

## فصل ۱ دوازدهم: مولکول‌ها در خدمت تندرستی (شامل: ۲۱۳ تست + ۱۱ تست چالشی)



والله يُحِبُّ الْمُطَهِّرِينَ... (سورة توبه، آیه ۱۰۸)

و خداوند پاکیزگان را دوست دارد.

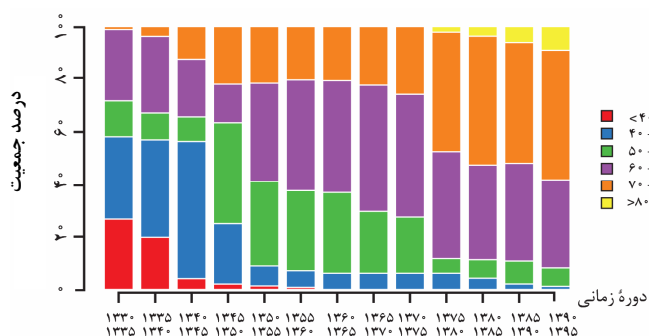
هوا، آب، پوشاک، بدن و زمین از جمله موهبت‌های الهی هستند که پیوسته باید برای پاکیزه نگهداشتن آنها بکوشیم. پاکیزگی رفتاری شایسته، نشاط‌آور و مایه آرامش است که بستری مناسب برای سلامت، رشد و بالندگی انسان و جامعه فراهم می‌کند. انسان‌ها با الهام از طبیعت و شناخت مولکول‌ها و رفتار آنها، راهی برای زدودن آلودگی‌ها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

پاکیزگی و بهداشت همواره در زندگی جایگاه و اهمیت شایانی داشته است. یکی از دلایل اسکان انسان در کنار رود و رودخانه این بود که با دسترسی به آب، بدن خود را بشوید و ابزار، ظروف و محیط زندگی خود را تمیز نگاه دارد. حفاری‌های باستانی از شهر بابل نشان می‌دهد که چند هزار سال پیش از میلاد، انسان‌ها به همراه آب از موادی شبیه به صابون، امروزی برای نظافت و پاکیزگی استفاده می‌کردند. نیاکان ما نیز به تجربه پی بردند که اگر ظرف‌های چرب را به خاکستر آغشته کنند و سپس با آب گرم شست‌وشو دهند، آسان‌تر تمیز می‌شوند. در گذشته به دلیل عدم دسترسی، 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. برای نمونه وبا یک بیماری واگیردار است که به دلیل آلوده شدن آب و نبود بهداشت شایع می‌شود. این بیماری در طول تاریخ بارها در جهان همه‌گیر شد و جان میلیون‌ها انسان را گرفت و هنوز هم می‌تواند برای هر جامعه تهدید کننده باشد. ساده‌ترین و مؤثرترین راه پیشگیری این بیماری، رعایت بهداشت فردی و همگانی است. با گذشت زمان، استفاده از صابون و توجه به نظافت و بهداشت در جوامع گسترش یافت و سبب شد تا میکروب‌ها، آلودگی‌ها و عوامل بیماری‌زا در محیط‌های فردی و همگانی کاهش یافته و سطح بهداشت جامعه افزایش یابد. با افزایش سطح تندرستی و بهداشت فردی و همگانی، شاخص امید به زندگی نیز در جهان افزایش یافته است. شاخصی که نشان می‌دهد با توجه به خطرانی که انسان‌ها در طول زندگی با آن مواجه هستند، به طور میانگین چند سال در این جهان زندگی می‌کنند.

### خود را بیازمایید



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



۱) درصد جمعیت جهان که شاخص امید به زندگی بالاتری دارند افزایش یافته است.

۲) امروزه امید به زندگی بیشتر مردم دنیا امروزه در حدود ..... سال است.

۳) امید به زندگی زیر ۴۰ سال رو به کاهش ولی امید به زندگی بقیه موارد روند منظم ندارند.

۴) امید به زندگی بالای ۸۰ سال از سال ..... شروع شده است.

۵) گستره سنی ۶۰ تا ۷۰ سال در تمام بازه‌های زمانی نمودار بالا درصد قابل توجهی از جمعیت جهان را اختصاص داده‌اند.

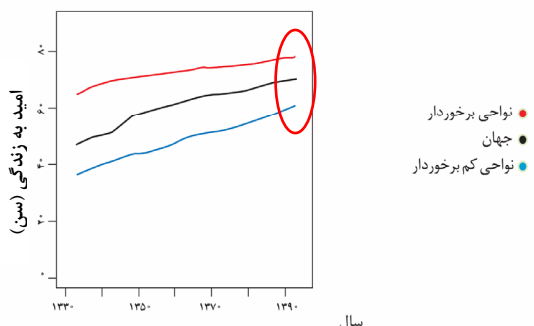
۶) از سال ۱۳۶۰ به بعد، دیگر امید به زندگی کمتر از ۴۰ سال وجود ندارد.



۱) شیب نمودار امید به زندگی نواحی کم‌تر توسعه یافته از شیب نمودار نواحی توسعه یافته بیشتر است.



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



۱. با توجه به جملات زیر چند جمله «از الف تا ت» نادرست می‌باشد؟

- مواد شوینده فقط بر اساس خاصیت بازی رفتار می‌کند.
- تنها دلیل زندگی انسان‌های نخستین در کنار رودخانه توجه آن‌ها به پاکیزگی و بهداشت بوده است.
- برای اندازه‌گیری شاخص امید به زندگی طول عمر افراد بدون در نظر گرفتن خطرات مختلف بررسی می‌شود.
- وبا نوعی بیماری واگیردار است که بارها در جهان همه‌گیر شده اما با پیشرفت بهداشت فردی دیگر تهدید کننده نیست.
- شاخص به امید زندگی نشان می‌دهد انسان‌ها حداکثر چند سال در این جهان زندگی می‌کنند.

الف) ۱۰۰٪ جملات بالا نادرست است.

ب) جمله دوم از لحاظ درستی و نادرستی مشابه عبارت «امروزه امید به زندگی بیشتر مردم دنیا در حدود ۷۰ تا ۸۰ سال است.

ت) جمله سوم و پنجم از لحاظ درستی مشابه هم نمی‌باشند.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

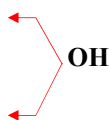
۱ (۱)

## ✓ پاکیزگی محیط با مولکول‌ها

افراد هر جامعه برای انجام فعالیت‌های روزانه خود در هر محیطی، کم و بیش در معرض انواع آلاینده‌ها هستند، به طوری که بدن، پوشاک و ابزاری که با آنها سروکار دارند، آلوده می‌شود.

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

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



فرمول ساختاری عسل می‌تواند به صورت

باشد. ✓ ✗

**نکته مهم** چه مواردی در شیمی داری

تعداد زیادی OH می‌باشد.

(۱)

(۲)

(۳)

## ✓ اتیلن گلیکول:

| مدل نقطه - خط | فرمول ساختاری                                                                                      | ساختار لوویس                                                                                                                                                                                         |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|               | $\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \\   \quad   \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$ | $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{H} \\   \quad   \\ :\text{O}: \quad :\text{O}: \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ |

مولکول‌های این ماده قطبی بوده و در نتیجه در حلال‌های قطبی حل می‌شوند. این ماده همچنین به دلیل داشتن گروه‌های هیدروکسیل (-OH) می‌تواند با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی برقرار کند.

**نکته** اتیلن گلیکول به هر نسبتی در آب حل می‌شود.



## اتیلن گلیکول در شیمی

• شیمی دهم:

• شیمی یازدهم: در واکنش پلی‌مر شدن شرکت می‌کند.

• شیمی دوازدهم فصل ۴: در نفت خام وجود ندارد و از اتن در حضور پرمنگنات رقیق آن را تولید می‌کنند.



## یادآوری:

هیدروکربن‌ها (مولکول‌هایی که فقط دارای اتم‌های C و H هستند) مولکول‌هایی ناقطبی به شمار می‌آیند. مانند هگزان، بنزن، نفتالن و ... (گشتاور دوقطبی اغلب هیدروکربن‌ها ناچیز و در حدود صفر است.) در صورتی که هیدروکربن نبود به شرطی که زیر ۵ کربن باشد مولکول قطبی می‌باشد. زیرا هر ..... معادل ..... می‌باشد.

**نمک خوراکی:** ترکیب یونی است که در آب حل می‌شود.

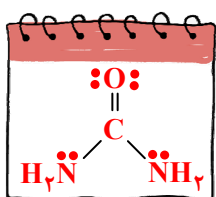
**بنزین**  $C_8H_{18}$ : مخلوطی از ۵ تا ۱۲ کربن است و دارای رنگ ..... است ← مولکول ناقطبی  
 هر ۳ آلکان می‌باشد  $C_nH_{2n+2}$

**وازلین**  $C_{25}H_{52}$ : مولکول ناقطبی  
 حالت .....  
**گریس**  $C_{18}H_{38}$ : مولکول ناقطبی

**مثال ۲.** نقطه جوش وازلین و گریس از آب  $\frac{\text{کم‌تر}}{\text{بیش‌تر}}$  است.

**روغن زیتون**  $C_{57}H_{104}O_6$ : مولکول ناقطبی است فرمول آن مشابه ..... می‌باشد. یعنی:

**یادآوری:** در شیمی آلی کربن و هیدروژن زوج ناپیوندی ندارد و اکسیژن دارای ۲ زوج ناپیوندی و نیتروژن ۱ زوج ناپیوندی یعنی روغن زیتون دارای ۱۲ زوج ناپیوندی است.



**اوره**  $CO(NH_2)_2$ : مولکول‌های این ماده قطبی بوده و در نتیجه در حلال‌های قطبی حل می‌شوند. این ماده به دلیل داشتن اتم‌های هیدروژن متصل به اتم نیتروژن (N-H)، می‌تواند با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی برقرار کند، به همین خاطر در آب به خوبی حل می‌شود.

**یادآوری:** حالت اوره ..... است پس دمای ذوب و جوش بالایی دارد.

**استون**  $CH_3-C(=O)-CH_3$ : مولکول قطبی است می‌تواند با مولکول آب هیدروژنی بدهد ولی **بین مولکول‌های خود** نمی‌توانند هیدروژنی ایجاد کند.



استون در کل شیمی:

(۱)

(۲) استون با وجود قطبی بودن .....

### جمع‌بندی

| فرمول          | مولکول       | در آب - حل همیشه هگزان | فرمول              | مولکول     | در آب - حل همیشه هگزان |
|----------------|--------------|------------------------|--------------------|------------|------------------------|
| $C_2H_6O_2$    | اتیلن گلیکول |                        | $C_{57}H_{104}O_6$ | روغن زیتون |                        |
| $C_8H_{18}$    | بنزین        |                        | $NaCl$             | سدیم کلرید |                        |
| $C_{25}H_{52}$ | وازلین       |                        | $CO(NH_2)_2$       | اوره       |                        |
| $C_{18}H_{38}$ | گریس         |                        | $C_3H_6O$          | استون      |                        |

از بین موارد بالا ..... و ..... و ..... می‌تواند پیوند هیدروژنی با آب بدهند.



۳. چند جمله از نظر درستی و نادرستی مشابه عبارت «وازلین فاقد پیوند هیدروژنی بوده بنابراین نقطه جوش آب از آب پایین تر است.»
- مولکول اتیلن گلیکول برخلاف عسل تعداد زیادی گروه هیدروکسید ندارد.
  - در ساختار مولکول اوره همانند مولکول استون یک پیوند  $C=O$  وجود دارد.

- نسبت شمار جفت الکترون های پیوندی به ناپیوندی در اوره، ۲ برابر نسبت شمار اتم ها به شمار عنصرها در آن است.
- تعداد گروه های هیدروکسیل مولکول اتیلن گلیکول، نصف تعداد جفت الکترون های ناپیوندی در مولکول اوره است.
- اوره توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی دارد و ۲۰ درصد جرمی آن را کربن تشکیل داده است. ( $CO = ۱۶, C = ۱۲, N = ۱۴, H = ۱: g.mol^{-1}$ )

۴ (۴)

۳ (۳)

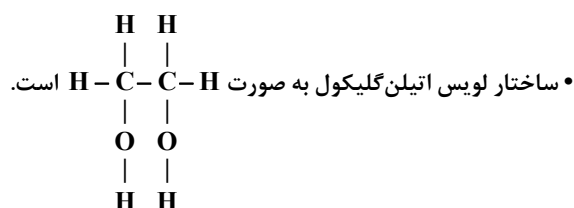
۲ (۲)

۱ (۱)



۴. پاسخ درست - نادرست در کدام گزینه آمده است؟

- از بین موارد زیر «اتیلن گلیکول - اوره - سدیم کلرید» هر ۳ مولکول در آب حل می شود.



- اتیلن گلیکول می تواند درون مولکول های خود پیوند هیدروژنی ایجاد کند.
- دمای ذوب و جوش اوره از آب بیشتر است.

- (۱) درست - نادرست - درست - درست  
(۲) درست - درست - درست - درست  
(۳) نادرست - نادرست - نادرست - درست  
(۴) نادرست - نادرست - نادرست - درست

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

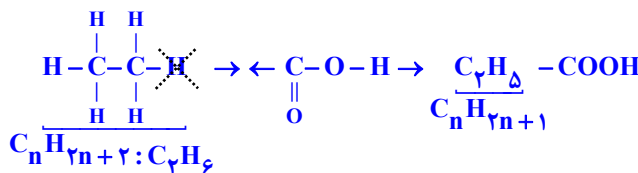
- ۱- دسته ای از ترکیبات آلی که حداقل یک گروه  $COOH$  دارند و فرمول کلی آن ها  $R-COOH$  است.  $C-\ddot{O}-H$   
 $\parallel$   
 $O:$
- ۲- کربوکسیلیک اسیدها دارای ۲ بخش قطبی و ناقطبی اند و حداکثر تا ۵ کربن در آب محلولند.

### اسید چرب: $R-COOH$

← خارج از کتاب

اگر  $R$  اسیدهای کربوکسیلیک دراز زنجیر باشد به آن اسید چرب می گویند (معمولاً ۱۴ تا ۱۸ کربن)

مفهوم:



مثال ۵. فرمول اسید چربی که  $R$  آن ۱۵ کربنه و سیر شده باشد؟

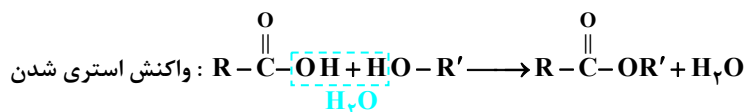


مثال ۶. فرمول اسید چربی که ۱۸ کربنه و سیر شده باشد؟

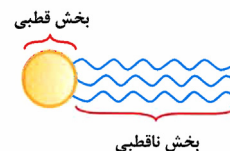
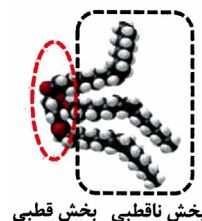
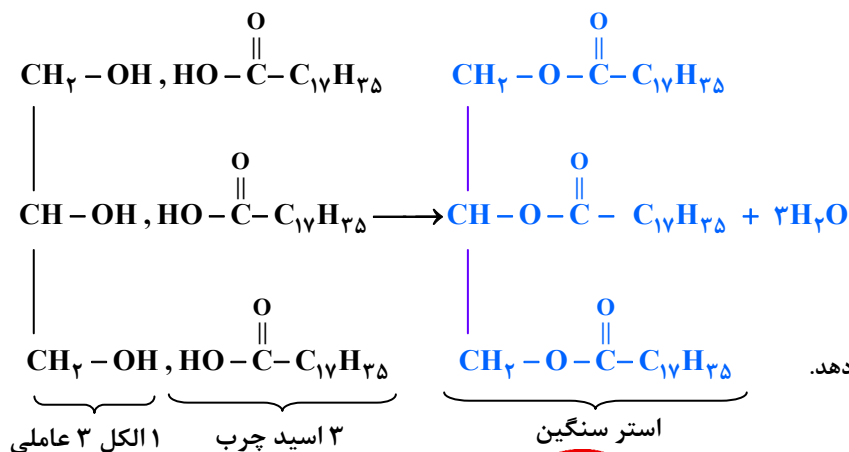


### ✓ استر: $R-COO-R'$

کربوکسیلیک اسیدها در واکنش‌های تشکیل استر، پلی استر، آمید و پلی آمید، قسمت  $-OH$  گروه عاملی خود را از دست می‌دهند.



### A- استر موجود در چربی کوهان شتر:



این شکل در واقع استر سنگین چربی را نشان می‌دهد.



### اسید چرب باقی‌مانده

سوال ۱۱. چرا اسید چرب باقی می‌ماند؟

زیرا برای اطمینان از این موضوع که اسید چرب کاملاً به الکل برخورد کند و شانس برخورد بیشتر باشد اسید چرب بیشتری را وارد کار می‌کنیم و اضافه آن می‌ماند.

### ✓ چربی:

(۱) اسید چرب  $RCOOH$

(۲) استر سنگین (عمده چربی)

چربی

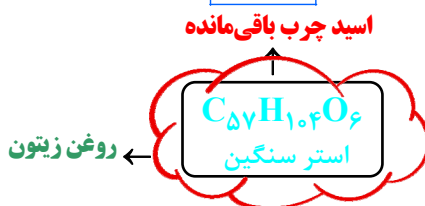
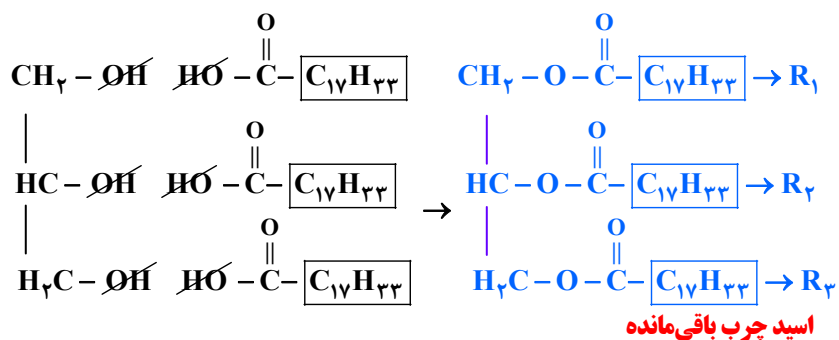
در واقع (مخلوطی از اسید چرب و استرهای بلند زنجیر) حاصل شده است.

مثال ۱۲. چربی ماده خالص نیست و مخلوط و همگن و در اجزای سازنده آن استر یا هر دو دیده می‌شود. ناهمگن

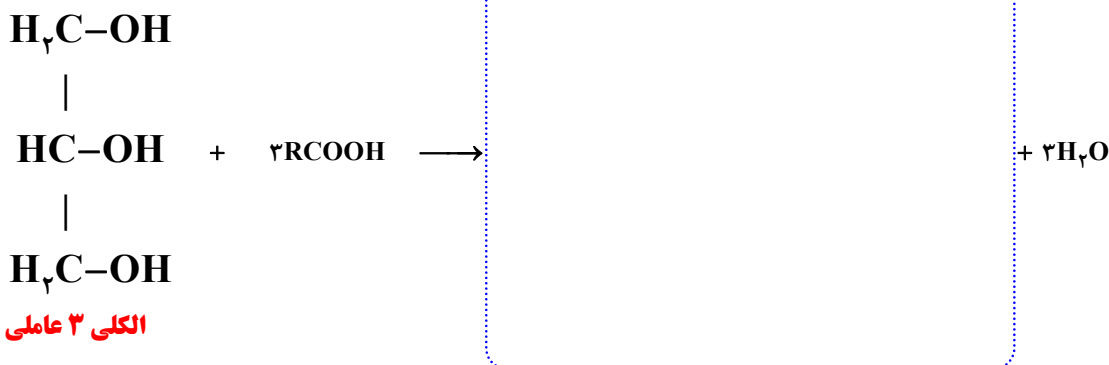
مثال ۱۳. در چربی هیچ کدام از مولکول‌های سازنده آن قادر به تشکیل پیوند هیدروژنی نیستند. (✓ ×)

### B- استر موجود در روغن زیتون: $C_{57}H_{104}O_6$

• دقت کنید در  $R_1$  و  $R_2$  و  $R_3$  دارای یک پیوند دوگانه می‌باشد.



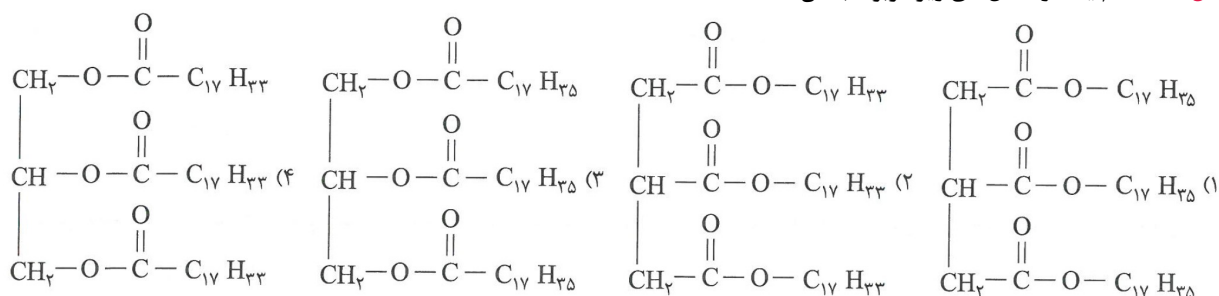
جمع‌بندی استر بلند زنجیر موجود در چربی:



- (۱) اگر زنجیر هیدروکربنی  $\text{R}$  و  $\text{R}'$  و  $\text{R}''$  سیر شده باشد از فرمول  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$  پیروی می‌کند که به ازای هر پیوند دوگانه در  $\text{R}$  باید ۲ تا  $\text{H}$  کم کنیم (لزومی ندارد  $\text{R}$  و  $\text{R}'$  و  $\text{R}''$  یکسان باشد)
- (۲) **نیروی غالب در استرها و اندروالسی** است و دارای گروه عاملی استر است که در ترکیب آلی بوی آناناس و سیب و انگور و موز و چسب دیده می‌شود.
- (۳) فرمول  $\text{R}$  و  $\text{R}'$  و  $\text{R}''$  اگر سیر شده باشد همانند آلکانی است که یک  $\text{H}$  کم‌تر دارد  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$  ولی لزومی ندارد  $\text{R}$  و  $\text{R}'$  و  $\text{R}''$  یکی باشد.

به سوالات زیر در رابطه با استر سازنده روغن زیتون پاسخ دهید.

**مثال ۱۴.** کدام یک از شکل‌های زیر مربوط به آن است.

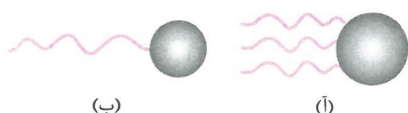


**مثال ۱۵.** در مثال بالا فرمول اسید چرب و الکل سازنده استر را بنویسید.

**مثال ۱۶.** نیروی غالب آن ..... است.

**مثال ۱۷.** روغن زیتون فقط از این جزء حاصل شده است.

**مثال ۱۸.** الگوهای (آ) و (ب) برای نمایش دو نوع از مولکول‌هایی که در ساخت صابون استفاده می‌شوند، ارائه شده‌اند. با توجه به آن‌ها، چند مورد



- از عبارت‌های زیر، درست‌اند؟
- در ساختار شکل (آ) ۳ پیوند اشتراکی  $C-O$  وجود دارد.
  - چربی فقط از شکل آ حاصل شده است.
  - در مولکول (آ) بر خلاف مولکول (ب) نیروی بین مولکولی غالب از نوع واندروالسی بوده و این ترکیب در آب حل نمی‌شود.
  - شمار جفت ناپیوندی در مولکول (آ) برابر ۱۲ زوج می‌باشد.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

**مثال ۱۹.** اگر فرمول مولکولی نوعی روغن به صورت  $C_{54}H_{98}O_6$  باشد فرمول اسید چرب سازنده آن به صورت کدام گزینه می‌باشد.

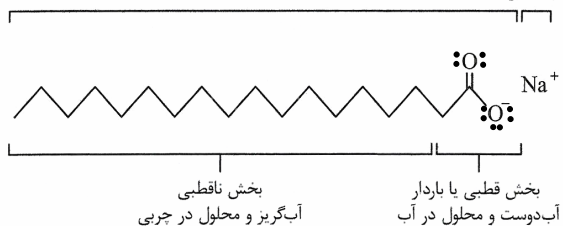


**مثال ۲۰.** اگر در استر بلندزنجیری  $R$  و  $R'$  و  $R''$ ، ۱۰ کربنه و سیرشده باشد فرمول استر سنگین این چربی ..... است.

**مثال ۲۱.** اگر در ساختار استر روغنی  $R$ ، ۱۰ کربنه و دارای یک پیوند دوگانه و  $R'$  و  $R''$  ۸ کربنه و سیرشده باشد فرمول استر سنگین این روغن ..... است.

### ✓ صابون:

- (۱) به نمک اسیدهای چرب (ترکیب یونی)، صابون می‌گویند یعنی  $RCOONa$  می‌باشد که  $R$  باید دراز زنجیر باشد یعنی اسید چرب باشد.
- (۲) صابون‌های سدیم، جامدند. این صابون‌ها را از گرما دادن روغن‌های مختلف گیاهی یا جانوری مثل روغن زیتون، نارگیل، دنبه با سدیم هیدروکسید  $NaOH$  تهیه می‌کنند (صابون پتاسیم یا آمونیوم، صابون مایع است) جزء آنیونی صابون



صابون دارای ۵ زوج ناپیوندی است.



- نوع صابون  $\rightarrow$  کاتیون
- ✓ بین کاتیون و آنیون  
✓ پیوند کووالانسی وجود دارد
- جامد:  $Na^+$   
مایع:  $NH_4^+, K^+$

**مفهوم:** چرا در صابون فقط  $\text{Na}^+$  و  $\text{NH}_4^+$  و  $\text{K}^+$  انتخاب می‌شود؟

اگر از یون‌هایی با بار بیشتر استفاده شود جاذبه بین آنیون و کاتیون بسیار قوی شده و در عمل آنیون و کاتیون جدا نمی‌شود و بعضی از یون‌ها مثل  $\text{Ca}^{2+}$  باعث رسوب می‌شود دقت کنید یون‌های پایین‌تر از  $\text{K}^+$  مثل  $\text{Cs}^+$  به شدت گران می‌باشد و صرفه اقتصادی ندارد.

**مفهوم:** چرا در صابون  $\text{Na}^+$  باعث می‌شود صابون جامد شود؟

زیرا  $\text{Na}^+$  نسبت به  $\text{K}^+$  و  $\text{NH}_4^+$  شعاع کم‌تری دارد و باعث می‌شود جاذبه قوی‌تری ایجاد شود و دمای ذوب و جوش بالاتر رود.

(۳) بخش کاتیونی صابون برخلاف بخش آنیونی آن نقشی در فرآیند پاک‌کنندگی ندارد.

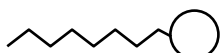
**مفهوم:** اگر کاتیون صابون در پاک‌کنندگی نقشی ندارد پس چرا باید در صابون باشد؟

چون اگر میلیاردها آنیون در کنار هم باشد باعث دفع مولکول صابون می‌شود.

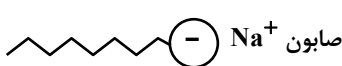
(۴) فرمول کلی صابون  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COONa}$  می‌باشد.

(۵) صابون جامد به هنگام حل شدن در آب محیط را بازی می‌کند و باعث افزایش pH می‌شود.  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{COO}^-$

### جمع‌بندی



اسید چرب



صابون  $\text{Na}^+$



استر سنگین چربی

**۲۲. تست** پاسخ درست - نادرست در کدام گزینه آمده است؟

- نقطه ذوب صابون  $\text{RCOONa}$  می‌تواند ۲۲- باشد.
- فرمول شیمیایی  $(\text{CH}_3)(\text{CH}_2)_3\text{COONH}_4$  مربوط به صابون مایع است.
- در  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{COO}^-$  در قسمت A که سر قطبی صابون می‌باشد فاقد اتم کربن است.

• در صابون گروه عاملی استری دیده می‌شود.

- (۱) نادرست - درست - درست - درست
- (۲) نادرست - نادرست - درست - درست
- (۳) نادرست - نادرست - نادرست - نادرست
- (۴) نادرست - نادرست - درست - نادرست

**دقت کن!** در صابون گروه عاملی استری دیده ..... زیرا در عامل استری باید دو سمت آن پیوند ..... باشد.

**۲۳. تست** کدام مورد درست است؟ (کنکور ۱۴۰۳)

- (۱) واکنش:  $2\text{Al(s)} + 2\text{NaOH(s)} + 6\text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow 2\text{Na[Al(OH)}_4\text{](aq)} + 3\text{H}_2\text{(g)}$ ، گرماگیر است و خاصیت پاک‌کنندگی دارد.
- (۲) هرچه خاصیت آب‌گریزی پارچه بیشتر باشد، پاک کردن لکه چربی از آن به وسیله صابون، آسان‌تر است.
- (۳) سر آب‌دوست مولکول صابون، دارای بار منفی و سر آب‌گریز آن، دارای بار مثبت است.
- (۴) جرم مولی صابون، از جرم مولی اسید چرب هم کربن آن، بیشتر است.

**مثال ۲۴.** فرمول صابونی جامد که ۱۸ کربن است و سیر شده می‌باشد.

**مثال ۲۵.** فرمول صابونی جامد که در R آن ۱۵ کربن دارد دارای یک پیوند دوگانه است.

**مثال ۲۶.** فرمول صابون که فقط از عناصر نافلز تشکیل شده ۱۵ کربن دارد، و ساختار آن دارای ۲ پیوند دوگانه است.

زنجیره هیدروکربنی

**نکته:** به ازای هر پیوند دوگانه در قسمت ..... باید ..... کم کنیم لطفاً به آلکیل (R) یا کل صابون دقت شود.

**مثال ۲۷.** فرمول صابون مایع فلزی که در R آن ۱۵ کربن دارد و در ساختار خود دارای ۲ پیوند C = C است.

**۲۸. تست** اگر زنجیر هیدروکربنی متصل به بخش آب دوست یک صابون دارای یک پیوند دوگانه و ۳۱ اتم هیدروژن باشد حداکثر شمار اتم‌های موجود در ساختار این صابون چه عددی می‌تواند باشد؟

(۱) ۵۱ (۲) ۵۵ (۳) ۵۲ (۴) ۵۴

**۲۹. تست** در نوعی پاک‌کننده صابونی فاقد فلز حاوی ۱۷ اتم کربن بوده چند اتم وجود دارد و شمار اتم‌های هیدروژن این پاک‌کننده با شمار اتم‌های هیدروژن هر مولکول گریس چند واحد تفاوت دارد؟ (پاک‌کننده سیر نشده و دارای ۳ پیوند دوگانه می‌باشد).

