فهرست

فصل ۱ مولکول‌ها در خدمت تندرستی ۷

فصل ۲ آسایش و رفاه در سایهٔ شیمی ۵۳

فصل ۳ شیمی جلوه‌ای از هنر، زیبایی و ماندگاری ۱۲۳

فصل ۴ شیمی، راهی به سوی آیندهٔ روشن‌تر ۱۵۹

کارگاه حل مسئله ۲۰۷

پیوست ۲۴۵

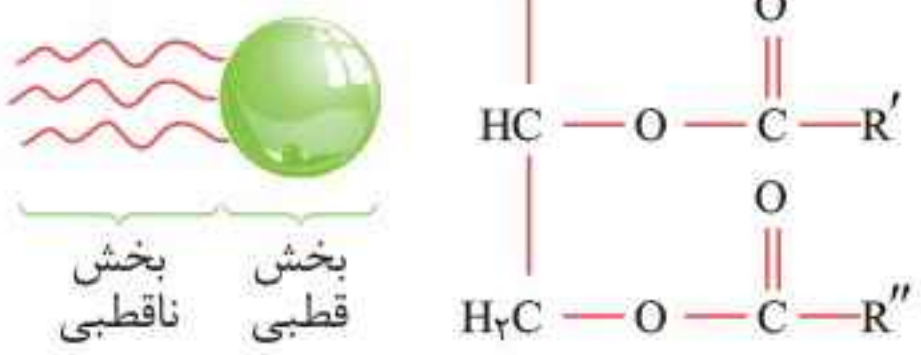
پیوست ۱: عناصر ۲۴۶

پیوست ۲: ترکیب‌ها ۲۴۸

پیوست ۳: سری الکتروشیمیایی ۲۶۵

پیوست ۴: واکنش‌ها ۲۶۶

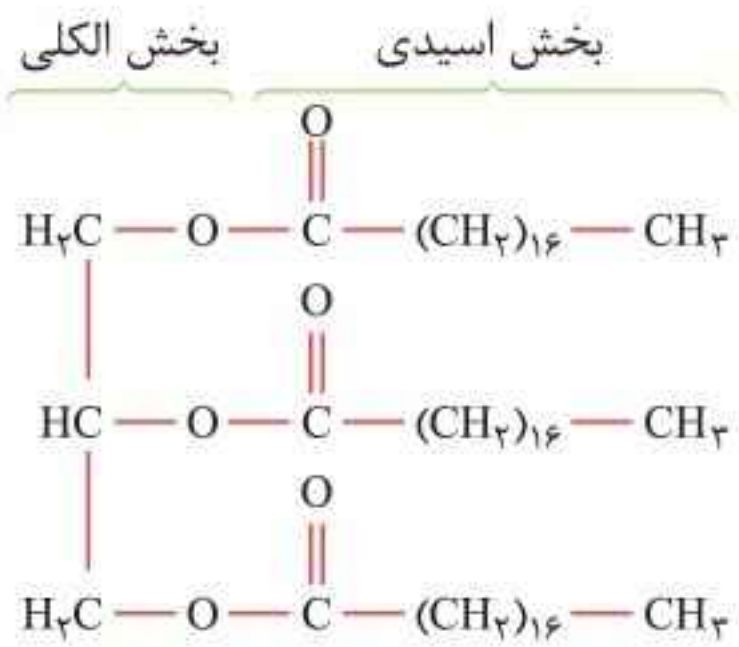
• در استرهای سنگین نیروی غالب از نوع **وان‌درووالسی** است.
در ادامه به بررسی یک استر سنگین با سه گروه عاملی استری می‌پردازیم:



• در این استر R ، R′ و R″ زنجیر هیدروکربنی بلند هستند که بخش ناقطبی مولکول را تشکیل می‌دهند و مابقی مولکول بخش قطبی را تشکیل می‌دهد.

حواست باشه: R ، R′ و R″ می‌توانندیکسان یا متفاوت، سیرشده یا سیرنشده باشند.

• برای اینکه ببینیم استر سنگین از چه الکل و اسید چربی ساخته شده است، به‌صورت زیر عمل می‌کنیم:
فرض کنید فرمول ساختاری استر به‌صورت زیر باشد:



طرز تهیهٔ یک مخلوط کلوئید از آب و روغن: می‌دانیم که روغن در آب حل نمی‌شود (مخلوط ناهمگن می‌سازند)، یعنی هنگامی که هم زدن مخلوط آب و روغن را متوقف کنیم، به‌سرعت اجزای تشکیل‌دهندهٔ آن از یکدیگر جدا می‌شوند و دو لایهٔ مجزا را به‌وجود می‌آورند (شکل سمت چپ)، در واقع مخلوط آب و روغن **ناپایدار** است. با اضافه کردن مقداری صابون به این مخلوط و هم زدن آن، به ظاهر یک مخلوط همگن و پایدار به‌وجود می‌آید (شکل سمت راست) اما گول ظاهر این مخلوط را نخورید مخلوط به‌دست آمده نوعی کلوئید است و کلوئیدها بااینکه **پایدار هستند** اما **همگن نیستند**.

مثال: سس مایونز، شیر، ژله، رنگ و گرد و غبار هوا نمونه‌ای از کلوئیدها هستند.

- شکل زیر مقایسهٔ رفتار نور در یک محلول و کلوئید را نشان می‌دهد.

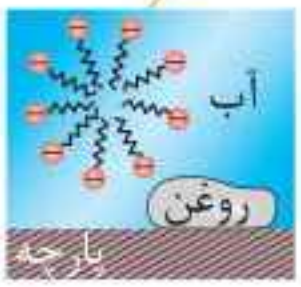
ذره‌های موجود در **کلوئید درشت‌تر** از **محلول**اند و به همین دلیل نور را **پخش** می‌کنند.

سوسپانسیون‌ها: نوع دیگری از مخلوط‌ها هستند که ذرات تشکیل‌دهندهٔ آن‌ها **بزرگ‌تر** از کلوئیدها می‌باشند.

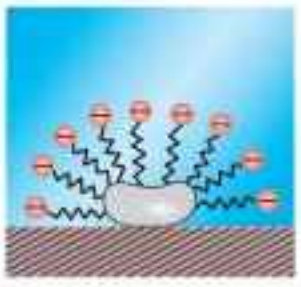
- سوسپانسیون‌ها مخلوط‌های **ناهمگن** و **ناپایدار** هستند و به‌دلیل اینکه ذره‌های سازندهٔ آن‌ها **درشت‌تر** از ذره‌های سازندهٔ کلوئیدها است **بیشتر** از کلوئیدها **نور را پخش** می‌کنند.

۸ مراحل پاک شدن لکهٔ چربی یا روغن به وسیلهٔ صابون

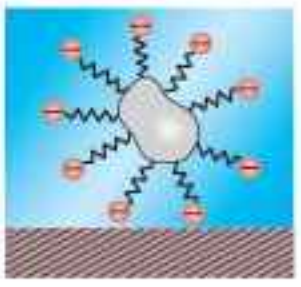
۱ هنگامی که صابون وارد آب می‌شود به وسیلهٔ سر آب‌دوست خود در آب حل می‌شود.



۲ ذره‌های صابون با بخش چربی‌دوست خود با مولکول‌های چربی جاذبه برقرار می‌کنند و همانند پلی میان آب و چربی قرار می‌گیرند.



۳ به این ترتیب ذره‌های چربی کم‌کم از سطح پارچه جدا شده و در آب پخش می‌شوند. با ادامهٔ این فرایند لکه‌های چربی از روی لباس پاک می‌شود.



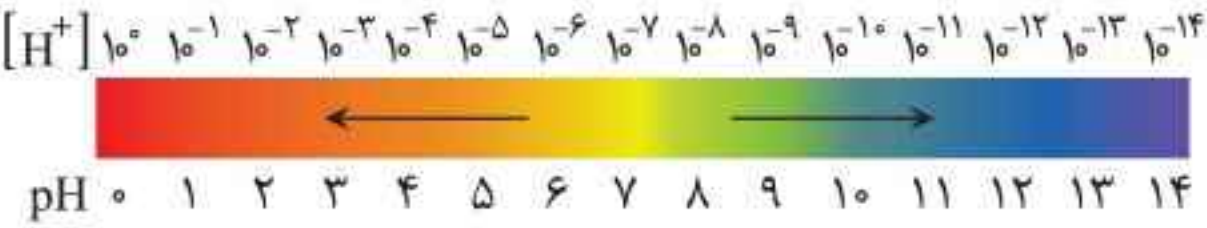
۹ قدرت پاک‌کنندگی صابون‌ها

قدرت پاک‌کنندگی صابون‌ها به عوامل گوناگونی از جمله **نوع پارچه**، **دما**، **نوع آب**، **مقدار** و **نوع صابون** بستگی دارد. هر اندازه یک صابون بتواند مقدار بیشتری از آلاینده‌ها و چربی‌ها را بزداید، قدرت پاک‌کنندگی بیشتری دارد.

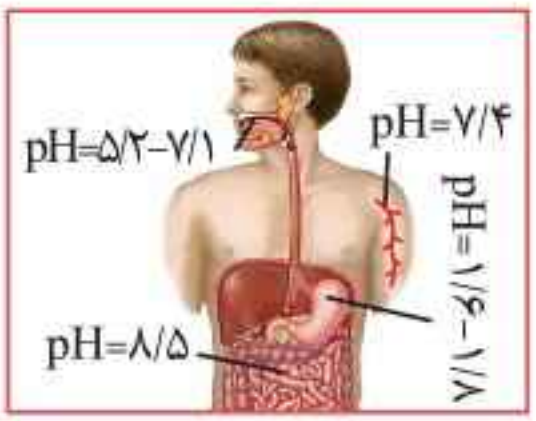
- آب مورد استفاده برای شست‌وشو، در عملکرد صابون تأثیرگذار است. هرچه مقدار یون‌های **کلسیم** و **منیزیم** در آب **بیشتر** باشد از قدرت شویندگی صابون **کاسته** می‌شود. چنین آب‌هایی به **آب سخت** معروف‌اند، صابون در این آب‌ها به خوبی کف نمی‌کند.

اما چرا این اتفاق می‌افتد؟!

- در آب‌های سخت، صابون با یون‌های موجود در آب واکنش داده و رسوب تشکیل می‌دهد (به بیانی دیگر مرحلهٔ اول فرایند پاک‌کنندگی صابون به خوبی انجام نمی‌شود) وجود لکه‌های سفیدی که پس از شستن لباس با صابون روی آن‌ها بر جای می‌ماند، نشانه‌ای از تشکیل چنین رسوب‌هایی است.



