به آنها این ماده را اضافه می‌کنند.

ب) نوع پارچه، دما، نوع آب، مقدار صابون، نوع صابون.

پ) متفاوت بودن نوع کاتیون، کاتیون صابون مایع K و NH_4^+ است درحالی‌که کاتیون صابون جامد Na^+ است.

---

۲ نمره **با توجه به ساختار پاک‌کنندهٔ داده‌شده به پرسش‌ها پاسخ دهید.** دی ۱۴۰۱



آ) بخش آب‌دوست این ترکیب، چند کربن دارد؟

ب) آیا این ترکیب در آب‌های سخت، قدرت پاک‌کنندگی خود را حفظ می‌کند؟ چرا؟

پاسخ آ) ۱ کربن

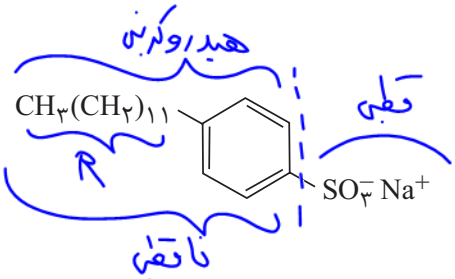
ب) خیر، زیرا یک پاک‌کنندهٔ صابونی (مایع) است

پاک‌کننده‌های غیرصابونی

- شیمی‌دان‌ها به کمک بنزن و دیگر مواد اولیهٔ صنایع پتروشیمیایی، پاک‌کننده‌هایی با فرمول عمومی مقابل تولید کردند که شامل یک زنجیر هیدروکربنی (R) متصل به یک حلقهٔ بنزنی که این حلقه به یک گروه سولفونات ($-SO_3^-$) متصل است.

فرمول عمومی پاک‌کننده‌های غیرصابونی را می‌توان به صورت $RC_6H_4SO_3^-Na^+$ هم نشان داد.

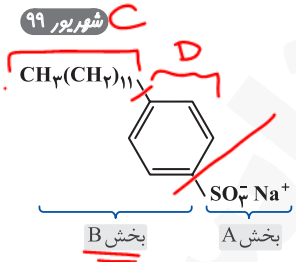
شکل زیر مثالی از یک پاک‌کنندهٔ غیرصابونی با زنجیر هیدروکربنی سیرشده و ۱۲ کربنی است که با احتساب حلقه بنزنی، ۱۸ اتم کربن دارد.



نکته (کتاب درسی)

- ✓ مزیت پاک‌کننده‌های غیرصابونی بر صابون این است که حتی در آب سخت نیز کف می‌کنند یعنی ترکیب آن‌ها با یون‌های Ca^{2+} و Mg^{2+} نیز محلول است.
- ✓ در پاک‌کننده‌های غیرصابونی گروه سولفونات ($-SO_3^-$) جایگزین گروه کربوکسیلات ($-COO^-$) در صابون‌ها شده است.
- ✓ پاک‌کننده‌های غیرصابونی طی واکنش‌های پیچیده و در صنعت تولید می‌شوند. در حالی که صابون‌ها را طی روش‌های سنتی و بسیار ساده می‌توان تهیه کرد.
- ✓ در حالت کلی قدرت پاک‌کنندگی شوینده‌های غیرصابونی بیش از صابون است.
- ✓ پاک‌کننده‌های صابونی و غیرصابونی با آلاینده‌ها فقط برهم‌کنش دارند.

مثال شکل زیر، فرمول ساختاری نوعی پاک‌کننده را نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید.



الف) این پاک‌کننده، صابونی است یا غیرصابونی؟ چرا؟

ب) آیا این پاک‌کننده در آب سخت خاصیت پاک‌کنندگی خود را حفظ می‌کند؟ چرا؟

پ) تعیین کنید کدام‌یک از بخش‌های «A یا B» آب‌گریز است. چرا؟

پاسخ الف) غیرصابونی، زیرا گروه سولفونات ($-SO_3^-$) دارد.

ب) بله، زیرا با یون‌های موجود در این آب‌ها، رسوب نمی‌دهد.

پ) بخش B، زیرا این بخش، ناقطبی است.

۲ نوبت با توجه به معادلهٔ واکنش زیر که در آب سخت رخ می‌دهد، به پرسش‌ها پاسخ دهید. شهریور ۱۴۰۲

$$۲\text{...(A)...(aq)} + \text{CaCl}_۲\text{(aq)} \rightarrow \text{رسوب} + ۲\text{NaCl(aq)}$$

الف) نماد A مربوط به کدام پاک‌کنندهٔ زیر است؟ چرا؟

پاک‌کنندهٔ (۱) $\text{CH}_۳(\text{CH}_۲)_{۱۱}\text{-C}_۶\text{H}_۴\text{SO}_۳^-\text{Na}^+$

پاک‌کنندهٔ (۲) $\text{CH}_۳(\text{CH}_۲)_{۱۶}\text{-COO}^-\text{Na}^+$

ب) برای افزایش قدرت پاک‌کنندگی شوینده‌ها، از چه موادی (مواد کلردار یا نمک‌های فسفات) استفاده می‌شود؟ دلیل بنویسید.

پ) در تهیهٔ کدام پاک‌کننده (۱ یا ۲) از مواد پتروشیمیایی استفاده می‌شود؟

پاسخ الف) پاک‌کنندهٔ (۲)، زیرا صابون با یون‌های کلسیم و منیزیم رسوب تشکیل می‌دهد.

ب) نمک‌های فسفات، زیرا این نمک‌ها با یون‌های کلسیم و منیزیم موجود در آب‌های سخت واکنش می‌دهند و از تشکیل رسوب و ایجاد لکه جلوگیری می‌کنند.

پ) پاک‌کنندهٔ (۱)

پاک‌کننده‌های خورنده

- نوعی از پاک‌کننده‌های جدید محسوب می‌شوند (به همراه غیرصابونی‌ها)
- علاوه بر برهم‌کنش، با آلودگی واکنش هم می‌دهند.
- اسیدها یا بازهای ضعیف یا قوی هستند ← مثال هیدروکلریک اسید (جوهرنمک)، سدیم هیدروکسید (سود سوزآور) و سفیدکننده‌ها
- این مواد از لحاظ شیمیایی فعال هستند و خاصیت خورندگی دارند و نباید با پوست تماس داشته باشند.

حواب درس مثال

نوعی پاک‌کننده که به شکل پودر عرضه می‌شود شامل مخلوط سدیم هیدروکسید و پودر آلومینیم است. این پاک‌کننده برای بازکردن مجاری مسدود شده در برخی وسایل و دستگاه‌های صنعتی استفاده می‌شود.

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

$$۲\text{NaOH} + ۲\text{Al} + ۶\text{H}_۲\text{O} \rightarrow ۲\text{NaAl(OH)}_۴ + ۳\text{H}_۲\text{(g)}$$

۱ سدیم هیدروکسید موجود در این پودر، با حل شدن در آب و تولید محلول سدیم هیدروکسید به عنوان یک پاک‌کنندهٔ خورنده و دارای قابلیت واکنش با آلاینده‌ها، می‌تواند با چربی‌هایی که موجب مسدود شدن لوله‌ها شده‌اند، واکنش دهد و با تولید صابون در محل آلودگی باعث حل شدن مقدار بیشتری چربی و پاک شدن مجرا شود.

۲ واکنش انجام شده یک واکنش گرماده ($\Delta H < ۰$) است و گرمای آزاد شده از این واکنش بر ذوب شدن چربی‌ها و شسته شدن آن‌ها در محلول صابون تولیدشده مؤثر است.

۳ گاز هیدروژن تولیدشده با نفوذ در مولکول‌های چربی و جدا کردن توده‌های چربی از هم، در انحلال بیشتر چربی‌ها در محلول صابون پدید آمده و در نتیجه قدرت پاک‌کنندگی بیشتر، مؤثر است.

فور ۲ با توجه به پاک‌کننده‌های داده‌شده به پرسش‌ها پاسخ دهید. خرداد ۱۴۰۱

پاک‌کننده	فرمول ساختاری پاک‌کننده
A	HCl
B	$\underbrace{C_{17}H_{35}}_{(1)}-\underbrace{COO^-Na^+}_{(2)}$
C	NaOH
D	$C_{12}H_{25}-C_6H_4-SO_3^-Na^+$

الف) کدام‌یک، پاک‌کنندهٔ غیرصابونی است؟

ب) تعیین کنید هریک از بخش‌های (۱) و (۲) در پاک‌کنندهٔ (B) آب‌دوست است یا آب‌گریز؟

پ) برای باز کردن لولهٔ فاضلابی که با اسیدهای چرب مسدود شده کدام پاک‌کننده مناسب‌تر است؟ چرا؟

پاسخ الف) پاک‌کنندهٔ D

ب) بخش (۱): آب‌گریز - بخش (۲): آب‌دوست

پ) پاک‌کنندهٔ C (NaOH)، زیرا سبب خنثی شدن اسید چرب می‌شود، در ضمن با اسید چرب، صابون تولید می‌کند که خود پاک‌کننده است.

فور ۲ با توجه به واکنش زیر که نوعی پاک‌کنندهٔ پودری را نشان می‌دهد به سؤالات پاسخ دهید. خرداد ۱۴۰۰

فرآورده‌های دیگر + گاز A ⟶ آب + مخلوط آلومینیم و سدیم هیدروکسید

آ) نام گاز A را بنویسید.

ب) آیا این پودر، پاک‌کنندهٔ خورنده است؟ دلیل بنویسید.

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

پاسخ آ) گاز هیدروژن

ب) بله؛ زیرا با آلاینده‌ها واکنش می‌دهد.

پ) تولید گاز، با ایجاد فشار و رفتار مکانیکی، بازکردن مجاری را تسهیل می‌کند.

فور ۲ درستی یا نادرستی هریک از عبارت‌های زیر را تعیین کنید و برای موارد نادرست دلیل بنویسید.

الف) عملکرد پاک‌کننده‌های خورنده علاوه بر برهم‌کنش میان ذره‌ها، از نوع واکنش با آلاینده‌ها نیز هست.

ب) پاک‌کننده‌های غیرصابونی با رسوبات دیوارهٔ کتری، لوله‌ها و... واکنش داده و آنها را به فراورده‌هایی با قابلیت شسته شدن با آب تبدیل می‌کنند.

پ) سفیدکننده‌ها از انواع پاک‌کننده‌های غیرصابونی هستند.

ت) پاک‌کننده‌های خورنده، اسید یا بازهای قوی هستند و از نظر شیمیایی فعال محسوب می‌شوند.

پاسخ الف) درست

ب) نادرست - این ویژگی مربوط به پاک‌کننده‌های خورنده است.

پ) نادرست - سفیدکننده‌ها از انواع پاک‌کننده‌های خورنده هستند.

ت) نادرست - خورنده‌ها، اسید یا بازهای قوی یا ضعیف هستند و ...

اسیدها و بازها

- هر روز با مقادیر متفاوتی مواد شیمیایی سروکار داریم که در اغلب آن‌ها اسیدها و بازها نقش مهمی دارند.
- عملکرد بدن ما به میزان مواد اسیدی و بازی موجود در آن وابسته است.
- اسیدهای خوراکی، مزهٔ ترش و بازها مزهٔ تلخ دارند.
- اسیدها با اغلب فلزها واکنش می‌دهند و در تماس با پوست، سوزش ایجاد می‌کنند.
- دلیل سوزش معده که درد شدیدی در ناحیهٔ سینه ایجاد می‌کند برگشت مقداری از محتویات اسیدی معده به لولهٔ مری است.
- هیدروکلریک اسید ترشح شده توسط یاخته‌های دیوارهٔ معده دو وظیفه دارد ← فعال کردن آنزیم‌های مورد نیاز برای تجزیهٔ مواد غذایی / از بین بردن جانداران ذره‌بینی موجود در غذا.
- بازها در سطح پوست همانند صابون احساس لیزی ایجاد می‌کنند اما به آن آسیب نیز می‌رسانند.
- برای کاهش میزان اسیدی بودن خاک ← افزودن آهک (CaO : اکسید بازی) به آن
- اغلب داروها ← ترکیب‌هایی با خاصیت اسیدی یا بازی
- زندگی بسیاری از آبزیان به میزان pH آب وابسته است.
- اغلب میوه‌ها ← دارای اسید ← pH آن‌ها کمتر از ۷
- ورود فاضلاب‌های صنعتی به محیط زیست ← تغییر pH

نکته

✓ شواهد بسیاری در تاریخ علم وجود دارد که نشان می‌دهند پیش از آن که ساختار اسیدها و بازها شناخته شود شیمی‌دان‌ها افزون بر ویژگی‌های اسیدها و بازها با برخی واکنش‌های آن‌ها نیز آشنا بودند.