(۱) ۷-۵۳ (۲) ۵-۵۳ (۳) ۷-۵۱ (۴) ۵-۵۱

**۳۰. تست** اگر در ساختار یک صابون جامد در مجموع دو پیوند دوگانه وجود داشته باشد و زنجیر هیدروکربنی آن شامل ۱۶ اتم کربن باشد، درصد جرمی اکسیژن موجود در آن چند برابر درصد جرمی هیدروژن است؟ ( $O = ۱۶, H = ۱ : g.mol^{-1}$ )

(۱) ۱/۱۰ (۲) ۱/۱۸ (۳) ۱/۰۳ (۴) ۰/۹۷



گاهی می‌توان فرمول صابون را الگوی  $CH_2$  نشان داد.



**مثال ۳۱.** در ساختار یک پاک‌کننده صابونی مایع با زنجیر هیدروکربنی سیر شده، نسبت شمار جفت الکترون پیوندی بخش آنیونی با بخش کاتیونی برابر ۱۱/۵ می‌باشد در آن صورت فرمول صابونی ..... می‌باشد.

(۱)  $C_{13}H_{27}COOK$  (۲)  $C_{13}H_{27}COONH_4$  (۳)  $C_{14}H_{29}COONH_4$  (۴)  $C_{14}H_{29}COOK$

**۳۲. تست** شمار کل اتم‌ها در فرمول یک صابون مایع که دارای زنجیر هیدروکربنی سیر شده است و در آن عنصر فلزی وجود ندارد از دو برابر شمار اتم‌های هیدروژن آن، ۱۳ واحد کمتر است. جرم ۰/۳ مول از این صابون چند گرم است؟ ( $K = ۳۹, Na = ۲۳, O = ۱۶, N = ۱۴, C = ۱۲, H = ۱ : g.mol^{-1}$ )

(۱) ۶۵/۱ (۲) ۶۹/۳ (۳) ۷۱/۴ (۴) ۷۵/۶

**توجه:** تست‌های چالشی برای دانش‌آموز کوشا می‌باشد و پاسخ تصویری آن در کانال shimidrmoradi بررسی می‌شود.



**تست چالشی ۱.** بر اثر سوختن کامل ۰/۱ مول از نوعی اسید چرب با زنجیره‌ی هیدروکربنی غیرحلقوی، ۱۶/۲ گرم آب و ۳۳/۶ لیتر گاز کربن دی‌اکسید در شرایط STP تولید شده است. در ساختار هر مولکول از این اسید چرب، چند پیوند دوگانه وجود داشته و چند گرم از این ماده با ۲/۵ لیتر محلول پتاسیم هیدروکسید ۰/۲ مولار به طور کامل واکنش می‌دهد؟ (O = ۱۶, C = ۱۲, H = ۱: g.mol<sup>-1</sup>)

۱۱۵ - ۶ (۴)

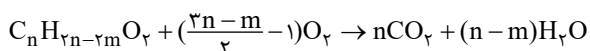
۱۲۱ - ۶ (۳)

۱۱۵ - ۷ (۲)

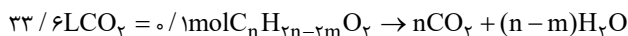
۱۲۱ - ۷ (۱)

**پاسخ:**

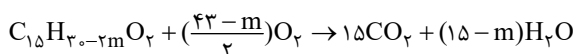
اگر زنجیره‌ی کربنی موجود در ساختار این مواد کاملاً سیرشده باشد، فرمول مولکولی آن‌ها به صورت C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub>O<sub>2</sub> می‌شود. به ازای هر پیوند دوگانه که در ساختار این ترکیب قرار بگیرد، ۲ اتم هیدروژن از ساختار مولکول حذف می‌شود، پس اگر در نظر بگیریم که در ساختار این مولکول m پیوند دوگانه وجود داشته باشد، فرمول مولکولی آن به صورت C<sub>n</sub>H<sub>2n-2m</sub>O<sub>2</sub> می‌شود. توجه داریم که وجود پیوندهای دوگانه، هیچ تغییری در تعداد اتم‌های اکسیژن و کربن این مولکول ایجاد نمی‌کند واکنش سوختن C<sub>n</sub>H<sub>2n-2m</sub>O<sub>2</sub> به صورت زیر است:



در قدم اول، با توجه به مقدار کربن دی‌اکسید تولید شده در واکنش سوختن، مقدار n را محاسبه می‌کنیم.



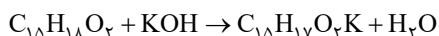
با توجه به مقدار n، فرمول مولکولی اسید چرب مورد نظر به صورت C<sub>15</sub>H<sub>30-2m</sub>O<sub>2</sub> می‌شود. واکنش سوختن این ماده نیز با توجه به مقدار n، به صورت زیر خواهد بود:



با توجه به معادله‌ی این واکنش و جرم آب تولید شده، مقدار m را محاسبه می‌کنیم.

$$\frac{0.1/mol}{1} = \frac{16.2/gr}{(15-m) \times 18} \Rightarrow m = 6$$

با توجه به مقدار m، می‌توان گفت که در ساختار اسید چرب موردنظر ۶ پیوند دوگانه‌ی C=C برقرار شده است. بجز این پیوندهای دوگانه، یک پیوند C=O نیز در ساختار این ماده وجود دارد، پس مجموع تعداد پیوندهای دوگانه در این ماده برابر با ۷ خواهد بود. با توجه به مقدار m، فرمول مولکولی این ترکیب به صورت C<sub>15</sub>H<sub>18</sub>O<sub>2</sub> خواهد بود. معادله‌ی واکنش این ماده با محلول پتاسیم هیدروکسید به صورت زیر است:



با توجه به معادله‌ی واکنش، جرم اسید چرب مصرف شده در واکنش با پتاسیم هیدروکسید را محاسبه می‌کنیم.

$$\frac{x/gr}{33.6} = \frac{0.2 \frac{mol}{lit} \times 2 / \Delta lit}{1} \Rightarrow x = 115.6gr$$

توجه داریم که صابون در این فرآیند حالت مایع دارد.

**واکنش صابونی شدن:**



**تست ۳۳.** اگر در بخش زنجیر هیدروکربنی یک اسید چرب تک‌عاملی، ۱۵ اتم کربن و ۳ پیوند دوگانه وجود داشته باشد، در اثر واکنش کامل ۰/۱ مول از این اسید چرب با مقدار کافی پتاسیم هیدروکسید، چند گرم صابون تولید می‌شود؟ (O = ۱۶, C = ۱۲, H = ۱, K = ۳۹: g.mol<sup>-1</sup>)

۲۲/۱۶ (۴)

۲۳/۱۲ (۳)

۲۷/۴ (۲)

۲۸/۸ (۱)

**۳۴.** برای پاک کردن ۱۲۶/۹ گرم از یک اسید چرب که مسیر لوله‌ی آب را مسدود کرده است، به ۲۴ گرم سدیم هیدروکسید با خلوص ۷۵٪ نیاز است. هر مولکول از این اسید چرب شامل چند اتم است؟ (زنجر آلکیل اسید چرب، دارای یک پیوند دوگانه است

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

۵۳ (۴)

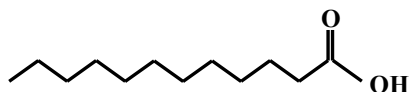
۵۱ (۳)

۵۶ (۲)

۵۴ (۱)

**۳۵.** برای تهیه یک صابون ویژه با نارگیل، از واکنش اسید چرب زیر با مقدار اضافی سدیم هیدروکسید استفاده می‌کنیم اگر بازده واکنش ۸۰ درصد، و جرم هر قالب صابون، ۱۲۰gr باشد برای تهیه ۱۶۶۵ قالب صابون جامد به چند کیلوگرم اسید چرب ۶۰ درصد خالص نیاز

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



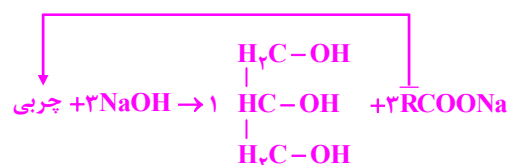
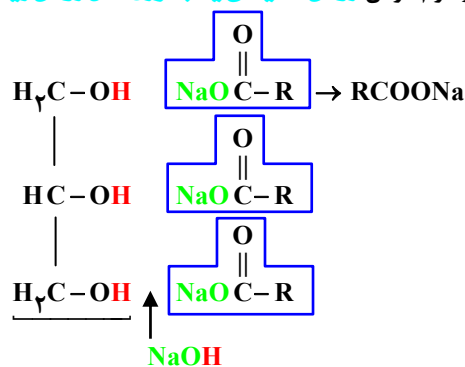
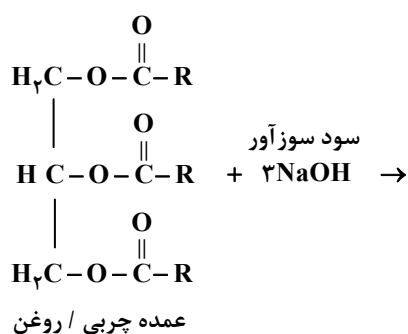
۲۲۵ (۱)

۱۸۰ (۲)

۵۶۲ (۳)

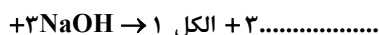
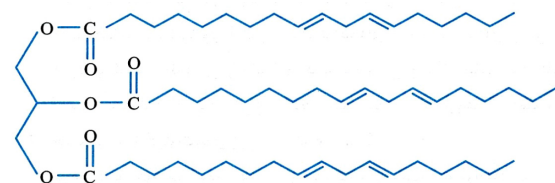
۳۷۵ (۴)

**(B)** صابون را از گرم کردن روغن گیاهی یا جانوری مثل روغن زیتون و دنبه با NaOH حاصل می‌شود.



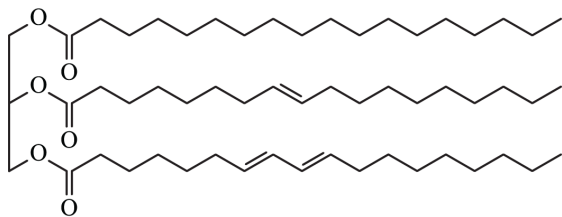
جمع‌بندی

**مثال ۳۶.** اگر روغن چوب دارای فرمول زیر باشد فرمول صابون را بنویسید.



مثال ۳۷.

• تفاوت جرم مولی سنگین ترین و سبک ترین صابون برابر ۴ گرم است.



• این استر می تواند با ۳ مول سدیم هیدروکسید واکنش دهد و صابونی با فرمول  $C_{18}H_{33}O_2Na$  تولید کند.

؟ ۳۸

جرم یک مول از یک نمونه صابون جامد سیر شده برابر ۲۹۲ گرم است. از این استر فقط همین نوع صابون حاصل می شود فرمول

مولکولی استر سنگین سازنده این صابون کدام است؟ ( $H = 1, C = 12, O = 16, Na = 23 : g.mol^{-1}$ )

- (۱)  $C_{51}H_{99}O_6$
- (۲)  $C_{52}H_{104}O_6$
- (۳)  $C_{51}H_{104}O_6$
- (۴)  $C_{17}H_{33}O_2$

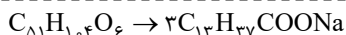
؟ ۳۹

یک نمونه ۱۸۰/۵ گرمی ناخالص از استر زیر را با مقدار کافی محلول سود وارد واکنش می کنیم. اگر طی این فرایند ۷۵ گرم

پاک کننده ی صابونی تولید شده باشد، درصد خلوص استر مصرف شده چقدر بوده است؟ ( $Na = 23, O = 16, C = 12, H = 1 : g.mol^{-1}$ )



پاسخ:



$$\frac{180.5 \text{ gr} \times \frac{x}{100}}{722} = \frac{75 \text{ gr}}{3 \times 250} \Rightarrow x = 40\%$$

مثال ۴۰. از ویژگی مشترک تمام کلویدها حالت جامد آن است. (✓) (\* )

مثال ۴۱. رنگ پوششی همانند محلول مس II سولفات پایدار و همگن است. (✓) (\* )

مثال ۴۲. اجزای کلویدها همگی مولکول قطبی یا همگی مولکول ناقطبی هستند.



| سوپانسیون  | کلوید          | محلول    |
|------------|----------------|----------|
| (ماده ریز) | (توده مولکولی) | (مولکول) |

مفهوم: هرچه قدر ذرات درشت تر باشند ناپایدار است و ته نشین می شود و ذرات درشت باعث می شود نور به آن ها برخورد کند و پخش شود.

✓ کلوید و سوپانسیون:



**مثال ۴۳.** کلویدها  $\frac{\text{مانند}}{\text{برخلاف}}$  محلول‌ها، مخلوط‌های  $\frac{\text{همگن}}{\text{ناهمگن}}$  محسوب می‌شوند و نیز  $\frac{\text{مانند}}{\text{برخلاف}}$  محلول‌ها  $\frac{\text{پایدار}}{\text{ناپایدار}}$  هستند و  $\frac{\text{همانند}}{\text{برخلاف}}$  محلول‌ها ته‌نشین نمی‌شوند.

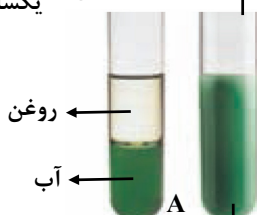
**مثال ۴۴.** سوسپانسیون  $\frac{\text{مانند}}{\text{برخلاف}}$  کلویید نور را پخش نمی‌کند و ذرات سوسپانسیون از کلویید پخش نور  $\frac{\text{بیشتر}}{\text{کمتر}}$  دارد.

### پیوند با زندگی

مخلوط‌ها نقش بسیار پررنگی در زندگی ما دارند به طوری که اغلب موادی که در زندگی روزانه با آنها سروکار داریم، از مخلوط دو یا چند ماده تشکیل شده‌اند. آب دریا، هوا، نوشیدنی‌ها، انواع رنگ‌ها، سرامیک‌ها، چسب‌ها، شوینده‌ها و داروها همگی مخلوط هستند. مخلوط‌ها خواص متفاوتی دارند. برای نمونه محلول کات کیود در آب، مخلوطی همگن است که نور را عبور می‌دهد. در حالی که شربت معده یک سوسپانسیون است. مخلوطی ناهمگن که ته‌نشین می‌شود و باید پیش از مصرف آن را تکان داد. یعنی پخش نور ندارد.

مخلوط آب و روغن نیز ناپایدار است زیرا به محض اینکه هم زدن را متوقف کنید، آب و روغن از هم جدا شده و دو لایه مجزا تشکیل می‌دهند. اما اگر مقداری صابون به این مخلوط اضافه کنید و B

کلویید  $\frac{\text{همگن}}{\text{ناهمگن}}$  می‌باشد و اندازه ذرات در شکل B از A  $\frac{\text{بزرگتر}}{\text{کوچکتر}}$  است و اندازه ذرات آن  $\frac{\text{متفاوت}}{\text{یکسان}}$  است.



**مثال ۴۵.** پس از مدتی شکل A - کلویید پایدار شده آب و روغن با استفاده از صابون (البته برای نمایش بهتر به آب دو قطره رنگ افزوده شده است).



• رنگ پوششی نمونه‌ای از یک کلویید است.

آن را به هم بزنید یک مخلوط پایدار ایجاد می‌شود که به **ظاهر همگن** است. شکل ۱، رفتار این مخلوط را نشان می‌دهد که همگن نبوده و حاوی **توده‌های مولکولی با اندازه‌های متفاوت** است. این نوع مخلوط‌ها، کلویید نامیده می‌شوند. نور در محلول و کلویید رفتار متفاوتی دارد (شکل ۲). شیر، ژله، سس مایونز و رنگ نمونه‌هایی از کلویدها هستند.



شکل ۲ - مقایسه رفتار نور در یک محلول و کلویید.

ذره‌های موجود در کلویید درشت‌تر از محلول‌اند و به همین دلیل نور را پخش می‌کنند.

پخش نور ندارد و مسیر نور مشخص نیست پخش نور دارد و مسیر نور مشخص است و نور عبور نکرده است

**۴۶.** اطلاعات داده شده در چند مورد از خانه‌های جدول زیر به صورت نادرست نوشته است؟

| ویژگی     | سوسپانسیون        | کلویید            | مخلوط همگن          |
|-----------|-------------------|-------------------|---------------------|
| عبور نور  | نور را پخش می‌کند | نور را پخش می‌کند | نور را عبور می‌دهد  |
| همگن بودن | ناهمگن است        | ناهمگن است        | همگن است            |
| پایداری   | ناپایدار است      | ناپایدار است      | پایدار است          |
| نوع ذره   | مولکول‌های بزرگ   | توده‌های مولکولی  | یون‌ها یا مولکول‌ها |
| مثال      | سالاد             | سرامیک - مایونز   | محلول آب‌نمک        |

- ۱ (۲)  
۲ (۳)  
۳ (۴)  
۴ (۵)

**۴۷.؟** چند جمله از نظر درستی و نادرستی مشابه عبارت «برخلاف محلول‌ها که به حالت فیزیکی مختلف دیده می‌شوند کلویید فقط به حالت مایع وجود دارد» می‌باشد.

- کلوییدها برخلاف سوسپانسیون پایدار هستند و در صورت ساکن بودن ته‌نشین نمی‌شوند.
- ذره‌های سازنده محلول‌ها، یون‌ها - مولکول‌ها، اما ذره‌های سازنده کلئیدها، توده‌های مولکولی با اندازه یکسان هستند.
- رفتار کلویید را می‌توان رفتاری بین سوسپانسیون و محلول‌ها در نظر گرفت.
- در ظرف سمت راست، برخلاف رنگ‌های پوششی با گذشت زمان ته‌نشین نمی‌شود.
- از مخلوط و آب با اضافه کردن صابون به یک مخلوط پایدار با توانایی پخش نور تبدیل می‌شود.



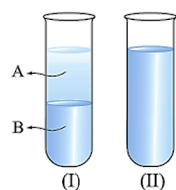
۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

**۴۸.؟** با توجه به شکل‌های زیر، چند جمله از نظر درستی و نادرستی مشابه «مخلوط ظرف (۲) کلویید است و از توده مولکولی با اندازه یکسان تشکیل شده است» نمی‌باشد.



- (ب) اگر مقداری صابون به مخلوط (I) اضافه شود، پس از مدتی به طور خودبه‌خود به مخلوط (II) تبدیل می‌شود.
- (پ) اگر مخلوط (II) شامل آب، روغن و مقداری صابون باشد، می‌توان آن را ناهمگن ولی پایدار در نظر گرفت.
- (ت) اگر مخلوط (II) شامل آب، روغن و مقداری صابون باشد، می‌تواند نور را پخش کند و حاوی ذرات ریز ماده است.

۴ (۴)

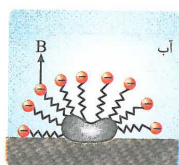
۳ (۳)

۲ (۲)

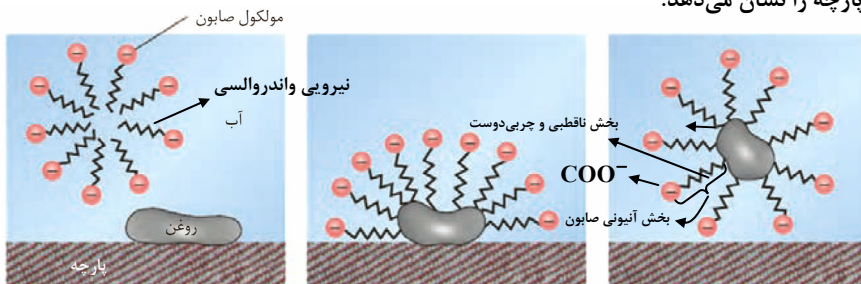
۱ (۱)

**۴۹.؟** چند جمله از موارد زیر نادرست است؟ **مفهوم: در رابطه با صابون واژه مولکول استفاده می‌شود زیر  $R \rightarrow$  بخش عمده صابون R است که عملکرد مولکولی دارد.**

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



- بخش آنیونی صابون با مولکول چربی و آب پیوند اشتراکی تشکیل داده و همانند پلی‌بین آن‌ها عمل می‌کند.
- با حل شدن صابون در آب ذره‌هایی به وجود می‌آیند که سطح بیرونی آن‌ها دارای بار الکتریکی مثبت است.
- مولکول صابون مانند پلی‌بین آب و چربی قرار می‌گیرد و سبب حل شدن چربی در آب می‌شود.
- هنگامی که صابون وارد آب می‌شود، بخش آنیونی و کاتیونی آن از یکدیگر جدا می‌شود و بخش آنیونی صابون به کمک سر آبدوست خود در آب حل می‌شود.
- ذره‌های صابون با بخش چربی دوست خود با مولکول‌های چربی جاذبه برقرار می‌کنند.
- مولکول‌های صابون مانند پلی بین مولکول‌های آب و ذره‌های صابون با بخش چربی از سطح پارچه جدا و در آب پخش می‌شوند.
- مراحل پاک شدن یک لکه چربی یا روغن با صابون برای پاک کردن لکه‌های چربی از چه مواد یا روش‌های دیگری می‌توان استفاده کرد؟



هنگامی که صابون وارد آب می‌شود، بخش آنیونی و کاتیونی آن از یکدیگر جدا می‌شود و بخش آنیونی صابون به کمک سر آبدوست خود در آب حل می‌شود.

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

**ایهام**

ذرات صابون پس از ورود به آب به صورت توده در کنار هم قرار می‌گیرند.

صابون در آب کلئید می‌باشد.

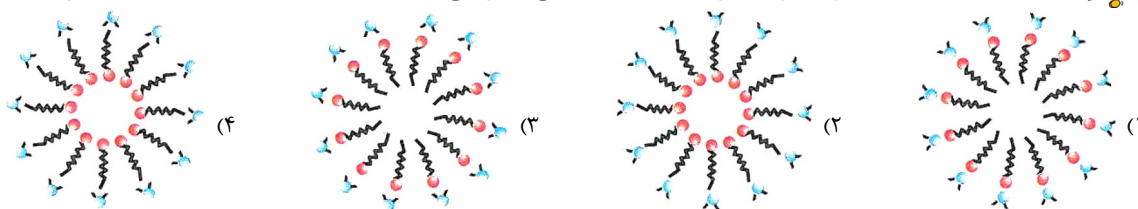
۵ (۴)

۴ (۳)

۳ (۲)

۲ (۱)

۵۰. کدام شکل، نحوهٔ پخش شدن صابون در آب را به درستی نشان می‌دهد؟ (۴ مولکول آب، ۳ مولکول صابون)



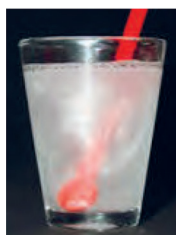
هنگامی که صابون وارد آب می‌شود، به کمک سر آب دوست خود در آن حل می‌شود. از سوی دیگر، ذره‌های صابون با بخش چربی دوست خود با مولکول‌های چربی جاذبه برقرار می‌کنند، گویی مولکول‌های صابون مانند پلی بین مولکول‌های آب و چربی قرار می‌گیرند. به این ترتیب، ذره‌های چربی کم کم از سطح پارچه جدا و در آب پخش می‌شوند. با ادامه این فرایند، همه لکه‌های چربی از روی لباس پاک می‌شود.

• کتاب درسی برای ما ملاک است نه علم!!!!

• صابون در آب ←

• صابون در چربی ←

• صابون در آب و چربی ←



\* هرگاه مقداری صابون مایع را در روغن بریزید و مخلوط را به هم بزنید، مخلوطی مانند شکل روبه‌رو به‌دست می‌آید. با توجه به این مشاهده، درباره درستی جمله زیر گفت‌وگو کنید. (متن مهم صفحه ۶ کتاب درسی)

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

مثال ۵۱. صابون هم در آب و هم در چربی حل می‌شود، پس می‌توان نتیجه گرفت مخلوط سه‌تایی آب، صابون و چربی یک محلول است. (✓ ✗)

### ✓ عوامل مؤثر بر قدرت پاک‌کنندگی

باید توجه داشت که قدرت پاک‌کنندگی صابون به عوامل گوناگونی بستگی دارد. هر اندازه صابون بتواند مقدار بیشتری از آلاینده و چربی را بزداید، قدرت پاک‌کنندگی بیشتری دارد. در واقع صابون همه لکه‌ها را به یک‌اندازه از بین نمی‌برد زیرا نوع پارچه، دما، نوع آب و نیز نوع و مقدار صابون نیز بر روی قدرت پاک‌کنندگی آن تأثیر دارد.

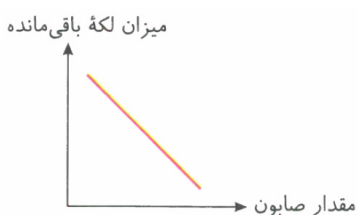
۱- دمای آب با افزایش دمای آب، قدرت پاک‌کنندگی صابون‌ها افزایش می‌یابد.

زیرا با افزایش دما جنب و جوش ذره‌های آلودگی و آب افزایش یافته و سرعت پخش شدن ذره‌های آلودگی در آب افزایش می‌یابد.

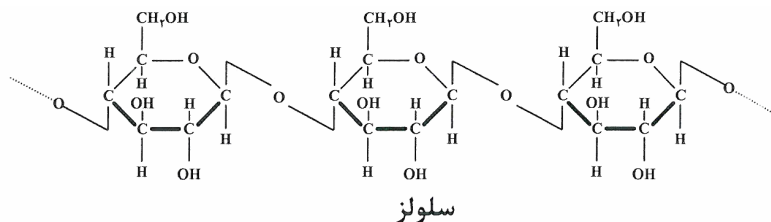
۲- نوع و مقدار صابون مصرفی صابون‌ها بر اساس ساختار قدرت پاک‌کنندگی متفاوتی دارند و به طور کلی با افزایش مقدار صابون مصرفی برای پاک نمودن آلودگی یکسان قدرت پاک‌کنندگی افزایش می‌یابد.

زیرا با افزایش مولکول‌های صابون شمار برخورد‌های مولکول‌های صابون و ذره‌های آلودگی افزایش یافته و آلودگی‌ها سریع‌تر از سطح آلوده جدا شده و در آب پخش می‌شوند.

۳- نوع و جنس سطح آلوده شده میزان چسبندگی یک نوع آلودگی بر روی سطوح مختلف یکسان نیست.



**مفهوم:** پارچه‌های نخی دارای گروه‌های هیدروکسیل ( $-OH$ ) بسیار زیادی در ساختار خود هستند و نسبت به پارچه‌های پلی‌استر، قطبی‌تر به شمار می‌آیند؛ بنابراین پارچه‌های نخی نسبت به پارچه‌های پلی‌استر، جاذبه ضعیف‌تری با لکه‌های ناقطبی چربی برقرار کرده و میزان چسبندگی لکه‌های چربی بر روی پارچه‌های نخی نسبت به پارچه‌های پلی‌استر، کمتر است. در نتیجه پارچه‌های نخی نسبت به پارچه‌های پلی‌استر راحت‌تر تمیز می‌شوند.



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.

- (۱) پارچه نخی - آنزیم‌دار - دما ۵۰  
(۲) پارچه پلی‌استر - آنزیم‌دار - دما ۴۰  
(۳) پارچه نخی - بدون آنزیم - دما ۵۰  
(۴) پارچه پلی‌استر - بدون آنزیم - دما ۴۰

| نوع صابون          | نوع پارچه | دما °C | درصد لکه باقی‌مانده |
|--------------------|-----------|--------|---------------------|
| ۱ صابون بدون آنزیم | نخی       | ۳۰     | ۲۵                  |
| ۲ صابون بدون آنزیم | نخی       | ۴۰     | ۱۵                  |
| ۳ صابون آنزیم‌دار  | نخی       | ۳۰     | ۱۰                  |
| ۴ صابون آنزیم‌دار  | نخی       | ۴۰     | ۰                   |
| ۵ صابون آنزیم‌دار  | پلی‌استر  | ۴۰     | ۱۵                  |

**نکته:** تأثیر نوع پارچه نسبت به دمای آب اهمیت بیشتری دارد.

**نکته:** تأثیر افزودن آنزیم در بالا بردن قدرت پاک‌کنندگی صابون بیشتر از تأثیر افزایش دمای آب به اندازه  $10^{\circ}C$  است.

پلی‌استر:

آنزیم:

هر ۱۰ درجه  $\uparrow$  دما:

**مثال ۵۳:** با فرض اینکه صابون بدون آنزیم پارچه نخی دما ۳۰ درصد لکه باقی‌مانده: ۵۵٪

صابون بدون آنزیم پارچه پلی‌استر دما ۵۰ درصد لکه باقی‌مانده:

**مثال ۵۴:** جدول زیر نتایج چند آزمایش برای مقایسه قدرت پاک‌کنندگی دو نوع صابون برای پاک کردن لکه چربی یکسان از روی دو نوع پارچه را نشان می‌دهد. در کدام گزینه، همه موارد درست بیان شده است؟

| نوع صابون  | نوع پارچه | دما °C | درصد لکه حل شده |
|------------|-----------|--------|-----------------|
| بدون آنزیم | نخی       | ۳۰     | ۷۵              |
| بدون آنزیم | نخی       | a      | ۸۵              |
| آنزیم‌دار  | پلی‌استر  | ۴۰     | B               |
| آنزیم‌دار  | c         | ۴۰     | ۱۰۰             |

(۱)  $c: 85, a: 40$ , پلی‌استر

(۲)  $c: 75, a: 25$ , پلی‌استر

(۳)  $c: 85, a: 40$ , نخی

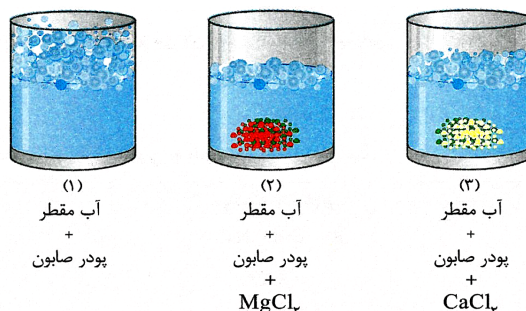
(۴)  $c: 75, a: 25$ , نخی

**نوع آب و یون‌های حل شونده**

آب دریا و آب‌های مناطق کویری که شور هستند، مقادیر چشم‌گیری از یون‌های کلسیم و منیزیم دارند. چنین آب‌هایی به آب‌های سخت معروف‌اند. صابون در این آب‌ها به خوبی کف نمی‌کند و قدرت پاک‌کنندگی آن کاهش می‌یابد، زیرا صابون با یون‌های موجود در آب سخت رسوب تشکیل می‌دهد. لکه‌های سفیدی که پس از شستن لباس با صابون روی آن‌ها بر جای می‌ماند، نشانه‌ای از تشکیل چنین رسوب‌هایی است.