- در دمای اتاق، محلول‌های اسیدی pH **کوچک‌تر** از « ۷ » و محلول‌های بازی pH **بزرگ‌تر** از « ۷ » دارند و محلول‌هایی که pH آن‌ها برابر با « ۷ » است **خنثی** به‌شمار می‌آیند.
- شکل‌های زیر سامانه‌هایی هستند که اسیدی و بازی بودن آن‌ها با توجه به مقیاس pH بیان شده است:



- شیر ترش‌شده هم به دلیل خاصیت اسیدی که دارد pH کوچک‌تر از ۷ دارد.
- کاغذ pH در محلول‌های اسیدی و بازی تغییر رنگ می‌دهد و به عنوان شناساگر محلول‌های اسیدی و بازی به‌حساب می‌آید. رنگی که کاغذ pH در محلول به خود می‌گیرد، نشان‌دهندهٔ pH تقریبی آن محلول است.
- شناساگرها موادی شیمیایی هستند که بر اثر **تغییر pH** در یک محلول آبی دچار تغییر رنگ می‌شوند.
- داده‌های تجربی نشان می‌دهد که **آب و همهٔ محلول‌های آبی**، محتوی یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید هستند، اما کاغذ pH در برخی

ب) از مخلوط آلومینیم و سدیم هیدروکسید برای باز کردن مجاری مسدود شده در دستگاه‌های صنعتی استفاده می‌شود. (خرداد ۹۸)

پ) آمونیاک به دلیل تشکیل پیوند هیدروژنی در آب به طور عمده به شکل مولکولی حل می‌شود. (شهریور ۹۸)

ت) در اثر حل شدن گوگرد تری‌اکسید (SO_3) در آب، محلولی با خاصیت بازی به وجود می‌آید. (دی ۱۴۰۰)

ث) هر چه ثابت یونش یک باز کوچک‌تر باشد، رسانایی الکتریکی محلول آن در شرایط یکسان بیشتر خواهد بود. (دی ۹۸)

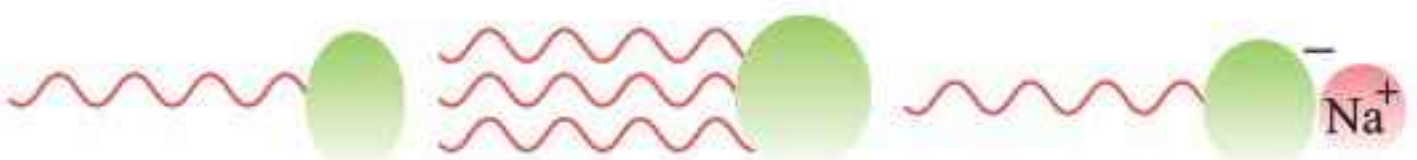
ج) برای افزایش قدرت پاک کردن چربی‌ها به شوینده‌ها جوش شیرین می‌افزایند. (خرداد ۹۹)

۴. دلیل هر یک از عبارت‌های زیر را بنویسید.

آ) می‌توان با محلول غلیظ هیدوکلریک‌اسید برخی لوله‌ها و مجاری جرم گرفته را باز کرد. (خرداد ۹۹)

ب) محلول آبی کلسیم‌اکسید (CaO) کاغذ pH را آبی می‌کند. (دی ۹۹)

۵. تصاویر زیر الگوهای ساختاری صابون، اسید چرب و استر سنگین را نمایش می‌دهند. با توجه به آن‌ها به پرسش‌ها پاسخ دهید: (خرداد ۹۹)



آ) چربی‌ها مخلوطی از کدام دو ترکیب هستند؟

ب) کدام ساختار مربوط به اسید چرب است؟

پ)نیروی بین مولکولی غالب در ترکیب (۲) از چه نوعی است؟ چرا؟

ت) کدام ترکیب در آب حل می‌شود؟

• اگر بتوانیم کاری کنیم که در واکنش اکسایش-کاهش الکترون مستقیماً از گونهٔ کاهنده به گونهٔ اکسنده منتقل **نشود** و این الکترون‌ها را از طریق یک **مدار بیرونی** جابه‌جا کنیم (یعنی به‌طور غیر مستقیم الکترون از گونهٔ کاهنده به گونهٔ اکسنده منتقل شود)، آن‌گاه می‌توانیم بخشی از انرژی آزادشده در واکنش اکسایش-کاهش را به شکل انرژی الکتریکی در دسترس تبدیل کنیم.

سلول گالوانی: نوعی سلول الکتروشیمیایی است که طی یک **واکنش شیمیایی انرژی الکتریکی تولید** می‌کند.

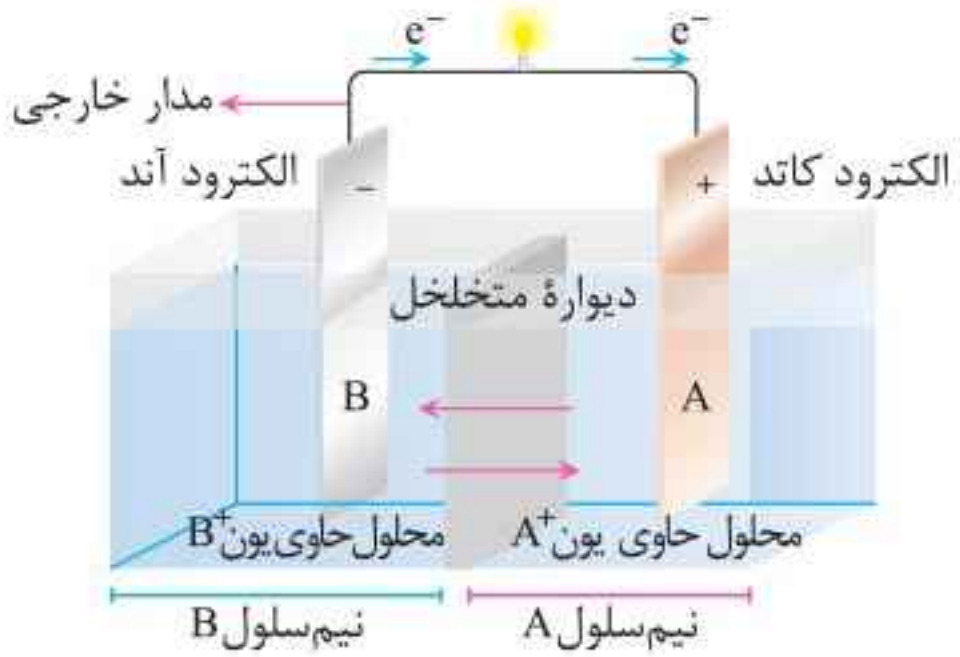
اجزای تشکیل‌دهندهٔ سلول گالوانی:

۱ **الکترود:** میله یا تیغه‌ای که رسانای جریان برق است (رسانای الکترونی است که به کمک مدار خارجی، الکترون‌ها را به الکترولیت وارد یا از آن خارج می‌کند.) هر سلول گالوانی دارای دو الکترود است:

• **الکترود آند (قطب منفی سلول):** در این الکترود نیم‌واکنش **اکسایش** انجام می‌شود.

• **الکترود کاتد (قطب مثبت سلول):** در این الکترود نیم‌واکنش **کاهش** انجام می‌شود.

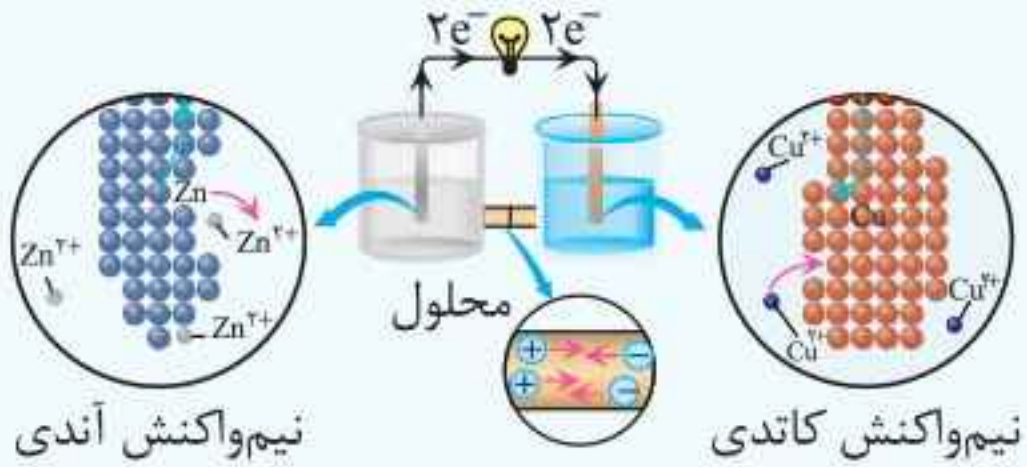
۲ **مدار بیرونی:** الکترودهای آند و کاتد به وسیلهٔ یک سیم فلزی (مدار بیرونی) به یکدیگر متصل شده و الکترون از طریق این سیم رابط از **آند** به **کاتد** منتقل می‌شود.



با ادامهٔ این واکنش جرم تیغهٔ مس (الکترود کاتد) به‌تدریج افزایش می‌یابد و جرم تیغهٔ روی (الکترود آند) پس از مدتی کاهش می‌یابد زیرا اتم‌های $Zn(s)$ در این تیغه با از دست دادن ۲ الکترون، به‌صورت یون‌های $Zn^{2+}(aq)$ وارد محلول شده و باعث کاهش جرم الکترود روی می‌شوند.

می‌دانیم در سلول گالوانی باید **الکترود آند قدرت کاهندگی بیشتری نسبت به الکترود کاتد داشته باشد.** در این مثال الکترود آند، فلز روی و الکترود کاتد، فلز مس است. پس نتیجه می‌گیریم که قدرت کاهندگی فلز روی از فلز مس بیشتر است و **فراورده‌های این واکنش از واکنش‌دهنده‌ها پایداری بیشتری دارند.**

در واقع سلول گالوانی دستگاهی است که می‌تواند **براساس قدرت کاهندگی فلزها، انرژی الکتریکی** تولید کند. ایجاد جریان الکتریکی در مدار بیرونی باعث روشن شدن لامپ می‌شود.