مدل اسید و باز آرنیوس

آرنیوس

- نخستین کسی بود که اسیدها و بازها را بر یک مبنای علمی توصیف کرد.
- طی پژوهش‌هایی که روی رسانایی ترکیب‌های محلول در آب انجام می‌داد مدلی برای اسیدها و بازها ارائه کرد.
- او دریافت که محلول اسیدها و بازها رسانای جریان برق است ولی میزان رسانایی آن‌ها یکسان نیست.

اسید آرنیوس ماده‌ای که در آب حل می‌شود غلظت یون $H^+(aq)$ موجود در آب را افزایش می‌دهد.

باز آرنیوس ماده‌ای است که با حل شدن در آب غلظت یون هیدروکسید موجود در آب را افزایش می‌دهد.

مثال

گاز هیدروژن کلرید اسید آرنیوس محسوب می‌شود زیرا ضمن حل شدن در آب غلظت یون هیدرونیوم $H_3O^+(aq)$ یا $H^+(aq)$ را افزایش می‌دهد.

$$HCl(g) \xrightarrow{H_2O} H^+(aq) + Cl^-(aq)$$

محلول هیدروکلریک اسید

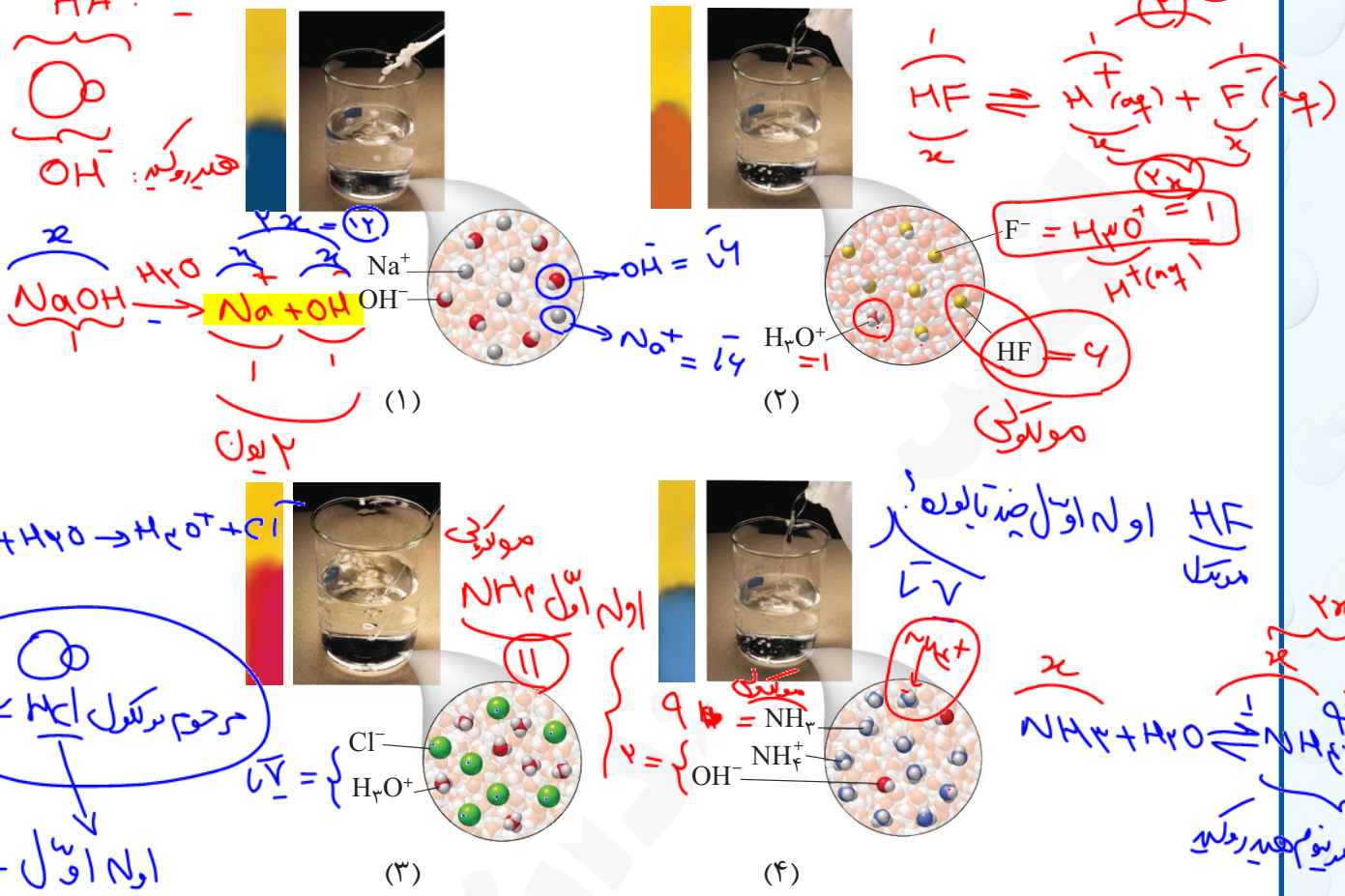
یا

$$HCl(g) + H_2O \rightarrow H_3O^+(aq) + Cl^-(aq)$$

$$KOH(s) \xrightarrow{H_2O} K^+(aq) + OH^-(aq)$$

محلول پتاسیم هیدروکسید

نکته پایه و اساس مدل آرنیوس بر وجود آب (محلول آبی) در محیط واکنش است.



قرارگرفتن اکسیدهای فلزی و نافلزی در آب

یک ماده برای این که اسید یا باز آرنیوس باشد لازم نیست در ساختمان خود H^+ یا OH^- داشته باشد. برای مثال برخی ترکیبات نافلزات یا فلزات به‌ترتیب، اسید و باز آرنیوس محسوب می‌شوند، زیرا به محض قرارگیری در آب، یون‌های $H^+(aq)$ و $OH^-(aq)$ تولید می‌کنند.

$$N_2O_5(s) + H_2O(l) \rightarrow \underbrace{2H^+(aq) + 2NO_3^-(aq)}_{\text{محلول نیتریک اسید}}$$

$$K_2O(s) + H_2O(l) \rightarrow \underbrace{2K^+(aq) + 2OH^-(aq)}_{\text{محلول پتاسیم هیدروکسید}}$$

$$CO_2(g) + H_2O(l) \rightarrow \underbrace{2H^+(aq) + CO_3^{2-}}_{\text{محلول کربنیک اسید}}$$

فوق با استفاده از واژه‌های درون کادر، عبارت‌های زیر را کامل کنید. (دی ۱۴۰۰)

باز / هیدرونیوم / اسید / هیدروکسید

محلول آبی گوگردتری‌اکسید (SO_3) یک .۱. و محلول آبی باریم‌اکسید (BaO) یک .۲. آرنیوس به شمار می‌روند، زیرا به‌ترتیب باعث افزایش غلظت یون‌های .۳. و .۴. می‌شوند.

قرارگرفتن مواد اسیدی و بازی در آب

الف) قرارگیری ماده‌ای با خاصیت اسیدی در آب

۱) با قرارگیری گاز هیدروژن کلرید در آب، طی یک واکنش یک طرفه، یون‌های $H_3O^+(aq)$ و $Cl^-(aq)$ پدید می‌آیند. در این واکنش، غلظت یون‌های $H_3O^+(aq)$ و Cl^- بسیار بیشتر از مولکول‌های یونیده نشدهٔ HCl است.

$$HCl(g) + H_2O(l) \rightarrow \underbrace{H_3O^+(aq) + Cl^-(aq)}_{\text{محلول هیدروکلریک اسید (اسید قوی)}}$$

رنگ کاغذ pH سنج در این محلول سرخ‌رنگ است (بازهٔ ۰ تا ۲).

۲) قرار گرفتن مولکول‌های هیدروژن فلوئورید در آب، موجب می‌شود که تعداد کمی از این مولکول‌ها طی یک واکنش برگشت‌پذیر به یون‌های $H_3O^+(aq)$ و $F^-(aq)$ یونیده شوند. البته تعداد مولکول‌های HF در این مخلوط بسیار بیشتر از یون‌های $H_3O^+(aq)$ و F^- است.

$$HF(g) + H_2O(l) \rightleftharpoons \underbrace{H_3O^+(aq) + F^-(aq)}_{\text{محلول هیدروژن فلوئورید (اسید ضعیف)}}$$

رنگ کاغذ pH در این محلول نارنجی است (بازهٔ ۲ تا ۴).

ب) قرارگیری ماده‌ای با خاصیت بازی در آب

۳) قرارگیری سدیم هیدروکسید در آب، موجب می‌شود که یون‌های سازندهٔ آن در مجاورت آب به طور کامل تفکیک شوند و محلول سدیم هیدروکسید پدید آید.

$$NaOH(s) \xrightarrow{H_2O} \underbrace{Na^+(aq) + OH^-(aq)}_{\text{محلول سدیم هیدروکسید (بازقوی)}}$$

غلظت یون‌های سازندهٔ سدیم هیدروکسید یعنی $OH^-(aq)$ و $Na^+(aq)$ بسیار بیشتر از NaOH تفکیک نشده (تقریباً صفر) است. رنگ کاغذ pH در محلول سدیم هیدروکسید، بنفش رنگ (بازهٔ ۱۲ تا ۱۴) است.

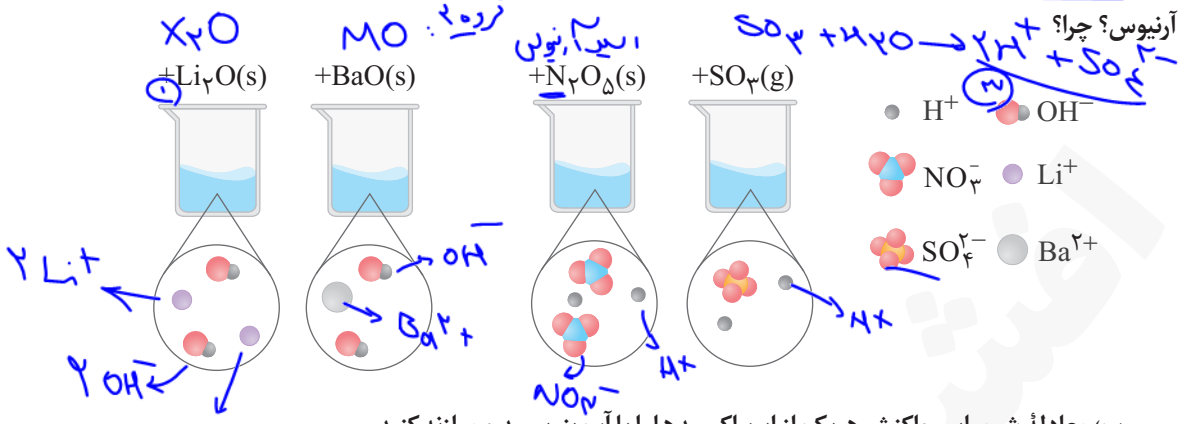
۴) قرارگرفتن مولکول‌های آمونیاک (NH_3) در آب، موجب می‌شود که در یک واکنش برگشت‌پذیر، تعداد کمی از مولکول‌های آمونیاک یونیده شده و مقدار کمی یون $NH_4^+(aq)$ و $OH^-(aq)$ پدید آورند.

$$NH_3(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons \underbrace{NH_4^+(aq) + OH^-(aq)}_{\text{محلول آمونیوم هیدروکسید (باز ضعیف)}}$$

غلظت یون‌های NH_4^+ و OH^- بسیار کمتر از غلظت آمونیاک (مولکولی) در محیط است. رنگ کاغذ pH در محلول آمونیاک آبی (بازهٔ ۷ تا ۱۲) است.

کتاب درسی 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) معادلهٔ شیمیایی واکنش هریک 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	SO_3	✓		سرخ
کربن دی‌اکسید	CO_2	✓		نارنجی
کلسیم اکسید	CaO		✓	آبی
سدیم اکسید	Na_2O		✓	بنفش

$$Li_2O(s) \xrightarrow{H_2O} 2Li^+(aq) + 2OH^-(aq)$$

$$BaO(s) \xrightarrow{H_2O} Ba^{2+}(aq) + 2OH^-(aq)$$

$$N_2O_5(s) + H_2O \rightarrow 2H^+(aq) + 2NO_3^-(aq)$$

$$SO_3(g) + H_2O \rightarrow 2H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq)$$

توجه!!

- براساس مدل آرنیوس می‌توان اسید و باز را تشخیص داد اما نمی‌توان دربارهٔ میزان اسیدی یا بازی بودن یک محلول اظهارنظر 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

- خوراکی، شوینده، دارو... ← حاوی مقادیر متفاوت یون ← به ویژه یون هیدرونیوم
- غلظت یون هیدرونیوم مؤثر بر ماندگاری و سلامت مواد ← مثال ← افزایش غلظت این یون در شیر موجب ترش شدن آن
  - در فرایند تولید ← تعیین و کنترل غلظت این یون مهم است
  - یکی از راه‌های تعیین غلظت این یون ← سنجش الکتریکی محلول‌های آبی است.