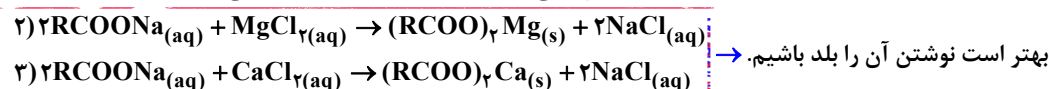
اگر طی آزمایش، سه ظرف حاوی مقدار برابر آب مقطر و پودر صابون داشته باشیم، اگر به ظرف (۱) چیزی اضافه نکنیم ولی به ظرف (۲) و (۳) به ترتیب مقدارهای برابر  $MgCl_2$  و  $CaCl_2$  اضافه کنیم، پس از هم زدن کافی، میزان کف تولید شده از پودر صابون در سه ظرف و ارتفاع کف حاصل به صورت زیر می‌شود.

**یادآوری:** هرگاه ماده رسوب باشد انحلال پذیری کم‌تر از ۰/۰۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب است.



ظرف (۲) (حاوی  $MgCl_2$ ) > ظرف (۳) (حاوی  $CaCl_2$ ) > ظرف (۱) (بدون نمک): ارتفاع و میزان کف تولیدشده

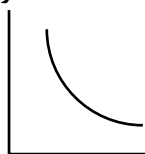
اگر فرمول صابون استفاده شده را به صورت  $RCOONa$  در نظر بگیریم، واکنش‌هایی که در دو ظرف (۲) و (۳) انجام می‌شود به صورت زیر است.



**مثال ۵۵.** تفاوت جرم مولی یک صابون جامد  $M$  با جرم مولی رسوب حاصل از آن در آب سخت دارای یون کلسیم برابر  $M-6$  گرم است.

تشکیل رسوب‌های  $(RCOO)_2Ca$  و  $(RCOO)_2Mg$  باعث می‌شود قسمت آنیونی صابون به صورت رسوب خارج شود و دیگر صابون نتواند کلوئید تشکیل دهد. هم‌چنین یون  $Mg^{2+}$  در مقایسه با  $Ca^{2+}$ ، تأثیر بیشتری در کاهش پاک‌کنندگی صابون دارد.

ارتفاع کف



$Ca^{2+}, Mg^{2+}$

**نکته:** آب دریا و آب چشمه هر دو دارای نمک‌ها و ناخالصی‌های مختلف هستند. از آنجایی که میزان نمک‌ها و ناخالصی‌ها عموماً در آب دریا بیش‌تر از چشمه‌ها است، میزان قدرت پاک‌کنندگی صابون در آب چشمه، بیش‌تر از آب دریا است.

**مثال ۵۶.** اضافه کردن نمک مانند  $NaCl$  به آب، قدرت پاک‌کنندگی صابون را به میزان قابل توجهی کاهش می‌دهد. (✓)

**مفهوم:** چرا صابون کف می‌کند؟

چون قسمت ناقطبی صابون  $R$  با تکان دادن دست وارد هوا شده و گازهای هوا را وارد دست می‌کند و باعث ایجاد کف در دست می‌شود. علت کف کردن صابون در آب، در واقع کاهش کشش سطحی آب و تشکیل آسان‌تر مخلوط گاز در آب (کف) است ولی دقت کنید صابون تا حد معینی می‌تواند کشش سطحی مقدار معینی از آب را کاهش دهد پس با افزایش مقدار صابون در آب، حجم کف ایجاد شده ابتدا افزایش یافته و با رسیدن غلظت صابون در آب به حد مشخصی، حجم کف ثابت باقی می‌ماند.

**مثال ۵۷.** ۱۰۰۰ mL محلول ۰/۲ مولار  $CaCl_2$  با مقدار کافی صابون جامد با زنجیر هیدروکربنی سیرشده واکنش داده و ۱۲۱/۲ گرم ماده جامد تولید می‌کند. در ساختار این صابون، چند اتم کربن وجود دارد؟ (زنجیر هیدروکربنی صابون را خطی و سیرشده در نظر بگیرید.) ( $O = 16, C = 12, H = 1, Ca = 40 : g.mol^{-1}$ )

۱۹ (۴)

۱۸ (۳)

۱۷ (۲)

۱۶ (۱)

**۵۸. مقدار کافی از یک صابون جامد (با زنجیر سیرشده) در واکنش با ۲۵۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۰۴ مولار منیزیم کلرید، مقدار ۴/۲۷۲ گرم رسوب تشکیل داده است. در یک واحد فرمولی از اسید چرب مربوط به صابون مورد نظر، در مجموع چند اتم وجود دارد؟ (بازده درصدی واکنش ۸۰ درصد است.)** ( $\text{Na} = 23, \text{Mg} = 24, \text{O} = 16, \text{C} = 12, \text{H} = 1: \text{g.mol}^{-1}$ )

(۱) ۴۶ (۲) ۴۸ (۳) ۵۰ (۴) ۵۲

**تست چالشی ۲.** غلظت یون کلسیم در محلولی از کلسیم کلرید با چگالی ۱ کیلوگرم بر لیتر، برابر با ۸۰۰ppm است. هر لیتر از این محلول، با چند گرم از پاک‌کننده صابونی جامد زیر به طور کامل واکنش می‌دهد؟ (جرم مولی کلسیم، سدیم، اکسیژن، کربن و هیدروژن، به ترتیب برابر با ۴۰، ۲۳، ۱۶، ۱۲ و ۱ گرم بر مول است.)



(۴) ۱۶

(۳) ۸

(۲) ۱۰

(۱) ۵

پاسخ:

$$\frac{800 \text{ Mgr}}{1 \text{ lit}} = 800 \text{ ppm}$$



$$10 = X_{\text{gr}} = \frac{800 \times 10^{-3}}{2 \times 250} = \frac{40 \times 10^{-3}}{2 \times 250}$$

**تست چالشی ۳.** یک قطعه صابون مکعبی شکل که هر ضلع آن برابر ۱cm است را در مقدار کافی منیزیم کلرید قرار می‌دهیم چنان‌چه درصد خلوص صابون اولیه ۸۰٪ باشد و بازده واکنش ۵۰٪ باشد در پایان چند گرم رسوب تشکیل می‌شود؟ (فرمول صابون موردنظر را  $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa}$  و چگالی آن را ۰/۳۰۶ در نظر بگیرید)

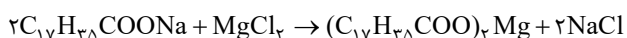
(۴) ۰/۱۷۷

(۳) ۰/۰۵۹

(۲) ۰/۲۳۶

(۱) ۰/۱۱۸

پاسخ:



$$\frac{0.306 \times 1 \times \frac{80}{100} \times \frac{50}{100}}{306 \times 2} = \frac{X_{\text{gr}}}{590 \times 1}$$

## پیوند با صنعت

### انواع صابون

#### صابون سنتی:

صابون طبیعی معروف به صابون مراغه: برای تهیه آن، پیه گوسفند و سود سوزآور (NaOH) را در دیگ‌های بزرگ با آب برای چندین ساعت می‌جوشانند و پس از قالب‌گیری آن‌ها را در آفتاب خشک می‌کنند این صابون افزودنی شیمیایی ندارد و به دلیل خاصیت بازی مناسب، برای موهای چرب استفاده می‌شود.

**مفهوم:** چون صابون ایجاد شده آغشته به سود است و مقداری سود در تولید این صابون همیشه باقی می‌ماند.

- از نوعی صابون سنتی برای چرب کردن سطح سنگ‌ها در تنور نان سنگ استفاده می‌شود.
- در جنوب ایران گیاهی به نام اشنان (اشلونگ) می‌روید که در گذشته نه چندان دور، مغز ریشه‌ی آن را خشک کرده و به عنوان شوینده استفاده می‌کردند.

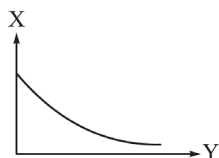


شکل ۴- سالانه حدود ۲۰۰ تن صابون در شهر مراغه تولید می‌شود و به‌دست مشتریان می‌رسد. البته توجه داشته باشید صابون‌های سنتی در شهرهای دیگری مانند آشتیان، رودبار و ... نیز تولید می‌شوند.

#### صابون‌های جدید (دارای افزودنی شیمیایی)

- **گوگرددار:** مناسب برای از بین بردن جوش صورت و قارچ‌های پوستی
- **کلردار:** افزایش خاصیت ضدعفونی‌کنندگی و میکروب‌کشی
- **فسفات‌دار:** موجب افزایش قدرت پاک‌کنندگی صابون می‌شوند، زیرا یون فسفات بار یون‌های کلسیم و منیزیم موجود در آب سخت واکنش می‌دهد و از تشکیل رسوب و ایجاد لکه توسط صابون جلوگیری می‌کند.

نمک‌های فسفات با  $\text{Ca}^{2+}$  و  $\text{Mg}^{2+}$  واکنش می‌دهد و یک ترکیب پیچیده (کمپلکس) ایجاد می‌کند و این کمپلکس محلول در آب می‌باشد و اصلاً رسوب نیست اگر رسوب باشد بر روی لباس لکه ایجاد می‌شود. ولی چون این کمپلکس باعث اثرات نامطلوب در محیط زیست می‌شود. هر چه شوینده‌ای مواد شیمیایی بیشتری داشته باشد، احتمال ایجاد عوارض جانبی آن بیشتر خواهد بود ← مصرف زیاد شوینده‌ها و تنفس بخار آن‌ها، عوارض پوستی و بیماری‌های تنفسی ایجاد می‌کند. یعنی استفاده از شوینده‌های ملایم و طبیعی مناسب‌تر است.



۵۹. پاسخ درست و نادرست در کدام گزینه آمده است؟

• در نمودار مقابل X درصد لکه باقی‌مانده در پارچه - Y غلظت نمک‌های فسفات در پاک‌کننده صابونی

برای از بین بردن قارچ‌های پوستی از صابون‌هایی استفاده می‌شود که حاوی عنصری با آرایش الکترون نقطه‌ای  $\ddot{\text{X}}:$  هستند.

• ماده‌ای که برای چرب کردن سطح سنگ‌ها در تنور نان سنگک کاربرد دارد از اجتماع یون‌هایی با بار مخالف تشکیل شده است.

• برای تولید صابون مراغه از ماده‌ای استفاده می‌شود که کاتیون آن رنگ شعله زرد ایجاد می‌کند.

(۲) درست - درست - درست - درست

(۱) نادرست - درست - درست - درست

(۴) درست - درست - نادرست - نادرست

(۳) نادرست - درست - نادرست - نادرست

### پاک‌کننده غیرصابونی

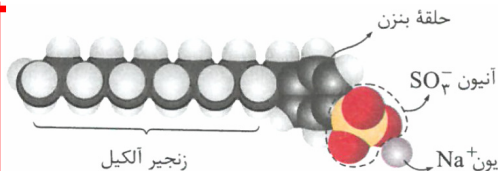
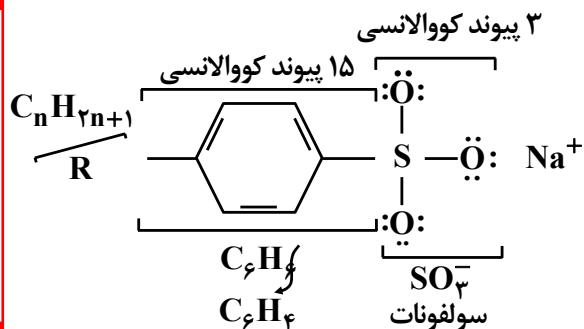
نقش پاک‌کنندگی صابون سبب شد تا کاربرد آن از پاکیزگی و تأمین بهداشت فردی و محیط خانه به مراکز صنعتی، بیمارستانی و اداری نیز گسترش یابد. این روند سبب رشد چشمگیر صابون‌سازی شد تا جایی که امروزه به یک صنعت بزرگ در جهان تبدیل شده است. صنعتی که نقش چشم‌گیری در کاهش بیماری‌های گوناگون داشته و سطح بهداشت را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

### در جست‌وجوی پاک‌کننده‌های جدید

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

نه بنزین

مفهوم: چرا پاک‌کننده غیرصابونی نباید در شاخه جانبی داشته باشد؟ اگر شاخه جانبی داشته باشد توسط باکتری‌ها در طبیعت تجزیه نمی‌شود و آلوده کننده محیط زیست می‌شود.



حفظ کردن نام و ساختار شوینده‌ها و پاک‌کننده‌ها جزو هدف‌های آموزشی این کتاب نیست. بنابراین طرح هرگونه پرسش از این موارد در آزمون‌های نهایی و کنکور ممنوع است.

**مثال ۶۰.** پاک کننده غیر صابونی که R آن دارای ۱۲ کربن است:

(۱) تعداد  $\text{CH}_2$

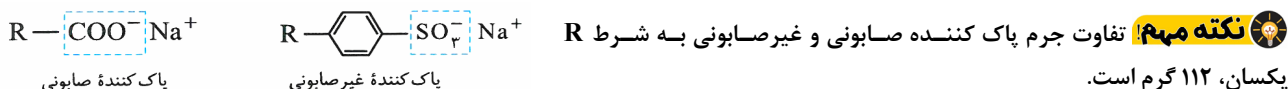
(۲) تعداد زوج های ناپیوندی



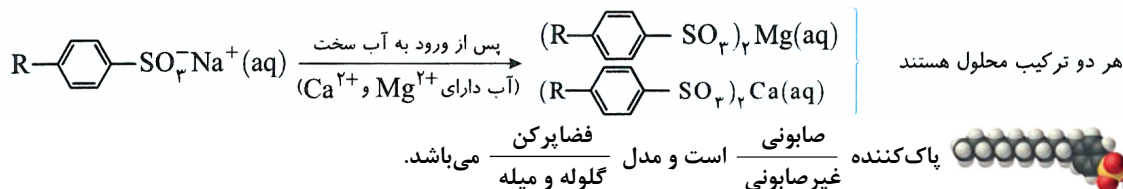
(۳) تعداد پیوند کووالانسی:

**مثال ۶۱.** پاک کننده غیر صابونی بنویسید که ۱۶ کربنه باشد. اگر زنجیر کربنی بدون شاخه باشد نسبت شمار گروه های  $\text{CH}_2$  به CH برابر ..... است.

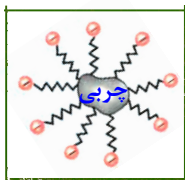
(۱) در پاک کننده های غیر صابونی **گروه سولفونات** ( $-\text{SO}_3^-$ ) جایگزین گروه کربوکسیلات ( $-\text{COO}^-$ ) در صابون شده است.



(۲) پاک کننده های غیر صابونی در آب سخت (آبی که دارای کاتیون های  $\text{Ca}^{2+}$  و  $\text{Mg}^{2+}$  است) برخلاف صابون، خاصیت پاک کنندگی خود را حفظ می کنند، زیرا گروه سولفونات ( $-\text{SO}_3^-$ ) با یون های  $\text{Ca}^{2+}$  و  $\text{Mg}^{2+}$  موجود در آب شور، ترکیب های محلول در آب تشکیل می دهد (رسوب تشکیل نمی دهد) و کف می کند. و لکه های سفید بر جای نمی گذارد.



### شباهت های پاک کننده های صابونی و غیر صابونی:



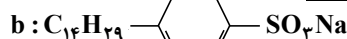
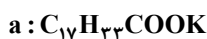
- عملکرد: هر دو براساس برهم کنش بین ذره ها (فیزیکی) لکه ها را پاک می کنند و با آلاینده ها واکنش نمی دهند.
- خاصیت کلوئید کنندگی** و باعث پخش شدن چربی ها در آب می شود.
- بار آنیون و کاتیون: در هر دو یکسان است و قسمت آنیونی هر دو، دارای یک بخش قطبی و یک بخش ناقطبی است.
- سطح بیرونی لکه چربی که به وسیله آن ها احاطه شده است، دارای بار منفی است.**

| پاک کننده های غیر صابونی                                                                          | پاک کننده های صابونی                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۱- فرمول کلی<br>$\text{R}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{SO}_3^- \text{Na}^+$                         | ۱- فرمول کلی<br>$\text{R}-\text{COO}^- \text{Na}^+$                                           |
| ۲- بخش ناقطبی (آب گریز و چربی دوست)<br>$\text{R}-\text{C}_6\text{H}_4-$                           | ۲- بخش ناقطبی (آب گریز و چربی دوست)<br>$\text{R}-$                                            |
| ۳- بخش قطبی (آب دوست) $-\text{SO}_3^-$ (گروه سولفونات) $\leftarrow$                               | ۳- بخش قطبی (آب دوست) $-\text{COO}^-$ (گروه کربوکسیلات) $\leftarrow$                          |
| ۴- در آب سخت ترکیب های محلول تشکیل می دهد و خاصیت پاک کنندگی آن حفظ می شود و رسوبی تشکیل نمی شود. | ۴- در آب سخت رسوب می دهد و خاصیت پاک کنندگی آن کاهش یافته و کف نمی کند.                       |
| ۵- از مواد پتروشیمیایی طی واکنش های پیچیده در صنعت تولید می شود. (یعنی نمک مواد پتروشیمی است)     | ۵- صابون ها از چربی (روغن های گوناگون گیاهی یا جانوری) ساخته می شوند. (یعنی نمک اسید چرب است) |
| ۶- حلقه بنزن دارند.                                                                               | ۶- حلقه بنزن ندارند.                                                                          |
| ۷- زوج ناپیوندی:<br>$\text{R}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{S}(=\text{O})_2^-$                       | ۷- زوج ناپیوندی:<br>$\text{R}-\text{C}(=\text{O})\text{O}^-$                                  |
| ۸- کربن وجود دارد که به آن H وصل نیست.                                                            | ۸- کربن وجود دارد که به آن H وصل نیست.                                                        |
| ۹- حداقل با $\text{H}_2$ سیر می شود.                                                              | ۹- سیر شده است.                                                                               |
| ۱۰- علاوه بر پیوند C-C پیوند C=C نیز دارد.                                                        | ۱۰- پیوند C-C یگانه می باشد.                                                                  |



۶۳

درست است؟



- مولکول b بر اثر واکنش با آلاینده‌های نامحلول در آب مانند چربی‌ها باعث پخش شدن آن‌ها در آب و زدودن آلودگی می‌شود.
- جزء a پاک‌کننده‌های صابونی بوده و در دمای اتاق به حالت مایع است.
- نسبت شمار پیوند دوگانه در ساختار ترکیب b به شمار این پیوندها در ساختار ترکیب a برابر ۱/۵ است.
- تفاوت شمار جفت الکترون ناپیوندی در آنیون‌های سازنده این دو ترکیب برابر ۲ است.

• برای تهیه این دو ترکیب در مقیاس صنعتی به مقدار بسیار زیادی چربی نیاز است.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)



۶۴

چند جمله از موارد زیر نادرست است؟

- در پاک‌کننده غیر صابونی بدون شاخه فرعی، تعداد اتم کربن که با هیچ اتم هیدروژنی پیوند اشتراکی ندارند ۳ مورد می‌باشد.
- یک مول از یک پاک‌کننده غیر صابونی که گروه R آن سیر شده است، در اثر واکنش با ۶ گرم گاز هیدروژن، به یک ترکیب سیر شده تبدیل می‌شود.
- در کلونی‌دی از یک پاک‌کننده غیر صابونی، روغن و آب سطح بیرونی قطره‌ها دارای بار منفی خواهد بود.
- در ساختار پاک‌کننده غیر صابونی بر خلاف پاک‌کننده صابونی حتماً پیوند دوگانه وجود دارد.
- جرم پاک‌کننده غیر صابونی نسبت به صابونی بیش تر است.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)



۶۵

ساختار بخش آنیونی نوعی پاک‌کننده به صورت زیر است:



نسبت شمار اتم‌های هیدروژن به کربن در ساختار این پاک‌کننده کدام است و ذرات این پاک‌کننده پس از ورود به مخلوط آب و روغن از چه سمتی به طرف ذرات آب جهت گیری پیدا می‌کنند؟

B-۱/۷۵ (۴)

A-۱/۷۵ (۳)

B-۱/۶۵ (۲)

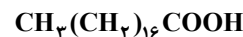
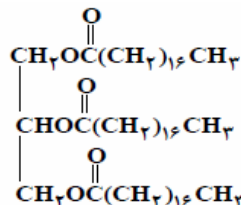
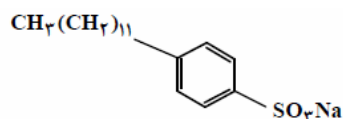
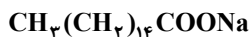
A-۱/۶۵ (۱)



۶۶

با توجه به ساختار چهار ترکیب داده شده، کدام موارد زیر درست است؟ (کنکور تجربی ۱۴۰۲)

( $H=1$  ,  $C=12$  ,  $O=16$  ,  $Na=23$  ,  $S=32$  :  $\text{g.mol}^{-1}$ )



ترکیب (۱)

ترکیب (۲)

ترکیب (۳)

ترکیب (۴)

- الف- قدرت پاک‌کنندگی ترکیب (۲) از قدرت پاک‌کنندگی ترکیب (۱)، بیشتر است.
- ب- تفاوت جرم مولی ترکیب (۱) و (۲)، برابر جرم مولی چهارمین عضو خانواده آلکین است.
- پ- نسبت شمار جفت الکترون پیوندی به شمار جفت الکترون ناپیوندی در آنیون ترکیب (۱)، برابر ۹/۸ است.
- ت- از واکنش جداگانه یک مول از ترکیب (۳) و یک مول از ترکیب (۴) با مقدار کافی سود سوزآور، ۲ مول صابون تشکیل می‌شود.

(۴) «ب» و «پ»

(۳) «ب» و «ت»

(۲) «الف» و «پ»

(۱) «الف» و «ت»

**۶۷. تست** اگر در ساختار پاک کننده غیرصابونی نسبت شمار اتم هیدروژن در **زنجیره هیدروکربنی** به شمار جفت ناپیوندی برابر ۳ باشد در این پاک کننده تعداد کربن برابر .....  
 (۱) ۱۳ (۲) ۱۸ (۳) ۱۲ (۴) ۱۹

**۶۸. تست** در نوعی پاک کننده غیرصابونی حاوی کاتیون سدیم، اگر گروه هیدروکربنی سیر شده بوده و درصد جرمی اکسیژن در آن برابر ۱۵٪ باشد، در هر مولکول از این پاک کننده، چند اتم کربن وجود دارد؟ ( $O = ۱۶, C = ۱۲, H = ۱, S = ۳۲, Na = ۲۳ : g.mol^{-1}$ )  
 (۱) ۱۵ (۲) ۱۶ (۳) ۱۲ (۴) ۱۰

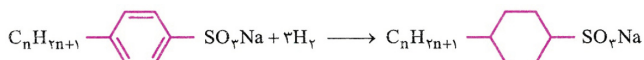
**۶۹. تست** با توجه به مطالب کتاب درسی، اگر اتم های هیدروژن حلقه بنزی در یک پاک کننده دارای ۱۸ اتم کربن و با زنجیر هیدروکربنی سیر شده، با گروه متیل جایگزین شود، جرم مولی آن، به تقریب چند درصد افزایش می یابد؟ (**کنکور ۱۴۰۳**)  
 (H = ۱, C = ۱۲, O = ۱۶, Na = ۲۳, S = ۳۲ : g.mol<sup>-1</sup>)  
 (۱) ۱۲ (۲) ۱۶ (۳) ۱۸ (۴) ۲۴

**تست چالشی ۴.** اختلاف تعداد اتم های کربن و هیدروژن در یک پاک کننده ی غیرصابونی که بخش R آن سیر شده است، برابر ۱۰ می باشد. اگر تعداد اتم های کربن این پاک کننده با تعداد اتم های کربن یک پاک کننده ی صابونی جامد با زنجیره ی هیدروکربنی سیر شده برابر باشد، جرم مولی پاک کننده ی صابونی برابر با چند گرم بر مول است؟ ( $H = ۱, C = ۱۲, O = ۱۶, Na = ۲۳ : g.mol^{-1}$ )  
 (۱) ۳۰۶ (۲) ۲۹۴ (۳) ۲۹۲ (۴) ۳۳۴

**پاسخ:** با توجه به اطلاعات داده شده، در یک پاک کننده ی غیرصابونی با فرمول عمومی  $(C_nH_{2n+1})C_6H_4SO_3^-Na^+$  خواهیم داشت:  
 $(2n + 5) - (n + 6) = 10 \Rightarrow n = 11$   
 بنابراین در این پاک کننده ی غیرصابونی، ۱۷ اتم کربن وجود دارد. به همین ترتیب فرمول شیمیایی پاک کننده ی صابونی جامد به صورت  $C_{16}H_{33}COO^-Na^+$  است:  
 جرم مولی این پاک کننده ی صابونی جامد برابر است با:  
 $17(C) + 33(H) + 2(O) + (Na) = 17(12) + 33(1) + 2(16) + (23) = 292 g.mol^{-1}$

**تست چالشی ۵.** یک پاک کننده ی غیرصابونی با زنجیر سیر شده و خطی (R) را در نظر بگیرید. اگر ۱۰ گرم از این پاک کننده در شرایطی که چگالی گاز هیدروژن، ۰/۹ گرم بر لیتر است با ۲ لیتر از آن واکنش دهد تا به طور کامل سیر شود، شمار اتم های هیدروژن این پاک کننده کدام است؟ (بازده درصدی واکنش برابر ۹۶٪ است.) ( $S = ۳۲, Na = ۲۳, O = ۱۶, C = ۱۲, H = ۱ : g.mol^{-1}$ )  
 (۱) ۲۵ (۲) ۲۷ (۳) ۲۹ (۴) ۳۱

**پاسخ:** هر مول پاک‌کننده‌ی غیرصابونی به دلیل حضور حلقه‌ی بنزنی یک ماده‌ی آروماتیک با ۳ مول پیوند  $C=C$  به شمار می‌رود. بنابراین هر مول از آن با ۳ مول هیدروژن به طور کامل سیر می‌شود.



بنابراین فرمول این پاک‌کننده به صورت  $C_{10}H_{21}C_6H_4SO_3Na$  یا  $C_{16}H_{25}SO_3Na$  بوده و دارای ۲۵ اتم هیدروژن است.

حالا می‌توان نوشت:

$$\frac{\text{جرم مولی} \times \frac{R}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{چگالی گاز} \times \text{لیتر گاز}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{10 \times \frac{96}{100}}{1 \times (14n + 180)} = \frac{2L \times 0.9 \frac{g}{L} H_2}{3 \times 2} \Rightarrow n = 10$$

بنابراین فرمول این پاک‌کننده به صورت  $C_{10}H_{21}C_6H_4SO_3Na$  یا  $C_{16}H_{25}SO_3Na$  بوده و دارای ۲۵ اتم هیدروژن است.



**تست چالشی ۶:** اگر نسبت شمار اتم‌های کربن به شمار اتم‌های اکسیژن در یک پاک‌کننده‌ی غیرصابونی با این نسبت در یک پاک‌کننده‌ی صابونی برابر باشد و این دو پاک‌کننده در مجموع ۵۰ اتم کربن داشته باشند، شمار اتم‌های هیدروژن پاک‌کننده‌ی صابونی کدام است؟ (بخش ناقطبی پاک‌کننده‌ی صابونی را زنجیر آلکیل در نظر بگیرید.)

۴۲ (۴)

۴۱ (۳)

۴۰ (۲)

۳۹ (۱)

**پاسخ:** فرض می‌کنیم شمار اتم‌های کربن در پاک‌کننده‌ی صابونی  $(RCOONa)$  برابر  $a$  و شمار اتم‌های کربن در پاک‌کننده‌ی غیرصابونی  $(RC_6H_4SO_3Na)$  برابر  $b$  باشد:

$$RCOONa \Rightarrow \frac{\text{شمار اتم‌های کربن}}{\text{شمار اتم‌های اکسیژن}} = \frac{a}{2} \Rightarrow \frac{a}{2} = \frac{b}{3} \Rightarrow 3a = 2b \Rightarrow a = \frac{2}{3}b$$

$$RC_6H_4SO_3Na \Rightarrow \frac{\text{شمار اتم‌های کربن}}{\text{شمار اتم‌های اکسیژن}} = \frac{b}{3}$$

$$a + b = 50$$

از طرفی طراح فرموده این دو پاک‌کننده در مجموع، ۵۰ اتم کربن داشته باشند یعنی:

$$a + b = 50 \xrightarrow{a = \frac{2}{3}b} \frac{2}{3}b + b = 50 \Rightarrow \frac{5}{3}b = 50 \Rightarrow b = 30 \Rightarrow a = \frac{2}{3}b = 20$$

با حل این دو معادله‌ی ساده،  $a$  و  $b$  به دست می‌آید:

فهمیدیم پاک‌کننده‌ی صابونی در مجموع ۲۰ اتم کربن دارد.

$$RCOONa \Rightarrow (R) \text{ شمار اتم‌های هیدروژن در } (C_nH_{2n+1})R = 2(19) + 1 = 39$$

$$RCOONa \Rightarrow (R) \text{ تعداد کربن در زنجیر آلکیلی } = 20 - 1 = 19$$

## نحوه عملکرد شوینده‌ها:

به طور کلی شوینده‌ها عمل پاک‌کنندگی را یا به صورت فیزیکی و یا به صورت شیمیایی انجام می‌دهند. یعنی یا براساس برهم‌کنش‌های فیزیکی و ایجاد جاذبه مناسب میان ذره‌های خود با ذره‌های آلاینده و ایجاد کلونید پایدار، موجب زدودن ذرات آلاینده می‌شوند (مانند شوینده‌های صابونی و غیر صابونی). و یا علاوه بر، برهم‌کنش‌های فیزیکی، اساساً از طریق واکنش شیمیایی با ذره‌های آلاینده، عمل می‌کنند (مانند شوینده‌های خورنده).



توجه کنید که همواره واکنش دادن با برهم‌کنش نیز به نوعی همراه است، اما وقتی واکنش رخ می‌دهد، اصل کاری! همان واکنش است و در ضمن وقتی تأکید می‌کنیم که برهم‌کنش رخ داده است یعنی دیگر واکنش رخ نداده است و برهم‌کنش تنها، یک اتفاق فیزیکی است.

## پاک‌کننده‌های خورنده

### مفهوم: منظور از برهم‌کنش

برقراری جاذبه بین ذره‌های سازنده مواد است در

حالی که واکنش با انجام تغییر شیمیایی در ساختار

ذره‌های سازنده مواد همراه است.

بر هم کنش ← یک فرآیند فیزیکی است ← مانند

حل شدن صابون در چربی و آب

واکنش ← یک فرآیند شیمیایی است ← مانند

تجزیه  $CaCO_3$  به  $CaO$  و  $CO_2$

\* البته دقت کنید پاک‌کننده خورنده، قبل از واکنش

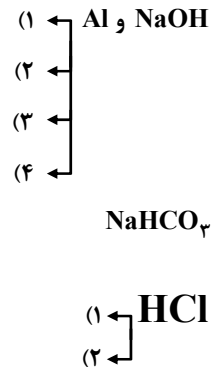
حتماً بر هم کنش را نیز انجام می‌دهند.