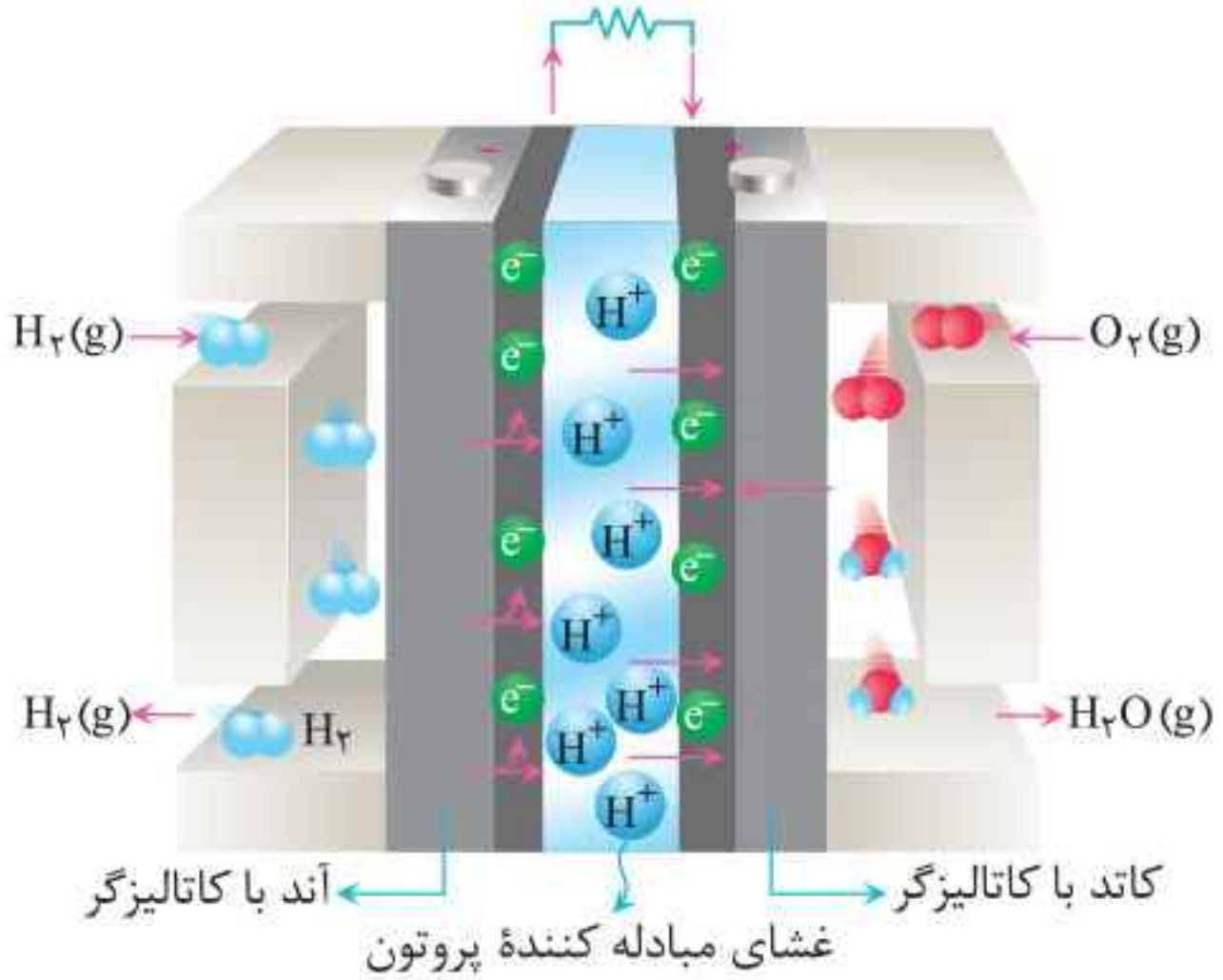
نیم‌واکنش آندی

$Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$

نیم‌واکنش کاتدی

$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$

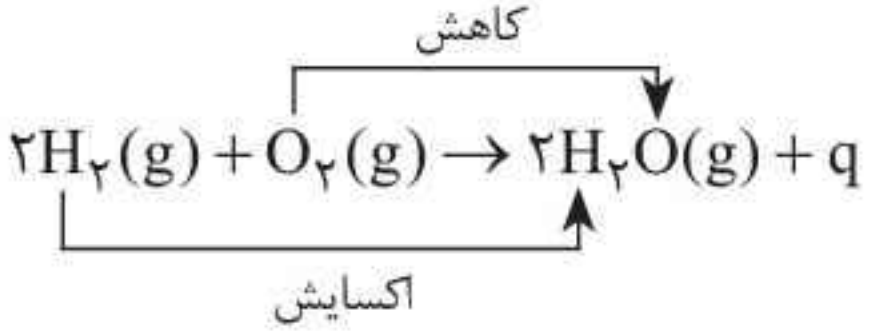
با ادامهٔ واکنش انتظار می‌رود که در محلول پیرامون الکترود آند غلظت یون‌های $Zn^{2+}(aq)$ افزایش یافته و این نیم‌سلول حاوی بار مثبت شود.



• هم‌زمان با این فرایند **گاز اکسیژن** وارد **کاتد** شده و در واکنش با سوخت (H^+) **کاهش** می‌یابد.

نیم‌واکنش کاهش: $O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \longrightarrow 2H_2O(g)$

واکنش کلی انجام‌شده در سلول سوختی به‌صورت زیر است:



• با استفاده از واکنش اکسایش-کاهش در سلول‌های گالوانی، مانند باتری‌ها و سلول‌های سوختی می‌توان انرژی الکتریکی را تأمین کرد.

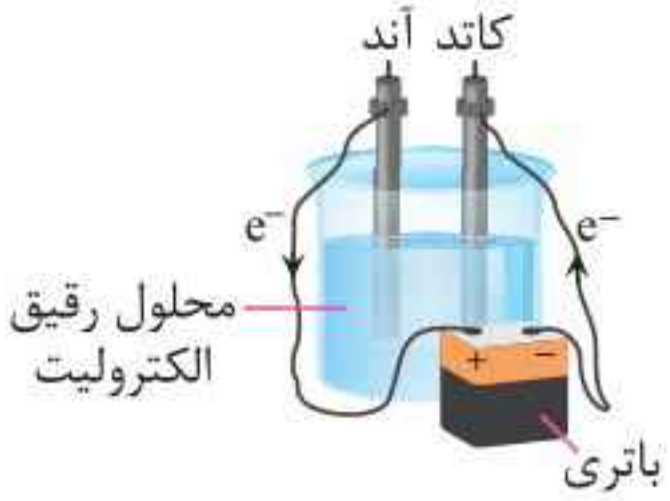
سلول‌های سوختی **برخلاف باتری‌ها** انرژی شیمیایی را **ذخیره نمی‌کنند**، اما در آن‌ها سوخت به‌طور پیوسته در شرایط کنترل‌شده، مصرف و جریان الکتریکی برقرار می‌شود.

- در سلول‌های الکترولیتی با اعمال یک ولتاژ بیرونی و عبور جریان الکتریکی از درون محلول الکترولیت می‌توان واکنش‌ها را در خلاف جهت طبیعی پیش برد، یعنی در سلول‌های الکترولیتی واکنش‌های **غیرخودبه‌خودی** انجام می‌شوند.
- در برقکافت، آبکاری و ... از سلول‌های الکترولیتی استفاده می‌شود. کمی جلوتر به بررسی کاربرد برخی از سلول‌های الکترولیتی می‌پردازیم.

۲۷ برقکافت آب، راهی برای تولید هیدروژن

برقکافت (الکترولیز): **تجزیهٔ** یک ماده به کمک **جریان برق** در حالت **محلول** یا **مذاب** را برقکافت گویند.

برقکافت آب فرایندی است که در آن، آب به عنصرهای سازنده‌اش تبدیل می‌شود. این فرایند در سلول‌های الکترولیتی و با مصرف انرژی الکتریکی انجام می‌شود.



نکته: آب خالص رسانایی الکتریکی **ناچیزی** دارد از این‌رو برای برقکافت آب باید اندکی **الکترولیت** به آن **بیافزاییم**. طی این واکنش بخشی از مولکول‌های آب در کاتد کاهش و بخشی دیگر در آند اکسایش می‌یابند.

- واکنش‌هایی که در این سلول الکترولیتی انجام می‌شود به صورت زیر است.

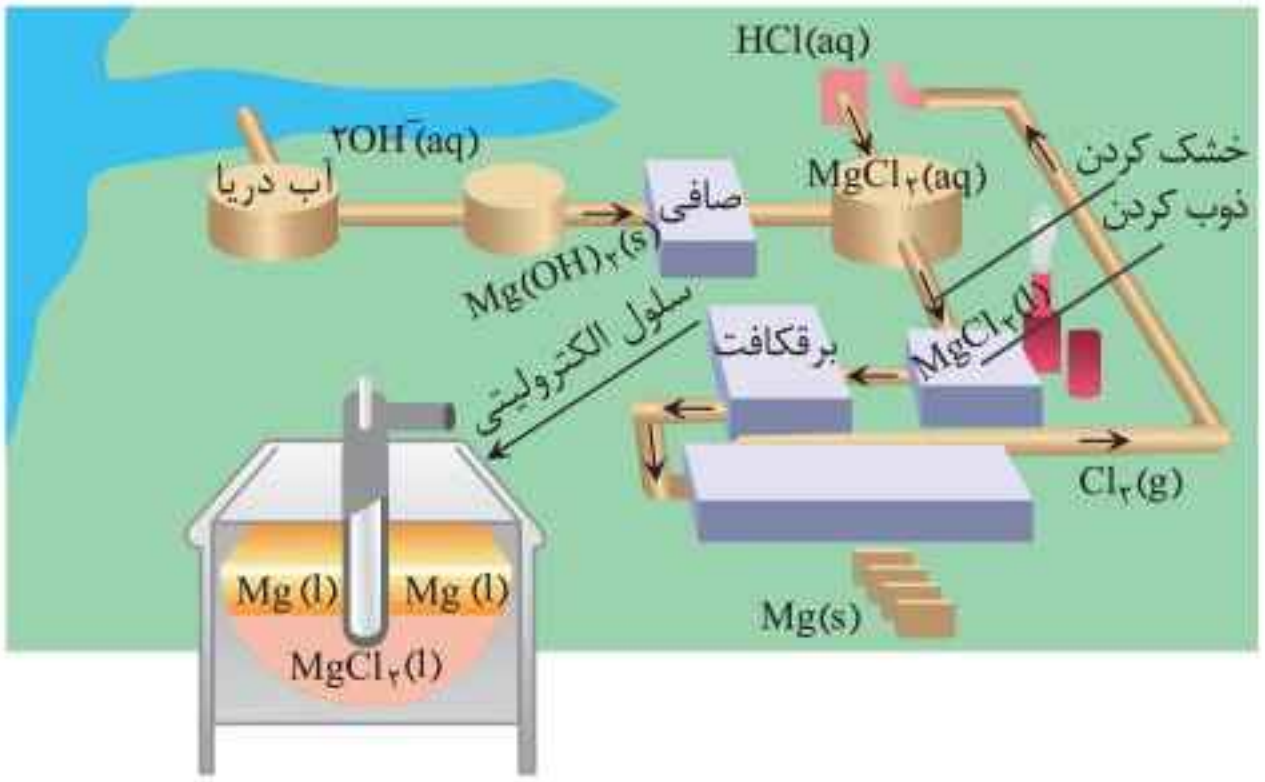
واکنش آندی : $2Cl^-(l) \longrightarrow 2e^- + Cl_2(g)$

واکنش کاتدی : $Mg^{2+}(l) + 2e^- \longrightarrow Mg(l)$

واکنش کلی : $MgCl_2(l) \longrightarrow Mg(l) + Cl_2(g)$

توجه: پس از برقکافت و تولید گاز کلر و منیزیم جامد، از گاز کلر تولیدشده جهت تهیهٔ مجدد محلول هیدروکلریک‌اسید استفاده می‌شود. منیزیم مذاب را نیز به حالت جامد در می‌آورند.

منیزیم فلز ارزشمندی است که در تولید آلیاژها، شربت معده، ضداسیدها و ... کاربرد دارد.



توجه: در سلول الکترولیتی از منیزیم‌کلرید **مذاب** جهت تولید منیزیم استفاده می‌شود، نه **محلول** منیزیم‌کلرید.

نکته: چگالی منیزیم مذاب کم‌تر از چگالی نمک مذاب آن است.

◂ حالا فرض کنید فلز آهن با مس در تماس باشـــد، در این رقابت آهن دچار خوردگی می‌شـــود، زیرا مس E° بزرگ‌تری نسبت به آهن دارد و مس از خورده شدن در امان می‌ماند.

حفاظت از آهن با منیزیم

حفاظت کاتدی: حفاظت یک فلز در برابر خوردگی، از راه اتصال آن فلز به یک قطعه فلز دیگر با E° منفی‌تر، حفاظت کاتدی نام دارد.