انواع رسانا

- **الکترونی** در آن‌ها با حرکت الکترون‌ها رسانایی رخ می‌دهد مانند گرافیت (مغز مداد) یا فلزات.
- **یونی** در این‌گونه مواد، حرکت آزادانهٔ یون‌ها از نقطه‌ای به نقطهٔ دیگر و جابه‌جایی بار الکتریکی سبب رسانایی می‌شود، مانند محلول آبی یک ترکیب یونی یا یک ترکیب یونی مذاب.

در مورد رسانایی از نوع یونی باید توجه داشت که هرچه تعداد و مقدار یون‌های موجود بیشتر باشد، رسانایی الکتریکی بیشتری رخ می‌دهد.

در اینجا مبحث را به سمت رسانایی الکتریکی یک محلول آبی (محلول اسید یا باز) پیش می‌بریم.

الکترولیت به موادی مانند $NaCl(s)$ که حاوی یون‌های مثبت و منفی هستند الکترولیت و به محلول آنها $NaCl(aq)$، محلول الکترولیت می‌گویند. در محلول الکترولیت جابه‌جایی یون‌ها موجب بارهای الکتریکی و در نهایت رسانایی الکتریکی می‌شود.

- معادلهٔ انحلال یونی سدیم کلرید:

$$NaCl(s) \xrightarrow{H_2O} Na^+(aq) + Cl^-(aq)$$

خود را بیازمایید (کتاب درسی)

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

آ) $NaOH(s) \rightarrow __Na^+__(aq) + __OH^-__(aq)$

ب) $Al(NO_3)_3(s) \rightarrow Al^{3+}(aq) + 3NO_3^-(aq)$

پ) $BaCl_2(s) \rightarrow __Ba^{2+}__(aq) + 2Cl^-(aq)$

انواع مواد از لحاظ الکترولیت بودن

۱ **غیرالکترولیت** انحلال این مواد در آب کاملاً به شکل مولکولی رخ داده و عملاً یونی پدید نمی‌آورند مانند محلول شکر، متانول، اتانول، گلوکز

۲ **الکترولیت** از انحلال این مواد در آب مقادیری (از کم تا بسیار زیاد) یون پدید می‌آید.

انواع الکترولیت‌ها

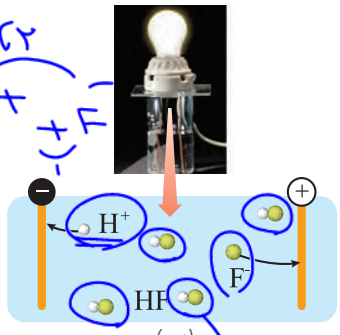
۱ **ضعیف:** از انحلال آن‌ها مقادیر اندکی یون پدید می‌آید.

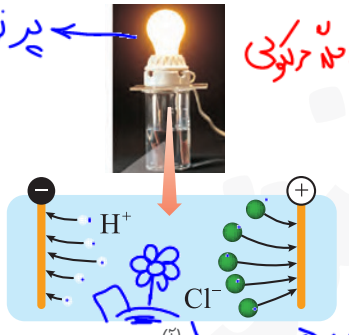
۲ **قوی:** از انحلال آن‌ها مقادیر زیادی یون پدید می‌آید.

کتاب درسی
نکته

✓ $NaCl_{(s)}$ ← الکترولیت
✓ اتانول و شکر ← غیرالکترولیت

✓ $NaCl_{(aq)}$ ← محلول الکترولیت
✓ محلول اتانول و شکر ← محلول غیرالکترولیت





✓ 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 و هیدروفلوئوریک اسید را یک اسید ضعیف می‌نامند.

یونش

- به فرایندی که در آن یک ترکیب مولکولی در آب به یون‌های مثبت و منفی تبدیل می‌شود.
- این فرایند می‌تواند یک طرفه یا برگشت‌پذیر باشد.

$$HA + H_2O(l) \rightarrow H_3O^+(aq) + A^-(aq)$$

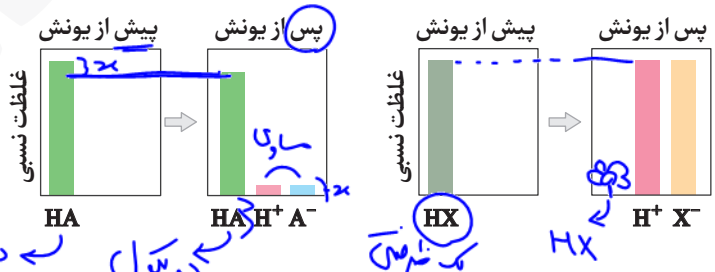
معادلهٔ یونش اسیدهای تک پروتونی HCl (قوی) و HF (ضعیف)

$$HCl(aq) + H_2O(l) \rightarrow H_3O^+(aq) + Cl^-(aq)$$

$$HF(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + F^-(aq)$$

کتاب درسی
باهم بیندیشیم

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؟

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

پاسخ آ) HX به طور کامل یونش یافته، زیرا پس از یونش مولکول HX در محیط وجود نداشته و همهٔ مولکول‌های آن یونش یافته و از یونش هر مولکول آن یک یون H^+ و یک یون X^- پدید آمده است، اما یونش HA جزیی است زیرا پس از یونش غلظت شکل مولکولی آن بیش از یون‌ها است.

ب) $HA \rightarrow HF$ $\quad$ $HX \rightarrow HCl$

درجهٔ یونش (α)

شیمی‌دان‌ها برای بیان میزان یونش اسیدها در محیط محلول از کمیتی به نام درجهٔ یونش (α) یا درصد یونش ($\alpha\%$) استفاده می‌کنند.

$$\alpha = \frac{\text{تعداد مولکول‌های یونیده شده}}{\text{شمار کل مولکول‌های حل شده}} \quad \text{یا} \quad \rightarrow \alpha = \frac{\text{غلظت مولار } H^+}{\text{مولاریتهٔ محلول اسید}} = \frac{[H^+]}{[HA]} \rightarrow \%\alpha = \alpha \times ۱۰۰$$

مثال

با حل شدن ۱۰۰۰ مولکول HCl در آب و یونیده شدن آنها، ۱۰۰۰ یون H_3O^+ و ۱۰۰۰ یون Cl^- پدید می‌آید (جمعاً ۲۰۰۰ یون)، بنابراین:

$$\alpha = \frac{\text{شماریون‌های } H^+}{\text{شمار کل مولکول‌های حل شده}} = \frac{۱۰۰۰}{۱۰۰۰} = ۱ \rightarrow \%\alpha = \%۱۰۰$$

با حل شدن ۱۰۰۰ مولکول HF در آب و یونیده‌شدن ۲۴ مولکول، ۲۴ یون H_3O^+ و ۲۴ یون F^- پدید می‌آید (جمعاً ۴۸ یون)، بنابراین:

$$\alpha = \frac{\text{شماریون‌های } H^+}{\text{شمار کل مولکول‌های حل شده}} = \frac{۲۴}{۱۰۰۰} = ۰/۰۲۴ \rightarrow \%\alpha = \alpha \times \%۱۰۰ = ۲/۴$$

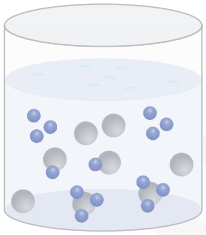
نتیجه:

در مورد اسیدهای قوی و یک ظرفیتی که تقریباً به طور کامل (واکنش یک‌طرفه) یونش می‌یابند، درجه یونش تقریباً برابر ۱.

برای اسیدهای ضعیف که یونش جزیی دارند این مقدار کم‌تر از ۱ است.

مثال و حل

شکل زیر ۵۰۰ میلی‌لیتر از محلول آبی یک حل‌شونده را نشان می‌دهد. خرداد ۹۹



الف) این نوع حل‌شونده‌ها اسید آرنیوس یا باز آرنیوس هستند؟ چرا؟

ب) درصد یونش این محلول را محاسبه کنید. **(هر ذره را یک مول از آن گونه در نظر بگیرید.)**

پاسخ الف) اسید آرنیوس، زیرا با حل شدن در آب غلظت یون هیدرونیوم زیاد شده است.

ب)

$$\text{درصد یونش} = \frac{\text{شمار مول‌های یونیده‌شده}}{\text{شمار کل مول‌های حل‌شده}} \times ۱۰۰$$

$$\text{درصد یونش} = \frac{۴}{۶} \times ۱۰۰ = \%۶۶/۶۷$$

مثال ۲ در جدول زیر مقادیر K_a برای دو اسید آمده است. (دی ۹۷)

ردیف	نام اسید	فرمول شیمیایی	K_a
۱	نیترواسید	$HNO_2(aq)$	$1/8\times10^{-4}$
۲	استیک‌اسید	$CH_3COOH(aq)$	$4/9\times10^{-10}$

الف) کدام اسید قوی‌تر است؟ چرا؟

ب) در دمای $25^\circ C$، pH محلول یک مولار کدام اسید (HNO_2 یا CH_3COOH)، بزرگ‌تر است؟ (محاسبه لازم نیست، فقط دلیل بنویسید.)

پاسخ

الف) HNO_2 - زیرا K_a بزرگ‌تری دارد.

ب) CH_3COOH - زیرا در شرایط یکسان غلظت یون $H^+(aq)$ در محلول این اسید کمتر و در نتیجه pH آن بیشتر است.

کتاب درسی

خود را بیازمایید

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

پاسخ برای این اسید قوی یک ظرفیتی $\alpha = 1$ است. بنابراین در محلول آن غلظت یون‌های H_3O^+ و NO_3^- برابر با مولاریتهٔ آغازین اسید برابر است.

$$[HNO_3] = [H_3O^+] = [NO_3^-] = 0/1$$

کتاب درسی

مثال

اگر در محلول ۰/۱ مولار استیک اسید (CH_3COOH)، غلظت یون هیدرونیوم برابر $1/35\times10^{-3}\ mol.L^{-1}$ باشد، معادله یونش استیک اسید را نوشته، درجهٔ یونش اسید و همچنین غلظت یون اتانوات در محیط محلول را به دست آورید.

پاسخ غلظت بسیار کم یون هیدرونیوم در مقایسه با غلظت اسید (۰/۱ مول بر لیتر) نشان می‌دهد که تعداد کمی از مولکول‌های CH_3COOH یونیده شده‌اند. بنابراین استیک اسید یک اسید ضعیف محسوب می‌شود و واکنش یونش آن برگشت‌پذیر است.

$$CH_3COOH(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons CH_3COO^-(aq) + H_2O(aq)$$

برابر بودن ضرایب فراورده‌های واکنش یعنی یون هیدرونیوم و یون اتانوات (CH_3COO^-) نشان می‌دهد که غلظت این دو یون برابر است، بنابراین:

$$[H_3O^+] = [CH_3COO^-] = 1/35\times10^{-3}\ mol.L^{-1}$$

در نهایت برای محاسبهٔ درصد یونش:

$$\%\alpha = \frac{[H_3O^+]}{[CH_3COOH]}\times100 \rightarrow \%\alpha = \frac{1/35\times10^{-3}}{0/1}\times100 = \%1/35$$

ثابت تعادل و قدرت اسیدی

واکنش برگشت پذیر

- به طور همزمان در دو جهت انجام می‌شوند
- در آنها شاهد حضور همزمان واکنش‌دهنده‌ها و فراوردها در مخلوط واکنش هستیم.
- در آنها همهٔ واکنش‌دهنده‌ها به فراورده‌ها تبدیل نمی‌شوند
- در شرایط معین (برقراری تعادل) مقدار مواد اولیه و فراورده در سامانه ثابت خواهد ماند. گویی این واکنش‌ها تا حدی پیش می‌روند و پس از آن، مقدار مواد شرکت‌کننده دیگر تغییر نخواهند کرد.
- با انجام همزمان دو واکنش رفت و برگشت در یک واکنش برگشت‌پذیر، لحظه‌ای فرا می‌رسد که غلظت مواد اولیه و فراورده ثابت می‌ماند. دلیل این ثابت شدن غلظت‌ها، برابر شدن سرعت واکنش های رفت و برگشت است.

ثابت تعادل (K) یکی از ویژگی‌های هر سامانهٔ تعادلی، رابطهٔ ثابت تعادل و عدد ثابت تعادل آن واکنش است.

در رابطهٔ ثابت تعادل یک واکنش فقط غلظت تعادلی (از لحظهٔ تعادل به بعد) مواد (محلول و گاز) نوشته می‌شود.

$$\text{غلظت محلول} = \frac{\text{مول حل‌شونده}}{\text{حجم محلول (لیتر)}}$$

$$\text{غلظت یک گاز} = \frac{\text{مول گاز}}{\text{حجم ظرف (لیتر)}}$$

رابطهٔ ثابت تعادل

- رسم یک خط کسری
  - صورت کسر ← حاصلضرب غلظت تعادلی فراورده‌ها به توان ضریب آنها
  - مخرج کسر ← حاصلضرب غلظت تعادلی مواد اولیه به توان ضریب آنها
- طبق قرارداد از نوشتن مواد جامد و مایع خالص که همواره غلظت ثابت دارند، صرف‌نظر می‌شود.