تاکنون با پاک‌کننده‌هایی آشنا شدیم که بر اساس برهم‌کنش میان ذره‌ها عمل می‌کنند. اما پاک‌کننده‌های دیگری هم وجود دارند که افزون بر این برهم‌کنش‌ها، با آلاینده‌ها واکنش می‌دهند. برای نمونه رسوب تشکیل شده بر روی دیواره کتری، لوله‌ها، آب راه‌ها و دیگ‌های بخار آن چنان به این سطح‌ها می‌چسبند که با صابون و پاک‌کننده‌های غیرصابونی زوده نمی‌شوند. برای زدودن این رسوب‌ها به پاک‌کننده‌هایی نیاز است که بتوانند با آنها واکنش شیمیایی بدهند و آنها را به فرآورده‌هایی تبدیل کنند که با آب شسته شوند. موادی مانند هیدروکلریک اسید (جوهر نمک)، سدیم هیدروکسید و سفیدکننده‌ها از جمله این پاک‌کننده‌ها هستند. این پاک‌کننده‌ها از نظر شیمیایی فعال هستند و خاصیت خوردگی نیز دارند. به همین دلیل نباید با پوست تماس داشته باشند.

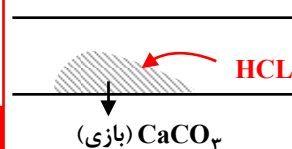
پاک کننده

(۱) صابونی و غیر صابونی  
مکانیسم:

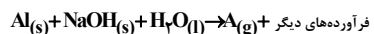
(۲) خورنده  
مکانیسم:



آب ..... چربی



۷۰٪ درست و نادرست را درباره واکنش زیر مشخص کنید.



(۱) به ازای مصرف ۵/۴ گرم Al، ۵/۴ لیتر گاز A در شرایط STP تولید می‌شود.

(۲) گاز A (اکسیژن) با ایجاد فشار مکانیکی، قدرت شویندگی را افزایش می‌دهد.

(۳) این واکنش گرماگیر است و طی یک واکنش با آب باعث افزایش خاصیت پاک‌کنندگی می‌شود.

(۴) از مخلوط آلومینیم و سدیم هیدروکسید، به عنوان نوعی پودر پاک‌کننده استفاده می‌شود، که با آب فقط واکنش می‌دهد.

(۵) از این فرآیند برای باز کردن لوله‌های مسدود شده با سنگ‌ها، در صنعت استفاده می‌شود.

(۱) برای از بین بردن چربی:

اگر لوله‌ای با چربی و اسید چرب مسدود شده باشد برای باز کردن این لوله چون رسوبات چربی دارای خاصیت اسیدی هستند از NaOH استفاده می‌شود تا رسوب‌ها به فرآورده‌های محلول در آب تبدیل شود. از طرفی چربی با NaOH صابون نیز تولید می‌کند که باعث می‌شود از طریق مکانیسم صابون به پاک‌کنندگی کمک کند برای بهتر رفتار کردن NaOH به آن Al نیز اضافه می‌کنند. NaOH و پودر Al در حالت خشک با یکدیگر واکنش نمی‌دهند اما به محض افزودن آب واکنش موردنظر به قدری شدید است که در عرض چند ثانیه آب را به جوش آورده و مقدار زیادی گاز هیدروژن آزاد می‌کند. که این نوع پاک‌کننده به شکل پودر عرضه می‌شود. این پاک‌کننده برای باز کردن مجاری مسدود شده در برخی وسایل استفاده می‌شود. دقت کنید همه رسوب‌های موجود در لوله‌ها را نمی‌توان به کمک سدیم هیدروکسید و پودر آلومینیم زدود.



فرآیند:  $2Al + 2NaOH + 6H_2O \rightarrow 3H_2 + \dots$  به رسوب‌های حاصل ضربه می‌زنند. گرمای آزاد شده می‌تواند چربی جمع شده را ذوب کند.

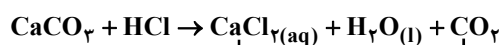
(a) واکنش موردنظر به قدری دما را بالا می‌برد که چربی‌ها ذوب شده و از درون لوله زدوده می‌شود.

(b) سدیم هیدروکسید موجود در مخلوط با بخشی از چربی واکنش داده و صابون تولید می‌کنند که در مقیاس میکروسکوپی است.

(c) تولید گاز هیدروژن باعث ضربات متعدد و پی در پی به آلاینده‌ها می‌شود و جدا شدن آن‌ها را از سطح لوله‌ها تسهیل می‌کند.

(۲) برای از بین بردن CaCO<sub>3</sub>:

گاهی CaCO<sub>3</sub> به دیواره لوله‌ها چسبیده و رسوب سنگی ایجاد می‌کند چون CaCO<sub>3</sub> خاصیت بازی دارد برای باز کردن این لوله‌ها از HCl استفاده می‌شود.



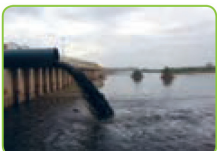
نمک در آب حل می‌شود

این گاز، فشار ایجاد می‌کنند باعث خروج سریع تر مواد از لوله می‌شود

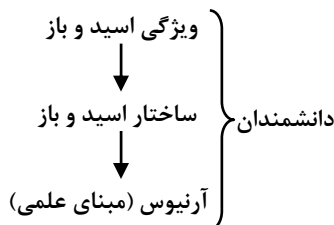
نکته: در این حالت برخلاف مورد شماره‌ی (۱) فرآورده حاصل نوعی پاک‌کننده صابونی نیست.



• پخته‌های دیواره معده با ورود مواد غذایی به آن **هیدروکلریک اسید** ترشح می‌کنند. این اسید افزون بر فعال کردن آنزیم‌ها برای تجزیه مواد غذایی، جانداران ذره بینی موجود در غذا را نیز از بین می‌برد.



آ) برای کاهش میزان اسیدی بودن ب) **غلب** داروها ترکیب‌هایی با خاصیت اسیدی یا بازی هستند. شوینده‌ها ضروری است. تنظیم میزان اسیدی بودن ت) زندگی بسیاری از آبزیان به **غلظ** میوه‌ها دارای اسیدند و pH (ج) ورود فاضلاب‌های صنعتی به خاک به آن **هک** می‌افزایند. محیط زیست سبب تغییر pH می‌شود. آنها کمتر از ۷ است. میزان pH آب وابسته است.



شواهد بسیاری در تاریخ علم وجود دارد که نشان می‌دهند **پیش از آنکه ساختار اسیدها و بازها شناخته شود، شیمی‌دان‌ها افزون بر ویژگی‌های اسیدها و بازها با برخی واکنش‌های آنها نیز آشنا بودند.** اما توجه رفتار اسیدها و بازها به یک مبنای علمی نیاز داشت. سوانت آرنیوس نخستین کسی بود که اسیدها و بازها را بر یک **مبنای علمی** توصیف کرد. او بر روی **رسانایی الکتریکی محلول‌های آبی** کار می‌کرد. یافته‌های تجربی او نشان داد که **محلول اسیدها و بازها رسانای برق هستند**، هر چند میزان رسانایی آنها با یکدیگر یکسان نیست.

**مفهوم: آرنیوس** اشاره کرد وقتی اسید و باز به یک محلول اضافه می‌کنیم رسانایی الکتریکی زیاد می‌شود از طرفی رسانایی الکتریکی به یون‌ها بستگی دارد پس عنوان کرد اسید و باز در آب یون‌هایی تولید می‌کنند.



سوانت آرنیوس ۱۸۵۹-۱۹۲۷  
شیمی‌دان سوئدی، برنده جایزه نوبل شیمی در سال ۱۹۰۳.

آرنیوس معتقد بود که اسیدها و بازها هنگام حل شدن در آب، به طور جزئی یا کامل شکسته می‌شوند و ذره‌هایی باردار به نام یون پدید می‌آورند. این ایده آرنیوس، در زمان خود یک ایده انقلابی بود. در آن زمان اغلب شیمیدان‌ها بر این باور بودند که مولکول‌ها نمی‌توانند به یون‌های مثبت و منفی شکسته شوند. به همین دلیل با دادن کرسی استادی به وی مخالفت کردند. اما شیمیدان‌های جوان در پژوهش‌های خود به نتایجی دست یافتند که با نظریه آرنیوس همخوانی داشت. این روند ادامه یافت تا اینکه در سال ۱۹۰۳ میلادی، جایزه نوبل شیمی به وی اهدا شد. او توانست مدلی برای اسید و باز ارائه کند که اساس آن افزایش غلظت یون  $H_3O^+$  و  $OH^-$  هیدروکسید است. در آب بود. رفتار اسیدها بر اساس غلظت یون‌های  $H^+$  توصیف کرد.

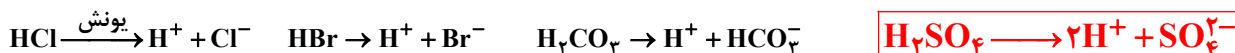
## اسید آرنیوس



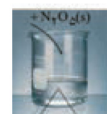
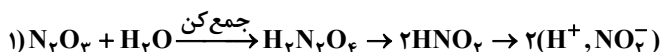
۱) ماده‌ای است که در اثر انحلال در آب باعث افزایش غلظت یون هیدرونیوم  $H^+$  شود.

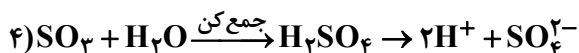
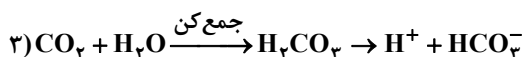
۲) تشخیص

(A) ترکیباتی که H اسیدی دارند یعنی هیدروژنی که در آب به صورت  $H^+$  درمی‌آید. (در محدود کتاب H سمت چپ و اسیدهای آلی  $COOH$ )



(B) ترکیباتی که در ظاهر  $H^+$  ندارند: با آب واکنش داده و یون  $H^+$  می‌سازند. (اغلب اکسید نافلزات)





۱) اسیدها کاغذ pH را قرمز می‌کند.

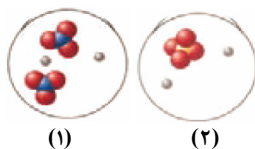
۲) اکسیدهای  $\text{NO} - \text{N}_2\text{O} - \text{CO}$  را با وجود اکسید نافلز به مقدار بسیار جزئی و به صورت فیزیکی یا مولکولی حل می‌شوند و خاصیت اسیدی ندارند.

۳) از نگاه آرنیوس گاز هیدروژن کلرید  $\text{HCl(g)}$  خاصیت اسیدی دارد زیرا به هنگام حل شدن در آب، یون‌های هیدروژن  $\text{H}^+$  و کلرید  $\text{Cl}^-$  پدید می‌آورد محلول آبی حاصل که دارای این یون‌هاست، هیدروکلریک اسید نامیده می‌شود.

**مفهوم:** پیوند  $\text{H} - \text{Cl}$  پیوند کووالانسی است و مولکول‌های آب باعث جدا شدن و شکستن پیوند  $\text{H} - \text{Cl}$  می‌شود و  $\text{Cl}$  جفت الکترون پیوندی را برای خود برمی‌دارد و  $\text{H}^+$  جدا شده به مولکول آب وصل می‌شود و هیدرونیوم ایجاد می‌شود پس آن چیزی که باعث یونش  $\text{H} - \text{Cl}$  می‌شود مولکول آب می‌باشد.

۴) از دید آرنیوس لزومی ندارد که اسید  $\text{H}$  در ظاهر داشته باشد باید در آب تولید  $\text{H}^+$  کند.

**مثال ۷۱.** بر اثر حل شدن یک مول  $\text{SO}_2$  در آب ..... مول یون در آب تولید می‌شود و شکل  $\frac{1}{4}$  مربوط به آن در آب است.



**مثال ۷۲.** بر اثر انحلال  $21/6 \text{ gr}$  از دی‌نیتروژن پنتاکسید در آب،  $1/204 \times 10^{23}$  یون هیدرونیوم تولید می‌شود. ( $\text{N}_2\text{O}_5 = 108$ )

**۷۳.** پاسخ علمی موارد زیر در کدام گزینه می‌باشد.

• بر اثر انحلال  $\text{SO}_2$  در آب، یون‌های هیدروژن و  $\text{SO}_3^{2-}$  پدید می‌آیند.

• نمای  $\text{N}_2\text{O}_5$  محلول آن در آب به صورت  $\text{HNO}_3$  است.

• بر انحلال  $\text{SO}_2(\text{g})$  و  $\text{N}_2\text{O}_5(\text{s})$  در آب، تعداد یون‌های مساوی حاصل می‌شود.

• نقطه ذوب  $\text{N}_2\text{O}_5$  از آب کم‌تر است.

• گاز هیدروژن کلرید  $\text{HCl(g)}$  اسید آرنیوس محسوب می‌شود.

(۲) نادرست - نادرست - نادرست - درست - درست

(۱) نادرست - نادرست - نادرست - نادرست - درست

(۴) درست - درست - نادرست - درست - نادرست

(۳) نادرست - درست - نادرست - نادرست - نادرست

## نقاط ضعف نظریه‌ی آرنیوس

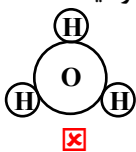
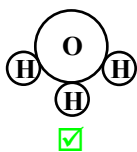
اکنون با اینکه می‌توان اسید و باز را براساس مدل آرنیوس تشخیص داد اما نمی‌توان درباره میزان اسیدی یا بازی بودن یک محلول اظهار نظر کرد. برای نمونه آیا می‌دانید در دمای اتاق از بین دو محلول یک مولار استیک اسید و هیدروکلریک اسید، کدام یک اسیدی‌تر است؟

۲- نظریه آرنیوس فقط در حالت محلول، آن هم تنها در حالتی که از آب به عنوان حلال استفاده می‌شود کارایی دارد. در واقع تعریف آرنیوس برای اسیدها و بازها موادی را شامل می‌شود که دو شرط اساسی زیر را داشته باشند:

الف) در آب حل شوند. ب) در اثر حل شدن در آب غلظت یون هیدرونیوم یا یون هیدروکسید افزایش یابد.

**مثال ۷۴.** غلظت مولی یون هیدرونیوم در محلول آبی  $\text{CO}_2$  از محلول آبی  $\text{HF}$  کمتر است.

✓ یون  $H^+_{(aq)}$  آبیوشی شده  $H_3O^+_{(aq)}$  ← دقت کنید همه ی اتم های آن به قاعده هشتایی نرسیده است.



۱- می دانیم اتم هیدروژن ( $^1H$ ) دارای یک پروتون و یک الکترون است و فاقد نوترون می باشد، حال اگر اتم  $H$  با از دست دادن یک الکترون به یون هیدروژن ( $H^+$ ) تبدیل شود، فقط یک پروتون برایش باقی خواهد ماند، به همین دلیل به یون  $H^+$  پروتون نیز می گوئیم.

۲- یون  $H^+_{(aq)}$  گونه ای بسیار کوچک با چگالی بار الکتریکی بسیار زیاد است که در محیط آبی به شدت توسط مولکول های آب احاطه شده و آب پوشی می شود به همین دلیل یون  $H^+$  در آب به صورت  $H_3O^+_{(aq)}$  یافت می شود. یون  $H_3O^+_{(aq)}$ ، به یون هیدرونیوم معروف است.

مفهوم: هیدرونیوم: هیدر: آب ونیوم: یون (+)

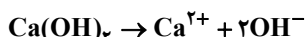
نتیجه: در محیط آبی  $H^+_{(aq)}$  بسیار ناپایدار است و به صورت آزاد وجود ندارد، این یون در محیط آبی به صورت آب پوشیده ( $H_3O^+$ ) یافت می شود. البته در منابع علمی برای آسانی در نوشتن به جای  $H_3O^+_{(aq)}$  از نماد  $H^+_{(aq)}$  برای نشان دادن یون هیدرونیوم استفاده می شود.

## ✓ باز آرنیوس

۱) ماده ای است که در اثر انحلال در آب باعث افزایش غلظت یون هیدروکسید  $OH^-$  می شود. یعنی رفتار بازها براساس غلظت یون هیدروکسید می باشد.

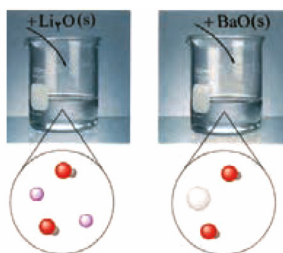
۲) تشخیص

← (A) ترکیباتی که یون  $OH^-$  بازی دارد و در آب به صورت  $OH^-$  در می آید. (هیدروکسید فلزات گروه ۱ و Ca به پایین زیرا در آب حل می شوند)



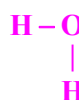
نکته! آرنیوس فقط هیدروکسید گروه ۱ و Ca به پایین یعنی  $Ba(OH)_2 - Sr(OH)_2 - Ca(OH)_2$  را عنوان می کرد زیرا آن ها در آب حل می شوند.

← (B) ترکیباتی که در ظاهر  $OH^-$  ندارند و با آب یون  $OH^-$  تولید می کنند. (اکسید فلزات گروه ۱ و Ca به پایین و آمونیاک و آمین)



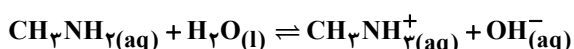
۱) بازها کاغذ pH را آبی می کنند.

مفهوم:  $NH_3$  به دلیل داشتن زوج ناپیوندی توانایی جذب  $H^+$ ، آب را دارد و  $OH^-$  آب باقی می ماند و در واقع  $OH^-$  تولید می شود.



۲) چرا آمونیاک باز است؟

۳) آمین ها را از آمونیاک و با جایگزین کردن یک، دو یا سه اتم هیدروژن آن با گروه آلکیل به دست می آورند. متیل آمین ساده ترین آمین است و دارای فرمول مولکولی  $CH_3NH_2$  می باشد. معادله یونش متیل آمین در آب به صورت زیر است:



۴) الکل ها و گلوکز باز آرنیوس محسوب نمی شود زیرا در آب مولکولی حل می شوند.

۵) طبق نظریه آرنیوس لزومی ندارد در ساختار باز حتماً  $OH^-$  داشته باشد.

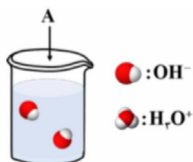
۷۵. در رابطه با ترکیب‌های  $\text{Li}_2\text{O}$ ،  $\text{SO}_3$ ،  $\text{N}_2\text{O}_5$  و  $\text{BaO}$  به سوالات زیر پاسخ دهید؟  
(۱) در معادله شیمیایی موازنه شده واکنش لیتیم اکسید با آب، مجموع ضرایب واکنش دهنده‌ها برابر مجموع ضرایب فرآورده‌هاست.

(۲) ۷۵٪ از این ترکیب‌ها، باز آرنیوس هستند.

(۳) با حل شدن ۳/۰۶ گرم  $\text{BaO}$  در آب، در مجموع  $3/612 \times 10^{21}$  ذره یون تولید می‌شود.

(۴) از انحلال مول‌های برابر  $\text{Li}_2\text{O}$  و  $\text{N}_2\text{O}_5$  در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب محلول با pH خنثی تشکیل می‌شود

۷۶. با توجه به شکل زیر که مربوط به انحلال ماده I در آب است، چند مورد از عبارتهای زیر درست است؟  
I می‌تواند  $\text{CaO}_{(s)}$  یا  $\text{Na}_2\text{O}_{(s)}$  باشد.



I می‌تواند  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  یا  $\text{KOH}$  باشد.

I می‌تواند  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  یا  $\text{Cl}_2\text{O}_7$  باشد.

I می‌تواند سدیم هیدروکسید جامد ( $\text{NaOH}_{(s)}$ ) باشد که باز آرنیوس به شمار می‌آید.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

### جمع‌بندی خفن!

| باز آرنیوس:                                                 | اسید آرنیوس:                                            |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| ۱ بازهای محلول (گروه ۱ و $\text{Ca}$ ) $\text{NaOH}$        | ۱ $\text{HCl}$ ، $\text{HF}$ (سمت چپ و $\text{RCOOH}$ ) |
| ۲ فلزهای فعال (گروه ۱ و $\text{Ca}$ ) $\text{Na}$           | ۲ اغلب اکسید نافلزها                                    |
| ۳ اکسید فلزات (گروه ۱ و $\text{Ca}$ ) $\text{Na}_2\text{O}$ |                                                         |
| ۴ آمونیاک و آمین‌ها                                         |                                                         |
| * بچه‌ها علت گروه ۱ و $\text{Ca}$ ↓ محلول بودن آن است.      |                                                         |

مثال ۷۷. در میان موارد زیر اسید و باز آرنیوس را مشخص کنید.

۱)  $\text{NH}_3$

۲)  $\text{Li}_2\text{O}$

۳)  $\text{CH}_3\text{O}$

۴)  $\text{NO}$

۵)  $\text{CO}_2$

۶)  $\text{K}$

۷)  $\text{HNO}_3$

۸)  $\text{CH}_3\text{OH}$

۹)  $\text{HCOOH}$

۱۰)  $\text{Na}$

۱۱)  $\text{H}_2\text{O}$

۱۲)  $\text{CO}$

۱۳)  $\text{Al}(\text{OH})_3$

۱۴)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$



(۱) آب ←

(۲) الکل ←

۷۸. همه داده‌های ردیف‌های جدول زیر، درست است؟

| ردیف | ترکیب                               | نوع ترکیب   | رنگ کاغذ pH در محلول آبی | شمار مول یون‌های ایجاد شده در آب به ازای انحلال یک مول ترکیب |
|------|-------------------------------------|-------------|--------------------------|--------------------------------------------------------------|
| ۱    | HCl(g)                              | اسید آرنیوس | سرخ                      | ۲                                                            |
| ۲    | C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH(l) | باز آرنیوس  | آبی                      | ۲                                                            |
| ۳    | BaO(s)                              | باز آرنیوس  | آبی                      | ۳                                                            |
| ۴    | N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (s)   | اسید آرنیوس | سرخ                      | ۲                                                            |
| ۵    | Li <sub>2</sub> O(s)                | باز آرنیوس  | سرخ                      | ۴                                                            |

۵ و ۴، ۲ (۴)

۴ و ۳، ۱ (۳)

۵ و ۲، ۱ (۲)

۳ و ۱ (۱)

## ✓ اسید قوی و ضعیف



HCl یک اسید قوی است که در آب به طور کامل یونش پیدا می‌کند در خلال این واکنش تقریباً همه مولکول‌های هیدروژن کلرید یونش پیدا می‌کند و به یون‌های  $\text{H}^+$  (هیدرونیوم  $\text{H}_3\text{O}^+$ ) و کلرید تبدیل می‌شود به همین دلیل در معادله یونش از نماد  $\longrightarrow$  استفاده می‌کنیم.

در حالی که اسیدهای ضعیف در آب به صورت جزئی یونیده می‌شود و شمار یون‌های آن کم است. HF یک اسید ضعیف است فقط تعداد کمی از مولکول‌های HF یونیده می‌شود و به صورت  $\text{H}^+$  و  $\text{F}^-$  درمی‌آیند و بقیه HF بصورت مولکولی باقی می‌ماند به همین دلیل واکنش را با نماد  $\rightleftharpoons$  نمایش می‌دهیم.

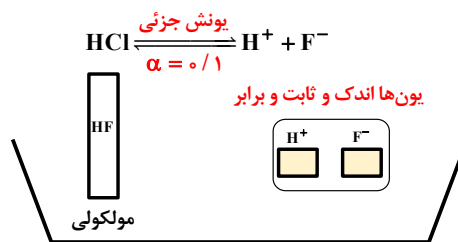
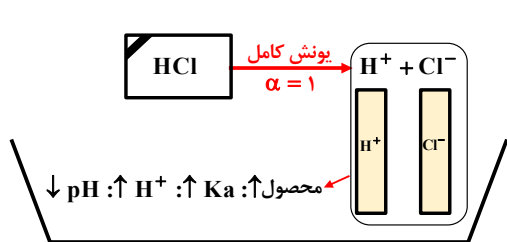
❓ مفهوم: چرا تقریباً در کتاب درسی عنوان شده است؟

چون اسیدهای قوی نیز در واقع تعادلی است ولی چون اسید اولیه باقی مانده اندک است از آن صرف‌نظر می‌کنیم.

❓ مفهوم: چرا HCl اسید قوی و HF اسید ضعیف است؟

هرچقدر پیوند بین دو اتم قوی‌تر باشد مولکول‌های آب نمی‌توانند پیوند  $\text{H}-\text{X}$  را جدا کند و در نتیجه  $\text{H}^+$  دیرتر و سخت‌تر در آب ایجاد می‌شود.

♦ پس اسیدهای قوی اسیدهایی هستند که بر اثر حل شدن در آب تقریباً به طور ..... یونش می‌یابند در حالی که اسیدهای ضعیف در آب به طور ..... یونش می‌یابد و همواره اندک یون‌های آن با مولکول‌های یونیده نشده در تعادل می‌باشد.



(۱) به طور کامل یونش یافته است.  $[\text{H}^+] = [\text{Cl}^-]$

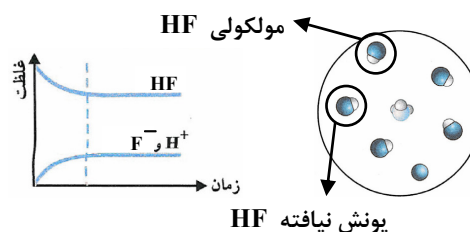
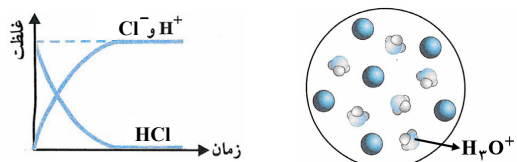
(۲) در محلول آبی آن پس از یونش تقریباً مولکول یونش نیافته نداریم و شامل یون‌های آب پوشیده است.

(۳) محصولات پایدارتر می‌باشد (تعادل راست)

(۱) به طور جزئی یونش یافته است.  $[\text{HF}] \gg [\text{H}^+] = [\text{Cl}^-]$

(۲) در محلول آبی آن پس از یونش مولکول یونش نیافته (زیاد) و یون‌های تولیدی (کم) همزمان وجود دارند.

(۳) مواد اولیه پایدارتر می‌باشد (تعادل چپ)



**نکته مهم:**

- (۱) مبنای طبقه‌بندی اسید قوی و ضعیف میزان حل شدن نیست زیرا هر دو در آب حل می‌شوند بلکه میزان یونش آن‌ها متفاوت است.
  - (۲) به اسیدی که هر مولکول آن در آب تنها می‌تواند یک یون هیدرونیوم تولید کند اسید تک پروتون دار گویند. نه اسیدی که تنها یک اتم هیدروژن دارد.
  - (۳) به فرآیندی که در آن یک ترکیب مولکولی در آب به یون‌های مثبت و منفی تبدیل می‌شود یونش می‌گویند. **(کنکور ریاضی ۱۴۰۲)**
- $$\text{H-Cl} \xrightarrow{\text{یونش}} \text{H}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$$
- مولکولی
- $$\text{Na}^+ \text{OH}^- \xrightarrow{\text{یونش}} \text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{OH}^-$$
- یونی
- ♦ با غلظت‌های برابر و دمای ثابت هر چقدر اسید قوی‌تر باشد یونش ..... و غلظت یون هیدرونیوم ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) ..... و pH ..... و رسانایی الکتریکی آن ..... و درجه یونش آن ..... است.



**مثال ۷۹.** در محلول ۰/۲ مولار نیتریک اسید غلظت یون هیدرونیوم ۰/۲ مولار است.

**مثال ۸۰.** در محلول ۰/۳ مولار HCN غلظت یون  $\text{CN}^-$  برابر ۰/۳ مولار است.

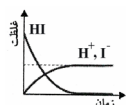
**مثال ۸۱.** در محلول ۰/۰۵ مولار هیدرویدیک اسید  $[\text{HI}] = [\text{H}^+] = [\text{I}^-]$  است.

**مثال ۸۲.** در محلول ۰/۳، مولار نیترواسید، غلظت گونه‌ها به صورت  $[\text{HNO}_2] > [\text{H}^+] = [\text{NO}_2^-]$  می‌باشد.

**مثال ۸۳.** HCl، برخلاف HF در آب بطور کامل حل می‌شود.

**مثال ۸۴.** فراوانی آنیون  $\text{HNO}_2$  از HCN بیشتر است.

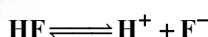
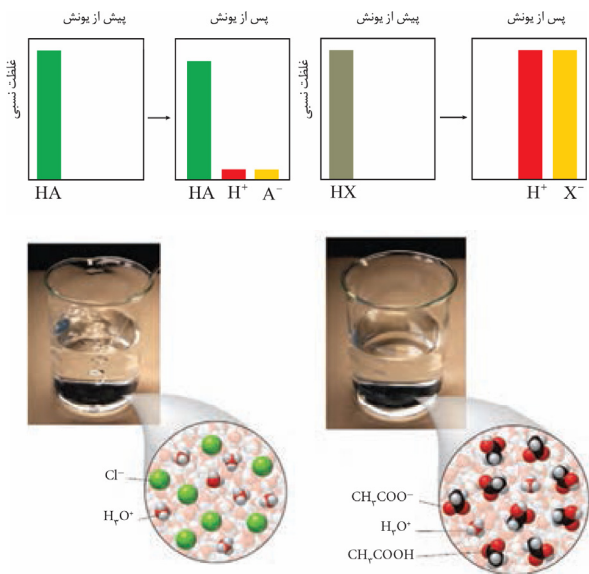
**مثال ۸۵.** نمودار HI در آب به شکل روبرو است.



**متمن مهم و عجیب و غریب کتاب درسی:**

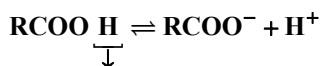
اسیدهای موجود در ریواس سیب مرکبات و انواع سرکه‌ها

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



اندک  
برابر  
\*  
یون‌های اسید ضعیف

کربوکسیلیک اسیدها، اسیدهای ضعیف هستند که تنها هیدروژن گروه کربوکسیل آن‌ها می‌توانند به صورت یون وارد آب می‌شوند.

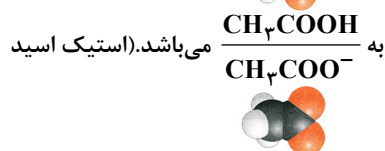


فقط این یک  $\text{H}^+$  را وارد آب می‌کنند.

