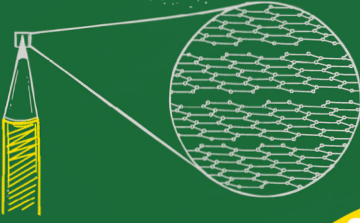
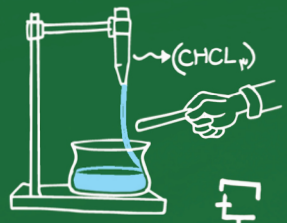


$$emf = E^{\circ}_{\text{کاتد}} - E^{\circ}_{\text{آند}}$$



# کتابخانه کلاس شیمی

## شیمی دوازدهم

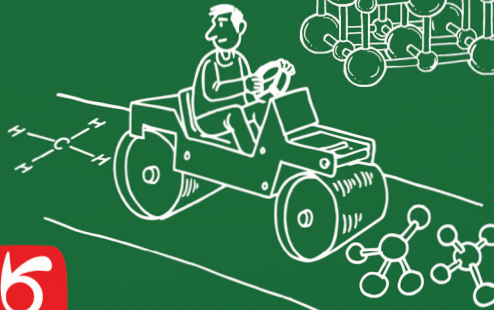
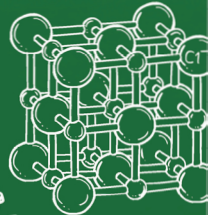
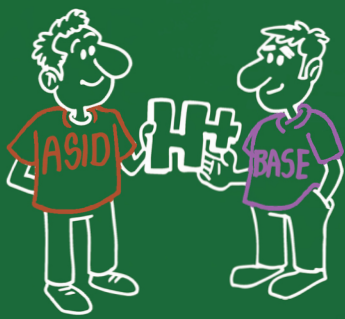
رشته ریاضی و تجربی

خسرو فیض آبادی

$$K_w = [H_3O^+][OH^-]$$

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

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



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



اسم همه جور کتاب شنیده بودیم؟ کتابی با این اسم (جزوه کلاس کنکور) نشنیده بودیم! این کتاب چه مدل کتابیه؟



در این کتاب‌ها یک دبیر با سابقه، تمام مطالبی که برای آمادگی در کنکور بهشون نیاز داری، به طور کامل، در حجم مناسب و به شکل کاملاً سازمان یافته بهت آموزش می‌ده. خلاصه این که دبیر هر چی در کلاسش می‌گه بدون هیچ سانسوری در این کتاب باهات در میون میذاره!

خب، در کتاب‌های تسه هم که آموزش داریم؟



در کتاب‌های تسه، مؤلف همه مطالب و نکات مورد نظرش رو در بخش درس نامه نمی‌یاره و بعضی از اون‌ها رو لابه‌لای پاسخ تسه‌ها مطرح می‌کنه. برای همین خواننده تا روز کنکور یا فویبایی به نام «توهم یادگیری ناقص (خیلی چیزها رو بلد نیستم! نکنه یادم بره! هیچی یادم نیست و...!)» دست و پنجه نرم می‌کنه! در این کتاب تمام، تأکید می‌کنم تمام مفاهیم و نکاتی که برای حل تسه‌ها به اون‌ها نیاز داری با ساختاری متفاوت از کتاب‌های بازار نوشته شده. در ضمن به سری قالب‌های آموزشی داریم (مثل کدینگ، تصویرسازی و...) که منحصر به فرد و فقط در کتاب‌های ما تعریف شده.



این کتاب‌ها برای چه گروهی از بچه‌ها نوشته شده؟



فرض ما در زمان تألیف این بوده که خواننده صفر کیلومتره و از ابتدای تیرین مطالب شروع به تدریس کردیم و تا جایی بالا رفتیم که می‌تونه شما رو به یک آزمون دهنده قهار تبدیل کنه. کافیه بخش‌هایی را که با عنوان «تکنیک» یا «ویژه بچه خفن‌ها» آوردیم بخونید تا متوجه منظورم بشید!

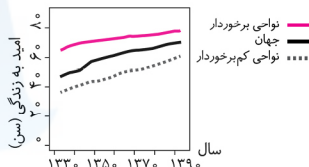


## «شاخص امید به زندگی»

✳ نشان می‌دهد با توجه به خطراتی که انسان‌ها در طول زندگی با آن مواجه‌اند، به طور میانگین چند سال در این جهان زندگی می‌کنند.

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

✳ نمودار زیر، مقایسه امید به زندگی برای مناطق برخوردار و کم‌برخوردار را با میانگین جهانی نشان می‌دهد:



✳ امید به زندگی در کشورها و مناطق برخوردار (توسعه یافته)، در مقایسه با کشورها و مناطق کم‌برخوردار بیشتر است.

✳ شیب نمودار امید به زندگی برای مناطق کم‌برخوردار نسبت به مناطق برخوردار بیشتر است.

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

## «شبهیه، شبیه را در خود حل می‌کند»

✳ مواد قطبی در حلال‌های قطبی حل می‌شوند. مانند انحلال لکه‌های شیرینی در آب

✳ مواد ناقطبی در حلال‌های ناقطبی حل می‌شوند. مانند انحلال وازلین ( $C_{25}H_{52}$ )، بنزین ( $C_8H_{18}$ ) و یا چربی‌ها در هگزان

✳ بیشتر ترکیب‌های یونی در آب حل می‌شوند. مانند حل شدن NaCl در آب

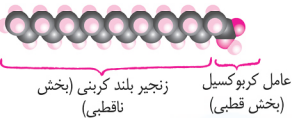
✳ ترکیب‌های یونی در مواد ناقطبی حل نمی‌شوند.

✳ برخی مواد قطبی، به دلیل توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی، انحلال‌پذیری زیادی در آب دارند. مانند عسل، اوره و اتیلن گلیکول

## «چربی‌ها»

✳ چربی‌ها مخلوطی از اسیدهای چرب و استرهای بلند زنجیر (یا جرم مولی زیاد) هستند.

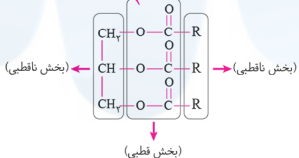
✳ اسیدهای چرب، کربوکسیلیک اسیدهایی با زنجیر بلند کربنی هستند. برای نمونه مدل فضا پرکن یک اسید چرب معروف به صورت زیر است:



✳ الگوی ساده برای نمایش اسیدهای چرب:



✳ استرهای بلند زنجیر، استرهایی است که از زنجیرهای بلند کربنی و سه گروه عاملی استری تشکیل شده‌اند. سه عامل استری



✳ الگوی ساده برای نمایش استرهای بلند زنجیر:



✳ در چربی‌ها نیروی بین مولکولی غالب از نوع واندروالسی است.

## «صابون»

✳ صابون، نمک اسید چرب است. یعنی اگر در ساختار اسیدهای چرب به جای هیدروژن گروه کربوکسیل، کاتیون  $Na^+$ ،  $K^+$  یا  $NH_4^+$  قرار دهیم، صابون به دست می‌آید.

✳ صابون سدیم در دمای اتاق جامد بوده و فرمول عمومی آن به صورت زیر است:



✳ صابون پتاسیم و آمونیوم در دمای اتاق مایع‌اند.

✳ صابون هم در چربی و هم در آب حل می‌شود.

✳ صابون خاصیت بازی دارد.

## «عوامل مؤثر بر قدرت پاک‌کنندگی صابون»

۱ مقدار صابون  $\uparrow$  ← قدرت پاک‌کنندگی  $\uparrow$

۲ دمای آب  $\uparrow$  ← قدرت پاک‌کنندگی  $\uparrow$

۳ نوع آب: صابون در آب سخت به خوبی کف نمی‌کند و قدرت پاک‌کنندگی آن کاهش می‌یابد.

✳ آب سخت، آبی است که مقادیر چشمگیری از یون‌های کلسیم و منیزیم دارد مانند آب دریا

✳ قدرت پاک‌کنندگی صابون در آب چشمه بیشتر از آب دریا است، زیرا آب چشمه، آب سخت نیست.

۴ نوع پارچه: برای مثال پس از شستن پارچه‌های پلی استری با صابون، درصد لکه باقیمانده روی آنها بیشتر از پارچه‌های نخی است.

۵ نوع صابون: قدرت پاک‌کنندگی صابون آنزیم‌دار بیشتر از صابون بدون آنزیم است.

## «صابون طبیعی (صابون مراغه)»

۱ معروف‌ترین صابون سنتی ایران است که در مراغه، آشتیان و رودبار تولید می‌شود.

۲ افزودنی شیمیایی ندارد و به دلیل خاصیت بازی برای موهای چرب استفاده می‌شود.

۳ برای تهیه این صابون، پیه (دنبه) 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.

۴ از نوعی صابون سنتی در تنور نان سنگک برای چرب کردن سطح سنگ‌ها استفاده می‌شود.