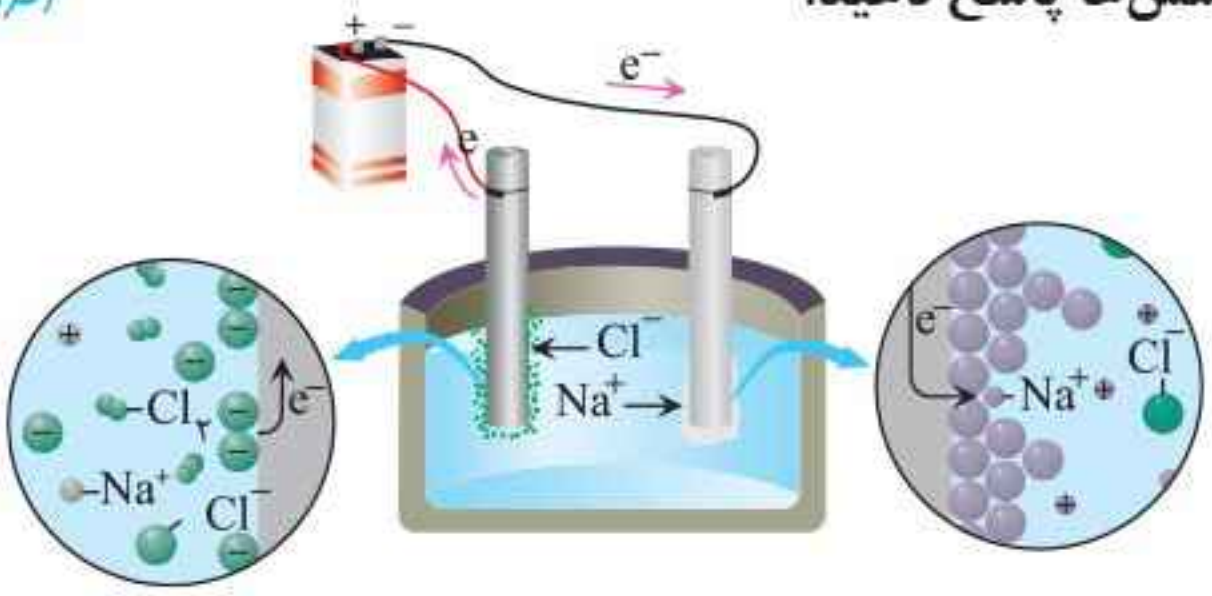
توجه: در حفاظت کاتدی فلزی که در رقابت برنده می‌شود و از فلز دیگر محافظت می‌کند را باید به‌صورت دوره‌ای تعویض کرد.

۳۵ آهن گالوانیزه (آهن سفید)

دیدیـــم که فلـــز **روی** به‌دلیل این‌که E° **کوچک‌تری** نســـبت به آهن دارد، هنگامـــی که در مجـــاورت آهن قرار می‌گیـــرد در هوای مرطوب **زودتـــر** اکســـایش می‌یابـــد و **مانع** از **اکســـایش** فلز **آهن** می‌شـــود.

- در صنعت ورقه‌های آهنی که با پوششی از فلز روی تهیه می‌شوند را **آهن گالوانیزه** یا **آهن سفید** می‌نامند و در ساخت تانکر آب، کانال کولر و ... از آن استفاده می‌کنند.
- هنگامی که خراشی در سطح آهن گالوانیزه به‌وجود می‌آید به ترتیب مراحل زیر اتفاق می‌افتد.

۵. با توجه به شکل زیر که مربوط به برقکافت سدیم کلرید مذاب است، به پرسش‌ها پاسخ دهید. (خرداد ۹۹)



آ) این سلول از نوع گالوانی است یا الکترولیتی؟ چرا؟

ب) علت افزودن مقداری کلسیم‌کلرید به سدیم‌کلرید در این فرایند چیست؟

پ) نیم واکنش کاتدی را بنویسید؟

۶. در واکنش زیر با محاسبهٔ تغییر عدد اکسایش، گونهٔ اکسنده و کاهنده را تعیین کنید. (خرداد ۹۹)

$$۲Al(s) + ۳CuSO_۴(aq) \longrightarrow Al_۲(SO_۴)_۳(aq) + ۳Cu(s)$$

۷. ورقه‌های آهنی را در صنعت با پوششی از فلز روی تهیه می‌کنند. (خرداد ۹۹)

$$E^\circ(Zn^{۲+} / Zn) = -۰/۷۶\ V$$

$$E^\circ(Fe^{۲+} / Fe) = -۰/۴۴\ V$$

آ) این نوع آهن به چه نامی معروف است؟

ب) به چه علت از این ورقه‌ها در ساخت ظروف بسته‌بندی مواد غذایی استفاده نمی‌شود؟

پ) اگر خراشی در سطح این نوع ورقهٔ آهنی ایجاد شود، نیم واکنش اکسایش را بنویسید.

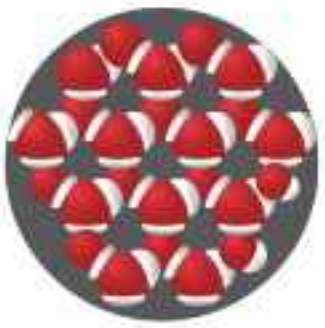
• **رفتار فیزیکی مواد مولکولی** نظیر آنتالپی تبخیر و نقطهٔ جوش، به **نوع و قدرت نیروهای بین مولکولی** آن‌ها بستگی دارد. درحالی که **رفتار شیمیایی** آن‌ها به‌طور عمده به **پیوندهای اشتراکی** (جفت الکترون‌های پیوندی) و **جفت الکترون‌های ناپیوندی** موجود در هر مولکول وابسته است.

۱۱ آب

یک مادهٔ مولکولی است که از واحدهای سازندهٔ H_2O ساخته شده است.

• مولکول‌های آب دارای ساختار لوویس $H-\ddot{O}-H$ هستند.

• بین مولکول‌های آب در حالت مایع و جامد، **پیوند هیدروژنی** برقرار می‌گردد.



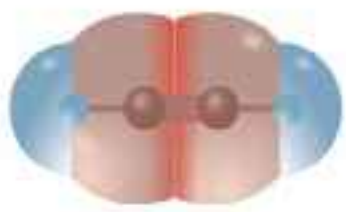
در حالت جامد (یخ) مولکول‌های H_2O در آرایشی سه بعدی با **تشکیل حلقه‌های شش‌گوشه**، شبکه‌ای همانند کندوی زنبور عسل با استحکام ویژه پدید می‌آورند.

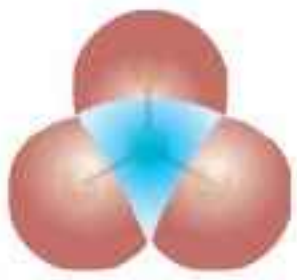
• در ساختار یخ هر **اتم اکسیژن** به **دو اتم هیدروژن با پیوند اشتراکی** و به **دو اتم هیدروژن** از مولکول‌های دیگر با **پیوندهای هیدروژنی** متصل است.

• دانهٔ برف یک سازهٔ یخی طبیعی است که مبنای تشکیل آن، حلقه‌های شش‌گوشه است.

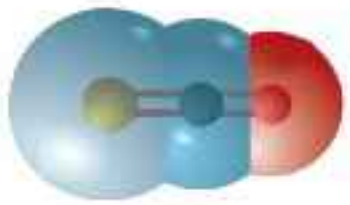
۱۷ بررسی چند مولکول قطبی و ناقطبی

باتوجه به نقشهٔ پتانسیل الکتروستاتیکی مولکول‌های **اتین، گوگردتری‌اکسید، پروپان، کربونیل‌سولفید، آمونیاک** و **دی‌متیل‌اتر** متوجه می‌شویم که سه مورد اول **ناقطبی** و سه مورد بعدی **قطبی** هستند:


اتین


گوگردتری‌اکسید

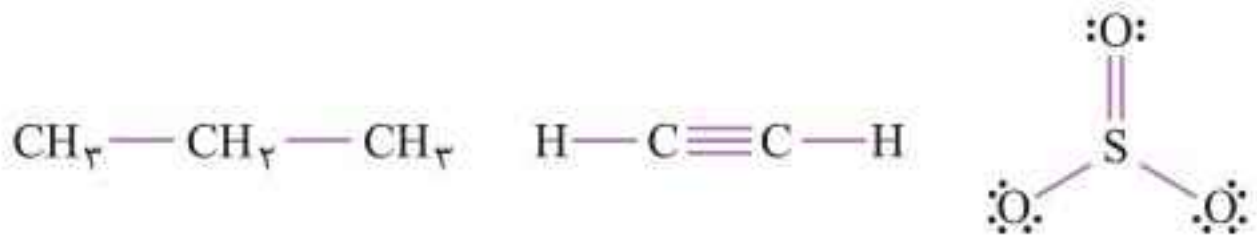
آمونیاک


کربونیل‌سولفید

پروپان

دی‌متیل‌اتر

- گشتاور دوقطبی مولکول‌های زیر برابر با صفر است:



- گشتاور دوقطبی مولکول‌های $CH_3-\ddot{O}-CH_3$ ، $H-\ddot{N}(H)-H$ و $:\ddot{O}=C=\ddot{S}:$ بزرگ‌تر از صفر است.

- اتین، گوگردتری‌اکسید و پروپان برخلاف کربونیل‌سولفید، آمونیاک و دی‌متیل‌اتر در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کنند.

- در **یک گروه**، یون پایداری که تمام عنصرها تشکیل می‌دهند، بار یکسان دارند و **شعاع** این **یون‌ها از بالا به پایین گروه افزایش** می‌یابد.
- جدول زیر دو مطلب قبل را به‌خوبی نمایش می‌دهد:

گروه / دوره	۱۷	۱۶	۲	۱
دوم	F ۱− ۷۱،۱۳۳	O ۲− ۷۳،۱۴۰		Li ۱+ ۱۵۲،۷۶
سوم	Cl ۱− ۹۹،۱۸۱	S ۲− ۱۰۲،۱۸۴	Mg ۲+ ۱۶۰،۷۲	Na ۱+ ۱۸۶،۱۰۲

۲۴ چگالی بار و آنتالپی شبکه

بسیاری از **خواص فیزیکی هر ترکیب یونی**، به **میزان برهم‌کنش یون‌های سازندهٔ** آن وابسته است.

چگالی بار: اگر هر یون را کره‌ای باردار درنظر بگیریم، چگالی بار هم‌ارز با نسبت بار به حجم آن است:

$$\text{چگالی بار} = \frac{\text{بار}}{\text{حجم}}$$

- می‌توان از **نسبت بار یون به شعاع آن، به‌جای چگالی بار** استفاده کرد.
- هرچه **چگالی بار** یک یون **بیشتر** باشد، با سایر یون‌ها **برهم‌کنش** (نیروهای جاذبه و دافعه) **قوی‌تری** خواهد داشت.

۲۸ رنگ‌دانه

سازندهٔ اصلی یک مادهٔ رنگی که به آن رنگ می‌بخشد، **رنگ‌دانه** نام دارد.

- رنگ چند رنگ‌دانهٔ معدنی را در جدول زیر می‌بینید:

نام یا فرمول	TiO_2	Fe_2O_3	دوده $(C(s))$
رنگ	سفید	قرمز	سیاه

- انسان‌ها در گذشته مواد رنگی را از **منابع طبیعی** مانند گیاهان، جانوران و برخی کانی‌ها تهیه می‌کردند.
- رقابت اقتصادی در تولید فراورده‌های صنعتی باعث شده تولیدکنندگان علاوه بر جنبه‌های کمّی و کیفی، رنگ و زیبایی آن‌ها را نیز مد نظر قرار دهند. درنتیجه **رنگ‌های ساختگی** گوناگونی تولید شده‌اند که در صنایع **نساجی**، **غذایی** و **ساختمانی** به‌کار می‌روند.
- **رنگ‌هایی** که **برای پوشش سطح** استفاده می‌شوند، نوعی **کلوئید** هستند که لایهٔ نازکی روی سطح ایجاد می‌کنند تا **مانع خوردگی** در برابر اکسیژن، رطوبت و مواد شیمیایی شوند.