کربوکسیلیک اسیدها  
مهم  
فرمیک:  $\text{HCOOH}$

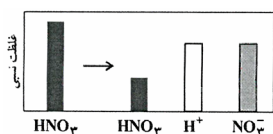
مثال ۸۶. در استیک اسید بیشترین غلظت مربوط

به عنوان چاشنی غذا  $\text{CH}_3\text{COOH}$ : استیک اسید = جوهر مورچه ←

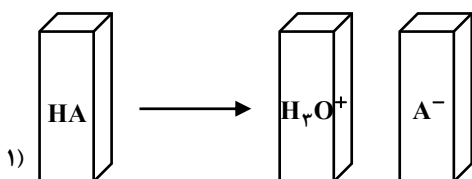


مثال ۸۷. (اسید موجود در سرکه سیب - بنزوئیک اسید - هیدروکلریک اسید - فورمیک اسید) در ۷۵٪ موارد حضور همزمان مولکول‌های یونیده نشده و یون‌های آب پوشیده دیده می‌شود.

مثال ۸۸. در شرایط معین، غلظت همه گونه‌های موجود در اسیدهای ضعیف، ثابت و یکسان است. (✓ ✗)

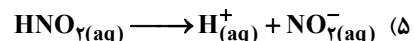
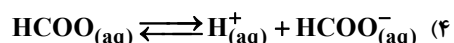
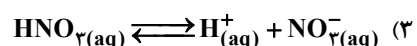
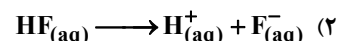
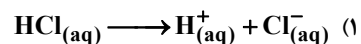
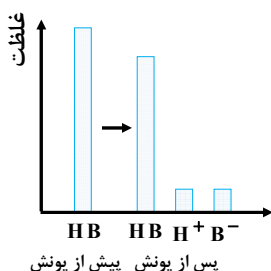


مثال ۸۹. نمودار مقابل مربوط به غلظت گونه‌های  $\text{HNO}_3$  در آب است؟



مثال ۹۰. نمای ذره‌ای محلول  $\text{HA}$  در حالت (۱) را می‌توان نشان داد.

مثال ۹۱. با توجه به شکل، که یونش اسید  $\text{HB}$  در آب را نشان می‌دهد، کدام معادله(های) یونش زیر، می‌تواند مربوط به اسید  $\text{HB}$  باشد؟



۹۲. چند جمله از نظر درستی و نادرستی مشابه عبارت «در محلول HCl، تعداد زیادی HCl یونیده نشده وجود دارد.» می باشد.

• در محلول یک مولار ریواس  $[H_3O^+] < 1 \text{ mol.L}^{-1}$

• اسیدهای ضعیف برخلاف اسیدهای قوی به طور کامل در آب حل نمی شود.

• معادله یونش اسید ضعیف HB بصورت  $HB(aq) \rightarrow H^+(aq) + B^-(aq)$  است.

• در تعادل مربوط به یونیده شدن HF در آب غلظت سمت چپ بیش تر است.

• در محلول ۰/۰۱ مولار هیدروبرمیک اسید  $[HBr] = [H^+] = [Br^-] = 0.01$

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)



در اسیدهای ضعیف پس از برقراری تعادل مولکول HF یونیده نمی شود جمله ای غلط است، مولکول های یونش می یابند زیرا تعادل توقف ندارد فقط سرعت واکنش رفت و برگشت برابر است.

۹۳. چند مورد نادرست است؟ (کنکور ۱۴۰۲)

• در سامانه ی تعادلی محلول HF، غلظت  $H^+$  ثابت و برابر غلظت HF است.

• در تفکیک یونی گاز HCl در آب، غلظت یون هیدرونیوم با غلظت یون کلرید برابر است.

• در دمای یکسان و غلظت مولار برابر، خاصیت اسیدی محلول فرمیک از خاصیت اسیدی محلول استیک کم تر است.

• بعد از برقراری تعادل  $HNO_3 \rightleftharpoons H^+ + NO_3^-$  و ثابت ماندن غلظت ها، فرآیند یونش  $HNO_3$  متوقف می شود.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۹۴. کدام مورد درست است؟ (کنکور ۱۴۰۳)

(۱) هرچه شمار اتم های هیدروژن در ساختار کربوکسیلیک اسید بیشتر باشد، خاصیت اسیدی بیشتر است.

(۲) هرچه  $[H^+]$  در محلولی بیشتر باشد، آن محلول بازی تر و هرچه  $[H^+]$  در محلولی کمتر باشد، آن محلول اسیدی تر است.

(۳) مدل آرنیوس، پیش بینی می کند با حل شدن  $SO_3$  و  $Na_2O$  در آب (به طور جداگانه)، غلظت یون هیدرونیوم در کدام محلول بیشتر است.

(۴) در دمای ثابت، اگر  $\alpha$  برای اسید HA، نصف  $\alpha$  برای اسید HD باشد، رسانایی الکتریکی محلول ۰/۲ مولار HD با رسانایی الکتریکی محلول ۰/۱ مولار HA، برابر است.

۹۵. کدام مورد درست است؟ (کنکور ۱۴۰۳)

(۱) معادله یونش اسیدهای نیتروژن دار در آب، یک طرفه است.

(۲) محلول یک اسید ضعیف، نمی تواند شامل یون های آب پوشیده باشد.

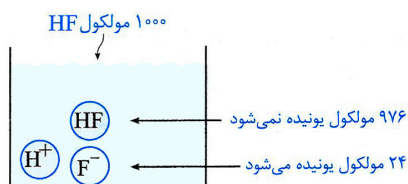
(۳) مخرج کسر عبارت های ثابت یونش و درجه یونش اسیدها، مشابه اند.

(۴) در شرایط تعادلی یونش اسید HF در آب، غلظت مولکول های HF، ثابت است.

### ✓ تعریف درصد یونش یا درصد تفکیک یونی ( $\alpha$ ) (عامل فرعی برای قدرت اسیدی)

اگر درجه یونش ( $\alpha$ ) در عدد ۱۰۰ ضرب شود، درصد یونش به دست می‌آید.

$$\alpha \times 100 = (\text{درصد یونش})$$



برخی مواد به خوبی در آب حل می‌شوند ولی ۱۰۰٪ یونیده نمی‌شوند. برای مثال، در محلول  $1/0 \text{ mol.L}^{-1}$  هیدروفلوئوریک اسید (HF) از هر ۱۰۰۰ مولکول آب، فقط ۲۴ مولکول آن یونیده می‌شود و ۹۷۶ مولکول به صورت یونیده نشده و مولکولی در آب باقی می‌ماند. این نسبت برای محلول در دما و غلظت معین همواره ثابت است برای محلول فوق، درجه یونش و درصد یونش به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\alpha = \frac{24}{1000} = 0.024 \quad (\text{درجه یونش})$$

$$\alpha \times 100 = 0.024 \times 100 = 2.4 \rightarrow \begin{cases} 2.4\% \text{ انحلال یونی} \\ 97.6\% \text{ انحلال مولکولی} \end{cases}$$

درجه یونش یک محلول در دما و غلظت معین همواره ثابت است. در اسیدهای ضعیف، درجه یونش با دما رابطه مستقیم و با غلظت محلول رابطه عکس دارد به طوری که با افزایش دما درجه یونش نیز افزایش خواهد یافت، در حالی که با افزایش غلظت درجه یونش کاهش می‌یابد. اسیدهای قوی مانند HCl و HBr، الکترولیت‌های قوی بوده و درجه یونش آن‌ها، برابر یک می‌باشد. ( $\alpha = 1$ )

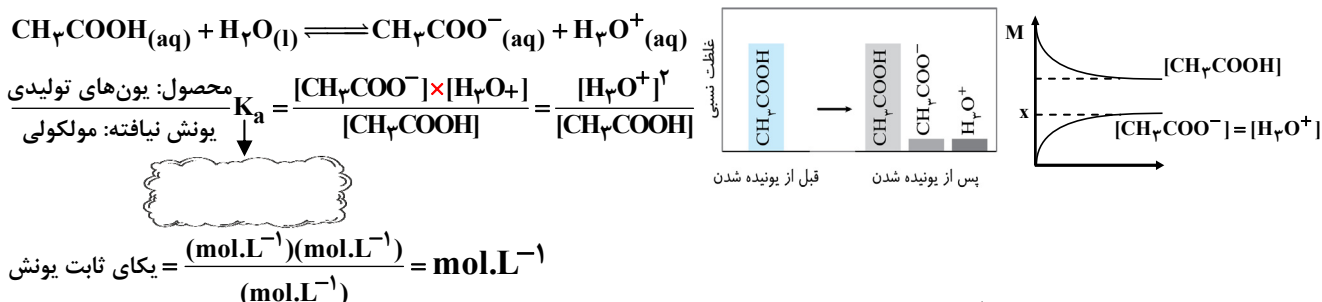
**نکته:** درجه یونش اسیدها  $\alpha$  ملاک قطعی برای قدرت اسیدها نمی‌باشد زیرا علاوه بر دما به غلظت حجم بستگی دارد هر چه غلظت یک اسید کمتر باشد مولکول‌های آب برای یونش اسید بیشتر باشد باعث یونش بیشتر می‌شود و  $\alpha$  آن زیاد می‌شود.

### ✓ تعریف ثابت یونش اسیدی: معیار اصلی برای قدرت اسیدی

آموختیم که برای هر واکنش تعادلی، یک ثابت تعادل وجود دارد که ویژه همان واکنش بوده و فقط تابع دما است. ثابت تعادل برای اسیدها به ثابت یونش اسیدها معروف است. کمیتی که با  $K_a$  نشان داده می‌شود. در واقع ثابت یونش یک اسید، نسبت حاصل ضرب غلظت تعادلی یون‌های موجود در محلول را به غلظت تعادلی آن اسید را نشان می‌دهد.

**نکته:** ثابت یونش اسیدی برای اسیدهای مختلف متفاوت است، و بیانی از میزان پیشرفت فرایند یونش تا رسیدن به تعادل است، به طوری که هر چه ثابت یونش اسیدی در دمای معین بزرگتر باشد، آن اسید بیشتر یونیده شده و غلظت یون‌های موجود در محلول آن بیشتر است. در واقع در دمای معین هر چه ثابت یونش اسیدی بزرگتر باشد، آن اسید قوی‌تر است.

۱- اسیدهای ضعیف در آب به صورت جزئی یونیده می‌شوند و تعداد اندکی از مولکول‌های آن‌ها در آب به یون تبدیل می‌شوند. معادله یونش این اسیدها در آب به صورت برگشت پذیر و تعادلی است:

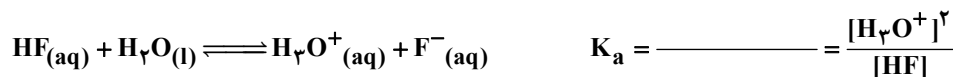


$$\text{یکای ثابت یونش} = \frac{(\text{mol.L}^{-1})(\text{mol.L}^{-1})}{(\text{mol.L}^{-1})} = \text{mol.L}^{-1}$$

جامد مایع

در رابطه  $K_a$  مواد S و L قرار داده نمی‌شود زیرا غلظت آن‌ها ثابت است و در پیشرفت واکنش نقش ندارد.

**مثال ۹۶.** به معادله یونیده شده هیدروفلوئوریک اسید (HF) و ثابت یونش آن توجه نمائید:



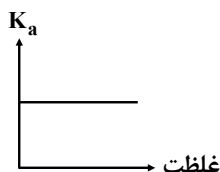
۲- اسیدهای قوی در آب به طور کامل یونش یافته است پس می توان نوشت:



**نکته:** در رابطه با اسیدهای قوی باید بدانیم که  $K_a$  آن ..... و ..... است و نمی توان عدد تعریف کرد.

**مثال ۹۷.** اگر  $K_{a1} = 2 \times 10^{-4}$  و  $K_{a2} = 2 \times 10^{-6}$  در آن صورت ..... اسید قوی تر است.

۳- ثابت یونش اسیدی ( $K_a$ ) مانند هر ثابت تعادل دیگری فقط **وابسته به دما** است و تنها با تغییر دما مقدار آن تغییر می کند، البته دقت کنید  $K_a$  به نوع اسید ربط دارد ولی فقط با دما تغییر می کند.



**توجه:**  $\alpha$  ملاک قطعی مقایسه اسیدها نیست! بلکه  $K_a$  ملاک است اما می توان گفت در اسیدهایی با مولاریته یکسان (در دمای یکسان) می تواند ملاکی برای مقایسه قطعی قدرت اسید در نظر گرفته شود زیرا در اسیدهای ضعیف با افزایش مولاریته  $\alpha$  کاهش می یابد تا  $K_a$  ثابت باشد.

### یادآوری: ترتیب قدرت اسیدی:

به طور کلی مقایسه قدرت اسیدی اسیدهای مطرح شده در جدول بالا به صورت زیر است:

| نام اسید         | فرمول شیمیایی            | ثابت یونش             | معادله یونش در آب                                                                                                          |
|------------------|--------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| هیدریدیک اسید    | HI                       | * بسیار بزرگ          | $\text{HI}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{H}_{(\text{aq})}^+ + \text{I}_{(\text{aq})}^-$                                  |
| هیدروبرمیک اسید  | HBr                      | * بسیار بزرگ          | $\text{HBr}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{H}_{(\text{aq})}^+ + \text{Br}_{(\text{aq})}^-$                                |
| هیدروکلریک اسید  | HCl                      | * بسیار بزرگ          | $\text{HCl}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{H}_{(\text{aq})}^+ + \text{Cl}_{(\text{aq})}^-$                                |
| سولفوریک اسید    | $\text{H}_2\text{SO}_4$  | * بسیار بزرگ          | $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})} \rightarrow \text{H}_{(\text{aq})}^+ + \text{HSO}_{4(\text{aq})}^-$                    |
| نیتریک اسید      | $\text{HNO}_3$           | بزرگ                  | $\text{HNO}_{3(\text{aq})} \rightarrow \text{H}_{(\text{aq})}^+ + \text{NO}_{3(\text{aq})}^-$                              |
| نیترو اسید       | $\text{HNO}_2$           | $4/5 \times 10^{-4}$  | $\text{HNO}_{2(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{H}_{(\text{aq})}^+ + \text{NO}_{2(\text{aq})}^-$                       |
| فورمیک اسید      | HCOOH                    | $1/8 \times 10^{-4}$  | $\text{HCOOH}_{(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{H}_{(\text{aq})}^+ + \text{HCOO}_{(\text{aq})}^-$                     |
| استیک اسید       | $\text{CH}_3\text{COOH}$ | $1/8 \times 10^{-5}$  | $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{H}_{(\text{aq})}^+ + \text{CH}_3\text{COO}_{(\text{aq})}^-$ |
| هیدروسیانیک اسید | HCN                      | $4/9 \times 10^{-10}$ | $\text{HCN}_{(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{H}_{(\text{aq})}^+ + \text{CN}_{(\text{aq})}^-$                         |

(۱) اسیدهای قوی به طور کامل در آب یونیده می شوند برای همین  $K_a$  بسیار بزرگ و بزرگ دارند و معادله یونش آن ها یک طرفه می باشد.

(۲) اسیدهای ضعیف به طور جزئی یونش می یابند و  $K_a$  آن بسیار کوچک می باشد و معادله یونش آن  $\rightleftharpoons$  می باشد.

(۳)  $K_a$  ..... نداریم

..... اسید قوی:  $K_a$

..... اسید ضعیف:  $K_a$

(۴) هر چقدر اسید قوی تر باشد:  $K_a \uparrow$ : واکنش یک طرفه تر - مولکول های یونش نیافته کمتر

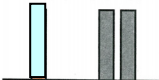
۹۸. چند جمله از موارد زیر زیر نادرست است؟

• ثابت یونش  $\text{HNO}_2$  برابر  $4.5 \times 10^{-2}$  می باشد.

• در دمای ثابت برای معادله یونش HF: رابطه  $[\text{H}_3\text{O}^+]^2 = K[\text{HF}]$  برقرار است.

• ثابت یونش اسیدی HF به صورت  $K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] + [\text{F}^-]}{[\text{HF}]}$  برقرار می شود.

پیش از یونش      پس از یونش



•  $K_a$  نمودار می تواند برابر  $6.4 \times 10^{-4}$  باشد.

• با افزایش غلظت محلول اسیدی HA در دمای ثابت، pH محلول کاهش و ثابت یونش اسید افزایش می یابد

۴ (۴)

۳ (۳)

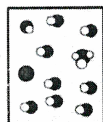
۲ (۲)

۱ (۱)

درست و نادرست بودن سوالات زیر را پاسخ بدهید:

مثال ۹۹. در دمای معین، مقدار ثابت یونش اسیدی برابر  $3.8 \times 10^{-4}$  است.

مثال ۱۰۰. نمای ذره ای محلولی از یک اسید با  $K_a = 2.8 \times 10^{-4}$  می تواند به صورت



باشد.

مثال ۱۰۱. در دما یکسان و با غلظت اولیه تعداد مولکول ها در محلول HCN بیشتر از تعداد مولکول ها در HF است.

مثال ۱۰۲. در دما یکسان و با غلظت اولیه غلظت یون ها در محلول HF بیشتر از غلظت یون ها در محلول نیترواسید است.

۱۰۳. شکل های زیر، سه محلول استیک اسید، هیدروبرمیک اسید و

هیدروسیانیک اسید را در دما و غلظت یکسان، نشان می دهد. با توجه به

آن، کدام عبارات های پیشنهاد شده درست است؟

(آ) محلول نشان داده شده در شکل B با غلظت ۵ درصد جرمی به عنوان

چاشنی در غذاها مصرف می شود.

(ب) مقایسه ی ثابت یونش اسیدهای نشان داده شده به صورت  $C > A > B$  است. **نکته!** ..... ضعیف ترین اسید شیمی می باشد.

(پ) مقایسه رسانایی الکتریکی محلول های نشان داده شده به صورت  $C > B > A$  است.

(ت) هر سه اسید جزو اسیدهای تک پروتون دار هستند و معادله کلی یونش آن ها به صورت:  $\text{HX}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{H}^+_{(\text{aq})} + \text{X}^-_{(\text{aq})}$  نشان داده می شود.

پ و ت (۴)

ب و ت (۳)

آ و پ (۲)

آ و ب (۱)

۱۰۴. در دما و غلظت آغازی یکسان، مقایسه قدرت اسیدی درست است؟ (کنکور ۱۴۰۳)

$\text{H}_2\text{CO}_3 > \text{HCl}$  (۲)

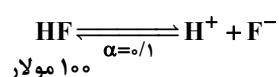
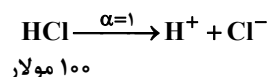
$\text{HNO}_2 > \text{HBr}$  (۴)

$\text{HCN} > \text{HCOOH}$  (۱)

$\text{HF} > \text{CH}_3\text{COOH}$  (۳)

### ✓ شرایط یکسان یا شرایط غیر یکسان!!

با توجه به مثال زیر:



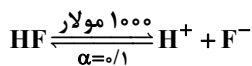
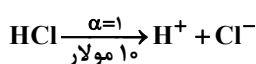
قدرت اسیدی  $\frac{\text{HCl}}{\text{HF}}$  بیشتر، خاصیت اسیدی  $\frac{\text{HCl}}{\text{HF}}$  بیشتر، غلظت  $\frac{\text{HCl}}{\text{HF}}$   $\text{H}^+$  بیشتر، بیشتر  $\frac{\text{HCl}}{\text{HF}}$  pH، کمتر، شمار مولکول‌ها  $\frac{\text{HCl}}{\text{HF}}$  کمتر  
 رسانایی  $\frac{\text{HCl}}{\text{HF}}$  بیشتر است و سرعت واکنش  $\frac{\text{HCl}}{\text{HF}}$  بیشتر است.

خاصیت اسیدی  
 $\uparrow \text{H}^+$ ،  $\downarrow \text{pH}$ ، رسانایی  $\uparrow$   
 سرعت واکنش: وابسته به غلظت

قدرت اسیدی  
 $\alpha$  و  $K_a$   
 ذاتی

در شرایط یکسان:

با توجه به مثال زیر:



قدرت اسیدی  $\frac{\text{HCl}}{\text{HF}}$  بیشتر، خاصیت اسیدی  $\frac{\text{HCl}}{\text{HF}}$  بیشتر، غلظت  $\frac{\text{HCl}}{\text{HF}}$   $\text{H}^+$  بیشتر، بیشتر  $\frac{\text{HCl}}{\text{HF}}$  pH، کمتر، رسانایی  $\frac{\text{HCl}}{\text{HF}}$  بیشتر است و سرعت واکنش  $\frac{\text{HCl}}{\text{HF}}$  بیشتر است.

خاصیت اسیدی  
 $\uparrow \text{H}^+$ ،  $\downarrow \text{pH}$ ، رسانایی  $\uparrow$   
 سرعت واکنش: وابسته به غلظت

قدرت اسیدی  
 $\alpha$  و  $K_a$   
 ذاتی

در شرایط یکسان نباشد:

**نکته مهم:** اگر  $K_a$  اسید HA بزرگتر از  $K_a$  اسید HB باشد نمی‌توان گفت خاصیت اسیدی HA از HB بیشتر است چون

خاصیت اسیدی تابع غلظت  $\text{H}^+$  است نه  $K_a$

**مثال ۱۰۵.** (خاصیت / قدرت) اسیدی ربطی به غلظت اسید مربوطه ندارد.

**مثال ۱۰۶.** غلظت  $\text{H}_3\text{O}^+$  در محلول  $\text{HNO}_2$  می‌تواند بیش‌تر از غلظت  $\text{H}_3\text{O}^+$  در محلول  $\text{HNO}_3$  باشد.

**مثال ۱۰۷.** pH محلولی از HCl همواره کوچکتر از pH محلولی از HF است.

**۱۰۸.** کدام یک قدرت اسیدی بیش‌تری دارد؟

(۲) محلول  $\text{HNO}_2$  که در آن غلظت  $[\text{H}^+] = 1$  است.

(۱) محلول HF با  $\text{pH} = 2$

(۴) محلول هیدرویدیک اسید (HI) با  $\text{pH} = 3$

(۳) محلول یک مولار استیک اسید با درجه‌ی یونش ۰/۲

۱۰۹. درباره محلول HCl (محلول I) و محلول HF (محلول II) با حجم و دما و pH یکسان پاسخ دهید.  
• غلظت مولار HF از غلظت HCl بیشتر است.

• شمار مول‌های HF از غلظت HCl بیشتر است.

• غلظت آنیون‌های حاصل از یونش هر دو اسید برابر است.

• شمار آنیون‌های حاصل از یونش هر دو اسید برابر باشد.

• شمار مولکول‌ها در محلول II از شمار مولکول‌ها در محلول I بیشتر است.

۱۱۰. در دمای ثابت ۴ گرم اسید ضعیف Hx و ۳ گرم اسید ضعیف Hy در دو ظرف جداگانه به ترتیب ۲ و ۱ لیتر آب مقطر حل می‌شود اگر  $[x^-]$  با  $[Y^-]$  برابر باشد کدام مورد نادرست است؟ (کنکور ۱۴۰۳)  
(۱) غلظت یون هیدرونیوم در محلول Hx برابر غلظت همین یون در محلول Hy است.

(۲) غلظت مولکول‌ها در محلول اسید Hy بیش از غلظت مولکول‌ها در محلول اسید Hy است.

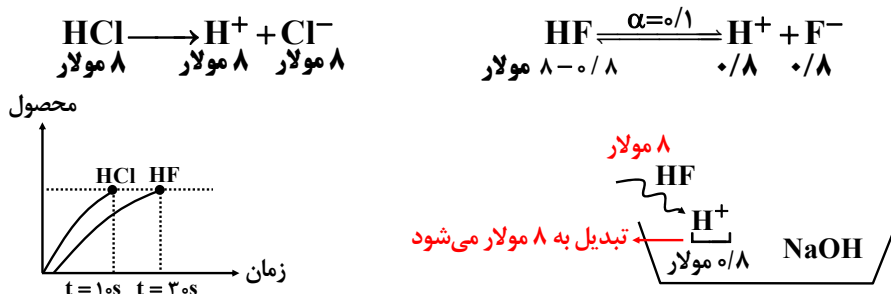
(۳) pH هر دو اسید با هم برابر است.

(۴) شمار یون‌ها در دو محلول با هم برابر است.

### ❖ خنثی شدن (واکنش):

بچه‌های محترم! خنثی شدن یعنی  $H^+$  یک اسید بوسیله  $OH^-$  از بین برود و در واقع واکنش اسید و باز بین  $H^+$  و  $OH^-$  می‌باشد پس چرا مولارینه اولیه آن را در نظر می‌گیریم؟

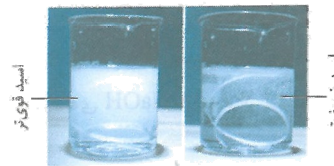
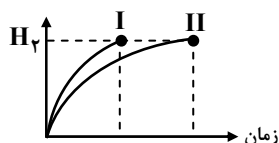
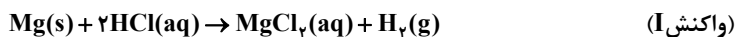
در سوال خنثی شدن در واقع یک جنگ تمام عیار می‌باشد و اسید ضعیف نیز مثل اسید قوی رفتار کرده است و در واقع اسید ضعیف با  $H^+$  یونش یافته ابتدا (۰/۸ مولار) وارد واکنش می‌شود ولی به محض تمام شدن آن دوباره ۰/۸ مولار  $H^+$  تولید می‌کند و به اندازه M خود یعنی ۸ مولار  $H^+$  تولید می‌کند و در واقع ابتدایی ۰/۸ مولار وارد واکنش خنثی شدن نمی‌شود و با خود وارد واکنش می‌شود پس میزان نهایی مواد یک اسید قوی ۸ مولار با یک اسید ضعیف ۸ مولار یکسان می‌باشد فقط در میزان سرعت با هم فرق می‌کند اسید قوی به صورت یکجا ۸ مولار  $H^+$  را تولید می‌کند ولی اسید ضعیف مرحله به مرحله تولید می‌کند تا به ۸ مولار برسد.



در مثال فوق:

- حجم گاز  $H_2$  در واکنش با Mg      • غلظت یون هیدرونیوم
- سرعت واکنش با فلز Mg در نخستین لحظه انجام واکنش:      • pH
- تعداد مول NaOH برای خنثی شدن      • HCl      HF

**مثال ۱۱۱.** هرگاه دو قطعه یکسان از نوار منیزیم را در حجم های مساوی از محلول ۰/۱ مولار استیک اسید و هیدرو کلریک اسید بیندازیم، در دمای اتاق ضمن انجام واکنش، گاز هیدروژن آزاد می شود.



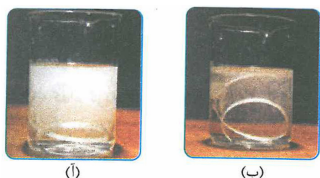
واکنش نوار منیزیم با اسید قوی و اسید ضعیف در دما و غلظت یکسان

اگر حجم و غلظت محلول هر دو اسید با هم برابر باشد و با قطعه‌ای یکسانی از نوار منیزیم واکنش دهند، در مجموع میزان گاز هیدروژن تولید شده، در دو واکنش برابر خواهد بود، اما در واکنش محلول هیدروکلریک اسید با نوار منیزیم شدت تولید گاز  $H_2$  بیشتر است.

**نتیجه:** سرعت واکنش منیزیم با محلول هیدروکلریک اسید نسبت به واکنش منیزیم با محلول استیک اسید، بیشتر است. زیرا شدت تولید گاز هیدروژن در آن بیشتر است ولی دقت کنید میزان گاز هیدروژن تولید شده در دو واکنش برابر خواهد بود.

**مثال ۱۱۲.** در شرایط یکسان، حجم گاز حاصل از واکنش مقدار یکسانی از منیزیم با  $HCOOH$  نسبت به  $CH_3COOH$  بیشتر است.

**سوال ۱۱۳.** در شکل زیر واکنش دو قطه نوار منیزیم یکسان با مقدار کافی از دو اسید متفاوت در دما و غلظت یکسان، نشان داده شده است.



(ا)

(ب)

چند مورد از مقایسه‌های داده شده درست‌اند؟

- ثابت یونش اسیدی ( $K_a$ ):  $b > a$
- حجم گاز تولید شده در واحد زمان:  $a < b$
- غلظت یون هیدرونیوم:  $a < b$
- جرم گاز تولید شده پس از پایان واکنش:  $b > a$

۱ (۴)

۲ (۳)

۳ (۲)

۴ (۱)

### قدرت اسیدی

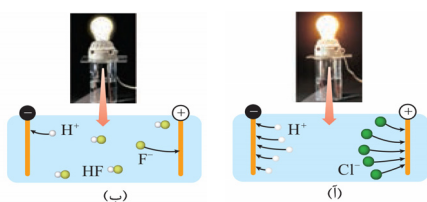
خاصیت اسید، رسانایی، یون‌ها،  $H^+$ ، pH

مقدار (حجم - جرم - مول) در یک واکنش (خنثی شدن)

**سوال ۱۱۴.** درباره محلول هیدروکلریک اسید و محلول هیدروفلوئوریک اسید با  $pH = 4$  به سوالات زیر پاسخ دهید.

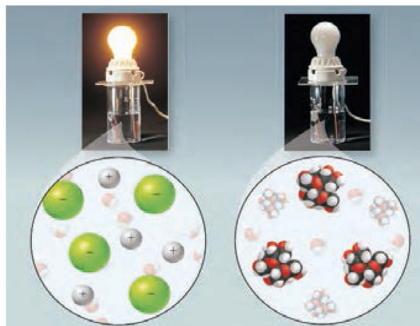
|    |     |                                                                     |    |     |                        |
|----|-----|---------------------------------------------------------------------|----|-----|------------------------|
| HF | HCl | (۴) سرعت واکنش با فلز منیزیم در نخستین لحظه                         | HF | HCl | (۱) شمار مول‌های آغازی |
| HF | HCl | (۵) حجم گاز هیدروژن تولید شده در واکنش با مقدار کافی از فلز منیزیم. | HF | HCl | (۲) شمار آنیون‌های     |
|    |     |                                                                     | HF | HCl | (۳) خاصیت اسیدی        |

### رسانایی الکتریکی محلول‌ها



شکل ۷- رسانایی الکتریکی دو محلول الکترولیت  
(۱)  $HCl(aq)$  (ب)  $HF(aq)$

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



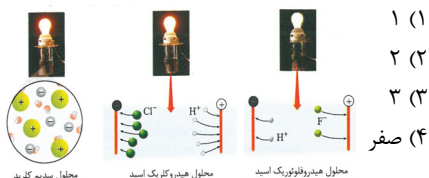
محلول آبی شکر محلول آبی نمک خوراکی

برای نمونه، محلول آبی سدیم کلرید را در نظر بگیرید. این محلول حاوی یون‌های  $\text{Na}^+(\text{aq})$  و  $\text{Cl}^-(\text{aq})$  است که با جنبش‌های آزادانه اما نامنظم در سرتاسر آن پراکنده‌اند. هرگاه این محلول در مدار الکتریکی قرار گیرد، جریان برق در مدار برقرار می‌شود، زیرا یون‌ها به سوی قطب‌های ناهمنام حرکت می‌کنند. یون‌های  $\text{Na}^+(\text{aq})$  به سوی قطب منفی و یون‌های  $\text{Cl}^-(\text{aq})$  به سوی قطب مثبت پیش می‌روند. جابه‌جایی یون‌ها نشان دهنده جابه‌جایی بارهای الکتریکی و در نتیجه، رسانایی الکتریکی محلول سدیم کلرید است. به موادی مانند  $\text{NaCl}(\text{s})$ ، الکترولیت و به  $\text{NaCl}(\text{aq})$  محلول الکترولیت می‌گویند. نکته جالب این است که همه محلول‌های یونی

رسانایی یکسانی ندارند (شکل ۶)

● ماده الکترولیت: ماده‌ای است که در آب یون تولید کند نه لزوماً در ساختار خود یون داشته باشد.