## «صابون‌های امروزی»

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

۲ صابون کلردار ← برای ضد عفونی‌کنندگی و میکروبی کشی

۳ صابون فسفات‌دار ← برای افزایش قدرت پاک‌کنندگی صابون

## «دسته‌بندی مخلوط‌ها»

۱ محلول: مخلوطی همگن از دو یا چند ماده

۲ سوسپانسیون: مخلوطی ناهمگن است که در آن ذره‌های جامد در مایع معلق‌اند. مانند: آب گل، آلود، شربت معده و شربت خاکشیر

۳ امولسیون: مخلوطی ناهمگن از دو یا چند ماده

۴ وقتی سوسپانسیون‌ها در مسیر نور قرار می‌گیرند می‌توانند برخلاف محلول‌ها نور را به اطراف پخش (پراکنده) کنند.

**کلونید:** مخلوطی ناهمگن است که رفتاری بین سوسپانسیون و محلول دارد. برای مثال، کلونید همانند سوسپانسیون نور را پخش می‌کند در حالی که همانند محلول‌ها، پایدار است و ته‌نشین نمی‌شود. به همین دلیل، می‌توان کلونیدها را پلی میان محلول‌ها و سوسپانسیون‌ها در نظر گرفت.

**ذره‌های سازنده کلونید:** توده‌های مولکولی با اندازه‌های متفاوت محلول > کلونید > سوسپانسیون: اندازه ذره‌ها

**«پاک‌کننده‌های غیرصابونی»**  
 بخش قطبی  $\text{SO}_3\text{Na}^+$   
 بخش ناپ قطبی R

۱. قدرت پاک‌کنندگی آنها بیشتر از صابون است.  
 ۲. در آب‌های سخت نیز خاصیت پاک‌کنندگی خود را حفظ می‌کنند زیرا با یون‌های موجود در آب‌های سخت رسوب نمی‌دهند.

**«پاک‌کننده‌های خورنده»**  
 از نظر شیمیایی فعالند و نباید با پوست تماس داشتند.  
 ۱. از این پاک‌کننده‌ها برای زودن رسوب تشکیل شده بر روی دیوارهٔ کتری، لوله‌ها و دیگ‌های بخار استفاده می‌شود.

**چند نمونه از پاک‌کننده‌های خورنده:**  
 ۱. هیدروکلریک اسید (جوهر نمک) و سرکه سفید که خاصیت اسیدی دارند.  
 ۲. سدیم هیدروکسید (سود سوزآور) و سفیدکننده‌های خانگی که خاصیت بازی دارند.

۳. پودر سدیم هیدروکسید و آلومینیم که برای باز کردن لوله‌هایی استفاده می‌شود که بر اثر تجمع چربی‌ها بسته شده‌اند. واکنش این پودر با آب گرماده بوده و تولید گاز هیدروژن می‌کند.

**«عملکرد شوینده‌های خورنده»**  
 ۱. واکنش زیر، مبنایی برای کاربرد شوینده‌ها و پاک‌کننده‌هاست:  

$$\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{l})$$

**نمونه ۱:** فرض کنید که مسیر لوله‌ای با مخلوطی از اسیدهای چرب مسدود شده است. برای باز کردن این لوله باید از محلول غلیظ سدیم هیدروکسید استفاده کرد. شکل کلی واکنش به صورت زیر است:  

$$\text{RCOOH}(\text{s}) + \text{NaOH}(\text{aq}) \rightarrow \text{RCOONa}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$$

فرآورده چنین واکنشی، خود نوعی پاک‌کننده است که در آب حل می‌شود و می‌تواند چربی‌های اضافی را بزداید.

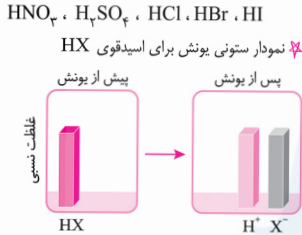
**«اهمیت اسیدها و بازها»**  
 ۱. اغلب میوه‌ها دارای اسیدند ( $\text{pH} < 7$ )  
 ۲. اغلب دروازه، خاصیت اسیدی یا بازی دارند.  
 ۳. برای کاهش میزان اسیدی بودن خاک به آن آبک (CaO) می‌افزایند.  
 ۴. ورود فاضلاب‌های صنعتی به محیط زیست، سبب تغییر pH محیط می‌شود.  
 ۵. زندگی بسیاری از آنزیم‌ها به میزان pH وابسته است.  
 ۶. تنظیم میزان اسیدی بودن شوینده‌ها ضروری است.

**«مدل آرنیوس»**  
 ۱. آرنیوس نخستین کسی بود که اسیدها و بازها را بر مبنای علمی توصیف کرد. او بر روی رسانایی الکتریکی محلول‌های آبی کار می‌کرد.  
 ۲. آرنیوس نشان داد که محلول اسیدها و بازها رسانایی جریان برق‌اند، هر چند میزان رسانایی آنها با یکدیگر یکسان نیست.

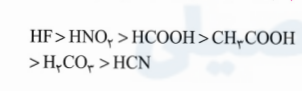
**توجه:** پیش از آنکه ساختار اسیدها و بازها شناخته شود، شیمیدان‌ها با ویژگی‌های اسیدها و بازها و برخی از واکنش‌های آنها آشنا بودند.  
 ۱. اسید آرنیوس ماده‌ای است که به هنگام حل شدن در آب، غلظت یون هیدرونیوم را افزایش می‌دهد. مانند  $\text{HCl}(\text{g})$

**«اسیدهای قوی»**  
 ۱. اسیدهایی هستند که بر اثر حل شدن در آب تقریباً به‌طور کامل یونش می‌یابند. مانند:  
 $\text{HNO}_3, \text{H}_2\text{SO}_4, \text{HCl}, \text{HBr}, \text{HI}$

نمودار ستونی یونش برای اسیدی HX  
 پیش از یونش  
 پس از یونش



**«اسیدهای ضعیف»**  
 ۱. اسیدهایی هستند که بر اثر حل شدن در آب به میزان جزئی یونش می‌یابند و شمار یون‌ها در محلول آنها کم است. فرایند یونش این اسیدها را به صورت برگشت‌پذیر (موثره) نشان می‌دهند.  
 ۲. ترتیب قدرت اسیدی اسیدهای ضعیف:



نمودار ستونی یونش برای اسید ضعیف HA  
 پیش از یونش  
 پس از یونش



**«انواع رسانایی»**

نوع رسانا	علت رسانایی	مثال
الکترونی	حرکت الکترون‌ها	فلزها و گرافیت
یونی	حرکت یون‌ها	محلول‌های یونی و نمک‌های مذاب

۱. قدرت پاک‌کنندگی آنها بیشتر از صابون است.  
 ۲. در آب‌های سخت نیز خاصیت پاک‌کنندگی خود را حفظ می‌کنند زیرا با یون‌های موجود در آب‌های سخت رسوب نمی‌دهند.

**«اهمیت اسیدها و بازها»**  
 ۱. اغلب میوه‌ها دارای اسیدند ( $\text{pH} < 7$ )  
 ۲. اغلب دروازه، خاصیت اسیدی یا بازی دارند.  
 ۳. برای کاهش میزان اسیدی بودن خاک به آن آبک (CaO) می‌افزایند.  
 ۴. ورود فاضلاب‌های صنعتی به محیط زیست، سبب تغییر pH محیط می‌شود.  
 ۵. زندگی بسیاری از آنزیم‌ها به میزان pH وابسته است.  
 ۶. تنظیم میزان اسیدی بودن شوینده‌ها ضروری است.

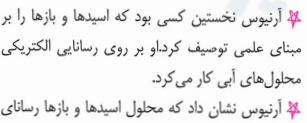
**«مدل آرنیوس»**  
 ۱. آرنیوس نخستین کسی بود که اسیدها و بازها را بر مبنای علمی توصیف کرد. او بر روی رسانایی الکتریکی محلول‌های آبی کار می‌کرد.  
 ۲. آرنیوس نشان داد که محلول اسیدها و بازها رسانایی جریان برق‌اند، هر چند میزان رسانایی آنها با یکدیگر یکسان نیست.

**توجه:** پیش از آنکه ساختار اسیدها و بازها شناخته شود، شیمیدان‌ها با ویژگی‌های اسیدها و بازها و برخی از واکنش‌های آنها آشنا بودند.