مثال

$$HA(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + A^-(aq)$$

ثابت یونش (K)

اما در محلول اسیدهای ضعیف (مثل استیک اسید) نمونه‌ای از سامانه‌های تعادلی که در آنها افزون بر اندک یون‌های آب‌پوشیده $CH_3COO^-(aq)$ و $H^+(aq)$ ، تعداد زیادی مولکول‌های اسید (CH_3COOH) نیز یافت می‌شوند.

در این‌گونه محلول‌ها شمار ناچیزی یون به صورت هم‌زمان در کنار شمار زیادی مولکول‌های یونیده نشده حضور دارند. یافته‌ها نشان داده که در همین شرایط غلظت همهٔ گونه‌های موجود در محلول این‌گونه اسیدها (ضعیف) ثابت است.

به عبارت دیگر در محلول این اسیدها یک تعادل برقرار شده و برابر بودن سرعت واکنش‌های رفت و برگشت موجب شده که غلظت اجزای این محلول (یون‌ها و مولکول‌ها) ثابت بماند. این توضیحات مربوط به شرایط کیفی سامانه است. در سامانه‌های تعادلی برای توصیف کمّی از کمیتی به نام ثابت تعادل (K) استفاده می‌شود که در آن فقط از غلظت تعادلی مواد محلول و گازی استفاده می‌شود.

- البته واضح است که به دلیل کمتر بودن قابل توجه غلظت یون‌های موجود در محلول نسبت به مولکول‌های یونیده نشدهٔ اسید، ثابت تعادل این واکنش کمتر از ۱ است.

$$CH_3COOH(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons CH_3COO^-(aq) + H_3O^+(aq) \qquad K = \frac{[CH_3COO^-][H_3O^+]}{[CH_3COOH]} < 1$$

کتاب درسی

نکته

- ✓ مقدار ثابت تعادل برای واکنش یونیده شدن یک اسید، ثابت یونش اسید نامیده می‌شود و با K_a نمایش داده می‌شود. ثابت یونش اسیدها فقط و فقط تابع دماست و تغییراتی مثل غلظت و فشار بر آن بی‌تأثیر است.
- ✓ ثابت یونش اسید (K_a) معیاری از قدرت یک اسید است، به طوری که هرچه K_a برای اسیدی بزرگ‌تر باشد، قوی‌تر است.

کتاب درسی باهم بیندیشیم

جدول زیر غلظت تعادلی گونه‌های موجود در سه محلول از هیدروفلوئوریک 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)			$K=\frac{[H^+]\times[F^-]}{[HF]}$
	$[HF]$	$[F^-]$	$[H^+]$	
۱	۰/۵۲	$۱/۷۵\times۱۰^{-۲}$	$۱/۷۵\times۱۰^{-۲}$	.....
۲	۰/۲۹	$۱/۳۱\times۱۰^{-۲}$	$۱/۳۱\times۱۰^{-۲}$	.....
۳	۱/۰	$۲/۴۳\times۱۰^{-۲}$	$۲/۴۳\times۱۰^{-۲}$	.....

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

پاسخ زیرا به ازای یونیده‌شدن هر مولکول HF در آب، یک یون $F^-(aq)$ یک یون $H^+(aq)$ تولید می‌شود.

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.

$K=\frac{[H^+]\times[F^-]}{[HF]}$
$۵/۸۹\times۱۰^{-۴}$
$۵/۹۱\times۱۰^{-۴}$
$۵/۹۰\times۱۰^{-۴}$

پاسخ

پ) توضیح دهید آیا نتیجه‌گیری زیر درست است؟

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

پاسخ بله، زیرا تغییر غلظت در شرایط دمایی ثابت، بر مقدار K تأثیری ندارد.

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

پاسخ خیر، زیرا با انحلال مقادیر متفاوت از HF در آب و ایجاد یک سامانه تعادلی، برای K تنها یک مقدار در دمای اتاق به دست می‌آید.

مثال (حل درس)

اگر غلظت تعادلی یون هیدرونیوم در محلول استیک اسید در دمای معین برابر با $۰/۰۰۰۶ mol.L^{-1}$ باشد، مقدار ثابت تعادل این اسید در دمای آزمایش و با غلظت ۰/۰۲ مولار اسید، چقدر است؟

پاسخ

$$CH_3COOH(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons CH_3COO^-(aq) + H_3O^+(aq)$$

$$K = \frac{[CH_3COO^-][H_3O^+]}{[CH_3COOH]} \rightarrow K = \frac{(۰/۰۰۰۶)\times(۰/۰۰۰۶)}{(۰/۰۲-۰/۰۰۰۶)} \rightarrow K = \frac{۶\times۱۰^{-۴}\times۶\times۱۰^{-۴}}{۲\times۱۰^{-۲}} = ۱۸\times۱۰^{-۶}\ mol.L^{-1}$$

برای فرایند یونش یک اسید در آب می‌توان نکات مهم زیر را در نظر گرفت.

ثابت یونش اسید (K_a)

- برای اسیدها ← ثابت یونش اسید ← K_a ← $\frac{\text{حاصلضرب غلظت مولار یون‌ها}}{\text{غلظت تعادلی اسید}}$
- K_a ← معیاری از پیشرفت فرایند یونش اسید تا رسیدن به تعادل است.
- K_a بزرگتر ← میزان یونش اسید بیشتر ← غلظت یون‌های موجود در محلول بیشتر ← اسید قوی‌تر

همان‌طور که گفته شد اسیدهای قوی در آب تقریباً به طور کامل یونیده می‌شوند. بنابراین محلول این‌گونه اسیدها را می‌توان محلولی شامل یون‌های آب پوشیده دانست، به طوری که در آن‌ها تقریباً مولکول‌های یونیده نشده یافت نمی‌شود (غلظت مولکول‌ها بسیار کم و به صفر نزدیک است). در مورد این اسیدها می‌توان گفت که مقدار ثابت تعادل واکنش یونش آن‌ها در آب مقداری بسیار بزرگ است.

$$HCl(aq) + H_2O(l) \rightarrow H^+(aq) + Cl^-(aq) \qquad K = \frac{[H^+][Cl^-]}{[HCl]} >> ۱$$

فوق ۲۰ **درستی یا نادرستی هریک از عبارت‌های زیر را تعیین کنید و برای موارد نادرست دلیل بنویسید.**

الف) در شرایط یکسان، رسانایی الکتریکی محلول ۰/۱ مولار هیدروفلوئوریک اسید (HF) کمتر از محلول ۰/۱ مولار هیدروکلریک‌اسید (HCl) است. شهریور ۹۹

ب) هرچه ثابت یونش یک باز کوچک‌تر باشد، رسانایی الکتریکی محلول آن در شرایط یکسان، بیشتر خواهد بود. دی ۹۸

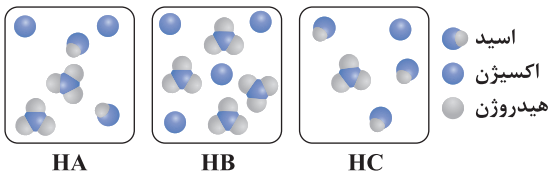
فوق ۲۰ اگر غلظت تعادلی استیک‌اسید در محلول آن برابر ۰/۰۲ مولار و ثابت تعادل آن $۱/۸\times۱۰^{-۵}$ باشد، غلظت یون هیدرونیوم در این محلول را به‌دست آورید. خرداد ۹۸

$$CH_۳COOH(aq) \rightleftharpoons H^+(aq)+CH_۳COO^-(aq)$$

پاسخ

$$K=\frac{[H^+][CH_۳COO^-]}{[CH_۳COOH]} \rightarrow [CH_۳COO^-]=[H^+] \rightarrow ۱/۸\times۱۰^{-۵}=\frac{[H^+]^۲}{۰/۰۲} \rightarrow [H^+]=۶\times۱۰^{-۴}\,mol.L^{-۱}$$

فوق ۲۰ شکل‌های زیر محلول سه اسید تک‌پروتون‌دار «HA، HB و HC» را در دما و غلظت یکسان در یک لیتر آب نشان می‌دهد. (هر ذره را یک مول از آن گونه در نظر بگیرید.) خرداد ۹۸



الف) کدام محلول رسانایی الکتریکی بیشتری دارد؟ چرا؟

ب) درصد یونش HA را محاسبه کنید.

پ) کمترین ثابت یونش مربوط به کدام اسید است؟

پاسخ الف) HB، چون بیش از دو اسید دیگر یونیده شده است.

ب) $\text{درصد یونش}=\frac{\text{شمار مولکول‌های یونیده شده}}{\text{شمار کل مولکول‌های حل شده}}\times۱۰۰=\frac{۲}{۴}\times۱۰۰=٪۵۰$

پ) HC

فوق ۲۰ اگر درصد یونش در محلولی از استیک‌اسید ($CH_۳COOH$) برابر با ٪۳/۲ و غلظت یون هیدرونیوم در آن $۱/۹۲\times۱۰^{-۲}$ مول‌برلیتر باشد: خرداد ۱۴۰۱

الف) معادلهٔ یونش این اسید را بنویسید.

ب) غلظت مولار اسید در محلول را محاسبه کنید.

پاسخ

الف) $CH_۳COOH(aq) \rightleftharpoons H^+(aq)+CH_۳COO^-(aq)$

ب) $٪\alpha=\frac{[H^+]}{[CH_۳COOH]}\times۱۰۰ \rightarrow ۳/۲=\frac{۱/۹۲\times۱۰^{-۲}}{[CH_۳COOH]}\times۱۰۰ \rightarrow [CH_۳COOH]=۰/۶\,mol.L^{-۱}$

فوق ۲۰ غلظت تعادلی یون هیدرونیوم در محلول هیدروفلوئوریک‌اسید در دمای معین برابر $۰/۰۰۵\,mol.L^{-۱}$ است، با توجه به معادلهٔ یونش این اسید در آب، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید. شهریور ۱۴۰۱

$$HF(aq) \rightleftharpoons H^+(aq)+F^-(aq)$$

الف) غلظت تعادلی یون فلوئورید $[F^-]$ را با نوشتن دلیل تعیین کنید.

ب) با توجه به مقدار ثابت یونش اسید در این دما، غلظت تعادلی $[HF]$ را حساب کنید. ($K_a=۵/۹۰\times۱۰^{-۴}\,mol.L^{-۱}$)

پاسخ

الف) $۰/۰۰۵ mol.L^{-۱}$، به‌ازای تولید هر مول یون هیدرونیوم، یک مول یون فلوئورید تولید شده، پس غلظت تعادلی این یون‌ها با هم برابر است.

ب) $K_a=\frac{[H^+][F^-]}{[HF]} \rightarrow ۵/۹\times۱۰^{-۴}=\frac{(۵\times۱۰^{-۳})^۲}{[HF]} \rightarrow [HF]=۴/۲۴\times۱۰^{-۲}\,mol.L^{-۱}$

۲۰ نمره در دمای معین، ۲ لیتر محلول نیتروواسید (HNO_2)، دارای ۰/۰۳ مول یون نیتریت (NO_2^-) است. شهریور ۱۴۰۲

الف) معادلهٔ یونش HNO_2 را در آب بنویسید.

ب) غلظت تعادلی HNO_2 را حساب کنید. ($K_a = 4/5 \times 10^{-4}$)

پاسخ

الف) $HNO_2(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + NO_2^-(aq)$

$$[H^+] = [NO_2^-] = \frac{0/03 mol}{2L} = 0/015 mol.L^{-1}$$

ب) $$K_a = \frac{[H^+][NO_2^-]}{[HNO_2]} \rightarrow 4/5 \times 10^{-4} = \frac{(0/015)^2}{[HNO_2]} \rightarrow [HNO_2] = 0/5 mol.L^{-1}$$

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	$HNO_3(aq) \rightarrow H^+(aq) + NO_3^-(aq)$
نیتروواسید	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	$4/9 \times 10^{-10}$	$HCN(aq) \rightarrow H^+(aq) + CN^-(aq)$

آموزش پرسش خود را بیازمایید

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

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.