۱۱۵. دانش آموزی شکل‌های زیر را برای مقایسه رسانایی الکتریکی ۳ محلول آبی رسم کرده است. چه تعداد از این شکل‌ها کاملاً درست‌اند؟



| $\alpha = 0$                                       | $\alpha = 1$                              |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| غیر الکترولیت<br>(یون تولید نمی‌کند)               | الکترولیت ضعیف<br>(جزئی یون تولید می‌کند) |
| اسید و باز نباشد - یون (نمک) نباشد (اغلب شیمی آلی) | بقیه موارد از جمله اسید و باز ضعیف        |
|                                                    | اسید قوی - باز قوی - نمک                  |

مفهوم: موادی که رسوب هستند مقدار ناچیزی در آب حل می‌شوند که آن مقدار ناچیز به صورت یون جدا می‌شود یعنی  $\alpha = 1$  آن یک است ولی رسانا نمی‌باشد زیرا غلظت یون‌ها کافی نیست زیرا شرط رسانایی این است که یون‌ها زیاد باشند و محلول باشد.

۳mol

$$\text{BaSO}_4 \rightarrow \text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$$

۱۰<sup>-۶</sup> مول ۱۰<sup>-۶</sup> مول ۱۰<sup>-۶</sup> مول حل شده

$\text{BaSO}_4$

## رسانایی

← ناشی از  $e^-$  ←  
← ناشی از یون ←

مثال ۱۱۶.  $\text{BaSO}_4 - \text{AgCl}$ ،  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ، ماده ..... می‌باشند ولی به دلیل ..... ، ..... می‌باشند.

مثال ۱۱۷.  $\text{NaCl}(\text{s})$ ، ماده ..... می‌باشد ولی به دلیل ..... ، ..... می‌باشند.

مثال ۱۱۸.  $\text{NaCl}(\text{aq})$ ، محلول ..... می‌باشد و چون شرط محلول بودن را دارد ..... می‌باشند.

مثال ۱۱۹. محلول استون رسانا می‌باشد.

مثال ۱۲۰. ترکیب نامحلول یا کم محلول می‌تواند یک الکترولیت قوی باشد.

مثال ۱۲۱. ترکیب‌های یونی در حالت جامد رسانای جریان برق نیستند بنابراین  $\text{NaCl}(\text{s})$  برخلاف  $\text{NaCl}(\text{aq})$  الکترولیت محسوب نمی‌شود.

نکته: رسانایی به غلظت یون‌ها بستگی دارد به شرط محلول بودن

لطفاً واژه‌های زیر را دقت کنید؟

(۲) الکترولیت قوی می‌باشد؟

(۱) الکترولیت می‌باشد؟

(۴) رسانا تر می‌باشد؟

(۳) رسانا می‌باشد؟

**مثال ۱۲۲.** محلول ۲ مولار  $\text{CaCl}_2$  و محلول ۳۰ مولار  $\text{HF}$  با  $\alpha = 0.1$  و محلول ۲ مولار استون.

(۲) الکترولیت قوی؟

(۱) الکترولیت؟

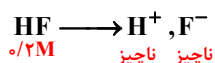
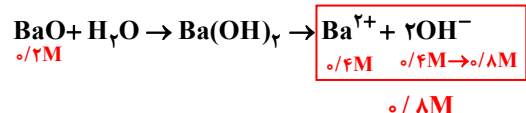
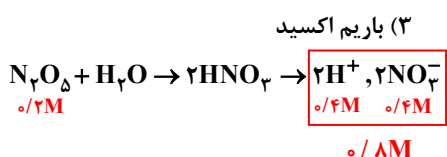
(۴) رسانا تر؟

(۳) رسانا؟

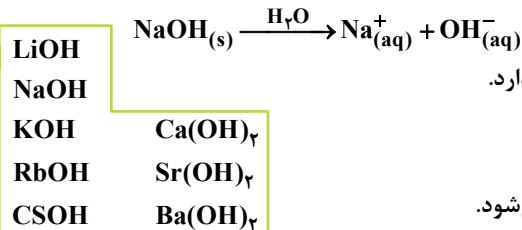
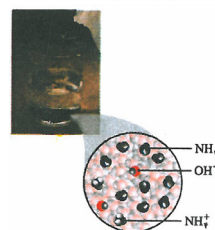
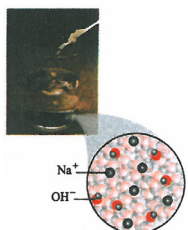
**مثال ۱۲۳.** محلول ۰.۲ مولار کدام ترکیب رسانایی بیشتری دارد.

$\text{HF}$  (۲)

$\text{N}_2\text{O}_5$  (۱)



**نکته:** نمک‌ها الکترولیت قوی می‌باشد و  $\alpha = 1$  دارند.



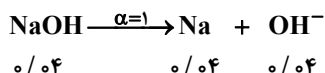
### بازهای قوی و ضعیف

بازهای قوی بر اثر حل شدن در آب تقریباً به طور **کامل** به یون تفکیک می‌شوند؛ به همین دلیل ثابت یونش بازهای قوی، عددی بزرگ است. سود سوزآور ( $\text{NaOH}$ ) و پتاس سوزآور ( $\text{KOH}$ ) از جمله بازهای بسیار قوی هستند؛ به طوری که **موادی خورنده** به شمار می‌روند. به طور کلی هیدروکسیدهای گروه اول جدول دوره‌ای (قلیایی‌ها)، باز قوی به شمار می‌روند.

\* توصیف مناسب برای باز ماده‌ای است که  $\text{pH} > 7$  دارد.

از محلول بازهای قوی، به عنوان لوله بازکن استفاده می‌شود.

**مثال ۱۲۴.** در محلول ۰.۰۴ مولار سدیم هیدروکسید غلظت یون هیدروکسید چند مولار است؟

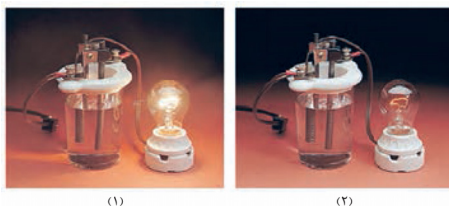
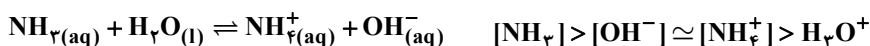
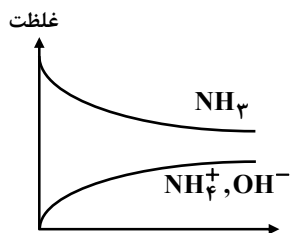


**مثال ۱۲۵.** رسانایی الکتریکی: باریم هیدروکسید ۱ مولار  $\approx$  پتاسیم هیدروکسید ۲ مولار

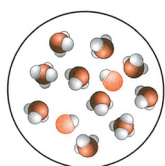
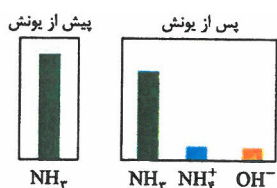
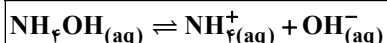
بازهای ضعیف بر اثر حل شدن در آب، به طور **جزئی** تفکیک یا یونیده می‌شوند.

آمونیاک از جمله بازهای ضعیف است؛ به طوری که در محلول آن علاوه بر مقدار کمی از یون‌های آبپوشیده، شمار بسیاری از مولکول‌های آمونیاک هم وجود دارد.

**نکته:** محلول شیشه پاک کن حاوی محلول  $\text{NH}_3$  است.



آمونیاک به دلیل تشکیل پیوندهای هیدروژنی، در آب به طور عمده به شکل مولکولی حل می شود یعنی با آب وارد واکنش شیمیایی نمی شود و می توان برای آن فرمول  $\text{NH}_4\text{OH}(\text{aq})$  را در نظر گرفت؛ بنابراین سامانه ی تعادلی آمونیاک در آب را می توان به صورت معادله ی زیر هم توصیف کرد:



بازهای ضعیف هم مانند اسیدهای ضعیف، ثابت یونش دارند که آن را با  $K_b$  نشان می دهند. ثابت یونش یک باز، نسبت حاصل ضرب غلظت تعادلی یون های موجود در محلول را به غلظت تعادلی آن باز نشان می دهد. به طور مثال رابطه ی ثابت یونش برای آمونیاک این جور یاست:

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$$

**۱۲۶.؟** محلول کدام ترکیب های زیر، کاغذ pH را به رنگ آبی در می آورد و در میان این ترکیب های انتخاب شده (با غلظت و دمای یکسان)، کدام ترکیب، رسانایی الکتریکی نزدیک به رسانایی الکتریکی محلول پتاسیم کلرید دارد؟ **(کنکور ۱۴۰۱)**

- |                 |               |             |                |
|-----------------|---------------|-------------|----------------|
| الف - جوهر نمک  | ب - متیل آمین | پ - اتانول  | ت - سود سوزآور |
| ۱) الف، پ - الف | ۲) الف، پ - پ | ۳) ب، ت - ب | ۴) ب، ت - ت    |

## باران اسیدی و باران معمولی

♦ باران معمولی خاصیت اسیدی دارد زیرا در آن اسید ضعیف  $\text{H}_2\text{CO}_3$  به میزان جزئی یونیده می شود:  $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}^+(\text{aq}) + \text{HCO}_3^-(\text{aq})$   
♦ در باران اسیدی، اسیدهای قوی  $\text{HNO}_3$  و  $\text{H}_2\text{SO}_4$  تقریباً به طور کامل یونیده می شود و یون های بیشتری تولید می کنند.



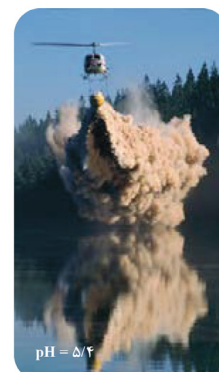
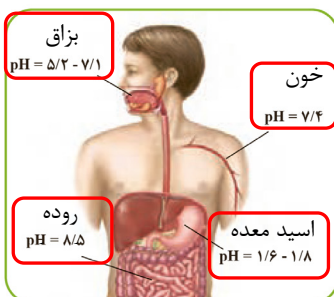
♦ چون باران اسیدی نسبت به باران معمولی اسیدهای قوی تری را شامل می شود، واکنش پذیری آن نیز بیشتر بوده و اثرات مخرب بیشتری دارد.

♦ غلظت یون هیدرونیوم ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) ← باران معمولی > باران اسیدی  
با کاغذ pH و تغییر رنگ آن در محلول های اسیدی و بازی آشنا هستید. این تغییر رنگ معیاری برای تشخیص اسیدی یا بازی بودن محلول ها است. افزون بر این، رنگی که این کاغذ درون یک محلول به خود می گیرد، نشان دهنده pH تقریبی آن محلول است. pH برخی سامانه ها در شکل ۸ نشان داده شده است.

**۱۲۷.؟** برای چه تعداد از موارد زیر  $[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-]$  برقرار است؟

- خاکی که گل ادریسی در آن به رنگ آبی شکوفا می شود.
- محلول جوش شیرین در آب
- خون انسان
- محتویات روده کوچک انسان
- محلول جوهر نمک
- محلول صابون در آب

۱) ۴      ۲) ۳      ۳) ۲      ۴) ۱



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

با هم ببیندیشیم

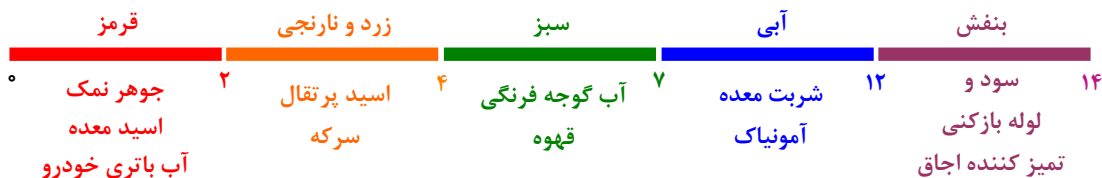
(۱) محلول جوهر نمک HCl و سرکه سفید  $\text{CH}_3\text{COOH}$  هر دو بی‌رنگ می‌باشد.

(۲) محلول سود نسبت به صابون بازی‌تر است.

(۳) محلول جوهر نمک نسبت به سرکه اسیدی‌تر است.

(۴) جوش شیرین خاصیت بازی دارد.

(۵) صابون دارای خاصیت بازی است.



(۶) گل ادریسی برخلاف کاغذ pH، در محیط اسیدی آبی و در محیط بازی قرمز است.

$$\text{H}^+ = 2 \times 10^{-3} \rightarrow \text{pH} = 3 - \log 2 = 2.7$$

$$\text{H}^+ = 3 \times 10^{-4} \rightarrow \text{pH} = 4 - \log 3 = 3.5$$

$$\text{H}^+ = 5 \times 10^{-2} \rightarrow \text{pH} = 2 - \log 5 = 1.3$$

$$\log 2 = 0.3$$

$$\log 4 = 0.6$$

$$\log 3 = 0.47 \approx 0.5$$

$$\log 5 = 0.7$$

$$\log 7 = 0.85$$

$$\text{pH} = -\log \text{H}$$

$$\text{H} = 10^{-\text{pH}}$$

$$\text{pH} = 2.7 \rightarrow \text{H}^+ = 10^{-2.7} = 10^{-3} \times 10^{0.3} = 2 \times 10^{-3}$$

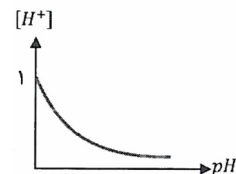
$$\text{pH} = 3.5 \rightarrow \text{H}^+ = 10^{-3.5} = 10^{-4} \times 10^{0.5} = 3 \times 10^{-4}$$

$$\text{pH} = 1.3 \rightarrow \text{H}^+ = 10^{-1.3} = 10^{-2} \times 10^{0.7} = 5 \times 10^{-2}$$

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

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

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



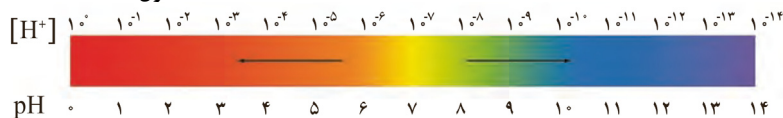
رابطه  $[\text{H}^+]$  و pH

در نمودار تغییرات pH بر حسب  $[\text{H}^+]$  اگر  $[\text{H}^+] = 1$  باشد، pH برابر صفر است و در صورتی که  $[\text{H}^+] > 1$  باشد، pH عددی منفی می‌باشد، به‌طور کلی تغییرات pH و  $[\text{H}^+]$  عکس هم است.

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



● شیر ترش شده به دلیل خاصیت اسیدی،  $\text{pH} < 7$  دارد.

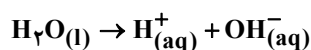


نمودار ۲- گستره تغییر pH برای محلول‌های آبی در دمای اتاق

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

با هم ببیندیشیم

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 بر اساس معادله زیر تولید می‌شوند:



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

البته در کتاب درسی به  $K_w$  اشاره نشده است. (ثابت یونش آب)

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

| $H_2O(l) \rightarrow H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$ |                                    |                                    |
|------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| $\theta < 25$                                  | $\theta = 25$                      | $\theta > 25$                      |
| $K_w = H^+ \times OH^- = 10^{-17}$             | $K_w = H^+ \times OH^- = 10^{-14}$ | $K_w = H^+ \times OH^- = 10^{-12}$ |
| $H^+ = OH^- = 1 \times 10^{-8.5}$              | $H^+ = OH^- = 10^{-7}$             | $H^+ = OH^- = 1 \times 10^{-6}$    |
| $pH = pOH = 8.5$                               | $pH = pOH = 7$                     | $pH = pOH = 6$                     |
| آب خنثی                                        | آب خنثی                            | آب خنثی                            |

♦ دقت کنید آب در همه شرایط خنثی می‌باشد ولی معیار کتاب درسی  $\theta = 25$  می‌باشد و باید در این دما اطلاعات را حفظ باشیم در شرایط دیگر

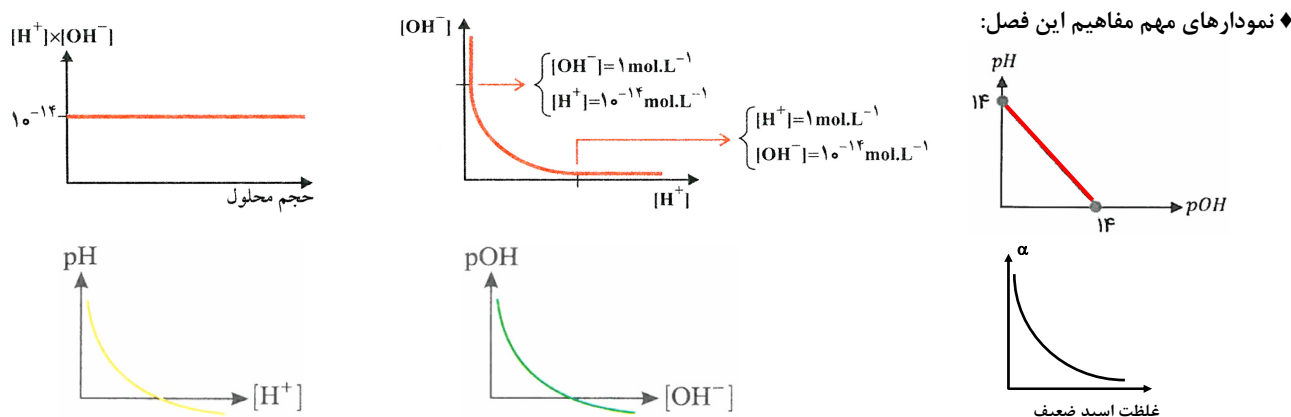
خود سوال  $H^+ \times OH^-$  را به ما می‌دهد و ما بر اساس آن رفتار می‌کنیم مثلاً

اگر  $H^+ \times OH^- = 10^{-16}$  باشد در این حالت آب خنثی دارای  $OH^- = H^+ = \dots\dots\dots$  و  $pH = pOH = \dots$  می‌باشد ولی باز هم آب خنثی می‌باشد.

❓ ۱۲۸. اگر با گرم کردن یک لیتر آب خالص و قرار دادن یک دستگاه pH سنج داخل آن دستگاه عدد ۶ را نشان می‌دهد، آب گرم شده چه

خاصیتی دارد و مقدار حاصل ضرب غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید برابر کدام است؟

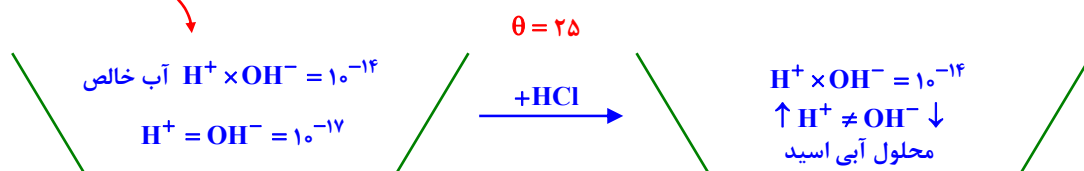
- (۱) خنثی -  $10^{-12}$  (۲) خنثی -  $10^{-14}$  (۳) اسیدی -  $10^{-12}$  (۴) اسیدی -  $10^{-14}$



### افزودن اسید و باز به سامانه‌های خنثی

حل شدن یک اسید یا باز در آب

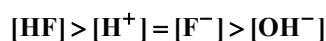
→ اضافه می‌کنیم HCl



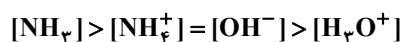
وقتی به آب خالص، مقداری اسید اضافه کنیم چون غلظت  $H^+$  زیاد می‌شود. پس باید غلظت  $OH^-$  کاهش یابد تا  $H^+ \times OH^- = 10^{-14}$  همان

عدد باقی بماند و در این ظرف  $H^+ > OH^-$  است. پس سیستم اسیدی است وقتی به آب خالص مقداری باز اضافه کنیم چون غلظت  $OH^-$

افزایش می‌یابد پس باید غلظت  $H^+$  کاهش یابد تا  $H^+ \times OH^- = 10^{-14}$  همان عدد باقی بماند و در این ظرف  $OH^- > H^+$



دقت کنید در محلول آبی یک اسید هم  $H^+$  داریم هم  $OH^-$  پس:



دقت کنید در محلول آبی یک باز هم  $H^+$  داریم هم  $OH^-$  پس:

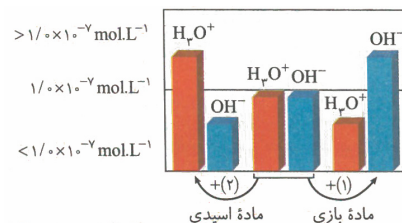
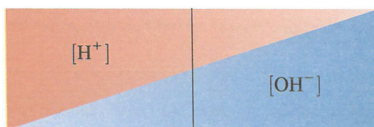
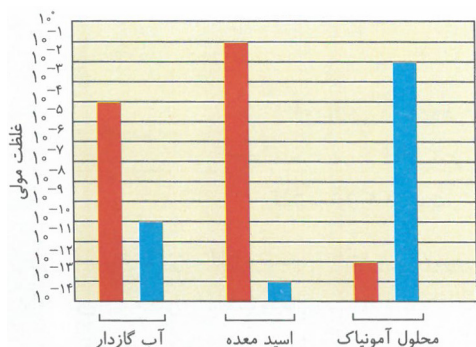
**مثال ۱۲۹.** در محلول یک مولار HCl، برخلاف یک نمونه از آب خالص یون هیدروکسید یافت نمی‌شود. (✓×)

♦ فراموش نکنید اگر به آب خالص (با هر  $H^+ \times OH^-$ ) مقداری اسید یا باز اضافه کنیم محلول آبی یک اسید یا باز به دست می‌آید که برخلاف آب خالص دیگر  $H^+$  و  $OH^-$  با هم برابر نیست ولی حاصلضرب آن ثابت است و در دمای ۲۵ درجه  $10^{-14}$  می‌باشد.

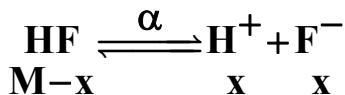
**مثال ۱۳۰.**

| آب یا محلول آبی | سیستم | $OH^-$ | $H^+$     | دما | $H^+ \times OH^-$            |
|-----------------|-------|--------|-----------|-----|------------------------------|
|                 |       |        | $10^{-5}$ |     | $H^+ \times OH^- = 10^{-14}$ |
|                 |       |        | $10^{-9}$ |     | $H^+ \times OH^- = 10^{-13}$ |
|                 |       |        | $10^{-9}$ |     | $H^+ \times OH^- = 10^{-18}$ |

دقت کنید حاصلضرب  $H^+ \times OH^-$  همیشه چه برای آب و چه برای محلول آبی ثابت است که در دمای ۲۵ درجه  $10^{-14}$  است.



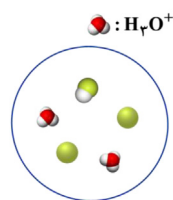
✓ مسائل  $\alpha$  (درجه یونش) - K (ثابت یونش):



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

• نکته بازی!!!

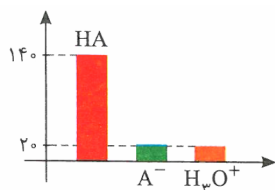
- مقدار اسید یونش نیافته - باقی‌مانده - تعادلی - مولکولی اسید ←
- مقدار اولیه اسید، اسید حل شده در آب، اسید را در آب حل می‌کنیم ←
- یونش یافته - تجزیه شده ←
- یون‌های تولیدی ←
- مجموع گونه‌های پس از یونش ←



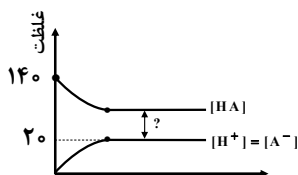
**۱۳۱.** با توجه به تصویر زیر که محلول آبی اسید HA را نشان می‌دهد، درجه یونش اسید HA کدام است؟

- (۱) ۳۳/۰
- (۲) ۴/۰
- (۳) ۵/۰
- (۴) ۶۶/۰

**۱۳۲.** با توجه به نمودار روبه‌رو که تعداد ذرات HA،  $H_3O^+$  و  $A^-$  را پس از یونیده شدن یک اسید نشان می‌دهد، درصد یونش این اسید کدام است؟



- (۱) ۱۲/۵
- (۲) ۱۴/۲۸
- (۳) ۲۵
- (۴) ۲۸/۵۷



توجه! در این سوال می‌تواند به جای نمودار ستونی، از نمودار زیر استفاده کنیم.  
مثال ۱۳۳. در این نمودار علامت سوال نشان دهنده ..... می‌باشد.

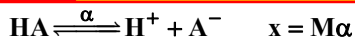
۱۳۴. در محلول ۰/۱ مولار اسیدی تک پروتون‌دار در دمای اتاق، مجموع غلظت یون‌های حاصل از یونش اسید، ۲ برابر غلظت مولکول‌های یونیده نشده اسید است درصد یونش اسید کدام است؟

- (۱) ۰/۵  
(۲) ۵۰  
(۳) ۰/۲  
(۴) ۲۰

مولکول یونش نیافته:  
یون‌های تولیدی

مسائل  $K_a$

راه حل جویی

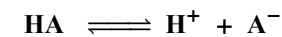


$$K_a = \frac{x \cdot x}{M - x}$$

در صورتی که  $K_a < 10^{-4}$  یا  $\alpha < 0.05$  می‌توان  $1 - \alpha$  را تقریباً ۱ در نظر گرفت.

در این حالت نیز اگر  $K_a < 10^{-4}$  و  $\alpha < 0.05$  باشد می‌توان از  $x$  در مقابل  $M$  چشم‌پوشی کرد.

یا



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

$$K_a = M\alpha^2 \quad H^+ = M\alpha$$

که با ادغام این ۲ رابطه می‌توان نوشت:

$$K_a = \frac{[H^+]^2}{M} \Rightarrow$$

۱۳۵. در محلول ۰/۴ مولار اسیدضعیف، مجموع شمار یون‌ها  $\frac{2}{3}$  شمار مولکول‌های یونیده‌نشده اسید است، ثابت یونش این اسید کدام است؟

- (۱)  $3/33 \times 10^{-4}$   
(۲)  $3/33 \times 10^{-3}$   
(۳)  $2/5 \times 10^{-3}$   
(۴)  $2/5 \times 10^{-4}$

۱۳۶. محلولی از هیدروفلوئوریک اسید  $HF(aq)$  با غلظت ۰/۰۲ مولار موجود است اگر مجموع شمار یون‌ها  $\frac{1}{3}$  شمار مولکول‌های اسید

یونش نیافته باشد  $K_a$  این اسید در شرایط ذکر شده چند  $mol.L^{-1}$  است؟

- (۱) ۱۰  
(۲) ۰/۱  
(۳) ۰/۰۱  
(۴) ۰/۰۰۱

**۱۳۷.** اگر در محلول ۰/۱ مولار اسید ضعیف HA نسبت شمار مولکول‌های یونیده نشده HA به شمار یون‌های حاصل از یونش برابر ۱۹/۵ باشد ثابت یونش و درجه یونش کدام است؟

- (۱)  $2/5 - 6/25 \times 10^{-6}$  (۲)  $5 - 2/5 \times 10^{-4}$  (۳)  $5 - 6/25 \times 10^{-5}$  (۴)  $2/5 - 2/5 \times 10^{-5}$

$$\frac{\text{gr}}{\text{جرم مولی}} = \frac{\text{lit}}{22/4} = \frac{\text{مولکول}}{6/02 \times 10^{23}} = \frac{\text{اتم}}{6/02 \times 10^{23} \times \text{تعداد اتم}} = \text{mol} \rightarrow \frac{\text{mol}}{\text{حجم}} = \text{مولار}$$

**۱۳۸.** ۱/۲ گرم HA را در دمای اتاق درون ۲lit آب حل می‌کنیم در محلول حاصل مجموع غلظت گونه‌ها پس از یونش برابر ۰/۰۴ مولار شده است درجه یونش این اسید و Ka کدام است؟ (HA = ۲۰)

**نکته:** مجموع غلظت گونه‌ها پس از یونش

- (۱)  $\frac{1}{2}$  (۲)  $\frac{1}{3}$  (۳)  $\frac{1}{4}$  (۴)  $\frac{1}{5}$
- : α

: Ka

- (۱) ۰/۵ (۲) ۰/۰۵ (۳) ۰/۲ (۴) ۰/۰۲

**۱۳۹.** اگر ۱۲ گرم HA را در دمای اتاق در ۲۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل شود (از تغییر حجم صرف‌نظر شود) و مجموع غلظت یون‌ها و مولکول‌های یونیده نشده HA برابر ۱/۱ مولار باشد درجه یونش و K ثابت یونش در این شرایط چقدر است (جرم مولی HA برابر با ۶۰ گرم بر مول است).

- (۱)  $0/12 - 0/375$  (۲)  $0/24 - 0/375$  (۳)  $0/12 - 0/125$  (۴)  $0/24 - 0/125$

• خط اول باید مولار باشد.