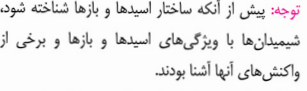
۱. اسید آرنیوس ماده‌ای است که به هنگام حل شدن در آب، غلظت یون هیدرونیوم را افزایش می‌دهد. مانند  $\text{HCl}(\text{g})$

۲. اسیدهای قوی هستند که بر اثر حل شدن در آب تقریباً به‌طور کامل یونش می‌یابند. مانند:  
 $\text{HNO}_3, \text{H}_2\text{SO}_4, \text{HCl}, \text{HBr}, \text{HI}$

نمودار ستونی یونش برای اسیدی HX  
 پیش از یونش  
 پس از یونش



**«اسیدهای ضعیف»**  
 ۱. اسیدهایی هستند که بر اثر حل شدن در آب به میزان جزئی یونش می‌یابند و شمار یون‌ها در محلول آنها کم است. فرایند یونش این اسیدها را به صورت برگشت‌پذیر (موثره) نشان می‌دهند.  
 ۲. ترتیب قدرت اسیدی اسیدهای ضعیف:



نمودار ستونی یونش برای اسید ضعیف HA  
 پیش از یونش  
 پس از یونش



**«عملکرد شوینده‌های خورنده»**  
 ۱. واکنش زیر، مبنایی برای کاربرد شوینده‌ها و پاک‌کننده‌هاست:  

$$\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{l})$$

**نمونه ۱:** فرض کنید که مسیر لوله‌ای با مخلوطی از اسیدهای چرب مسدود شده است. برای باز کردن این لوله باید از محلول غلیظ سدیم هیدروکسید استفاده کرد. شکل کلی واکنش به صورت زیر است:  

$$\text{RCOOH}(\text{s}) + \text{NaOH}(\text{aq}) \rightarrow \text{RCOONa}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$$

فرآورده چنین واکنشی، خود نوعی پاک‌کننده است که در آب حل می‌شود و می‌تواند چربی‌های اضافی را بزداید.

**«اهمیت اسیدها و بازها»**  
 ۱. اغلب میوه‌ها دارای اسیدند ( $\text{pH} < 7$ )  
 ۲. اغلب دروازه، خاصیت اسیدی یا بازی دارند.  
 ۳. برای کاهش میزان اسیدی بودن خاک به آن آبک (CaO) می‌افزایند.  
 ۴. ورود فاضلاب‌های صنعتی به محیط زیست، سبب تغییر pH محیط می‌شود.  
 ۵. زندگی بسیاری از آنزیم‌ها به میزان pH وابسته است.  
 ۶. تنظیم میزان اسیدی بودن شوینده‌ها ضروری است.

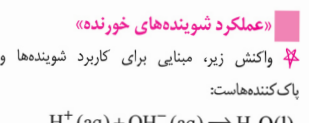
**«مدل آرنیوس»**  
 ۱. آرنیوس نخستین کسی بود که اسیدها و بازها را بر مبنای علمی توصیف کرد. او بر روی رسانایی الکتریکی محلول‌های آبی کار می‌کرد.  
 ۲. آرنیوس نشان داد که محلول اسیدها و بازها رسانایی جریان برق‌اند، هر چند میزان رسانایی آنها با یکدیگر یکسان نیست.

**توجه:** پیش از آنکه ساختار اسیدها و بازها شناخته شود، شیمیدان‌ها با ویژگی‌های اسیدها و بازها و برخی از واکنش‌های آنها آشنا بودند.

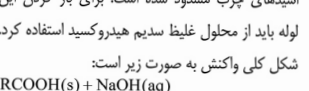
۱. اسید آرنیوس ماده‌ای است که به هنگام حل شدن در آب، غلظت یون هیدرونیوم را افزایش می‌دهد. مانند  $\text{HCl}(\text{g})$

۲. اسیدهای قوی هستند که بر اثر حل شدن در آب تقریباً به‌طور کامل یونش می‌یابند. مانند:  
 $\text{HNO}_3, \text{H}_2\text{SO}_4, \text{HCl}, \text{HBr}, \text{HI}$

نمودار ستونی یونش برای اسیدی HX  
 پیش از یونش  
 پس از یونش



**«اسیدهای ضعیف»**  
 ۱. اسیدهایی هستند که بر اثر حل شدن در آب به میزان جزئی یونش می‌یابند و شمار یون‌ها در محلول آنها کم است. فرایند یونش این اسیدها را به صورت برگشت‌پذیر (موثره) نشان می‌دهند.  
 ۲. ترتیب قدرت اسیدی اسیدهای ضعیف:



نمودار ستونی یونش برای اسید ضعیف HA  
 پیش از یونش  
 پس از یونش



محلول	در دمای ۲۵°C
اسیدی	$[H^+] > 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1} > [OH^-]$
خنثی	$[H^+] = 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1} = [OH^-]$
بازی	$[H^+] < 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1} < [OH^-]$

«تعیین pH آب و محلول‌های آبی»

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

مقدار pH با  $[H^+]$  رابطه عکس دارد. یعنی:

هر چه خاصیت اسیدی محلول بیشتر باشد  $[H^+]$  بیشتر است  $\leftarrow$  pH کمتر است.

هر چه خاصیت اسیدی محلول کمتر باشد  $[H^+]$  کمتر است  $\leftarrow$  pH بیشتر است.

در دمای ۲۵°C:

گستره pH  $\leftarrow$  صفر تا ۱۴

pH آب خالص و محلول‌های خنثی  $\leftarrow$  ۷

pH محلول‌های اسیدی  $\leftarrow$  کمتر از ۷

pH محلول‌های بازی  $\leftarrow$  بیشتر از ۷

«pH برخی از سامانه‌های بدن»

بزاق دهان  $\leftarrow$  ۷/۱ - ۵/۲ خون  $\leftarrow$  ۷/۴

شیره معده  $\leftarrow$  ۱/۸ - ۱/۶ روده کوچک  $\leftarrow$  ۸/۵

«رنگ گل ادریسی»

رنگ گل در خاک اسیدی ( $pH < 7$ )  $\leftarrow$  آبی

رنگ گل در خاک بازی ( $pH > 7$ )  $\leftarrow$  سرخ

«روش‌های اندازه‌گیری pH»

روش دقیق  $\leftarrow$  استفاده از دستگاه pH سنج

روش تقریبی  $\leftarrow$  استفاده از شناساگرها

«تعیین  $[H^+]$  به کمک pH»

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

«محاسبه pH محلول اسیدها»

مرحله ۱: محاسبه غلظت یون هیدرونیوم به کمک یکی از دو فرمول زیر:

درجه یونش  $\leftarrow$  غلظت اولیه اسید  
فرمول ۱:  $[H^+] = M \cdot \alpha$

فرمول ۲:  $[H^+] = \sqrt{K_a \cdot M}$  ( $\frac{K_a}{M} \leq 0.002$ )

فرمول ۲

مرحله ۲:  $pH = -\log[H^+]$

«محاسبه pH محلول بازها»

مرحله ۱: محاسبه غلظت یون هیدروکسید

$[OH^-] = M \cdot n \cdot \alpha$

n: تعداد یون‌های  $OH^-$  در فرمول شیمیایی باز است.

در مورد آمونیاک و آمین‌ها  $n = 1$  می‌باشد.

«ثابت یونش اسیدها ( $K_a$ )»

عبارت است از حاصل ضرب غلظت تعادلی یون‌های موجود در محلول تقسیم بر غلظت تعادلی آن اسید، برای نمونه:



$K_a = \frac{[H^+][F^-]}{[HF]}$

مقدار  $K_a$  تنها به دما بستگی دارد. پس با رقیق کردن محلول یک اسید،  $K_a$  ثابت می‌ماند.

یکای  $K_a$ ، مول بر لیتر ( $\text{mol.L}^{-1}$ ) است.

هر چه  $K_a$  بزرگتر  $\leftarrow$  قدرت اسیدی بیشتر در شرایط یکسان  $\leftarrow$   $[H^+]$  حاصل از یونش، بیشتر

رسانایی الکتریکی محلول اسید و سرعت واکنش آن با یک فلز معین، بیشتر

«رابطه  $K_a$  با  $[H^+]$ »

$K_a = \frac{[H^+]^2}{M - [H^+]}$  ( $\frac{K_a}{M} \leq 0.002$  یا  $\alpha \leq 0.05$ )

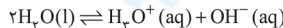
$K_a = \frac{[H^+]^2}{M} \Rightarrow [H^+] = \sqrt{K_a \cdot M}$

«رابطه  $K_a$  با  $\alpha$ »

$K_a = \frac{M \cdot \alpha^2}{1 - \alpha}$  ( $\frac{K_a}{M} \leq 0.002$  یا  $\alpha \leq 0.05$ )

$K_a = M \cdot \alpha^2$

«خود-یونش آب و ثابت تعادل آن»



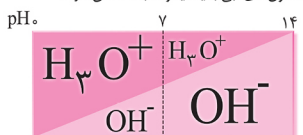
$K_w = [H_3O^+][OH^-]$

مقدار  $K_w$  به دما بستگی دارد.

در تمام محلول‌های آبی (اسیدی، بازی و خنثی) در دمای ۲۵°C همواره داریم:

$[H_3O^+][OH^-] = 10^{-14}$

غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید در محلول‌های آبی با یکدیگر نسبت عکس دارند.



درهمه محلول‌های آبی (اسیدی، بازی و خنثی)، یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید وجود دارند اما مقدار آنها متفاوت است.

«دسته‌بندی مواد بر اساس نوع حل شدن در آب»

غیرالکترولیت: به‌صورت مولکولی در آب حل می‌شود و محلول آن رسانای جریان برق نیست.

نمونه: شکر، اوره، استون و اتانول

الکترولیت ضعیف: بیشتر به صورت مولکولی حل می‌شود و تعداد کمی یون به وجود می‌آورد.

نمونه: اسیدها و بازهای ضعیف ( $NH_3$ ,  $HF$ )

الکترولیت قوی: در محلول به‌طور کامل به یون تبدیل می‌شود.

نمونه: ترکیب‌های یونی، اسیدها و بازهای قوی

همه محلول‌های الکترولیت، رسانایی الکتریکی یکسانی ندارند.

«درجه یونش»

شمار مول‌ها یا مولکول‌های یونیده شده = درجه یونش  
شمار کل مول‌ها یا مولکول‌های حل شده

گاهی به جای درجه یونش ( $\alpha$ ) از درصد یونش  $\alpha \times 100$  استفاده می‌کنند.

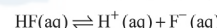
ماده	الکترولیت قوی	الکترولیت ضعیف	غیرالکترولیت
درجه یونش	یک	بین صفر و یک	صفر
درصد یونش	۱۰۰٪	بین صفر تا ۱۰۰٪	صفر

«واکنش‌های برگشت‌پذیر»

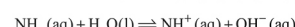
واکنش‌هایی هستند که می‌توانند در شرایط مناسب در هر دو جهت رفت و برگشت انجام شوند.

دو مثال مهم از واکنش‌های برگشت‌پذیر:

۱) واکنش یونش اسیدهای ضعیف در آب مانند:



۲) واکنش یونش بازهای ضعیف در آب مانند:



«ویژگی‌های مهم سامانه تعادلی»

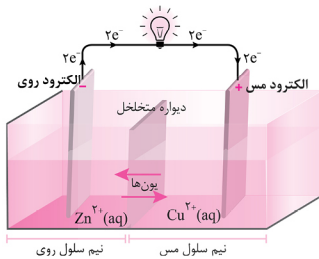
۱) نداشتن مبادله ماده با محیط پیرامون

۲) برابر بودن سرعت واکنش رفت با سرعت واکنش برگشت

۳) ثابت ماندن خواص ظاهری سامانه به ویژه غلظت واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌ها

توجه: هر واکنش تعادلی برگشت‌پذیر است اما هر واکنش برگشت‌پذیری لزوماً تعادلی نیست.

همانند شکل زیر به هم وصل کنیم و یک دیواره متخلخل بین آنها قرار دهیم، الکترون‌ها در مدار بیرونی جابه‌جا شده و جریان الکتریکی برقرار می‌شود و این جریان سبب روشن شدن لامپ خواهد شد.



### «آند و کاتد در سلول گالوانی»

آند ← الکترودی که در سطح آن، نیم‌واکنش اکسایش انجام می‌شود.

کاتد ← الکترودی که در سطح آن، نیم‌واکنش کاهش انجام می‌شود.

جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی (سیم فلزی) از آند به طرف کاتد است.

فلز در سلول‌های گالوانی، آند قطب منفی و کاتد قطب مثبت است.

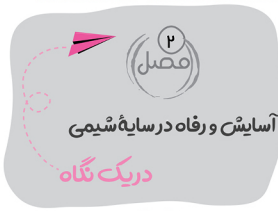
### «ولتاژ سلول گالوانی»

اندازه‌گیری پتانسیل هر یک از نیم‌سلول‌ها به‌طور جداگانه ممکن نیست تا از تفاوت میان آن دو به ولتاژ سلول (نیروی الکتروموتوری یا emf سلول) برسیم. از این رو، شیمی‌دان‌ها نیم‌سلول استاندارد هیدروژن (SHE) را به‌عنوان مبنا انتخاب کرده و پتانسیل آن را صفر در نظر گرفتند در ادامه با تشکیل سلول گالوانی از هر نیم‌سلول با SHE توانستند پتانسیل بسیاری از نیم‌سلول‌ها را در شرایط استاندارد اندازه‌گیری کرده و در جدولی به نام جدول E<sup>0</sup> یا سری الکتروشیمیایی ثبت کنند. نمونه‌ای از این جدول در صفحه ۲۷ کتاب درسی آمده است.

شرط استاندارد برای یک گونهٔ گازی دارا بودن فشار یک اتمسفر و برای یک گونهٔ محلول دارا بودن غلظت یک مولار است.

### «کاربردهای جدول E<sup>0</sup>»

- در ستون سمت راست جدول E<sup>0</sup> از بالا به پایین قدرت کاهندگی افزایش می‌یابد.
- در ستون سمت چپ جدول E<sup>0</sup> از پایین به بالا قدرت اکسندگی افزایش می‌یابد.



### «الکتروشیمی»

شاخه‌ای از دانش شیمی است که به مطالعهٔ تبدیل انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی و یا برعکس می‌پردازد.

سه قلمرو مهم الکتروشیمی

(ا) تأمین انرژی

(ب) تولید مواد

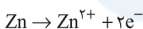
(پ) اندازه‌گیری و کنترل کیفی

### «اکسایش - کاهش»

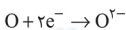
اکسایش ← از دست دادن الکترون

کاهش ← گرفتن الکترون

نیم‌واکنش اکسایش ← فرایندی است که e<sup>-</sup> در سمت راست آن قرار دارد. مانند:



نیم‌واکنش کاهش ← فرایندی است که e<sup>-</sup> در سمت چپ آن قرار دارد. مانند:



اکسنده ← باعث اکسایش گونهٔ دیگر می‌شود.

کاهنده ← باعث کاهش گونهٔ دیگر می‌شود.

### «نیم‌سلول»

فلز در این‌جا، منظور از نیم‌سلول، یک تیغهٔ فلزی (الکترودی) است که در محلولی از کاتیون‌های آب‌پوشیدهٔ خودش قرار دارد. برای مثال، نیم‌سلول مس شامل تیغه‌ای (الکترودی) از جنس فلز مس است که در محلول آبی دارای کاتیون مس (مثلاً CuSO<sub>4</sub>) قرار دارد.

### «سلول گالوانی»

نوعی سلول الکتروشیمیایی است که در آن با انجام خودبه‌خودی یک واکنش شیمیایی، انرژی الکتریکی تولید می‌شود. یعنی در این سلول:

انرژی شیمیایی ← انرژی الکتریکی

فلز با اتصال دو نیم‌سلول به یکدیگر، یک سلول گالوانی به‌دست می‌آید. مثلاً، اگر دو نیم‌سلول روی و مس را

مرحلهٔ ۲: به کمک رابطه  $[\text{H}^+] [\text{OH}^-] = 10^{-14}$  غلظت یون  $\text{H}^+$  و آن‌گاه pH را حساب می‌کنیم.

### «شیرهٔ معده»

انسان بالغ روزانه بین ۲ تا ۳ لیتر شیرهٔ معده تولید می‌کند.

هیدروکلریک اسید از جمله موادی است که در شیرهٔ معده وجود دارد و غلظت آن در حدود  $0.3 \text{ mol.L}^{-1}$  است. اسیدی با این غلظت می‌تواند فلز روی را در خود حل کند!

وظایف اسید معده (هیدروکلریک اسید):

۱) فعال کردن آنزیم‌ها برای تجزیهٔ مواد غذایی

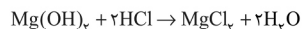
۲) از بین بردن جانداران ذره‌بینی موجود در غذا

pH شیرهٔ معده در زمان فعالیت تقریباً برابر ۱/۵ و در زمان استراحت برابر با ۳/۷ است.

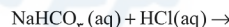
### «ضداسیدها»

داروهای هستند که برای درمان و کاهش ناراحتی‌های معده (سوزش و خونریزی آن) توسط پزشکان تجویز می‌شود.

شیرمنیزی (منیزیم هیدروکسید) یکی از رایج‌ترین ضداسیدها است که با اسید معده به صورت زیر واکنش می‌دهند:



جوش شیرین (NaHCO<sub>3</sub>) یکی دیگر از ضداسیدها است که به تنهایی و یا همراه با آلومینیم هیدروکسید به کار می‌رود.

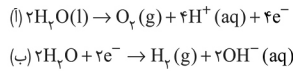


برای افزایش قدرت پاک‌کردن چربی‌ها، به شوینده‌ها جوش شیرین می‌افزایند زیرا جوش شیرین یک نمک بازی است و می‌تواند با اسیدهای چرب یا چربی‌ها واکنش داده و آن‌ها را به صابون تبدیل کند.



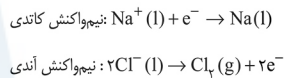
«برقکافت آب»

فرایندی است که طی آن، آب به عنصرهای سازنده‌اش (یعنی  $H_2$  و  $O_2$ ) تجزیه می‌شود. این فرایند در یک سلول الکترولیتی انجام می‌شود. نیم‌واکنش‌های آندی (A) و کاتدی (B) مربوط به برقکافت آب به صورت زیر است:



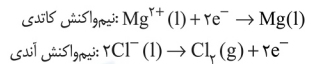
«تهیه فلز سدیم»

در صنعت فلز سدیم را از برقکافت سدیم کلرید مذاب در نوعی سلول الکترولیتی تهیه می‌کنند.



«تهیه فلز منیزیم از آب دریا»

- افزودن  $OH^-$  به آب دریا جهت رسوب دادن یون‌های  $Mg^{2+}$
- جدا کردن رسوب  $Mg(OH)_2$  از آب دریا
- حل کردن  $Mg(OH)_2$  در هیدروکلریک اسید جهت تبدیل آن به  $MgCl_2$
- خشک کردن و سپس ذوب کردن  $MgCl_2$
- برقکافت منیزیم کلرید مذاب:



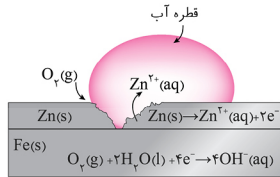
«خوردگی»

به تَرُد شدن، خرد شدن و فرو ریختن فلزها بر اثر واکنش اکسایش- کاهش، خوردگی گفته می‌شود. مانند زنگ زدن آهن

«راه‌های جلوگیری از خوردگی آهن»

- پوشاندن سطح آهن با رنگ، روغن یا گریس
- پوشاندن سطح آهن با یک فلز مناسب دیگر
- پوشاندن سطح آهن با فلز روی  $\leftarrow$  آهن سفید یا آهن گالوانیزه  $\leftarrow$  ساختن تانکر آب، کانال کولر و شیرآلاتی
- پوشاندن سطح آهن با فلز قلع  $\leftarrow$  حلبی  $\leftarrow$  ساختن قوطی‌های کنسرو، کمپوت‌ها و روغن نباتی

مخزن حفاظت کاتدی  $\leftarrow$  حفاظت از آهن در برابر خوردگی از راه اتصال آهن به یک قطعه فلز با  $E^\circ$  منفی‌تر (مانند روی یا منیزیم)

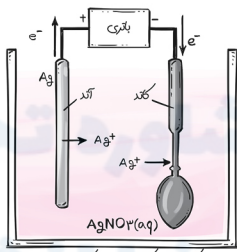


حفاظت کاتدی آهن توسط فلز روی در آهن سفید

«آبکاری»

پوشاندن سطح یک جسم رسانا با لایه نازکی از یک فلز به کمک سلول الکترولیتی را آبکاری می‌گویند. برای آن که جسم یا وسیله‌ای را آبکاری کنند:

- آن را به عنوان کاتد قرار می‌دهند یعنی جسم مورد نظر را به قطب منفی باتری وصل می‌کنند.
- آند سلول الکترولیتی را از جنس فلز پوشاننده انتخاب می‌کنند.
- محلول الکترولیت را طوری انتخاب می‌کنند که دارای یون‌های فلز پوشاننده باشد. به عبارت دیگر الکترولیت باید دارای کاتیون‌های فلز آند باشد.



یک سلول الکترولیتی برای آبکاری با نقره

«خاک رس»

خاک رس مخلوطی از مواد گوناگون است که سه ترکیب اصلی موجود در آن عبارتند از:



سرخ‌فام بودن خاک رس به دلیل وجود آهن (III) اکسید  $(Fe_2O_3)$  در آن است.

- هنگام پختن سفالینه‌های تهیه‌شده از خاک رس:
- جرم  $H_2O$  موجود در خاک رس کم شده ولی جرم سایر گونه‌ها ثابت می‌ماند.
  - درصدجرمی  $H_2O$  کم شده ولی درصد جرمی سایر گونه‌ها افزایش می‌یابد.

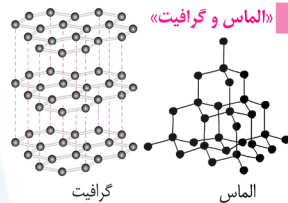
«دسته‌بندی جامدهای بلوری»

نوع جامد	طرز تشخیص و نمونه
کوارتس	یک لیست ۵ تایی شامل: الماس، گرافیت، سیلیس $(SiO_2)$ ، سیلیسیم، سیلیسیم کربید $(SiC)$
مولکولی	شامل یک یا چند نوع نافلز مانند هالوژن‌ها، هیدروکربن‌ها، گازهای نجیبه $(s) CO_2$ ، $H_2O(s)$
یونی	فلز (یا آمونیوم) + نافلز (یا آنیون اکسیژن‌دار) $KNO_3$ ، $MgO$ ، $NaCl$ ، $CuSO_4$ ، $NH_4Cl$
فلزی	همه فلزها مانند $Ti$ ، $Fe$ ، $Na$
شمار و تنوع	کوارتس > فلزها > یونی > مولکولی



## «جامدهای کوالانسی»

۱. ذره‌های تشکیل دهنده آنها، **اتم‌ها** هستند.
۲. میان همه اتم‌ها پیوندهای اشتراکی وجود دارد.
۳. دمای ذوب بالایی دارند (دیرگازند)
۴. در دما و فشار اتاق به حالت جامد هستند.
۵. در ساختار آنها، همه اتم‌ها در تشکیل یک شبکه بزرگ (غول‌آسا) شرکت می‌کنند، به همین دلیل برای توصیف آنها هیچ‌گاه واژه‌هایی مانند مولکول و فرمول مولکولی به کار نمی‌رود.



ویژگی	ماده	الماس	گرافیت
نوع جامد	کوالانسی (سه‌بعدی)	کوالانسی (دو‌بعدی)	کوالانسی (دو‌بعدی)
چگونگی اتصال هر اتم	هر اتم کربن با ۴ پیوند به ۴ اتم دیگر	هر اتم کربن با ۳ پیوند به ۳ اتم دیگر	هر اتم کربن با ۳ پیوند به ۳ اتم دیگر
ظاهر	شفاف	سیاه	سیاه
چگالی	بیشتر	کمتر	کمتر
سختی	بسیار سخت	نرم	نرم
رسانایی الکتریکی	نارسانا	رسانای خوب	رسانای خوب
رسانایی گرمایی	دارد	ندارد	ندارد
نقطه ذوب	بسیار بالا	بسیار بالا	بسیار بالا
کاربرد	ساخت مته‌ها ابزار برش شیشه	مغز مداد، الکتروند	مغز مداد، الکتروند

## «سیلیسیم (Si)»

۱. شبه فلزی از خانواده کربن (گروه ۱۴) است.
۲. همانند کربن فاقد یون تک‌اتمی است.
۳. پس از اکسیژن فراوان‌ترین عنصر در پوسته جامد زمین است.
۴. ساختار آن در حالت خالص، همانند الماس است.
۵. در طبیعت به حالت خالص یافت نمی‌شود و به طور عمده به شکل سیلیس یافت می‌شود.
۶. «سیلیس (SiO<sub>2</sub>)»
۱. فراوان‌ترین ماده سازنده خاک رس
۲. فراوان‌ترین اکسید در پوسته جامد زمین
۳. نمونه خالص: کوارتز و نمونه ناخالص: شن و ماسه
۴. در حالت خالص و تراش خورده شفاف، زیبا و سخت است.
۵. به دلیل داشتن خواص نوری ویژه در ساخت منشورها و عدسی‌ها به کار می‌رود.
۶. در شبکه بلوری آن، هر اتم Si به ۴ اتم اکسیژن و هر اتم اکسیژن به ۲ اتم Si متصل است.
۷. «سیلیسیم کریید (SiC)»
۱. ساختاری شبیه الماس دارد.
۲. یک ساینده ارزان است و در تهیه کاغذهای سنباده به کار می‌رود.
۳. سختی آن از الماس کمتر اما از سیلیسیم بیشتر است.
۴. زیرا میانگین آنتالپی پیوند Si-C در سیلیسیم کریید از C-C در الماس کمتر و از Si-Si در سیلیسیم بیشتر است.
۵. «گرافن»
۱. تک لایه‌ای از گرافیت است که در آن، اتم‌های کربن با پیوندهای اشتراکی حلقه‌های کندو مانند و شش‌گوشه‌ای تشکیل داده‌اند.
۲. ضخامت آن به اندازه یک اتم کربن است. (نازک‌ترین ماده جهان!)
۳. شفاف و انعطاف‌پذیر بوده و رسانای بسیار خوبی برای جریان برق است.
۴. مقاومت کششی آن حدود ۱۰۰ برابر فولاد است.
۵. جامد کوالانسی با ساختار دو‌بعدی است.
۶. «جامدهای مولکولی»
۱. ذره‌های تشکیل دهنده آنها، مولکول‌ها هستند.
۲. در شبکه بلور آنها، مولکول‌ها از طریق نیروهای بین‌مولکولی (نیروهای واندوالسی و پیوند هیدروژنی) به یکدیگر متصل شده‌اند.
۳. دمای ذوب و جوش پایینی دارند (در مقایسه با انواع دیگر جامدها)

۴. در دما و فشار اتاق ممکن است جامد، مایع و یا گاز باشند.

۵. محلول آبی بیشتر مواد مولکولی نارسانا بوده و تنها شمار اندکی از آنها (مانند HCl) تولید محلول آبی رسانا می‌کنند.

## «سازدهای یخی، سخت اما زودگاز»

۱. یخ یک جامد مولکولی است، اما ظاهری شبیه به جامد کوالانسی سیلیس دارد.
۲. سختی یخ بسیار کمتر از سیلیس است.
۳. مولکول‌های آب در ساختار یخ با آرایش منظم و سبعمدی حلقه‌های شش‌ضلعی ایجاد می‌کنند و اتم‌های اکسیژن در رأس این حلقه‌ها قرار می‌گیرند.
۴. شکل‌های زیبا و متنوع دانه‌های برف ناشی از وجود این حلقه‌های شش‌ضلعی است.

## «مولکول‌های دواتمی جور هسته»

۱. از دو اتم یکسان تشکیل شده‌اند مانند: H<sub>2</sub>
۲. احتمال حضور الکترون‌های پیوندی در فضای بین دو هسته بیشتر است.
۳. توزیع الکترون‌ها در آنها یکنواخت است.
۴. ناقطبی بوده و گشتاور دوقطبی آنها صفر است.

## «مولکول‌های دواتمی نامجور هسته»

۱. از دو اتم متفاوت تشکیل شده‌اند مانند: HCl
۲. احتمال حضور الکترون‌های پیوندی اطراف هسته اتمی با خاصیت نافلزی بیشتر، بالاتر است.
۳. به اتمی که خاصیت نافلزی بیشتری دارد (تراکم بار الکتریکی روی آن بیشتر است) بار جزئی منفی (δ<sup>-</sup>) و به دیگری بار جزئی مثبت (δ<sup>+</sup>) نسبت می‌دهند.



۳. توزیع الکترون‌ها در آنها غیریکنواخت است.
۴. قطبی بوده و گشتاور دوقطبی آنها بزرگ‌تر از صفر است.

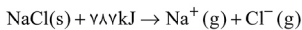
## «مولکول‌های سه اتمی»

۱. اگر اتم مرکزی مولکول، فاقد الکترون ناپیوندی باشد شکل آن خطی است و اگر اتم مرکزی دارای الکترون ناپیوندی باشد شکل آن، V شکل یا خمیده است.

در گستره دمایی بزرگتری به حالت مایع است.

«انتالپی فروپاشی شبکه بلور»

عبارت است از مقدار گرمای مصرف شده در فشار ثابت برای فروپاشی یک مول جامد یونی و تبدیل آن به یون‌های گازی سازنده آن:



هر چه بار الکتریکی یون‌های سازنده یک جامد یونی بیشتر و شعاع یون‌های آن کمتر باشد، انتالپی فروپاشی شبکه بلور بیشتر است.

اغلب میان انتالپی فروپاشی شبکه بلور یک ترکیب یونی و نقطه ذوب آن رابطه مستقیم وجود دارد.

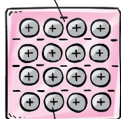
«رفتارهای مشترک بین اغلب فلزها»

رفتارهای فیزیکی	رفتارهای شیمیایی
رسانایی الکتریکی و گرمایی بالا	از دست دادن الکترون (تشکیل کاتیون)
داشتن جلای زیبا (درخشش فلزی)	واکنش‌پذیری (فعالیت شیمیایی)
قابلیت شکل‌پذیری و چکش‌خواری	تنوع اعداد اکسایش (بیشتر برای واسطه‌ها)

«مدل دریای الکترونی»

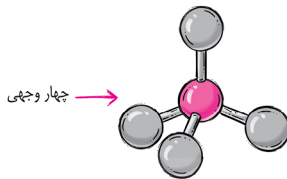
از این مدل برای توضیح برخی رفتارهای فیزیکی فلزها استفاده می‌شود. براساس این مدل، ساختار فلزها **آرایش منظمی** از کاتیون‌ها در سه بعد است که در فضای میان آنها **سست‌ترین الکترون‌های** موجود در هر اتم (یعنی همان الکترون‌های ظرفیت اتم)، دریایی را ساخته‌اند و در آن آزادانه حرکت می‌کنند.

دریای الکترون‌های نامستقر



کاتیون‌های فلز

$(\text{CHCl}_3)$ ، آن مولکول قطبی است.



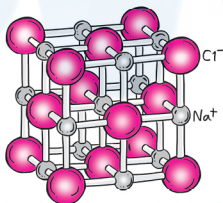
چهار وجهی

«ترکیب‌های یونی»

1 در دمای اتاق **جامد** بوده و ساختار شبکه‌ای یا بلوری دارند.

2 شبکه بلور به آرایش سه‌بعدی و منظم و تکرارشونده ذره‌های سازنده یک بلور گفته می‌شود. مثلاً منظور از شبکه بلور  $\text{NaCl}$ ، آرایش منظم یون‌های  $\text{Na}^+$  و  $\text{Cl}^-$  در فضای سه‌بعدی است.

3 هر ترکیب یونی، شبکه بلوری خاص و ویژه‌ای دارد. مثلاً شبکه بلوری  $\text{NaCl}$ ، مکعبی شکل است.



4 به تعداد نزدیک‌ترین یون‌های **ناهم‌نام** اطراف هر یون در شبکه بلور، **عدد کوئوردیناسیون** آن یون می‌گویند. مثلاً عدد کوئوردیناسیون هریک از یون‌های  $\text{Na}^+$  و  $\text{Cl}^-$  در  $\text{NaCl}$  برابر 6 است.

5 اغلب ترکیب‌های یونی در آب حل می‌شوند.

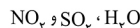
6 ترکیب‌های یونی معمولاً سخت و محکم‌اند اما بر اثر ضربه چکش، خرد می‌شوند (شکندندانه).

7 ترکیب‌های یونی در حالت **جامد** نارسانا ولی در حالت **مذاب** یا **محلول** در آب رسانای جریان برق هستند.

8 برای توصیف ترکیب‌های یونی هیچ‌گاه واژه‌هایی مانند مولکول، فرمول مولکولی و نیروهای بین‌مولکولی به کار نمی‌رود.

9 تفاوت بین نقطه ذوب و جوش ترکیب‌های یونی (مانند  $\text{NaCl}$ ) بسیار بیشتر از مواد مولکولی (مانند  $\text{N}_2$  و  $\text{HF}$ ) است، پس جامد یونی در مقایسه با مواد مولکولی

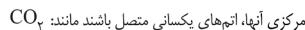
10 مولکول‌های خمیده، همواره قطبی هستند. مانند:



11 مولکول‌های خطی، قطبی هستند به شرطی که به اتم مرکزی آنها، اتم‌های مختلفی متصل باشند مانند:



12 مولکول‌های خطی ناقطبی هستند به شرطی که به اتم مرکزی آنها، اتم‌های یکسانی متصل باشند مانند:



«مولکول‌های چهار اتمی با یک اتم مرکزی»

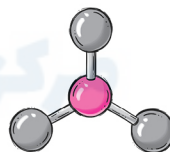
1 اگر اتم مرکزی مولکول دارای یک جفت الکترون ناپیوندی باشد شکل آن، **هرم با قاعده سه‌ضلعی** است.

چنین مولکول‌هایی، قطبی هستند. مانند:  $\text{NH}_3$  و  $\text{PCl}_3$

2 اگر اتم مرکزی فاقد الکترون ناپیوندی باشد شکل مولکول، **سه‌ضلعی مسطح** است. در این مولکول‌ها

اگر به اتم مرکزی، اتم‌های یکسانی متصل باشند (مانند  $\text{SO}_2$ ) آن مولکول، ناقطبی است اما اگر اتم‌های

متفاوتی به اتم مرکزی متصل باشند (مانند  $\text{CH}_2\text{O}$ )، آن مولکول قطبی است.



سه ضلعی مسطح



هرم با قاعده سه‌ضلعی

«مولکول‌های پنج اتمی با یک اتم مرکزی»

شکل این مولکول‌ها، **چهاروجهی** است. در این مولکول‌ها اگر به اتم مرکزی، اتم‌های یکسانی متصل

باشند (مانند  $\text{CCl}_4$ ) آن مولکول، ناقطبی است اما اگر اتم‌های متفاوتی به اتم مرکزی متصل باشند (مانند

«تیتانیوم (Ti)»

فلزی از دسته d جدول دورهای که در گروه ۴ و دوره ۴ قرار دارد و کاربردهای آن عبارتند از:

- ۱ پوشش بیرونی بناهای زیبا و ماندگار مثل موزه گونگهیم در اسپانیا
- ۲ ساخت پروانه کشتی اقیانوس پیما
- ۳ ساخت بدنه دوچرخه
- ۴ ساخت موتور جت

«طیف‌سنجی فروسرخ (IR)»

استفاده از برهم‌کنش میان ماده و پرتوهای الکترومغناطیسی برای شناسایی ساختار مواد را طیف‌سنجی می‌نامند.

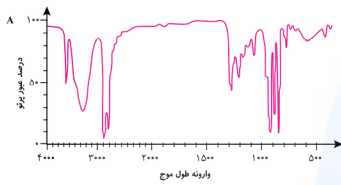
چشم ما مواد رنگی را براساس طول موج‌های عبوری یا بازتاب شده از آنها می‌بیند.

«رنگ‌دانه» سازنده اصلی یک ماده رنگی که به آن رنگ می‌بخشد، رنگ‌دانه نام دارد.

«مقایسه تیتانیوم و فولاد زنگ نزن»

ویژگی	تیتانیوم	فولاد
نقطه ذوب (°C)	۱۶۶۷	۱۵۳۵
چگالی (g.mL <sup>-1</sup> )	۴/۵۱	۷/۹۰
واکنش با ذره‌های موجود در آب دریا	ناچیز	متوسط
مقاومت در برابر خوردگی	عالی	ضعیف
مقاومت در برابر سایش	عالی	عالی

نام رنگ‌دانه	فرمول شیمیایی	رنگی که ایجاد می‌کند
تیتانیوم (IV) اکسید	TiO <sub>۲</sub>	سفید
آهن (III) اکسید	Fe <sub>۲</sub> O <sub>۳</sub>	قرمز
دوده	C	سیاه



هر ترکیب مولکولی، طیف فروسرخ خاص خود را دارد که درست مانند اثر انگشت، ویژه همان ماده است.

«کاربردهای طیف‌سنجی فروسرخ»

- ۱ تشخیص و شناسایی گروه‌های عاملی موجود در ترکیب‌های آلی
- ۲ شناسایی آلایندگی‌هایی مانند CO، NO و NO<sub>۲</sub>
- ۳ شناسایی برخی مولکول‌ها در فضای بین ستاره‌ای

«انرژی فعالساز (E<sub>a</sub>)»

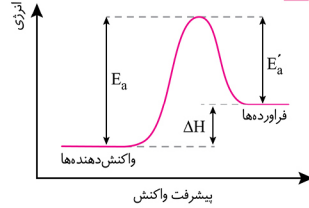
به حداقل انرژی لازم برای شروع یک واکنش شیمیایی انرژی فعال‌سازی آن واکنش می‌گویند.

واکنش‌های شیمیایی صرف‌نظر از این که گرما ده یا گرماگیر باشند نیاز به انرژی فعالساز دارند.

هر چه E<sub>a</sub> بزرگ‌تر باشد، واکنش در شرایط دشوارتر و دمای بالاتری انجام می‌شود.

از بین چند واکنش و با فرض یکسان بودن شرایط، هر چه انرژی فعال‌سازی واکنشی بیشتر باشد، سرعت آن کمتر است.

«واکنش گرماگیر»



«نیتینول (آلیاژ هوشمند)»

نیتینول آلیاژی از تیتانیوم و نیکل است. برخی از کاربردهای نیتینول: سازه فلزی در ارتودنسی، استنت برای رگ‌ها و قاب عینک

«وانادیم (V)»

فلزی از دسته d جدول دورهای که در گروه ۵ و دوره چهارم قرار دارد.

دارای دو یون پایدار V<sup>۲+</sup> و V<sup>۳+</sup> است اما می‌تواند اعداد اکسایش +۲، +۳، +۴ و +۵ را داشته باشد.

وقتی محلول نمکی از وانادیم (V) با فلز روی واکنش می‌دهد رنگ آن با گذشت زمان تغییر می‌کند (ابتدا آبی، بعد سبز و سپس بنفش)

«رنگ»

- ۱ نورهایی که طول موج آن‌ها بین ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر است، همگی نور مرئی نامیده می‌شوند.
- ۲ مواد سفید همه طول موج‌های مرئی (همه نور سفید) را بازتاب می‌کنند.

آلاینده	نحوه پیدایش
NO	واکنش N <sub>۲</sub> و O <sub>۲</sub> در دمای بالای موتور خودروها
NO <sub>۲</sub>	واکنش NO و O <sub>۲</sub> در هواکره
SO <sub>۲</sub>	سوختن گوگرد موجود در سوخت‌های بی‌کیفیت
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	نسوختن درصد ناچیزی از بنزین
CO	سوختن ناقص هیدروکربن‌های موجود در سوخت‌ها
O <sub>۳</sub>	واکنش NO <sub>۲</sub> با اکسیژن هوا در حضور نور خورشید

❖ در این مبدل‌ها از طریق تزریق گاز آمونیاک به داخل مخلوط آلیندها و انجام واکنش زیر، گازهای مضر NO و NO<sub>2</sub> تا حدود زیادی به گاز بی‌ضرر N<sub>2</sub> تبدیل می‌شوند.

$$\text{NO(g)} + \text{NO}_2\text{(g)} + 2\text{NH}_3\text{(g)} \rightarrow 2\text{N}_2\text{(g)} + 2\text{H}_2\text{O(g)}$$

در این واکنش، آمونیاک کاهنده و اکسیدهای نیتروژن اکسیدکننده است.

«آمونیاک و بهره‌وری در کشاورزی»

❖ گیاهان برای رشد افزون بر کربن دی‌اکسید و آب به عنصرهایی مانند گوگرد، نیتروژن، فسفر، پتاسیم و ... نیاز دارند.

❖ گیاهان نمی‌توانند نیتروژن مورد نیاز خود را به طور مستقیم از هوا جذب کنند از این رو باید نیتروژن را به شکل ترکیب‌های نیتروژن‌دار از جمله آمونیاک به خاک افزود.

❖ دانشمندی به نام فریتس هابر در سال ۱۹۱۸ میلادی به دلیل تهیه آمونیاک از گازهای H<sub>2</sub> و N<sub>2</sub> برندهٔ جایزه نوبل شیمی شد.

❖ واکنش میان گازهای هیدروژن و نیتروژن در دمای اتاق حتی در حضور کاتالیزگر یا جرقه انجام نمی‌شود به همین دلیل هابر این واکنش را بارها در دماها و فشارهای گوناگون انجام داد تا بتواند شرایط بهینهٔ آن را پیدا کند. سرانجام دریافت که این واکنش در دمای °C ۴۵۰ و فشار ۲۰۰ atm با حضور یک کاتالیزگر آهن انجام می‌شود. اما همهٔ واکنش‌دهنده‌ها به فرآورده تبدیل نمی‌شود زیرا این واکنش، برگشت‌پذیر بوده و می‌تواند در شرایط مناسب به تعادل برسد. در شرایط گفته شده ۲۸ درصد مولی مخلوط تعادلی را آمونیاک تشکیل می‌دهد.

❖ برای جدا کردن آمونیاک از مخلوط واکنش، مخلوط گازی را به اندازهٔ کافی سرد می‌کنند (مثلاً ۰ تا حدود °C -۴۰ کاهش می‌دهند) تا آمونیاک مایع شود و از گازهای هیدروژن و نیتروژن واکنش نداده جدا شود.

«ثابت تعادل»

❖ برای تعادل فرضی:

$$aA(g) + bB(g) \rightleftharpoons cC(g) + dD(g)$$

$$K = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

می‌توان عبارت ثابت تعادل را به صورت زیر نوشت:

۱) کاتالیزگر  $\Delta H$  واکنش را تغییر نمی‌دهد.  
 ۲) هر کاتالیزگر، اغلب اختصاصی و انتخابی عمل می‌کند یعنی یک کاتالیزگر نمی‌تواند سرعت همهٔ واکنش‌ها را زیاد کند.

۳) استفاده از کاتالیزگرها در صنایع گوناگون، سبب کاهش آلودگی محیط زیست می‌شود.

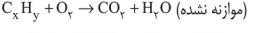
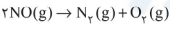
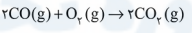
۴) کاتالیزگر در شرایط انجام واکنش باید پایداری شیمیایی و گرمایی مناسبی داشته باشد.

«واکنش H<sub>2</sub> و O<sub>2</sub> در دمای °C ۲۵»

شرایط واکنش	سرعت واکنش
بدون حضور کاتالیزگر	ناچیز
ایجاد جرقه در مخلوط	انفجاری
در حضور پودر روی	سریع
در حضور توری پلاتینی	انفجاری

«مبدل‌های کاتالیستی»

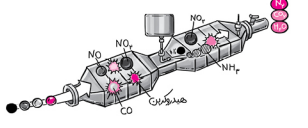
۱) مبدل‌های کاتالیستی، توری‌هایی از جنس سرامیک هستند که سطح آن‌ها با سه نوع کاتالیزگر پلاتین (Pt)، پالادیم (Pd) و رودیم (Rh) با قطر ۲ تا ۱۰ نانومتر پوشانده شده است.  
 ۲) مبدل‌های کاتالیستی در ابتدای اکزوز و نزدیک موتور خودرو نصب می‌شوند تا با انجام واکنش‌های زیر در آنها، پیش از خروج گازهای CO، NO و C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> از اکزوز خودرو بتوان آیندگی آن‌ها را تا حد زیادی کاهش داد.



این واکنش‌ها گرماده بوده و انرژی فعال‌سازی بالایی دارند.

۳) برای افزایش کارایی مبدل کاتالیستی گاهی سرامیک را به شکل دانه‌های (مش‌های) ریز در می‌آورند و کاتالیزگرها را روی سطح آن‌ها می‌نشانند.

«مبدل‌های کاتالیستی خودروهای دیزلی»



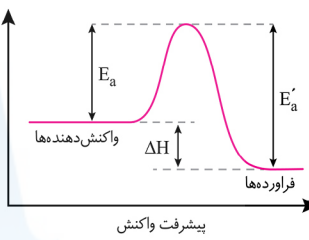
۱) در این واکنش‌ها، برگشت) > E<sub>a</sub> (رفت) یا E<sub>a</sub>' > E<sub>a</sub> است. پس در واکنش‌های گرماگیر،  $\Delta H$  مثبت بوده و سرعت واکنش برگشت بیشتر از واکنش رفت است.

$$\Delta H = E_a - E_a' \quad \text{یا} \quad \Delta H = E_a(\text{رفت}) - E_a(\text{برگشت})$$

۲) سطح انرژی فرآورده‌ها بالاتر از واکنش‌دهنده‌ها بوده و فرآورده‌ها ناپایدارتر از واکنش‌دهنده‌ها هستند.

۳) مجموع آنتالپی پیوند فرآورده‌ها کمتر از مجموع آنتالپی پیوند واکنش‌دهنده‌ها است.

«واکنش گرماده»



۱) در این واکنش‌ها، برگشت) < E<sub>a</sub> (رفت) یا E<sub>a</sub>' < E<sub>a</sub> است. پس در واکنش‌های گرماگیر،  $\Delta H$  منفی بوده و سرعت واکنش رفت بیشتر از واکنش برگشت است.

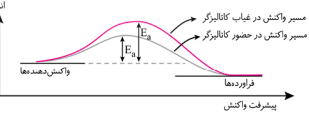
۲) سطح انرژی فرآورده‌ها پایین‌تر از واکنش‌دهنده‌ها بوده و فرآورده‌ها پایدارتر از واکنش‌دهنده‌ها هستند.

۳) مجموع آنتالپی پیوند فرآورده‌ها بیشتر از مجموع آنتالپی پیوند واکنش‌دهنده‌ها است.

«کاتالیزگر»

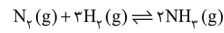
۱) کاتالیزگر در واکنش شرکت می‌کند و سرعت واکنش را افزایش می‌دهد اما خودش در پایان واکنش مصرف نشده و دست‌نخورده باقی می‌ماند.

۲) کاتالیزگر با تغییر مسیر واکنش، E<sub>a</sub> را کاهش داده و سبب افزایش سرعت واکنش می‌شود.



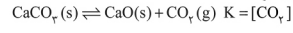
۳) کاتالیزگر بر سطح انرژی مواد واکنش‌دهنده و فرآورده‌ها اثری ندارد.

۴) کاتالیزگر E<sub>a</sub> و E<sub>a</sub>' را به یک اندازه کاهش و سرعت واکنش رفت و برگشت را به یک نسبت افزایش می‌دهد.



$$K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$$

✳ در هنگام نوشتن عبارت ثابت تعادل، از نوشتن غلظت مواد جامد (S) یا مایع خالص (l) صرف نظر می‌کنیم. برای نمونه:



✳ به کمک مقدار عددی K، میزان پیشرفت واکنش را می‌توان پیش‌بینی کرد (به سرعت آن‌را!)

«اصل لوشاتلیه»

✳ اگر تغییری سبب بهم خوردن یک سامانه تعادلی شود، تعادل در جهتی جابه‌جا می‌شود که تا حد امکان اثر آن تغییر را برطرف کند. به این ترتیب در سامانه یاد شده یک تعادل جدید برقرار می‌شود.

«اثر تغییر غلظت روی تعادل»

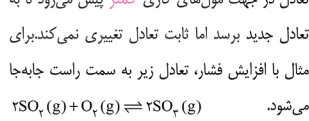
✳ افزودن یک ماده، تعادل را در جهت مصرف آن خارج کردن یک ماده، تعادل را در جهت تولید آن جابه‌جا می‌کند.

اثر روی K	جابه‌جایی تعادل	عامل مزاحم
ندارد	در جهت برگشت	افزایش غلظت فراورده
ندارد	در جهت رفت	کاهش غلظت فراورده
ندارد	در جهت رفت	افزایش غلظت واکنش‌دهنده
ندارد	در جهت برگشت	کاهش غلظت واکنش‌دهنده

«اثر تغییر فشار روی تعادل»

1 تغییر فشار، تعادلی را جا به جا می‌کند که در آن‌ها دست کم یک گونه گازی شکل وجود داشته باشد.

2 با کاهش حجم یا افزایش فشار در دمای ثابت، تعادل در جهت مول‌های گازی کمتر پیش می‌رود تا به تعادل جدید برسد اما ثابت تعادل تغییری نمی‌کند. برای مثال با افزایش فشار، تعادل زیر به سمت راست جابه‌جا می‌شود.



4 تغییر فشار (تغییر حجم سامانه) بر تعادلی که تعداد مول‌های گاز در دو طرف تعادل با یک دیگر برابر

است اثر ندارد.

«اثر تغییر دما روی تعادل»

1 با افزایش دما، سرعت واکنش در هر دو جهت زیاد می‌شود و با کاهش دما، سرعت واکنش در هر دو جهت کم می‌شود.

2 به‌طور کلی، افزایش دما تعادل را در جهت مصرف گرما (Q) و کاهش دما، تعادل را در جهت تولید گرما (Q) جابه‌جا می‌کند.

3 در واکنش‌های گرماگیر، دما با K رابطه مستقیم دارد یعنی با افزایش دما، مقدار K نیز زیاد می‌شود در ضمن، در واکنش‌های گرماده، با افزایش دما، مقدار K کم می‌شود.

«اثر کاتالیزگر روی تعادل»

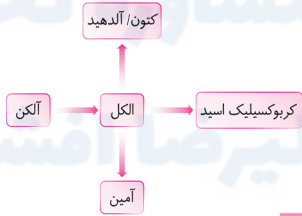
✳ کاتالیزگر، انرژی فعالساز واکنش رفت و برگشت را به یک اندازه کاهش و سرعت هر دو واکنش رفت و برگشت را به یک نسبت افزایش می‌دهد. در نتیجه کاتالیزگر تعادل را جابه‌جا نمی‌کند.

«سنسز مولکول‌های آلی»

✳ سنسز یک فرایند شیمیایی هدفمند است که در آن با استفاده از مواد ساده‌تر، مواد شیمیایی دیگر را تولید می‌کند.

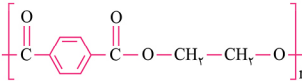
✳ سنسز یک ماده آلی جدید با تغییر ساختار یا ایجاد یک یا چند گروه عاملی جدید همراه است.

✳ نمودار زیر، الگوی کلی سنسز برخی مواد آلی از الکل‌ها را نشان می‌دهد.



«سنسز بطری آب»

1 بطری آب از پلیمری به نام پلی اتیلن ترفتالات (ساختار زیر) ساخته می‌شود.



2 پلی‌اتیلن ترفتالات (PET) از خانواده پلی‌استرها بوده و می‌توان آن را از واکنش ترفتالیک اسید (اسید دو عاملی) و اتیلن گلیکول (الکل دو عاملی) در شرایط مناسب سنسز کرد.

«سنسز مونومرهای سازنده PET»

1 ترفتالیک اسید دارای ساختار زیر است:



این ماده در نفت خام وجود ندارد و آن را از اکسایش پارازیلین در مجاورت محلول غلیظی از پتاسیم پرمنگنات در دمای بالا و یا از اکسایش پارازیلین با استفاده از اسکیزین هوا و کاتالیزگرهای مناسب تهیه می‌کنند.

2 اتیلن گلیکول دارای ساختار زیر است:



این ماده نیز در نفت خام وجود ندارد و آن را از اکسایش  $C_2H_4$  در مجاورت محلول رقیق پتاسیم پرمنگنات تهیه می‌کنند.

«دلایل کاربرد وسیع پلاستیک‌ها»

- 1 داشتن چگالی کم
- 2 نفوذناپذیری نسبت به آب و هوا
- 3 ارزان بودن
- 4 مقاومت در برابر خوردگی

«دلایل باز یافت پلاستیک‌ها»

- 1 استفاده بی‌رویه و بیش از حد از پلاستیک‌ها در صنایع گوناگون
- 2 تهدید جدی پسماند پلاستیک‌ها برای زندگی روی کره زمین به دلیل زیست تخریب‌ناپذیری بودن اغلب آنها

«بازیافت پلاستیک PET»

بازیافت فیزیکی:

پلاستیک PET را پس از شستشو و تمیز کردن، ذوب کرده و دوباره از آن برای تولید وسایل دیگر استفاده می‌کنند و یا پس از شستشو می‌توان آن را خرد کرده و به تکه‌های کوچک به نام پرک تبدیل و در تولید مواد پلاستیکی دیگر استفاده کرد.

بازیافت شیمیایی:

می‌توان پسماندهای PET را به مونومرهای سازنده تبدیل کرده و یا در شرایط مناسب با متانول واکنش داده و آن را به مواد مفیدی تبدیل کرد.

«تولید صنعتی متانول»