۲۹ رنگ وانادیم

فلزها (به‌خصوص **فلزهای واسطه**) در **حالت‌های اکسایش متفاوت** می‌توانند **رنگ‌های مختلفی** داشته باشند. شکل زیر، واکنش بین نمک وانادیم (V) و فلز روی (Zn) را نشان می‌دهد که با تغییر رنگ محلول همراه است:

مقدمه‌ای بر فصل (صفحهٔ ۸۹ تا ۹۱ کتاب درسی)

- رشد و پیشرفت جامعه با تلاش هدفمند افراد خبره، کاردان و ورزیده دست‌یافتنی است. برای پیشرفت باید به دانش، توانایی، مهارت و زیرساخت‌های لازم تکیه کنیم.
- از جمله پیامدهای رشد و پیشرفت جامعه می‌توان دسترسی آسان و ارزان‌تر به فناوری نو را نام برد.
- بهره‌گیری از مبدل کاتالیستی در خودرو، کود شیمیایی سبز و همچنین تبدیل مواد شیمیایی خام به مواد ارزشمند از جمله فناوری‌هایی به‌شمار می‌رود که در آن‌ها دانش شیمی همراه با انگیزه و تلاش راهی را به‌سوی آینده‌ای روشن‌تر رقم می‌زند.
- مجموعهٔ چنین تلاش‌هایی در گذر زمان منجر به تولید و انباشت دانش و فناوری شده است. یکی از آن‌ها، دانش شیمی و فناوری‌های آن است. شکل‌های زیر بخشی از دستاوردهای مهم شیمی را در این راستا نشان می‌دهد:

فناوری تصفیهٔ آب، مانع گسترش بیماری‌هایی از جمله وبا در جهان شده است.

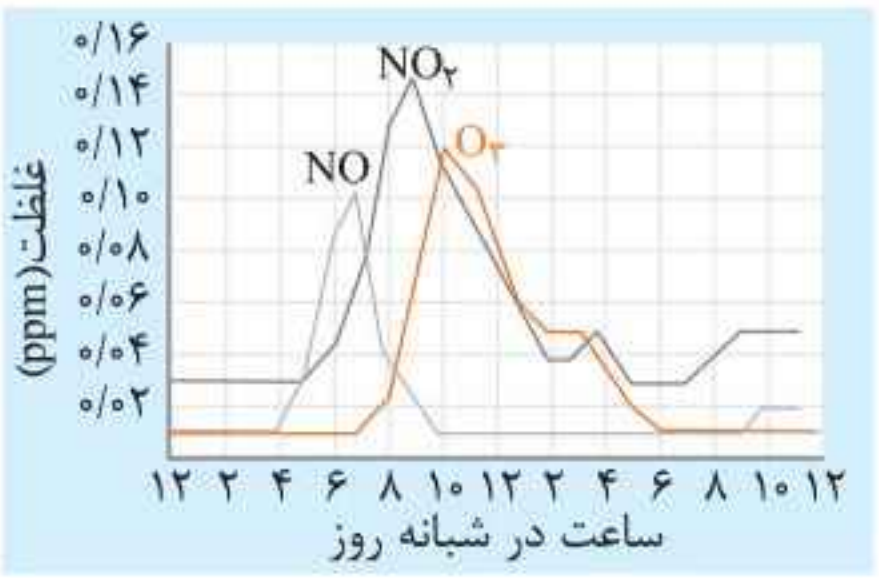
فناوری تولید پلاستیک، صنعت پوشاک و صنعت بسته بندی (غذا، دارو و ...) را دگرگون ساخت.

فناوری شناسایی و تولید مواد بی‌حس‌کننده و آنتی‌بیوتیک، راه را برای جراحی‌های گوناگون هموار کرد.

- نیتروژن مونوکسید و نیتروژن‌دی‌اکسید هردو اکسیدهای نافلزی هستند و خاصیت **اسیدی** دارند، به همین دلیل باعث ایجاد **باران اسیدی** می‌شوند.
- **کربن مونوکسید (CO):** اگر میزان گاز اکسیژن در دسترس کم باشد، در اثر سوختن ناقص سوخت‌های فسیلی، کربن مونوکسید به همراه سایر فراورده‌های آن تولید می‌شود.
- کربن مونوکسید گازی بی رنگ، بی بو و بسیار سمی است، به سرعت در هوا پخش می‌شود و واکنش‌پذیری **بالایی** دارد.
- **هیدروکربن‌های فرار (C_xH_y):** بعضی از هیدروکربن‌های موجود در سوخت، در دماهای بالا بخار می‌شوند، از دست اکسیژن هم فرار کرده و نمی‌سوزند، در نتیجه به همان صورت وارد هواکره می‌شوند.

۳ بررسی تغییر غلظت برخی آلاینده‌ها در شبانه‌روز

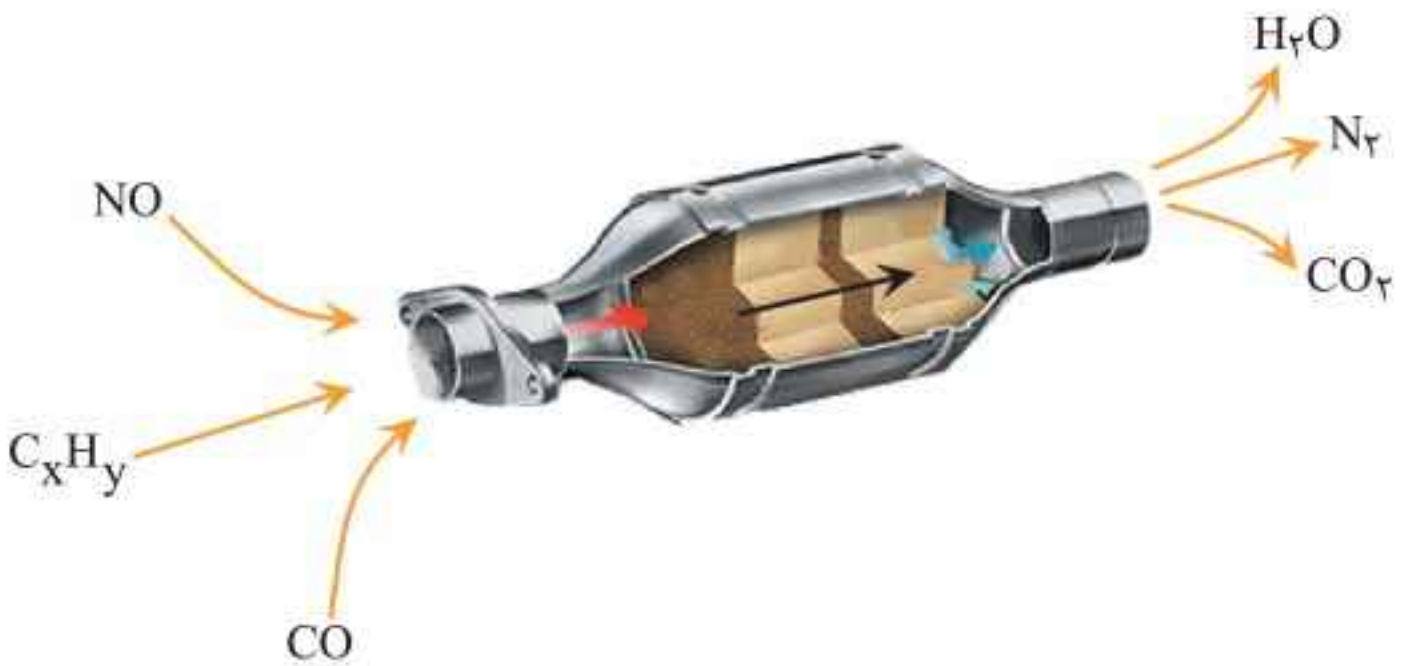
نمودار روبه‌رو غلظت برخی از آلاینده‌های موجود در هوای یک شهر بزرگ را برحسب ppm نشان می‌دهد:



یادآوری: برای بیان غلظت محلول‌های بسیار رقیق از کمیتی به نام ppm استفاده می‌کنیم. ppm از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^{۶}$$

- در سطح سرامیک‌ها درون مبدل کاتالیستی، توده‌های فلزی با قطر ۲ تا ۱۰ نانومتر وجود دارند.
- شکل زیر نمایی از یک مبدل کاتالیستی را نشان می‌دهد:



فرمول شیمیایی آلاینده		NO	C_xH_y	CO
مقدار آلایندهٔ خروجی از اگزوز برحسب گرم به‌ازای طی یک کیلومتر	در غیاب مبدل کاتالیستی	۱/۰۴	۱/۶۷	۵/۹۹
	در حضور مبدل کاتالیستی	۰/۰۴	۰/۰۷	۰/۶۱

- مبدل کاتالیستی هرسه واکنش حذف آلاینده‌ها را به‌طور **هم‌زمان** انجام می‌دهد. مبدل کاتالیستی برای مدت **طولانی** کار می‌کند اما پس از مدت معینی کارایی آن **کاهش** می‌یابد و دیگر قابل استفاده نیست.

طرز کار مبدل کاتالیستی: همانطور که گفتیم، گازهای آلاینده در مسیر خروج از خودرو با کاتالیزگرهای موجود در مبدل کاتالیستی برخورد می‌کنند و این امر موجب **کاهش انرژی فعال‌سازی** برای انجام واکنش‌های ذکر شده می‌شود.