: α

: Ka

۱۴۰.  $6 \times 10^{-2}$  مولکول گاز هیدروژن فلئوئورید را در ۲ lit آب حل می‌کنیم اگر غلظت مولکول‌های یونیده نشده برابر ۰/۴ باشد در آن صورت درجه یونش و ثابت یونش در این شرایط کدام است؟

(۱) ۰/۲۵ - ۰/۲ (۲) ۰/۲۵ - ۰/۲ (۳) ۰/۲۵ - ۰/۵ (۴) ۰/۲۵ - ۰/۵

خط اول باید مولار باشد

:  $\alpha$

: Ka

۱۴۱. اگر ثابت یونش اسید HA در محلول ۰/۲ مولار برابر ۰/۱ باشد، مجموع غلظت مولی یون‌های حاصل از آن کدام و  $\alpha$  کدام است؟

(۱) ۰/۵ - ۰/۱ (۲) ۰/۲ - ۰/۱ (۳) ۰/۵ - ۰/۲ (۴) ۰/۲ - ۰/۲



**یادآوری:** اگر در این سوال محلول ۸ درصد جرمی با چگالی ۰/۱۲ گرم بر میلی‌لیتر عنوان می‌شد (جرم مولی ۴۸)

گاهی در حل مسائل Ka به معادله درجه دوم می‌رسیم کافی است.

$$\frac{10\alpha d}{\text{جرم مولی}} = M = \frac{10 \times 8 \times 0.12}{48} \frac{\text{gr}}{\text{lit}} = 0.2 M$$

در سوال بالا غلظت تعادلی اسید کدام است؟

۱۴۲. در محلولی از اسید HA در دمای معین مجموع غلظت یون‌های حاصل از یونش اسید برابر ۰/۲ مولار است، اگر  $K_a = 2/5 \times 10^{-2}$  باشد به ترتیب غلظت اولیه HA و درجه یونش اسید کدام است؟

(۱) ۰/۲۵ - ۰/۴ (۲) ۰/۲۵ - ۰/۵ (۳) ۰/۲ - ۰/۴ (۴) ۰/۲ - ۰/۵

در سوال بالا به فرض حجم ۲ lit و جرم مولی ۸۰ باشد جرم اسید اولیه ..... می‌باشد.

۱۴۳. در دمای معین مقداری HA در محلولی به حجم یک لیتر حل شده اگر  $K_a = 1/5 \times 10^{-2}$  باشد و مجموع غلظت یون‌های حاصل از تفکیک با غلظت مولکول‌های یونیده نشده برابر باشد، به سوالات زیر پاسخ دهید.

• درجه یونش  $\alpha$  ؟

• گرم اسید اولیه؟ (جرم مولی = ۱۲۰)

۱۴۴. ۰/۰۸ مول باز BOH را در ۸۰۰ میلی لیتر آب خالص حل می‌کنیم اگر ثابت یونش  $4 \times 10^{-7}$  باشد درصد یونش کدام است؟

(۱) ۰/۲ (۲) ۲ (۳) ۰/۰۱ (۴) ۱

**نکته:** هرگاه  $K_a < 10^{-4}$  باشد و یا  $\alpha < ۰/۰۵$  می‌توان از x در مقابل M چشم‌پوشی کنید.

۱۴۵. در اثر انحلال چند گرم استیک‌اسید در ۲ لیتر آب، محلول استیک‌اسید  $K_a = 2 \times 10^{-5}$  با درجه یونش  $4 \times 10^{-3}$  به دست می‌آید؟

(۱) ۱۵۰ (۲) ۱۲۵ (۳) ۱۲۰ (۴) ۱۸۰

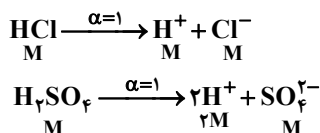
مثال ۱۴۶. در جدول زیر A، B و C را مشخص کنید. (در دمای ثابت)

| غلظت تعادلی گونه‌های شرکت‌کننده (مول بر لیتر) |                    |        | شماره محلول |
|-----------------------------------------------|--------------------|--------|-------------|
| $[H^+]$                                       | $[F^-]$            | $[HF]$ |             |
| $8 \times 10^{-3}$                            | A                  | ۰/۱۶   | ۱           |
| B                                             | $4 \times 10^{-3}$ | C      | ۲           |

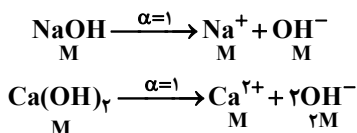
$$K_a = \frac{[H^+][F^-]}{[HF]} = \frac{8 \times 10^{-3} \times 8 \times 10^{-3}}{0.16} = \frac{4 \times 10^{-3} \times 4 \times 10^{-3}}{[C]} = \frac{K_{a1}}{K_{a2}}$$

روش حل مسائل pH

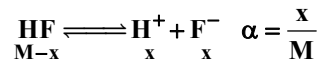
اگر اسید قوی باشد



اگر باز قوی باشد



اگر اسید ضعیف باشد



**(A) سوالاتی که pH بخواهد**

**مثال ۱۴۷.** در محلول سانتی مولار HCl به سوالات زیر پاسخ دهید.

(۱) غلظت یون هیدرونیوم .....

(۲) غلظت یون هیدروکسید .....

(۳) pH .....

(۴) pOH .....

**مثال ۱۴۸.** ۰/۰۲ مول هیدروژن کلرید را در ۴ لیتر آب خالص وارد می‌کنیم در محلول به دست آمده به سوالات زیر پاسخ دهید.  
• خط اول باید مولار باشد.

• غلظت یون هیدرونیوم .....

• غلظت یون هیدروکسید .....

• pH .....

• pOH .....

• خط اول در اسید و باز بر حسب مولار است!!!

$$\frac{\text{gr}}{\text{جرم مولی}} = \frac{\text{lit}}{۲۲/۴} = \frac{\text{مولکول}}{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}} = \frac{\text{اتم}}{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳} \times \text{تعداد اتم}} = \text{mol} \rightarrow \frac{\text{mol}}{\text{حجم}} = \text{مولار}$$

**مثال ۱۴۹.** در محلول NaOH با غلظت  $۲ \times ۱۰^{-۲}$  مولار به سوالات زیر پاسخ دهید.

(۱) غلظت یون هیدرونیوم .....

(۲) غلظت یون هیدروکسید .....

(۳) pH .....

(۴) pOH .....

**مثال ۱۵۰.** ۳/۴۲ گرم باریم هیدروکسید جامد را در ۲ lit آب خالص در دمای اتاق حل می‌کنیم pH محلول حاصل کدام است.  
• خط اول باید مولار باشد.

(۱) ۱/۷

(۳) ۱۲/۳

(۲) ۲

(۴) ۱۲

**مثال ۱۵۱.** pH محلول NaOH با غلظت  $۲ \times ۱۰^{-۲}$  مولار کدام است؟ ( $H^+ \times OH^- = ۱۰^{-۱۲}$ )

**مثال ۱۵۲.** حاصل ضرب غلظت مولی یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید در دمای معین برابر  $۱۰^{-۱۲/۳}$  است. pH محلول ۰/۰۲ مولار کلسیم

هیدروکسید در این دما کدام است؟

(۴) ۱۲/۶

(۳) ۱۲/۳

(۲) ۱۰/۹

(۱) ۱۰/۶

**مثال ۱۵۳.** در دمای معین درجه یونش محلول ۰/۰۱ مولار اسید HF برابر ۰/۰۲۵ است pH محلول کدام است؟

**۱۵۴.** اگر درصد یونش باز ضعیف BOH در محلول ۰/۰۵ مولار آن در دمای اتاق برابر ۲/۵ باشد pH محلول کدام است؟

۱۵/۸ (۴)

۱۲/۲ (۳)

۱۱/۷ (۲)

۱۱/۱ (۱)

**۱۵۵.** در دمای ۲۵°C، اختلاف pH محلول  $4 \times 10^{-3}$  مولار منیزیم هیدروکسید و محلولی از اسید  $2 \times 10^{-3}$  مولار با درصد یونش ۱/۵ تقریباً کدام است؟ ( $\log 2 \approx 0.3$ ,  $\log 3 \approx 0.5$ )

۹/۶ (۴)

۹ (۳)

۸/۴ (۲)

۶/۴ (۱)

$$\text{مولکول} = \frac{\text{اتم}}{N_A \times \text{تعداد}} = \frac{\text{lit}}{22.4} = \frac{\text{gr}}{\text{جرم مولی}} = \text{mol} \leftarrow \frac{\text{mol}}{\text{حجم}} \leftarrow M \text{ مولاریته}$$

**۱۵۶.** هر گاه ۵/۴ گرم از BOH را در ۲lit آب در دمای اتاق حل کنیم و  $\alpha = 0.4$  باشد pH محلول کدام است؟ ( $\text{BOH} = 90 \text{ g.mol}^{-1}$ )

۱۲/۱ (۴)

۱۳/۱ (۳)

۱۲/۵ (۲)

۱۱/۵ (۱)

• خط اول باید بر حسب مولار باشد.

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

۳/۷ (۴)

۳/۳ (۳)

۲/۷ (۲)

۲/۳ (۱)

۱۵۸. چنانچه ۶/۷۲ لیتر گاز آمونیاک در شرایط STP در ۳۰۰ میلی لیتر آب مقطر به طور کامل حل شود و درصد یونش آن برابر با ۱۶ درصد باشد pH محلول حاصل به چند است؟

۱۲/۲ (۴)

۱/۸ (۳)

۱۳/۲ (۲)

۰/۸ (۱)

• خط اول باید مولار باشد.

۱۵۹. نمونه‌ای از گاز آمونیاک که شامل  $1/204 \times 10^{22}$  اتم است را در مقداری آب حل نموده و حجم محلول را به ۲۰۰ میلی لیتر می‌رسانیم. چنانچه درجه‌ی یونش آمونیاک در دمای آزمایش برابر ۰/۰۲ باشد، pH محلول حاصل کدام است؟

۱۱/۷ (۴)

۱۱/۳ (۳)

۱۰/۷ (۲)

۱۰/۳ (۱)

• خط اول باید مولار باشد.

۱۶۰. ترکیب‌های HX و HY، دو اسید ضعیف هستند. اگر ۱۲ گرم از HX و ۸ گرم HY را به صورت جداگانه در ۱ لیتر آب حل کنیم، محلول‌هایی با pH برابر به دست می‌آید. در این شرایط، درجه‌ی یونش چند برابر درجه‌ی یونش است؟ ( $HX = 150, HY = 50 : g.mol^{-1}$ )

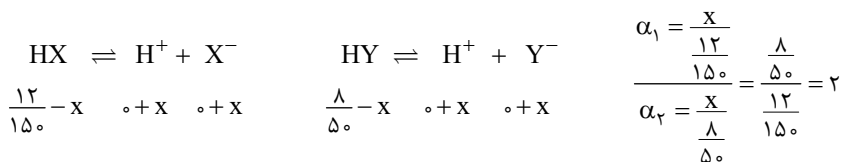
۴ (۴)

۴ (۳)

۲ (۲)

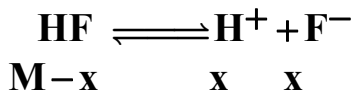
۲ (۱)

پاسخ:



### جمع‌بندی مهم:

• لطفاً در سوالات همیشه خط اول اسیدها را بلد باشید:



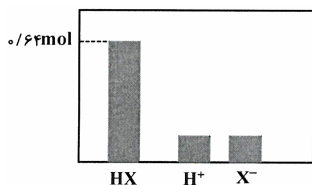
• مجموع یون‌های تولیدی اسید .....

• غلظت در حال تعادل اسید .....

• مجموع غلظت یونی و مولکولی .....

• غلظت گونه مولکولی .....

۱۶۱. با توجه به نمودار که مقدار مول گونه‌ها در ۲ لیتر محلول در حال تعادل اسید HX را نشان می‌دهد و اگر درجه یونش اسید برابر ۰/۲ باشد pH محلول کدام است؟



۰/۹ (۱)

۱/۲ (۲)

۱/۱ (۳)

۰/۸ (۴)

**۱۶۲.** در محلولی از HF با درصد یونش معادل ۱۰ درصد، مجموع غلظت گونه‌های یونی و مولکولی برابر  $0.55 \text{ mol.L}^{-1}$  است. pH این محلول کدام است؟

۳/۷ (۴

۳/۳ (۳

٢/٣ (٢

 $Y/Y(1)$ 

**۱۶۳.** در دمای ۲۵°C غلظت مولی HA برابر  $10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$  است. اگر مجموع غلظت مولی گونه‌های موجود در محلول پس از یونش، نسبت به محلول قبل از یونش، ۴٪ برابر شده باشد، PH محلول کدام است؟

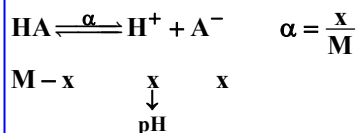
1 / 7 (f

3/3 (3)

٤ / ٣ (٢

۴/۵(۱)

گاهی در کنار سؤالات pH،  $K_a$  نیز می‌دهند.



$$\mathbf{K}_a = \frac{\mathbf{x} \times \mathbf{x}}{\mathbf{M} - \mathbf{x}}$$

**مثال ۱۶۴.** مقدار HA با  $K_a = 0.05$  را در ۲۰۰ میلی‌لیتر آب خالص در دمای اتاق حل می‌کنیم اگر مجموع شمار گونه‌های حاصل از یونش اسید برابر با  $0.08$  / مول باشد pH محلول چقدر است. و چند گرم HA در ابتدا وارد شده است؟  $HA = 100 \text{ g.mol}^{-1}$

۱۶۵. در محلول ۰.۳٪ مolar HB اگر در دمای ۲۵°C،  $K_a = 5 \times 10^{-3}$  باشد در این حالت pH کدام است و درجه یونش کدام است؟

(۱) ۰/۳-۱ (۲) ۰/۳-۲ (۳) ۰/۵-۱ (۴) ۰/۵-۲

• / 5-2 (f

o/ 5-1 (3)

• / ३-२ (२

○/ 3-1 (1)

**حواسٽ پيشڪر**

**مثال ۱۶۶.** در محلول HA اگر غلظت تعادلی برابر ۰/۰۸ مولار باشد و  $K_a = ۰/۲ \times ۱۰^{-۳}$  باشد در آن صورت pH؟

۱۶۷. ۱/۸ مولار از اسید HA را در دمای اتاق در آب حل می‌کنیم اگر  $K_a = 2 \times 10^{-5}$  باشد در آن صورت pH محلول و درصد یونش اسید کدام است؟

۱ - ۱/۲ (۱)  
۲ - ۲/۲ (۲)  
۳ - ۱/۲ (۳)  
۴ - ۲/۲ (۴)

اگر  $K_a < 10^{-4}$  باشد

خواست بنده

گاهی به جای مولاریته ابتدایی می‌تواند از درصد جرمی و چگالی استفاده کند مثلاً درصد جرمی ۲۰ و چگالی  $\frac{gr}{mL}$  ۰/۹ و جرم مولی ۱۰۰ باشد:

$$M = \frac{10 \times 0.9 \times 20}{100} = 1.8$$

**نکته:** هرگاه اختلاف pH داده شود می‌توان از رابطه زیر استفاده کرد:  $pH_A - pH_B = a \rightarrow \frac{[H^+]_A}{[H^+]_B} = 10^{-a}$

**مثال ۱۶۸.** در دمای اتاق pH محلول استیک اسید یک واحد بیشتر از pH محلول نیترواسید است یعنی  $10^{-1} = \frac{[H^+][CH_3COOH]}{[H^+][HNO_2]}$

۱۶۹. محلول دو اسید ضعیف HA و HD در دو ظرف جداگانه با غلظت تعادلی ۰/۰۵ مولار موجود است اگر نسبت ثابت یونش HD به ثابت یونش HA به تقریب برابر  $10^{-6}$  باشد pH محلول HA ..... واحد از pH محلول HD ..... است: (کنکور ۱۴۰۲)

(۱) ۱/۳ - کوچکتر (۲) ۳ - کوچکتر (۳) ۱/۳ - بزرگتر (۴) ۳ - بزرگتر

**یادآوری:** بجهای محترم pH حتی عددی منفی می‌تواند باشد در مواردی که غلظت اسید بیش از یک مولار باشد یعنی وقتی اسید خیلی قوی باشد pH عددی منفی می‌شود پس اینکه pH بین ۰ تا ۱۴ می‌باشد متداول است نه همیشه

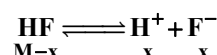
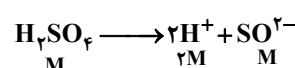
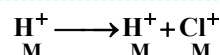
(B) سؤالاتی که pH را بدهد:

$pH = 2 \rightarrow H^+ = 10^{-2}$

$pH = 1/5 \rightarrow H^+ = 10^{-1/5} = 10^{-2} \times 10^{3/5} = 3 \times 10^{-2}$

$pH = 12 \rightarrow POH = 1 \rightarrow OH^- = 10^{-1}$

$pH = 10/5 \rightarrow POH = 3/5 \rightarrow OH^- = 10^{-3/5} = 10^{-4} \times 10^{1/5} = 3 \times 10^{-4}$



یادآوری:

**مثال ۱۷۰.** در محلولی از HCl که حجمی معادل ۲lit دارد و  $\text{pH} = 4/4$  باشد چند گرم HCl در آب حل شده است؟ ( $\text{HCl} = 36/5$ )

**۱۷۱.** برای آن که  $\text{pH}$  آب خالص از ۷ به ۴ برسد، به هر لیتر آن چند میلی گرم نیتریک اسید باید افزود؟ (از تغییر حجم صرف نظر شود). ( $\text{O} = 16, \text{N} = 14, \text{H} = 1: \text{g.mol}^{-1}$ )

۰/۶۳ (۴)

۱/۲۶ (۳)

۱/۸۹ (۲)

۶/۳ (۱)

**۱۷۲.** در دمای اتاق، برای تهیه محلولی از پتاس به حجم ۳۰۰ میلی لیتر و  $\text{pH} = 10$ ، به چند گرم پتاس با خلوص ۸۰ درصد نیاز است؟ ( $\text{KOH} = 56 \text{g.mol}^{-1}$ )

۲/۱×۱۰<sup>-۳</sup> (۱)

۱/۶۸×۱۰<sup>-۴</sup> (۲)

۲/۱×۱۰<sup>-۱۰</sup> (۳)

۱/۶۸×۱۰<sup>-۸</sup> (۴)

**نکته!** دقت کنید وقتی سیستم بازی است در واقع سود  $\text{OH}^-$  را ایجاد کرده است پس  $\text{H}^+$  از کجا آمده است؟  $\text{H}^+$  خود آب است (یونش آب  $\text{H}^+$  ایجاد می کند)

**۱۷۳.**  $\text{Sr(OH)}_2$  یک باز قوی است در محلولی به حجم ۴۰۰ میلی لیتر از این باز که در دمای اتاق دارای  $\text{pH} = 11/7$  است چند گرم  $\text{Sr(OH)}_2$  حل شده است؟ ( $\text{Sr(OH)}_2 = 122 \text{g.mol}^{-1}$ )

۰/۴۸۸ (۴)

۰/۲۴۴ (۳)

۰/۰۶۱ (۲)

۰/۱۲۲ (۱)

**۱۷۴.**  $\text{pH}$  محلولی از  $\text{NH}_3$  در دمای  $25^\circ\text{C}$  برابر ۱۱/۳ است. اگر درصد یونش  $\text{NH}_3$  در این محلول برابر ۱/۶٪ باشد، در ۴۸۰ میلی لیتر از این محلول چند گرم  $\text{NH}_3$  حل شده است؟ ( $\text{N} = 14, \text{H} = 1: \text{g.mol}^{-1}$ )

۱/۰۱۰۲ (۴)

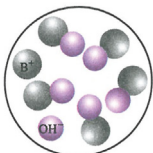
۰/۰۶ (۳)

۱/۰۲ (۲)

۰/۰۲۰۴ (۱)

100 (1)

3/6 (3)

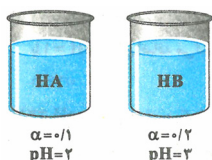


0/002 (4)

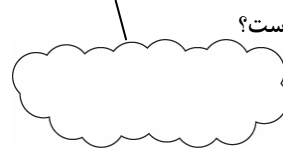
**حواست باشه!**

## غلظت تعادلی

20. (F)


$$\begin{array}{ccc} \mathbf{M-x} & & \mathbf{x} \\ & \downarrow & \\ & \mathbf{pH} & \end{array}$$

**مثال ۱۷۹.** غلظت تعادلی HA در محلولی از آن با  $\text{pH} = 1/4$ ، برابر با ۰/۰۸ مولار است.  $K_a$  (ثابت یونش) و  $\alpha$  (درجه یونش) اسید کدام است؟



**۱۸۰.** m اسید ضعیف HA در دمای معین درون ۲۰۰ میلی لیتر آب حل شده است. اگر غلظت یون  $\text{H}^+$  در محلول حاصل برابر  $10^{-2}$  مولار باشد. مقدار m چند گرم است؟ (از تغییر حجم ناشی از حل کردن اسید صرف نظر شود). ( $\text{molHA} = 60\text{gHA}$  و  $K_a(\text{HA}) = 2/5 \times 10^{-3} \text{mol.L}^{-1}$ )

۰/۸ (۴)

۰/۶ (۳)

۰/۴ (۲)

۰/۲ (۱)

**۱۸۱.** در اثر حل کردن چند گرم متیل آمین در ۲۰۰ میلی لیتر آب،  $\text{pH}$  محلول به ۱۲/۳ می رسد. ( $\text{CH}_3\text{NH}_2 = 31\text{gr.mol}^{-1}$ ,  $K_b = 10^{-2}$ )

۰/۰۲۴ (۴)

۰/۶۸۲ (۳)

۰/۰۱۲ (۲)

۰/۳۷۲gr (۱)

**۱۸۲.** اگر  $\text{pH}$  محلول یک اسید آلی تک پروتون دار با درصد جرمی ۷۸٪ و چگالی ۱ گرم بر میلی لیتر برابر با  $\text{pH} = 1/5$  باشد جرم مولی ذرات سازنده این اسید برابر با چند گرم بر مول می شود؟ (ثابت یونش این اسید برابر با  $9 \times 10^{-3}$  مول بر لیتر است).

۷۲ (۴)

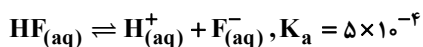
۸۸ (۳)

۶۰ (۲)

۷۸ (۱)

۱۸۳. اگر در دمای معین و در ظرف جداگانه، غلظت تعادلی HF در محلول، دو برابر غلظت تعادلی استیک اسید در محلول و pH محلول هیدروفلوئوریک اسید، برابر ۱/۳ باشد، تفاوت جرم دو آنیون در محلول آن‌ها، برابر چند گرم است؟ (کنکور ۱۴۰۳)

(حجم هر یک از محلول‌ها، برابر یک لیتر است،  $C = 12, O = 16, F = 19 : g.mol^{-1}$ )



۰/۷۸۰ (۴)

۰/۸۸۰ (۳)

۰/۸۶۲ (۲)

۰/۸۲۳ (۱)

۱۸۴. در محلول منیزیم هیدروکسید در آب، غلظت یون از رابطه  $[Mg^{2+}][OH^-]^2 = 1/5 \times 10^{-11}$  پیروی می‌کند. حداکثر غلظت منیزیم سولفات قابل حل در محلول سدیم هیدروکسید با  $pH = 9$ ، برابر چند مول بر لیتر است؟

۰/۱۵ (۴)

۰/۳۰ (۳)

$3 \times 10^{-6}$  (۲)

$1/5 \times 10^{-6}$  (۱)

پاسخ:

$$[OH^-] = 10^{pH-14} \Rightarrow [OH^-] = 10^{9-14} = 10^{-5} mol.L^{-1}$$

ابتدا غلظت یون  $OH^-$  را حساب می‌کنیم:

حال، غلظت یون  $Mg^{2+}$  را به دست می‌آوریم:

$$[Mg^{2+}] \times [OH^-]^2 = 1/5 \times 10^{-11} \Rightarrow [Mg^{2+}] \times (10^{-5})^2 = 1/5 \times 10^{-11} \Rightarrow [Mg^{2+}] = 0/15 mol.L^{-1}$$

غلظت یون  $Mg^{2+}$  در محلول  $MgSO_4$  برابر غلظت منیزیم سولفات است. بنابراین در محلولی با  $pH = 9$ ، غلظت منیزیم سولفات حداکثر برابر  $0/15 mol.L^{-1}$  می‌شود.

### مسائل اسید و باز در کنار محلول

درصد جرمی: gr حل شده در ۱۰۰gr محلول

انحلال‌پذیری: gr حل شده در ۱۰۰gr آب

هرگاه درصد جرمی در کنار چگالی بود بهتر است از رابطه  $M = \frac{100ad}{\text{جرم مولی}} \times \frac{gr}{lit}$  استفاده کرد که در این رابطه، واحد ۱۰۰ad بر حسب  $\frac{gr}{lit}$  است و

واحد چگالی  $\frac{gr}{mL}$  می‌باشد.

۱۸۵. اگر درصد یونش اسید ضعیف HA در دمای معین با چگالی  $1/2 g.mL^{-1}$  و  $pH = 1/5$  برابر ۱٪ باشد، درصد جرمی این ترکیب کدام است؟ (جرم مولی HA برابر ۸۰ گرم بر مول است.)

۳۶ (۴)

۲۵ (۳)

۲۰ (۲)

۱۵ (۱)

۱۸۶. pH محلولی از باز قوی  $A(OH)_2$  برابر ۱۴ است. اگر چگالی محلول برابر  $1/10$  گرم بر میلی‌لیتر باشد، درصد جرمی محلول به تقریب کدام است؟ ( $A(OH)_2 = 121 g.mol^{-1}$ )

۹/۹۰ (۴)

۴/۴۵ (۳)

۱۱/۰۹ (۲)

۵/۵ (۱)



$$ppm = 10^4 \alpha$$

گاهی بجای درصد جرمی می‌تواند ppm بدهد.



**تست چالشی ۷.** ثابت یونش اسید ضعیف HA به ازای هر ۱۰ درجه سلسیوس افزایش دما، ۱۲/۵ درصد به صورت خطی افزایش می‌یابد. اگر ثابت یونش این اسید در ۴۵°C برابر  $2 \times 10^{-4}$  و غلظت HA در ۲۵°C، پس از یونش، برابر ۶ مولار باشد، نسبت شمار یون‌های هیدروکسید به شمار یون‌های هیدرونیوم در محلول آن با دمای ۲۵°C به تقریب کدام است و در کدام دما (با یکای °C) نسبت شمار یون‌های هیدروکسید به شمار یون‌های هیدرونیوم کم‌تر است؟

(۱)  $2.0 \times 10^{-11}$  (۲)  $3.6 \times 10^{-12}$  (۳)  $2.6 \times 10^{-12}$  (۴)  $3.0 \times 10^{-11}$

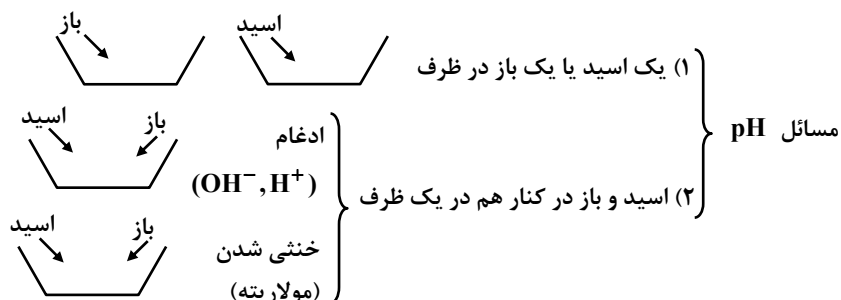
**پاسخ:** ثابت یونش اسید در دمای ۴۵°C برابر با  $2 \times 10^{-4}$  است. با توجه به اطلاعات داده شده در رابطه با تغییر مقدار ثابت یونش، می‌توان گفت ثابت یونش این اسید در دمای ۲۵°C باید حدود ۲۵٪ کمتر از ثابت یونش آن در دمای ۴۵°C باشد. در چنین شرایطی، می‌توان گفت ثابت یونش اسید در دمای ۲۵°C برابر  $1.5 \times 10^{-4}$  است. بر این اساس، داریم:

$$25^\circ\text{C}: K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} \rightarrow 1.5 \times 10^{-4} = \frac{[H^+]^2}{6} \Rightarrow [H^+] = 0.0003 \text{ mol.L}^{-1}$$

با توجه به غلظت یون هیدروژن در این محلول، داریم:

$$[H^+] \times [OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow 0.0003 \times [OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow [OH^-] = 3.3 \times 10^{-11} \text{ mol.L}^{-1}$$

در محلول اسید موردنظر، با افزایش دما مقدار  $K_a$  بیشتر شده و اسید به مقدار بیشتری یونش پیدا می‌کند، پس می‌توان گفت با افزایش دما، مقدار یون هیدروژن بیشتر شده و نسبت میان غلظت یون  $OH^-$  به یون  $H^+$  کاهش پیدا می‌کند.



### (C) مسائل ادغام اسید و باز قوی:

در ادغام اسید و باز اگر هر دو اسید بود باید مول  $H^+$  ها را با هم جمع کنیم و اگر هر دو باز بود باید مول  $OH^-$  را جمع کنیم ولی اگر یکی اسید یکی باز باشد اختلاف مول  $H^+$  و  $OH^-$  مهم است.

اسید و باز ادغام شود ←

اسید و باز خنثی شود ←

**نکته:** واژه‌های اضافه شدن - مخلوط شدن و ... نشان‌دهنده ادغام اسید و باز است.

**مثال ۱۸۷.** چنانچه ۲۰۰ میلی HCl با pH = ۱ با ۳۰۰ میلی لیتر HI با pH = ۰ مخلوط کرده باشیم

(۱) pH محلول نهایی کدام است؟

$$\left. \begin{aligned} HCl \rightarrow pH=1 \rightarrow H^+ &= 10^{-1} \frac{\text{mol}}{\text{lit}} \times 0.2 \text{ lit} = 0.02 \text{ mol} \\ HI \rightarrow pH=0 \rightarrow H^+ &= 1 \times 0.3 \text{ lit} = 0.3 \text{ mol} \end{aligned} \right\} \Rightarrow H^+ = \frac{0.32}{0.5} \text{ mol}$$

$$H^+ = 6.4 \times 10^{-2} \Rightarrow pH = 2 - \log 6.4 = 2 - \log 2^6 = 2 - 6 \log 2 = 2 - 1.8 = 0.2$$

**۱۸۸. تست** اگر ۵۰۰ میلی لیتر محلول هیدروکلریک اسید با  $\text{pH} = 1/3$  را با ۲۵۰ میلی لیتر محلول نیتریک اسید با  $\text{pH} = 0/7$  و ۱/۷۵ لیتر آب خالص مخلوط کنیم،  $\text{pH}$  محلول حاصل کدام است؟

(۱) ۱/۵ (۲) ۱/۷ (۳) ۲/۱ (۴) ۲/۴

**۱۸۹. تست** مطابق شکل، به ۵۰۰ میلی لیتر محلول پتاس با  $\text{pH} = 11$ ، مقدار ۱۴/۰ گرم  $\text{KOH(s)}$  اضافه می کنیم، اگر از تغییر حجم صرف نظر شود،  $\text{pH}$  محلول به چه عددی می رسد؟ ( $\text{KOH} = 56 \text{ g.mol}^{-1}$ )

$\text{KOH } 14 \text{ gr}$   
↓  
۵۰۰mL →  $\text{pH} = 11$

(۱) ۱۲/۲ (۲) ۱۱/۲ (۳) ۱۱/۸ (۴) ۱۲/۸

**مثال ۱۹۰.** ۴/۰ گرم  $\text{NaOH}$  را در آب حل کرده و اگر به آن ۱۰۰ میلی لیتر از  $\text{KOH}$  با  $\text{pH} = 13$  اضافه کنیم و ۴۰۰ میلی لیتر آب با  $\text{pH} = 7$  اضافه کنیم  $\text{pH}$  نهایی کدام است؟



**۱۹۱. تست** در دمای  $25^\circ\text{C}$ ، به ۲۰۰mL محلول هیدروکلریک اسید با  $\text{pH} = 1/3$  مقدار ۳۰۰mL محلول سود با  $\text{pH} = 13$  اضافه می کنیم.  $\text{pH}$  حاصل؟

(۱) ۱۲/۹ (۲) ۱۲/۶ (۳) ۱/۴ (۴) ۱/۱

**۱۹۲. تست** ۲۵۰ میلی لیتر محلول هیدروکلریک اسید ۲/۰ مولار، ۱۰۰ میلی لیتر محلول پتاسیم هیدروکسید ۱/۰ مولار و ۱۵۰ میلی لیتر محلول  $\text{NaOH}$  که در هر لیتر از آن، ۴ گرم حل شونده وجود دارد، با یکدیگر مخلوط می شوند. به این محلول، چند میلی لیتر آب مقطر اضافه شود تا  $\text{pH}$  محلول حاصل، برابر ۱/۷ شود؟ (حجم محلول ها جمع پذیر در نظر گرفته شود،  $\text{H} = 1, \text{O} = 16, \text{Na} = 23 \text{ g.mol}^{-1}$ ) **(کنکور ۱۴۰۳)**

(۱) ۱۵۰۰ (۲) ۱۲۵۰ (۳) ۷۵۰ (۴) ۵۰۰

**نکته!**

با توجه به اینکه در ادغام اسید و باز  $\alpha = 100\%$  است در برخی از کتاب تست‌ها از رابطه‌های زیر استفاده نمی‌شود!!!!

$$M = \frac{M_1 V_1 \pm M_2 V_2}{V_1 \pm V_2} \quad ???$$

**نکته!**

هرگاه در سوال ادغام اسید و باز pH محلول نهایی داده شد باید دقت کنید کدام الگوی زیر می‌باشد.