(۱)

(۲)

۲ نمره با توجه به جدول داده شده به پرسش‌ها پاسخ دهید. خرداد ۱۴۰۱

فرمول شیمیایی اسید	ثابت یونش اسید در ۲۵°C
H_2SO_4	بسیار بزرگ
HNO_3	بزرگ
HCOOH	$1/8\times10^{-4}$

الف) باران اسیدی حاوی کدام اسیدها است؟

ب) در شرایط یکسان، محلول کدام اسید رسانایی الکتریکی کمتری دارد؟ چرا؟

پ) در دمای اتاق، سرعت واکنش یک قطعه نوار منیزیم با ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۱ مولار کدام اسید(HCOOH یا HNO_3) بیشتر خواهد بود؟چرا؟

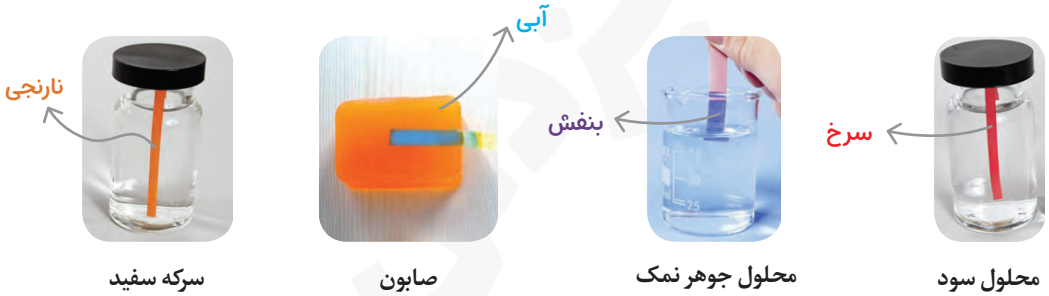
پاسخ

الف) H_2SO_4 و HNO_3

ب) HCOOH - زیرا یک اسید ضعیف است و در آب به‌طور کامل یونیده نمی‌شود.

پ) HNO_3 - چون قدرت اسیدی بیشتری دارد.

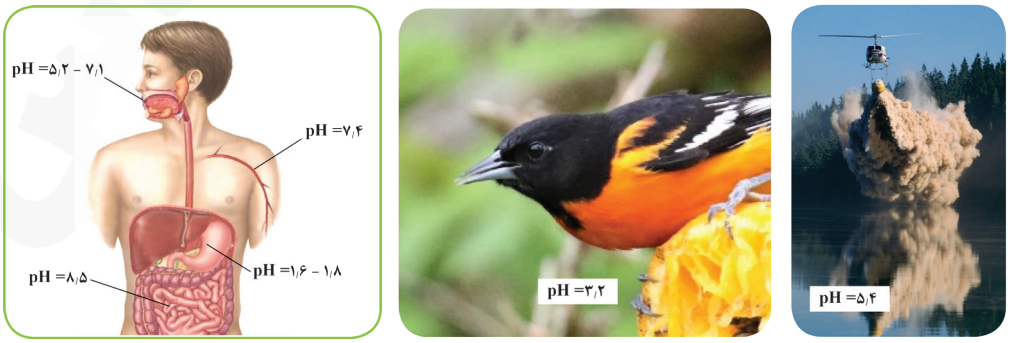
pH



سرکه سفید | صابون | محلول جوهر نمک | محلول سود

تغییر رنگ کاغذ pH

- معیاری برای تشخیص اسیدی یا بازی بودن محلول
- رنگ نهایی کاغذ ← pH تقریبی محلول



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

برای تعیین pH یک محلول از رابطهٔ زیر استفاده می‌کنیم.

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

روابط مورد نیاز:

$\log ۲ = ۰/۳$ $\quad \log ۳ = ۰/۴۷۷ \simeq ۰/۵$ $\quad \log ۴ \simeq ۰/۶$

$\log ۵ = ۰/۷$ $\quad \log ۶ \simeq ۰/۸$ $\quad \log ۷ \simeq ۰/۸۵$

$\log ۸ = ۰/۹$ $\quad \log ۹ \simeq ۰/۹۵$

مثال

$۱۰^{۰/۳} = ۱۰^{\log ۲} \rightarrow ۲ = ۱۰^{۰/۳}$

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

$= ۲ \times ۱۰^{-۳} \, mol.L^{-۱}$

$[H^+] = ۱۰^{-۲/۵} = ۱۰^{-۳+۰/۵} = ۱۰^{-۳} \times ۱۰^{+۰/۵} = ۱۰^{-۳} \times ۱۰^{\log ۳} = ۳ \times ۱۰^{-۳} \, mol.L^{-۱}$

کتاب درسی پیوند با ریاضی

جدول زیر را کامل کنید.

خاصیت محلول	pH	$[H^+]$
بازی	۸/۵	۳×۱۰^{-۹}
اسیدی	۴	$۱۰^{-۴}$
.....	.....	$۱/۸ \times ۱۰^{-۲}$

$[H^+] = ۱۸ \times ۱۰^{-۳} \rightarrow pH = -\log[H^+] = -\log(۱۸ \times ۱۰^{-۳})$

$= -(\underbrace{\log ۱۸}_{۱/۳} \times \underbrace{۱۰^{-۳}}_{-۳}) = -(۱/۳ - ۳) = ۱/۷$

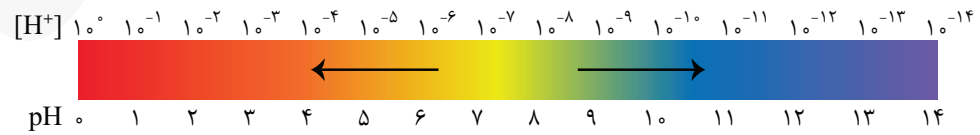
$\log ۱۸ = \log ۶ \times ۳ = \log ۶ + \log ۳ = ۰/۸ + ۰/۵ = ۱/۳$

کتاب درسی پیوند با ریاضی

جدول زیر را کامل کنید.

خاصیت محلول	pH	$[H^+]$
.....	۲/۱۵	.....
.....	.....	$۳/۶ \times ۱۰^{-۴}$
بازی	۱۱/۴	.....
.....	۰	.....

گستره تغییر pH برای محلول‌های آبی در دمای اتاق



- یافته‌های تجربی ← و همه محلول‌های آبی، محتوی یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید هستند. یعنی محلول‌های با خاصیت اسیدی زیاد هم مقدار اندکی یون هیدروکسید دارند.
- 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 برابر است ← ($[H^+] = [OH^-]$). به همین دلیل چنین سامانه‌هایی، خنثی هستند.

کتاب درسی باهم بیندیشیم

۱ آزمایش‌های دقیق نشان می‌دهند که آب خالص رسانای 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 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:

$$H_2O(l) \rightleftharpoons H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow [H^+][OH^-] = 10^{-14}$$

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

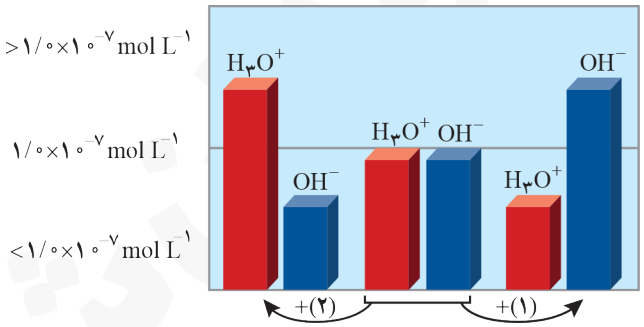
پاسخ $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}\ mol.L^{-1}$

ب) pH آب خالص و محلول خنثی را در دمای $25^\circ C$ حساب کنید.

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

---

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

پاسخ ماده (۱) ← موجب افزایش غلظت یون OH^- (و کاهش H^+) شده، بنابراین باز آرنیوس است.

ماده (۲) ← موجب افزایش غلظت یون H^+ (و کاهش OH^-) شده، بنابراین اسید آرنیوس است.

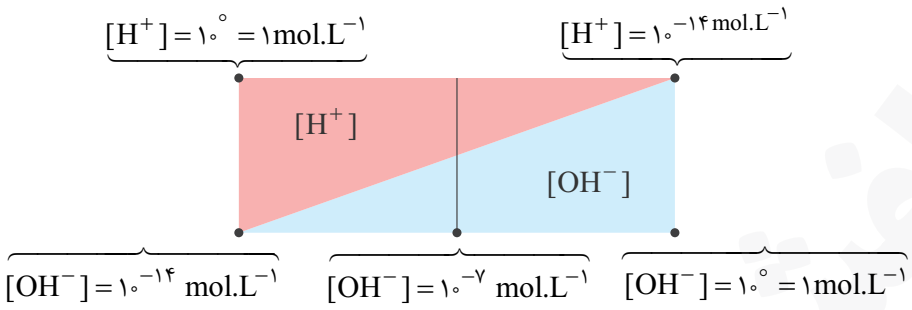
ب) غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید را در محلول بازی با یکدیگر مقایسه کنید.

پاسخ $[H^+] < [OH^-]$ ← در (همهٔ) محلول‌های بازی

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

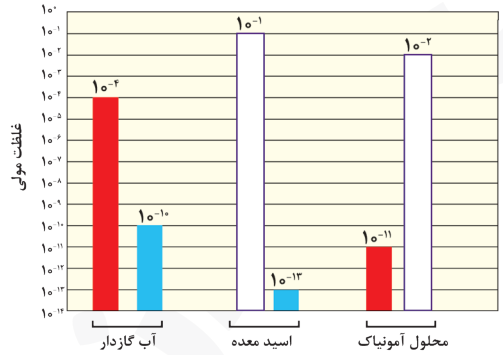
پاسخ خیر - حاصلضرب این دو یون عددی ثابت (در دمای 25°، 10^{-14}) است. بنابراین در همهٔ محلول‌های اسیدی مقدار بسیار کمی یون هیدروکسید وجود دارد. به عبارت دیگر افزایش غلظت یون H^+ موجب کاهش غلظت یون OH^- می‌شود (و برعکس در محلول‌های بازی).

- شکل زیر تغییر غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید در محلول آبی در دمای $25^\circ C$ را نشان می‌دهد. واضح است که حاصل ضرب غلظت این دو یون در دمای $25^\circ C$ همواره برابر با 10^{-14} است.



کتاب درسی با هم بیندیشیم

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



نکته

✓ در دمای $25^\circ C$ برای همه محلول‌های آبی $[H^+][OH^-]=10^{-14}$ است. در همین دما مجموع اعداد pH و pOH یک محلول ۱۴ است، زیرا:

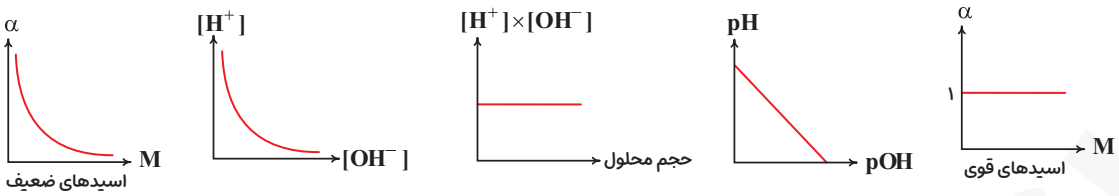
$$[H^+][OH^-]=10^{-14} \xrightarrow{-\log} -\log([H^+][OH^-])=-\log 10^{-14} \rightarrow \boxed{pH+pOH=14}$$

مثال هیدروکلریک اسید (HCl) یک اسید قوی و یک ظرفیتی است . بنابرین یونش این اسید کامل (یک طرفه) است. به عبارت دیگر در محلول ۰/۱ مولار این اسید پس از یونش کامل:

$$[HCl]=0/1 \rightarrow [H^+]=0/1 \rightarrow [OH^-]=10^{-13} mol.L^{-1}$$

کتاب درسی
نکته

✓ نمودار تغییرات $[H^+]$، $[OH^-]$ و pH

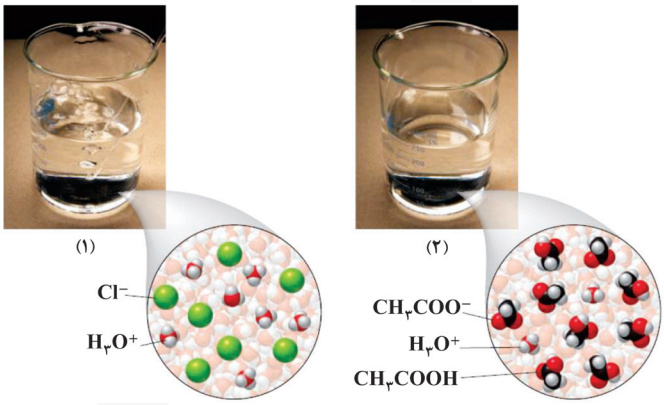


✓ pH محیط‌های زیر را به خاطر بسپارید:

- pH خون انسان: ۷٫۴ (خنثی، کمی بازی)
- pH بزاق دهان: ۷٫۱ – ۵٫۲ (اسیدی تا خنثی)
- pH اسید معده: ۱٫۸ – ۱٫۶ (اسیدی)
- pH محیط روده: ۸٫۵ (بازی)

کتاب درسی
خود را بیازمایید

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



۲ جدول زیر را کامل کنید.

نام محلول	غلظت محلول	$[H^+]$	$[OH^-]$	pH	درصد یونش
۱ هیدروکلریک اسید	۰٫۰۰۴				
۲ هیدروفلوئوریک اسید	۰٫۰۰۴				۲٫۵
نیتریک اسید				۳٫۷	
نمونه‌ای از آب یک دریاچه				۸٫۲۵	

۱ $[HCl]=[H^+]=۴\times۱۰^{-۳}\ mol.L^{-۱} \xrightarrow{[H^+][OH^-]=۱۰^{-۱۴}} [OH^-]=\frac{۱۰^{-۱۴}}{۴\times۱۰^{-۳}}=۲٫۵\times۱۰^{-۱۲}\ mol.L^{-۱}$

$pH=-\log[H^+]=-\log ۴\times۱۰^{-۳}=-(\log ۴+\log ۱۰^{-۳})=۲٫۴$

۲ $٪\alpha=۲٫۵ \rightarrow \alpha=\frac{٪\alpha}{۱۰۰}=\frac{۲٫۵}{۱۰۰}=۲٫۵\times۱۰^{-۲}$

$\alpha=\frac{[H^+]}{[HF]} \rightarrow ۲۵\times۱۰^{-۲}=\frac{[H^+]}{۰٫۰۰۴} \rightarrow [H^+]=۱۰^{-۴}\ mol.L^{-۱} \rightarrow [OH^-]=۱۰^{-۱۰}\ mol.L^{-۱}$

۲۰ نمره pH یک نمونه آب پرتقال در حدود ۵/۳ است. غلظت یون‌های هیدروکسید در این نمونه (در دمای اتاق) برحسب مول‌برلیتر چقدر است؟ $(\log 5 = 0/7)$ خرداد ۱۴۰۰

پاسخ

$$[H^+] = 10^{-pH} \xrightarrow{pH=5/3} [H^+] = 10^{-5/3} = 10^{-6} \times 10^{0/7} = 5 \times 10^{-6}\ mol.L^{-1}$$

$$[H^+][OH^-] = 10^{-14} \rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{5 \times 10^{-6}} = 2 \times 10^{-9}\ mol.L^{-1}$$

۲۰ نمره pH محلول ۰/۰۵ مولار استیک‌اسید را حساب کنید. (درصد یونش اسید را ۲ درصد در نظر بگیرید.) خرداد ۱۴۰۰

پاسخ

$$[H^+] = M.\alpha = 0/05 \times \frac{2}{100} = 10^{-3}\ mol.L^{-1} \rightarrow pH = -\log[H^+] \rightarrow pH = -\log 10^{-3} = 3$$

۲۰ نمره مقداری گاز دی‌نیتروژن پنتااکسید (N_2O_5) را در آب حل کرده به حجم ۲ لیتر می‌رسانیم تا غلظت یون هیدرونیوم در محلول 2×10^{-3} مول‌برلیتر باشد. $(N_2O_5 = 108\ g.mol^{-1})$ شهریور ۹۸

الف) pH محلول را به‌دست آورید. $(\log 2 = 0/3)$

ب) در این محلول چند گرم N_2O_5 حل شده است؟

پاسخ

الف)
$$pH = -\log[H^+] = -(\log 2 + \log 10^{-3}) = 2/7$$

ب)
$$?gN_2O_5 = 2L(aq) \times \frac{2 \times 10^{-3}\ molH^+}{1L\ (aq)} \times \frac{1molN_2O_5}{2molH^+} \times \frac{108gN_2O_5}{1molN_2O_5} = 0/216\ g\ N_2O_5$$

۲۰ نمره در جدول زیر ثابت یونش سه اسید مقایسه شده است. شهریور ۹۸

ردیف	نام اسید	فرمول شیمیایی	K_a
۱	فورمیک‌اسید	$HCOOH(aq)$	$1/8 \times 10^{-4}$
۲	استیک‌اسید	$CH_3COOH(aq)$	$1/8 \times 10^{-5}$
۳	هیدرویدیک‌اسید	$HI(aq)$	بسیار بزرگ

الف) کدام اسید، ضعیف‌تر است؟ چرا؟

ب) در دما و غلظت یکسان رسانایی الکتریکی کدام محلول بیشتر است؟ چرا؟

پ) در محلولی از فورمیک‌اسید که pH آن با pH محلول $0/01\ mol.L^{-1}$ هیدرویدیک‌اسید برابر است، غلظت تعادلی فورمیک‌اسید چقدر است؟ $N_2O_5(g) + 3H_2O(l) \rightarrow 2H_3O^+(aq) + 2NO_3^-(aq)$

پاسخ الف) استیک‌اسید - زیرا ثابت یونش کوچک‌تری دارد.

ب) هیدرویدیک‌اسید (HI) - زیرا اسید قوی‌تری است و میزان یونش آن در آب بیشتر است

پ)
$$[H^+] = 0/01\ mol.L^{-1}$$

$$K = \frac{[H^+][HCOO^-]}{[HCOOH]} \rightarrow 1/8 \times 10^{-4} = \frac{(0/01)^2}{[HCOOH]} \rightarrow [HCOOH] = 0/55\ mol.L^{-1}$$

سؤال ۲ جدول زیر اطلاعات مربوط به دو نوع اسید تک‌پروتون‌دار با غلظت ۰/۱ مولار در دمای $25^\circ C$ را نشان می‌دهد. (خرداد ۱۴۰۲)

شمارهٔ محلول	فرمول اسید	$[H^+(aq)]$
۱	HA	۰/۱
۲	HB	۰/۰۰۲

الف) کدام اسید رسانایی الکتریکی بیشتری دارد؟ توضیح دهید.

ب) درصد یونش اسید HB را حساب کنید.

پ) در محلول (۱) کدام گونه وجود ندارد؟ (A^-, HA, OH^-, H_3O^+)

ت) pH محلول (۱) با افزودن مقداری آب مقطر به آن، چه تغییری می‌کند؟

پاسخ

الف) HA - در محلول این اسید غلظت یون H^+ بیشتر است.

ب) $\%\alpha = \frac{0/002}{0/1} \times 100 = 2$

پ) HA

ت) افزایش می‌یابد.

سؤال ۲ اگر درصد یونش محلول 10^{-n} مول‌برلیتر از اسید HA، در دمای اتاق برابر یک و $pH = 4$ باشد: (شهریور ۱۴۰۲)

الف) مقدار n را محاسبه کنید.

ب) نسبت غلظت یون H^+ به OH^- را در این محلول به‌دست آورید.

پاسخ

الف) $[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-4}\ mol.L^{-1}$

$$\%\alpha = \frac{[H^+]}{M} \times 100 \rightarrow 1 = \frac{10^{-4}}{10^{-n}} \times 100 \rightarrow = 2$$

ب) $[H^+][OH^-] = 10^{-14} \rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-4}} = 10^{-10}\ mol.L^{-1}$

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

سؤال ۲ باران اسیدی، یک عامل خطرناک برای ماهی‌ها است، زیرا اغلب ماهی‌ها در آب با pH کمتر از ۴/۷ زنده نمی‌مانند. غلظت مولی یون هیدرونیوم در نمونه‌ای از آب یک دریاچه پس از بارش باران در دمای $25^\circ C$ برابر $7 \times 10^{-5}\ mol.L^{-1}$ است. (دی ۱۴۰۱)

الف) pH این نمونه آب را حساب کنید. $(\log 7 = 0/85)$

ب) آیا ماهی‌ها در این نمونه آب زنده می‌مانند؟

پ) غلظت یون هیدروکسید را در آب دریاچه حساب کنید.

پاسخ

الف) $pH = -\log[H^+] = -\log(7 \times 10^{-5}) = 4/15$

ب) خیر

پ) $10^{-14} = [H^+][OH^-] \rightarrow 7 \times 10^{-5}[OH^-] = 10^{-14} \rightarrow [OH^-] = 14/2 \times 10^{-11}$

بازها محلول‌هایی با $7 < pH \leq 14$

بازها

- بازهای معروف ← هیدروکسید فلزات گروه ۱ ← KOH, NaOH و ... ← بسیار قوی ← $[OH^-] = M$ و $\alpha = 1$
- در محلول آبی در آنها ← $[OH^-] > [H^+]$ ← محلول آنها در دمای $25^\circ C$ ← ۷ تا ۱۴
- هر چه $[OH^-]$ بیشتر ← pH محلول باز به ۱۴ نزدیکتر است.
- کاربردها ← لوله‌بازکن: محلول سدیم هیدروکسید ← شیشه پاک‌کن: محلول آمونیاک

۱ با توجه به شکل نسبت غلظت یون هیدروکسید در محلول لوله‌بازکن به محلول شیشه پاک‌کن را محاسبه کنید.

pH دو نمونه محلول بازی در دما و غلظت یکسان (آ) آمونیاک و (ب) سدیم هیدروکسید

۲ pH محلولی از یک نمونه شیشه پاک‌کن در دمای $25^\circ C$ برابر با ۱۰/۷ است. ($\log 2 = 0/3$) شهریور ۱۴۰۱

الف) کاغذ pH در این محلول به چه رنگی تغییر می‌کند؟ چرا؟

ب) غلظت یون‌های هیدرونیوم $[H_3O^+]$ و هیدروکسید $[OH^-]$ را در این محلول حساب کنید.

پاسخ الف) آبی؛ محلول بازی است (pH آن بزرگ‌تر از ۷ است)

ب) $[H^+] = 10^{-pH} = [H^+] = 10^{-10/7} = 10^{+0/3} \times 10^{-11} = 2 \times 10^{-11} mol.L^{-1}$

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

آمونیاک

- باز ضعیف
- به دلیل توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی به خوبی در آب حل می‌شود.
- انحلال آن در آب به طوره عمده ← مولکولی ← تعداد اندکی مولکول آمونیاک یونش‌یافته و مقدار اندکی یون‌های NH_3^+ و OH^- پدید می‌آید.
- در شرایط یکسان (دما و غلظت) در مقایسه با یک باز قوی (مثل NaOH) غلظت یون‌ها در محلول آن به مراتب کمتر ← رسانایی الکتریکی محلول آن کم‌تر از محلول سدیم هیدروکسید.

کتاب درسی خود را بیازمایید

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.

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

پاسخ پتاسیم هیدروکسید (KOH) باز قوی است. بنابراین:

$$[KOH]=[OH^-]=[K^+]=۰/۰۲ mol.L^{-۱}$$

$$[H^+][OH^-]=۱۰^{-۱۴} \rightarrow [H^+]=\frac{۱۰^{-۱۴}}{۲\times ۱۰^{-۲}}=۵\times ۱۰^{-۱۳}\ mol.L^{-۱}$$

$$pH=-\log[H^+]=-\log ۵\times ۱۰^{-۱۳}=-(\log ۵+\log ۱۰^{-۱۳})=۱۲/۳$$

فور ۲۰ **مطابق واکنش زیر، ۰٫۰۱ مول سدیم اکسید را در مقداری آب حل کرده و حجم محلول را به ۱۰۰ میلی‌لیتر می‌رسانیم.** خرداد ۹۸

$$Na_۲O(s)+H_۲O(l)\rightarrow ۲Na^+(aq)+۲OH^-(aq)$$

الف) غلظت یون هیدروکسید در محلول حاصل را به‌دست آورید.

ب) pH محلول حاصل چقدر است؟ ($\log ۲=۰/۳$)

پاسخ

الف)

$$molOH^-=۰/۰۱ molNa_۲O\times\frac{۲ molOH^-}{۱ molNa_۲O}=۰/۰۲ mol$$

$$[OH^-]=۱۰۰۰ mL\times(\frac{۰/۰۲ mol}{۱۰۰ mL})=۰/۲ mol.L^{-۱}$$

ب)

$$۱۰^{-۱۴}=[H^+][OH^-]\rightarrow ۰/۲[H^+]=۱۰^{-۱۴}\rightarrow [H^+]=۰/۵\times ۱۰^{-۱۳}$$

$$pH=-\log[H^+]=-\log(\frac{۱}{۲}\times ۱۰^{-۱۳})=۱۳/۳$$

فور ۲۰ **اگر غلظت تعادلی یون هیدرونیوم در محلول اسید HA در دمای معین برابر ۰٫۰۰۱ مول‌برلیتر و ثابت یونش این اسید برابر $۱/۸\times ۱۰^{-۵}$ باشد:** $HA(aq)\rightleftharpoons H^+(aq)+A^-(aq)$ خرداد ۹۹

الف) pH این محلول را به‌دست آورید.

ب) غلظت تعادلی اسید HA را در این دما محاسبه کنید.

پاسخ

الف)

$$pH=-\log[H^+]=-\log(۱\times ۱۰^{-۳})=۳$$

ب)

$$[H^+]=[A^-]=۰/۰۰۱ mol.L^{-۱}$$

$$K=\frac{[H^+][A^-]}{[HA]}\rightarrow ۱/۸\times ۱۰^{-۵}=\frac{(۰/۰۰۱)^۲}{[HA]}\rightarrow [HA]=۰/۰۵ mol.L^{-۱}$$

فور ۲۰ **pH محلول بازی BOH برابر ۱۳ است. غلظت یون هیدرونیوم و یون هیدروکسید را در این محلول محاسبه کنید.** خرداد ۱۴۰۱

پاسخ

$$[H^+]=۱۰^{-pH}\rightarrow [H^+]=۱۰^{-۱۳}$$

$$[H^+][OH^-]=۱۰^{-۱۴}\rightarrow [OH^-]=\frac{۱۰^{-۱۴}}{۱۰^{-۱۳}}=۰/۱ mol.L^{-۱}$$

۲۶ فوری غلظت یون هیدروکسید در یک نوع صابون برابر 10^{-8} مول‌برلیتر است. اگر pH پوست دست انسان در حدود ۵/۶ تا ۶/۲ باشد، با محاسبه نشان دهید آیا این صابون برای شستن دست‌ها مناسب است؟ (دی ۱۴۰۰)

پاسخ

$$[H^+][OH^-]=10^{-14} \rightarrow [H^+]=\frac{10^{-14}}{10^{-8}}=10^{-6}\,mol.L^{-1}$$

$$pH=-\log[H^+]=-\log 10^{-6}=6$$

بله مناسب است.

---

۲۷ فوری محلولی از باریم‌هیدروکسید با غلظت ۰/۰۱ مول‌برلیتر در دمای اتاق موجود است. (خرداد ۱۴۰۲)

$$Ba(OH)_2 \rightarrow Ba^{2+}(aq)+2OH^-(aq)$$

الف) غلظت یون هیدروکسید را در این محلول به‌دست آورید.

ب) شمار مول‌های یون هیدرونیوم در ۰/۵ لیتر از این محلول را حساب کنید.

پ) pH محلول را در دمای اتاق به‌دست آورید. ($\log 5=0/7$)

پاسخ

الف)
$$0/01\,mol.L^{-1}Ba(OH)_2\times\frac{2\,molOH^-}{1\,molBa(OH)_2}=0/02\,mol.L^{-1}OH^-$$

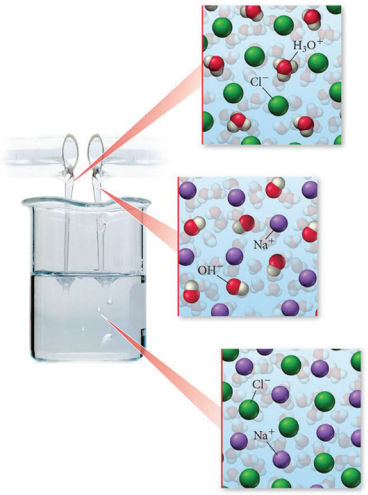
ب)
$$[H^+]=\frac{10^{-14}}{[OH^-]}=\frac{10^{-14}}{0/02}=5\times10^{-13}\,mol.L^{-1}$$

$$5\times10^{-13}\,mol.L^{-1}\times0/5L=2/5\times10^{-13}\,mol$$

پ)
$$pH=-\log(5\times10^{-13})=-(\underbrace{\log 5}_{0/7}+\underbrace{\log 10^{-13}}_{-13}) \rightarrow pH=12/3$$

شوینده‌های خورنده چگونه عمل می‌کنند؟

(واکنش اسید و باز = خنثی شدن)



$HCl_{(aq)}$

+

$NaOH_{(aq)}$

↓

$NaCl_{(aq)}$

+

$H_2O_{(l)}$

- واکنش بین اسید و باز که مبنای کاربرد شوینده‌ها و پاک‌کننده‌هاست به «خنثی‌شدن» معروف است.
- واکنش خنثی‌شدن را می‌توان واکنش یون $H^+(aq)$ و $OH^-(aq)$ و تولید آب در نظر گرفت.
- شکل مقابل نمای ذره‌ای از یک واکنش اسید - باز است.
- در واکنش مقابل یون‌های $Na^+(aq)$ و $Cl^-(aq)$ دست نخورده باقی می‌ماند.

مثال‌هایی برای استفاده از پاک‌کننده‌های خورنده

- اگر مسیر لوله‌ای با مخلوطی از این چوب مسدود شده باشد ← استفاده از محلول غلیظ سدیم هیدروکسید (باز قوی)

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

- اگر مسیر لوله با موادی با خاصیت بازی مسدود شده باشد ← استفاده از محلول غلیظ هیدروکلریک اسید (اسید قوی) ← در این حالت واکنش لوله بازکن (محلول غلیظ اسید) با رسوبات دیوارهٔ لوله‌ها (خاصیت بازی دارند) فراورده‌های محلول در آب یا گاز پدید می‌آورد.

شیرهٔ معده

- بدن انسان بالغ ← روزانه بین دو تا سه لیتر شیره معده (به طور عمده اسید قوی HCl) تولید می‌شود که غلظت یون هیدرونیوم در آن حدود $0/03 mol.L^{-1}$ است.
- 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.
- اگر مقدار اسید معده به هر دلیل بیش از اندازه باشد، شمار یون‌های جذب شده افزایش یافته ← درد التهاب و گاهی خونریزی معده.

ضداسیدها

- داروهایی با خاصیت بازی
- ترکیب‌های یونی با خاصیت بازی یا بازهای بسیار ضعیف و چند ظرفیتی (چند گروه هیدروکسید)
- طی واکنش خنثی‌شدن، سبب کاهش غلظت H^+ در محیط معده می‌شوند.
- یکی از رایج‌ترین این داروها ← شیر منیزی ← شامل منیزیم هیدروکسید ← سوسپانسیون محسوب 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	$Al(OH)_3$, $NaHCO_3$	$Al(OH)_3$, $Mg(OH)_2$	$NaHCO_3$

فوری ۲ **از واکنش ۲۵۰ میلی‌لیتر محلول هیدروکلریک‌اسید ۰/۰۱ مولار با مقدار کافی سدیم‌هیدروژن‌کربنات چند میلی‌لیتر گاز کربن‌دی‌اکسید در شرایط STP تولید می‌شود؟** خرداد ۹۹

$$NaHCO_3(aq)+HCl(aq)\rightarrow CO_2(g)+NaCl(aq)+H_2O(l)$$

پاسخ

$$0/25LHCl(aq)\times\frac{0/01molHCl}{1LHCl}\times\frac{1molCO_2}{1molHCl}\times\frac{22400mLCO_2}{1molCO_2}=56mLCO_2$$

تجربه بررسی خود را بیازمایید

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

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

۳ **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 جوش‌شیرین می‌افزایند؟

پاسخ آ) خاصیت بازی - زیرا از این ترکیب یونی به عنوان ضداسید استفاده می‌شود.

ب) زیرا با افزودن این ترکیب به شوینده‌ها خاصیت بازی و قدرت پاک‌کنندگی آنها در برابر چربی‌ها که عمدتاً اسیدی محسوب می‌شوند، افزایش می‌یابد.

تمرین‌های دوره‌ای

۱ـ برای هر یک از موارد زیر دلیلی بیاورید.

آ) اسیدها و بازها با ثابت یونش کوچک، الکترولیت ضعیف به شمار می‌روند. (K کوچک به معنای غلظت‌های کم یون‌های حاصل از یونش است)

ب) اغلب اسیدها و بازهای شناخته شده، ضعیف هستند. (در کتاب درسی فقط پنج اسید HNO_3 , H_2SO_4 , HI, HBr , HCl به‌عنوان اسید قوی معرفی شده‌اند) (خارج، تجربی ۹۹)

پ) در محلول ۰/۱ مولار نیتریک اسید در دمای اتاق، $[NO_3^-] = 0/1\ mol\ L^{-1}$ است. (یونش نیتریک اسید به‌عنوان اسید قوی و یک‌ظرفیتی کامل است. پس: $[H^+] = [NO_3^-] = 0/1\ mol.L^{-1}$)

ت) در محلول ۰/۱ مولار فورمیک اسید، $[H^+] < [HCOOH]$ است. (اسید ضعیف)

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

✓ $HCOOH$ (فورمیک‌اسید (اسید ضعیف)) , KOH (باز قوی) , HCl (اسید قوی) , NH_3 (باز ضعیف) , CH_3OH (انحلال کاملاً مولکولی. بنابراین نه اسید و نه باز محسوب می‌شود.)

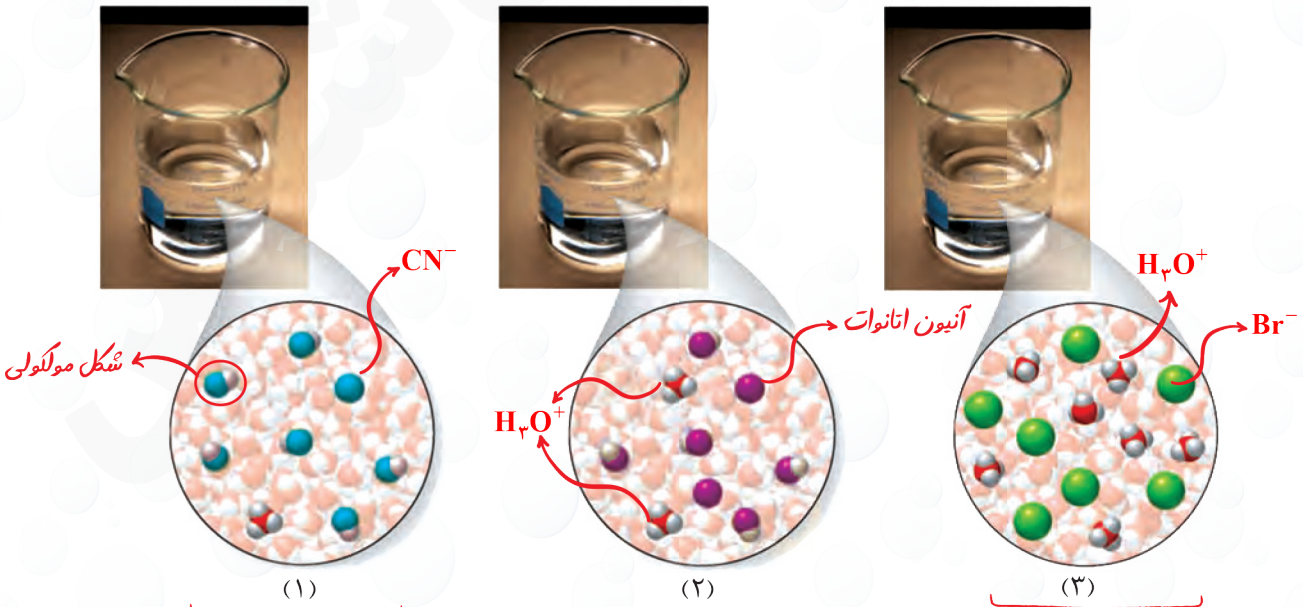
۳ـ در دما و غلظت یکسان، هر یک از شکل‌های زیر به کدام‌یک از محلول‌ها تعلق دارد؟ چرا؟

در الکل‌های سبکی مثل متانول و اتانول انحلال کاملاً به شکل مولکولی انجام می‌شود و عملاً یونی پدید نمی‌آید. پس، فریب گروه OH در ساختمان این مواد را نخورید.

آ) محلول استیک‌اسید ($K_a = 1/8 \times 10^{-5}$).

ب) محلول هیدروبرمیک اسید (K_a بسیار بزرگ).

پ) محلول هیدروسیانیک اسید ($K_a = 4/9 \times 10^{-10}$).



(۱) $\begin{cases} H_3O^+ = CN^- = 1 \\ HCN = 6 \end{cases}$ مجموع مولکول‌های اسید حل شده: ۷

(۲) $\begin{cases} H_3O^+ = CH_3COO^- = 2 \\ CH_3COOH = 5 \end{cases}$ مجموع مولکول‌های اسید حل شده: ۷

(۳) $Br^- = H_3O^+ = 7$, $HBr = 0$ (یونش کامل)

در محیط اسیدی آبی و در محیط بازی، قرمز است.

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.

محیط اسیدی $[H^+] > ۱۰^{-۷}$

محیط بازی $[H^+] < ۱۰^{-۷}$

$[H^+] = ۲ \times ۱۰^{-۵} \rightarrow$

$pH = -\log ۲ \times ۱۰^{-۵} = ۴/۷$

$[H_۳O^+] = ۴ \times ۱۰^{-۹} \rightarrow$

$pH = -\log ۴ \times ۱۰^{-۹} = ۸/۴$

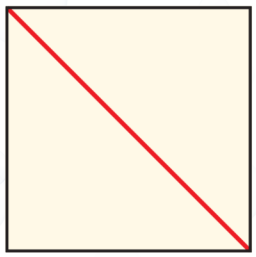
۵ـ به شکل (آ) توجه کنید:

(آ) حجم محلول

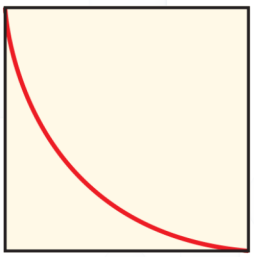
$K = [OH^-] \times [H_۳O^+]$

در دمای ثابت این مقدار ثابت است و حجم محلول تأثیری بر مقدار آن ندارد.

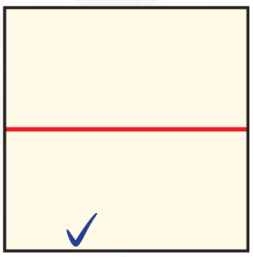
دانش‌آموزی برای نشان دادن ارتباط بین حاصل‌ضرب غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید با حجم محلول، شکل‌های ب تا ت را پیشنهاد داده است. کدام‌یک از این شکل‌ها ارتباط بین کمیت‌های داده شده را به درستی نشان می‌دهد؟



(ب)



(پ)



(ت)

خاصیت اسیدی دارد.

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.

داده سؤال: $[H^+] = ۴ \times ۱۰^{۶} [OH^-] \Rightarrow [OH^-] = \frac{[H^+]}{۴ \times ۱۰^{۶}}$

می‌دانیم که: $[H^+][OH^-] = ۱۰^{-۱۴} \Rightarrow [H^+] \times \frac{[H^+]}{۴ \times ۱۰^{۶}} = ۱۰^{-۱۴} \Rightarrow [H^+]^۲ = ۴ \times ۱۰^{-۸} \xrightarrow{\sqrt{\ }} [H^+] = ۲ \times ۱۰^{-۴}$

$\Rightarrow pH = -\log(۲ \times ۱۰^{-۴}) = -(\log ۲ + \log ۱۰^{-۴}) = ۳/۷$

پاسخ ۹

$$[HX]\frac{\text{mol HX}}{\text{حجم محلول (L)}}=\frac{\frac{۱۲}{۱۵۰}}{۱}=\frac{۱۲}{۱۵۰}\text{mol.L}^{-۱}$$

$$[HY]\frac{\text{mol HY}}{\text{حجم محلول (L)}}=\frac{\frac{۸}{۵۰}}{۱}=\frac{۸}{۵۰}\text{mol.L}^{-۱}$$

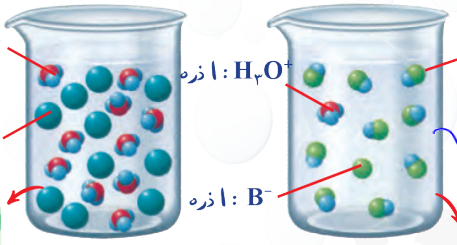
$$\Rightarrow \text{M.}\alpha\text{.n}=\text{M.}\alpha\text{.n}\Rightarrow \frac{۱۲}{۱۵۰}\times\alpha_{HX}\times۱=\frac{۸}{۵۰}\times\alpha_{HY}\times۱\Rightarrow\frac{\alpha_{HX}}{\alpha_{HY}}=\frac{\frac{۸}{۵۰}}{\frac{۱۲}{۱۵۰}}=۲$$

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

$pH=۴/۷\Rightarrow[H^+]=۱۰^{-۴/۷}=۱۰^{-۵+۰/۳}=۱۰^{-۵}\times۱۰^{\log۲}=....۲\times۱۰^{-۵}$

$[H^+]\times[OH^-]=۱۰^{-۱۴}\Rightarrow.....$ $[OH^-]=\frac{۱۰^{-۱۴}}{۲\times۱۰^{-۵}}=۵\times۱۰^{-۱۰}\rightarrow\frac{[H^+]}{[OH^-]}=۴\times۱۰^{+۴}$

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



(۱) (۲)

$[H^+]=\frac{(۱۰\times۰/۰۰۱)\text{mol}}{۰/۵\text{ L}}\Leftarrow$ ۱۰ ذره : $H_۳O^+$

$[H^+]=\frac{۰/۰۰۱\text{mol}}{۰/۵\text{L}}=۲\times۱۰^{-۳}$

$pH=۲/۷$

می‌توان نتیجه گرفت که کلاً ۱۰ مولکول HB در ابتدا در آب حل شده و فقط یکی از آنها یونش یافته است.

توجه

در این محلول، مولکول یونیده نشدهٔ اسید (HA) وجود ندارد. به نظر شما این اسید قوی‌است یا ضعیف؟

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).

(۱) $\rightarrow \alpha=۱$ (یونش کامل) ، $[H^+]=۲\times۱۰^{-۲}\text{ mol.L}^{-۱}\rightarrow pH=-\log(۲\times۱۰^{-۲})=۱/۷$

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؟

یعنی $[H^+]$ در دو محلول برابر است.

$(۱\text{mol HX}=۱۵۰\text{ g}, ۱\text{mol HY}=۵۰\text{ g})$

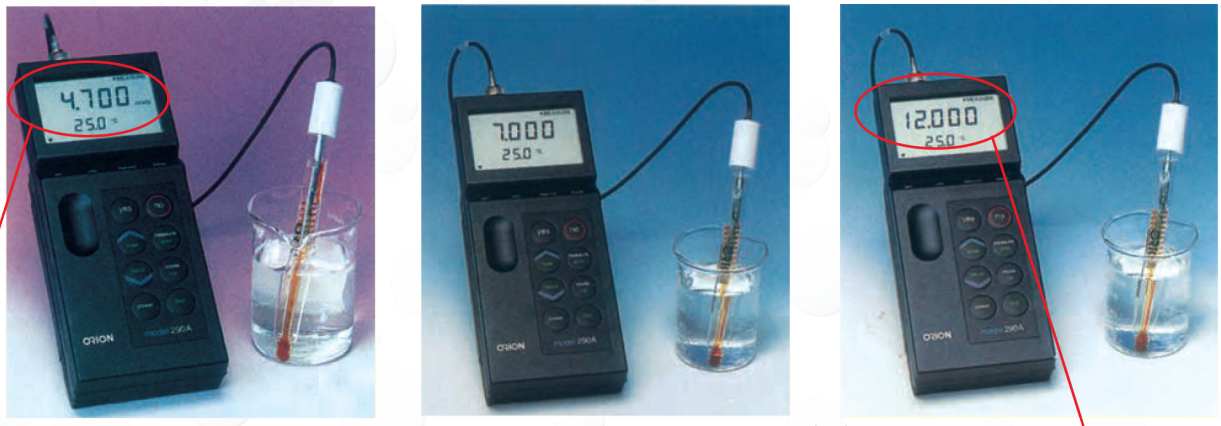
$\text{mol HX}=\frac{۱۲\text{g}}{۱۵۰}=۰/۰۸\text{mol}\xrightarrow{V=۱\text{L}}[HX]=۰/۰۸\text{mol.L}^{-۱}$

$\text{mol HY}=\frac{۸\text{g}}{۵۰}=۰/۱۶\text{mol}\rightarrow[HY]=۰/۱۶\text{mol.L}^{-۱}\rightarrow$ $۰/۰۸\times\alpha_{HX}=۰/۱۶\times\alpha_{HY}\rightarrow\alpha_{HX}=۲\alpha_{HY}$

HX ← قوی‌تر

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.

در این سؤال به آب خالص، یک مادهٔ اسیدی و بازی اضافه می‌کنیم تا یک محلول اسیدی و بازی بدست آید. نکتهٔ حل سؤال در این است که در مقایسه با $[H^+]$ اسید یا $[OH^-]$ باز، از غلظت یون‌های H^+ و OH^- آب صرف نظر کرده و فرض می‌کنیم که همهٔ H^+ محیط اسیدی مربوط به اسید و OH^- محیط مربوط به باز است.



(۱) آب خالص (۲)

مادهٔ اسیدی $?\text{g}HNO_۳$ — مادهٔ بازی $?\text{g}KOH$

$pH=۴/۷$

$HNO_۳$ یک اسید قوی و یک‌ظرفیتی است.

$[H^+]=۱۰^{-۴/۷}=۱۰^{-۵+۰/۳}=۲\times۱۰^{-۵}\frac{\text{mol}}{\text{L}}$

$۲\times۱۰^{-۵}\frac{\text{mol}}{\text{L}}\times\frac{۶۳\text{g}\,HNO_۳}{۱\text{mol}\,HNO_۳}\times۲۰۰\text{L}=۰/۲۵۲\text{g}\,HNO_۳$

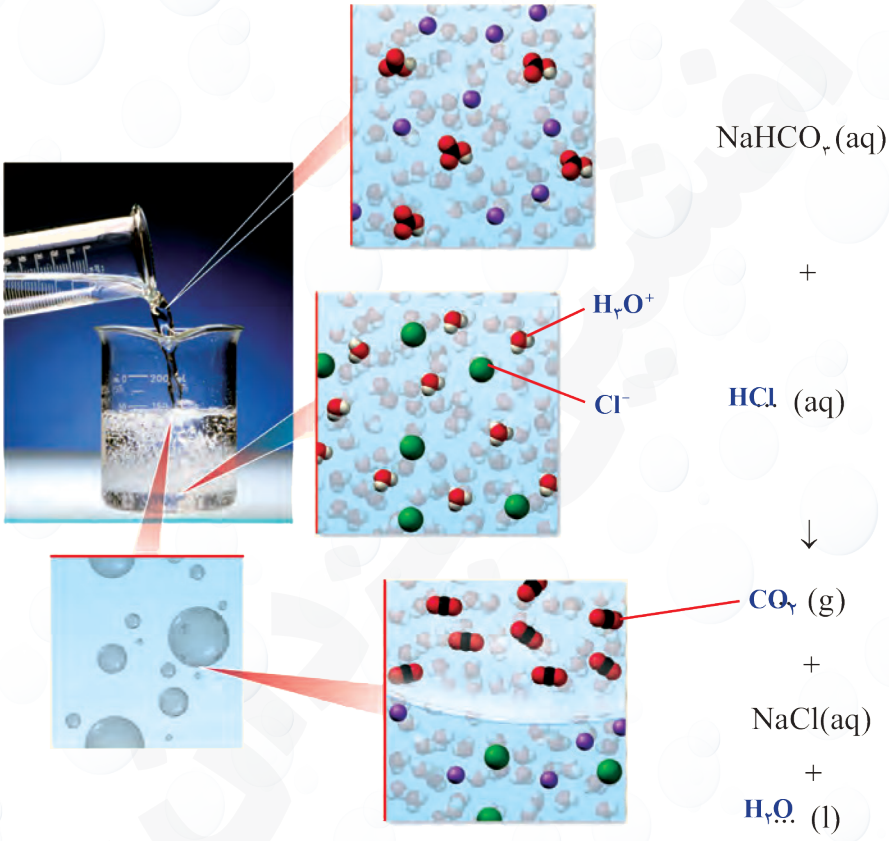
$pH=۱۲\Rightarrow pOH=۲$

KOH باز قوی و یک ظرفیتی است. پس:

$[OH^-]=KOH$ مولاریته $=۱۰^{-۲}\text{mol.L}^{-۱}$

$۱۰^{-۲}\frac{\text{mol}}{\text{L}}\times\frac{۵۶\text{g}KOH}{۱\text{mol}\,KOH}\times۲۰۰\text{L}=۱۱۲\text{g}$

۱۱ـ 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 محلول هیدروکلریک‌اسید ۰/۲ مول بر لیتر با مقدار کافی از سدیم هیدروژن کربنات، چند میلی‌لیتر گاز کربن‌دی‌اکسید در STP تولید می‌شود؟

$$?\,mL\,CO_2 = 0/1\,L\,HCl \times \frac{0/2\,mol\,HCl}{1\,L\,HCl} \times \frac{1\,mol\,CO_2}{1\,mol\,HCl} \times \frac{22400\,mL\,CO_2}{1\,mol\,CO_2} = 448\,mL\,CO_2$$

۱۲ـ ثابت یونش (K_b) برای محلول‌های BOH(aq) و B′OH(aq) در دمای اتاق به ترتیب برابر با $1/8 \times 10^{-5}$ و $4/8 \times 10^{-4}$ است.

آ) کدام‌یک باز قوی‌تری است؟ چرا؟ *B′OH – مقدار K_b آن در مقایسه با BOH بزرگ‌تر است.*

ب) pH کدام محلول کمتر است؟ چرا؟ *BOH – در شرایط مشابه دما و غلظت، هر چه یک باز (در مقایسه با باز دیگر) قوی‌تر باشد pH بزرگ‌تر خواهد داشت. بنابراین باز ضعیف‌تر pH کمتری دارد. به یکسان بودن شرایط توجه ویژه داشته باشید.*