نکته: تغییر مقدار مواد جامد و مایع موجود در تعادل باعث جابه‌جایی تعادل نمی‌شود، زیرا در رابطهٔ ثابت تعادل غلظت این مواد را وارد نمی‌کنیم و تغییر مقدار آن‌ها تأثیری بر ثابت تعادل ندارد.
برای مثال افزایش $CaCO_3(s)$ در دمای ثابت منجر به پیشرفت واکنش زیر در جهت رفت نمی‌شود:

$$CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$$

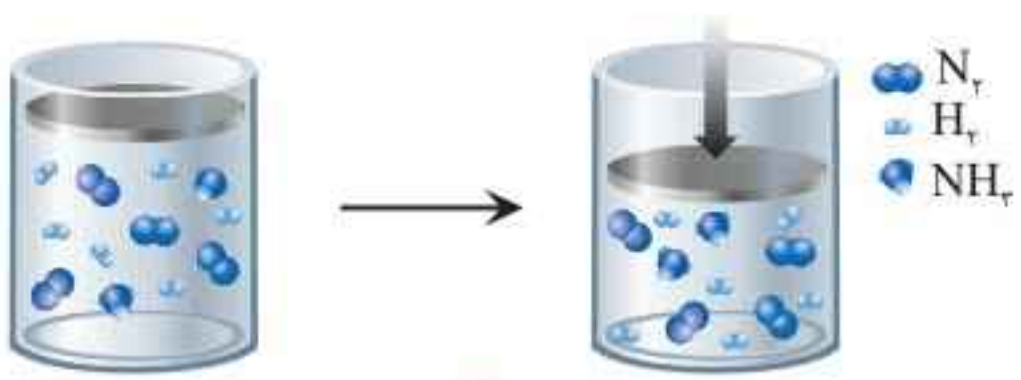
۱۴ اثر تغییر حجم (یا فشار) بر تعادل گازی

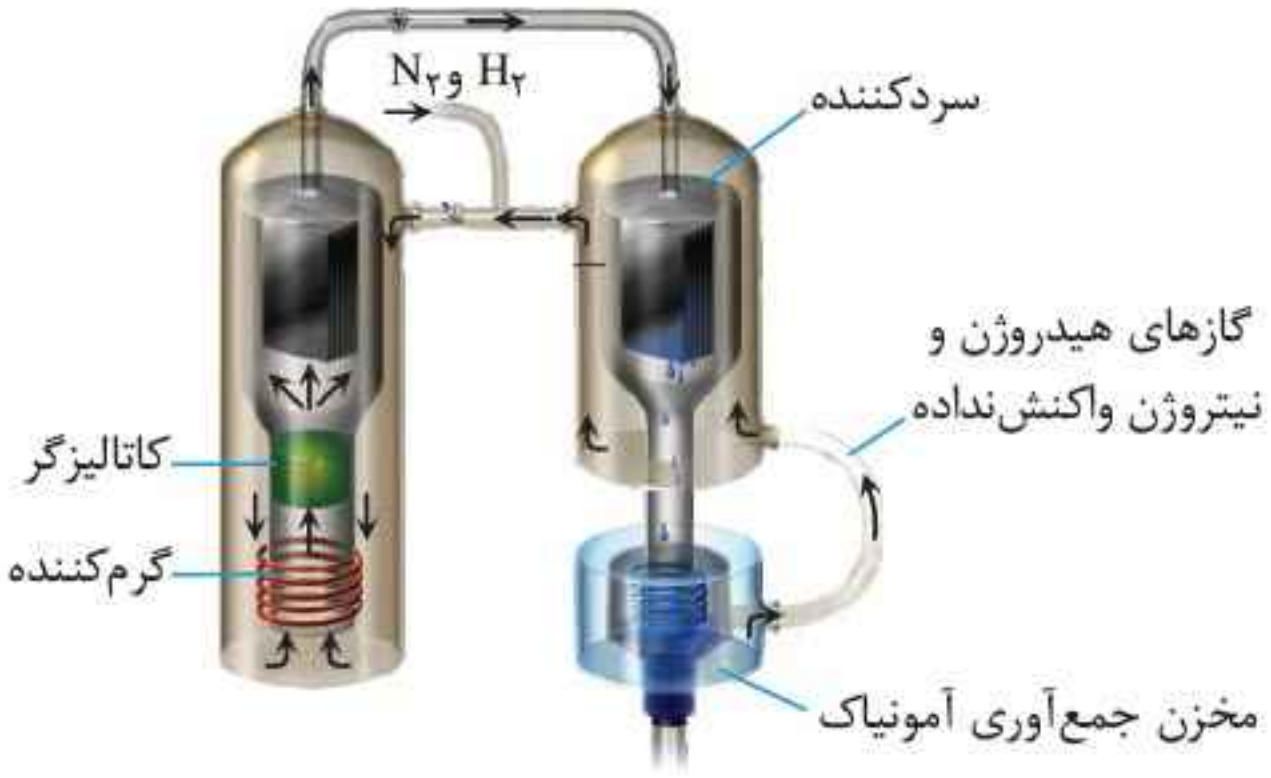
تعادل $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ را درنظر بگیرید.

- به‌ازای تولید دو مول $NH_3(g)$ ، چهار مول $(N_2(g) + 3H_2(g))$ واکنش‌دهندهٔ گازی مصرف می‌شود. به یاد دارید که در دما و حجم ثابت هرچه تعداد مول گازی بیشتر باشد، برخورد مولکول‌های گاز با ظرف واکنش بیشتر بوده و فشار آن بیشتر است. بنابراین اگر این واکنش در حجم ثابت در جهت رفت انجام شود، به دلیل کاهش تعداد مول گازی، فشار سامانه کاهش می‌یابد.

$$\underbrace{N_2(g) + 3H_2(g)}_{4\,mol} \rightleftharpoons \underbrace{2NH_3(g)}_{2\,mol}$$

- حالا فرض کنید این تعادل در سیلندری مجهز به پیستون روان برقرار باشد. با افزایش فشار در دمای ثابت حجم پیستون کاهش می‌یابد. حالا به نظرت چه اتفاقی می‌افته؟!





فناوری‌های نوین و رشد اقتصادی (صفحهٔ ۱۰۹ تا ۱۲۱ کتاب درسی)

۲۰ فناوری‌های شیمیایی و ارزش آن‌ها

فنـاوری: فناوری را می‌توان **بـه‌کار بردن دانش** برای حل یک مسـئله در صنعـت یا زندگـی روزانه بـرای رسـیدن به **هدفی خاص** دانست.

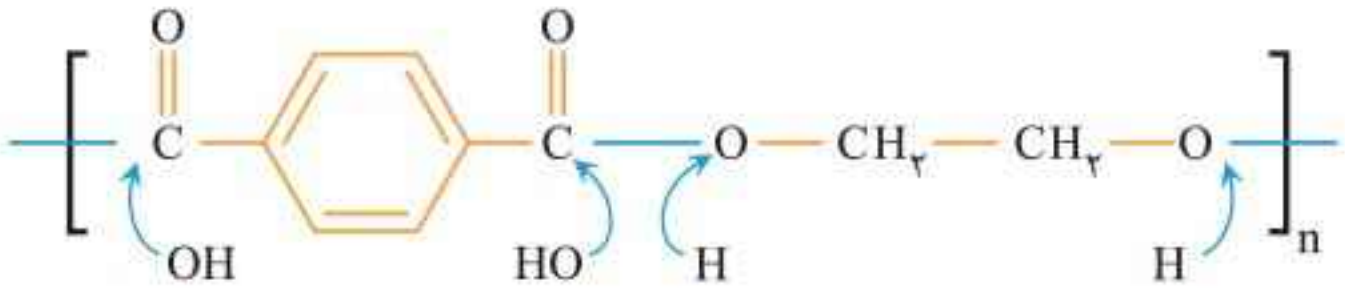
فناوری ارتباطات، کشـاورزی، غذایی، نظامی، دارویی، الکترونیکی و آموزشـی از جمله فناوری‌هایی هستند که بشر امروزی از آن‌ها برای حل مسئلهٔ خود بهره می‌برد.

- فناوری **همواره** با ساخت یا استفاده از یک وسیله همراه است.
- شـیمی‌دان‌ها نیز با اسـتفاده از دانش شـیمی، مـواد جدیدی را می‌سـازند یا روشی برای سـاخت **آسـان‌تر** و **با صرفه‌تر** آن‌ها ارائه می‌کنند. شـیمی‌دان‌ها همچنین به دنبال یافتـن روش، طراحی و ساخت دستگاه‌هایی برای شناسایی دقیق ساختار مواد هستند.

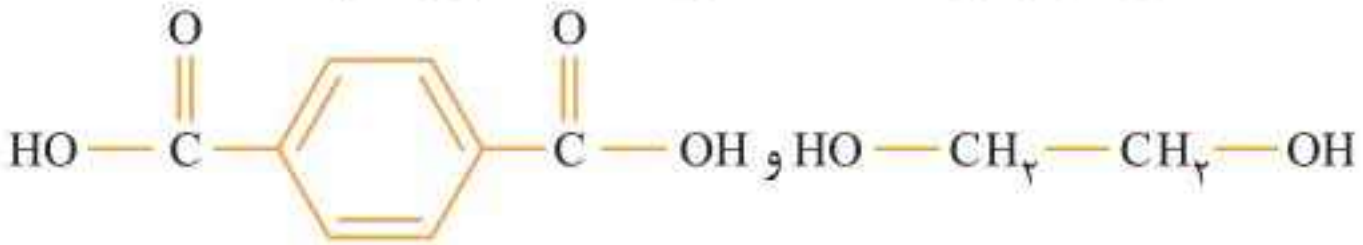
همهٔ این موارد ذکر شده بیانی از فناوری شیمیایی است.

حالا ببینیم ارزش فناوری‌های شیمیایی در یک جامعه چه تأثیری بر اقتصاد آن جامعه دارد.

پس برای تعیین مونومرهای سازندهٔ آن‌ها باید پیوندی که بخش الکلی را به بخش اسیدی متصل کرده است پیدا کنیم، سپس به بخش الکلی H و به بخش اسیدی OH اضافه کنیم:



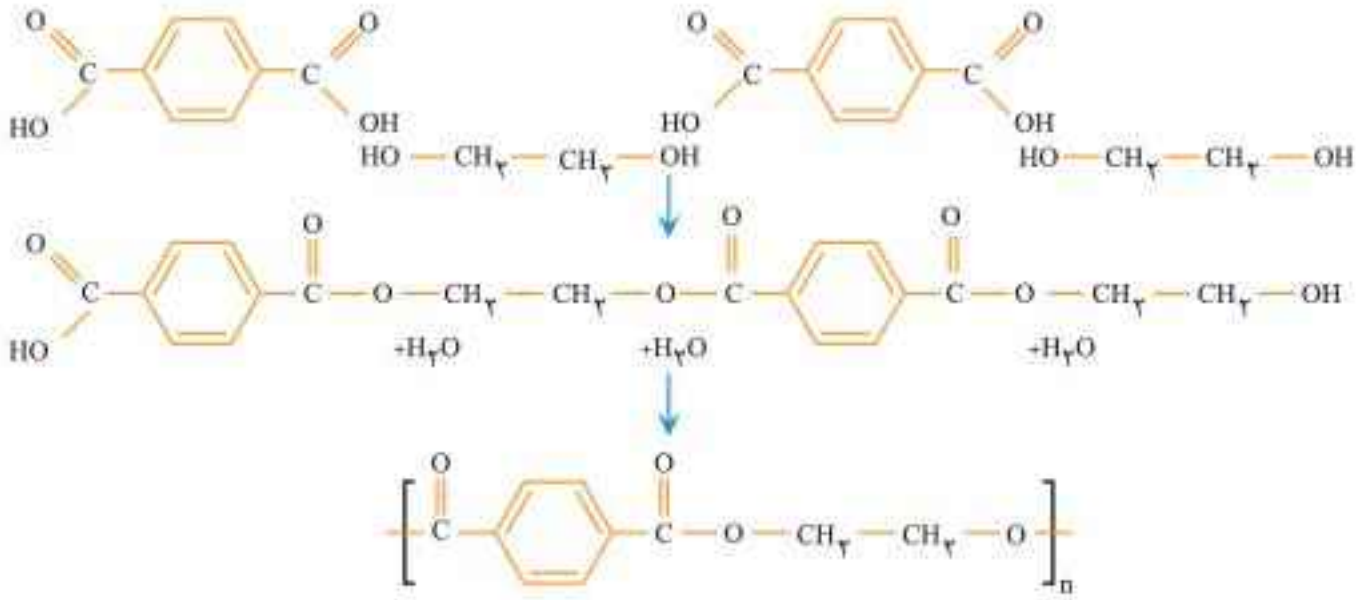
به همین راحتی مونومرهای PET را به‌دست آوردیم:



ترفتالیک‌اسید
(اسید دوعاملی)

اتیلن‌گلیکول
(الکل دوعاملی)

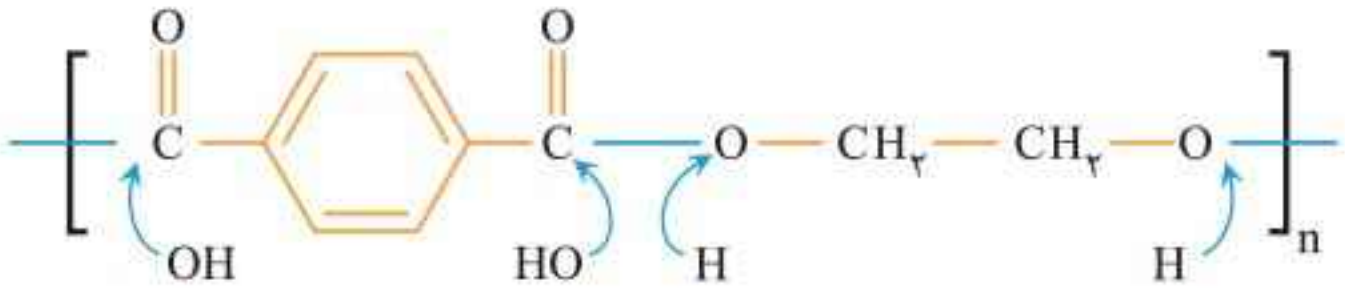
• اگر همین مسیر را برعکس برویم، می‌توانیم از واکنش اتیلن گلیکول با ترفتالیک‌اسید در شرایط مناسب، پلی‌اتیلن ترفتالات را سنتز کنیم:



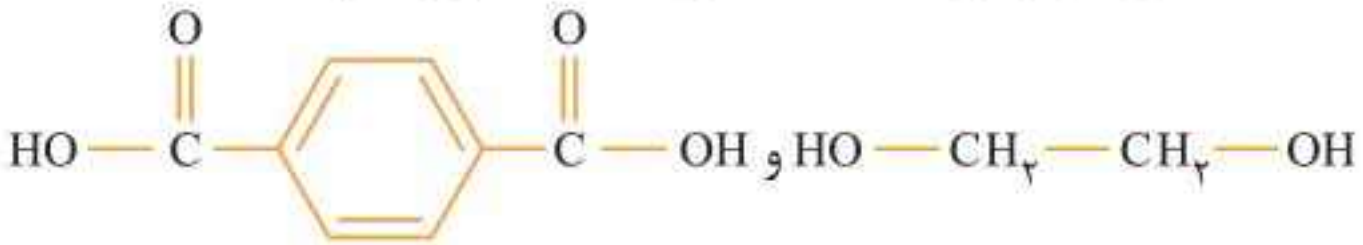
• می‌دانیم که نفت خام، دریایی از انواع ترکیبات آلی است و بسیاری از ترکیبات موردنیاز برای سنتز مواد مختلف را در دسترس شیمی‌دان‌ها قرار می‌دهد.

حالا یه خبر خوب براتون دارم و یه خبر بد! اول کدوم رو بگم؟!
اول خبر بدُ می‌گم.

پس برای تعیین مونومرهای سازندهٔ آن‌ها باید پیوندی که بخش الکلی را به بخش اسیدی متصل کرده است پیدا کنیم، سپس به بخش الکلی H و به بخش اسیدی OH اضافه کنیم:



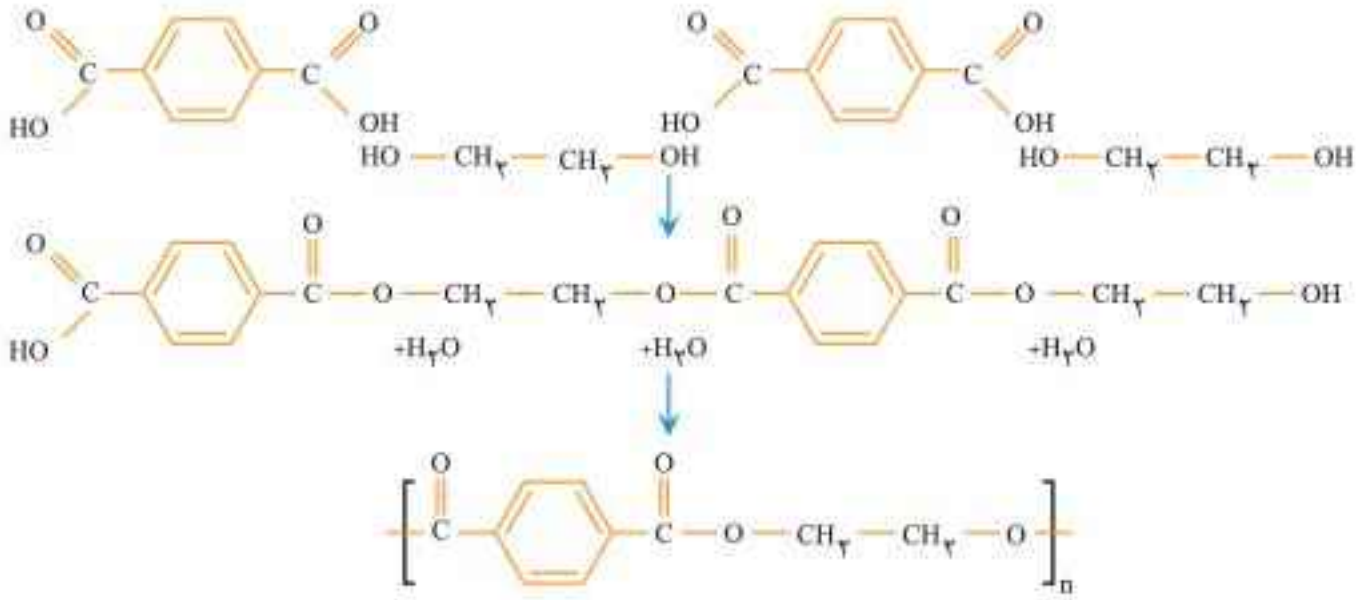
به همین راحتی مونومرهای PET را به‌دست آوردیم:



ترفتالیک‌اسید
(اسید دوعاملی)

اتیلن‌گلیکول
(الکل دوعاملی)

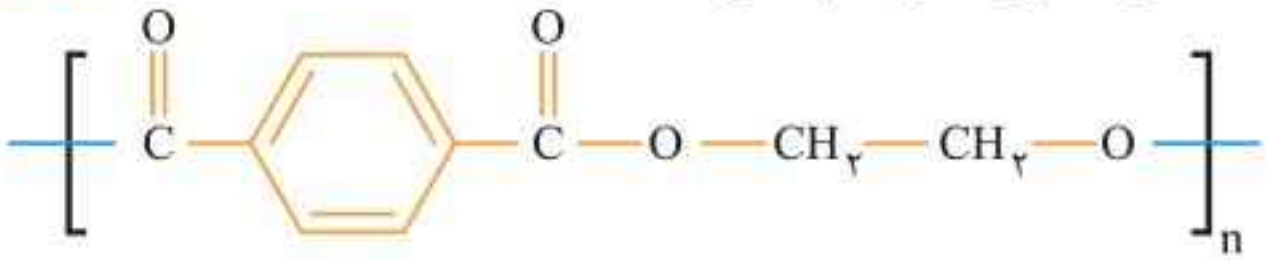
• اگر همین مسیر را برعکس برویم، می‌توانیم از واکنش اتیلن گلیکول با ترفتالیک‌اسید در شرایط مناسب، پلی‌اتیلن ترفتالات را سنتز کنیم:



• می‌دانیم که نفت خام، دریایی از انواع ترکیبات آلی است و بسیاری از ترکیبات موردنیاز برای سنتز مواد مختلف را در دسترس شیمی‌دان‌ها قرار می‌دهد.

حالا یه خبر خوب براتون دارم و یه خبر بد! اول کدوم رو بگم؟!
اول خبر بدُ می‌گم.

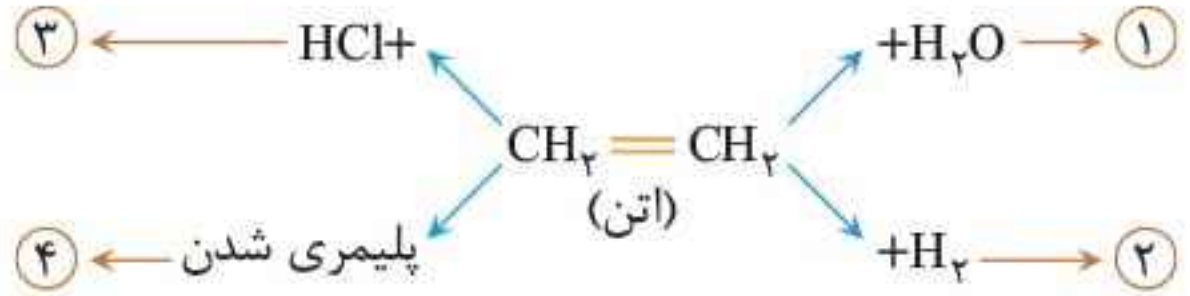
۶. فرمول ساختاری پلیمر ســـــازندهٔ بطری آب به شکل زیر است. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید. (خرداد ۹۹)



آ) این پلیمر از کدام دستهٔ پلیمرها است؟ چرا؟

ب) ساختار مونومرهای سازندهٔ این پلیمر را رسم کنید.

۷. در نمودار زیر جاهای خالی (۱ تا ۴) را با نام یا فرمول مادهٔ شیمیایی مناسب پرکنید. (خرداد ۹۹)



۸. با توجه به جدول زیر که اثر دما را بر ثابت تعادل واکنش «$N_2(g)+3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g):\Delta H<0$» نشان می‌دهد، به پرسش‌ها پاسخ دهید. (دی ۹۹)

دما($^\circ C$)	۴۰۰	۲۰۰	۲۵
K	$6/2\times10^{-4}$	۰/۶۵	$6/0\times10^{5}$

آ) عبارت ثابت تعادل را برای این واکنش بنویسید.

ب) میزان پیشرفت واکنش در کدام دما بیشتر است؟ چرا؟

پ) با افزایش دما K چه تغییری کرده است؟ (دلیل خود را به کمک اصل لوشاتلیه توجیه کنید).

تمرین: **pH این محلول چند است؟**

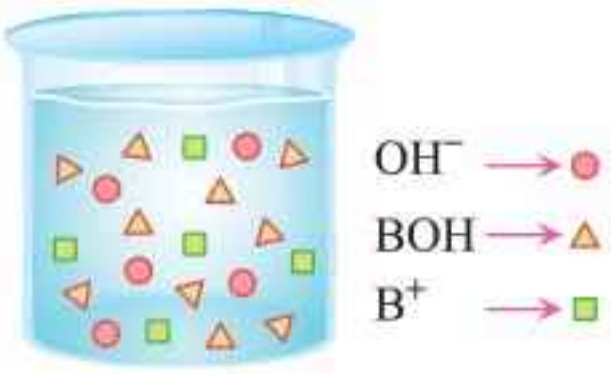
پاسخ ۱/۰

درصد یونش این اسید چند است؟

پاسخ ٪۱۷

۱۶. اگر در شکل روبه‌رو، هر ذره نشان‌دهندهٔ ۰/۰۱ مول ماده باشد، pH محلول و K_b باز را بیابید.

$V = ۱/۰\ L$



استراتژی حل: مقدار مول و غلظت OH^-، B^+ و BOH را می‌یابیم. سپس به دست آوردن مقدار K_b و pH کاری ندارد.

با توجه به شکل ۰/۰۵ مول OH^- و ۰/۰۵ مول B^+ و ۰/۱ مول BOH در حجم ۱ لیتر وجود دارد. پس غلظت‌های این سه گونه برابر هستند با:

$$[B^+] = [OH^-] = ۰/۰۵\ mol.L^{-۱}$$

$$[BOH] = ۰/۱ mol.L^{-۱}$$

یافتن K_b:

$$K_b = \frac{۰/۰۵ \times ۰/۰۵}{۰/۱} = ۲/۵ \times ۱۰^{-۲}$$

به‌دست آوردن pH:

$$[H^+(aq)] = \frac{۱۰^{-۱۴}}{۰/۰۵} = ۲ \times ۱۰^{-۱۳}\ mol.L^{-۱}$$

$$pH = -\log(۲ \times ۱۰^{-۱۳}) = ۱۲/۷$$

۱۷. برای خنثی شدن کامل ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول $0/15\ M$ از HCl به چند گرم پتاسیم‌هیدروکسید نیاز است؟

$(H = 1, O = 16, K = 39\ g.mol^{-1})$

استراتژی حل: در واکنش خنثی شدن باید مقدار مول H^+ و OH^- برابر باشد. مول H^+ را از طریق مولاریته و حجم محلول به دست می‌آوریم. مول OH^- را هم به جرم پتاسیم هیدروکسید تبدیل می‌کنیم.

واکنش خنثی شدن:

$$HCl(aq) + KOH(aq) \longrightarrow H_2O(l) + KCl(aq)$$

ابتدا مقدار مول H^+ را حساب می‌کنیم:

$$0/1\ L\ \text{محلول} \times \frac{0/15\ mol\ HCl}{1\ L\ \text{محلول}} \times \frac{1\ mol\ H^+}{1\ mol\ HCl} = 0/015\ mol\ H^+$$

حالا جرم KOH را محاسبه می‌کنیم:

$$0/015\ mol\ H^+ \times \frac{1\ mol\ OH^-}{1\ mol\ H^+} \times \frac{1\ mol\ KOH}{1\ mol\ OH^-} \times \frac{56\ g\ KOH}{1\ mol\ KOH}$$

$$= 0/84\ g\ KOH$$

۱۸. از واکنش ۲۵۰ میلی‌لیتر محلول هیدروکلریک اسید با $pH = 3$ با مقدار کافی سدیم‌هیدروژن‌کربنات، چند لیتر گاز کربن‌دی‌اکسید در شرایط STP تولید می‌گردد؟ معادلهٔ واکنش به‌صورت $HCl + NaHCO_3 \longrightarrow NaCl + H_2O + CO_2$ است.

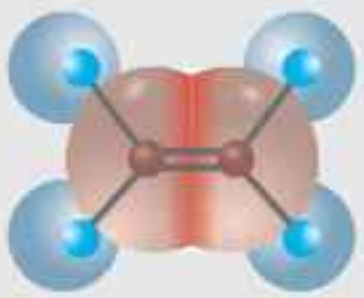
پیوست ۲ ترکیب‌ها

۱. **H_2O**: این ترکیب به سه صورت گاز، مایع و جامد در طبیعت وجـــود دارد. مولکول‌های H_2O در ســـاختار یـــخ در یک آرایش منظم و ســـه‌بعدی با تشـــکیل حلقه‌های شش‌گوشـــه، شبکه‌ای همانند کندوی زنبور عسل با استحکام ویژه پدید می‌آورند.
در این ساختار هر اتم اکسیژن به دو اتم هیدروژن با پیوند کووالانسی و به دو اتم هیدروژن دیگر با پیوند هیدروژنی متصل است.
مولکـول H_2O به صورت خمیده اسـت و تراکم بار الکتریکی منفی روی اتم اکسیژن بیشتر است.
H_2O یک مولکول قطبی است و در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند.

پروپان

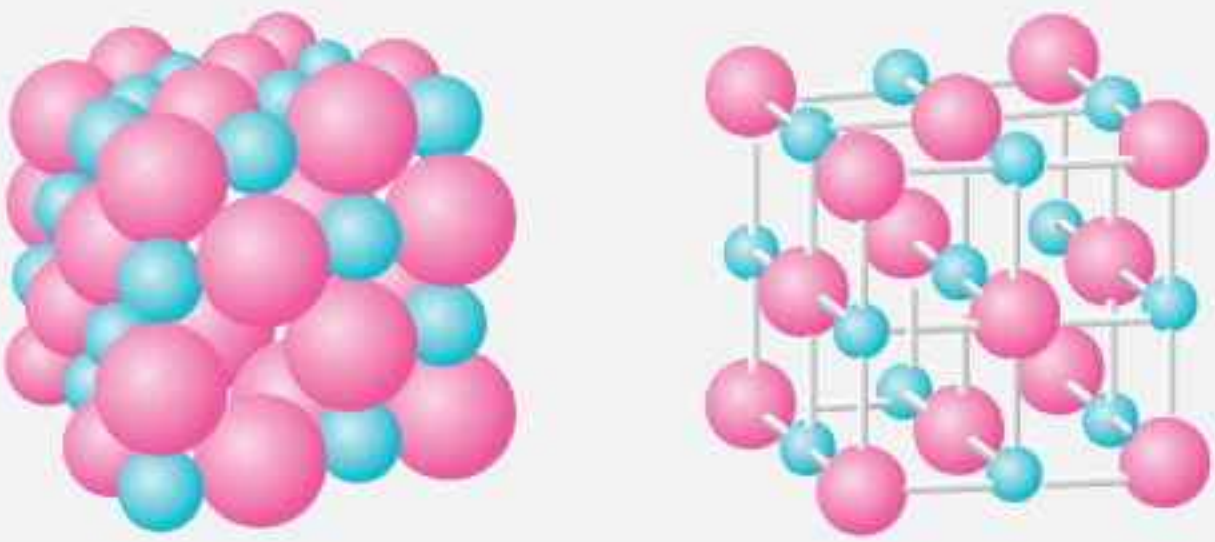
۲. **اتانـــول:** فرمول مولکولی ایـــن ترکیب به صورت C_2H_5OH نوشته می‌شود. این ترکیب آلی در ساختار خود دارای گروه عاملی هیدروکسیل است و به عنوان ضدعفونی‌کننده در بیمارستان‌ها و مراکز بهداشتی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۳. **اتن:** ترکیب آلی اســـت که از تقطیر نفت خام به‌دست می‌آید. فرمول مولکولی این ترکیب به‌صورت C_2H_4 اســـت و از خانوادهٔ آلکن‌ها می‌باشـــد. اتن با محلول رقیق پتاسیم پرمنگنات واکنش داده و اتیلن‌گلیکول تولید می‌شود.
ایـــن مولکـــول غیرقطبـــی اســـت و در میدان الکتریکـــی جهت‌گیری نمی‌کند.


اتن

۳۰. **سدیم‌کلرید:** ترکیبی یونی است که فرمول آن به‌صورت $NaCl$ نوشته می‌شود. فلز سدیم را می‌توان از برقکافت سدیم‌کلرید مذاب در سلول الکترولیتی (مانند سلول دانز) تهیه کرد.

سدیم کلرید خالص در دمای $801^{\circ}C$ ذوب می‌شود و برقکافت آن انرژی زیادی نیاز دارد. سدیم‌کلرید را می‌توان از واکنش فلز سدیم با گاز سبز رنگ کلر تهیه کرد. این واکنش بسیار گرماده است. آرایش یون‌ها در شبکهٔ بلور سدیم‌کلرید به‌صورت زیر است:



مدل فضا پرکن

عدد کوئوردیناسیون یون‌های Na^{+} و Cl^{-} در بلور سدیم‌کلرید با هم مساوی بوده و برابر با ۶ است.

۳۱. **سدیم هیدروژن‌کربنات:** نام دیگر آن جوش شیرین است و فرمول آن به‌صورت $NaHCO_3$ نوشته می‌شود. این ترکیب خاصیت بازی دارد و در ساخت ضد اسیدها و مواد شوینده کاربرد دارد.

۳۸ تا ۴۱. تولید آلومینیم به روش هال:

واکنش کلی: $2Al_2O_3(l) + 3C(s) \longrightarrow 4Al(l) + 3CO_2(g)$

نیم‌واکنش کاتدی: $Al^{3+}(l) + 3e^- \longrightarrow Al(l)$

نیم‌واکنش آندی: $2O^{2-}(l) \longrightarrow O_2(g) + 4e^-$

سپس: $C(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)$

۴۲. تولید نیتروژن مونوکسید از عناصر سازنده:

$$N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)$$

در هنـــگام رعد و برق و در موتور خودروهـــا رخ می‌دهد. عکس این واکنش در مبدل‌های کاتالیستی رخ می‌دهد.

۴۳. واکنشی که در نوعی باتری دکمه‌ای انجام می‌شود:

$$Zn(s) + Ag_2O(s) \longrightarrow ZnO(s) + 2Ag(s)$$

این واکنش، از واکنش‌های اکسایش ـ کاهش است.

۴۴. واکنش هالوژن بالاتر و نمک هالوژن پایین‌تر:

$$\underset{\text{عنصر۱}}{X_2} + \underbrace{2NaW}_{\text{نمک۲}} \longrightarrow \underbrace{2NaX}_{\text{نمک۱}} + \underset{\text{عنصر۲}}{W_2}$$

۴۵. واکنش فلز سدیم و گاز کلر:

$$2Na(s) + Cl_2(g) \longrightarrow 2NaCl(s)$$

این واکنش گرماده است $(\Delta H < 0)$

۵۶. تولید متانول:

$$CO(g) + ۲H_۲(g) \xrightarrow{\text{کاتالیزگر}} CH_۳OH(g)$$

۵۷. واکنش گاز اکسیژن و نیتروژن مونوکسید:

$$۲NO(g) + O_۲(g) \rightleftharpoons ۲NO_۲(g)$$

یکی از مراحل تولید اوزون تروپوسفری است.

۵۸. تجزیهٔ دی‌نیتروژن تتراکسید: $N_۲O_۴(g) \rightleftharpoons ۲NO_۲(g)$

محصول واکنش به رنگ قهوه‌ای است و واکنش‌دهنده بی‌رنگ است.

۵۹. واکنش تجزیهٔ NOCl:

$$۲NOCl(g) \longrightarrow ۲NO(g) + Cl_۲(g)$$

این واکنش گرماگیر است.

۶۰. واکنش کربن مونوکسید و بخار آب:

$$CO(g) + H_۲O(g) \rightleftharpoons CO_۲(g) + H_۲(g)$$

۶۱ تا ۶۳. تولید گاز هیدروژن در سلول نور الکتروشیمیایی:

نیم واکنش کاتدی:

$$۴H_۲O(l) + ۴e^- \rightarrow ۲H_۲(g) + ۴OH^-(aq)$$

نیم واکنش آندی:

$$Si(S) + ۲H_۲O(l) \rightarrow SiO_۲(S) + ۴H^+(aq) + ۴e^-$$

واکنش کلی: $۲H_۲O(l) + Si(S) \rightarrow SiO_۲(S) + ۲H_۲(g)$