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{mol اسید} - \text{mol باز} = \text{mol اسید} \\ \text{mol باز} - \text{mol اسید} = \text{mol باز} \end{array} \right.$$

$$\text{molH}^+ - \text{molOH}^- = \text{molH}^+$$

$$\text{molOH}^- - \text{molH}^+ = \text{molOH}^-$$

**۱۹۳.** به ۱۰۰ mL محلول  $\text{HNO}_3$  با  $\text{pH} = 1$  چند گرم سود اضافه کنیم تا  $\text{pH} = 13$  برسد؟

(۴) ۰/۰۰۸

(۳) ۸

(۲) ۰/۰۸

(۱) ۰/۸

**۱۹۴.** به یک دسی‌لیتر محلول نیتریک اسید با  $\text{pH} = 1/7$ ، چند گرم سود با خلوص ۸۰٪ اضافه کنیم تا  $\text{pH} = 2$  شود؟ (از تغییر حجم صرف نظر شود.)

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

(۴) ۰/۳۲

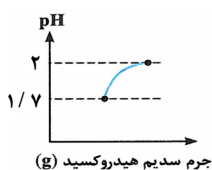
(۳) ۰/۰۳۲

(۲) ۰/۵

(۱) ۰/۰۵

**توجه!**

گاهی می‌توان اطلاعات سوال را در نمودار همانند شکل زیر مطرح کرد:



**۱۹۵.** چند میلی‌لیتر از محلول  $\text{HNO}_3$  با  $\text{pH} = 1$  به ۲۰۰ mL محلول  $\text{HBr}$  با  $\text{pH} = 0$  اضافه کنیم تا pH نهایی برابر با ۰/۵ شود؟

(۴) ۱۰۵۰

(۳) ۱۷۵

(۲) ۷۰۰

(۱) ۳۵۰

12/9 (1)

## 6 (1)

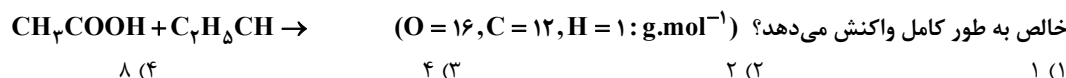
در مثال صفحه قبل:

- غلظت یون هیدرونیوم  $\text{HCl}$  ☐  $\text{HF}$
- $\text{pH}$   $\text{HCl}$  ☐  $\text{HF}$
- تعداد مول  $\text{NaOH}$  برای خنثی شدن  $\text{HCl}$  ☐  $\text{HF}$
- حجم گاز  $\text{H}_2$  در واکنش با  $\text{Mg}$   $\text{HCl}$  ☐  $\text{HF}$
- سرعت واکنش با فلز  $\text{Mg}$  در نخستین لحظه انجام واکنش:  $\text{HCl}$  ☐  $\text{HF}$

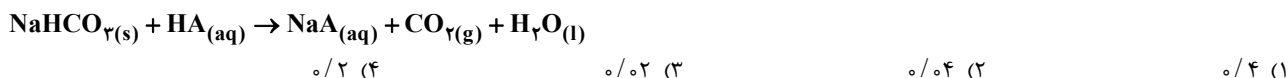
هرگاه در سوال عنوان شد اسید و باز خنثی می شود باید از  $\text{pH}$  به  $\text{M}$  برسیم و بعد از آن یک استوکیومتری ساده حل کنیم. یک طرف استوکیومتری حتماً  $\text{MV}$  (یعنی مولار  $\times$  حجم) می باشد و طرف دیگر آن هر چندی از استوکیومتری می تواند باشد.

$$\frac{\text{gr}}{\text{جرم مولی}} = \text{mol} = \frac{\text{حجم}}{\text{مولار}} \times V$$

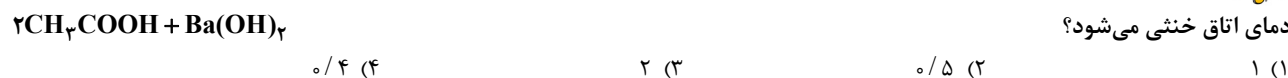
۱۹۶. ۲۰۰ میلی لیتر محلول استیک اسید با  $\text{pH} = 2/7$  و درجه یونش ۰/۰۲ در اختیار داریم. محلول موردنظر، با چند گرم اتانول ۰/۲۳ خالص؟



۱۹۷. اگر  $\text{pH}$  محلولی از اسید  $\text{HA}$  ( $\alpha = 0/4$ ) برابر ۲/۴ باشد، ۱۰۰ mL از این محلول با چند گرم سدیم هیدروژن کربنات ۰/۲۱ خالص واکنش می دهد؟ ( $\text{Na} = 23, \text{O} = 16, \text{C} = 12, \text{H} = 1: \text{g.mol}^{-1}$ )



۱۹۸. ۰/۵ لیتر محلول استیک اسید با  $\text{pH} = 3/3$  و درصد یونش ۲/۵ درصد، با چند لیتر محلول باریم هیدروکسید با  $\text{pH} = 12$  در دمای اتاق خنثی می شود؟



استفاده نکنیم!



در برخی از کتب سوالات خنثی شدن از رابطه زیر حل می کنند.

$$\frac{M_1 V_1}{n_1} = \frac{M_2 V_2}{n_2}$$

۱۹۹. pH محلولی از باریم هیدروکسید برابر با ۱۲/۶ است. اگر ۳۰۰ میلی‌لیتر از این محلول با ۱۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۳ مولار اسید  $H_xA$  به طور کامل واکنش بدهد، مقدار x کدام است؟

$xBa(OH)_2 = 2H_xA \rightarrow$

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۲۰۰. اگر برای پاک کردن ۱۴/۲ گرم اسید چرب موجود در لوله‌ی آب، به ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول سدیم هیدروکسید با  $pH = 13/4$  نیاز باشد، در ساختار اسید چرب تعداد کربن کدام است؟ (اسید چرب را یک عاملی و گروه R در آن را زنجیر آلکیل در نظر بگیرید.) ( $O = 16, C = 12, H = 1 : g.mol^{-1}$ )

$RCOOH + NaOH \rightarrow$

(۱) ۱۶ (۲) ۱۷ (۳) ۱۸ (۴) ۱۵

**جواب است**

$$pH = 13/4 \rightarrow pOH = 0/6 \rightarrow OH^- = 10^{-6} = 10^{-1} \times 10^{-5/6}$$

$10^{-5/6} = \frac{1}{4}$

۲۰۱. m گرم دی‌نیتروژن پنتاکسید خالص را در مقداری آب حل می‌کنیم، سپس حجم محلول را به یک لیتر می‌رسانیم. اگر ۱۰۰ میلی‌لیتر از این محلول بتواند ۵۰۰ میلی‌لیتر سدیم هیدروکسید با  $pH = 12/7$  را خنثی کند، m کدام است؟ ( $O = 16, N = 14 : g.mol^{-1}$ )

$N_2O_5(s) + H_2O(l) \rightarrow HNO_3(aq)$

$HNO_3(aq) + NaOH(aq) \rightarrow NaNO_3(aq) + H_2O(l)$

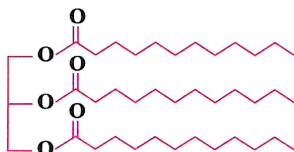
(۱) ۲۷ (۲) ۱۳/۵ (۳) ۲۹ (۴) ۱۴/۵

سؤالات پیشرفته خنثی شدن:

۲۰۲. به ۴/۰ گرم کلسیم کربنات مقدار ۵۰ mL محلول هیدروکلریک اسید با  $\text{pH} = ۱$  می افزاییم و مشاهده می کنیم که برای خنثی نمودن اسید باقی مانده، مقدار ۱۰ mL محلول سدیم هیدروکسید با  $\text{pH} = ۱۳/۳$  در دمای  $۲۵^{\circ}\text{C}$  لازم است. درصد خلوص کلسیم کربنات در نمونه ی اولیه کدام است؟

- (۱) ۳۵ (۲) ۷۰ (۳) ۳۷/۵ (۴) ۷۵

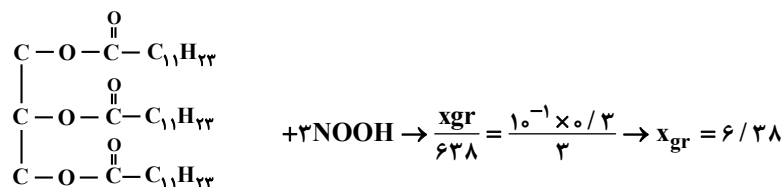
۲۰۳. استر سنگین زیر را در نظر بگیرید. با استفاده از ۳۰۰ میلی لیتر محلول سود با  $\text{pH} = ۱۳$ ، چند گرم از این ماده را می توان به یک پاک کننده صابونی تبدیل کرد؟ ( $\text{O} = ۱۶, \text{C} = ۱۲, \text{H} = ۱: \text{g.mol}^{-1}$ )



- (۱) ۹/۵۷ (۲) ۶/۳۸ (۳) ۱۹/۱۴ (۴) ۲۵/۵۲

$$\text{POH} = ۱ \rightarrow \text{OH}^{-} = ۱۰^{-۱} = \text{M}$$

پاسخ:



۲۰۴. ۲۰۰ میلی لیتر از محلول پتاسیم هیدروکسید ۰/۶ مولار، توسط  $V_1$  میلی لیتر محلول  $\text{HCl}$  با  $\text{pH} = ۰/۷$  خنثی می شود. در واکنش دوم، ۵۰۰ میلی لیتر از محلول باریوم هیدروکسید با  $\text{pH} = ۱۲$  در دمای اتاق، توسط  $V_2$  میلی لیتر از همان محلول  $\text{HCl}$  خنثی می شود.

نسبت  $\frac{V_1}{V_2}$  کدام است؟

- (۱) ۲۴ (۲) ۳۶ (۳) ۶۰ (۴) ۴۸

۲۰۵. در دمای  $۲۵^{\circ}\text{C}$ ، ۲۰۰ mL محلول  $\text{HA}$  با  $\text{pH} = ۳/۳$  و ثابت یونش  $۱۰^{-۶}$  با چند mL محلول  $\text{BOH}$  با  $\text{pH} = ۱۱/۳$  و درصد یونش ۵/۰ درصد خنثی می شود؟

- (۱) ۲۵۰ (۲) ۱۲۵ (۳) ۵۰ (۴) ۴۰

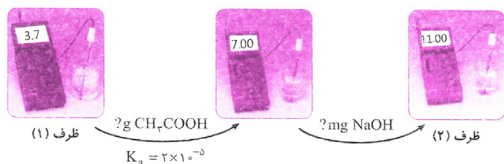
$\gamma()$ 

٢٠ (١)

$$\frac{0.04 \times 1}{1} = \frac{1.0 \times 4 \times 1 \times V}{4.0 \times 1} \Rightarrow V = 0.04 \text{ lit} = 40 \text{ mlit}$$

٤/٣٢ (١)

$$\Rightarrow \frac{M_1 \times \circ / \tau}{\tau} = \frac{\tau / \Delta \times 1 \circ^{-\tau} \times \circ / \circ \Delta}{1} \rightarrow M_1 = \tau \times 1 \circ^{-\tau} \Rightarrow \frac{xgrN_r O_\Delta}{(1 \circ \Delta \times 1)} = \frac{\tau \times 1 \circ^{-\tau} \times \tau}{\tau} \Rightarrow x = \tau / 1\phi$$



**تست جالشی ۱۰.** در شکل‌های زیر به ترتیب از راست به چپ، چند گرم ماده حل‌شونده به ظرف (۱) و چند میلی گرم ماده حل‌شونده به ظرف (۲) افزوده شده است؟ (حجم نهایی موجود در هر ظرف را ۱ لیتر در نظر بگیرید و

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

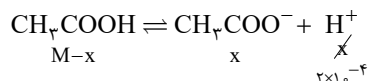
$$40.1/32 (4)$$

$$40.1/132 (3)$$

$$40.1/32 (2)$$

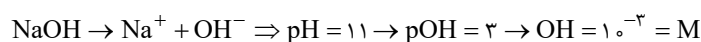
$$40.1/132 (1)$$

$$pH = 3/7 \rightarrow H = 10^{-3/7} = 10^{-0.43} \times 10^{0.43} = 2 \times 10^{-4}$$



$$2 \times 10^{-4} = \frac{2 \times 10^{-4} \times 2 \times 10^{-4}}{M - 2 \times 10^{-4}} \rightarrow M - 2 \times 10^{-4} = 2 \times 10^{-3} \rightarrow M = 22 \times 10^{-4}$$

$$22 \times 10^{-4} = \frac{mol}{1} \Rightarrow mol = 22 \times 10^{-4} \xrightarrow{\times 60} 0.132 gr$$



$$10^{-3} = \frac{mol}{1} \Rightarrow mol = 10^{-3} = \frac{gr}{40} \Rightarrow gr = 40 \times 10^{-3} gr = 40 mgr$$

پاسخ:

### خارج از کتاب درسی

**نکته:** اگر با افزودن آب خالص به یک محلول، حجم آن را  $n$  برابر کنیم بدین معنی است که آن محلول را  $n$  مرتبه رقیق کرده‌ایم. برای درک بهتر این نکته به رابطه‌ی مقابل توجه کنید.

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{تعداد مول‌های حل شده}}{\text{حجم محلول (لیتر)}}$$

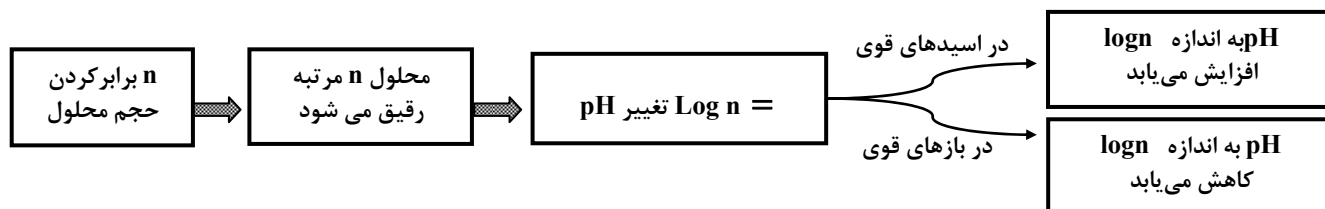
همان‌طور که از این فرمول پیداست، حجم محلول با غلظت مولی رابطه‌ی عکس دارد بنابراین اگر مثلاً با ریختن آب خالص، حجم محلول را ۲ برابر کنیم، غلظت مولی آن به  $\frac{1}{2}$  غلظت اولیه می‌رسد به عبارت دیگر محلول را ۲ مرتبه رقیق کرده‌ایم. همچنین اگر با ریختن آب خالص، حجم محلول را ۱۰ برابر کنیم، غلظت مولی آن به  $\frac{1}{10}$  غلظت اولیه می‌رسد به عبارت دیگر محلول مورد نظر ۱۰ برابر رقیق می‌شود. خلاصه این که اگر با افزودن آب خالص، حجم محلول را  $n$  برابر کنیم، آن محلول،  $n$  مرتبه رقیق می‌شود.

**نکته مهم:** با توجه به این که pH یک مقیاس لگاریتمی است، می‌توان گفت که اگر یک محلول را  $n$  مرتبه رقیق کنیم، pH آن به اندازه‌ی  $\log n$  تغییر می‌کند.

$$pH \text{ تغییر} = \log n$$

$n$ : تعداد مرتبه‌های رقیق شدن

**نتیجه:** به طور خلاصه می‌توان گفت که اگر با افزودن آب خالص به محلول اسید قوی یا باز قوی، حجم محلول را  $n$  برابر کنیم، محلول مورد نظر  $n$  مرتبه رقیق می‌شود و pH آن به اندازه‌ی  $\log n$  تغییر می‌کند. بدیهی است که در مورد اسیدهای قوی، pH به اندازه‌ی  $\log n$  افزایش و در مورد بازهای قوی pH به اندازه‌ی  $\log n$  کاهش می‌یابد.



اگر اسیدهای قوی تا  $n$  مرتبه رقیق شوند، pH به اندازه‌ی  $\log n$  افزایش می‌یابد. اما اگر اسیدهای ضعیف تا  $n$  مرتبه رقیق شوند، pH به اندازه‌ی  $\frac{1}{2} \log n$  افزایش خواهد یافت.

چند برابر شدن حجم محلول:  $n_v$  : تغییر pH محلول اسیدی:  $\Delta pH$  : اسیدهای قوی:  $\Delta pH = \log n_v$

چند برابر شدن حجم محلول:  $n_v$  : تغییر pH محلول اسیدی:  $\Delta pH$  : اسیدهای ضعیف:  $\Delta pH = \frac{1}{2} \log n_v$

**۲۰۹.** اگر محلولی از HCl را ۱۰ مرتبه رقیق کنیم، pH آن چه تغییری می‌کند؟

**پاسخ:** طبق فرمول نمی‌توان نوشت:  
یعنی pH محلول یک درجه تغییر می‌کند. از طرفی همانطور که اشاره کردیم، با رقیق کردن یک اسید، pH افزایش می‌یابد. پس pH این محلول یک درجه افزایش می‌یابد.

**۲۱۰.** اگر محلولی از HCl را ۱۰۰ مرتبه رقیق کنیم، pH آن چه تغییری می‌کند؟

**پاسخ:** طبق فرمول می‌توان نوشت:  
یعنی pH محلول دو درجه تغییر می‌کند. از طرفی چون اسید را رقیق کرده‌ایم، pH آن به pH آب نزدیک می‌شود. پس pH محلول ۲ درجه افزایش می‌یابد.

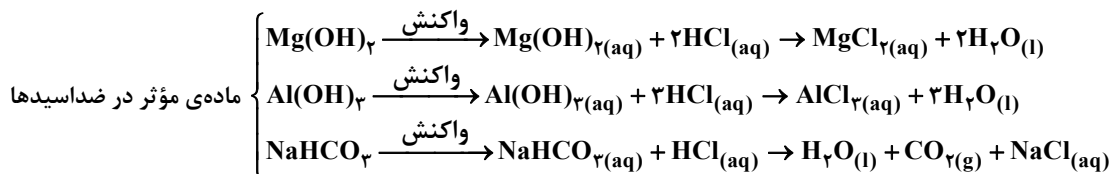
**۲۱۱.** اگر به ۲۰ mL محلولی از هیدروبرمیک اسید با  $pH = 2/6$ ، مقدار ۸۰ mL آب خالص بیفزاییم، pH آن به چه عددی می‌رسد؟

**پاسخ:** طبق اطلاعات موجود می‌توان نوشت:  
بنابراین حجم محلول را از ۲۰ mL به ۱۰۰ mL رسانده‌ایم. به عبارت دیگر حجم محلول را ۵ برابر کرده‌ایم. پس محلول موردنظر ۵ برابر رقیق شده است. در نتیجه می‌توان نوشت:  
پس pH محلول HBr به اندازه‌ی ۰/۷ درجه افزایش می‌یابد. یعنی pH آن از ۲/۶ به ۳/۳ می‌رسد.  
 $pH = 2/6 + 0/7 = 3/3$

## داروهای ضد اسید معده‌ای

با ورود غذا به معده انسان، غدد موجود در دیواره معده برای از بین بردن میکروب‌های موجود در غذاها و فعال کردن آنزیم‌های گوارشی، شروع به ترشح هیدروکلریک اسید می‌کنند. در بدن انسان بالغ، روزانه بین ۲ تا ۳ لیتر شیره معده تولید می‌شود که غلظت یون هیدرونیوم در آن حدوداً  $0.3 \text{ mol.L}^{-1}$  است. با به حساب سرانگشتی، متوجه میشویم که pH اسید ترشح شده در معده تقریباً برابر ۱/۵ است و به همین خاطر، فضای درون معده را می‌توان یک محیط اسیدی به حساب آورد؛ به طوری که این اسید می‌تواند فلز روی را در خود حل کند. دیواره داخلی معده، به طور طبیعی مقدار اندکی از یون‌های هیدرونیوم ترشح شده را مجدداً جذب می‌کند. این فرایند، سبب نابودی برخی از سلول‌های سازنده دیواره معده می‌شود. در این شرایط، اگر مقدار اسید موجود در معده به هر دلیلی بیش از اندازه باشد، مقدار یون‌های هیدرونیوم جذب شده توسط دیواره معده بیشتر شده و مقدار بیشتری از سلول‌های دیواره معده آسیب می‌بینند. آسیب به سلول‌های دیواره معده، سبب درد، التهاب و گاهی خونریزی معده می‌شود.

در این شرایط، پزشکان برای مقابله با این مقدار اضافی از اسید موجود در معده، از داروهایی به نام ضداسید یا همون آنتی اسید استفاده می‌کنند. این داروها خاصیت بازی داشته و با ورود به معده، سبب خنثی کردن اسید معده و افزایش pH محتویات معده می‌شوند. مواد مؤثر موجود در ضداسیدهای مختلف، شامل منیزیم هیدروکسید ( $\text{Mg(OH)}_2$ )، آلومینیم هیدروکسید ( $\text{Al(OH)}_3$ ) و سدیم هیدروژن کربنات (جوش شیرین یا  $\text{NaHCO}_3$ ) می‌شود. این مواد براساس معادله‌های زیر با اسید معده واکنش می‌دهند:



• pH شیره معده به قدری پایین است که سبب از بین رفتن حدود نیم میلیون یاخته از بافت دیواره معده در هر دقیقه می‌شود. برگشت شیره معده به مری، ریفلاکس معده نام دارد که سبب ایجاد بوی ترش در گلو و دهان می‌شود. ساده‌ترین روش درمان ریفلاکس معده، افزایش تعداد وعده‌های غذایی در روز و کاهش حجم هر وعده غذایی است.

• شیر منیزی، یکی از رایج‌ترین ضداسیدهای مورد استفاده به شمار می‌رود که ماده مؤثر موجود در آن، منیزیم هیدروکسید است. • شربت معده، یک داروی ضداسید است که محتوی  $\text{Al(OH)}_3$  و  $\text{Mg(OH)}_2$  می‌باشد. از آنجا که ترکیبات موجود در این دارو انحلال پذیری بسیار کمی در آب دارند، شربت معده را می‌توان یک مخلوط ناهمگن و متعلق به دسته سوسپانسیون‌ها به حساب آورد.

- در زمان استراحت، pH محتویات معده حدوداً به اندازه ۲ واحد افزایش پیدا کرده و به ۳/۶ می رسد. غلظت یون هیدرونیوم موجود در شیره معده در این شرایط برابر  $10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$  است.
- داروهای ضداسید مختلف، می توانند حاوی یک یا چند مورد از مواد مؤثر نام برده شده باشند.
- واکنش میان محلول هیدروکلریک اسید با محلول سدیم هیدروژن کربنات از دیدگاه ذره ای به صورت مقابل است:
- یون‌های هیدروژن کربنات ( $\text{HCO}_3^-$ ) شرکت کننده در این واکنش، ابتدا یک یون هیدروژن را جذب کرده و به کربنیک اسید ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) تبدیل می شوند. از آنجا که ذرات کربنیک اسید ناپایدار هستند، به سرعت به گاز کربن دی اکسید و مولکول‌های آب تجزیه می شوند.
- از آن جا که اضافه کردن محلول سدیم هیدروژن کربنات به یک محلول دیگر، سبب کاهش غلظت یون هیدروژن در آن محلول می شود، می توان گفت که محلول سدیم هیدروژن کربنات یک محلول بازی با pH بزرگتر از ۷ است.
- برای افزایش قدرت پاک کنندگی چربی‌ها، به شوینده ها جوش شیرین (یا همون سدیم هیدروژن کربنات) می افزایند. اضافه کردن این ماده به شوینده ها، سبب افزایش خاصیت بازی آنها می شود و علاوه بر آن، در صورت استفاده از آب‌های سخت برای شست و شوی لباس‌ها، یون‌های  $\text{HCO}_3^-$  موجود در شوینده موردنظر با یون‌های منیزیم و کلسیم موجود در آب سخت تشکیل رسوب داده و این یون‌ها را از محلول خارج می کند.

### چند نکته در مورد سدیم هیدروژن کربنات

- ۱- سدیم هیدروژن کربنات یک ترکیب یونی است که فرمول شیمیایی آن به صورت  $\text{NaHCO}_3$  می باشد. آنیون این ترکیب، یون هیدروژن کربنات ( $\text{HCO}_3^-$ ) و کاتیون آن یون سدیم ( $\text{Na}^+$ ) است.
  - نام دیگر سدیم هیدروژن کربنات، جوش شیرین است.
  - ۲- سدیم هیدروژن کربنات، خاصیت بازی دارد و استفاده از آن در ضد اسیدها، باعث کاهش غلظت یون هیدرونیوم و در نتیجه افزایش pH شیره‌ی معده می شود. واکنش یون  $\text{HCO}_3^-$  با آب که باعث تولید یون هیدروکسید می شود، به صورت زیر است:
- $$\text{HCO}_3^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$$
- ۳- سدیم هیدروژن کربنات، با هیدروکلریک اسید موجود در معده به صورت زیر واکنش داده و آن را خنثی می کند. انجام این واکنش باعث کاهش اسید معده می شود.
- $$\text{NaHCO}_3(\text{aq}) + \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{NaCl}(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$$
- ۴- برای افزایش قدرت پاک کردن چربی‌ها، می توان به شوینده ها، مقداری جوش شیرین اضافه کرد؛ زیرا آنیون ( $\text{HCO}_3^-$ ) این ترکیب، در محلول آبی، یون هیدروکسید تولید کرده و محیط را بازی می کند، از طرفی یون هیدروکسید تولید شده، با چربی ها واکنش داده و گروه های آب دوست در ساختار چربی ایجاد می کند. این موضوع، سبب افزایش قدرت پاک کنندگی شوینده ها می شود.

۲۱۲. هر قاشق از نوعی داروی ضد اسید معده که دارای ۳۹۰ میلی گرم آلومینیم هیدروکسید است، چند لیتر اسید معده با  $\text{pH} = 1/5$  را می تواند خنثی کند؟ ( $\text{Al} = 27, \text{O} = 16, \text{H} = 1; \text{g.mol}^{-1}$ )

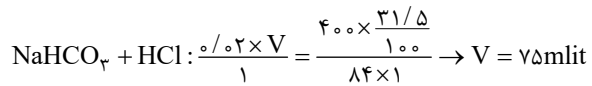
۱) ۲۰/۰      ۲) ۵۰/۰      ۳) ۲۵/۰      ۴) ۱۶/۰

۱۱. تست چالشی. غلظت هیدروکلریک اسید در اسید معدۀ فردی تقریباً  $0.2 \text{ mol.L}^{-1}$  است. یک قرص ضد اسید به جرم تقریبی ۴۰۰mg دارای ۴۳/۵٪ منیزیم هیدروکسید، ۳۱/۵٪ سدیم هیدروژن کربنات و ۲۵٪ سدیم کلرید است. این قرص با چند لیتر از اسید معده به طور کامل واکنش می دهد؟ ( $\text{Mg} = 24, \text{H} = 1, \text{O} = 16, \text{Na} = 23, \text{C} = 12; \text{g.mol}^{-1}$ )

۱) ۱۵۰/۰      ۲) ۲۲۵/۰      ۳) ۳۷۵/۰      ۴) ۴۵۰/۰

پاسخ:

$$\text{Mg(OH)}_2 + 2\text{HCl} : \frac{0.2 \times V}{2} = \frac{400 \times \frac{43.5}{100}}{58} \rightarrow V = 300 \text{ mlit}$$



$$\Rightarrow 300 + 75 = 375 \text{ mlit}$$

**نکته مهم:** بچه‌ها سوالاتی که ضد اسید مصرف می‌کنیم در واقع ادغام اسید و باز است و همواره

اسید mol = باز mol - اسید mol

**۲۱۳.** در بدن انسان روزانه ۲ لیتر شیر معده تولید می‌شود اگر  $\text{pH} = 2$  برای بدن مشکل ایجاد کند چند گرم جوش شیرین فرد بالغ

مصرف کند؟  $\text{NaHCO}_3 = 84$

(۴) ۰/۰۴

(۳) ۱/۶۸

(۲) ۸/۴

(۱) ۳/۳۶

پاسخ: گزینه ۱

دقت کنید سوال ادغام اسید و باز است. می‌دانیم غلظت اسید در شیر معده ۰/۰۳  $\frac{\text{mol}}{\text{lit}}$  است.

اسید mol = باز mol - اسید mol

$$0.03 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$$

? gr

$$\text{pH} = 2$$

$$\text{حجم} = 2 \text{ lit}$$

$$\text{حجم} = 2 \text{ lit}$$

$$0.06 \text{ mol}$$

$$\text{H}^+ = 10^{-2} \frac{\text{mol}}{\text{lit}} \times 2 \text{ lit} = 0.02 \text{ mol}$$

$$\text{? gr} = 0.04 \text{ mol} \times 84 = 3.36$$

صفحه یادداشت: