

فصل اول

کیهان زادگاه الفبای هستی

در ابتدای این فصل، مطالبی دربارهٔ پیدایش جهان هستی، چگونگی پدید آمدن عناصر مختلف و ارتباط این دو با رابطهٔ اینشتین بیان شده است. در ادامه فصل نیز دربارهٔ ایزوتوپ‌ها و کاربرد آنها و نحوهٔ دسته‌بندی عناصر در جدول دوره‌ای صحبت شده و ضمن آموزش روابط موجود بین جرم اتم‌ها، تعداد ذرات و مول مواد، تفاوت عدد جرمی و جرم اتمی، بیان شده است. در انتهای فصل نیز به بیان ساختار اتم و نحوهٔ آرایش الکترون‌ها و تاثیر آن بر چگونگی تشکیل پیوندهای یونی و کووالانسی پرداخته شده است.

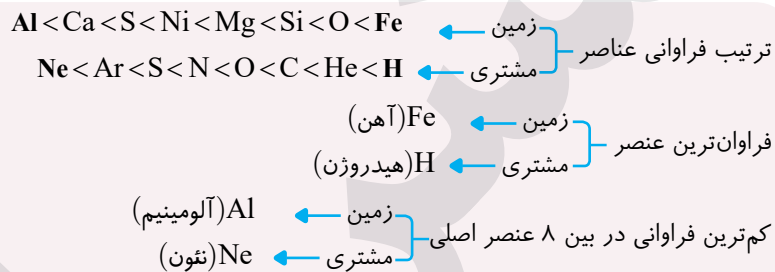
تعداد سوالات فصل

تعداد	نوع سوال	تعداد	نوع سوال
۲۵	سوالات کنکور	۲۷۴	سوالات تالیفی
۳۳	سوالات سطح دوم	۴۷	سوالات ترکیبی

خلاصه نکات و مفاهیم اصلی

فضایهای وویجر ۱ و ۲

در سال ۱۹۷۷ میلادی (۱۳۵۶ خورشیدی) برای شناخت بیشتر سامانه خورشیدی به فضا فرستاده شدند. مأموریت داشتند که ۱- گذر از کنار برخی از سیاره‌ها (مشتری، زحل، اورانوس و نپتون (سیاره‌های گازی شکل))، ۲- تهیه و ارسال شناسنامه فیزیکی و شیمیایی آن‌ها
شناسنامه فیزیکی و شیمیایی سیاره‌ها شامل: ۱- نوع عنصرهای سازنده ۲- ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر آن‌ها ۳- ترکیب درصد این مواد می‌باشد.
آخرین تصویری که وویجر ۱ پیش از خروج از سامانه خورشیدی از زمین گرفت، از ۷ میلیارد کیلومتری بود.



عنصرهای سازنده زمین و مشتری

در سیاره مشتری برخلاف زمین، عنصر فلزی یافت نمی‌شود.
سیاره مشتری عمدتاً از جنس گاز می‌باشد. در حالی که سیاره زمین عمدتاً از جنس سنگ است.
در دو سیاره عناصر دیگری نیز وجود دارد ولی درصد فراوانی آن‌ها ناچیز است.
عناصر اکسیژن (O) و گوگرد (S) در هر دو سیاره مشترک هستند و رتبه فراوانی گوگرد در هر دو سیاره، یکسان است.
درصد فراوانی اکسیژن و گوگرد در سیاره زمین بیش‌تر از سیاره مشتری است.

سرآغاز کیهان و چگونگی پیدایش عنصرها

سرآغاز کیهان با انفجاری مهیب (مهبانگ) همراه بوده که طی آن انرژی عظیمی آزاد شده است.
ابتدا ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، پروتون و نوترون به‌وجود آمدند.
سپس عنصرهای هیدروژن و هلیم به‌وجود آمدند.
با گذشت زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیم تولید شده، متراکم شد و مجموعه‌های گازی به نام سحابی ایجاد کرد.
بعدها سحابی‌ها سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شدند.
درون ستاره‌ها همانند خورشید در دماهای بسیار بالا و ویژه، واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد.
طی واکنش‌های هسته‌ای از عنصرهای سبک‌تر، عنصرهای سنگین‌تر پدید می‌آید.
دما و اندازه هر ستاره تعیین می‌کند که چه عنصرهایی باید در آن ستاره ساخته شود.
هرچه دمای ستاره بیش‌تر باشد، شرایط تشکیل عنصرهای سنگین‌تر فراهم می‌شود.
مرگ ستاره‌ها با یک انفجار بزرگ همراه است که باعث پراکنده شدن عنصرهای موجود در آن‌ها در سرتاسر گیتی می‌شود.
ستاره‌ها کارخانه تولید عنصرها هستند.



رابطه اینشتین^۱ ($E = mc^2$)

این رابطه به اصل هم‌ارزی جرم و انرژی معروف است. $E = mc^2$ ←
 مقدار جرم تبدیل شده و انرژی تولید شده در واکنش‌های هسته‌ای را نشان می‌دهد.
 در واکنش‌های هسته‌ای مجموع جرم و انرژی واکنش‌دهنده‌ها با مجموع جرم و انرژی فرآورده‌ها برابر است.
 E : انرژی تولید شده (بر حسب J)
 m : جرمی از ماده که به انرژی تبدیل شده (بر حسب kg)
 c : سرعت نور در خلأ ($3 \times 10^8 \frac{m}{s}$)

عدد اتمی و عدد جرمی

نماد ${}^A_Z E$ ←
 عدد اتمی Z ← (تعداد الکترون‌ها = تعداد پروتون‌های هسته اتم = عدد اتمی (Z))
 عدد جرمی A ← (مجموع تعداد پروتون‌ها (تعداد الکترون‌ها) و نوترون‌های هسته اتم = عدد جرمی (A)) ← $A = Z + N$
 $Z \leq N$: به جز در اتم 1_1H

ایزوتوپ (هم‌مکان)

- شباهت‌ها
- ۱- تعداد پروتون‌ها
 - ۲- عدد اتمی
 - ۳- تعداد الکترون‌ها
 - ۴- خواص شیمیایی
 - ۵- موقعیت در جدول دوره‌ای
 - ۶- آرایش الکترونی
- تفاوت‌ها
- ۱- تعداد نوترون‌ها
 - ۲- عدد جرمی
 - ۳- جرم اتمی
 - ۴- خواص فیزیکی وابسته به جرم مانند نقطه جوش
 - ۵- خواص فیزیکی ترکیب‌های حاصل از آن‌ها

ایزوتوپ‌های پرتوزا

هسته ناپایدار دارند.
 اغلب نسبت $\left(\frac{N}{Z} \geq 1/5\right)$ تعداد نوترون‌ها به پروتون‌ها در آن‌ها برابر یا بزرگ‌تر از $1/5$ است.
 اغلب بر اثر تلاشی هسته‌ای، افزون بر ذره‌های پرنانرژی، مقدار زیادی انرژی آزاد می‌کنند و هسته پایداری نیز تشکیل می‌شود.
 مدت زمان نیم‌عمر (زمان ماندگاری) رابطه مستقیم با پایداری درصد فراوانی هر ایزوتوپ در طبیعت
 درصد فراوانی ایزوتوپ A : $\frac{\text{تعداد ایزوتوپ‌های } A}{\text{تعداد کل ایزوتوپ‌ها}} \times 100$

ایزوتوپ‌های هیدروژن

شامل 1H ، 2H و 3H
 ترتیب درصد فراوانی در نمونه طبیعی: ${}^1H < {}^2H < {}^3H$
 1H و 2H نیم‌عمر ندارند. نیم‌عمر 3H : $12/32$ سال
 ترتیب پایداری: ${}^1H < {}^2H < {}^3H$
 شامل 4H ، 5H ، 6H و 7H
 درصد فراوانی همه آن‌ها در طبیعت صفر است.
 مدت نیم‌عمر: ${}^4H < {}^5H < {}^6H < {}^7H$
 ترتیب پایداری: ${}^4H < {}^5H < {}^6H < {}^7H$

۱- اگر داوطلب کنکور ۱۴۰۱ و بعد از آن هستید، مطالب این تیترا را مطالعه نکنید.

نیم عمر

$$n = \frac{\Delta t(\text{کل زمان})}{T(\text{نیم عمر})} \leftarrow \text{تعداد نیم عمرها}$$

$$m = m_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n = \left(\frac{1}{2}\right)^n \times (\text{مقدار اولیه ماده پرتوزا}) \leftarrow \text{مقدار ماده پرتوزای باقی مانده}$$

تکنسیم
($^{99}_{43}\text{Tc}$)

نخستین عنصر ساخت بشر است. (از ۱۱۸ عنصر شناخته شده، ۹۲ عنصر (حدود ۷۸٪) طبیعی و ۲۶ عنصر (حدود ۲۲٪) ساختگی هستند. در تصویربرداری پزشکی به ویژه برای تصویربرداری از غده تیروئید که یک غده پروانه‌ای شکل است، استفاده می‌شود. یون‌های حاوی این عنصر با یون یدید، اندازه مشابهی دارد. همه تکنسیم موجود در جهان به‌طور مصنوعی و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای ساخته می‌شود. نیم عمر کمی دارد و نمی‌توان مقادیر زیادی از این عنصر را تهیه و برای مدت طولانی نگهداری کرد.

رادیوایزوتوپ‌ها

رادیوایزوتوپ‌ها بسیار خطرناک هستند اما پیشرفت دانش و فناوری، بشر را موفق به مهار و بهره‌گیری از آن‌ها کرده است. امروزه از رادیوایزوتوپ‌ها در پزشکی، کشاورزی و سوخت در نیروگاه‌های اتمی (تولید انرژی الکتریکی) استفاده می‌شود. از گلوکز حاوی اتم پرتوزا که به آن گلوکز نشان‌دار می‌گویند، برای تشخیص توده‌های سرطانی استفاده می‌شود. عنصرهای مس (Cu) و فسفر (P) در میان ایزوتوپ‌های خود، دارای ایزوتوپ پرتوزا هستند. رادیوایزوتوپ‌های تکنسیم و فسفر از جمله رادیوایزوتوپ‌هایی هستند که ایران قادر به ساخت آن‌ها است.

اورانیم
(^{238}U)

شناخته شده‌ترین فلز پرتوزا و سنگین‌ترین عنصری است که به‌طور طبیعی در زمین وجود دارد. ایزوتوپ ^{238}U ، اغلب به‌عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می‌رود. فراوانی ایزوتوپ ^{238}U در مخلوط طبیعی از ۷۰٪ درصد، کم‌تر است. دانشمندان هسته‌ای ایران، مقدار ^{238}U را به کمک فرایند غنی‌سازی ایزوتوپی در مخلوط ایزوتوپ‌ها افزایش داده‌اند. پسماند راکتورهای اتمی هنوز خاصیت پرتوزایی دارند و خطرناک هستند و دفع آن‌ها از جمله چالش‌های صنایع هسته‌ای به شمار می‌آید.

جدول دوره‌ای عناصرها

هر عنصر با نماد یک یا دو حرفی نشان داده شده است. (مانند کربن (C) یا سدیم (Na))

- دسترسی سریع و آسان به اطلاعات مربوط به عنصرها
- میزیت طبقه‌بندی عنصرها
- پیش‌بینی رفتار عنصرهای گوناگون
- به دست آوردن اطلاعات ارزشمند از ویژگی عنصرها

عنصرها براساس افزایش عدد اتمی سازماندهی شده‌اند.

کوچک‌ترین دوره ۱

شامل ۷ ردیف یا دوره است. بزرگ‌ترین دوره‌های ۶ و ۷

شماره دوره	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
تعداد عنصرها	۲	۸	۸	۱۸	۱۸	۳۲	۳۲

در هر دوره از چپ به راست، خواص عنصرها به‌طور مشابه تکرار می‌شود.

کوچک‌ترین گروه‌های ۴ تا ۱۲

شامل ۱۸ گروه یا خانواده یا ستون است.

شماره گروه	۱	۲	۳	۴ تا ۱۲	۱۳ تا ۱۷	۱۸
تعداد عنصرها	۷	۶	۳۲	هر گروه ۴ عنصر	هر گروه ۶ عنصر	۷

عنصرهای یک گروه خواص شیمیایی مشابهی دارند.

عدد اتمی	۲۱
نماد شیمیایی	Sc
نام	اسکاندیم
جرم اتمی میانگین	۴۴/۹۵۶

هر خانه از جدول به یک عنصر تعلق دارد و حاوی برخی اطلاعات شیمیایی آن عنصر است.

یکای جرم اتمی (amu)

معادل $\frac{1}{12}$ جرم ایزوتوپ کربن - ۱۲ است.
 جرمی برابر با 1.66×10^{-24} g دارد.
 مقایسه جرم } به طور دقیق: جرم الکترون (e) $\gg \gg$ ۱ amu > جرم پروتون (n) > جرم نوترون (n)
 به طور تقریبی: ۱ amu \approx جرم پروتون \approx جرم نوترون و $\frac{1}{1836}$ amu \approx جرم الکترون

ذره‌های زیر اتمی

الکترون (${}_{-1}e$) } بار نسبی: -۱
 جرم نسبی: ۰.۰۰۰۵ amu
 پروتون (${}_{+1}p$) } بار نسبی: +۱
 جرم نسبی: ۱.۰۰۷۳ amu
 نوترون (${}_{0}n$) } بار نسبی: ۰
 جرم نسبی: ۱.۰۰۸۷ amu

جرم اتمی میانگین (\bar{M})

$$\bar{M} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2 + \dots + M_n F_n}{100} \quad (F): \text{ بر حسب درصد فراوانی}$$

$$\bar{M} = \frac{M_1 P_1 + M_2 P_2 + \dots + M_n P_n}{1} \quad (P): \text{ بر حسب کسر فراوانی}$$

$$\bar{M} = \frac{M_1 X_1 + M_2 X_2 + \dots + M_n X_n}{X_1 + X_2 + \dots + X_n} \quad (X): \text{ بر حسب تعداد}$$

دانشمندان با استفاده از دستگاهی به نام طیف‌سنج جرمی، موفق شده‌اند که جرم اتم‌ها را با دقت زیاد، اندازه‌گیری کنند.

عدد آووگادرو

با N_A نمایش داده می‌شود و مقدار عددی آن برابر 6.02×10^{23} است.
 هر 6.02×10^{23} ذره معادل یک مول ذره است.
 جرم 6.02×10^{23} ذره بر حسب گرم، جرم مولی آن ذره نامیده می‌شود.
 جرم مولی یک عنصر از نظر عددی برابر جرم اتمی آن است، با این تفاوت که یکای جرم مولی g.mol^{-1} است ولی یکای جرم اتمی، واحد کربنی (amu) است.

عامل تبدیل (کسر)

$$\begin{array}{ccc} \text{جرم (g)} & \xleftrightarrow{\times \frac{1 \text{ mol}}{6.02 \times 10^{23}}} & \text{تعداد مول ها (mol)} \\ \text{تعداد ذره ها (اتم، مولکول، یون)} & \xleftrightarrow{\times \frac{6.02 \times 10^{23}}{1 \text{ mol}}} & \end{array}$$

نور

نوری که از ستاره یا سیاره‌ای به ما می‌رسد، نشان می‌دهد که آن ستاره یا سیاره از چه ساخته شده و دمای آن چقدر است.
 امواج الکترومغناطیس (نور) با خود انرژی حمل می‌کنند.
 هر چه طول موج (λ) این امواج کوتاه‌تر باشد، انرژی بیشتری با خود حمل می‌کنند. (رابطه معکوس)
 امواج الکترومغناطیس } طول موج \leftarrow رادیویی < ریزموج < فروسرخ < مرئی < فرابنفش < ایکس < گاما
 انرژی موج \leftarrow رادیویی > ریزموج > فروسرخ > مرئی > فرابنفش > ایکس > گاما
 چشم انسان فقط محدوده مرئی نور خورشید (از حدود ۴۰۰ تا حدود ۷۰۰ نانومتر) را می‌بیند.
 امواج ناحیه مرئی } طول موج \leftarrow سرخ < نارنجی < زرد < سبز < آبی < نیلی < بنفش
 انرژی موج \leftarrow سرخ > نارنجی > زرد > سبز > آبی > نیلی > بنفش
 هنگام عبور نور از منشور، هرچه انرژی نور بیشتر (طول موج کم‌تر) باشد، میزان شکست و در نتیجه میزان انحراف آن بیشتر است.
 هر چه دمای جسمی بالاتر باشد، پرتوهای نشر شده از آن انرژی بیشتری (رابطه مستقیم) و طول موج کم‌تر (رابطه معکوس) دارند.

رنگ شعله

کاتیون موجود در بسیاری از نمک‌ها باعث تغییر رنگ شعله می‌شود. مس و ترکیب‌های آن: سبز
سدیم و ترکیب‌های آن: زرد
لیتیم و ترکیب‌های آن: سرخ

رنگ نشر شده از هر فلز فقط باریکه بسیار کوتاهی از گستره طیف مرئی را در بر می‌گیرد.
از روی تغییر رنگ شعله می‌توان به وجود عنصر فلزی در آن پی برد.
هر فلز طیف نشری خطی ویژه خود را دارد؛ مانند اثر انگشت انسان‌ها
از لامپ نئون در ساخت تابلوهای تبلیغاتی برای ایجاد نوشته‌های نورانی سرخ‌فام استفاده می‌شود.

انواع طیف

پیوسته ← مثل: طیف نور مرئی
گسسته ← مثل: طیف نشری خطی

نیلز بور

با بررسی تعداد و جایگاه نوارهای رنگی در طیف نشری خطی اتم هیدروژن، اطلاعات ارزشمندی از ساختار اتم هیدروژن به دست آورد.
پس از پژوهش‌های بسیار، توانست مدلی برای اتم هیدروژن ارائه کند.
مدل او با موفقیت توانست طیف نشری خطی هیدروژن را توجیه کند.
مدل او توانایی توجیه طیف نشری خطی دیگر عنصرها را نداشت.

مدل کوانتومی اتم

در این مدل، اتم را کره‌ای در نظر می‌گیرند که هسته در فضایی بسیار کوچک و در مرکز آن جای دارد و الکترون‌ها در فضایی بسیار بزرگ‌تر و در لایه‌هایی پیرامون هسته پراکنده شده‌اند.
در اطراف هر هسته ۷ لایه الکترونی قرار دارد که این لایه‌ها را از هسته به سمت بیرون شماره‌گذاری می‌کنند.
الکترون‌ها بیش‌تر (نه همه) وقت خود را در فاصله معینی از هسته که لایه نام دارد، سپری می‌کنند. یعنی در لایه الکترونی احتمال حضور الکترون بیش‌تر است.
اگر به اتم در حالت پایه انرژی داده شود، الکترون‌ها با جذب انرژی به لایه‌های بالاتر منتقل می‌شوند و اتم برانگیخته ایجاد می‌شود.
اتم‌های برانگیخته با از دست دادن انرژی (به صورت نشر نور با طول موج معین) به حالت پایه برمی‌گردند.
داد و ستد انرژی هنگام جابه‌جایی الکترون میان لایه‌ها به صورت کوانتومی (بسته‌ای یا پیمان‌های یا گسسته) است.
انرژی در نگاه ماکروسکوپی، پیوسته اما در نگاه میکروسکوپی، گسسته یا کوانتومی است.
انرژی الکترون با افزایش فاصله از هسته افزایش می‌یابد. در واقع انرژی الکترون با فاصله از هسته رابطه مستقیم دارد.
انرژی لایه‌های الکترونی پیرامون هر هسته به عدد اتمی آن عنصر وابسته است.
با دور شدن از هسته، سطح انرژی لایه‌های متوالی، بیش‌تر به هم نزدیک می‌شود.

طیف نشری خطی اتم هیدروژن

انتقال الکترون از	طول موج (nm)	رنگ خط	اختلاف طول موج (nm)
$n=6 \rightarrow n=2$	۴۱۰	بنفش	۲۴
$n=5 \rightarrow n=2$	۴۳۴	آبی	۵۲
$n=4 \rightarrow n=2$	۴۸۶	سبز	۱۷۰
$n=3 \rightarrow n=2$	۶۵۶	سرخ	

نحوه توزیع الکترون‌ها در اتم

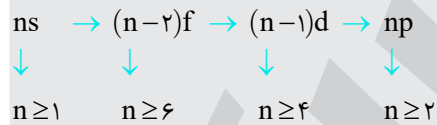
در اطراف هر اتم l لایه الکترونی وجود دارد.
 لایه‌ها از هسته به سمت بیرون شماره‌گذاری می‌شوند.
 شماره هر لایه را با n که عدد کوانتومی اصلی نامیده می‌شود، نمایش می‌دهند.
 هر لایه شامل یک یا تعداد بیش‌تری زیرلایه است.
 شماره لایه الکترونی، تعداد زیرلایه‌های آن لایه را نشان می‌دهد.
 به هر نوع زیرلایه، یک عدد کوانتومی (l) نسبت می‌دهند.
 با استفاده از l می‌توان نوع زیرلایه را مشخص کرد. محدوده تغییرات l از 0 تا $n-1$ است.

مقدار عددی l	۰	۱	۲	۳
نماد زیرلایه	s	p	d	f
حداکثر گنجایش الکترون در زیرلایه	۲	۶	۱۰	۱۴

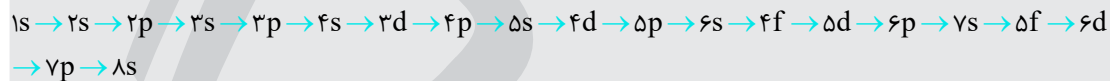
حداکثر گنجایش الکترونی
 در زیر لایه l از رابطه $2l+1$
 در لایه n از رابطه $2n^2$

آرایش الکترونی اتم

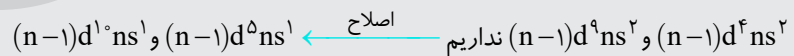
خواص فیزیکی و شیمیایی هر عنصر به نحوه قرارگیری الکترون‌ها در اطراف هسته آن بستگی دارد.
 قاعده آفبا نحوه پر شدن زیرلایه‌ها برحسب سطح انرژی آن‌ها را برای اغلب اتم‌ها نشان می‌دهد.
 هر چه زیرلایه به هسته‌ی اتم نزدیک‌تر باشد، سطح انرژی آن پایین‌تر است.
 الکترون ابتدا وارد زیرلایه با انرژی کم‌تر می‌شود.
 انرژی زیرلایه‌ها ابتدا به $n+l$ و در صورت یکسان بودن برای دو یا چند زیرلایه، به n (زیر لایه با n بزرگ‌تر، انرژی بیش‌تر) بستگی دارد.
 ترتیب نحوه پر شدن زیرلایه‌ها را می‌توان به کمک رابطه زیر تعیین کرد:



شیوه نوشتن مرتب آرایش الکترونی فشرده: $(n-2)f (n-1)d ns np$ [نماد شیمیایی گاز نجیب]
 ترتیب پر شدن زیرلایه‌ها:



آرایش الکترونی برخی از اتم‌ها از قاعده آفبا پیروی نمی‌کند، مثل مس (Cu) و کروم (Cr).



دسته بندی و موقعیت یابی عناصر

شماره گروه	تعداد عنصرها	لایه ظرفیت	شامل	زیرلایه‌ای که در حال الکترون‌گیری است	دسته
تعداد الکترون‌های زیرلایه s (به جز He)	۱۴	s	۱- عناصر گروه ۱ و ۲ - هلیوم (He)	s	s
تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت $10+$	۳۶	s+p	عناصر گروه‌های ۱۳ تا ۱۸ (به جز هلیوم)	p	p
تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت	۴۰	s+d	عناصر گروه‌های ۳ تا ۱۲ (به جز عناصر دسته f)	d	d
۳	۲۸	s+f	۱- عدد اتمی ۵۷ تا ۷۰ (لانتانیدها) ۲- عدد اتمی ۸۹ تا ۱۰۲ (اکتینیدها)	f	f

شماره دوره عنصرها برابر بزرگ‌ترین ضریب (عدد کوانتومی اصلی) در آرایش الکترونی است.

لایه ظرفیت

اگر آخرین الکترون وارد زیر لایه s یا p شود ← لایه ظرفیت = بیرونی ترین لایه الکترونی
اگر آخرین الکترون وارد زیر لایه d شود ← لایه ظرفیت ≠ بیرونی ترین لایه الکترونی

آرایش الکترونی یون ها

کاتیون } برای ایجاد کاتیون از بیرونی ترین زیر لایه (ها)، به تعداد بار کاتیون، الکترون جدا می شود.
بعضی از فلزها با از دست دادن الکترون به آرایش الکترونی گاز نجیب دوره قبل می رسند.
ابعاد کاتیون از اتم اولیه اش کوچک تر است.

آنیون } برای ایجاد آنیون به اتم خنثی به تعداد بار آنیون، الکترون داده می شود.
اغلب نافلزها با گرفتن الکترون به آرایش الکترونی گاز نجیب هم دوره خود می رسند.
ابعاد آنیون از اتم اولیه اش بزرگ تر است.

آرایش الکترونی ختم شده به

$ns^2 np^6$ } مربوط به اتم گاز نجیب (به جز هلیم)
یون مثبت (کاتیون) پایدار
یون منفی (آنیون) پایدار

زیر لایه d ← فقط مربوط به یون مثبت (کاتیون)

واکنش پذیری

رفتار شیمیایی هر اتم به تعداد الکترون های لایه ظرفیت آن بستگی دارد.
دستیابی به آرایش الکترونی گاز نجیب را می توان مبنای میزان واکنش پذیری اتم ها دانست.
اتم ها می توانند با مبادله و یا به اشتراک گذاشتن الکترون پایدار شوند.

آرایش الکترون - نقطه ای اتم

الکترون های ظرفیت با نقطه پیرامون نماد شیمیایی قرار می گیرند.
در اتم های یک گروه (به جز هلیم در گروه ۱۸) یکسان است.

گروه	۱۷	۱۶	۱۵	۱۴	۱۳
آرایش الکترون نقطه ای	$\cdot\ddot{X}:$	$\cdot\ddot{X}\cdot$	$\cdot\ddot{X}\cdot$	$\cdot\ddot{X}:$	$\cdot\ddot{X}:$

یون های متداول گروه های مربوط به دسته s و p

گروه	۱	۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
مورد	۱	۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
فرمول یون پایدار	M^+	M^{2+}	M^{3+}	ندارد	M^{3-}	M^{2-}	M^-
مثال	Li^+, Na^+	Mg^{2+}, Ca^{2+}	Al^{3+}		N^{3-}, P^{3-}	O^{2-}, S^{2-}	F^-, Cl^-

آرایش الکترونی پایدار روش رسیدن به

دسته s ← مبادله الکترون و رسیدن به پایداری (به جز He)

دسته p به جز گروه ۱۸ ← هم مبادله الکترون و هم به اشتراک گذاری الکترون و رسیدن به پایداری

ترکیب یونی

بر اثر ایجاد پیوند یونی میان اتم‌ها ایجاد می‌شود. (ترکیب یونی → نافلز + فلز)

پیوند یونی: نوعی نیروی جاذبه بسیار قوی میان یون‌های با بار ناهمنام است.

میان یون‌ها مبادله الکترون صورت می‌گیرد.

در شبکه ترکیب‌های یونی مجموع بارهای مثبت با مجموع بارهای منفی برابر است.

در شبکه ترکیب‌های یونی مجموع تعداد کاتیون لزوماً با مجموع تعداد آنیون برابر نیست (مانند Al_2O_3).

ترکیب‌های یونی تشخیص

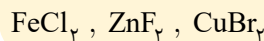
اغلب ترکیب‌های یونی که شامل فلز و نافلز هستند:



پیوند هیدروژن با فلزها:



پیوند واسطه‌ها با نافلزها:



فرمول‌نویسی ترکیب‌های یونی

فرمول کاتیون در سمت چپ و فرمول آنیون در سمت راست قرار می‌گیرد.

مجموع بار آنیون = مجموع بار کاتیون

بار کاتیون به عنوان زیروند آنیون و همچنین بار آنیون به عنوان زیروند کاتیون قرار می‌گیرد.

زیروندها را ساده می‌کنیم.

به مراحل فرمول‌نویسی آلومینیم اکسید توجه نمایید: $Al^{3+}O^{2-} \Rightarrow Al_2O_3$

نام گذاری

اغلب کاتیون‌های تک‌اتمی دسته‌های s و p ← واژه «یون» در ابتدای نام فلز (یون منیزیم = Mg^{2+})

آنیون‌های تک‌اتمی دسته‌های s و p ← واژه «یون» در ابتدای نام نافلز و افزودن پسوند «ید» به ریشه نام نافلز (یون نیتريد = N^{3-})

ترکیب‌های یونی ← ابتدا نام کاتیون و سپس نام آنیون (MgO ← منیزیم اکسید)

ترکیب کووالانسی

حاصل به اشتراک گذاشتن الکترون(ها) میان اتم‌ها است. (ترکیب مولکولی → نافلز + نافلز)
معمولاً میان دو نافلز تشکیل می‌شود.

ترکیب‌هایی هستند که در ساختار خود مولکول دارند.

اغلب در این ترکیب‌ها، اتم‌ها به آرایش الکترونی گاز نجیب می‌رسند و پایدار می‌شوند.

فصل دوم

ردپای گازها در زندگی



در ابتدای این فصل به تغییرات دما و فشار هوا در لایه‌های مختلف هوا کره، جداسازی اجزای هوا کره و ویژگی‌های این گازها به‌ویژه گاز اکسیژن، به عنوان یکی از مهم‌ترین گازهای هوا کره، پرداخته‌شده و سپس در ادامه، مطالبی دربارهٔ واکنش‌های شیمیایی و قانون پایستگی جرم، ساختار لوویس مواد، آلاینده‌ها و گرم‌تر شدن کرهٔ زمین و گازهای گلخانه‌ای، بیان شده است. در انتهای فصل هم، بحث‌هایی مانند خواص و رفتار گازها، استوکیومتری واکنش و فرایند هابر برای تولید مادهٔ پرارزش آمونیاک، انجام شده است.

تعداد سوالات فصل

تعداد	نوع سوال	تعداد	نوع سوال
۲۹	سوالات کنکور	۲۸۸	سوالات تالیفی
۲۹	سوالات سطح دوم	۵۴	سوالات ترکیبی

خلاصه نکات و مفاهیم اصلی

- ۱- لایه‌ای فیروزه‌ای پیرامون زمین که مخلوطی از گازهای مختلف است.
- ۲- نوع و رفتار گازهای موجود در هواکره، حیات ما روی کره زمین را ممکن ساخته است.
- ۳- تا فاصله ۵۰۰ کیلومتری از سطح زمین امتداد دارد.
- ۴- ضخامت آن نسبت به زمین بسیار کم‌تر است.
- ۵- اجزای سازنده: ۱- اتم ۲- مولکول ۳- یون (در لایه‌های بالایی)
- ۶- گازهای سازنده: O_2 (۲۱٪)، N_2 (۷۸٪): (بخش عمده هواکره) $Xe/Kr/He/Ne/Ar/H_2O/O_3/CO_2/N_2/O_2$

- ۱- تروپوسفر: از سطح زمین تا ارتفاع ۱۰ تا ۱۲ کیلومتری
 \uparrow ارتفاع به اندازه $1km = \downarrow 6^\circ C$ دما
 ۷۵٪ از جرم هواکره
- ۲- استراتوسفر: ۱۱ تا ۵۰ کیلومتری از سطح زمین
 ترکیب هوا تقریباً مشابه تروپوسفر + مقداری O_3
 در این لایه مانع رسیدن تابش خطرناک فرابنفش به سطح زمین می‌شود.
- ۳- مزوسفر: ارتفاع ۵۰ تا ۸۰ کیلومتری
- ۴- ترموسفر: ارتفاع ۸۰ تا ۵۰۰ کیلومتری
 وجود یون‌های آزاد در این لایه ($N_2^+, O_2^+, O^+, He^+, H^+$)

آشنایی با هواکره (اتمسفر)

علت لایه‌لایه بودن هواکره تغییرات دمایی در ارتفاعات مختلف است.

۸- رابطه فشار با ارتفاع: \uparrow ارتفاع = \downarrow فشار

- ۱- \uparrow ارتفاع در لایه‌های ۱، ۳ = \downarrow دما
 - ۲- \uparrow ارتفاع در لایه ۲، ۴ = \uparrow دما
- ۹- رابطه دما با ارتفاع

$$a + \Delta T \times h = b$$

دما در ابتدا تغییر دما ارتفاع دما در انتها

۱- محاسبه ارتفاع لایه‌ها در هواکره ←

- ۱۰- دو رابطه مهم
- ۲- رابطه تبدیل درجه سلسیوس به کلوین ← درجه سلسیوس + ۲۷۳ = کلوین

تقطیر جزبه‌جز هوای مایع

- ۱- در صنعت، گازهای درون هواکره را از تقطیر جزبه‌جز هوای مایع تهیه می‌کنند.
- ۲- ترتیب جدا شدن گازها در ستون تقطیر بستگی به دمای جوش آن‌ها دارد.

هرچه دمای جوش گاز پایین‌تر (منفی‌تر) ← جدا شدن زودتر
- ۳- مراحل تقطیر جزبه‌جز هوای مایع:
 - مرحله ۱: هوا را از صافی عبور می‌دهند ← نتیجه ← گردوغبار از هوا جدا می‌شود.
 - مرحله ۲: کاهش دما تا 0°C با استفاده از \uparrow فشار ← نتیجه ← رطوبت هوا به صورت یخ جدا می‌شود.
 - مرحله ۳: کاهش دما تا -78°C ← نتیجه ← گاز کربن دی‌اکسید به صورت جامد از هوا جدا می‌شود.
 - مرحله ۴: کاهش دما تا -20°C ← نتیجه ← مخلوط بسیار سرد چند مایع به نام هوای مایع تولید می‌شود.
 - مرحله ۵: تقطیر جزبه‌جز هوای مایع ← نتیجه ← اجزای هوا در دماهای متفاوت جدا می‌شوند.
- ۴- ترتیب جدا شدن اجزای هوای مایع با توجه به نقطه جوش آن‌ها:

مقایسه نقطه جوش: $\text{N}_2 < \text{Ar} < \text{O}_2$
 $-196^{\circ}\text{C} \quad -186^{\circ}\text{C} \quad -183^{\circ}\text{C}$
 ترتیب جدا شدن گازها: $\text{N}_2 \rightarrow \text{Ar} \rightarrow \text{O}_2$
- ۵- تهیه اکسیژن صددرصد خالص در این فرایند دشوار است ← زیرا ← نقطه جوش O_2 و Ar بسیار به هم نزدیک‌اند.

آشنایی با آرگون

- ۱- آرگون گاز نجیب تناوب سوم بوده و در هواکره به مقدار ناچیزی یافت می‌شود (گاز کمیاب).
- ۲- کاربردها:
 - ۱- پر کردن حباب لامپ‌های رشته‌ای
 - ۲- فراهم کردن محیط بی‌اثر به هنگام جوشکاری و برشکاری
- ۳- استفاده از گاز آرگون در جوشکاری ← باعث ← استحکام بیشتر و افزایش طول عمر فلز جوشکاری می‌شود.

آشنایی با هلیوم

- ۱- هلیوم گاز نجیب تناوب اول بوده و در هواکره به مقدار ناچیزی یافت می‌شود (گاز کمیاب).
- ۲- هلیوم در هواکره (بسیار ناچیز) و در مخلوط گاز طبیعی (۷٪ گاز طبیعی را هلیوم تشکیل می‌دهد) یافت می‌شود.
- ۳- تهیه هلیوم از روش تقطیر جزبه‌جز گاز طبیعی نسبت به تقطیر هوای مایع مقرون به صرفه‌تر است.
 - ۱- پر کردن بالون‌های هواشناسی، تفریحی و تبلیغاتی
 - ۲- استفاده در جوشکاری
 - ۳- پر کردن کپسول غواصی
 - ۴- کاربردهای هلیوم
- ۴- خنک کردن قطعات الکترونیکی در دستگاه‌های تصویربرداری (مانند MRI). (مهم‌ترین کاربرد)

آشنایی با اکسیژن

- ۱- اکسیژن یکی از مهم‌ترین گازهای تشکیل‌دهنده هواکره است که زندگی روی زمین به آن گره خورده است.
- ۲- اکسیژن پس از گاز نیتروژن، فراوان‌ترین گاز موجود در هواکره است.
 - ۱- در هواکره به صورت مولکول‌های دو اتمی (O_2)
 - ۲- در آب‌کره (اقیانوس‌ها، دریاها و...) در ساختار مولکول‌های H_2O
 - ۳- در سنگ‌کره (پوسته جامد کره زمین) به صورت ترکیب با عنصرهای دیگر
 - ۴- در ساختار همه مولکول‌های زیستی (کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها)
- ۴- هرچه از سطح زمین بالاتر می‌رویم ← هواکره رقیق‌تر شده ← \downarrow تعداد کل ذرات موجود در هر لیتر هوا
 بنابراین: \uparrow ارتفاع از سطح زمین = \downarrow فشار همه مولکول‌های گازی مانند اکسیژن.
- ۵- اکسیژن گازی است با واکنش‌پذیری زیاد که با اغلب عنصرها و مواد واکنش می‌دهد.

۱- گرما یا نور + ترکیب اکسیژن دار $\xrightarrow{\text{به سرعت}}$ $O_2 +$ یک ماده

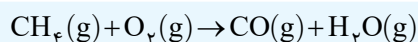
۱- واکنش فلزهای گروه اول و دوم با اکسیژن (به جز Be)

۲- مهم‌ترین واکنش‌های سوختن

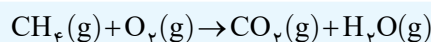
۳- واکنش برخی نافلزها (C, H, S, ...) با اکسیژن

۳- اگر واکنش با اکسیژن به آرامی و بدون شعله انجام شود، واکنش سوختن نبوده و از نوع اکسایش است. مانند: زنگ زدن آهن، مصرف گلوکز در بدن، واکنش بریلیم با اکسیژن

سوختن ناقص (در اکسیژن ناکافی و رنگ زرد)



سوختن کامل (در اکسیژن کافی و رنگ شعله آبی)

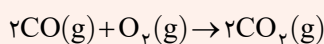


واکنش سوختن

۱- از سوختن ناقص سوخت‌ها تولید می‌شود.

۲- بسیار سمی، بی‌رنگ و بی‌بو است و استنشاق آن باعث مسمومیت می‌شود.

۳- CO ناپایدارتر از CO_2 است و در حضور اکسیژن و در شرایط مناسب دوباره می‌سوزد و به CO_2 تبدیل می‌شود.



۴- این گاز سبک‌تر از هوا است (چگالی آن از هوا کم‌تر است). به همین دلیل قابلیت انتشار آن در محیط بسیار زیاد است.

۵- میل ترکیبی هموگلوبین خون با CO، 200° برابر میل ترکیبی آن با اکسیژن است.

هموگلوبین + CO \leftarrow اکسیژن به بافت‌ها نمی‌رسد \leftarrow مسمومیت + فلج شدن سامانه عصبی

نکات کربن مونوآکسید (CO)

۱- تغییر شیمیایی: که در آن ساختار و ماهیت مواد تغییر می‌کند و با تغییر رنگ، مزه، بو یا آزادسازی گاز،

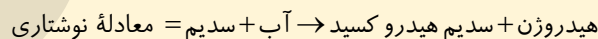
تشکیل رسوب و گاهی ایجاد نور و صدا همراه است. مثال‌های مهم: سوختن مواد، فساد مواد غذایی، زنگ

زدن آهن، گرم کردن شکر

۲- تغییر فیزیکی: که در آن فقط حالت فیزیکی ماده تغییر می‌کند. مثال‌های مهم: ذوب، تبخیر، میعان، انجماد، تصعید

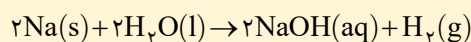
۱- در معادله نوشتاری فقط نام مواد نوشته می‌شود. (نام فراورده‌ها \rightarrow نام واکنش دهنده‌ها)

۲- معادله نوشتاری حالت فیزیکی واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها را مشخص نمی‌کند.

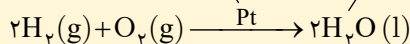


۱- در معادله نمادی تمام مواد شرکت کننده در واکنش را با نمادها و فرمول‌های شیمیایی نمایش می‌دهیم.

۲- در معادله نمادی حالت فیزیکی مواد باید مشخص باشد.



نماد و فرمول شیمیایی مواد



حالت فیزیکی ماده

شرایط انجام واکنش

۴- اطلاعات موجود در معادله نمادی

شیوه‌های نمایش واکنش‌های شیمیایی

قانون پایستگی جرم و واکنش‌های شیمیایی موازنه معادله

- ۱- براساس قانون پایستگی جرم، جرم مواد پیش از واکنش با جرم مواد پس از واکنش برابر است.
- ۲- جرم کل مواد موجود در واکنش و نیز تعداد کل اتم‌ها در یک واکنش شیمیایی ثابت است.
- ۳- براساس قانون پایستگی جرم مجموع تعداد اتم‌های هر عنصر در دو سمت معادله یک واکنش یکسان است.
- ۱- موازنه کردن یک واکنش شیمیایی در واقع پیدا کردن ضریب هر ماده است.
- ۴- سه قانون مهم در موازنه
 - ۱- هنگام موازنه کردن نباید زیروندهای موجود در فرمول شیمیایی مواد را تغییر داد.
 - ۲- ضرایب به کار رفته در معادله موازنه شده، باید کوچک‌ترین اعداد صحیح (غیر کسری) ممکن باشند.

ترکیب اکسیژن با فلزها و نافلزها^۱

- ۱- اکسایش: به واکنش آرام مواد با اکسیژن که با تولید انرژی همراه است، واکنش اکسایش گفته می‌شود.
 - ۱- فلزها در معرض هوا دچار تغییر شیمیایی شده و در اثر واکنش با اکسیژن، به اکسید فلزی تبدیل می‌شوند.
 - ۱- $4Al(s) + 3O_2(g) \rightarrow 2Al_2O_3(s)$
 - ۲- نام Al_2O_3 ، آلومینیم اکسید است.
 - ۳- آلومینیم اکسید دارای ویژگی‌های زیر است: جامد، ساختار متراکم و پایدار، مقاوم در برابر خوردگی
 - ۴- آلومینیم اکسید به سطح فلز می‌چسبد و از اکسایش و خوردگی لایه‌های درونی فلز جلوگیری می‌کند.
 - ۵- کاربرد آلومینیم اکسید: در سیم‌های انتقال برق با ولتاژ بالا (فشار قوی) رشته درونی سیم از فولاد و روکش آن از آلومینیم می‌باشد.
 - ۶- همه سیم را از فولاد نمی‌سازند، چون در اثر افزایش جرم تغییر شکل داده و آسیب می‌بیند.
 - ۲- ترکیب اکسیژن با فلزها
 - ۲- واکنش آلومینیم با اکسیژن (نوع واکنش اکسایش است)
 - ۳- واکنش آهن با اکسیژن (نوع واکنش اکسایش است)
- ۲- ترکیب اکسیژن با فلزها
 - ۱- $4Fe(s) + 3O_2(g) \rightarrow 2Fe_2O_3(s)$
 - ۲- نام Fe_2O_3 ، آهن (III) اکسید (زنگ آهن) است.
 - ۳- زنگ آهن یک اکسید قهوه‌ای متخلخل می‌باشد که ساختار متخلخل آن باعث می‌شود، بخار آب و اکسیژن به لایه‌های زیرین فلز آهن نفوذ کرده و بقیه فلز آهن نیز اکسید شده و زنگ بزند.
 - ۴- برای زنگ زدن آهن علاوه بر اکسیژن به رطوبت هوا نیز نیاز داریم.
 - ۵- به ترد و خرد شدن و فرو ریختن فلزها بر اثر اکسایش (واکنش با اکسیژن)، خوردگی گفته می‌شود.
 - ۶- آهن در اثر اکسایش ابتدا به FeO و سپس Fe_2O_3 تبدیل می‌شود.
- ۳- ترکیب اکسیژن با نافلزها ← از واکنش نافلزها با اکسیژن دسته‌ای از ترکیبات شیمیایی به نام اکسیدهای نافلزی تشکیل می‌شود.

مانند: SO_2 (گوگرد دی‌اکسید)، SO_3 (گوگرد تری‌اکسید)، CO_2 (کربن دی‌اکسید)، NO_2 (نیتروژن دی‌اکسید)

 - ۱- اغلب فلزها با محلول اسیدها واکنش می‌دهند و گاز هیدروژن آزاد می‌کنند.
 - ۲- هر چه واکنش‌پذیری فلز بیشتر باشد، سرعت واکنش آن با اسید بیشتر است و در یک بازه زمانی معین گاز هیدروژن بیشتری تولید می‌شود.
 - ۳- مقایسه واکنش‌پذیری سه فلز Al ، Zn و Fe با هیدروکلریک اسید ($HCl(aq)$) به صورت متفاوتی دارند

$Al > Zn > Fe$ می‌باشد.

۱- اگر داوطلب کنکور ۱۴۰۱ و بعد از آن هستید، مطالب این تیر را مطالعه نکنید.

نام گذاری ترکیبات دوتایی

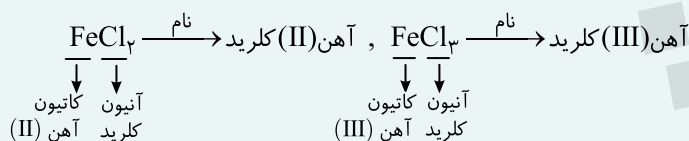
۱- برخی فلزها دو کاتیون با بار الکتریکی متفاوت تشکیل می‌دهند، به عنوان مثال، مس (Cu) می‌تواند دو کاتیون Cu^{2+} و Cu^{+} تشکیل دهد.

۲- نام گذاری کاتیون این فلزها مشابه سایر کاتیون‌های تک اتمی است، با این تفاوت که بار کاتیون را با اعداد رومی در داخل پرانتز مشخص می‌کنیم. (به عنوان مثال نام Cu^{2+} ، یون مس (II) می‌باشد)

۳- در جدول زیر نام کاتیون فلزهایی که بیش از یک نوع کاتیون تشکیل می‌دهند را مشاهده می‌کنید:

نام عنصر	کروم (Cr)	آهن (Fe)	مس (Cu)
بار الکتریکی یونها	Cr^{2+}, Cr^{3+}	Fe^{2+}, Fe^{3+}	Cu^{+}, Cu^{2+}

۱- ابتدا نام فلز به همراه بار الکتریکی آن که با اعداد رومی داخل پرانتز آورده می‌شود و به دنبال آن نام نافلز به همراه پسوند «ید». به مثال‌های زیر توجه نمایید:



۲- نام گذاری ترکیبات یونی دوتایی که کاتیونی با بیش از یک بار الکتریکی دارند

۲- در نام گذاری ترکیب‌هایی که کاتیون آن‌ها فقط یک نوع بار الکتریکی دارد، از اعداد رومی استفاده نمی‌کنیم:
نقره فلوئورید AgF ، آلومینیم فلوئورید AlF_3 ، منیزیم کلرید $MgCl_2$

۳- نام گذاری ترکیب‌های ← روش نام گذاری این ترکیبات به صورت زیر است:

مولکولی (پیشوند یونانی + نام عنصر سمت چپ) (پسوند یونانی + نام عنصر سمت راست + پسوند «ید»)

نیترोजن مونواکسید: NO / فسفر پنتا بربمید: PBr_5 / دی نیترोजن تترا اکسید: N_2O_4

ساختار لوویس

- ۱- تا حد امکان همه اتم‌های موجود در ترکیب (به جز H) از قاعده هشت تایی پیروی کنند.
- ۲- اتم‌های هیدروژن و هالوژن در پیرامون اتم مرکزی قرار گرفته و یک پیوند کووالانسی می‌دهند.
- ۳- معمولاً اتمی که در سمت چپ فرمول شیمیایی نوشته می‌شود، اتم مرکزی است.
- ۴- مجموع الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی در ساختار لوویس باید با مجموع الکترون‌های لایه ظرفیت اتم‌های سازنده آن برابر باشد.
- ۵- اتم‌های اطراف اتم مرکزی با یک (-) یا دو (=) یا سه (\equiv) پیوند اشتراکی به اتم مرکزی متصل می‌شوند.
- ۶- در ساختار لوویس باید الکترون‌های غیر پیوندی اتم‌ها را نیز نمایش دهیم.

توجه: در رسم ساختار لوویس اگر در دو ساختار متفاوت مجموع الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی برابر مجموع الکترون‌های لایه ظرفیت باشد، نمایش پیوند دو گانه معمولاً بر پیوند سه گانه مقدم است.

۲- ساختار لوویس مولکول‌های مهم:

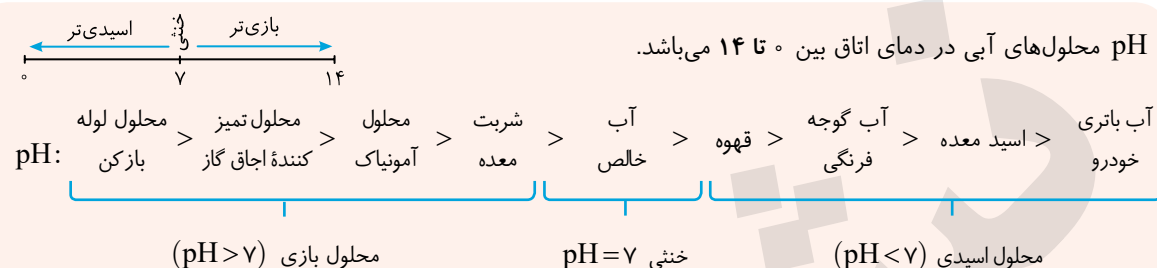
ترکیب	ساختار لوویس	ترکیب	ساختار لوویس	ترکیب	ساختار لوویس	ترکیب	ساختار لوویس
CO_2	$:\ddot{O}=\text{C}=\ddot{O}:$	CO	$:\text{C}\equiv\text{O}:$	SO_2	$:\ddot{O}=\ddot{S}-\ddot{O}:$	SO_3	$:\ddot{O}:\text{S}(\ddot{O})_2$
NH_3	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \diagdown \\ \text{N} \\ \diagup \\ \text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	CCl_4	$\begin{array}{c} :\ddot{C}l: \\ \\ :\ddot{C}-\ddot{C}-\ddot{C}: \\ \\ :\ddot{C}l: \end{array}$	HCN	$\text{H}-\text{C}\equiv\text{N}:$	Cl_2O	$:\ddot{C}l-\ddot{O}-\ddot{C}l:$

اکسیدهای فلزی و نافلزی

اکسیدهای فلزی محلول در آب ← اکسیدهای بازی هستند			اکسیدهای نافلزی محلول در آب ← اکسیدهای بازی هستند		
NO _۲	SO _۲	آب گازدار	گچ و سیمان	Al _۲ O _۳	Na _۲ O
کاغذ pH آغشته به محلول این مواد ← سرخ رنگ			کاغذ pH آغشته به محلول این مواد ← آبی رنگ		

توجه: هر اکسید نافلزی خاصیت اسیدی ندارد. مثلاً اکسیدهایی مانند CO، NO، N_۲O در آب انحلال مولکولی داشته و تولید اسید نمی‌کنند.

pH محلول‌های آبی



باران اسیدی

- باران طبیعی دارای $5/6 < \text{pH} < 7$ است. علت اسیدی بودن باران طبیعی، CO_۲ محلول در آب باران است.
- باران اسیدی دارای pH کمتر از ۵/۶ است. علت کاهش pH نسبت به باران طبیعی حل شدن آلاینده‌هایی مانند NO_۲ و SO_۲ در آب باران و تولید نیتریک اسید (HNO_۳) و سولفوریک اسید (H_۲SO_۴) است.

افزایش دمای کره زمین

- افزایش دمای کره زمین و افزایش سطح آب دریاها شده است.
- افزایش میزان CO_۲ موجود در هوا باعث:
 - کاهش مساحت برف در نیم‌کره شمالی شده است.
 - به دلیل گرم‌تر شدن زمین و کوتاه شدن فصل سرد زمستان، شواهد نشان می‌دهد که فصل بهار در نیم‌کره شمالی نسبت به ۵۰ سال گذشته در حدود یک هفته زودتر آغاز می‌شود.
 - از سال ۱۸۵۰ تا ۲۰۰۰ دمای زمین به‌طور میانگین از ۱۳/۷ تا ۱۴/۳ درجه سلسیوس افزایش یافته است.
 - دانشمندان پیش‌بینی می‌کنند دمای کره زمین تا سال ۲۱۰۰ بین ۱/۸ تا ۴ درجه سلسیوس افزایش خواهد یافت.
 - ردپای کربن دی‌اکسید نشان می‌دهد در تولید یک محصول یا در اثر انجام یک فعالیت چه مقدار از این گاز تولید می‌شود.

اثر گلخانه‌ای

- بخش عمده‌ای جذب زمین می‌شود.
 - بخش کوچکی جذب هوا کره می‌شود.
 - بخشی از پرتوهای خورشیدی بازتابیده شده و به فضا برمی‌گردد.
- سرنوشت امواج الکترومغناطیسی خورشید که به زمین ارسال می‌شود:
 - پرتوهای جذب شده توسط زمین، باعث گرم شدن زمین می‌شود و زمین نیز مانند هر جسم داغ دیگری این گرما را به صورت پرتوهای الکترومغناطیس از خود ساطع می‌کند.
 - پرتوهای ساطع شده از زمین > پرتوهای جذب شده توسط زمین
 - پرتوهای ساطع شده از زمین < پرتوهای جذب شده توسط زمین
 - پرتوهای ساطع شده از زمین که ۱- بخش قابل توجهی وارد فضا می‌شوند. ۲- بخشی توسط گازهای گلخانه‌ای (مانند CO_۲) جذب می‌شوند.
 - به دام انداختن و برگرداندن پرتوهای فرسوخ به وسیله گازهای گلخانه‌ای (کربن دی‌اکسید (CO_۲))، بخار آب (H_۲O)، متان (CH_۴) و ... در هوا کره که باعث گرم‌تر شدن زمین می‌شود را اثر گلخانه‌ای می‌گوییم.

شیمی سبز

- ۱- شاخه‌ای از شیمی است که هدف آن } ۱- افزایش کیفیت زندگی با بهره‌گیری از منابع طبیعی
۲- محافظت از طبیعت و هواکره زمین
- ۲- شیمی سبز برای محافظت از هواکره ۵ پیشنهاد دارد } ۱- تولید سوخت سبز
۲- تولید پلاستیک سبز
۳- تبدیل CO_2 به مواد معدنی
۴- دفن کردن CO_2 در سنگ‌های متخلخل در زیرزمین و ...
۵- تولید خودرو و سوخت با کیفیت
- ۳- سوخت سبز } ۱- در ساختار خود کربن، هیدروژن و اکسیژن دارند.
۲- از پسماندهای گیاهی (شاخ و برگ گیاه سویا، نیشکر و دانه‌های روغنی) به دست می‌آیند.
۳- زیست تخریب‌پذیر هستند.
۴- اتانول (C_2H_5OH) و روغن‌های گیاهی نمونه‌هایی از سوخت سبز هستند.

شیمی و توسعه پایدار

- ۱- توسعه پایدار یعنی این که در تولید هر فرآورده } ۱- ملاحظات زیست محیطی
۲- ملاحظات اجتماعی در نظر گرفته شود.
۳- ملاحظات اقتصادی
- ۲- } ۱- زیست تخریب‌ناپذیر
۲- قیمت تمام شده تولید کم
۳- تهدیدی برای سلامت جانداران و محیط زیست
- پلاستیک‌های سبز } ۱- زیست تخریب‌پذیر
۲- هزینه تولید بیشتر
۳- دوستدار محیط زیست
- ۳- گرمای آزاد شده به ازای یک گرم سوخت: زغال سنگ > بنزین > گاز طبیعی > هیدروژن

اوزون دگرشکلی از اکسیژن

- ۱- به شکل‌های گوناگون مولکولی یا بلوری یک عنصر آلوتروپ یا دگرشکل می‌گویند. به عنوان مثال: اکسیژن دو آلوتروپ دارد: گاز اکسیژن (O_2) و مولکول سه اتمی اوزون (O_3)
- ۲- ساختار هر ماده تعیین‌کننده خواص و رفتار آن است. دو آلوتروپ اکسیژن نیز به دلیل داشتن ساختار متفاوت دارای خواص و رفتار متفاوتی هستند:
- ۳- چند مقایسه مهم بین O_2 و O_3 :

رنگ حالت مایع	رنگ حالت گاز	انحلال‌پذیری در آب	مقایسه نقطه جوش	مقایسه پایداری	مقایسه واکنش‌پذیری	ساختار لوویس	
هر دو آبی	هر دو بی‌رنگ	$O_3 > O_2$	$O_3 > O_2$	$O_2 > O_3$	$O_3 > O_2$	$O_2 = \ddot{O} : \ddot{O} :$	گاز اکسیژن (O_2)
						$O_3 = \ddot{O} : \ddot{O} : \ddot{O} :$	اوزون (O_3)

- ۴- در صنعت از O_3 برای گندزدایی میوه‌ها و سبزیجات و از بین بردن جانداران ذره‌بینی درون آب استفاده می‌شود.
- ۵- در لایه اوزون (۱۵ تا ۳۰ کیلومتری از سطح زمین) مولکول‌های O_2 و O_3 طی یک واکنش برگشت‌پذیر مدام در حال تبدیل به یکدیگرند:
- $$2O_3(g) \rightleftharpoons 3O_2(g)$$
- ۶- اگر فقط واکنش رفت ($2O_3(g) \rightarrow 3O_2(g)$) انجام می‌شد ← با کاهش شدید O_3 ، پرتوهای خطرناک فرابنفش مستقیم به ما می‌رسیدند!
اگر فقط واکنش برگشت ($3O_2(g) \rightarrow 2O_3(g)$) انجام می‌شد ← با کاهش شدید اکسیژن در لایه استراتوسفر مواجه می‌شدیم!

اوزون دگرشکلی از اکسیژن

۷- در لایه استراتوسفر ما با نقش مفید و محافظتی اوزون مواجه هستیم. به طوری که لایه اوزون بخش قابل توجهی از تابش پرنرژی فرابنفش خورشید را جذب و تابش‌های کم انرژی تر فروسرخ را به زمین گسیل می‌کند.

۸- اوزون در لایه تروپوسفر نیز یافت می‌شود اما در این لایه ما با نقش زیان‌بار و مضر اوزون مواجه هستیم.

۹- از آن‌جا که اوزون از اکسیژن واکنش‌پذیرتر است، این ماده آلاینده‌ای سمی و خطرناک به‌شمار می‌آید، به طوری که وجود آن در هوایی که تنفس می‌کنیم، سبب سوزش چشم و آسیب دیدن ریه‌ها می‌شود.

واکنش‌های برگشت‌پذیر و برگشت‌ناپذیر

۱- تا مصرف شدن کامل واکنش‌دهنده‌ها پیش می‌روند.

۱- واکنش‌های برگشت‌ناپذیر ۲- مثال: سوختن گاز طبیعی در اجاق گاز، سوختن بنزین در موتور خودرو، زنگ زدن آهن

۳- در این واکنش‌ها فرآورده‌ها نمی‌توانند دوباره به واکنش‌دهنده‌ها تبدیل شوند.

۱- واکنش‌دهنده‌ها به‌طور کامل مصرف نمی‌شوند.

۲- واکنش‌های برگشت‌پذیر ۲- مثال: تبدیل اوزون به اکسیژن در لایه اوزون، تبخیر آب

۳- در این واکنش‌ها فرآورده‌ها می‌توانند با هم واکنش دهند و واکنش‌دهنده‌ها را دوباره به وجود آورند.

خواص و رفتار گازها

۱- گازها سرعت انتشار زیادی دارند، پخش شدن بوی نان تازه، گلاب و دود اسفند به همین دلیل است.

۲- می‌دانیم جامدها حجم و شکل معینی دارند. مایع‌ها حجم معین دارند اما شکل معینی ندارند، در حالی که گازها شکل و حجم معین ندارند. به همین دلیل گازها به شکل ظرف محتوی خود درمی‌آیند و حجم آن‌ها برابر با حجم ظرف محتوی آن‌ها است.

۳- گازها تراکم‌پذیرند به طوری که با افزایش فشار می‌توان حجم آن‌ها را کاهش داد: مقدار ثابت $P \cdot V = \frac{1}{\rho} \propto V_{\text{گاز}}$

۴- اگر فشار و حجم یک گاز را در یک حالت با P_1 و V_1 و در حالت دیگر با P_2 و V_2 نمایش دهیم؛ با فرض ثابت بودن دما داریم: $P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$

۵- اگر در فشار ثابت دمای یک گاز را افزایش دهیم، حجم آن افزایش می‌یابد: مقدار ثابت $V_{\text{گاز}} \propto T \rightarrow \frac{V}{T} = \text{ثابت}$

۶- اگر حجم و دمای یک گاز (برحسب کلون) را در حالت (۱) با V_1 و T_1 و در حالت (۲) با V_2 و T_2 نمایش دهیم؛ با فرض ثابت بودن فشار داریم: $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$

۷- ارتباط بین سه کمیت حجم، فشار و دمای (برحسب کلون) گازها:

$$\frac{PV}{T} = \text{مقدار ثابت} \rightarrow \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

۸- حجم یک نمونه گاز وابسته به: ۱- مقدار ۲- دما ۳- فشار است.

۹- اگر دما و فشار را ثابت در نظر بگیریم، می‌توانیم رابطه بین حجم و مقدار یک گاز را به‌دست آوریم.

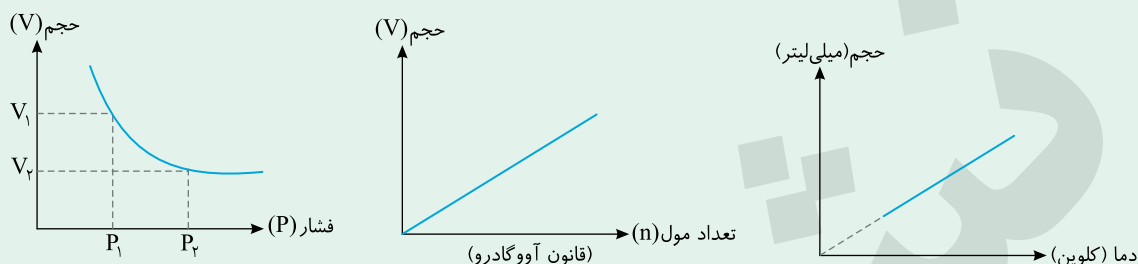
۱۰- شیمی‌دان‌ها دمای صفر درجه سلسیوس (273K یا 0°C) و فشار یک اتمسفر (1 atm) را به عنوان شرایط استاندارد (STP) در نظر می‌گیرند.

- ۱۱- قانون آووگادرو در مورد گازها بیان می‌کند که در دما و فشار یکسان، حجم یک مول از گازهای گوناگون، با هم برابر است.
- ۱۲- حجمی که یک مول گاز (یعنی 6.022×10^{23} ذره گاز) اشغال می‌کند را حجم مولی گازها می‌گوییم. براساس قانون آووگادرو، اگر دما و فشار یکسان باشد حجم مولی گازهای مختلف با هم برابر است.

$$V \propto n \rightarrow \frac{V}{n} = \text{ثابت} \rightarrow \frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$$

- ۱۳- حجم مولی گازها در شرایط STP برابر است با 22.4 لیتر یا 22400 میلی‌لیتر.

- ۱۴- نمودارهای مهم:



- ۱- اغلب لازم است مقدار ماده‌ای را که در یک واکنش شیمیایی با مقدار معینی از ماده دیگر واکنش می‌دهد یا از آن تولید می‌شود را حساب کنیم که با استوکیومتری واکنش می‌توان این محاسبات را انجام داد.
- ۲- استوکیومتری واکنش بخشی از دانش شیمی است که به ارتباط کمی میان مواد شرکت کننده در یک واکنش می‌پردازد.
- ۳- در محاسبات استوکیومتری فقط از معادله شیمیایی موازنه شده واکنش استفاده می‌کنیم.
- ۴- برای حل مسائل استوکیومتری از کسرهای تبدیل استفاده می‌کنیم:

یکایی که می‌خواهیم \times داده مسئله با ذکر یکای مربوطه
یکایی که باید حذف شود

- ۱- برای تبدیل مول یک گاز به حجم آن در شرایط STP می‌توان از عامل تبدیل زیر استفاده کرد:

$$\text{حجم (گاز) بر حسب لیتر} = \frac{22.4 \text{ L (گاز)}}{1 \text{ mol (گاز)}} \times \text{mol (گاز)}$$

- ۲- برای تبدیل حجم یک گاز به مول آن در شرایط STP می‌توان از عامل تبدیل زیر استفاده کرد:

$$\text{mol (گاز)} = \frac{1 \text{ mol (گاز)}}{22.4 \text{ L (گاز)}} \times \text{حجم (گاز) بر حسب لیتر}$$

- ۳- برای تبدیل لیتر به میلی‌لیتر در شرایط STP می‌توان از عامل تبدیل زیر استفاده کرد:

$$\text{میلی لیتر گاز} = \frac{22400 \text{ mL (گاز)}}{1 \text{ L (گاز)}} \times 22.4 \text{ L (گاز)}$$

- ۴- ضرایب استوکیومتری مواد شرکت کننده در واکنش‌های گازی علاوه بر این که نسبت میان مول‌ها و

یا مولکول‌ها را نمایش می‌دهند (مانند همه واکنش‌ها) نسبت میان حجم‌ها را نیز بیان می‌کند.

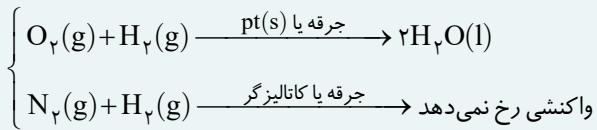
مثلاً در واکنش $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$ داریم:

$$\frac{3 \text{ mol } H_2}{2 \text{ mol } NH_3}, \frac{3 \times 22.4 \text{ L } H_2}{2 \times 22.4 \text{ L } NH_3} = \frac{3 \text{ L } H_2}{2 \text{ L } NH_3}$$

نیتروژن

۱- فراوان ترین جز سازنده هوا کره است.

۲- در مقایسه با اکسیژن از نظر شیمیایی غیرفعال و واکنش ناپذیر است.



۳- گاز نیتروژن به «جو بی اثر» شهرت یافته است و در محیط‌هایی که گاز اکسیژن، عامل ایجاد تغییر شیمیایی است، به جای آن از گاز نیتروژن استفاده می‌کنند.

۴- برخلاف گاز نیتروژن، برخی اکسیدهای نیتروژن واکنش‌پذیری بسیار زیادی دارند. به عنوان مثال NO و NO₂ واکنش‌پذیری زیادی دارند. این گازها که در هوای آلوده وجود دارند، با ورود به بدن جانداران و انسان به بافت‌های بدن آسیب می‌رسانند.

۵- برای پر کردن و تنظیم باد لاستیک خودروها بهتر است به جای هوا از گاز نیتروژن استفاده کنیم تا از زنگ زدن و خوردگی رینگ و تایر جلوگیری کنیم.

۱- پر کردن تایر خودروها

۲- استفاده به عنوان محیط بی‌اثر در بسته‌بندی مواد غذایی

۳- در صنعت سرماسازی برای انجماد مواد غذایی

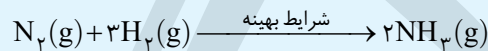
۴- نگهداری نمونه‌های بیولوژیک در پزشکی

۶- کاربردهای نیتروژن

۷- هر چند گاز نیتروژن واکنش‌پذیری ناچیزی دارد اما امروزه در صنعت، مواد گوناگونی از آن تهیه می‌کنند که آمونیاک (NH₃) یکی از مهم‌ترین آن‌هاست.

فرایند هابر

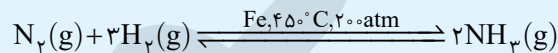
۱- هابر واکنش روبه‌رو را برای تولید آمونیاک مبنای پژوهش‌های خود قرار داد:



۲- بزرگ‌ترین چالش هابر، یافتن شرایط بهینه برای انجام این واکنش بود بنابراین واکنش بالا را بارها در دما و فشار مختلف انجام داد.

۳- دو چالش هابر برای یافتن شرایط بهینه انجام واکنش بالا
 ۱- واکنش در دما و فشار اتاق انجام نمی‌شود.
 ۲- چگونه می‌توان فرآورده واکنش را از مخلوط آن جدا کرد.

۴- شرایط بهینه انجام واکنش میان گازهای هیدروژن و نیتروژن از نظر هابر :



۵- واکنش N₂ و H₂ گازی، واکنشی برگشت‌پذیر است و در ظرف واکنش مخلوطی از ۳ گاز N₂ و H₂ و NH₃ وجود دارد.

۱- پس از انجام فرایند هابر دما را کمی پایین‌تر از نقطه جوش NH₃ (-۳۴°C)

۶- برای جداسازی آمونیاک از مخلوط واکنش: می‌آوریم (مثلاً -۴۰°C).

۲- آمونیاک مایع شده و از مخلوط گازها جدا می‌شود.

۷- در فرایند هابر N₂ و H₂ واکنش نداده را دوباره جمع‌آوری کرده و به محفظه انجام واکنش بازگردانی می‌کنند.

فصل سوم

آب، آهنک زندگی

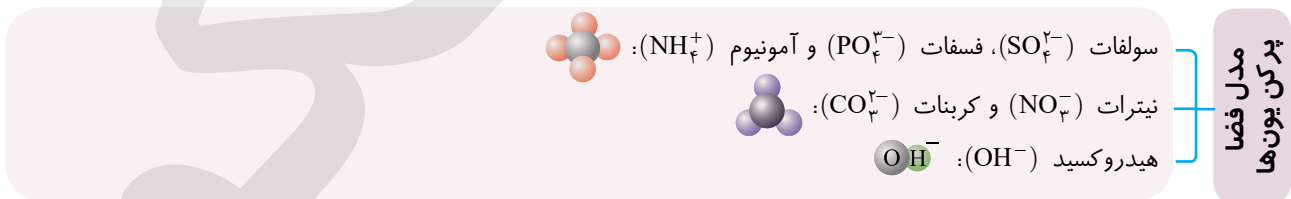
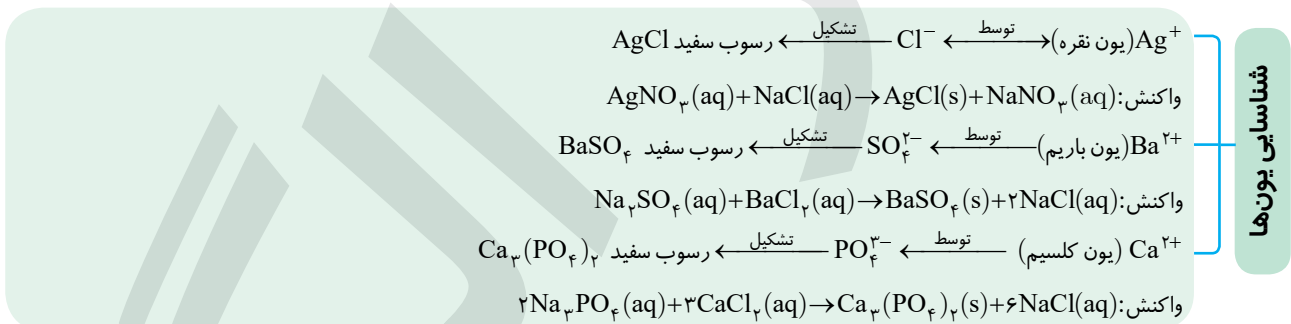
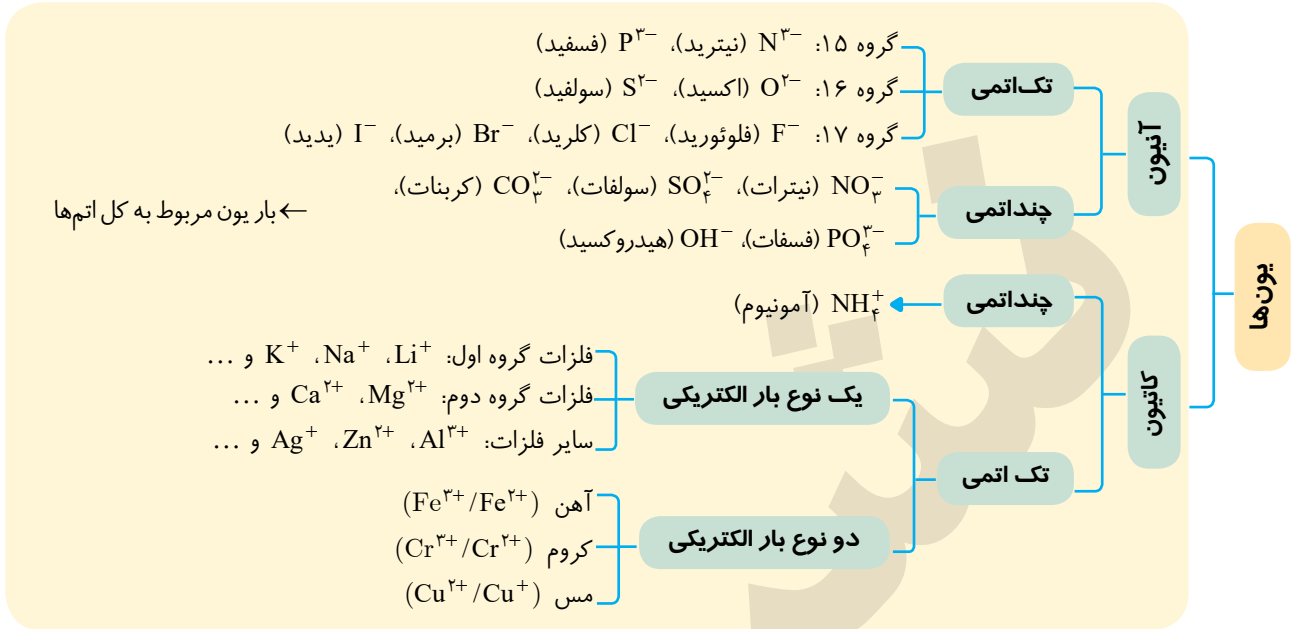


در ابتدای این فصل، مطالبی در ارتباط با منابع آب شیرین و مواد محلول در آن، از جمله یون‌های چند اتمی بیان شده و سپس ضمن معرفی انواع غلظت‌ها و روابط بین آنها، به انحلال پذیری مواد مختلف از جمله گازها پرداخته شده است. سپس اطلاعاتی درباره رفتار مولکول‌ها در میدان الکتریکی و نیز نیروهای بین مولکولی بیان می‌شود. در انتهای فصل نیز علاوه بر بررسی حلال‌های مختلف و ویژگی‌های مولکولی آنها، به رسانایی الکتریکی محلول‌ها، پرداخته شده است.

تعداد سوالات فصل

نوع سوال	تعداد	نوع سوال	تعداد
سوالات تالیفی	۲۸۵	سوالات کنکور	۳۰
سوالات ترکیبی	۳۳	سوالات سطح دوم	۳۳

خلاصه نکات و مفاهیم اصلی



اجزای محلول

حل شونده

حلال

حل شونده را در خود حل می کند.
نسبت به حل شونده، شمار مول‌های بیش‌تری دارد.

غلظت

حلالی

انحلال پذیری (S)

ppm

جرم محلول: $\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6$

حجم محلول رقیق: $\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده (mg)}}{\text{حجم محلول (L)}}$

ترکیبی

$$\text{ppm} = a \times 10^4$$

محلولی

درصد جرمی (a) (w/w): $\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100$

غلظت مولی (مولار): $\frac{\text{mol}}{\text{L}}$
غلظت مولی = $\frac{\text{حل شونده (مول)}}{\text{حجم محلول (لیتر)}}$

ترکیبی

$$\text{مولار} = \frac{10 \times a \times d}{M}$$

انواع کاربردهای نمک خوراکی (NaCl)

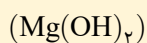
تهیه گاز کلر (Cl_2)، فلز سدیم، سود سوزآور (NaOH)، گاز هیدروژن (H_2) ← بیش‌ترین کاربرد
ذوب کردن یخ درجاده‌ها
فرآوری گوشت، کنسرو تن، تهیه خمیر کاغذ، پارچه، رنگ پلاستیک و صنعت نفت
تولید سدیم کربنات
تغذیه جانوران
تولید مواد شیمیایی دیگر
مصارف خانگی ← کم‌ترین کاربرد

ویژگی‌های فلز منیزیم (Mg)

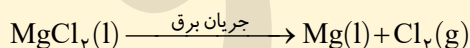
برای تهیه آلیاژها، شربت معده و ...

یکی از منابع آن، آب دریا ← به شکل محلول ($\text{Mg}^{2+}(\text{aq})$)

مرحله اول: رسوب دادن منیزیم به صورت ماده جامد و نامحلول منیزیم هیدروکسید

مرحله دوم: تبدیل منیزیم هیدروکسید به منیزیم کلرید (MgCl_2)

مرحله سوم: تبدیل منیزیم کلرید به عنصرهای سازنده‌اش با استفاده از جریان برق:

مراحل تولید فلز منیزیم ($\text{Mg}(\text{s})$)محلول‌های مولار ($\frac{\text{mol}}{\text{L}}$)

رقیق کردن ← یعنی ← کاهش غلظت مولی ← به روش ← افزایش حجم محلول (افزایش حلال) به ازای ثابت ماندن حل شونده

کاهش حجم محلول (تبخیر حلال) به ازای ثابت ماندن حل شونده

غلظت کردن ← یعنی ← افزایش غلظت مولی ← به روش ←

افزایش حل شونده در حجم ثابت

مخلوط دو محلول هم جنس

با غلظت مولی مشخص:

$$\text{غلظت مولی محلول نهایی} = \frac{M_1 \times V_1 + M_2 \times V_2}{V_1 + V_2}$$

با درصد جرمی مشخص:

$$\text{درصد جرمی محلول نهایی} = \frac{a_1 \times m_1 + a_2 \times m_2}{m_1 + m_2} \times 100$$

انواع ترکیب‌های (حل‌شونده)

به هر نسبت در آب حل می‌شوند. مثال: اتانول (C_2H_5O), استون (C_3H_6O)سایر ترکیبات؛ مثال: شکر، HCl و ...

ترکیب‌های مولکولی

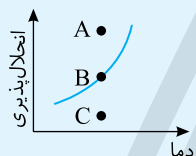
دارای کاتیون آمونیوم (NH_4^+)؛ مثال: NH_4Cl و ...دارای کاتیون فلزات گروه اول؛ مثال: $NaCl$, K_2SO_4 و ...دارای آنیون نیترات (NO_3^-)؛ مثال: $Al(NO_3)_3$, $NaNO_3$ و ...سایر ترکیب‌های؛ مثال: $CaCl_2$, $MgSO_4$ و ...

ترکیب‌های یونی

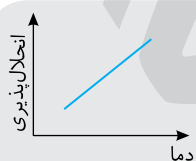
محلول:

 $S > 1g$ کم محلول $0.1g < S < 1g$ نامحلول $S < 0.1g$ ترکیب مولکولی: ید (I_2), هگزان (C_6H_{14})ترکیب یونی: $AgCl$, $BaSO_4$, $Ca_3(PO_4)_2$

انواع محلول

سیرشده $S =$ مقدار حل‌شونده — یعنی — تمام نقاط روی منحنی انحلال‌پذیری (B)سیرنشده $S <$ مقدار حل‌شونده — یعنی — تمام نقاط زیر منحنی انحلال‌پذیری (C)فراسیرشده $S >$ مقدار حل‌شونده — یعنی — تمام نقاط بالای منحنی انحلال‌پذیری (A)

انواع نمودارهای انحلال‌پذیری

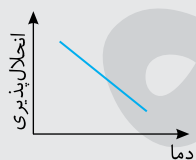


افزایش دما: افزایش انحلال‌پذیری

مثال: $NaNO_3$ و KCl , KNO_3

صعودی

کاهش دما: کاهش انحلال‌پذیری



افزایش دما: کاهش انحلال‌پذیری

مثال: Li_2SO_4

نزولی

کاهش دما: افزایش انحلال‌پذیری

مثال: $NaCl$ شیب تقریباً ثابت

مقایسه تأثیر دما بر انحلال‌پذیری

از طریق نمودار انحلال‌پذیری هر چه شیب نمودار بیش‌تر باشد، تأثیر دما بیش‌تر است.

از طریق جدول انحلال‌پذیری هر چه نسبت $\left(\frac{\text{انحلال‌پذیری در دمای بالاتر}}{\text{انحلال‌پذیری در دمای پایین‌تر}} \right)$ بزرگ‌تر باشد، تأثیر دما بیش‌تر است.



انواع ارتباط

بین اتم‌ها یا یون‌ها ← پیوند

یونی (جاذبه بین کاتیون‌ها و آنیون‌ها)
کووالانسی (جاذبه بین اتم‌ها)

بین مولکول‌ها ← نیرو

وان دروالس
هیدروژنینیروهای وان دروالس
عوامل مؤثر بر

قطبی بودن مولکول

در چند مولکول با جرم تقریباً برابر، نیروی بین مولکول‌های قطبی، قوی‌تر از نیروی بین مولکول‌های ناقطبی است ← نقطه جوش مولکول قطبی بیش‌تر مولکول ناقطبی است.

مانند: قوی‌تر بودن نیروی بین مولکولی HCl (قطبی)، نسبت به نیروی بین مولکولی F_۲ (ناقطبی)

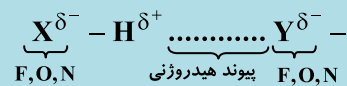
جرم و حجم مولکول

در میان چند مولکول ناقطبی، هرچه جرم مولی بیش‌تر باشد، قدرت نیروی بین مولکولی بیش‌تر می‌شود ← نقطه جوش افزایش می‌یابد.

مانند: قوی‌تر بودن نیروی بین مولکولی SO_۳ (ناقطبی)، نسبت به نیروی بین مولکولی CO_۲ (ناقطبی)

پیوند هیدروژنی

شرط تشکیل، وجود حداقل یکی از پیوندهای

NH_۳ مانند N-H
C_۲H_۵OH-H_۲O مانند O-H
HF مانند F-H

نسبت به نیروهای وان دروالس قوی‌تر است.

مقایسه مولکول آب (H_۲O)
و هیدروژن سولفید (H_۲S)

جرم مولی

H_۲S > H_۲O

مولکول‌های قطبی

گشتاور دو قطبی ≠ ۰ ← گشتاور دو قطبی H_۲O < گشتاور دو قطبی H_۲S
در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند.

حالت فیزیکی (۲۵ °C)

آب ← مایع
هیدروژن سولفید ← گاز

نیروی بین مولکولی

H_۲O ← هیدروژنی
H_۲S ← وان دروالس

نقطه جوش

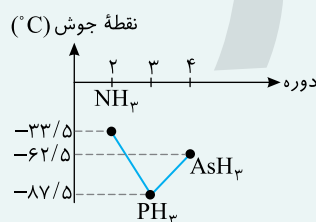
H_۲O > H_۲S

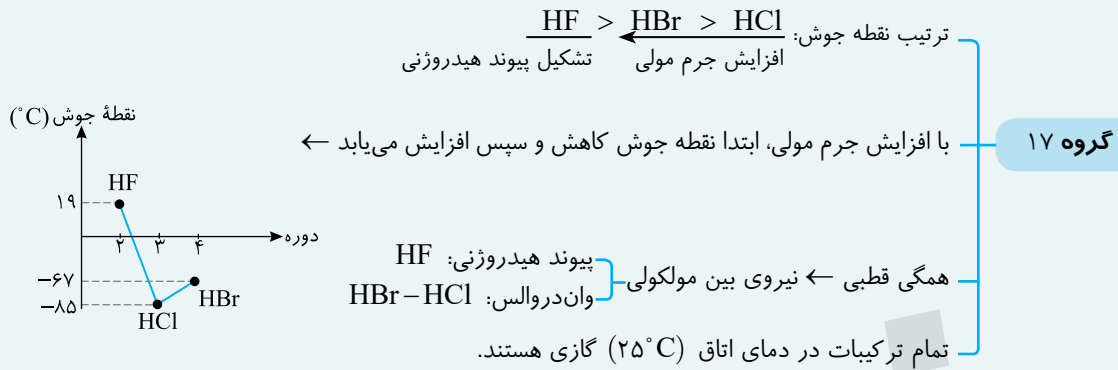
ترکیب‌های هیدروژن‌دار گروه‌های ۱۵ و ۱۷

گروه ۱۵

ترتیب نقطه جوش: NH_۳ > AsH_۳ > PH_۳
افزایش جرم مولی ← تشکیل پیوند هیدروژنی

با افزایش جرم مولی، ابتدا نقطه جوش کاهش و سپس افزایش می‌یابد ←

NH_۳ پیوند هیدروژنیAsH_۳-PH_۳: وان دروالسهمگی قطبی ← نیروی بین مولکولی
تمام ترکیب‌های در دمای اتاق (۲۵ °C) گازی هستند.



افزایش قطبیت مولکول
 افزایش نیروی بین مولکولی
 افزایش نقطه جوش
 افزایش جهت‌گیری در میدان الکتریکی
 افزایش انحلال‌پذیری در حلال‌های قطبی
 کاهش انحلال‌پذیری در حلال‌های ناقطبی

فرآون‌ترین و رایج‌ترین حلال در طبیعت، صنعت و آزمایشگاه است.
 بسیاری از ترکیب‌های یونی و مولکولی در آن محلول هستند.
 اغلب فرایندهای شیمیایی مانند گوارش و ... در حضور آب انجام می‌شوند.
 با حل کردن مواد زائد تولید شده در سلول‌ها و دفع آن‌ها، نقش کلیدی در حفظ سلامتی بدن دارد.

حلال آبی: آب (H_2O)

اتانول (الکل معمولی، $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) ← قطبی ← حلال در تهیه مواد دارویی، آرایشی و بهداشتی
 استون ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$) ← حلال قطبی ← حلال رنگ‌ها، چربی و انواع لاک‌ها
 هگزان (C_6H_{14}) ← حلال ناقطبی ← حلال مواد ناقطبی و رقیق‌کننده رنگ (تینر)

حلال غیرآبی (آلی)

مولکول‌ها در جاهای به نسبت ثابت قرار دارند.
 ساختار منظم دارند.
 حداکثر ۴ پیوند هیدروژنی بین مولکول‌ها تشکیل می‌شود.
 هر اتم اکسیژن یا دو اتم هیدروژن با پیوند اشتراکی و با دو اتم هیدروژن مولکول مجاور با پیوند هیدروژنی متصل است.
 ساختار شش‌ضلعی منتظم تشکیل می‌شود.
 اتم‌های اکسیژن در رأس حلقه‌های شش‌ضلعی قرار دارند و شبکه‌ای مانند شانه عسل را تشکیل می‌دهند.
 دارای ساختار باز است.

جامد

دیواره یاخته‌ها در بافت کرم تخریب می‌شود.
 حجم هنگام یخ زدن افزایش می‌یابد.
 طبق رابطه چگالی ($\text{چگالی} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}}$)، چگالی یخ کاهش می‌یابد ← یخ روی آب شناور می‌شود.

مایع

بین مولکول‌ها پیوند هیدروژنی قوی تشکیل می‌شود.
 مولکول‌ها روی هم می‌لغزند و جابه‌جا می‌شوند.

گاز

آزادانه و نامنظم حرکت می‌کنند.
 مولکول‌ها از یکدیگر جدا هستند.
 تعداد پیوند هیدروژنی بسیار کاهش می‌یابد.

انواع انحلال

مولکولی ← با حفظ ساختار

انحلال مولکول‌های قطبی در حلال‌های قطبی؛ مثال: انحلال استون در آب
 انحلال مولکول‌های ناقطبی در حلال‌های ناقطبی؛ مثال: انحلال ید در هگزان
 انحلال مولکول‌های دارای پیوند هیدروژنی در حلال‌های دارای پیوند هیدروژنی؛
 مثال: انحلال اتانول در آب

یونی ← بدون حفظ ساختار

انحلال اغلب ترکیب‌های یونی در حلال قطبی مانند آب؛ مثال: انحلال سدیم کلرید در آب

انحلال اتانول در آب

بین مولکول‌های اتانول (حل شونده) و مولکول‌های آب (حلال) پیوند هیدروژنی تشکیل می‌شود.
 ترتیب قدرت پیوندهای هیدروژنی: اتانول-آب < آب-آب < اتانول-اتانول
 مخلوط همگن: میانگین جاذبه‌ها در آب خالص و اتانول خالص > جاذبه آب-اتانول در محلول

انحلال ترکیب‌های یونی در آب

تفکیک یون‌ها ← تشکیل نیروی یون-دوقطبی میان مولکول‌های آب و یون‌های موجود در ساختار ترکیب یونی

آبپوشی یون‌ها ← تشکیل نیروی یون-دوقطبی میان مولکول‌های آب و یون‌های تفکیک شده

کاتیون ← از سمت اتم O مولکول آب
 آنیون ← از سمت اتم‌های H مولکول آب

انواع ترکیب‌های مولکولی و یونی از لحاظ انحلال‌پذیری

ترکیب‌های مولکولی

محلول: میانگین جاذبه‌ها در حلال خالص و حل‌شونده خالص > جاذبه‌های حل‌شونده-حلال در محلول
نامحلول: میانگین جاذبه‌ها در حلال خالص و حل‌شونده خالص < جاذبه‌های حل‌شونده-حلال در محلول

ترکیب‌های یونی

محلول: میانگین قدرت پیوند یونی در ترکیب و پیوندهای هیدروژنی در آب > نیروی جاذبه یون-دوقطبی در محلول
نامحلول: میانگین قدرت پیوند یونی در ترکیب یونی و پیوندهای هیدروژنی در آب < نیروی جاذبه یون-دوقطبی در محلول

عوامل مؤثر بر انحلال گازها در آب

نوع گاز ← هر چه نیروی بین مولکولی قوی‌تر، انحلال بیشتر ← $CO_2 > NO > O_2 > N_2$

دما

با n برابر کردن دما، انحلال‌پذیری کاهش می‌یابد، اما $\frac{1}{n}$ برابر نمی‌شود.
 نمودار (دما - انحلال‌پذیری) خطی نیست.
 هرچه شیب منحنی بیشتر باشد، تأثیر دما بر انحلال‌پذیری بیشتر است.

فشار (قانون هنری)

با n برابر کردن فشار، انحلال‌پذیری گازها نیز n برابر می‌شود.
 نمودار (فشار - انحلال‌پذیری) خطی است. ← معادله خط: $S = k \times P$
 هرچه شیب نمودار بیشتر باشد، تأثیر فشار بر انحلال‌پذیری بیشتر است.
 در فشار ۰، انحلال‌پذیری گازها صفر است.

مقدار نمک حل شده در آب ← با حل کردن نمک در آب، توانایی آب برای حل کردن گازها کاهش می‌یابد.

انواع رسانایی

یونی رسانایی به دلیل حرکت یون‌ها ← ترکیب‌های یونی

الکترونی رسانایی به دلیل حرکت الکترون‌ها ← فلزات
 گرافیت (مغز مداد)



۲۰- اگر داوطلب کنکور ۱۴۰۱ و بعد از آن هستید، مطالب مربوط به این تیتراژ را مطالعه نکنید.

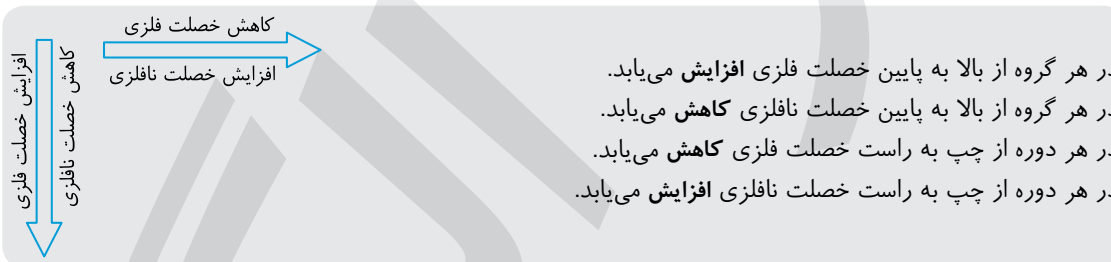
خواص فیزیکی عنصرهای فلزی	خواص فیزیکی عنصرهای نافلزی	خواص فیزیکی شبه فلزها
۱- دارای سطح براق هستند و جلای فلزی دارند.	۱- سطح براقی ندارند و تیره و کدر هستند.	۱- سطح براق و درخشان دارند.
۲- رسانایی گرمایی و الکتریکی بالایی دارند.	۲- جریان برق و گرما را عبور نمی‌دهند.	۲- نیمه‌رسانا بوده و رسانایی الکتریکی کمی دارند.
۳- در اثر ضربه، تغییر شکل داده ولی خرد نمی‌شوند در واقع چکش خوار هستند.	۳- در اثر ضربه خرد می‌شوند و چکش خوار نیستند.	۳- شبه فلزها شکننده بوده و در اثر ضربه خرد می‌شوند.
۴- در واکنش با دیگر اتم‌ها، الکترون از دست می‌دهند.	۴- در واکنش با دیگر اتم‌ها الکترون به اشتراک می‌گذارند یا می‌گیرند.	۴- در واکنش با نافلزها، الکترون به اشتراک می‌گذارند.
۵- خاصیت شکل‌پذیری و قابلیت ورقه و مفتول شدن دارند.	توجه: گرافیت که جزء نافلزهاست، جریان برق را به خوبی عبور می‌دهد.	توجه: خواص فیزیکی آن‌ها بیشتر به فلزها شبیه بوده در حالی که رفتار شیمیایی آن‌ها همانند نافلزهاست.

خواص فیزیکی عنصرهای فلزی، نافلزی و شبه فلزها

خصیلت فلزی و نافلزی

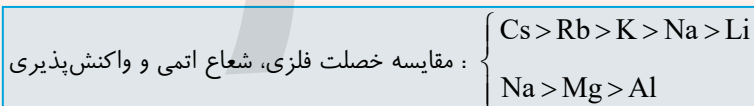
به تمایل یک عنصر برای از دست دادن الکترون (تشکیل کاتیون) در واکنش‌های شیمیایی، خاصیت یا خصیلت فلزی می‌گوییم. هر چه تمایل عنصر فلزی برای از دست دادن الکترون بیشتر باشد، خصیلت فلزی آن بیشتر است. به تمایل یک عنصر برای گرفتن الکترون (تشکیل آنیون) در واکنش‌های شیمیایی، خاصیت یا خصیلت نافلزی می‌گوییم. هر چه تمایل عنصر نافلزی برای گرفتن الکترون بیشتر باشد، خصیلت نافلزی آن بیشتر است. فعالیت شیمیایی هر عنصر با خصیلت فلزی یا نافلزی آن رابطه مستقیم دارد.

روند تغییر خصیلت فلزی و نافلزی در دوره‌ها و گروه‌ها

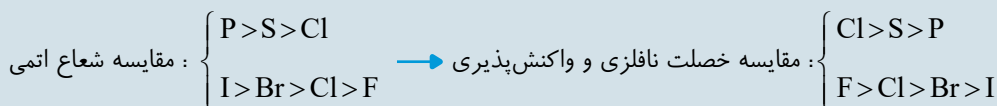


شعاع اتمی و فعالیت شیمیایی و روند تغییر آن در دوره و گروه

طبق مدل کوانتومی، اتم مانند کره‌ای است که الکترون‌ها پیرامون هسته و در لایه‌های الکترونی در حال حرکت هستند. در هر گروه از جدول دوره‌ای، از بالا به پایین با افزایش تعداد لایه‌های الکترونی، شعاع اتمی افزایش می‌یابد. در یک دوره از چپ به راست، شعاع اتمی کاهش می‌یابد. تعداد لایه‌های الکترونی، ثابت است. تعداد پروتون‌های هسته، افزایش می‌یابد. در یک دوره، از چپ به راست، نیروی جاذبه بین هسته و الکترون‌ها، افزایش می‌یابد و تحرک و جنبش الکترون‌های لایه ظرفیت کاهش می‌یابد. به‌طور کلی، هر چه شعاع اتمی یک عنصر فلزی بزرگ‌تر باشد، تمایل بیشتری برای از دست دادن الکترون داشته و خصیلت فلزی، واکنش‌پذیری و فعالیت شیمیایی بیشتری دارد:



به‌طور کلی هر چه شعاع اتمی یک عنصر نافلزی کوچک‌تر باشد، تمایل بیشتری برای گرفتن الکترون داشته و خصیلت نافلزی، واکنش‌پذیری و فعالیت شیمیایی بیشتری دارد:



هر چه ماده‌ای سریع‌تر و شدیدتر واکنش دهد، فعالیت شیمیایی بیشتری دارد.

ویژگی	عنصر	C (گرافیت)	Si (سیلیسیم)	Ge (ژرمانیم)	Sn (قلع)	Pb (سرب)
رسانایی الکتریکی دارد؟	دارد	دارد	دارد (به مقدار کم)	دارد (به مقدار کم)	دارد	دارد
رسانایی گرمایی دارد؟	ندارد	ندارد	دارد	دارد	دارد	دارد
سطح صیقلی دارند یا کدر؟	سطح تیره و کدر	سطح صیقلی	سطح صیقلی	سطح صیقلی	سطح صیقلی	سطح صیقلی
در اثر ضربه خرد می‌شوند یا نه؟	خرد می‌شود	خرد می‌شود	خرد می‌شود	خرد می‌شود	خرد نمی‌شود	خرد نمی‌شود
تمایل به دادن یا گرفتن یا اشتراک الکترون؟	اشتراک الکترون	اشتراک الکترون	اشتراک الکترون	اشتراک الکترون	دادن الکترون	دادن الکترون
فلزند؟ یا نافلزند؟ یا شبه فلز؟	نافلز	نافلز	شبه فلز	شبه فلز	فلز	فلز

عناصر گروه ۱۴ جدول دورهای

۱۱ Na سدیم	۱۲ Mg منیزیم	۱۳ Al آلومینیم	۱۴ Si سیلیسیم	۱۵ P فسفر	۱۶ S گوگرد	۱۷ Cl کلر	۱۸ Ar آرگون
فلز هستند و خواص فلزی دارند: ۱- سطح براق و درخشان دارند. ۲- رسانایی الکتریکی و گرمایی بالایی دارند. ۳- در اثر ضربه تغییر شکل می‌دهند ولی خرد نمی‌شوند. ۴- در واکنش با دیگر اتم‌ها، الکترون از دست می‌دهند.			۱- شبه فلز است. ۲- سطح درخشان و براق دارد. ۳- شکننده است و در اثر ضربه خرد می‌شود. ۴- با نافلزها به اشتراک می‌گذارد.	نافلز هستند و خواص نافلزی دارند: ۱- سطح تیره و کدر دارند. ۲- جریان برق و گرما را عبور نمی‌دهند. ۳- در حالت جامد در اثر ضربه خرد می‌شوند. ۴- در واکنش با دیگر اتم‌ها الکترون می‌گیرند یا به اشتراک می‌گذارند. توجه: گوگرد (S) جامدی زردرنگ و کلر (Cl) گازی زردرنگ است. توجه: فسفر سفید را داخل آب نگهداری می‌کنند.			۱- گاز نجیب است. ۲- واکنش پذیری ناچیزی دارد. ۳- نافلز است.

عناصرهای دوره سوم جدول دورهای

شامل فلزهای: $Li - Na - K - Rb - Cs - Fr$

آرایش لایه ظرفیت آن‌ها به صورت ns^1 است. مثلاً آرایش لایه ظرفیت پتاسیم، $4s^1$ است.

هر اتم فلز قلیایی با از دست دادن یک الکترون به آرایش گاز نجیب دوره قبل از خود می‌رسد. (X^+)

در هر دوره، فعال‌ترین و واکنش‌پذیرترین عنصر فلزی متعلق به این گروه است.

تمام فلزهای این گروه با گاز کلر تقریباً واکنش شدیدی می‌دهند به طوری که هر چه شعاع اتمی آن‌ها بیشتر می‌شود، شدت واکنش آن‌ها با گاز کلر افزایش می‌یابد:

$K > Na > Li$: مقایسه شعاع اتمی و شدت واکنش با گاز کلر و خصالت فلزی

فلز سدیم نرم است و با چاقو بریده می‌شود. سطح فلز سدیم پس از برش، براق است و دارای جلای نقره‌ای است، اما در مجاورت هوا، جلای آن سریعاً از بین رفته و سطح آن کدر می‌شود.

عناصرهای گروه اول (فلزهای قلیایی)

شامل فلزهای: $Be - Mg - Ca - Sr - Ba - Ra$

آرایش لایه ظرفیت آن‌ها به صورت ns^2 است، مثلاً آرایش لایه ظرفیت Ca ، $4s^2$ است.

هر اتم فلز قلیایی خاکی با از دست دادن دو الکترون به آرایش گاز نجیب دوره قبل از خود می‌رسد. (X^{2+})

فلزهای قلیایی خاکی در مقایسه با فلزهای قلیایی (گروه اول) هم‌تناوب خود:

فلز قلیایی < فلز قلیایی خاکی : مقایسه شعاع اتمی و خصالت فلزی

فلز قلیایی < فلز قلیایی خاکی : مقایسه واکنش‌پذیری (فعالیت شیمیایی)

فلزهای قلیایی خاکی بعد از فلزهای گروه اول، بیشترین فعالیت شیمیایی را در بین فلزهای جدول دارند.

عناصرهای گروه دوم (فلزهای قلیایی خاکی)

نافلزهای گروه ۱۷ (هالوژن‌ها)

شامل نافلزهای: $F - Cl - Br - I$ آرایش لایه ظرفیت آن‌ها به صورت $ns^2 np^5$ است.هر اتم هالوژن با گرفتن یک الکترون به آرایش گاز نجیب هم‌دوره خود می‌رسد. (X^-)

در هر دوره از جدول دوره‌ای، هالوژن فعال‌ترین و واکنش‌پذیرترین عنصر نافلزی است.

واکنش‌پذیری و خصلت نافلزی هالوژن‌ها در گروه از بالا به پایین کاهش می‌یابد، به جدول زیر توجه نمایید:

نام هالوژن	فلوئور (F)	کلر (Cl)	برم (Br)	ید (I)
شرایط واکنش با گاز هیدروژن	حتی در دمای $-200^\circ C$ به سرعت واکنش می‌دهد.	در دمای اتاق به آرامی واکنش می‌دهد.	در دمای $200^\circ C$ واکنش می‌دهد.	در دمای بالاتر از $400^\circ C$ واکنش می‌دهد.

مقایسه واکنش‌پذیری و خصلت نافلزی: $F > Cl > Br > I$

در تولید لامپ چراغ‌های جلوی خودرو، از هالوژن‌ها استفاده می‌شود.

جدول پیشنهادی ژانت برای چیدن عنصرها

تاکنون ۱۱۸ عنصر در جدول دوره‌ای شناسایی شده‌اند و هیچ خانه‌ای در جدول دوره‌ای امروزی خالی نیست.

تنها راه افزایش شمار عنصرها، تهیه و تولید آن‌ها به روش ساختگی است.

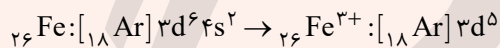
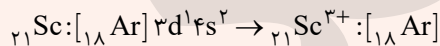
برای عنصرهایی با عدد اتمی بیشتر از ۱۱۸، در جدول دوره‌ای امروزی، جایی پیش‌بینی نشده است.

با مدل کوانتومی اتم، همخوانی دارد.

دو ردیف جدید به جدول تناوبی اضافه کرد.

در عنصرهای ۱۱۹ و ۱۲۰، زیرلایه s در حال پر شدن است، ولی در عنصر ۱۲۰ به بعد، زیرلایه g شروع به پر شدن می‌کند.زیرلایه g ، بعد از زیرلایه‌های s ، p ، d ، f پر می‌شود.گنجایش زیرلایه g ، ۱۸ الکترون است. $(18 = \text{تعداد } e^- \rightarrow 2 + 4 + 6 + 6 = 18)$ در یک زیرلایهفلزهای واسطه، عنصرهای دسته d جدول دوره‌ای هستند که زیرلایه d اتم آن‌ها در حال پر شدن است.

رنگ زیبای سنگ‌های گران‌بها مثل یاقوت، فیروزه و زمرد و رنگ شیشه‌ها به دلیل وجود برخی ترکیب‌های فلزهای واسطه است.

لایه ظرفیت اتم یک فلز واسطه شامل زیرلایه‌های ns و $(n-1)d$ است. (n شماره آخرین لایه الکترونی)در هنگام تشکیل کاتیون یک فلز واسطه ابتدا زیرلایه ns را خالی می‌کنیم سپس در صورت نیاز از زیرلایه $(n-1)d$ الکترون جدا می‌کنیم:کاتیون‌های حاصل از فلزهای واسطه، اغلب فاقد آرایش گاز نجیب هستند، البته تعداد اندکی از آن‌ها (مانند Sc) به آرایش گاز نجیب می‌رسند:

اغلب فلزهای واسطه بیش از یک نوع کاتیون پایدار دارند:

عنصر	مس (Cu)	کروم (Cr)	آهن (Fe)	وانادیم (V)
نماد یون	Cu^+	Cr^{2+}	Fe^{2+}	V^{2+}
نام یون	یون مس (I)	یون کروم (II)	یون آهن (II)	یون وانادیم (II)

اولین سری فلزهای واسطه در دوره چهارم قرار دارند و عدد اتمی آن‌ها از ۲۱ تا ۳۰ است. این فلزها در گروه‌های ۳ تا ۱۲ قرار دارند

و در لایه ظرفیت آن‌ها $3d$ در حال الکترون‌گیری است.

عدد اتمی	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰
نماد عنصر	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
نام	اسکاندیم	تیتانیوم	وانادیم	کروم	منگنز	آهن	کبالت	نیکل	مس	روی
لایه ظرفیت	$4s^2 3d^1$	$4s^2 3d^2$	$4s^2 3d^3$	$4s^1 3d^5$	$4s^2 3d^5$	$4s^2 3d^6$	$4s^2 3d^7$	$4s^2 3d^8$	$4s^1 3d^{10}$	$4s^2 3d^{10}$

اغلب فلزهای واسطه دوره چهارم در طبیعت به شکل ترکیب‌های یونی همچون اکسیدها، کربنات‌ها و ... یافت می‌شوند.

دنیایی رنگی با عنصرهای واسطه

ویژگی‌های طلا (Au)

از جمله فلزهای واسطه است. چکش‌خوار و نرم است و از چند گرم آن با چکش کاری، می‌توان صفحه‌ای با مساحت چند متر مربع به دست آورد. کاربرد این ویژگی: ساخت برگه‌ها و رشته سیم‌های نازک. رسانایی الکتریکی بالایی دارد و این رسانایی الکتریکی را در دماهای گوناگون حفظ می‌کند. واکنش‌پذیری بسیار کمی دارد و با گازهای موجود در هواکره و مواد موجود در بدن انسان واکنش نمی‌دهد. مقدار زیادی از پرتوهای خورشیدی را بازتاب می‌کند. کاربرد این ویژگی در تولید لباس‌های فضانوردان است. در طبیعت، به شکل فلزی و عنصری هم یافت می‌شود، اما با توجه به مقدار بسیار کم آن در معادن، برای استخراج مقدار کمی از آن باید از حجم انبوهی خاک معدن استفاده کرد. فرایند تولید و استخراج آن، پسماند زیادی تولید می‌کند. در گذر زمان، جلای فلزی خود را حفظ می‌کند و خوش‌رنگ و درخشان باقی می‌ماند.

عنصرها در طبیعت

اغلب عنصرها در طبیعت به شکل ترکیب یافت می‌شوند. به‌عنوان مثال آهن در طبیعت اغلب به شکل اکسید و بیشتر به صورت کانه هماتیت (Fe_2O_3 ناخالص) و آلومینیم در طبیعت به شکل کانه‌هایت (Al_2O_3 ناخالص) یافت می‌شوند. کلسیم (Ca)، سدیم (Na) و منگنز (Mn) در طبیعت به ترتیب به صورت: کانی کلسیم کربنات ($CaCO_3$) سفید رنگ، کانی سدیم کلرید ($NaCl$) سفید رنگ و کانی منگنز (II) کربنات ($MnCO_3$) صورتی رنگ یافت می‌شوند. برخی نافلزها مانند اکسیژن (O_2)، نیتروژن (N_2)، گوگرد (S یا S_8) که به رنگ زرد است) و تمام گازهای نجیب و برخی فلزها مثل نقره (Ag)، مس (Cu)، پلاتین (Pt) و طلا (Au) در طبیعت به شکل آزاد یعنی عنصری وجود دارند. فلز آهن در سطح جهان، بیشترین مصرف سالانه را در بین صنایع گوناگون دارد: مس و کروم > منیزیم > آلومینیم > آهن : مقایسه مقدار مصرف سالانه در میان فلزها، تنها طلا به شکل کلوخه‌ها یا رگه‌های زرد، لابه‌لای خاک یافت می‌شود.

شناسایی فلز

برای تشخیص وجود یک یون در محلول، به آن ماده‌ای اضافه می‌کنیم تا یون مورد نظر با آن ماده تشکیل یک رسوب رنگی دهد. کاتیونی که باید شناسایی شود آنیون مناسب برای شناسایی فرمول رسوبی که تشکیل می‌شود رنگ رسوب

رنگ رسوب	فرمول رسوبی که تشکیل می‌شود	آنیون مناسب برای شناسایی	کاتیونی که باید شناسایی شود
سبز	$Fe(OH)_2$	OH^-	Fe^{2+}
قرمز ژله‌ای	$Fe(OH)_3$	OH^-	Fe^{3+}

کاتیون موجود در زنگ آهن (Fe_2O_3)، Fe^{3+} (یون آهن (III)) می‌باشد.

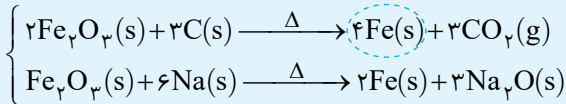
موجود در یک نمونه

مقایسه واکنش‌پذیری فلزها

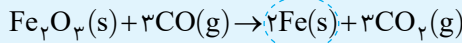
تمایل یک عنصر را برای انجام یک واکنش شیمیایی نشان می‌دهد. هرچه یک عنصر واکنش‌پذیرتر باشد، تمایل آن برای انجام واکنش و تبدیل شدن به ترکیب، بیشتر است. هرچه یک فلز فعال‌تر باشد، میل بیشتری به ایجاد ترکیب دارد و ترکیب‌های پایدارتر از خود فلز است. هرچه واکنش‌پذیری یک فلز بیشتر باشد، استخراج آن دشوارتر است. در هر واکنش شیمیایی که به‌طور طبیعی انجام می‌شود، واکنش‌پذیری فرآورده‌ها از واکنش‌دهنده‌ها، کمتر است: فرآورده‌ها > واکنش‌دهنده‌ها : مقایسه واکنش‌پذیری در واکنش‌های انجام‌پذیر واکنش‌دهنده‌ها > فرآورده‌ها : مقایسه واکنش‌پذیری در واکنش‌های انجام‌ناپذیر واکنش‌پذیری برخی فلزها (مانند سدیم، پتاسیم و آلومینیم) زیاد، واکنش‌پذیری برخی فلزها (مانند آهن، روی و تیتانیم) کم و واکنش‌پذیری برخی فلزها (مانند مس، نقره و طلا) ناچیز است. مقایسه واکنش‌پذیری فلزهای فوق به‌صورت زیر است، این مقایسه را به خاطر بسپارید: $K > Na > Al > Ti > Zn > Fe > Cu > Ag > Au$ در ضمن واکنش‌پذیری کربن (C) از سیلیسیم (Si) و آهن (Fe) بیشتر و از سدیم (Na) کمتر است. هرچه واکنش‌پذیری یک فلز بیشتر باشد، تمایل آن به تشکیل کاتیون بیشتر بوده و شرایط نگهداری آن دشوارتر است.

واکنش‌های تهیه Ti, Si, Fe و Cu

۱- برای استخراج آهن از سنگ معدن آن می‌توان از کربن و سدیم استفاده نمود اما استفاده از کربن صرفه اقتصادی بیشتری دارد:



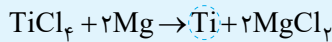
۲- آهن خالص را از واکنش Fe_2O_3 با کربن مونواکسید نیز می‌توان تهیه کرد:



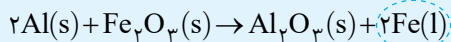
۳- سیلیسیم عنصر اصلی سازنده سلول‌های خورشیدی است که از واکنش زیر به دست می‌آید:



۴- تیتانیم فلزی محکم، کم‌چگال و مقاوم در برابر خوردگی است و یک از کاربردهای آن استفاده در بدنه دوچرخه است. این فلز را می‌توان از واکنش تیتانیم (IV) کلرید با منیزیم تهیه کرد:

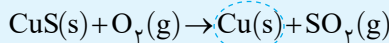


۵- یکی از واکنش‌هایی که در صنعت جوشکاری از آن استفاده می‌شود، واکنش ترمیت است که طی این واکنش گرمای بسیار زیادی آزاد می‌شود و آهن به صورت مذاب (I) تولید می‌شود.



توجه از آهن (III) اکسید (Fe_2O_3) به عنوان رنگ قرمز در نقاشی استفاده می‌شود.

۶- در مجتمع‌های صنعتی تولید مس، مس (II) سولفید را در مجاورت هوا حرارت می‌دهند تا مطابق واکنش زیر، مس خام (Cu) تولید شود:



درصد خلوص

در صنعت و آزمایشگاه، اغلب واکنش‌دهنده‌ها ناخالص‌اند. شیمی‌دان‌ها برای بیان میزان خلوص یک نمونه از درصد خلوص استفاده می‌کنند. درصد خلوص، مقدار گرم ماده خالص موجود در ۱۰۰ گرم نمونه ناخالص است. مثلاً وقتی می‌گوییم درصد خلوص ۸۰ درصد است، یعنی از هر ۱۰۰ گرم نمونه ناخالص، ۸۰ گرم آن خالص است.

در صورت و مخرج رابطه محاسبه درصد خلوص باید از یک نوع یکای جرم (g, mg, kg و ...) استفاده کرد:

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم نمونه ناخالص}} \times 100$$

همواره در محاسبات استوکیومتری مقدار خالص ماده را وارد محاسبات می‌کنیم:

$$\left(\frac{P}{100} \times \text{جرم ناخالص} = \text{جرم خالص} \right)$$

دنیای واقعی واکنش‌ها - بازده درصدی

ناخالص بودن واکنش‌دهنده‌ها، کامل انجام نشدن واکنش و انجام واکنش‌های ناخواسته، موجب می‌شود که واکنش‌های شیمیایی مطابق انتظار پیش نروند.

مقدار نظری یک فراورده به مقداری از آن گفته می‌شود که براساس محاسبات استوکیومتری انتظار داریم تولید شود.

مقدار عملی یک فراورده به مقداری از آن گفته می‌شود که در عمل به دست می‌آید (مقدار اندازه‌گیری شده).

بازده درصدی یک واکنش بیانگر این موضوع است که چند درصد از واکنش‌دهنده‌ها، به فراورده تبدیل شده‌اند.

مثلاً وقتی می‌گوییم بازده درصدی ۷۰ درصد است، یعنی ۷۰ درصد واکنش‌دهنده‌ها به فراورده تبدیل می‌شوند.

بازده درصدی یک واکنش کمیتی است که کارآیی یک واکنش را نشان می‌دهد.

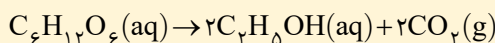
$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی فراورده}}{\text{مقدار نظری فراورده}} \times 100$$

در اغلب موارد، مقدار فراورده‌ای که در عمل به دست می‌آید کمتر از مقدار مورد انتظار (با مقدار نظری) است، بنابراین اغلب واکنش‌ها، بازده کمتر از ۱۰۰ درصد دارند.

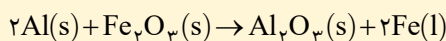
بازده درصدی واکنش‌ها از گستره یک تا نزدیک به ۱۰۰ درصد تغییر می‌کند.

واکنش تخمیر گلوکز و ترمیت

واکنش بی‌هوازی تخمیر گلوکز که مطابق معادله زیر منجر به تولید اتانول که یک سوخت سبز است می‌شود:



واکنش ترمیت در صنعت جوشکاری به کار می‌رود. از فلز آهن مذاب تولید شده در این واکنش برای جوش دادن خطوط راه‌آهن استفاده می‌شود:



Al > Fe : واکنش‌پذیری

با توجه به واکنش ترمیت می‌توان نتیجه گرفت که:

از آهن (III) اکسید (Fe_2O_3) به عنوان رنگ قرمز در نقاشی استفاده می‌شود.

با گیاه‌پالایی استخراج فلزها

یکی از روش‌های بیرون کشیدن فلز از لابه‌لای خاک، استفاده از گیاهان است. مراحل این روش: کاشت گیاه در معدن یا خاک دارای فلز مورد نظر ← جذب فلز توسط گیاه ← برداشت گیاه و سوزاندن آن ← جداسازی فلز از خاکستر گیاه
این روش برای استخراج فلزهایی که درصد جرمی فلز در سنگ معدن آن زیاد است (مثل Ni و Zn)، مقرون به صرفه نیست، اما برای استخراج طلا و مس مناسب است.

گنج‌های اعماق دریا

به دلیل کاهش میزان منابع شیمیایی در سنگ‌کره، شیمی‌دان‌ها به دنبال این منابع، در اعماق دریاها هستند. بستر اقیانوس‌ها، منبعی غنی از فلزهای گوناگون است.
در برخی مناطق، محتوی سولفید چندین فلز واسطه
گنج اعماق دریا، در برخی مناطق، به صورت کلوخه‌ها و پوسته‌هایی غنی از منگنز (Mn_{25})، آهن (Fe_{26})، کبالت (Co_{27})، نیکل (Ni_{28}) و مس (Cu_{29}) غلظت گونه‌های فلزی در کف اقیانوس، نسبت به ذخایر زیرزمینی بیشتر است.

در مسیر توسعه پایدار

جامعه‌ای در مسیر توسعه پایدار قرار دارد که اقتصاد شکوفا و محیط زیست سالم داشته و خوش‌نام نیز باشد. براساس توسعه پایدار، در تولید یک ماده یا ارائه یک خدمات، باید همه هزینه‌ها و ملاحظات اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی در نظر گرفته شود.
باعث می‌شود رفتارهای ما آسیب کمتری به محیط زیست وارد کند.
حرکت در مسیر پیشرفت پایدار، ردپای زیست محیطی، ما را کاهش می‌دهد.

جریان فلز بین محیط زیست و جامعه

آهنگ مصرف و استخراج فلزها از طبیعت، بسیار سریع‌تر از آهنگ بازگشت فلز به طبیعت به شکل سنگ معدن است. به همین دلیل می‌گوییم: فلزها منابع تجدیدناپذیری هستند.
برخی از فلزها بر اثر خوردگی و برخی دیگر بر اثر فرسایش به طبیعت برمی‌گردند. (البته در مدت زمان بسیار طولانی)
خوردگی و فرسایش فلز، موجب تبدیل شدن آن به سنگ معدن و بازگشت آن به طبیعت می‌شود.
در استخراج فلز تنها درصد کمی از سنگ معدن به فلز تبدیل می‌شود.

فواید بازیافت فلزها

حفظ منابع تجدیدناپذیر
ذخیره کردن انرژی به طوری که از بازیافت هفت قوطی فولادی آن قدر انرژی ذخیره می‌شود که می‌توان یک لامپ ۶۰ وات را ۲۵ ساعت روشن نگه داشت.
کاهش ردپای کربن دی‌اکسید (CO_2) مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای است).
کاهش سرعت گرمایش جهانی به دلیل کاهش تولید CO_2
به توسعه پایدار و حفظ سلامت گونه‌های زیستی کمک می‌کند.

نفت خام، هدیه‌ای شگفت‌انگیز

یکی از سوخت‌های فسیلی است که به شکل مایع غلیظ سیاه‌رنگ یا قهوه‌ای مایل به سبز، از دل زمین بیرون کشیده می‌شود.
نفت خام در دنیای کنونی دو نقش اساسی ایفا می‌کند]
۱- منبع تأمین انرژی است.
۲- ماده اولیه برای تهیه بسیاری از مواد و کالاهایی است که در صنایع گوناگون از آنها استفاده می‌شود.
حدود نیمی از آن، به عنوان سوخت در وسایل نقلیه استفاده می‌شود.
بخش اعظم نیمی دیگر از آن، برای تأمین گرما و انرژی الکتریکی مورد نیاز ما، به کار می‌رود.
کمتر از ۱۰ درصد آن برای تولید لیاف و پارچه، شوینده‌ها، رنگ پلاستیک و مواد منفجره، به کار می‌رود.
ساخت داروهای تازه برای درمان بیماری‌های گوناگون
ترکیب‌های سازنده]
مخلوطی از هزاران ترکیب شیمیایی است که بخش عمده آن را هیدروکربن‌های گوناگون تشکیل می‌دهند.
در ساختار آن، ترکیب‌های سیر شده و سیر نشده زنجیری و حلقوی یافت می‌شود. (ترکیب‌هایی با پیوندهای دوگانه و سه‌گانه)
عنصر اصلی سازنده آن، کربن است.

کربن، اساس استخوان‌بندی هیدروکربن‌ها

اساس استخوان‌بندی هیدروکربن‌ها را تشکیل می‌دهد. در خانه شماره ۶ جدول دوره‌ای قرار دارد، در لایه ظرفیت آن ۴ الکترون وجود دارد و رفتارهای منحصر به فردی دارد. ترکیب‌های شناخته شده دارای کربن، از مجموع ترکیب‌های شناخته شده از دیگر عنصرهای جدول دوره‌ای بیشتر است. از طریق به اشتراک گذاشتن الکترون، به آرایش هشت‌تایی پایدار می‌رسد. این رفتار کربن در سایر نافلزها هم دیده می‌شود. اتم کربن، افزون بر تشکیل پیوندهای اشتراکی یگانه، توانایی تشکیل پیوندهای اشتراکی دوگانه و سه‌گانه را با خود و دیگر اتم‌ها دارد. توانایی تشکیل زنجیر و حلقه‌های کربنی در اندازه‌های گوناگون را دارد. می‌تواند با اتم عنصرهای هیدروژن، اکسیژن، نیتروژن، گوگرد و فسفر، به شیوه‌های گوناگونی متصل شده و کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و آنزیم‌ها را بسازد. اتم‌های کربن می‌توانند به یکدیگر به روش‌های گوناگون متصل شده و دگرشکل‌های متفاوت کربن، مانند الماس و گرافیت را ایجاد کنند.

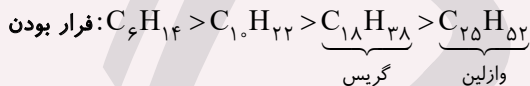
آلکان‌ها، هیدروکربن‌های سیر شده

دسته‌ای از هیدروکربن‌ها هستند که در آن‌ها، هر اتم کربن با چهار پیوند یگانه به اتم‌های کناری متصل شده است. ترکیب‌هایی سیر شده هستند و تمامی پیوندهای اشتراکی موجود در ساختار آن‌ها، از نوع پیوندهای یگانه است ← تمایل چندانی به انجام واکنش‌های شیمیایی ندارند. اتم‌های کربن در ساختار آلکان‌ها، می‌توانند پشت سر هم و همانند یک زنجیر، به هم متصل شده باشند. در هر آلکان راست زنجیر، هر اتم کربن به یک یا دو اتم کربن دیگر متصل شده است. برخی آلکان‌ها، شاخه‌دار هستند، یعنی برخی اتم‌های کربن به سه یا چهار اتم کربن دیگر متصل‌اند. فرمول عمومی آلکان‌ها به صورت $C_n H_{2n+2}$ است. متان (CH_4) ساده‌ترین و نخستین عضو خانواده آلکان‌ها می‌باشد.

آلکان‌ها (به جز متان) را به صورت فرمول (نقطه - خط) هم می‌توان نمایش داد. اتم‌های کربن ← نقطه
پیوند بین اتم‌های کربن ← خط تیره
اتم‌های هیدروژن ← نشان داده نمی‌شود.

تأثیر تعداد اتم‌های کربن در رفتار هیدروکربن‌ها

نیروی بین مولکولی در آلکان‌ها، از نوع وان‌دروالسی است و هرچه جرم مولکولی بیشتر باشد، نیروهای وان‌دروالسی قوی‌تر است. با افزایش تعداد کربن‌ها و قوی‌تر شدن نیروی وان‌دروالسی، نقطه جوش هیدروکربن‌ها افزایش می‌یابد. با افزایش تعداد کربن‌ها، اندازه مولکول بزرگ‌تر شده و از میزان فرار بودن آن کاسته می‌شود و گران‌روی آن افزایش می‌یابد. فرار بودن یعنی تمایل برای تبدیل شدن به گاز درحالی که گران‌روی یعنی مقاومت در برابر جاری شدن. هرچه نقطه جوش یک هیدروکربن کمتر باشد، فرارتر است. هرچه گران‌روی یک ترکیب بیشتر باشد، چسبنده‌تر است. مقایسه فرار بودن و گران‌روی چند هیدروکربن:



آلکان‌های راست زنجیر دارای کمتر از ۵ اتم کربن، در دمای $22^\circ C$ گازی شکل هستند. نقطه جوش آلکان‌های راست زنجیری که بیش از ۸ اتم کربن دارند، از نقطه جوش آب ($100^\circ C$) بالاتر است.

آلکان‌ها در آب انحلال‌پذیری

گشتاور دوقطبی آلکان‌ها ناچیز و در حدود صفر است، به همین دلیل آلکان‌ها مولکول‌هایی ناقطبی هستند. بنابراین آلکان‌های ناقطبی در آب (حلال قطبی) حل نمی‌شوند. از این ویژگی آلکان‌ها (انحلال‌ناپذیر بودن در آب) برای محافظت از فلزها استفاده می‌شود. قرار دادن فلزها در آلکان‌های مایع یا اندود کردن سطح فلزها و وسایل فلزی به آلکان‌ها، مانع رسیدن آب به سطح فلز می‌شود و از خوردگی فلز جلوگیری می‌کند.

چربی‌ها در آلکان‌های مایع حل می‌شوند

می‌دانیم شبیه، شبیه را در خود حل می‌کند، مثلاً ترکیب‌های قطبی در حلال‌های قطبی و ترکیب‌های ناقطبی در حلال‌های ناقطبی خوب حل می‌شوند. گشتاور دوقطبی مولکول‌های چربی همانند آلکان‌ها در حدود صفر است، به همین دلیل آلکان‌های مایع مانند بنزین می‌توانند چربی‌ها را به خوبی در خود حل کنند. برای شستن گریس می‌توان از نفت یا بنزین استفاده کرد، ولی نمی‌توان از آب استفاده کرد، زیرا آب قطبی و گریس ناقطبی است. تماس درازمدت پوست دست با آلکان‌های مایع (مانند بنزین) می‌تواند موجب آسیب دیدن پوست شود. شستن دست با بنزین باعث خشک شدن پوست دست می‌شود، زیرا بنزین چربی موجود در سطح پوست را در خود حل می‌کند و از بین می‌برد.

آلکان‌ها سیرشده هستند و تمایلی به انجام واکنش ندارند، این موضوع موجب می‌شود تا از میزان سمی بودن آلکان‌ها کاسته شود. برای برداشتن بنزین از باک خودرو، از مکیدن توسط شیلنگ استفاده نکنید، زیرا بخارهای بنزین وارد شش‌ها شده و از ورود اکسیژن به شش‌ها جلوگیری می‌کنند که این موضوع تنفس شما را مختل می‌کند. بنابراین استنشاق آلکان‌ها بر شش‌ها و بدن تأثیر چندانی ندارد اما موجب کاهش گاز اکسیژن در هوای دم می‌شوند.

آلکان‌ها سمی نیستند اما ...

نام آلکان‌های راست زنجیر:

فرمول مولکولی	$C_{10}H_{22}$	C_9H_{20}	C_8H_{18}	C_7H_{16}	C_6H_{14}	C_5H_{12}	C_4H_{10}	C_3H_8	C_2H_6	CH_4
نام	دکان	نونان	اوکتان	هپتان	هگزان	پنتان	بوتان	پروپان	اتان	متان

نام گذاری آلکان‌های راست زنجیر

نام آلکان‌های ۵ تا ۱۰ کربنی را می‌توان با افزودن پسوند «ان» به پیشوند معادل (پنت، هگز، هپت و اوکت، نون و دک) به دست آورد: پنتان → ان + پنت

نام چهار آلکان اول (متان، اتان، پروپان و بوتان) ارتباطی به شمارش یونانی ۱ تا ۴ (مونو، دی، تری و تترا) ندارد، در واقع در چهار آلکان اول، پیشوندی که شمار اتم‌های کربن را مشخص کند وجود ندارد.

اگر از آلکان‌ها یک هیدروژن جدا کنیم گروهی به دست می‌آید که به آن آلکیل می‌گوییم. $C_nH_{2n+1} - H \rightarrow C_nH_{2n}$ اتیل $\rightarrow C_2H_5$ ، متیل $\rightarrow CH_3$

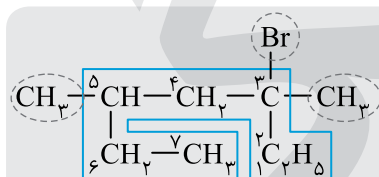
گروه‌های آلکیل می‌توانند در آلکان‌ها نقش شاخه فرعی را بازی کنند البته به شرط این که CH_3 و C_2H_5 روی کربن شماره ۱ (از دو طرف) قرار نگیرند، در ضمن C_2H_5 روی کربن شماره ۲ نیز شاخه فرعی نیست.

هالوژن‌ها نیز می‌توانند به عنوان شاخه فرعی در آلکان‌ها استفاده شوند. هالوژن‌ها روی هر کربنی که قرار گیرند، شاخه فرعی محسوب می‌شوند.

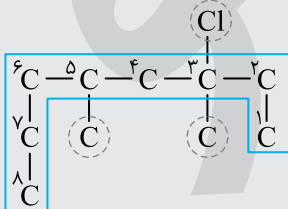
هنگام نوشتن نام آلکان، باید نام شاخه‌های فرعی را نیز نوشت البته به ترتیب تقدم حروف الفبای انگلیسی:

تقدم در حروف الفبای لاتین	۱	۲	۳	۴	۵	۶
نماد شاخه فرعی	— Br	— Cl	— C_2H_5	— F	— I	— CH_3
نام شاخه فرعی	برمو	کلرو	اتیل	فلوئورو	یدو	متیل

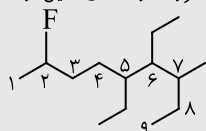
گروه‌های آلکیل و شاخه‌های فرعی



۳-برمو-۵-دی متیل هپتان



۲-کلرو-۲-دی متیل اوکتان



۵ و ۶-دی اتیل-۲-فلوئورو-۷-متیل نونان

گروه آلکیل روی کربن شماره ۱ ← شاخه فرعی نیست. بنابراین نام ۱-متیل یا ۱-اتیل اشتباه است.

برخی اشتباهات } گروه اتیل روی کربن شماره ۲ ← شاخه فرعی نیست. بنابراین نام ۲-اتیل ... اشتباه است.

تعیین زنجیر اصلی ← زنجیر اصلی، مسیری است که بیشترین تعداد اتم کربن را شامل می‌شود.

شماره گذاری زنجیر اصلی ← از سمتی آغاز می‌شود که زودتر به نخستین شاخه فرعی برسد.

نوشتن نام آلکان ← ابتدا شماره و نام شاخه فرعی و سپس نام آلکان مربوط به زنجیر اصلی نوشته می‌شود ← مثال: ۲-متیل پنتان

اگر چند شاخه فرعی مشابه داشته باشیم، ابتدا شماره همه شاخه‌های فرعی را ذکر می‌کنیم و سپس تعداد شاخه‌ها را با اعداد یونانی و بعد از آن، نام شاخه را می‌نویسیم

← مثال: ۲،۲،۴-تری متیل پنتان

اگر شاخه‌های فرعی با نام‌های مختلف داشته باشیم، ابتدا شماره و نام شاخه‌ای را ذکر می‌کنیم که حرف اول آن در الفبای انگلیسی اولویت دارد ← مثال: ۳-اتیل-۳-متیل هگزان

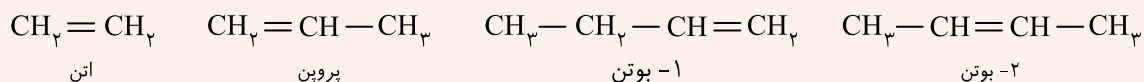
اگر فاصله نخستین شاخه فرعی از دو سر زنجیر اصلی یکسان بود، شماره گذاری را از سمتی انجام می‌دهیم که اگر عددهای شاخه‌های فرعی را از کوچک به بزرگ بنویسیم، عدد کوچک‌تری به دست آید.

اگر در فرمول ساختاری آلکان‌ها، برخی گروه‌ها را در داخل پرانتز قرار داده باشند، ابتدا آلکان را به صورت گسترده، رسم و سپس نام گذاری می‌کنیم.

نام گذاری آلکان‌های شاخه‌دار

معرفی آلکن‌ها

این هیدروکربن‌ها، در ساختار خود یک پیوند دوگانه ($C=C$) دارند. وجود پیوند دوگانه سبب شده است تا آلکن‌ها برخلاف آلکان‌ها، واکنش‌پذیری زیادی داشته باشند. آلکن‌ها، ترکیب‌هایی سیرنشده هستند و در ساختار آن‌ها، دو اتم کربن به سه اتم دیگر متصل شده است. فرمول عمومی آلکن‌ها به صورت C_nH_{2n} است و حداقل تعداد کربن در آن‌ها، برابر دو است. برای نام‌گذاری آلکن‌های راست زنجیر، کافی است پسوند «آن» در نام آلکان راست زنجیر به پسوند «ین» تبدیل شود و شمارهٔ نخستین کربن مربوط به پیوند دوگانه را نیز باید قبل از نام آلکن بیاوریم (به‌جز دو آلکن اول):

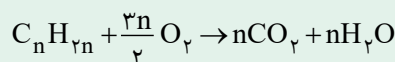


اتن

نخستین عضو خانوادهٔ آلکن‌ها بوده و دارای فرمول مولکولی C_2H_4 است. بیشتر در گیاهان وجود دارد و موز و گوجه‌فرنگی رسیده، اتن آزاد می‌کنند. اتن آزاد شده، موجب سریع‌تر رسیدن میوه‌های نارس می‌شود. در کشاورزی، از گاز اتن به‌عنوان عمل‌آورنده استفاده می‌شود. در گذشته گاز اتن را با نام گاز اتیلن می‌خواندند. این گاز، سنگ بنای صنعت پتروشیمی است و در این صنایع، با استفاده از اتن، حجم انبوهی از مواد گوناگون تولید می‌شود.

واکنش‌پذیری آلکن‌ها

وجود پیوند دوگانه در ساختار آلکن‌ها موجب می‌شود که آلکن‌ها و دیگر هیدروکربن‌های سیر شده واکنش‌پذیری زیادی داشته و در واکنش‌های سوختن، افزایشی و ... شرکت کنند.

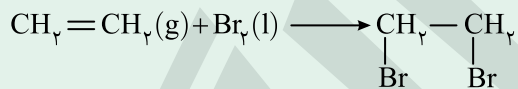


واکنش سوختن آلکن‌ها:

واکنش اتن با آب که در صنعت از آن برای تولید اتانول استفاده می‌شود:



از برم مایع، می‌توان برای شناسایی آلکن‌ها از آلکان‌ها و دیگر هیدروکربن‌های سیر شده استفاده کرد، زیرا آلکان‌ها سیر شده بوده و با برم مایع واکنش نمی‌دهند در حالی که آلکن‌ها با محلول برم مایع واکنش می‌دهند، محلول برم مایع قرمز رنگ بوده و در اثر واکنش با آلکن‌ها و جذب برم توسط آن‌ها، محلولی بی‌رنگ تولید می‌کنند.



توجه: (بی‌اثر $Br_2(l) + \text{آلکان‌ها}$)

دسته دیگری از واکنش‌هایی که آلکن‌ها در آن شرکت می‌کنند واکنش پلیمری شدن است که با این واکنش‌ها می‌توان انواع پلاستیک، الیاف و پلیمرهای سودمند را تهیه نمود.

چربی موجود در گوشت پس از وارد شدن در ارلن پسر از بخار برم، موجب جذب این بخارها و از بین رفتن رنگ گاز داخل ارلن می‌شود، بنابراین چربی موجود در گوشت دارای پیوند دوگانه ($C=C$) است.

آشنایی با اتانول

الکل یک عاملی به فرمول مولکولی C_2H_5OH است.

بی‌رنگ و فرار بوده و به هر نسبتی در آب حل می‌شود.

در صنعت از واکنش اتن با آب به‌دست می‌آید.

از مهم‌ترین حلال‌های صنعتی است.

تهیه مواد دارویی، آرایشی و بهداشتی کاربردهای اتانول - به‌عنوان ضدعفونی‌کننده در بیمارستان‌ها

واکنش بی‌هوازی تخمیر گلوکز، از جمله واکنش‌هایی است که به کمک آن می‌توان اتانول را که یکی از انواع سوخت‌های سبز است تهیه نمود:



آشنایی با آلکن‌ها

هیدروکربن‌های سیرنشده با یک پیوند سه‌گانه هستند. عضو اول این خانواده، اتین (C_2H_2) و عضو دوم، پروپین (C_3H_4) است. برای نام‌گذاری آن‌ها به‌جای پسوند (آن) در نام آلکان‌های هم‌کربن، از پسوند (ین) استفاده می‌کنیم.

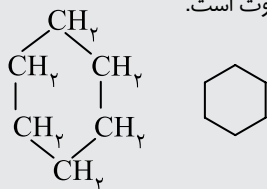
واکنش‌پذیری بیشتری از آلکن‌ها دارند و از آلکن‌ها، سیرنشده‌تر هستند.

فرمول عمومی آن‌ها به‌صورت C_nH_{2n-2} است و حداقل تعداد اتم‌های کربن در آن‌ها، برابر دو است.

از گاز اتین (C_2H_2) در جوشکاری کاربردی استفاده می‌شود. در واقع از سوختن این گاز دمای لازم برای جوش دادن و برش دادن قطعات فلزی تأمین می‌شود. در گذشته گاز اتین را با نام گاز استیلن می‌خواندند.

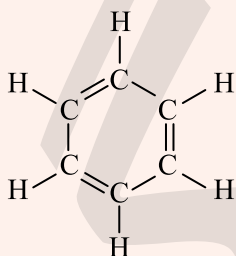
سیکلو آلکان ها، هیدروکربن های حلقوی

در این ترکیب های آلی، اتم های کربن طوری به یکدیگر متصل شده اند که ساختار حلقوی به وجود آورده اند. سیکلو آلکان ها و ترکیب های آروماتیک، دو دسته مهم هیدروکربن های حلقوی هستند. سیکلو، پیشوندی به معنای حلقوی است که برای نام گذاری برخی ترکیب های آلی حلقوی به کار می رود. هیدروکربن های حلقوی، سیر شده هستند و پیوند دو گانه یا سه گانه در ساختار آن ها دیده نمی شود. فرمول مولکولی آن ها C_nH_{2n} است و فرمول مولکولی مشابهی با آلکن ها دارند. سیکلوپنتان C_5H_{10} و سیکلو هگزان C_6H_{12} ، دو عضو مهم این خانواده هستند. سیکلو آلکان ها و آلکن ها، فرمول مولکولی یکسان دارند اما فرمول ساختاری (نحوه اتصال اتم ها) در آن ها متفاوت است. سیکلو هگزان هیدروکربنی سیر شده است که یک حلقه ۶ کربنی داشته و فرمول مولکولی آن C_6H_{12} مشابه هگزن است. سیکلو آلکان ها برخلاف آلکن ها با H_2 و Br_2 واکنش نمی دهند.

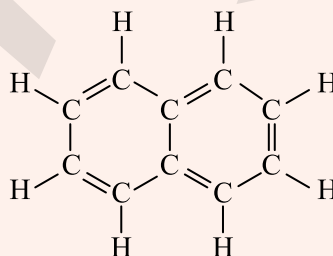


هیدروکربن های آروماتیک

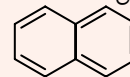
هیدروکربن هایی که در ساختار خود دارای حلقه بنزن یا مشتقات آن هستند. در ساختار حلقه بنزن، پیوندهای یگانه و دو گانه، به صورت یکی در میان وجود دارند، به همین دلیل هیدروکربن های آروماتیک سیر نشده هستند. بنزن یک هیدروکربن حلقوی سیر نشده به فرمول C_6H_6 است که واکنش پذیری بیشتر و پایداری کمتری نسبت به سیکلو هگزان دارد. در واقع بنزن سرگروه خانواده ترکیب های آروماتیک است. نفتالن از جمله هیدروکربن های آروماتیک است که فرمول مولکولی آن $C_{10}H_8$ است. نفتالن مدت ها به عنوان ضد پید برای نگهداری فرش و لباس کاربرد داشته است. به ساختار لوویس و فرمول نقطه - خط بنزن و نفتالن توجه نمایید:



بنزن:



نفتالن:



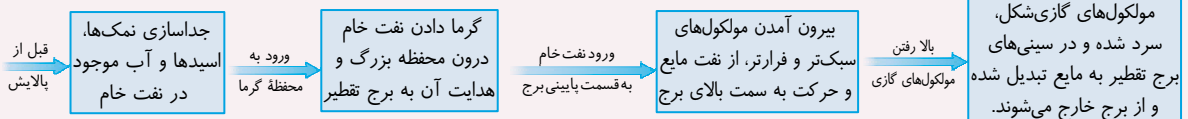
کاربردهای آن نفت خام و

نفت خام، مخلوطی از هیدروکربن های گوناگون، برخی نمک ها، اسید و آب است که مقدار نمک و اسید، در آن کم است. بیش از ۹۰ درصد آن، صرف سوزاندن و تأمین انرژی می شود و مقدار کمی از آن برای تولید مواد پتروشیمیایی به کار می رود. بخش عمده هیدروکربن های نفت خام، مربوط به آلکان ها است که به علت واکنش پذیری کم، اغلب به عنوان سوخت به کار می روند.

اجزای سازنده نفت خام

نفت کوره، گازوئیل، نفت سفید، بنزین و خوراکی های پتروشیمیایی
مقایسه میزان فرار بودن: بنزین و خوراکی های پتروشیمی < نفت سفید < گازوئیل < نفت کوره
مقایسه چگالی و اندازه مولکول ها: نفت کوره < گازوئیل < نفت سفید < بنزین و خوراکی های پتروشیمیایی
مقایسه گرانروی و نقطه جوش، همانند مقایسه میزان چگالی و اندازه مولکول ها است.
در میان این چهار ترکیب، نفت کوره، بیشترین درصد و نفت سفید کمترین درصد را در نمونه های مختلف نفت خام دارد.
نفت سنگین، بیشتر حاوی ترکیب های سنگینی از جمله نفت کوره و نفت سبک، بیشتر شامل بنزین و نفت سفید است.

مراحل پالایش نفت خام به صورت زیر است:



پالایش نفت خام

با استفاده از روش **تقطیر جز به جز** در برج‌های تقطیر، هیدروکربن‌های نفت خام به صورت مخلوط‌هایی با نقطه جوش نزدیک به هم جدا می‌شوند. دما، در برج تقطیر از بالا به پایین افزایش می‌یابد. هنگامی که نفت خام به قسمت پایین برج وارد می‌شود، **مولکول‌های سبک‌تر و فرارتر** از جمله مواد پتروشیمیایی، از مایع بیرون آمده و به سمت بالای برج حرکت می‌کنند. هرچه مولکول‌ها بالاتر بروند، سردتر شده، به مایع تبدیل می‌شوند، وارد سینی‌های تعبیه شده در فواصل گوناگون برج شده و از برج خارج می‌شوند. هرچه مولکول، **جرم مولی بیشتری** داشته باشد، در سینی‌های تعبیه شده در قسمت‌های **پایین‌تر** برج وارد می‌شود، به عنوان مثال گازوئیل نسبت به نفت سفید، در سینی‌های تعبیه شده در قسمت‌های پایین‌تر برج وارد می‌شود. سوخت ارزان و مناسب را در اختیار صنایع قرار می‌دهد و منجر به تولید انرژی الکتریکی ارزان‌قیمت می‌شود.

زغال سنگ

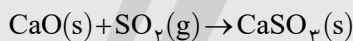
یکی از سوخت‌های فسیلی است که طول عمر ذخایر آن به ۵۰۰ سال می‌رسد. می‌تواند به عنوان سوخت، جایگزین نفت خام شود، اما جایگزینی آن با نفت خام، موجب تشدید اثر گل‌خانه‌ای می‌شود.

مقایسه بنزین با زغال سنگ

مقدار انرژی آزاد شده به ازای سوختن یک گرم از بنزین، **بیشتر** از یک گرم زغال سنگ است. فرآورده‌های سوختن زغال سنگ، **متنوع‌تر** است. سوختن زغال سنگ علاوه بر CO_2 ، H_2O و CO ، گازهای SO_2 و NO_2 هم تولید می‌کند. مقدار جرم کربن دی‌اکسید آزاد شده به ازای هر کیلوژول انرژی تولید شده از سوختن زغال سنگ، **بیشتر** از سوختن بنزین است.

راه‌های بهبود کارایی زغال سنگ

شست‌وشوی زغال سنگ به منظور حذف گوگرد و ناخالصی‌های دیگر. این کار مانع از ورود گازهای SO_2 و NO_2 به هواکره می‌شود. به دام انداختن گاز SO_2 خارج شده از نیروگاه‌ها با عبور گازهای خروجی از روی کلسیم‌اکسید:



مشکلات استخراج زغال سنگ

در سده اخیر، بیش از ۵۰۰۰۰۰ نفر در جهان، در اثر انفجار یا فرو ریختن معدن، جان خود را از دست داده‌اند. انفجارهای ایجاد شده در معدن، به دلیل **تجمع گاز متان** آزاد شده از زغال سنگ در معدن است. متان گازی بی‌رنگ، بی‌بو و سمی است که اگر مقدار آن در هوای معدن به بیش از ۵٪ برسد، احتمال انفجار وجود دارد. یکی از راه‌های کاهش متان در هوای معدن، استفاده از تهویه مناسب و قوی است.

نقل هوایی و حمل و

سریع‌ترین حالت حمل و نقل مزایای آن: عدم نیاز به جاده‌سازی و تعمیرات آن، خدمت‌رسانی خوب در مواقع اضطراری معایب آن: هزینه بسیار زیاد

سوخت هواپیما

از پالایش نفت خام در برج‌های تقطیر پالایشگاه‌ها تولید می‌شود. به‌طور عمده، از نفت سفید که شامل آلکان‌هایی با ۱۰ تا ۱۵ اتم کربن است، تهیه می‌شود. حدود ۶۶٪ از سوخت هواپیما از طریق خطوط لوله و بقیه با استفاده از راه‌آهن، نفتکش‌های جاده‌پیما و کشتی‌های نفتی به مراکز توزیع و استفاده آن منتقل می‌شود.

فصل دوم

در پی غذای سالم

خلاصه نکات و مفاهیم اصلی

ماده و انرژی

دانشمندان اجزای بنیادی جهان مادی را ماده و انرژی می‌دانند.
کاهش جرم خورشید، به‌عنوان تنها منبع حیات‌بخش انرژی، تبدیل ماده به انرژی را تأیید می‌کند.
ماده و انرژی طبق رابطهٔ انیشتین یعنی $E=mc^2$ با یکدیگر در ارتباط هستند.

تولید و تأمین غذا

کاشتن دانه و درو کردن فراورده، نخستین انقلاب در صنعت کشاورزی بود.
میزان تولید و بهره‌برداری از غلات، در سال‌های اخیر روند افزایشی داشته است.
برای تولید غذا در حجم انبوه، به فعالیت‌های صنعتی گوناگونی نیاز است که به مجموعهٔ این حوزه‌ها (تولید، حمل و نقل، نگهداری، فرآوری و ...) صنایع غذایی گفته می‌شود.
به علت افزایش جمعیت، یکی از مهم‌ترین مسئولیت‌های هر دولت، تأمین غذای افراد جامعه است.
امروزه غذا به روش صنعتی تولید می‌شود و به‌علت فساد مواد غذایی، حفظ کیفیت و ارزش آن‌ها، اهمیت دارد.

سرنانه مصرف مواد غذایی

سرنانه مصرف مادهٔ غذایی، مقدار میانگین مصرف آن را به ازای هر فرد در یک گستره زمانی معین نشان می‌دهد.
سرنانه مصرف نان، برنج، شکر، نمک خوراکی و روغن در کشور ما بیشتر از جهان است.
سرنانه مصرف حبوبات، سبزیجات، میوه، ماهی، شیر، تخم‌مرغ و گوشت قرمز در کشور ما کمتر از جهان است.
سرنانه مصرف و رژیم غذایی مردم کشور ما نامناسب بوده و در راستای توسعه پایدار نیست.

نقش غذا در بدن

تأمین انرژی مورد نیاز برای حرکت ماهیچه‌ها، ارسال پیام عصبی، جابه‌جایی یون‌ها و مولکول‌ها از دیوارهٔ هر یاخته
تأمین مواد اولیه برای ساخت و رشد بخش‌های گوناگون بدن مانند پوست، مو، سلول‌های خونی، استخوان، ماهیچه‌ها و ...
تنظیم و کنترل دمای بدن
مواد غذایی حاوی ترکیب‌های مورد نیاز بدن:

ماده غذایی	گوشت قرمز و ماهی	شیر و فراورده‌های آن	سیب، شربت آلبیمو	اسفناج و عدسی
حاوی	پروتئین، ویتامین و مواد معدنی	پروتئین و کلسیم	قند (گلوکز)	آهن

کارشناسان تغذیه برای پیشگیری و ترمیم پوکی استخوان بر مصرف شیر و فراورده‌های آن تأکید دارند.
کمبود آهن در بدن موجب بروز کم‌خونی خواهد شد.
مصرف بی‌رویهٔ شکر، نان و برنج باعث گسترش نوعی بیماری به نام دیابت بزرگسالی می‌شود.

تغذیهٔ درست

بخش عمدهٔ اتم‌ها، مولکول‌ها و یون‌های موجود در بدن، از غذا تأمین می‌شود.
تغذیهٔ درست، شامل وعده‌های غذایی است که مخلوط مناسبی از انواع ذره‌ها را در برمی‌گیرد.
هنگامی که وعده‌های غذایی با کمبود نوع خاصی از آن‌ها همراه باشد، سوء تغذیه رخ می‌دهد.
افزایش نامتناسب برخی مولکول‌ها و یون‌ها، سبب افزایش وزن و دیگر بیماری‌ها می‌شود.

مواد غذایی آزاد کردن انرژی

یکی از راه‌های آزاد کردن انرژی مواد غذایی، سوزاندن آن‌ها است.
 میزان انرژی حاصل از سوختن یک ماده غذایی، به جرم آن بستگی دارد.
 هرچه جرم ماده بیشتر باشد، انرژی آزاد شده در اثر سوختن آن بیشتر است:
 ۱ گرم گردو > ۲ گرم گردو: مقایسه انرژی حاصل از سوختن
 ارزش سوختنی مواد با هم متفاوت است، در واقع به ازای سوختن گرم‌های برابر از مواد متفاوت، انرژی متفاوتی حاصل می‌شود:
 ۲ گرم ماکارونی > ۲ گرم گردو: مقایسه انرژی حاصل از سوختن

گرماشیمی و سینتیک در صنایع غذایی

پاسخ با گرماشیمی

۱- محتوای انرژی مواد غذایی گوناگون چقدر است؟
 ۲- مواد مغذی موجود در خوراکی‌ها از چه نوعی هستند و به چه مقدار وجود دارند؟
 ۳- آیا انرژی موجود در مواد غذایی یکسان است؟

پاسخ با سینتیک

۱- برای افزایش زمان ماندگاری و ارزش غذایی خوراکی‌ها چه باید کرد؟
 ۲- برای تولید بیشتر و سریع‌تر مواد غذایی چه راه‌هایی وجود دارد؟
 ۳- چگونه می‌توان بو و مزه مواد غذایی را تغییر داد یا بهبود بخشید؟

چه دمای یک ماده از چه خبر می‌دهد؟

مفهوم دما و گرما متفاوت است. دمای یک ماده میزان سردی و گرمی آن را نشان می‌دهد.
 هرچه دمای یک ماده بیشتر باشد، جنبش‌های نامنظم ذره‌های آن بیشتر است.
 می‌دانیم ذره‌های سازنده یک ماده در هر سه حالت گاز، مایع و جامد پیوسته در حال جنب و جوش هستند:
جامد > مایع > گاز: مقایسه میزان جنبش ذره‌های سازنده یک ماده
 هرچه دمای ماده بالاتر باشد، میانگین تندی و میانگین انرژی جنبشی ذره‌های سازنده آن بیشتر است.

انرژی گرمایی ماده

مجموع انرژی جنبشی ذره‌های سازنده یک ماده، با انرژی گرمایی آن هم‌ارز است.
 انرژی گرمایی یک ماده، علاوه بر دمای آن، تابع مقدار آن ماده نیز می‌باشد.
 انرژی گرمایی با دما و مقدار ماده رابطه مستقیم دارد، به طوری که هرچه مقدار ماده بیشتر و دمای آن بالاتر باشد، انرژی گرمایی بیشتری دارد.
 ممکن است دو ماده مختلف که جرم و دمای یکسانی دارند، انرژی گرمایی یکسانی نداشته باشند! زیرا ظرفیت گرمایی ماده نیز در انرژی گرمایی آن مؤثر است.

تفاوت دما و گرما

دمای یک نمونه ماده، نمایانگر انرژی جنبشی ذرات تشکیل‌دهنده آن ماده است.
 انرژی گرمایی یک نمونه ماده، نمایانگر مجموع انرژی جنبشی ذرات تشکیل‌دهنده آن ماده است.
 دما مستقل از مقدار ماده است، درحالی‌که انرژی گرمایی به مقدار ماده بستگی دارد.
 بیان دما، توصیف یک ویژگی از ماده است. درحالی‌که تغییر دما برای توصیف یک فرایند به کار می‌رود.
 داد و ستد گرما، باعث تغییر دما می‌شود.
 گرما از ویژگی‌های ماده نیست ← برای توصیف یک فرایند استفاده می‌شود ← برای توصیف ماده نباید از آن استفاده کرد.
 گرما، هم‌ارز با آن مقدار انرژی گرمایی است که به دلیل تفاوت در دما جاری می‌شود.

ظرفیت گرمایی

به مقدار گرمایی گفته می‌شود که اگر به ماده‌ای داده شود دمای آن 1°C افزایش می‌یابد.
ظرفیت گرمایی هر ماده‌ای با جرم آن رابطه مستقیم دارد، یعنی ظرفیت گرمایی با افزایش جرم، افزایش می‌یابد.
ظرفیت گرمایی هر ماده در دما و فشار اتاق، به نوع ماده و مقدار (جرم) آن وابسته است.
ظرفیت گرمایی یک جسم که دمای آن در اثر Q ژول گرما، به اندازه ΔT افزایش یافته برابر است با:

$$\text{ظرفیت گرمایی} = \frac{Q}{\Delta T}$$

ظرفیت گرمایی ویژه (گرمای ویژه)

به مقدار گرمایی گفته می‌شود که اگر به یک گرم از ماده داده شود، دمای آن 1°C یا 1K افزایش یابد.
یکای ظرفیت گرمایی ویژه $\text{J.g}^{-1}.\text{C}^{-1}$ یا $\text{J.g}^{-1}.\text{K}^{-1}$ است.
ظرفیت گرمایی ویژه، برخلاف ظرفیت گرمایی، به جرم ماده بستگی ندارد. گرمای ویژه در دما و فشار اتاق تنها به نوع ماده وابسته است.
ظرفیت گرمایی ویژه یک جسم به جرم m گرم که در اثر گرما دادن به مقدار Q ژول، به اندازه ΔT افزایش دما دارد از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$c = \frac{Q}{m\Delta T} = \text{ظرفیت گرمایی ویژه}$$

رابطه ظرفیت گرمایی و گرمای ویژه:

$$c_{\text{ویژه}} = \frac{Q}{m\Delta T} \xrightarrow{\text{ظرفیت گرمایی} = \frac{Q}{\Delta T}} c_{\text{ویژه}} = \frac{\text{ظرفیت گرمایی}}{m} \rightarrow \text{ویژه ظرفیت گرمایی} = m \times c_{\text{ویژه}}$$

از میان دو جسم مختلف با جرم یکسان، آن که ظرفیت گرمایی ویژه کمتری دارد، به ازای دادن گرمای یکسان افزایش دمای بیشتری پیدا می‌کند.

جاری شدن انرژی گرمایی

تبادل گرما میان دو جسم؛ اگر دو ماده که مقدار دمای آنها با یکدیگر متفاوت است، در کنار هم قرار بگیرند، گرما از جسم با دمای بالاتر به جسم با دمای پایین‌تر منتقل می‌شود تا هر دو جسم هم‌دما شوند.

$+Q$ فراورده‌ها \rightarrow واکنش دهنده‌ها

انرژی از سامانه به محیط منتقل می‌شود. (گرما از سامانه خارج می‌شود).

علامت Q و $\Delta\theta$ برای سامانه منفی و برای محیط مثبت

نمودار این واکنش‌ها به صورت روبه‌رو است:

مثال: خوردن یک لیوان شیر با دمای 6°C و هم‌دما شدن آن با بدن - فرایند گوارش شیر و بستنی

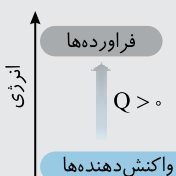
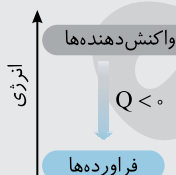
فراورده‌ها $\rightarrow +Q$ واکنش دهنده‌ها

گرما از محیط به سامانه منتقل می‌شود. (گرما به سامانه وارد می‌شود).

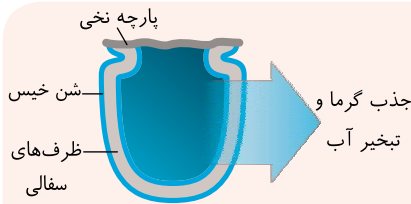
علامت Q و $\Delta\theta$ برای سامانه مثبت و برای محیط منفی

نمودار این واکنش‌ها به صورت روبه‌رو است:

مثال: خوردن بستنی و هم‌دما شدن آن با بدن



پنجال صحرایی

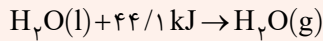


توسط محمد باه‌آبا اختراع شده است.

بدون نیاز به انرژی الکتریکی، غذا را مدتی خنک نگه می‌دارد.

اجزای سازنده آن: دو ظرف سفالی از خاک رس - شش خیس در میان دو ظرف - پارچه تبخیر آب - جذب گرما و شش خیس

نخی به‌عنوان درپوش



آب از قسمتی که در آن شش خیس قرار دارد، از بدنه سفالی ظرف به بیرون نفوذ کرده و به آرامی تبخیر می‌شود:

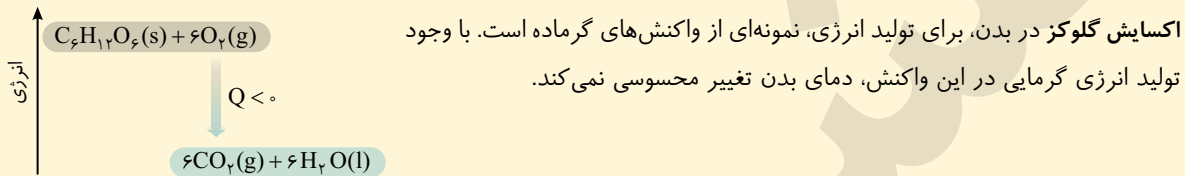
جذب گرما باعث افت دما شده و فضای درونی دستگاه همراه با محتویات آن را خنک کرده و مواد غذایی برای مدت بیشتری سالم می‌مانند.

گرما در واکنش‌های شیمیایی (گرماشیمی)

یکی از ویژگی‌های بنیادی همهٔ واکنش‌های شیمیایی، داد و ستد گرما با محیط پیرامون است.

گرماشیمی شاخه‌ای از علم شیمی است که به بررسی کمی و کیفی گرمای واکنش‌های شیمیایی، تغییر آن و تأثیری که بر حالت ماده دارد می‌پردازد.

منبع انرژی در بدن غذا است که پس از انجام واکنش‌های شیمیایی گوناگون به بدن می‌رسد. این واکنش‌ها می‌توانند گرماده یا گرماگیر باشند.



اکسایش گلوکز در بدن، برای تولید انرژی، نمونه‌ای از واکنش‌های گرماده است. با وجود

تولید انرژی گرمایی در این واکنش، دمای بدن تغییر محسوسی نمی‌کند.

در واکنش فتوسنتز (که عکس واکنش اکسایش گلوکز است) مقداری انرژی از محیط جذب می‌شود، بنابراین فتوسنتز نمونه‌ای از واکنش‌های گرماگیر است. ($Q > 0$)

انرژی پتانسیل (انرژی شیمیایی)

انرژی که یک جسم به‌دلیل نیروهای جاذبه و دافعه نسبت به دیگر اجسام در خود ذخیره می‌کند.

انرژی پتانسیل یک نمونه ماده، انرژی نهفته در آن است و هم‌ارز با انرژی ناشی از نیروهای نگه‌دارنده ذره‌های سازنده آن است.

شیمی‌دان‌ها گرمای جذب یا آزاد شده در هر واکنش شیمیایی را به‌طور عمده وابسته به تفاوت میان انرژی پتانسیل مواد واکنش‌دهنده و فرآورده می‌دانند.

گرمای مبادله شده در دمای ثابت، ناشی از تفاوت انرژی گرمایی در مواد واکنش‌دهنده و فرآورده نیست.

با انجام یک واکنش شیمیایی و تغییر در شیوهٔ اتصال اتم‌ها به یکدیگر، تفاوت آشکاری در انرژی پتانسیل وابسته به آن‌ها ایجاد می‌شود، این تفاوت انرژی در واکنش‌ها به‌صورت گرما ظاهر می‌شود.

نیروهای نگه‌دارندهٔ اتم در هر مولکول و در نتیجه استحکام پیوندها علاوه بر نوع پیوند (یگانه، دوگانه و سه‌گانه بودن پیوند)، به نوع اتم‌های درگیر در پیوند نیز وابسته است.

آلوتروپ‌های کربن

الماس و گرافیت، دو آلوتروپ (دگرشکل) کربن هستند که اگر در اکسیژن به‌طور کامل بسوزند، $\text{CO}_2(g)$ تولید می‌کنند:



از واکنش سوختن الماس و گرافیت مقدار متفاوتی گرما آزاد می‌شود، زیرا این دو ماده، سطح انرژی و پیوندهای متفاوت و در نتیجه استحکام پیوند متفاوتی دارند.

سطح انرژی گرافیت پایین‌تر از الماس بوده و پایدارتر از الماس است.

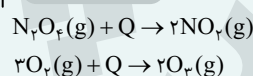
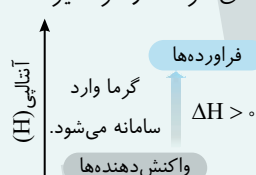
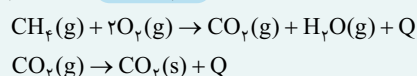
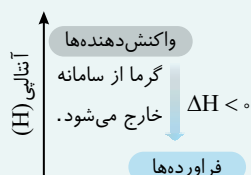
در هر دو واکنش، انرژی پتانسیل واکنش‌دهنده‌ها بالاتر از فرآورده‌ها بوده و پایداری واکنش‌دهنده‌ها کمتر از فرآورده‌هاست.

آنتالپی، محتوای انرژی ماده

به مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل ذره‌های تشکیل‌دهنده یک سامانه، محتوا یا سطح انرژی آن سامانه می‌گوییم. شیمی‌دان‌ها انرژی کل یک سامانه در دما و فشار ثابت را هم‌ارز با محتوای انرژی یا آنتالپی (H) آن می‌دانند. تغییر آنتالپی (ΔH) واکنش هم‌ارز با گرمایی است که در فشار ثابت با محیط پیرامون داد و ستد می‌کند:

$$\Delta H = Q_p = H_{\text{(مواد فراورده)}} - H_{\text{(مواد واکنش‌دهنده)}}$$

در واکنش‌های گرماده، آنتالپی مواد فراورده، کمتر از آنتالپی مواد واکنش‌دهنده است و $\Delta H < 0$ می‌باشد. در واکنش‌های گرماگیر آنتالپی مواد فراورده بیشتر از آنتالپی مواد واکنش‌دهنده است و $\Delta H > 0$ می‌باشد. نمودار آنتالپی در واکنش‌های گرماده و گرماگیر:



ΔH واکنش‌های رفت و برگشت

عکس واکنش‌های گرماگیر ($\Delta H > 0$) در صورت انجام‌پذیر بودن، گرماده ($\Delta H < 0$) است.

ΔH واکنش برگشت، قرینه ΔH واکنش رفت است.

اگر ضرایب استوکیومتری معادله واکنشی را در عددی ضرب کنیم، ΔH واکنش نیز در همان عدد ضرب می‌شود.



عوامل مؤثر بر ΔH واکنش

- ۱- نوع مواد واکنش‌دهنده و فراورده
 - ۲- مقدار مواد واکنش‌دهنده
 - ۳- حالت فیزیکی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها
 - ۴- دما و فشار سامانه
- برای بیان ΔH واکنش باید موارد روبه‌رو مشخص باشد

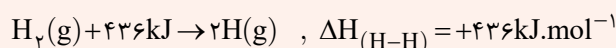
هرچه اختلاف انرژی واکنش‌دهنده‌ها با فراورده‌ها بیشتر باشد، گرمای واکنش (بدون توجه به علامت) بیشتر خواهد بود.

آنتالپی پیوند

انرژی لازم برای شکستن یک مول از یک پیوند اشتراکی و تبدیل آن به دو مول اتم جدا از هم گازی.

برای محاسبه آنتالپی یک پیوند معین، واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها باید در حالت گازی باشند.

آنتالپی پیوند همواره مثبت است، زیرا فرایند شکستن پیوند، گرماگیر است:



برای محاسبه آنتالپی پیوند در مولکول‌هایی که در آن‌ها یک اتم مرکزی به چند اتم کناری یکسان با پیوندهای اشتراکی متصل است (مانند CH_4 ، H_2O و NH_3)، از میانگین آنتالپی پیوند استفاده می‌شود.

در مولکول‌هایی مانند CH_4 ، انرژی لازم برای شکستن هر چهار پیوند C-H با هم متفاوت است.

هرچه طول پیوند اشتراکی کمتر باشد، استحکام پیوند بیشتر بوده و در نتیجه، انرژی پیوند نیز بیشتر است.

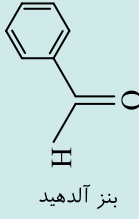
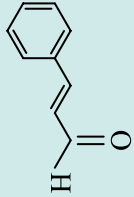

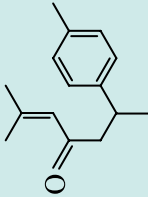

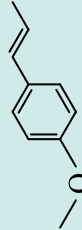
هرچه شعاع اتمی برای اتم‌های تشکیل‌دهنده یک پیوند اشتراکی، کمتر باشد، طول پیوند کمتر و استحکام و انرژی پیوند بیشتر است.

مربوط به ترکیب‌های آلی
برخی گروه‌های عاملی

گروه عاملی، آرایش منظمی از اتم‌هاست که به مولکول آلی خواص فیزیکی و شیمیایی منحصر به فردی می‌بخشد. خواص ادویه‌ها (بو، مزه، رنگ خوشایند و مصرف دارویی) به علت وجود ترکیب‌های آلی در ساختار آن‌ها است. در جدول زیر برخی از ترکیب‌های آلی معروف و گروه عاملی آن‌ها را مشاهده می‌کنید:

نام خانواده	آلدهیدها	کتونها	الکل‌ها	اترها	کربوسیلیک اسیدها
فرمول ساختاری	$R-C(=O)-H$	$R'-C(=O)-R$	$R-OH$ یا $C_nH_{2n+1}OH$	$R'-O-R$	$R-C(=O)-OH$
فرمول ساختاری و نام گروه عاملی	$-C(=O)-H$ آلدهیدی	$-C(=O)-$ کتونی	$-OH$ هیدروکسیل	$-O-$ اتری	$-C(=O)-OH$ کربوکسیل

در جدول زیر چند ماده غذایی مهم که در ساختار آن‌ها، ترکیب آلی وجود دارد را مشاهده می‌کنید:

نام ماده غذایی	بادام	دارچین	میخک	زردچوبه	گشنیز	رازیانه
فرمول مولکولی ترکیب آلی موجود در آن	C_7H_6O	C_9H_8O	$C_7H_{14}O$	$C_{15}H_{20}O$	$C_{10}H_{16}OH$	$C_{10}H_{12}O$
مدل نقطه-خط ترکیب آلی	 بنز آلدهید					
گروه عاملی موجود در ترکیب آلی	آلدهیدی	آلدهیدی	کتونی	کتونی	الکلی (هیدروکسیل)	اتری

چند ماده غذایی مهم و ترکیب آلی
موجود در آن‌ها

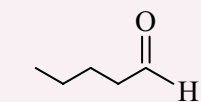
شیمی‌دان‌ها به موادی که فرمول مولکولی یکسان، اما فرمول ساختاری (نحوه اتصال اتم‌ها) آن‌ها متفاوت است ایزومر (همپار) می‌گویند. خواص هر ماده به ساختار آن بستگی دارد بنابراین ایزومرها که از نظر ساختار مولکولی تفاوت دارند، دارای خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوتی هستند.

ایزومرها از نظر محتوای انرژی نیز با یکدیگر تفاوت دارند.

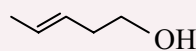
چند مثال از ترکیب‌هایی که ایزومر هستند:

نام ترکیب آلی	فرمول مولکولی	نتیجه
آلدهیدها کتونها	$C_nH_{2n}O$	آلدهیدها و کتون‌های یک عاملی، خطی و سیر شده با تعداد کربن برابر ایزومر یکدیگرند.
الکل‌ها اتر	$C_nH_{2n+2}O$	الکل‌ها و اترهای یک عاملی، خطی و سیر شده با تعداد کربن برابر ایزومر یکدیگرند.
سیکلوآلکان‌ها آلکن‌ها	C_nH_{2n}	سیکلوآلکان‌ها و آلکن‌های هم‌کربن ایزومر یکدیگرند.

ممکن است آلدهیدها، کتون‌ها، الکل‌ها و اترها دو به دو ایزومر یکدیگر باشند، به‌عنوان مثال یک آلدهید می‌تواند با یک الکل نیز ایزومر باشد!



آلدهید سیرشده $(C_5H_{10}O)$



الکل سیرنشده $(C_5H_{10}O)$

با همپار
ایزومر

منابع تأمین انرژی در بدن

کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها، مواد اولیه و انرژی را برای سوخت‌وساز یاخته‌ها فراهم می‌کنند.
فقط کربوهیدرات‌ها در بدن به گلوکز شکسته می‌شوند و گلوکز آن‌ها، در خون حل می‌شود.
گلوکز، قند خون است و انرژی مورد نیاز یاخته‌ها را تأمین می‌کند.
بدن چربی‌ها را بهتر و بیشتر از کربوهیدرات‌ها ذخیره می‌کند، زیرا چربی‌ها به دلیل ناقطبی بودن، در آب که قطبی است، حل نمی‌شوند.

ارزش سوختی

به گرمای حاصل از سوختن یک گرم از ماده سوختنی گفته می‌شود و با یکای kJ.g^{-1} معرفی می‌شود.
ارزش سوختی یک گرم چربی، بیشتر از یک گرم کربوهیدرات و یک گرم پروتئین است.
ارزش سوختی یک گرم کربوهیدرات و یک گرم پروتئین با هم برابر است.
پروتئین = کربوهیدرات (17kJ.g^{-1}) > چربی (38kJ.g^{-1}): مقایسه ارزش سوختی
ارزش سوختی در منابع معتبر علمی، بدون علامت منفی گزارش شده است.
هر مقدار اضافی از انرژی دریافتی از مواد غذایی به‌طور عمد به شکل چربی در بدن ذخیره شده و باعث چاقی می‌شود.

واکنش سوختن

گرماده است. ($\Delta H < 0$)
سوختن سوخت‌های فسیلی، هیدروکربن‌ها و الکل‌ها، گازهای CO_2 ، H_2O و مقدار زیادی انرژی (نور و گرما) آزاد می‌کند.
سوخت‌های فسیلی، تکیه‌گاهی برای تأمین انرژی در صنعت، کشاورزی و زندگی هستند.
یکی از فراورده‌های سوختن کامل مواد آلی در دمای اتاق، $\text{H}_2\text{O(l)}$ است که حالت مایع دارد.

آنتالپی سوختن

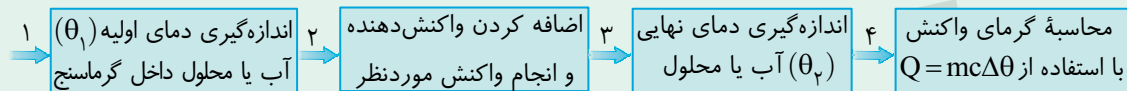
هم‌ارز با آنتالپی واکنشی است که در آن یک مول از ماده در مقدار کافی اکسیژن خالص، به‌طور کامل می‌سوزد.
آنتالپی سوختن همهٔ مواد منفی است، زیرا سوختن فرایندی گرماده است.
سوختن ΔH به ازای سوختن یک مول ماده سوختنی اندازه‌گیری می‌شود، بنابراین یکای آن kJ.mol^{-1} یا Kcal.mol^{-1} است.
معمولاً هرچه جرم یک هیدروکربن بیشتر باشد، از سوختن آن گرمای بیشتری آزاد شده و آنتالپی سوختن آن منفی‌تر است.
هرچه جرم مولی یک هیدروکربن بیشتر باشد، آنتالپی سوختن یک مول از آن بیشتر است.
از میان هر دو هیدروکربن، آنکه تعداد کربن بیشتری دارد، آنتالپی سوختن بیشتری نیز دارد:
 $\text{C}_7\text{H}_{18} > \text{C}_7\text{H}_6 > \text{CH}_4$: مقایسهٔ آنتالپی سوختن
در میان هیدروکربن‌هایی با تعداد کربن برابر، آنکه تعداد هیدروژن بیشتری دارد، آنتالپی سوختن بیشتری دارد:
 $\text{C}_7\text{H}_6 > \text{C}_7\text{H}_4 > \text{C}_7\text{H}_2$: مقایسهٔ آنتالپی سوختن
در مقایسه آنتالپی سوختن جرم‌های برابری از دو هیدروکربن، هیدروکربنی که جرم مولی کمتری دارد، آنتالپی سوختن بیشتری دارد:
 $\text{CH}_4 > \text{C}_7\text{H}_6$: مقایسهٔ آنتالپی سوختن یک گرم
۳۰ گرم ۱۶ گرم
اگر تعداد کربن آلکان و الکل یکسان باشد، آنتالپی سوختن آلکان بیشتر از الکل است:
 $\text{CH}_4 > \text{CH}_3\text{OH}$: مقایسهٔ آنتالپی سوختن

سوخت سبز

سوخت سبز در ساختار خود افزون بر کربن و هیدروژن، اکسیژن نیز دارد.
از پسماندهای گیاهانی مانند سویا، نیشکر و دیگر دانه‌های روغنی استخراج می‌شوند.
در اثر سوختن یک گرم، آلاینده‌های کمتری نسبت به سوختن یک گرم به‌دست می‌آید.
 $\text{C}_7\text{H}_6 > \text{C}_7\text{H}_5\text{OH}$: مقایسهٔ میزان تولید آلاینده
اتانول به دلیل تولید آلاینده کمتر یک سوخت سبز بوده و برای حفظ محیط زیست مناسب‌تر است.
گرمای آزاد شده به ازای سوختن یک گرم اتان، بیشتر از یک گرم اتانول است:
 $\text{C}_7\text{H}_6 > \text{C}_7\text{H}_5\text{OH}$: ارزش سوختی

روش مستقیم تعیین ΔH واکنش گرماسنجی

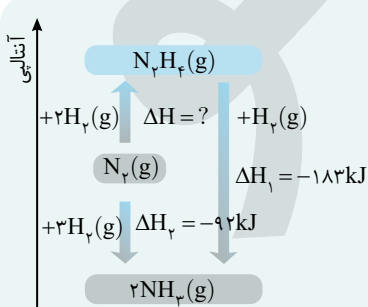
تجربه نشان می‌دهد که گرمای تولید یا مصرف شده در واکنش‌های شیمیایی قابل اندازه‌گیری است. برای محاسبه و تعیین ΔH واکنش می‌توان از روش‌های مستقیم (گرماسنجی) یا روش‌های غیرمستقیم (قانون هس و آنتالپی پیوند) استفاده کرد. در روش گرماسنجی، از گرماسنج لیوانی استفاده می‌کنیم. گرماسنج لیوانی گرمای واکنش را در فشار ثابت، یعنی آنتالپی واکنش (ΔH) را اندازه‌گیری می‌کند. این گرماسنج برای تعیین ΔH فرایندهای انحلال و واکنش‌هایی که در حالت محلول انجام می‌شوند، مناسب است. اجزای گرماسنج لیوانی عبارتند از: دو لیوان که عایق گرما هستند، درپوش یونالیتی، دماسنج و هم‌زن محاسبه گرما در گرماسنج لیوانی شامل مراحل زیر است:

روش غیرمستقیم تعیین ΔH واکنش قانون هس

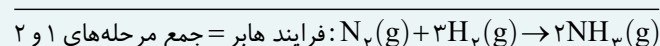
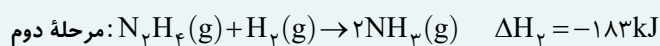
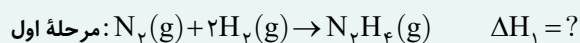
آنتالپی بسیاری از واکنش‌های شیمیایی که خود مرحله‌ای از یک واکنش پیچیده هستند و یا به آسانی انجام نمی‌شوند را نمی‌توان با روش تجربی (گرماسنجی) اندازه‌گیری کرد. نخستین بار هنری هس، دریافت که گرمای واکنش، به راهی که برای انجام آن درپیش گرفته می‌شود، وابسته نیست. قانون هس به قانون جمع‌پذیری گرمای واکنش‌ها معروف است. بیان علمی قانون هس: اگر معادله واکنشی را بتوان از جمع معادله دو یا چند واکنش دیگر به‌دست آورد، ΔH آن نیز از جمع جبری ΔH همان واکنش‌ها به‌دست می‌آید. واکنش‌هایی که ΔH آن‌ها به روش مستقیم (گرماسنجی) قابل اندازه‌گیری نیست و باید از قانون هس استفاده کرد:

واکنش	معادله نمادی واکنش	یک نکته در مورد این واکنش
تشکیل کربن مونواکسید (CO)	$C(s, \text{گرافیت}) + \frac{1}{2} O_2(g) \rightarrow CO(g)$	ΔH واکنش تشکیل CO را نمی‌توان به روش تجربی تعیین کرد.
تشکیل گاز متان (CH_4)	$C(s, \text{گرافیت}) + 2H_2(g) \rightarrow CH_4(g)$	با استفاده از این واکنش نمی‌توان در آزمایشگاه گاز متان تولید کرد.
تشکیل هیدروژن پراکسید (H_2O_2)	$H_2(g) + O_2(g) \rightarrow H_2O_2(l)$	تهیه H_2O_2 از واکنش مستقیم گازهای H_2 و O_2 ممکن نیست.
تشکیل هیدرازین (N_2H_4)	$N_2(g) + 2H_2(g) \rightarrow N_2H_4(g)$	این واکنش، مرحله اول از تهیه آمونیاک به روش هابر است.

یک واکنش دو مرحله‌ای تولید آمونیاک



شواهد تجربی نشان می‌دهد که تهیه آمونیاک به روش هابر از گازهای N_2 و H_2 مطابق نمودار زیر، یک واکنش دو مرحله‌ای است:



ΔH مرحله اول را نمی‌توان به‌طور مستقیم اندازه‌گیری کرد.

پایداری هیدرازین (N_2H_4) از گازهای آمونیاک و نیتروژن کمتر است:



در واکنش‌هایی که همهٔ مواد، گازی شکل‌اند، با تقریب خوبی می‌توان ΔH واکنش را از رابطهٔ زیر محاسبه نمود:

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = [\text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد واکنش‌دهنده}] - [\text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد فراورده}]$$

هرچه مولکول‌ها ساده‌تر باشند، ΔH محاسبه شده از رابطه بالا با داده‌های تجربی مطابقت بیشتری دارد.

در مسائل این قسمت باید ساختار لوویس مولکول‌ها را رسم کنیم تا نوع و تعداد پیوندها را تشخیص دهیم:



تاریخ مصرف مواد غذایی نشان می‌دهد که غذا چه مدتی سالم می‌ماند و قابل مصرف است.

برخی روش‌های افزایش مدت زمان ماندگاری مواد غذایی: خشک کردن میوه‌ها، تهیه ترشی و نمک سود کردن عواملی مانند رطوبت، نور، اکسیژن و دما، سرعت فاسد شدن مواد غذایی را افزایش می‌دهند. در نتیجه، نگهداری مواد غذایی در محیط‌های سرد، خشک و تاریک، برای افزایش مدت زمان ماندگاری آن‌ها توصیه می‌شود.

بسیاری از میوه‌ها را در فصل برداشت خشک می‌کنند تا آن‌ها را برای مصرف در سایر فصول، ذخیره کنند.

واکنش‌پذیری زیادی دارد. مواد غذایی در معرض گاز اکسیژن سریع‌تر فاسد می‌شوند. گاز اکسیژن وجود پوست و پوشش میوه‌ها و خشکبار به صورت طبیعی، مانع از ورود اکسیژن و جانداران ذره‌بینی به درون میوه می‌شود.

راه‌های نوین افزایش زمان ماندگاری مواد غذایی: تهیه کنسرو، بسته‌بندی نوین، افزودن نگه‌دارنده‌ها، بسته‌بندی خوراکی‌ها با خالی کردن هوای درون ظرف آن‌ها.

بیانی از زمان ماندگاری مواد است و نشان می‌دهد هر تغییر شیمیایی در چه گستره‌ای از زمان رخ می‌دهد.

هرچه گسترهٔ زمان انجام یک واکنش کوچک‌تر باشد، آهنگ انجام آن تندتر است و واکنش سریع‌تر انجام می‌شود.

شیمی‌دان‌ها، آهنگ انجام واکنش را در گستره‌ای از زمان با نام سرعت واکنش بیان می‌کنند.

زمان انجام واکنش‌های شیمیایی، بازهٔ زمانی از چند صدم ثانیه تا چند سده را دربرمی‌گیرد.

دسته‌بندی واکنش‌ها از نظر سرعت:

نوع واکنش	خیلی سریع	سریع	کند	بسیار کند
مثال	واکنش شیمیایی انفجار که منجر به تولید حجم زیادی از گازهای داغ می‌شود.	افزودن $AgNO_3$ به $NaCl$ باعث تشکیل سریع رسوب $AgCl$ می‌شود.	زنگ زدن آهن	پوسیده شدن کاغذ (تجزیه سلولز کاغذ)

سینتیک شیمیایی شاخه‌ای از علم شیمی است که به مطالعهٔ شرایط و چگونگی انجام واکنش‌های شیمیایی و عوامل مؤثر بر سرعت آن‌ها می‌پردازد.

عوامل مؤثر بر سرعت واکنش

- (۱) دما: افزایش دما سرعت واکنش‌ها را افزایش می‌دهد.
- مثال ۱: برای نگهداری طولانی مدت فراورده‌های گوشتی و پروتئینی، آن‌ها را به حالت منجمد ذخیره می‌کنند.
- مثال ۲: محلول بنفش‌رنگ پتاسیم پرمنگنات با یک اسید آلی در دمای اتاق به کندی واکنش می‌دهد اما با گرم شدن، محلول، به سرعت بی‌رنگ می‌شود.
- (۲) ماهیت واکنش‌دهنده: هر چه واکنش‌دهنده فعال‌تر باشد، سرعت واکنش نیز بیشتر خواهد بود.
- مثال: فلزهای قلیایی سدیم و پتاسیم با آب سرد واکنش می‌دهند، اما سرعت واکنش آن‌ها با هم متفاوت است.
- (۳) سطح تماس: هر چه سطح تماس میان واکنش‌دهنده‌ها بیشتر باشد، سرعت واکنش بیشتر است.
- مثال ۱: قاووت، از مغز خوراکی‌ها سریع‌تر فاسد می‌شود.
- مثال ۲: هر چه مساحت جانبی یک تکه زغال بیشتر باشد، سرعت واکنش سوختن آن بیشتر است.
- مثال ۳: شعله آتش، گرد آهن موجود در کپسول چینی را داغ و سرخ می‌کند، درحالی‌که پاشیدن و پخش کردن آن بر روی شعله، سبب سوختن آن می‌شود.
- (۴) غلظت: هر چه غلظت واکنش‌دهنده گاز و محلول بیشتر باشد، سرعت واکنش نیز بیشتر می‌شود.
- مثال ۱: بیماران دارای مشکلات تنفسی، در شرایط اضطراری، نیاز به تنفس از کپسول اکسیژن دارند.
- مثال ۲: الیاف آهن داغ و سرخ شده، در هوا نمی‌سوزد، درحالی‌که همان مقدار الیاف داغ و سرخ شده، در یک ارلن پر از اکسیژن می‌سوزد.
- (۵) کاتالیزگر: سرعت واکنش‌های شیمیایی، با وجود کاتالیزگر افزایش می‌یابد.
- مثال ۱: افزودن دو قطره از محلول KI، سرعت واکنش تجزیه H_2O_2 را به شدت افزایش می‌دهد.
- مثال ۲: برخی افراد با مصرف کلم و حبوبات، دچار نفخ می‌شوند، زیرا فاقد آنزیمی هستند که آن‌ها را کامل و سریع هضم کند.
- مثال ۳: واکنش سوختن قند آغشته به خاک باغچه، سریع‌تر انجام می‌شود.

کربوکسیلیک اسیدها

- در ساختار هر عضو این خانواده، یک یا چند گروه کربوکسیل ($-COOH$) یا $-C(=O)OH$ وجود دارد.
- فرم ساختاری کربوکسیلیک اسیدها به صورت روبه‌رو است:
- R در ساختار کربوکسیلیک اسیدها می‌تواند هیدروژن یا یک گروه هیدروکربنی به صورت خطی، حلقوی، سیر شده یا سیر نشده باشد.
- آشناترین عضو آن‌ها، اتانوئیک اسید با فرمول مولکولی CH_3COOH است.
- ساده‌ترین و اولین عضو این خانواده، متانوئیک اسید ($HCOOH$) است.

نگهدارنده‌ها

- نگهدارنده‌ها سرعت واکنش‌های شیمیایی را که منجر به فساد مواد غذایی می‌شوند، کاهش می‌دهند.
- یکی از نگهدارنده‌های مهم، بنزوئیک اسید است که در تمشک و توت‌فرنگی وجود دارد.
- بنزوئیک اسید یک کربوکسیلیک اسید آروماتیک است زیرا در ساختار خود یک حلقه بنزنی دارد.
- فرمول مولکولی بنزوئیک اسید C_6H_5COOH یا $C_7H_6O_2$ است.

سینتیک شیمیایی

- (الف) شرایط انجام واکنش‌های شیمیایی
- (ب) چگونگی انجام واکنش‌های شیمیایی
- (پ) محاسبه سرعت واکنش‌ها
- (ت) عوامل مؤثر بر سرعت

شیمی‌دان‌ها با استفاده از علم سینتیک به دنبال سرعت بخشیدن به واکنش‌های مفید و کاهش سرعت یا توقف واکنش‌های مضر هستند.

سرعت متوسط واکنش از دیدگاه کمی

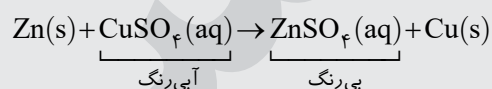
مقایسه دقیق، میان سرعت واکنش‌ها، هنگامی از صحت و اعتبار علمی برخوردار است که به شکل کمی بیان شود. سرعت مصرف یا تولید یک ماده شرکت کننده در واکنش در گستره زمانی قابل اندازه‌گیری، سرعت متوسط نام دارد. در واقع سرعت واکنش مقدار پیشرفت واکنش در واحد زمان است. سرعت متوسط را با نماد \bar{R} نمایش می‌دهند. این کمیت، همواره مثبت است. تجربه نشان می‌دهد که سرعت متوسط مصرف یا تولید مواد شرکت کننده در واکنش، با اندازه‌گیری کمیت‌هایی مانند جرم، حجم، فشار و ... قابل تعیین است. سرعت واکنش‌های شیمیایی در شرایط یکسان، با هم تفاوت دارد. با گذشت زمان، سرعت مصرف واکنش‌دهنده‌ها و سرعت تولید فراورده‌ها، هر دو کاهش می‌یابند.

$$\bar{R}_{\text{(واکنش‌دهنده)}} = -\frac{\Delta n}{\Delta t}$$

$$\bar{R}_{\text{(فراورده)}} = \frac{\Delta n}{\Delta t}$$

فرمول محاسبه سرعت متوسط مصرف یک واکنش‌دهنده:

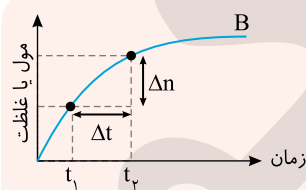
فرمول محاسبه سرعت متوسط تولید یک فراورده:

واکنش فلز روی با محلول مس (II) سولفات


واکنش پذیری روی، بیشتر از مس است.

با گذشت زمان مقدار $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ و Zn(s) کاهش و مقدار Cu(s) و $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ افزایش می‌یابد.

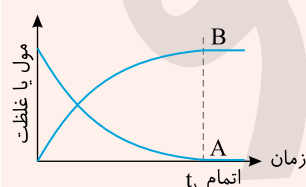
با گذشت زمان به تدریج، از شدت رنگ آبی محلول که مربوط به یون $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ است، کاسته می‌شود.

نمودارهای مول - زمان و غلظت - زمان در واکنش A → B


شیب نمودار مول - زمان در هر بازه زمانی، سرعت متوسط واکنش در آن بازه را

$$\bar{R} = \frac{\Delta n}{\Delta t}$$

مشخص می‌کند:



با گذشت زمان از مقدار واکنش‌دهنده‌ها کاسته و بر مقدار فراورده‌ها افزوده می‌شود، به همین دلیل نمودار پیشرفت برای واکنش‌دهنده‌ها نزولی و برای فراورده‌ها صعودی است:

شیب نمودار مول یا غلظت - زمان همانند \bar{R}_B ، \bar{R}_A ، چه برای واکنش‌دهنده‌ها و چه برای فراورده‌ها با گذشت زمان کاهش می‌یابد.

پس از پایان واکنش غلظت همه مواد شرکت کننده در واکنش به مقدار ثابتی رسیده و شیب نمودار برابر صفر می‌شود (نمودار افقی می‌شود). تغییر مول یا تغییر غلظت واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها، متناسب با ضرایب استوکیومتری است به طوری که هر چه ضریب استوکیومتری بزرگ‌تر باشد، تغییر مول، تغییر غلظت، شیب نمودار و سرعت بیشتر است.

نمودار غلظت - زمان برای مواد مایع (l) و جامد (s) خالص به صورت یک خط افقی است.

سرعت واکنش

شیمی‌دان‌ها برای درک آسان پیشرفت واکنش در واحد زمان، از مفهوم کاربردی سرعت واکنش استفاده می‌کنند. حاصل تقسیم سرعت تولید یا مصرف یک مادهٔ شرکت‌کننده در واکنش بر ضریب استوکیومتری آن، سرعت واکنش را نشان می‌دهد. در واکنش فرضی $(aA + bB \rightarrow cC + dD)$ سرعت واکنش از این رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

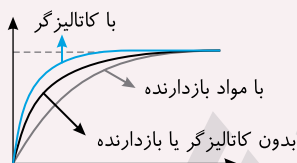
$$\bar{R}_{\text{واکنش}} = \frac{-\Delta n(A)}{a\Delta t} = \frac{-\Delta n(B)}{b\Delta t} = \frac{\Delta n(C)}{c\Delta t} = \frac{\Delta n(D)}{d\Delta t}$$

بازدارنده‌ها

سبزیجات و میوه‌ها، نقش بازدارندگی مؤثری در برابر سرطان‌ها و پیری زودرس دارند. میوه‌ها و سبزیجات، محتوی ترکیب‌های آلی سیرنشده‌ای به نام ریز مغذی‌ها هستند. برخی ریز مغذی‌ها، به‌عنوان بازدارنده، از انجام واکنش‌های نامطلوب و ناخواسته که به دلیل حضور رادیکال‌ها انجام می‌شوند، جلوگیری می‌کنند. رادیکال، گونهٔ فعال و ناپایداری است که در ساختار خود الکترون جفت نشده دارد و محتوی اتم‌هایی است که از قاعدهٔ هشت‌تایی پیروی نمی‌کنند. اگر رادیکال‌ها به وسیلهٔ بازدارنده‌ها جذب نشوند، با انجام واکنش‌های سریع، به بافت‌های بدن آسیب می‌رسانند. مصرف خوراکی‌های محتوی بازدارنده‌ها با کاهش مقدار رادیکال‌ها، از سرعت واکنش‌های ناخواسته می‌کاهد.

تأثیر کاتالیزگر و مواد بازدارنده بر منحنی مول - زمان

کاتالیزگرها بدون اینکه مصرف شوند، سرعت واکنش‌ها را افزایش می‌دهند.

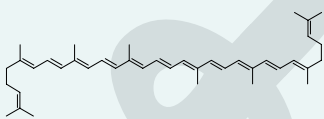


استفاده از کاتالیزگر، مقدار نهایی فرآورده‌ها را تغییر نمی‌دهد، فقط همان مقدار فرآورده در زمان کمتری تولید می‌شود.

مواد بازدارنده، عکس کاتالیزگرها عمل می‌کنند، یعنی بازدارنده‌ها باعث می‌شوند، همان مقدار فرآورده در زمان طولانی‌تری به دست آید.

لیکوپن

در هندوانه و گوجه‌فرنگی یافت می‌شود و با نقش بازدارندگی خود، فعالیت رادیکال‌ها را کاهش می‌دهد.



ساختار آن به صورت مقابل است:

فرمول مولکولی آن به صورت $C_{40}H_{56}$ بوده و در ساختار آن ۱۳ پیوند دوگانه و ۸ شاخه فرعی متیل ($-CH_3$) وجود دارد.

غذا، پسماند و رد پای آن

به دلیل تفاوت در سبک زندگی افراد، میزان نیاز و بهره‌مندی از منابع، برای همه یکسان نیست.

چهرهٔ آشکار: سالانه حدود ۳۰٪ غذای تولیدی به مصرف نمی‌رسد و به زباله تبدیل می‌شود و یا از بین می‌رود.

۱- همهٔ منابعی که در تهیهٔ غذا از آغاز تا سر سفره نقش داشته‌اند.

چهرهٔ پنهان

۲- تولید گازهای گلخانه‌ای به ویژه CO_2 : سهم تولید CO_2 در رد پای غذا به مراتب بیشتر از سوختن سوخت‌ها در خودروها و کارخانه‌ها است.

با توجه به افزایش جمعیت کرهٔ زمین، رد پای غذا روی محیط زیست، سنگین‌تر می‌شود.

با توجه به الگوی مصرف کنونی، مساحت مورد نیاز برای تامین غذای همهٔ افراد در آینده، حدود دو برابر مساحت کرهٔ زمین است.

پوشاک، نیازی پایان‌ناپذیر

خلاصه نکات و مفاهیم اصلی

پوشاک

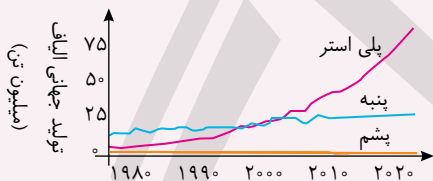
انسان، نخستین پوشش خود را از پشم، مو و پوست جانوران تهیه کرد. او با گذشت زمان، از بافت‌های گیاهی هم برای پوشش خود استفاده کرد. با تشکیل جوامع بشری، پوشش انسان‌ها پیشرفت کرد و به صنعتی به نام پوشاک تبدیل شد. نوع پوشش هر قوم، نشان‌دهنده توانایی، مهارت دستی، هنر و دانش آن قوم است. با رشد و گسترش دانش و فناوری در صنایع، پوشش‌هایی تولید شد که ایمنی فیزیکی بدن را در برابر شرایط دشوار و خطرناک، افزایش می‌داد. به تازگی، بشر توانسته است با تکیه بر دانش و فناوری نو، انواع تازه‌ای از پوشاک را تولید کند که از بدن در برابر مواد شیمیایی مانند اسیدها، سموم و بخارهای سمی محافظت می‌کند.

صنعت نساجی

انسان در گذشته، پوشاک خود را از مواد طبیعی مانند پشم گوسفند و شتر، چرم و پنبه تهیه می‌کرد. با رشد جمعیت، روش‌های سنتی تولید پوشاک، دیگر پاسخ‌گوی نیازها نبود. به همین دلیل، صنعت نساجی پدیدار شد. صنعت نساجی، با استفاده از فناوری‌های نو به تولید پوشاک پرداخت، اما موفقیت این صنعت در گرو تأمین الیاف مورد نیاز بود. به‌طور کلی دو نوع الیاف وجود دارد: الیاف طبیعی و الیاف ساختگی. الیاف طبیعی به دلیل محدود بودن، پاسخ‌گوی نیاز صنعت نساجی نبود؛ در نتیجه، شیمی‌دان‌ها به استفاده از نفت خام (طلای سیاه) روی آوردند و الیاف جدیدی تولید کردند. الیاف ساختگی تولید شده بر پایه نفت، جایگزین الیاف طبیعی شد و امروزه بخش عمده پوشاک را تشکیل می‌دهد.

روند تولید انواع الیاف

میزان نسبی تولید الیاف ساختگی، بیشتر از الیاف طبیعی می‌باشد. در سال‌های اخیر، روند تولید الیاف پلی‌استری و نخی افزایش داشته است، اما روند تولید الیاف پشمی، تقریباً ثابت بوده است. شیب نمودار روند تولید الیاف پلی‌استری، بیشتر از شیب نمودار روند تولید الیاف پنبه‌ای (نخی) می‌باشد. روند تولید لباس از الیاف پنبه: الیاف \leftarrow ریسندگی \leftarrow نخ \leftarrow بافندگی \leftarrow پارچه خام \leftarrow فرآوری \leftarrow پارچه آماده استفاده \leftarrow دوزندگی \leftarrow لباس



الیاف ساختگی

این نوع الیاف در طبیعت یافت نمی‌شود، بلکه از واکنش بین مواد شیمیایی در شرکت‌های پتروشیمی تولید می‌شود. اغلب فرآورده‌های پتروشیمیایی، برای تولید انواع گوناگون الیاف ساختگی به کار می‌روند. این الیاف، افزون بر تولید پارچه و پوشاک، در تهیه انواع پوشش‌ها، ظروف نجسب، یکبار مصرف و پلاستیکی، فرش و پرده استفاده می‌شود.

الیاف طبیعی

پنبه
الیاف طبیعی در صنعت ساخته نمی‌شود بلکه از منابع طبیعی به دست می‌آیند. حدود نیمی از لباس‌های تولیدی، از پنبه تهیه می‌شود. از آن افزون بر تولید پوشاک، در تولید گاز استریل، پرده، رویه مبلی و تور ماهیگیری استفاده می‌شود. از الیاف سلولزی تشکیل شده است.

سلولزی
الیاف سلولزی، زنجیر بسیار بلندی است که از اتصال شمار زیادی مولکول گلوکز به یکدیگر ساخته شده است. مولکول‌های گلوکز به هم متصل می‌شوند \leftarrow رشته‌های سلولزی \leftarrow در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند \leftarrow الیاف سلولزی
شمار اتم‌های سازنده هر مولکول سلولزی، بسیار زیاد بوده و اندازه مولکول آن بزرگ است. فرمول مولکولی گلوکز، $C_6H_{12}O_6$ است، در نتیجه، سلولزی، از اتم‌های کربن، هیدروژن و اکسیژن تشکیل شده است.

تقسیم‌بندی مولکول‌ها بر اساس اندازه

ترکیب مولکولی ترکیبی است که ذره‌های تشکیل‌دهنده آن، مولکول‌ها هستند. از اتصال تعداد زیادی مولکول کوچک به یکدیگر تشکیل شده‌اند و شمار اتم‌های آن‌ها به ده‌ها هزار می‌رسد.

انواع } درشت مولکول‌ها

طبیعی: سلولز، پنبه، ابریشم، روغن زیتون
ساختگی: در طبیعت یافت نمی‌شوند، ساختگی هستند و با استفاده از واکنش بسپارش تهیه می‌شوند. مثال: نایلون، تفلون و پلی‌اتن

مولکول‌های کوچک: از اتصال تعداد اندکی اتم به یکدیگر تشکیل شده‌اند و شمار اتم‌های کم و جرم مولی کم یا متوسطی دارند. مثال: CH_4 , NH_3 , H_2O , CO_2

پلیمر

مولکولی بسیار بزرگ که از به هم پیوستن تعداد زیادی واحدهای همانند (واحدهای تکرارشونده) تشکیل می‌شود. سلولز، نشاسته و پلی‌اتن، پلیمر هستند؛ زیرا از تعداد زیادی واحدهای تکرارشونده تولید شده‌اند. انسولین نیز یک پلیمر است. توجه داشته باشید که هر پلیمری درشت مولکول است ولی هر درشت مولکولی پلیمر نیست.

بین مولکولی نیروهای

نیروهای بین مولکولی در نشاسته، انسولین و سلولز، بیشتر از نوع پیوند هیدروژنی است. نیروهای بین مولکولی در پلی‌اتن، پروپان و نفتالن از نوع نیروهای وان‌دروالسی است. پیوند هیدروژنی، به طور کلی، جاذبه‌ای قوی‌تر از نیروهای وان‌دروالسی است.

واکنش پلیمری شدن (بسپارش)

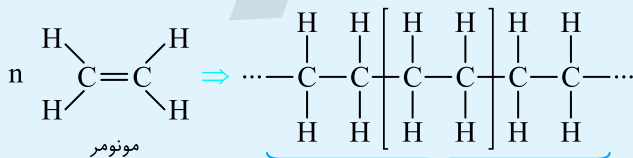
واکنشی است که در آن مولکول‌های کوچک (مونومر) در شرایط مناسب به یکدیگر متصل می‌شوند و مولکول‌هایی با زنجیرهای بلند و جرم مولی زیاد (پلیمر) تولید می‌کنند. جرم مولی فراورده تولید شده در این واکنش، برابر ده‌ها هزار گرم بر مول است. به واکنش‌دهنده‌ها در واکنش پلیمری شدن، مونومر (تک‌پار) می‌گویند. تعیین تعداد دقیق مونومرهای شرکت‌کننده در یک واکنش پلیمری شدن، ممکن نیست. تاکنون هیچ قاعده‌ای برای اتصال شمار مونومرها به یکدیگر ارائه نشده است ← برای یک پلیمر، نمی‌توان فرمول مولکولی دقیقی نوشت. شیمی‌دان‌ها برای نمایش پلیمرها، واحدهای تکرارشونده را درون پرانتز نوشته و زیروند (n) را جلوی آن می‌نویسند. با تغییر مونومرها، پلیمری جدید با ساختار و خواص متفاوت تولید می‌شود. هر ترکیب آلی که در زنجیر کربنی خود پیوند دوگانه کربن-کربن داشته باشد، می‌تواند در واکنش پلیمری شدن شرکت کند. ترکیب‌های سیرنشده و حاوی پیوند دوگانه کربن-کربن در زنجیر کربنی، در صنایع پتروشیمی با تأمین شرایط مناسب واکنش داده و پلیمرهای گوناگونی تولید می‌کنند.

واکنش پلیمری شدن اتن

هرگاه گاز اتن را در فشار بالا، گرما دهیم، جامد سفید رنگی به نام پلی‌اتن به دست می‌آید:

$$n \text{CH}_2 = \text{CH}_2 \text{ (g)} \xrightarrow{\text{گرما و فشار}} \text{-(CH}_2\text{-CH}_2\text{)}_n \text{ (s)}$$

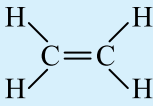
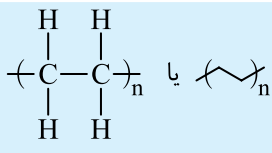
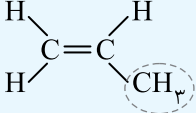
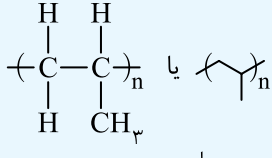
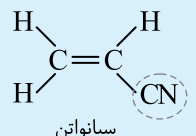
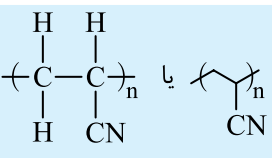
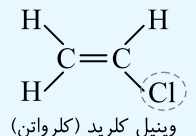
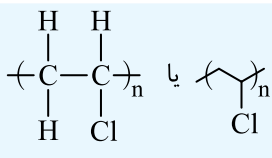
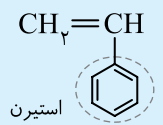
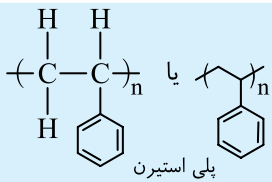
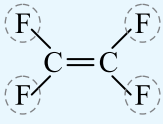
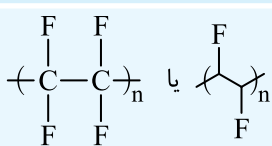
در این واکنش به مولکول اتن، مونومر (تک‌پار) و به ترکیب حاصل پلیمر (بسپار) می‌گوییم. اتن مولکولی سیرنشده است (زیرا پیوند دوگانه دارد) درحالی‌که پلی‌اتن، هیدروکربنی سیرشده است و تمامی پیوندهای اشتراکی موجود در ساختار آن، از نوع یگانه است. در واکنش پلیمری شدن اتن، پیوندهای دوگانه در مولکول‌های اتن شکسته شده تا مولکول‌های اتن زنجیروار به یکدیگر متصل شوند. هر پلیمر، یک واحد تکرارشونده دارد، در واکنش پلیمری شدن اتن، واحد تکرارشونده به صورت زیر است:



n واحد تکرارشونده

پلیمر

تعیین تعداد دقیق مونومرها و واحدهای تکرارشونده در این واکنش ممکن نیست. پلی‌اتن مذاب را در دستگاهی با عمل دمیدن هوا، به ورقه نازک پلاستیکی تبدیل می‌کنند.

نام و ساختار مونومر	نام و ساختار پلیمر	کاربرد
 اتن	 پلی اتن	تولید کیسه، لوله، دبه آب و بطری پلاستیکی
 پروپن	 پلی پروپن	تولید قطعات پلاستیکی مورد نیاز در لوازم پزشکی (مانند سرنگ)
 سیانواتن	 پلی سیانواتن	تولید فرش، پارچه و پتو
 وینیل کلرید (کلرواتن)	 پلی وینیل کلرید	ساخت کیسه خون
 استیرن	 پلی استیرن	ساخت ظروف یکبار مصرف
		تولید ظروف نجسب، نخ دندان، کف اتو، نوار آبندی لوله‌ها

چند پلیمر مهم و کاربرد آنها

در جریان بررسی و مطالعه انواع سردکننده‌ها، توسط پلانکت و گروه پژوهشی او کشف شد. نام تجاری آن پلی‌تترا‌فلوئورواتن است. نقطه ذوب بالایی دارد و در برابر گرما مقاوم است. از نظر شیمیایی بی‌اثر است و با مواد شیمیایی واکنش نمی‌دهد. در حلال‌های آلی حل نمی‌شود و نجسب است.

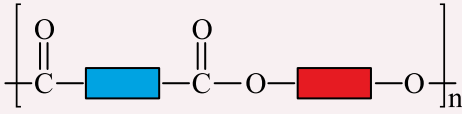
تفلون

پلی‌اتن سبک	پلی‌اتن سنگین
۱- پلی‌اتن سبک، شاخه فرعی دارد.	۱- پلی‌اتن سنگین، فاقد شاخه فرعی است.
۲- نسبت به پلی‌اتن سنگین چگالی کمتری دارد.	۲- پلی‌اتن سبک > پلی‌اتن سنگین: مقایسه چگالی (0.92g.cm^{-3}) (0.97g.cm^{-3})
۳- شفاف است.	۳- کدر است.
۴- پلی‌اتن سبک انعطاف‌پذیر است.	۴- پلی‌اتن سنگین سخت و محکم است.
۵- نسبت به پلی‌اتن سنگین استحکام کمتری دارد.	۵- پلی‌اتن سبک > پلی‌اتن سنگین: مقایسه استحکام
۶- کاربرد: کیسه‌های پلاستیکی شفاف	۶- کاربرد: ساخت اسباب‌بازی، مخازن، بطری و دبه‌های آب پلاستیکی
۷- نیروی بین مولکولی در آن از نوع وان‌دروالسی است.	۷- نیروی بین مولکولی در آن از نوع وان‌دروالسی است که قوی‌تر از پلی‌اتن سبک است.

مقایسه پلی‌اتن سبک و سنگین

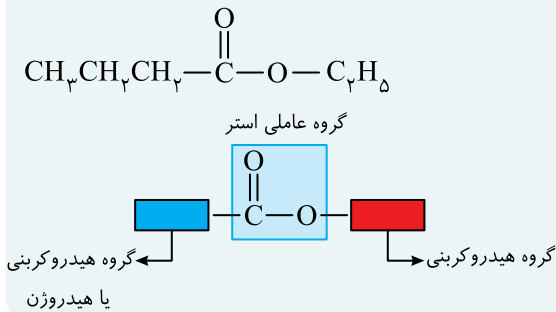
پلی استرها

دسته‌ای از پلیمرها که از اتم‌های C، O و H تشکیل شده‌اند. از این پلیمرها، می‌توان نخ، الیاف و پارچه‌های پلی استری تولید کرد. فرمول عمومی پلی استرها به صورت زیر است:



استرها

دسته‌ای از مواد آلی هستند که منشأ بوی خوش شکوفه‌ها، گل‌ها و عطرها و نیز بو و طعم میوه‌ها از آن‌ها است. بو و طعم خوش آناناس به دلیل وجود یک استر به نام اتیل بوتانوات است:



ساختار گروه عاملی استری به صورت $(\text{---C} \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{---} \end{array} \text{---})$ است. به گروه عاملی استری، دو بخش با دو زنجیر هیدروکربنی متصل است. از واکنش یک الکل با یک کربوکسیلیک اسید تولید می‌شوند. فرمول مولکولی عمومی استرهای یک عاملی با زنجیر کربن سیرشده به صورت $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$ است.

الکل‌ها

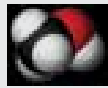
دسته‌ای از ترکیب‌ها که در آن‌ها حداقل یک یا چند گروه عاملی هیدروکسیل ---OH با یک پیوند اشتراکی به اتم کربن متصل است.

الکل‌های یک عاملی را می‌توان با فرمول (ROH) نشان داد که در آن R، یک زنجیر هیدروکربنی را نشان می‌دهد.

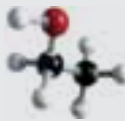
فرمول عمومی الکل‌های یک عاملی سیرشده به صورت $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$ است.

متانول: نخستین عضو خانواده الکل‌ها است. فرمول مولکولی: CH_3OH

اتانول: دومین عضو خانواده الکل‌ها است. فرمول مولکولی: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$



متانول



اتانول

انحلال پذیری الکل‌ها

در مولکول هر الکل دو بخش متمایز وجود دارد: زنجیر هیدروکربنی (بخش ناقطبی) و گروه ---OH (بخش قطبی)

بخش قطبی ---OH بخش ناقطبی $\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---}$

هر چه تعداد کربن در مولکول الکل بیشتر باشد، میزان قطبیت آن کاهش می‌یابد:

هگزانول > اتانول: مقایسه میزان قطبیت

به دلیل وجود ---OH در ساختار الکل‌ها، میان مولکول‌های الکل، پیوند هیدروژنی برقرار می‌شود.

وجود بخش ناقطبی (زنجیر هیدروکربنی) نیروی جاذبه وان دروالس را میان مولکول‌های الکل به وجود می‌آورد.

در الکل‌های سبک تا پنج اتم کربن (مانند متانول و اتانول) پیوند هیدروژنی بر نیروی وان دروالس غلبه می‌کند به همین دلیل این الکل‌ها در آب به خوبی حل می‌شوند.

سه الکل اول (متانول، اتانول و پروپانول) به هر نسبتی در آب حل می‌شوند، در واقع نمی‌توان از این الکل‌ها در آب محلول سیرشده تهیه کرد.

به طور کلی با افزایش طول زنجیر هیدروکربنی (تعداد کربن) مولکول در الکل‌ها، بخش ناقطبی مولکول بزرگ‌تر شده و:

(الف) انحلال‌پذیری الکل در آب کاهش می‌یابد.

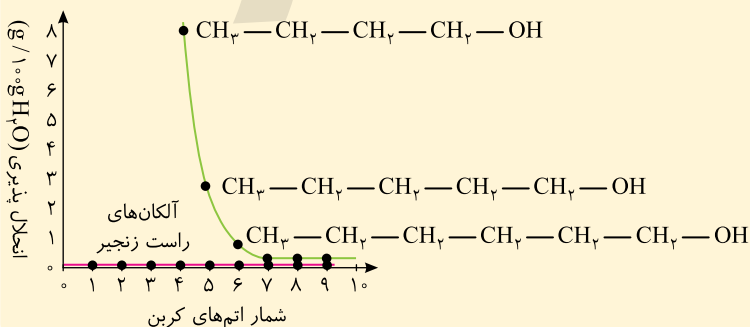
(ب) ویژگی چربی‌دوستی و آب‌گریزی الکل افزایش می‌یابد.

(پ) نیروهای وان دروالسی قوی‌تر می‌شوند.

انحلال‌پذیری آلکان‌ها در آب برخلاف

الکل‌ها با تغییر تعداد اتم‌های کربن، تغییری

نمی‌کند و تقریباً ثابت (نزدیک به صفر) است.



دسته‌ای از ترکیب‌های آلی هستند که گروه عاملی کربوکسیل دارند. (COOH یا —C(=O)OH) مزه ترش دارند و مزه ترش میوه‌هایی مثل لیموترش و ریواس، ناشی از وجود این مولکول‌ها است.

کربوکسیلیک اسیدهای یک عاملی را می‌توان با فرمول (RCOOH) یا (R—C(=O)OH) نشان داد که در آن R، هیدروژن یا زنجیر هیدروکربنی است.

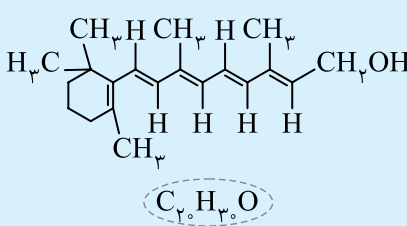
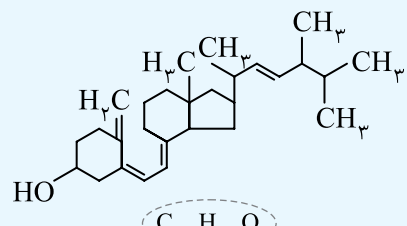
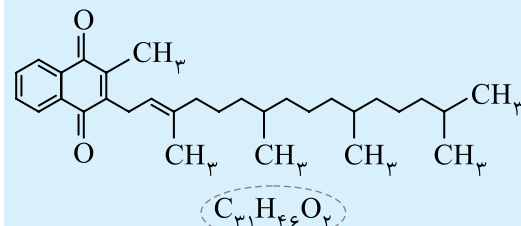
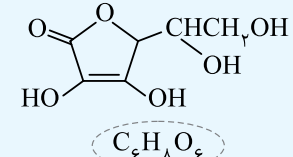
کربوکسیلیک اسیدها با استرها ایزومر هستند و فرمول مولکولی هر دو به صورت $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$ است.

نام‌گذاری کربوکسیلیک اسیدها: به آخر نام آلکان هم کربن با اسید، پسوند «وئیک اسید» اضافه می‌کنیم. (آلکانوئیک اسید) متانوئیک اسید یا فورمیک اسید (HCOOH): نخستین عضو این خانواده است که بر اثر گزش مورچه سرخ، وارد بدن شده و باعث سوزش و خارش در محل گزیدگی می‌شود.

استیک اسید یا اتانوئیک اسید (CH_3COOH): دومین عضو این خانواده است. این اسید یکی از پرکاربردترین اسیدها در زندگی روزانه بوده و در ساختار سرکه نیز به کار رفته است.

محلول در چربی: مصرف بیش از اندازه آن‌ها برای بدن مشکل‌ساز است ← ویتامین‌های «آ»، «دی»، «کا»

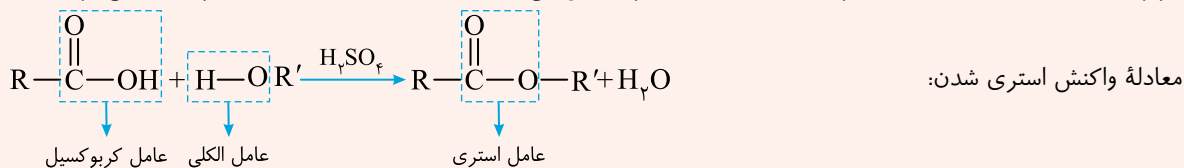
محلول در آب: مصرف بیش از اندازه آن‌ها برای بدن مشکل ایجاد نمی‌کند ← ویتامین «ث»

گروه‌های عاملی	تعداد گروه OH	نیروی بین مولکولی	قطبیت مولکول	فرمول ساختاری و فرمول مولکولی	ویتامین	ویتمین‌های چربی دوست (آب‌گریز)
الکی (الکل) (سپرنشده)	یک گروه OH	وان دروآلسی	ناقطبی	 $\text{C}_{20}\text{H}_{30}\text{O}$	ویتامین «آ»	ویتامین‌های چربی دوست (آب‌گریز)
الکی (الکل) (سپرنشده)	یک گروه OH	وان دروآلسی	ناقطبی	 $\text{C}_{28}\text{H}_{44}\text{O}$	ویتامین «دی»	
کتونی	ندارد	وان دروآلسی	ناقطبی	 $\text{C}_{31}\text{H}_{46}\text{O}_2$	ویتامین «کا»*	
الکی و استری	چهار گروه OH	هیدروژنی	قطبی	 $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$	ویتامین «ث»	ویتامین آب‌دوست (چربی‌گریز)

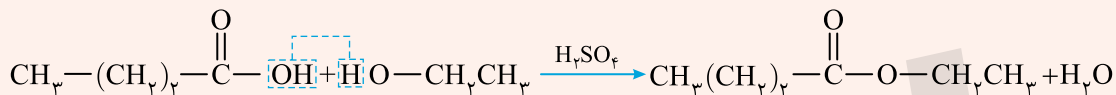
* در بین این ۴ ویتامین، فقط ویتامین «کا»، دارای حلقه بنزن بوده و آروماتیک است.

واکنش استری شدن

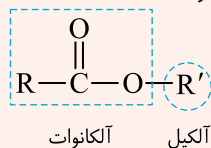
کربوکسیلیک اسیدها و الکلها، در شرایط مناسب با یکدیگر واکنش می‌دهند و با از دست دادن آب، به استر تبدیل می‌شوند.



واکنش استری شدن، در محیط اسیدی انجام می‌شود.
مثال:



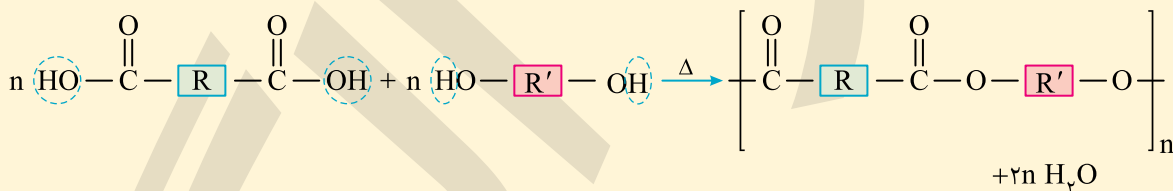
از واکنش بالا برای تولید شوینده با بوی آناناس استفاده می‌شود. بوی آناناس، به دلیل وجود اتیل بوتانات در آن است.
هر استر را می‌توان به دو بخش آلکیل و آلکانوات تبدیل کرد:



نام گذاری استرها بر وزن آلکیل آلکانوات انجام می‌شود:



پلی استرها دسته‌ای از پلیمرها هستند که از واکنش یک کربوکسیلیک اسید دو عاملی با یک الکل دو عاملی در شرایط مناسب، تولید می‌شوند:



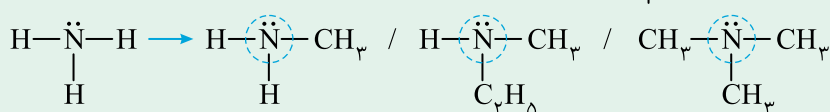
برای تشکیل آب به عنوان فراورده، از اسید گروه OH و از الکل H جدا می‌شود.

اگر مونومر از اسید دو عاملی با n مونومر از الکل دو عاملی با هم واکنش دهند، یک مولکول پلی استر و $2n$ مولکول آب تولید می‌شود.
توجه: اگر تعداد مونومرها محدود باشد (مثلاً ۳ اسید دو عاملی و ۳ الکل دو عاملی) برای شمارش تعداد مولکولهای آب آزاد شده، باید توجه داشت که در مرحله اول (واکنش یک اسید دو عاملی با یک الکل دو عاملی) یک مولکول آب آزاد می‌شود، ولی در مراحل بعدی در هر مرحله دو مولکول آب آزاد می‌شود.

با استفاده از کربوکسیلیک اسیدها و الکل‌های دو عاملی گوناگون، پلی استرها با ساختار و ویژگی‌های متفاوت به دست می‌آیند که کاربردهای ویژه و متفاوتی دارند.
از پلی استرها برای تهیه الیاف، نخ و پارچه‌های پلی استری استفاده می‌شود.

واکنش تولید پلی استر

آمین‌ها ترکیب‌های آلی هستند که از جایگزین کردن یک، دو یا سه اتم هیدروژن در مولکول آمونیاک با گروه‌های هیدروکربنی به دست می‌آیند، نمایش گروه عاملی آمینی به صورت N است:



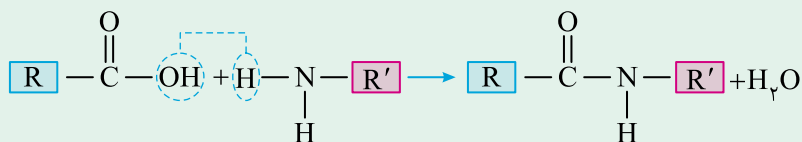
متیل آمین ساده‌ترین آمین است و دارای فرمول مولکولی CH_3NH_2 می‌باشد.

وجود اتم نیتروژن، خواص فیزیکی و شیمیایی منحصر به فردی به آمین‌ها داده است.
بوی بد ماهی به دلیل وجود متیل آمین و برخی آمین‌های دیگر است.

آمین‌ها

آمیدها دسته‌ای از ترکیب‌های آلی هستند که دارای حداقل یک گروه عاملی آمیدی (—C(=O)—N—) هستند.

آمیدها از واکنش کربوکسیلیک اسیدها با آمین‌ها یا آمونیاک به دست می‌آیند، در این واکنش، از آمین H و از اسید OH جدا شده و تشکیل آب می‌دهند:



آمین‌هایی که اتم H متصل به N ندارند، نمی‌توانند در واکنش تهیه آمید شرکت کنند، زیرا اتم هیدروژنی وجود ندارد که با OH گروه کربوکسیل واکنش دهد.

در این دسته از پلیمرها، گروه عاملی آمیدی در طول زنجیر کربنی تکرار شده است ← در ساختار این پلیمرها، عنصرهای C، H، N وجود دارد.

مو، ناخن، پوست بدن، شاخ حیوانات و پشم گوسفند، نمونه‌هایی از پلی‌آمیدهای طبیعی است.

پلی‌آمیدهای ساختمانی را در صنایع پتروشیمی و از واکنش دی‌اسیدها با دی‌آمین‌ها تولید می‌کنند. کولار، یکی از پلی‌آمیدهای ساختمانی است.

پنج برابر از فولاد هم جرم خود مقاوم‌تر است.

از آن در تهیه تایر اتومبیل، جلیقه ضد گلوله و قایق بادبانی استفاده می‌شود.

پوشاک دوخته شده از آن، سبک و بسیار محکم بوده و در برابر ضربه، خراش و بریدگی، مقاوم است.

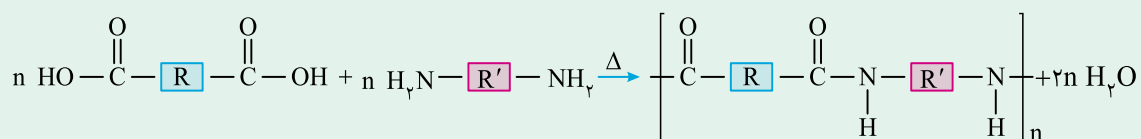
در پلی‌آمیدها بین گروه‌های N—H از یک مولکول با گروه‌های C=O از مولکول دیگر، پیوند هیدروژنی وجود دارد. بنابراین نیروی بین مولکول‌های پلی‌آمیدها از نوع هیدروژنی است.

از واکنش یک کربوکسیلیک اسید دو عاملی با یک آمین دو عاملی در شرایط مناسب، یک پلی‌آمید تولید می‌شود.

برای تشکیل آب به‌عنوان فرآورده، OH از اسید و H از هیدروژن متصل به نیتروژن آمین، تأمین می‌شود.

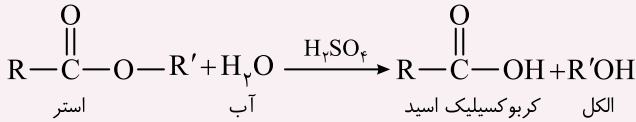
اگر n مولکول آمین دو عاملی و n مولکول کربوکسیلیک اسید دو عاملی وارد واکنش تولید یک پلی‌آمید شوند، یک مولکول پلی‌آمید و 2n مولکول آب تولید می‌شود.

واکنش n مول دی‌آمین با n مول دی‌اسید و تهیه پلی‌آمید به صورت زیر است:



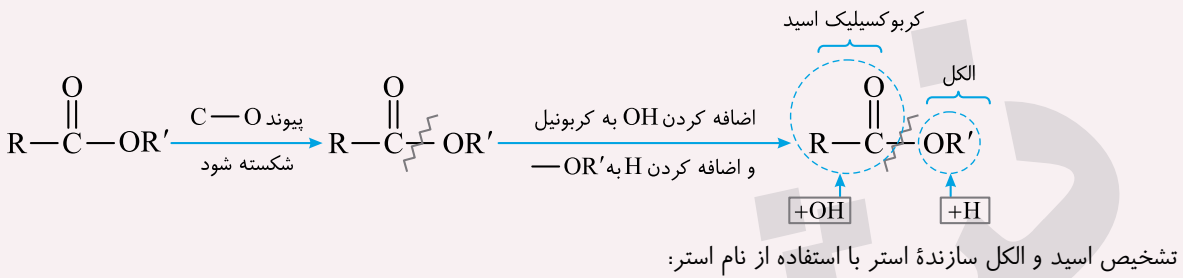
توجه: اگر تعداد مونومرها در این واکنش محدود باشد، هنگام شمارش تعداد مولکول‌های آب آزاد شده، باید توجه داشت که در مرحله اول این واکنش فقط یک مولکول آب آزاد می‌شود در حالی که در مراحل بعدی، در هر مرحله دو مولکول آب آزاد می‌شود.

استرها در شرایط مناسب، با آب واکنش داده و به الکل و اسید سازنده خود تبدیل می‌شوند، به این واکنش آبکافت استر گفته می‌شود:



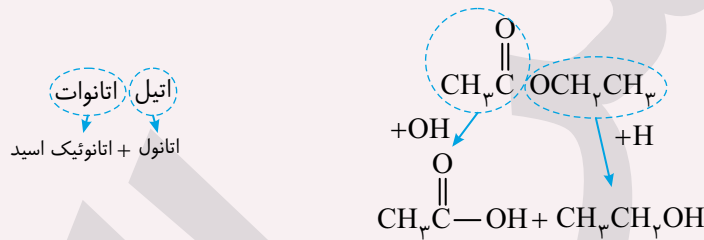
سرعت واکنش آب کافت استرها کم است، به همین دلیل این واکنش را در حضور مقداری اسید قوی (مانند H_2SO_4) به عنوان کاتالیزگر، انجام می‌دهند.

تشخیص اسید و الکل سازنده استر با استفاده از ساختار استر:



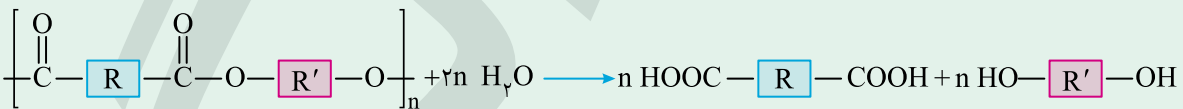
بخش آلکیل بر وزن آلکانول نوشته شود (الکل سازنده استر).

بخش آلکانوات بر وزن آلکانوئیک اسید نوشته شود (اسید سازنده استر).

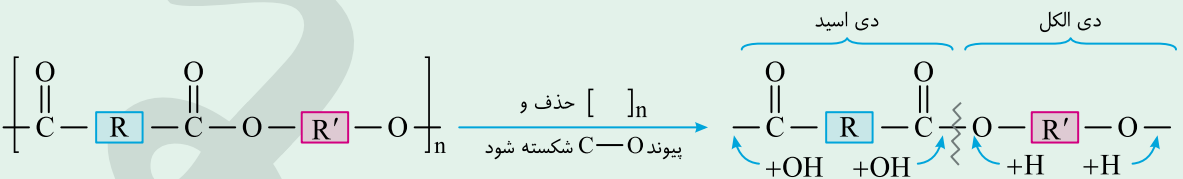


آبکافت استرها

پلی استرها در شرایط مناسب با مقدار کافی آب واکنش می‌دهند و به مونومرهای سازنده خود یعنی دی الکل و دی اسید تبدیل می‌شوند:



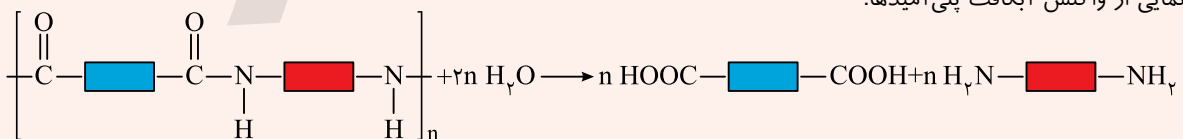
تشخیص مونومرهای سازنده یک پلی استر:



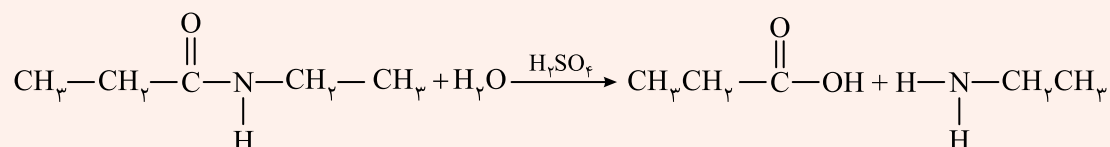
آبکافت پلی استرها

آمیدها و پلی آمیدها در شرایط مناسب با مقدار کافی آب واکنش می‌دهند و به اسیدها و آمین‌های سازنده خود تبدیل می‌شوند.

نمایی از واکنش آبکافت پلی آمیدها:



مثال:



آبکافت آمیدها و پلی آمیدها

شدن پوشاک سست و پوسیده

هر نوع پوشاک، تاریخ مصرفی دارد و پس از مدتی، تار و پود آن، سست و پوسیده می‌شود. در اثر واکنش پلیمرهای سازنده پوشاک با مولکول‌های موجود در محیط، پیوند استری یا آمیدی شکسته می‌شود. پیوند استری و آمیدی، عامل استحکام پارچه هستند و با شکستن آن‌ها، تار و پود پارچه به سادگی گسسته می‌شود. لباس‌های نخی در محیط گرم و مرطوب، سریع‌تر از محیط سرد و خشک، پوسیده می‌شوند. شوینده‌ها با لیاف پارچه واکنش داده و آن را به مونومرهای سازنده‌اش تبدیل می‌کنند. بوی بد ناشی از نگهداری طولانی مدت لباس‌ها در محلول آب و شوینده، به دلیل آبکافت پلی‌آمیدها و پلی‌استرهای موجود در آن به کربوکسیلیک اسیدها، الکل‌ها و آمین‌ها است که بوی نامطبوعی دارند.

پلیمرهای زیست تخریب‌ناپذیر و زیست تخریب‌پذیر

پلیمرهای ساختگی حاصل از هیدروکربن‌های سیرنشده که زیست تخریب‌ناپذیر بوده، تمایلی به انجام واکنش نداشته و در طبیعت تجزیه نمی‌شوند. این پلیمرها ساختاری شبیه آلکان‌ها داشته و سیرشده هستند، به همین دلیل ماندگارند. پلیمرهای ساختگی زیست تخریب‌پذیر مانند پلی‌استرها و پلی‌آمیدها به تدریج تجزیه می‌شوند و به مونومرهای سازنده خود (اجزای کوچک‌تر) تبدیل می‌گردند. پلیمرهای ساختگی با پایه نفتی، زیست تخریب‌ناپذیرند، به همین دلیل در سال‌های اخیر جایگزینی آن‌ها با پلیمرهای زیست تخریب‌پذیر مطرح شده است. پلیمرهای طبیعی زیست تخریب‌پذیرند و در طبیعت باقی نمی‌مانند.

نشاسته

پلی‌ساکاریدی است که از اتصال مولکول‌های گلوکز به یکدیگر تشکیل شده است و نان و سیب‌زمینی، غنی از نشاسته هستند. مولکول‌های نشاسته در شرایط مناسب همانند محیط مرطوب، با کاتالیزگر یا در محیط گرم و مرطوب، به آرامی به گلوکز تجزیه شده و مزه شیرین ایجاد می‌کنند. گوارش نشاسته، از دهان آغاز می‌شود و طی این فرایند، نشاسته به گلوکز تجزیه می‌شود. گوارش نشاسته، شامل واکنش شیمیایی تجزیه نشاسته است که به کمک آنزیم‌ها تسریع می‌گردد.

از هیدروکربن‌های سیرنشده پلیمرهای حاصل

این پلیمرها، تمایلی به انجام واکنش ندارند و پوشاک تهیه شده از این مواد، در طبیعت تجزیه نمی‌شود. ساختاری شبیه آلکان‌ها دارند و سیرشده هستند. استفاده از این پلیمرها صرفه اقتصادی دارد، ولی ماندگاری درازمدت این مواد در طبیعت، مشکلات زیست محیطی ایجاد می‌کند.

پلی‌استرها و پلی‌آمیدها آهنگ تجزیه

آهنگ تجزیه آن‌ها، به ساختار مونومرهای سازنده بستگی دارد. به طور کلی، واکنش تجزیه پلی‌آمیدها و پلی‌استرها، بسیار کند است و لباس‌های تهیه شده از این نوع پارچه‌ها، استحکام خود را حفظ می‌کنند.

بازیافت

یک رویکرد عملی است که به حفظ و بهره‌برداری بهینه از منابع، منجر خواهد شد. برای افزایش کارایی بازیافت و افزایش کیفیت فرآورده‌های بازیافتی، برای هر پلیمر، نشانه‌ای در نظر گرفته می‌شود. این نشانه، شامل عددی است که درون یک مثلث قرار دارد. جایگزین کردن پلیمرهای ساختگی بر پایه نفت با پلیمرهای زیست تخریب‌پذیر، راهکار دیگری برای استفاده بهینه از منابع است.

پلیمر سبز (دوست‌دار محیط زیست)

هر گاه این پلیمرها و کالاهای ساخته شده از آن‌ها در طبیعت رها شوند، پس از چند ماه توسط جانداران ذره‌بینی به مولکول‌های ساده مانند H_2O و CO_2 تبدیل می‌شوند. این پلیمرها از فرآورده‌های کشاورزی مانند سیب‌زمینی، ذرت و نیشکر تهیه می‌شوند. مراحل تهیه آن: نخست نشاسته موجود در فرآورده‌های کشاورزی به لاکتیک اسید تبدیل می‌شود، سپس، تولید پلی‌لاکتیک اسید از لاکتیک اسید در واکنش پلیمری شدن و در شرایط مناسب، صورت می‌گیرد. از پلی‌لاکتیک اسید، انواع ظروف پلاستیکی یک‌بار مصرف تولید می‌شود. ظروف پلاستیکی حاصل از پلی‌لاکتیک اسید، امکان تبدیل شدن به کود را دارند و ردپای کوچکی در محیط زیست برجای می‌گذارند. انواع ظروف یک‌بار مصرف → فرآوری → پلی‌لاکتیک اسید → پلیمر شدن → لاکتیک اسید → تبدیل → نشاسته

مولکول‌ها در خدمت تندرستی

خلاصه نکات و مفاهیم اصلی

انسان‌ها با الهام از طبیعت و شناخت مولکول‌ها و رفتار آن‌ها، راهی برای زدودن آلودگی‌ها پیدا کردند. این راه با استفاده از مواد شوینده که بر اساس خواص اسیدی و بازی عمل می‌کنند، هموارتر می‌شود. پاکیزگی و بهداشت همواره در زندگی ما اهمیت شایانی داشته است. به طوری که یکی از دلایل اسکان انسان در کنار رود و رودخانه این بود که با دسترسی به آب، بدن خود را بشوید و محیط زندگی خود را تمیز نگه دارد.

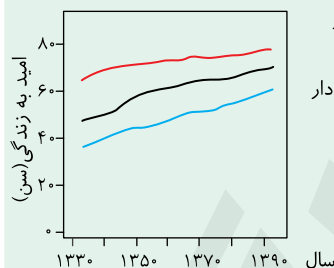
نیاکان ما پی بردند که اگر ظرف‌های چرب را به خاکستر آغشته کنند و سپس با آب گرم شستشو دهند، آسان‌تر تمیز می‌شوند. استفاده از شوینده‌ها ← کاهش میکروب‌ها، آلودگی‌ها و عوامل بیماری‌زا ← افزایش سطح بهداشت جامعه و تندرستی فردی و همگانی ← افزایش شاخص امید به زندگی

کمبود یا عدم استفاده از شوینده‌ها ← کاهش سطح بهداشت فردی و اجتماعی و گسترش بیماری‌های گوناگون

وبا: یک بیماری واگیردار است که به دلیل آلوده شدن آب و نبود بهداشت شایع می‌شود. ساده‌ترین و مؤثرترین راه پیشگیری از این بیماری، رعایت بهداشت فردی و همگانی است.

بهداشت و پاکیزگی

شاخص امید به زندگی نشان می‌دهد که با توجه به خطراتی که انسان‌ها در طول زندگی با آن مواجه هستند، به طور میانگین چند سال در این جهان زندگی می‌کنند.



امید به زندگی شاخصی است که در کشورهای گوناگون و حتی در شهرهای یک کشور نیز با هم تفاوت دارد زیرا به عوامل گوناگونی بستگی دارد. مقایسه امید به زندگی در هر سال در نواحی مختلف به صورت زیر می‌باشد:

نواحی کم‌برخوردار > میانگین جهانی > نواحی برخوردار :مقایسه امید به زندگی

میزان رشد امید به زندگی در نواحی کمتر توسعه‌یافته، بیشتر از نواحی توسعه‌یافته است.

شاخص امید به زندگی

هر یک از افراد جامعه روزانه در معرض انواع آلاینده‌هاست ← برای داشتن لباس پاکیزه، هوای پاک و محیط بهداشتی باید این آلودگی‌ها را زدود.

آلاینده‌ها: موادی هستند که بیش از مقدار طبیعی در یک محیط، ماده یا یک جسم وجود دارند. چند نمونه از آلاینده‌ها: ۱- گل‌ولای آب ۲- گرد و غبار ۳- لکه‌های چربی و مواد غذایی روی لباس‌ها و پوست بدن برای پی بردن به اینکه چگونه می‌توان انواع آلاینده‌ها را پاک کرد، باید نوع، ساختار و رفتار ذره‌های سازنده آن‌ها و مواد شوینده و نیز نیروهای بین مولکولی آن‌ها را شناخت.

آلاینده‌ها

در فرایند انحلال، اگر ذره‌های سازنده حل‌شونده با مولکول‌های حلال جاذبه‌های مناسب برقرار کنند، حل‌شونده به خوبی در حلال حل می‌شود.

در غیر این صورت ذره‌های حل‌شونده کنار هم باقی می‌مانند و در حلال پخش نمی‌شوند. شرط اینکه حل‌شونده در حلال حل شود این است که:

میانگین جاذبه‌ها در حلال خالص و حل‌شونده خالص \geq جاذبه بین حلال و حل‌شونده

مواد زمانی در هم حل می‌شوند که جاذبه بین مولکولی آن‌ها شبیه هم باشد، در واقع شبیه، شبیه را در خود حل می‌کند، به طور کلی می‌توان گفت:

- ۱- مواد قطبی در حلال‌های قطبی حل می‌شوند. برای نمونه استون (C_3H_6O) در آب (H_2O) محلول است.
- ۲- مواد ناقطبی در حلال‌های ناقطبی حل می‌شوند. برای نمونه ید (I_2) در هگزان (C_6H_{14}) محلول است.
- ۳- مواد دارای پیوند هیدروژنی در حلال‌های دارای پیوند هیدروژنی حل می‌شوند. برای نمونه متانول (CH_3OH) در آب محلول است.
- ۴- اغلب ترکیب‌های یونی در آب و حلال‌های قطبی حل می‌شوند. برای نمونه نمک خوراکی ($NaCl$) در آب محلول است.
- ۵- آب پاک کننده مناسبی برای لکه‌های شیرینی مانند آب‌قند، شربت آلبیمو، چای شیرین و عسل است.

حلال مناسب برای زدودن آلودگی‌ها

در جدول زیر نام و فرمول چند ماده شیمیایی و قطبیت آن‌ها و همچنین حلال مناسب برای زدودن آن‌ها آمده است:
* دقت کنید که هگزان حلال مناسب برای مواد ناقطبی و آب حلال مناسب برای مواد قطبی است.

نام ماده	فرمول شیمیایی	قطبیت	حلال مناسب
ایتیلن گلیکول	$\text{CH}_2\text{OH} - \text{CH}_2\text{OH}$	قطبی	آب
نمک خوراکی	NaCl	ترکیب یونی	آب
بنزین	C_8H_{18}	ناقطبی	هگزان
اوره	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	قطبی	آب
روغن زیتون	$\text{C}_{57}\text{H}_{104}\text{O}_6$	ناقطبی	هگزان
وازلین	$\text{C}_{25}\text{H}_{52}$	ناقطبی	هگزان

هیدروکربن‌ها (C_xH_y) به طور کلی ناقطبی هستند و در حلال‌های ناقطبی مانند هگزان حل می‌شوند.

برخی ترکیب‌های آلی اکسیژن‌دار مانند متانول (CH_3OH)، استون ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$)، اتانول ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)، پروپانئولیک اسید ($\text{C}_3\text{H}_7\text{O}_2$)، ویتامین C ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$) و گلوکز ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) قطبیت قابل توجهی داشته و در آب حل می‌شوند. در ساختار عسل تعداد زیادی گروه هیدروکسیل ($-\text{OH}$) وجود دارد، به همین دلیل عسل قطبی است و در آب حل می‌شود. در واقع مولکول‌های عسل با تشکیل پیوند هیدروژنی در لابه‌لای مولکول‌های آب پخش می‌شوند.

توجه لکه‌های عسل به دلیل قطبی بودن به راحتی با آب شسته می‌شوند.

محلول در آب یا هگزان؟

کربوکسیلیک اسیدها دسته‌ای از ترکیب‌های آلی هستند که گروه عاملی $-\text{COOH}$ دارند و کربوکسیلیک اسیدهای تک‌عاملی را می‌توان به صورت RCOOH نشان داد.

اسیدهای چرب، کربوکسیلیک اسیدهایی با زنجیر بلند کربنی هستند. فرمول عمومی اسیدهای چرب یک‌عاملی که دارای گروه هیدروکربنی (R) خطی و سیرشده هستند، به صورت $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOH}$ می‌باشد.

استرها از واکنش کربوکسیلیک اسیدها با الکل‌ها به دست می‌آیند و فرمول ساختاری آن‌ها به صورت $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{R}'$ می‌باشد. چربی‌ها مخلوطی از اسیدهای چرب و استرهای بلند زنجیر هستند.

اسیدهای چرب و استرهای بلند زنجیر مولکول‌های دوبخشی هستند یعنی دارای یک بخش قطبی (گروه کربوکسیل و گروه استری) و یک بخش ناقطبی (زنجیر هیدروکربنی) هستند. اما از آنجا که تعداد اتم کربن در ساختار آن‌ها زیاد است، بخش ناقطبی آن‌ها بر بخش قطبی آن‌ها غلبه می‌کند.

اسیدهای چرب و استرهای بلند زنجیر در کل ناقطبی هستند. به همین دلیل چربی‌ها نیز که از این مواد ساخته شده‌اند ناقطبی هستند. چربی‌ها ناقطبی هستند از این رو در حلال‌های ناقطبی مانند هگزان حل شده و در حلال‌های قطبی مانند آب انحلال‌ناپذیرند.

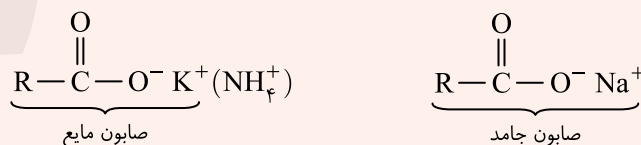
نیروهای بین مولکولی غالب در چربی‌ها از نوع وان‌دروالسی است.

چربی‌ها

صابون را می‌توان نمک سدیم، پتاسیم یا آمونیوم اسید چرب دانست.

صابون جامد را از گرم کردن مخلوط روغن‌های گوناگون گیاهی یا جانوری مانند روغن زیتون، نارگیل، دنبه با سدیم هیدروکسید تهیه می‌کنند.

صابون‌های جامد، نمک سدیم و صابون‌های مایع، نمک پتاسیم یا آمونیوم اسیدهای چرب هستند.



صابون دارای یک بخش قطبی ($-\text{C}-\text{O}^- \text{Na}^+$) و یک بخش ناقطبی (R) می‌باشد.

بخش قطبی صابون در آب (بخش آب‌دوست) و بخش ناقطبی آن در چربی (بخش آب‌گریز) حل می‌شود، بنابراین صابون ماده‌ای است که هم در چربی‌ها و هم در آب حل می‌شود.

صابون در هنگام حل شدن در آب محیط را بازی می‌کند و سبب افزایش pH می‌شود.

صابون

مخلوط‌ها نقش بسیار پررنگی در زندگی ما دارند ← اغلب موادی که در زندگی روزانه با آن‌ها سروکار داریم، از مخلوط دو یا چند ماده تشکیل شده‌اند. مانند آب دریا، هوا، چسب‌ها، شوینده‌ها و ...
مخلوط‌ها انواع گوناگونی داشته و در نتیجه خواص متفاوتی دارند. در جدول زیر انواع مخلوط‌ها به همراه ویژگی‌های آن‌ها آورده شده است:

نوع مخلوط ویژگی	سوسپانسیون (مانند شربت معده)	کلوئیدها (مانند سس مایونز)	محلول (مانند محلول کات کبود در آب)
رفتار در برابر نور	نور را پخش می‌کنند	نور را پخش می‌کنند	نور را پخش نمی‌کنند
همگن بودن	ناهمگن	ناهمگن	همگن
پایداری	پایدار نیست / ته‌نشین می‌شود	پایدار است / ته‌نشین نمی‌شود	پایدار است / ته‌نشین نمی‌شود
ذره‌های سازنده	ذره‌های ریزماده	مولکول‌های بزرگ یا توده‌های مولکولی	یون‌ها یا مولکول‌ها

با توجه به ویژگی انواع مخلوط‌ها، کلوئیدها را می‌توان پلی بین سوسپانسیون و محلول‌ها در نظر گرفت.
اگر به مخلوط آب و روغن مقداری صابون اضافه شود، یک کلوئید پایدار ایجاد می‌شود که حاوی توده‌های مولکولی با اندازه‌های متفاوت است.

انواع مخلوط

هنگامی که صابون وارد آب می‌شود، به کمک بخش قطبی (سر آب‌دوست) خود در آن حل می‌شود. از سوی دیگر، ذره‌های صابون با بخش ناقطبی (چربی‌دوست) خود با مولکول‌های چربی جاذبه برقرار می‌کنند. ← صابون پاک‌کننده مناسبی برای چربی‌ها به شمار می‌رود.
هر اندازه صابون بتواند مقدار بیشتری از آلاینده و چربی را بزدايد، قدرت پاک‌کنندگی بیشتری دارد. ← مولکول‌های صابون مانند پلی بین مولکول‌های آب و چربی قرار می‌گیرند.

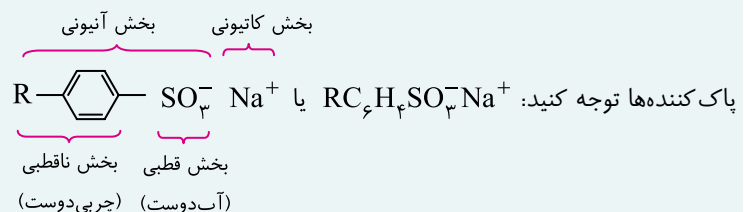
نحوه پاک‌کنندگی صابون

۱- نوع آب: آب دریا و آب‌های مناطق کویری که شور هستند، مقدار چشم‌گیری از یون‌های Ca^{2+} و Mg^{2+} دارند. چنین آب‌هایی به آب سخت معروف‌اند.
صابون در آب سخت به خوبی کف نمی‌کند و قدرت پاک‌کنندگی آن کاهش می‌یابد، زیرا: صابون با یون‌های موجود تشکیل رسوب‌های $(RCOO)_2Ca$ و $(RCOO)_2Mg$ را می‌دهد.

توجه لکه‌های سفیدی که بعد از شستن لباس با صابون بر روی آن‌ها بر جای می‌ماند، نشانه‌هایی از تشکیل چنین رسوب‌هایی است.
۲- دما: افزایش دما ← افزایش قدرت پاک‌کنندگی صابون
۳- آنزیم: افزودن آنزیم ← باعث افزایش قدرت پاک‌کنندگی صابون می‌شود.
۴- نوع پارچه: میزان چسبندگی لکه‌های چربی روی پارچه‌های گوناگون متفاوت است. مثلاً در شرایط یکسان درصد لکه باقی‌مانده روی پارچه پلی استری بیشتر از پارچه نخی است.
نکته: اگر پارچه نخی در دمای ۴۰ درجه سلسیوس با صابون آنزیم‌دار شسته شود، درصد لکه باقی‌مانده بر روی پارچه به صفر می‌رسد.

عوامل مؤثر بر قدرت پاک‌کنندگی صابون

دلایل احساس نیاز به شوینده‌ای به جز صابون:
الف) برای تولید صابون در مقیاس انبوه به مقدار زیادی چربی نیاز بود.
ب) صابون در همه شرایط به خوبی عمل نمی‌کند و پاسخ‌گوی نیاز انسان در محیط‌های گوناگون مانند سفرهای دریایی و صنایع وابسته به آب شور نبود.
پاک‌کننده‌های غیرصابونی از مواد پتروشیمیایی (بنزن و دیگر مواد اولیه در صنایع پتروشیمی) طی واکنش‌های پیچیده در صنعت تولید می‌شوند و قدرت پاک‌کنندگی بیشتری نسبت به صابون دارند.
فرمول همگانی پاک‌کننده‌های غیرصابونی به صورت زیر است؛ به بخش قطبی (آب‌دوست) و بخش ناقطبی (چربی‌دوست) این



پاک‌کننده‌های غیرصابونی

پاک‌کننده‌های غیرصابونی

در پاک‌کننده‌های غیرصابونی، بخش قطبی جزء آنیونی، گروه عاملی SO_3^- است، در حالی که در پاک‌کننده‌های صابونی بخش قطبی جزء آنیونی گروه عاملی CO_2^- است:



دارای یک بخش قطبی $\text{SO}_3^- \text{Na}^+$ و یک بخش ناقطبی R هستند.

در آب‌های سخت نیز خاصیت پاک‌کنندگی خود را حفظ می‌کنند، زیرا گروه SO_3^- برخلاف گروه CO_2^- با یون‌های Mg^{2+} و Ca^{2+} رسوب تشکیل نمی‌دهند. در این پاک‌کننده‌ها، چربی‌ها به زنجیر آلکیل می‌چسبند و گروه سولفونات باعث پخش شدن چربی‌ها در آب می‌شود.

مقایسه پاک‌کننده‌های صابونی و غیرصابونی

پاک‌کننده‌های غیرصابونی	پاک‌کننده‌های صابونی
۱- فرمول کلی: $\text{R}-\text{SO}_3^- \text{Na}^+$	۱- فرمول کلی: $\text{R}-\text{COO}^- \text{Na}^+$
۲- بخش ناقطبی (آب‌گریز، چربی‌دوست) \leftarrow	۲- بخش ناقطبی (آب‌گریز) \leftarrow
۳- بخش قطبی (آب‌دوست) \leftarrow	۳- بخش قطبی (آب‌دوست) \leftarrow
۴- در آب سخت ترکیب‌های محلول تشکیل می‌دهند و خاصیت پاک‌کنندگی آن‌ها حفظ می‌شود.	۴- در آب سخت رسوب می‌دهند و خاصیت پاک‌کنندگی آن‌ها کاهش می‌یابد.

صابون طبیعی

تهیه صابون طبیعی معروف به صابون مراغه (معروف‌ترین صابون سنتی ایران): بیه گوسفند و سود سوزآور را در دیگ‌های بزرگ با آب برای چندین ساعت می‌جوشانند و پس از قالب‌گیری آن‌ها را در آفتاب خشک می‌کنند. صابون مراغه افزودنی شیمیایی ندارد و به دلیل خاصیت بازی مناسب برای موهای چرب استفاده می‌شود. افزودن برخی مواد به صابون و دیگر شوینده‌ها علاوه بر خاصیت پاک‌کنندگی به آن‌ها خواص ویژه‌ای می‌بخشد. برای نمونه:

افزودن گوگرد	از بین بردن جوش صورت و قارچ‌های پوستی
افزودن ماده شیمیایی کلردار	افزایش خاصیت ضد عفونی‌کنندگی و میکروب‌کشی صابون‌ها
افزودن نمک‌های فسفات	افزایش قدرت پاک‌کنندگی مواد شوینده (با یون‌های Ca^{2+} و Mg^{2+} در آب سخت واکنش می‌دهد)

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

پاک‌کننده‌های خورنده

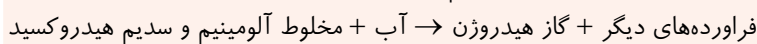
پاک‌کننده‌های صابونی و غیرصابونی بر اساس برهم‌کنش میان ذره‌ها عمل می‌کنند، اما پاک‌کننده‌های خورنده افزون بر این برهم‌کنش‌ها، با آلاینده‌ها واکنش می‌دهند.

رسوب تشکیل شده بر روی دیواره کتری، لوله‌ها و ... به این سطح می‌چسبند و با صابون و پاک‌کننده‌های غیرصابونی زدوده نمی‌شوند. برای زدودن این رسوب‌ها به پاک‌کننده‌هایی نیاز است که بتوانند با آن‌ها واکنش شیمیایی دهند و آن‌ها را به فرآورده‌هایی تبدیل کنند که با آب شسته شوند.

این پاک‌کننده‌ها از نظر شیمیایی فعال هستند و خاصیت خوردگی نیز دارند. \leftarrow نباید با پوست تماس داشته باشند.

نوعی از پاک‌کننده‌های خورنده که به شکل پودر عرضه می‌شود شامل مخلوط NaOH و پودر Al است. از این پودر برای باز کردن مجاری مسدود شده در برخی وسایل و دستگاه‌های صنعتی استفاده می‌شود.

اگر این پاک‌کننده خورنده به همراه آب در لوله‌ها ریخته شود، واکنش زیر را انجام می‌دهد:



۱- این واکنش گرماده است، بنابراین با انجام این واکنش دما افزایش پیدا خواهد کرد. از طرفی می‌دانیم در دمای بالاتر قدرت پاک‌کنندگی افزایش می‌یابد.

۲- گاز هیدروژن ($\text{H}_2(\text{g})$) تولید شده در این واکنش نیز قدرت پاک‌کنندگی این مخلوط را افزایش می‌دهد.

ویژگی‌های اسید و باز

- موادی هستند که در دمای اتاق pH آن‌ها کمتر از ۷ بوده و کاغذ pH را به رنگ سرخ درمی‌آورند.
- اغلب اکسیدهای نافلزی را اکسیدهای اسیدی نیز می‌نامند، زیرا در صورت حل شدن در آب تولید یک اسید می‌کنند.
- اسیدها با اغلب فلزها واکنش می‌دهند و گاز هیدروژن آزاد می‌کنند، به عنوان مثال:
- $$\text{Fe(s)} + 2\text{HCl(aq)} \rightarrow \text{FeCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$$
- توجه** فلزهای طلا، پلاتین، پالادیم، جیوه، نقره و مس واکنش‌پذیری کمی دارند و در مجاورت اسیدها گاز هیدروژن آزاد نمی‌کنند.
- در تماس با پوست سوزش ایجاد می‌کنند.
- عملکرد بدن ما به میزان مواد اسیدی و بازی موجود در آن وابسته است، مثلاً دلیل سوزش معده که درد شدیدی را در ناحیه سینه ایجاد می‌کند، برگشت مقداری از محتویات اسیدی معده به لوله مری است.
- مزه ترش مواد خوراکی و میوه‌هایی مانند ریواس، انگور، لیموترش، کیوی، گوجه‌سبز، تمشک، توت‌فرنگی و ... ناشی از وجود مولکول‌های کربوکسیلیک اسیدها در ساختار آن‌ها است.
- موادی هستند که در دمای اتاق pH آن‌ها بیشتر از ۷ بوده و کاغذ pH را به رنگ آبی در می‌آورند.
- اغلب اکسیدهای فلزی را اکسیدهای بازی نیز می‌نامند زیرا در صورت حل شدن در آب تولید یک باز می‌کنند.
- بازها اغلب مزه‌ای تلخ دارند.
- بازها در سطح پوست همانند صابون، احساس لیزی ایجاد می‌کنند اما به آن نیز آسیب می‌رسانند.

اسید و باز در زندگی

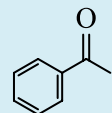
- ۱- برای کاهش میزان اسیدی بودن خاک به آن آهک (CaO) می‌افزایند.
- ۲- اغلب داروها ترکیب‌هایی با خاصیت اسیدی یا بازی هستند.
- ۳- تنظیم میزان اسیدی بودن شونده‌ها ضروری است.
- ۴- زندگی بسیاری از آبزیان به میزان pH وابسته است.
- ۵- اغلب میوه‌ها دارای اسیدند و pH آن‌ها کمتر از ۷ است.
- ۶- ورود فاضلاب‌های صنعتی به محیط زیست سبب تغییر pH می‌شود.
- ۷- گل ادریسی در خاک اسیدی به رنگ آبی و در خاک بازی به رنگ سرخ است.

نظریه آرنیوس

- آرنیوس که بر روی رسانایی الکتریکی محلول‌های آبی کار می‌کرد، نخستین کسی بود که اسیدها و بازها را بر یک مبنای علمی توصیف کرد.
- آرنیوس معتقد بود اسیدها و بازها هنگام حل شدن در آب، به طور جزئی یا کامل شکسته می‌شوند و ذره‌هایی باردار به نام یون را پدید می‌آورند.
- یافته‌های تجربی آرنیوس نشان داد ← محلول اسیدها و بازها رسانای جریان الکتریکی هستند، هر چند میزان رسانایی آن‌ها با یکدیگر یکسان نیست.
- اسید آرنیوس ← مواد و ترکیب‌هایی که با حل شدن در آب غلظت یون H^+ را افزایش می‌دهند، مانند گاز هیدروژن کلرید.
- باز آرنیوس ← مواد و ترکیب‌هایی که با حل شدن در آب غلظت یون OH^- را افزایش می‌دهند، مانند سدیم هیدروکسید جامد.
- با استفاده از نظریه آرنیوس شیمی‌دان‌ها نتیجه گرفتند که:
- ۱- هرچه $[\text{H}^+]$ محلولی بیشتر باشد ← آن محلول اسیدی‌تر است.
 - ۲- هرچه $[\text{OH}^-]$ محلولی بیشتر باشد ← آن محلول بازی‌تر است.
 - ۳- اگر در یک سامانه $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$ ، آن سامانه خنثی است.

که خاصیت اسیدی و بازی دارند

اسیدهای معروف	بازهای معروف
۱- اسیدهای معدنی (HNO_3 , HF و ...)	۱- هیدروکسیدهای فلزی محلول در آب (NaOH و ...)
۲- کربوکسیلیک اسیدها (RCOOH)	۲- محلول اکسیدهای فلزی (CaO و ...) در آب
۳- محلول اکسیدهای نافلزی (SO_3 , N_2O_5 و ...)	۳- محلول فلزهای فعال (Na و ...) در آب
۴- برخی نمک‌ها (NH_4Cl)	۴- برخی نمک‌ها (NaHCO_3 و ...)
۵- بنزوئیک اسید	۵- صابون (RCOO^-Na^+)



اسیدها و بازهای معروف و موادی که خاصیت اسیدی و بازی دارند

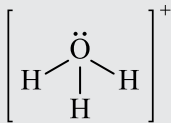
اسیدهای معروف	بازهای معروف
<p>۶- سرکه خوراکی با خاصیت اسیدی ملایم: CH_3COOH</p> <p>۷- لاکتیک اسید (موجود در شیر ترش شده)</p> <p>۸- آب باتری خودرو، اسید معده، آب گوجه‌فرنگی، آب سیب و قهوه، خاصیت اسیدی دارند.</p> <p>۹- اسیدهای موجود در هواکره (H_2SO_4 و HNO_3 و H_2CO_3)</p> <p>۱۰- متانویک (فرمیک) اسید: (اسید حاصل از گزش مورچه سرخ):</p> $\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$	<p>۶- سفیدکننده‌ها (NaClO)</p> <p>۷- شربت معده</p> <p>۸- محلول آمونیاک (NH_3)</p> <p>۹- محلول لوله‌بازکن</p> <p>۱۰- محلول تمیزکننده اجاق گاز</p>

اسیدها و بازها در حل شدن نتیجه حل شدن

انحلال اسیدها در آب	انحلال بازها در آب
۱- میزان یون هیدرونیوم (H_3O^+) افزایش می‌یابد.	۱- میزان یون هیدروکسید (OH^-) افزایش می‌یابد.
۲- غلظت یون هیدرونیوم افزایش می‌یابد.	۲- غلظت یون هیدروکسید افزایش می‌یابد.
۳- محیط اسیدی می‌شود.	۳- محیط بازی می‌شود.
۴- pH آب کاهش می‌یابد.	۴- pH آب افزایش می‌یابد.

یون هیدرونیوم (H_3O^+)

یون $\text{H}^+(\text{aq})$ در آب به صورت H_3O^+ یافت می‌شود و به یون هیدرونیوم معروف است.



ساختار لوویس یون هیدرونیوم به شکل روبه‌رو است:

به فرایندی که در آن یک ترکیب مولکولی در آب به یون‌های مثبت و منفی تبدیل می‌شود، یونش می‌گویند. شیمی‌دان‌ها برای بیان میزان یونش اسیدها، از کمیتی به نام درجه یونش (α) استفاده می‌کنند که به یکی از صورت‌های زیر بیان می‌شود:

برحسب شمار مول	برحسب شمار مولکول‌ها
$\alpha = \frac{\text{شمار مول‌های اسید یونیده شده}}{\text{شمار کل مول‌های اولیه اسید حل شده}}$	$\alpha = \frac{\text{شمار مولکول‌های یونیده شده}}{\text{شمار کل مولکول‌های حل شده}}$
برای اسید تک پروتون دار HA	برحسب غلظت مولی
$\alpha = \frac{[\text{H}^+]}{M} \text{ یا } \frac{[\text{A}^-]}{M}$	$\alpha = \frac{\text{غلظت مولی اسید یونیده شده}}{\text{غلظت مولی اولیه اسید حل شده}}$

درجه یونش

$$\% \alpha = \alpha \times 100$$

در منابع علمی معتبر گاهی به جای درجه یونش از درصد یونش ($\% \alpha$) استفاده می‌کنند:

$$0 \leq \alpha \leq 1$$

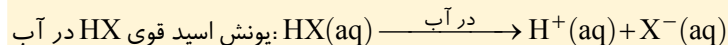
$\alpha = 0$	$0 < \alpha < 1$	$\alpha = 1$
انحلال کاملاً مولکولی غیر الکترولیت	انحلال یونی - مولکولی الکترولیت ضعیف اسید و باز ضعیف	انحلال کاملاً یونی الکترولیت قوی اسید و باز قوی

اسیدها هرچه قوی‌تر باشند، درجه یونش بزرگ‌تری دارند. در واقع می‌توان گفت به ازای غلظت مولی معین از یک اسید، هر چه درجه یونش بیشتر باشد، قدرت اسیدی نیز بیشتر است.

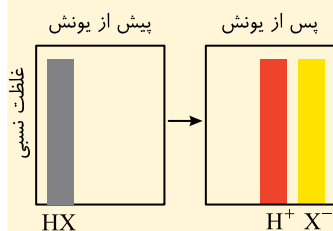
در اسیدها و بازهای ضعیف میزان یونش و درجه یونش (α) با دمای محلول رابطه مستقیم و با غلظت محلول رابطه معکوس دارد.

به اسیدهایی که هر مولکول آن در آب تنها می‌تواند یک یون هیدرونیوم تولید کند، اسید تک‌پروتون‌دار می‌گویند. برای نمونه HCl، HF، HCN و کربوکسیلیک اسیدهای یک‌عاملی (RCOOH) همگی جزء اسیدهای تک‌پروتون‌دار هستند. اسیدها را بر مبنای میزان یونش آن‌ها در آب که منجر به تولید غلظت معینی از یون هیدرونیوم می‌شود، به دو دسته ضعیف و قوی دسته‌بندی می‌کنند.

اسیدهای قوی، اسیدهایی هستند که بر اثر حل شدن در آب تقریباً به‌طور کامل یونش می‌یابند؛ این اسیدها الکترولیت‌هایی قوی هستند و در محلول آن‌ها تقریباً مولکول‌های یونیده‌نشده وجود ندارد. یونش اسیدهای قوی در آب به صورت کامل و برگشت‌ناپذیر نمایش داده می‌شود:



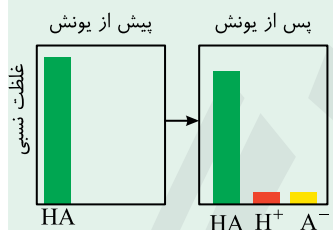
با توجه به اینکه یونش اسیدهای قوی، تقریباً به‌طور کامل انجام می‌شود، می‌توان نتیجه گرفت که:



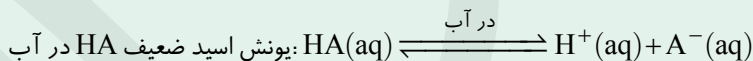
در اسیدهای قوی: $[\text{HX}] = [\text{H}^+] = [\text{X}^-]$

هیدروکلریک اسید (HCl(aq))، هیدروبرمیک اسید (HBr(aq))، هیدرویدیک اسید (HI(aq))، نیتریک اسید ($\text{HNO}_3(\text{aq})$) و سولفوریک اسید ($\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$) نمونه‌هایی از اسیدهای قوی هستند.

اسیدهای ضعیف در اثر حل شدن در آب به میزان جزئی (به‌طور ناقص) یونیده می‌شوند و شمار یون‌ها در محلول آن‌ها کم است. اسیدهای ضعیف جزء الکترولیت‌های ضعیف هستند و در محلول آن‌ها علاوه بر اندک یون‌های آب‌پوشیده، مولکول‌های یونیده‌نشده اسید نیز حضور دارند.



یونش اسیدهای ضعیف، ناقص و تعادلی است:

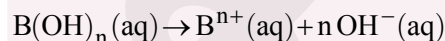


مقایسه غلظت گونه‌ها در محلول اسیدهای ضعیف (به فرم کلی HA) به صورت زیر است: در اسیدهای ضعیف $[\text{HA}] > [\text{H}^+] = [\text{A}^-]$

در محلول آبی اسید تک‌پروتون‌دار HA، غلظت یونیده‌شده اسید با $[\text{H}^+]$ و $[\text{A}^-]$ برابر است: $[\text{H}^+] = [\text{A}^-] = M \cdot \alpha$ (مولاریته اسید)

هیدروفلوئوریک اسید (HF(aq))، هیدروسیانیک اسید (HCN(aq))، کربنیک اسید ($\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$)، کربوکسیلیک اسیدها و نیترواسید ($\text{HNO}_3(\text{aq})$) همگی جزء اسیدهای ضعیف هستند.

بازهای قوی بر اثر حل شدن در آب تقریباً به‌طور کامل یونش می‌یابند و معادله یونش آن‌ها به‌صورت کامل و برگشت‌ناپذیر است. معادله یونش باز قوی B(OH)_n به صورت روبه‌رو است:

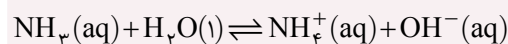


هیدروکسیدهای فلزهای گروه اول و دوم (به جز Be(OH)_2 و Mg(OH)_2) جزء بازهای قوی می‌باشند.

سود سوزآور (NaOH) و پتاس سوزآور (KOH) دو نمونه از بازهای بسیار قوی هستند و جزء مواد خورنده می‌باشند.

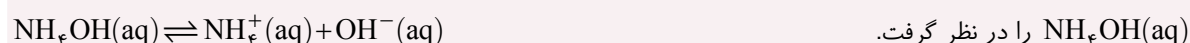
بازهای ضعیف بر اثر حل شدن در آب، به‌طور جزئی یونش می‌یابند. در محلول بازهای ضعیف علاوه بر اندک یون‌های آب‌پوشیده، مولکول‌های یونیده‌نشده نیز حضور دارند.

یونش بازهای ضعیف ناقص و تعادلی است. به معادله یونش NH_3 در آب توجه کنید:



مقایسه غلظت گونه‌ها: $[\text{NH}_3] > [\text{NH}_4^+] = [\text{OH}^-]$

آمونیاک به دلیل تشکیل پیوندهای هیدروژنی با آب، بیشتر به صورت مولکولی در آب حل می‌شود و می‌توان برای آن فرمول



آب خالص رسانایی الکتریکی ناچیزی دارد، زیرا تعداد بسیار اندکی از مولکول‌های H_2O به یون‌های H^+ و OH^- تبدیل شده و عامل برقراری جریان برق می‌شوند.

موادی که با انحلال خود در آب تولید یون می‌کنند، باعث افزایش رسانایی الکتریکی محلول می‌شوند.

هر چه غلظت یون‌ها در محلول بیشتر باشد، رسانایی الکتریکی محلول بیشتر است.

در شرایط یکسان شمار یون‌های موجود در محلول‌های گوناگون اسیدی و بازی متفاوت است، به همین دلیل رسانایی الکتریکی آن‌ها یکسان نیست.

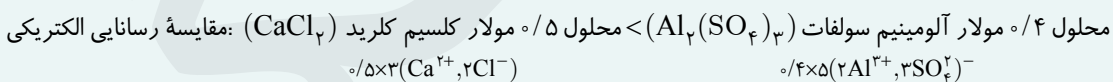
در جدول زیر ضمن معرفی الکترولیت‌ها و غیرالکترولیت‌ها، رسانایی الکتریکی آن‌ها را نیز بررسی می‌کنیم:

غیرالکترولیت‌ها	الکترولیت‌های ضعیف	الکترولیت‌های قوی	نوع انحلال
مولکولی	یونی - مولکولی	یونی	
۱- متانول (CH_3OH) ۲- اتانول (C_2H_5OH) ۳- استون (C_3H_6O) ۴- متانال (CH_2O) ۵- گلوکز ($C_6H_{12}O_6$) ۶- ساکارز ($C_{12}H_{22}O_{11}$)	۱- اسیدهای ضعیف مثال: HNO_3 , HCN , HF ... و ۲- بازهای ضعیف مثال: NH_3 و ...	۱- ترکیب‌های یونی محلول در آب مثال: $NaCl^-$, $NH_4^+ NO_3^-$ و ... ۲- اسیدهای قوی مثال: HCl , HI , HBr , HNO_3 و ... ۳- بازهای قوی مثال: $NaOH$, KOH , $Ca(OH)_2$ و ...	مثال‌های مهم
انحلال این مواد در آب رسانایی الکتریکی آب را افزایش نمی‌دهد.	محلول شامل این مواد، رسانایی الکتریکی کمی دارند.	اگر مقدار کافی از این مواد در آب حل شود، محلول حاصل رسانایی الکتریکی خوبی خواهد داشت	رسانایی

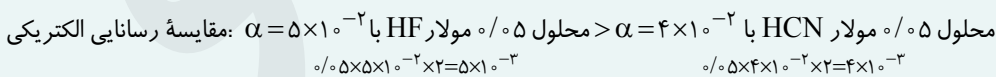
رسانایی الکتریکی محلول‌ها

نتیجه: در محلول‌های الکترولیت به دلیل وجود یون‌ها و حرکت آزادانه آن‌ها، بارهای الکتریکی جابه‌جا می‌شوند، به همین دلیل اگر این محلول‌ها در یک مدار الکتریکی قرار گیرند، با حرکت یون‌ها به سمت قطب‌های ناهم‌نام جریان الکتریکی برقرار می‌شود.

برای مقایسه رسانایی الکتریکی محلول‌های آبی حاوی الکترولیت قوی باید حاصل ضرب غلظت مولی حل‌شونده در تعداد مول یون حاصل از یونش یک مول از آن را به دست آوریم، هر چه عدد حاصل بزرگ‌تر باشد، رسانایی محلول بیشتر است:



برای مقایسه رسانایی الکتریکی محلول‌های آبی حاوی الکترولیت‌های ضعیف، باید حاصل ضرب غلظت مولی در درجه یونش را به دست آورده و در تعداد مول یون حاصل از یونش یک مول از آن ضرب کنیم، هر چه عدد حاصل بزرگ‌تر باشد، رسانایی الکتریکی محلول بیشتر است:



هر چه غلظت اسید بیشتر ← غلظت H_3O^+ بیشتر ← خاصیت اسیدی بیشتر

هر چه pH کوچک‌تر ← خاصیت اسیدی بیشتر

هر چه غلظت باز بیشتر ← غلظت OH^- بیشتر ← خاصیت بازی بیشتر

هر چه pH بزرگ‌تر ← خاصیت بازی بیشتر

خاصیت اسیدی و بازی

اغلب فلزها با محلول اسیدها واکنش می‌دهند و گاز هیدروژن آزاد می‌کنند. ← در دما و غلظت یکسان هر چه سرعت تولید گاز بیشتر باشد، واکنش‌پذیری اسید بیشتر بوده و اسید قوی‌تر است.

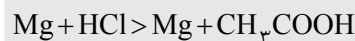
مقایسه غلظت H₃O⁺ در محلول دو اسید:



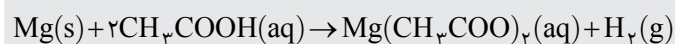
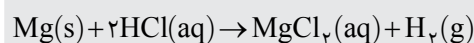
مقایسه قدرت اسیدی:



مقایسه سرعت واکنش (واکنش‌پذیری):



در هر دو واکنش، Mg جای H اسیدی را می‌گیرد و گاز H₂ آزاد می‌شود:



میزان تولید گاز H₂ در شرایط یکسان در این دو واکنش برابر است.

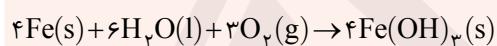
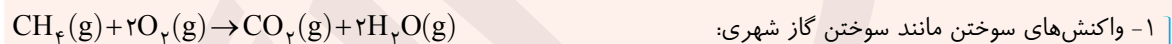
مقایسه شدت تولید گاز H₂: $\text{Mg} + \text{HCl} > \text{Mg} + \text{CH}_3\text{COOH}$

نتیجه ۱: سرعت واکنش اسید و فلز به غلظت یون‌های هیدرونیوم موجود در محلول بستگی دارد، هر چه غلظت یون هیدرونیوم بیشتر باشد، سرعت واکنش بیشتر است.

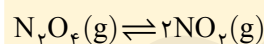
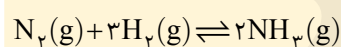
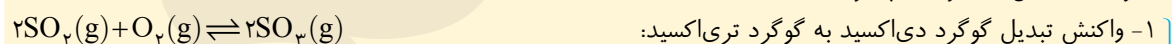
نتیجه ۲: در غلظت و دمای یکسان، سرعت واکنش فلز با اسید قوی، نسبت به اسید ضعیف بیشتر است.

واکنش‌هایی که تنها در یک جهت، یعنی در جهت رفت (تولید فرآورده‌ها) پیشرفت می‌کنند و امکان انجام آن‌ها در جهت برگشت (تولید واکنش‌دهنده‌ها) وجود ندارد.

به واکنش‌های برگشت‌ناپذیر واکنش‌های کامل نیز می‌گویند، زیرا تا مصرف شدن کامل حداقل یکی از واکنش‌دهنده‌ها پیش می‌روند. چند نمونه از واکنش‌های برگشت‌ناپذیر:



واکنش‌های برگشت‌پذیر، آن‌هایی هستند که می‌توانند در شرایط مناسب در هر دو جهت رفت و برگشت انجام شوند. حضور هم‌زمان واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌ها در مخلوط واکنش را می‌توان نشانه‌ای از برگشت‌پذیر بودن واکنش‌ها دانست. چند نمونه از واکنش‌های برگشت‌پذیر:



در واکنش‌های برگشت‌پذیر سرعت واکنش‌های رفت و برگشت لزوماً برابر نیست و به عواملی چون مقدار واکنش‌دهنده‌ها، فرآورده‌ها و نوع واکنش بستگی دارد.

واکنش تعادلی یک واکنش برگشت‌پذیر است که دو شرط زیر را دارد:

۱- سرعت واکنش‌های رفت و برگشت برابرند. به این مفهوم که سرعت تولید یک ماده با سرعت مصرف همان ماده برابر است.

۲- مقدار یا غلظت واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌ها و خواص ظاهری مانند رنگ، دما، فشار و ... ثابت بوده و با گذشت زمان تغییری نمی‌کند.

واکنش‌های تعادلی در سامانه‌ای انجام می‌شوند که امکان خروج ماده از آن وجود نداشته باشد.

تعادل در سطح میکروسکوپی پویا بوده و واکنش مدام در حال انجام است. (هرچند در ظاهر گویا متوقف شده است ولی در حال انجام است.)

هر واکنش تعادلی یک واکنش برگشت‌پذیر است اما امکان دارد واکنش برگشت‌پذیری به تعادل نرسد. در واقع واکنش‌هایی که در

آن‌ها امکان انجام هر دو واکنش رفت و برگشت با سرعت برابر وجود داشته باشد به تعادل می‌رسند.

نمونه‌ای از سامانه‌های تعادلی، محلول اسیدها و بازهای ضعیف در آب است. در این محلول‌ها به دلیل یونش ناچیز اسیدهای ضعیف

میان اندک یون‌های حاصل از یونش و مولکول‌های یونیده نشده تعادل برقرار می‌شود. مانند: $\text{HF}(aq) \rightleftharpoons \text{H}^+(aq) + \text{F}^-(aq)$

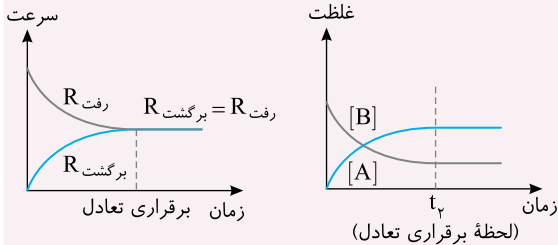
چگونگی برقراری تعادل و نمودارهای تعادلی

اگر در ابتدای واکنش فقط واکنش‌دهنده‌ها در ظرف واکنش موجود باشند: در ابتدا فقط واکنش رفت انجام می‌شود و به دلیل زیاد بودن غلظت واکنش‌دهنده‌ها، سرعت واکنش رفت زیاد است، اما در ابتدای واکنش سرعت واکنش برگشت صفر است، زیرا فراورده‌ای در ظرف موجود نیست.

مقدار غلظت واکنش‌دهنده‌ها کاهش یافته \leftarrow سرعت واکنش رفت کاهش می‌یابد.
مقدار غلظت فراورده‌ها افزایش یافته \leftarrow سرعت واکنش برگشت افزایش می‌یابد.

\leftarrow سرانجام زمانی فرا می‌رسد که سرعت واکنش رفت و برگشت برابر شده و واکنش به تعادل می‌رسد.

نمودار سرعت - زمان این واکنش و نمودار «غلظت - زمان» برای واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها به صورت روبه‌رو است:



توجه نمودار «غلظت - زمان» واکنش‌دهنده‌ها نزولی و نمودار «غلظت - زمان» فراورده‌ها به صورت صعودی است.

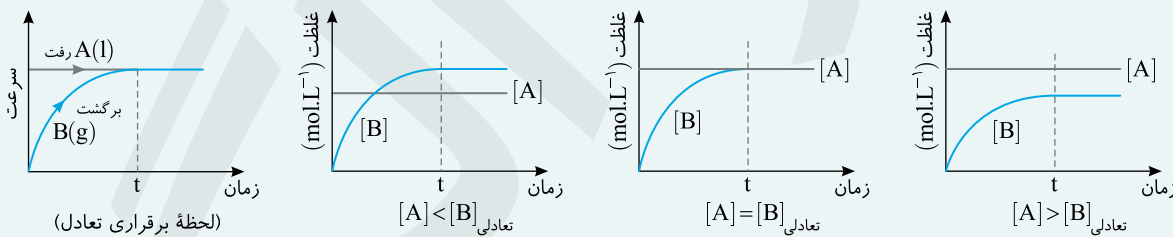
پس از برقراری تعادل، غلظت مواد موجود در تعادل ثابت مانده و دیگر تغییر نمی‌کند، اما هیچ لزومی ندارد که غلظت آن‌ها با یکدیگر برابر شود.

غلظت مواد جامد یا مایع خالص ثابت بوده و با گذشت زمان و پیشرفت واکنش تغییر نمی‌کند.

غلظت مولی مواد برابر حاصل تقسیم چگالی بر جرم مولی آن‌ها است:

$$\text{غلظت} = \frac{\text{جرم حل‌شونده (m)}}{\text{تعداد مول حل‌شونده (n)}} = \frac{\text{جرم مولی حل‌شونده (M)}}{\text{حجم محلول بر حسب لیتر (V)}} = \frac{m}{V} \times \frac{1}{M} = \frac{\rho}{M} = \frac{\text{چگالی}}{\text{جرم مولی}}$$

اگر A یک فراورده مایع یا جامد باشد نمودار «غلظت - زمان» و «سرعت - زمان» آن در واکنش $A(l) \rightleftharpoons 2B(g)$ ، به صورت زیر است:



نمودار غلظت - زمان و سرعت - زمان مواد جامد و مایع خالص

برای واکنش تعادلی $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ در یک دمای معین، ثابت تعادل K برابر است با:

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

غلظت‌های قرارگرفته در این رابطه باید غلظت‌های تعادلی باشند.

مقدار ثابت تعادل یک واکنش فقط با تغییر دما تغییر می‌کند و با تغییر غلظت مواد شرکت‌کننده در واکنش تغییر نمی‌کند.

در رابطه ثابت تعادل فقط غلظت تعادلی گازها (g) و محلول‌های آبی (aq) را می‌نویسیم ولی غلظت مواد جامد (s) و مایع خالص (l) را نمی‌نویسیم.

هر چند مقدار ثابت تعادل به مقدار مواد جامد یا مایع خالص بستگی ندارد اما حضور آن‌ها برای برقراری تعادل الزامی است.

رابطه ثابت تعادل

در واکنش تعادلی $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ که در آن همه مواد گاز یا محلول هستند:

اگر $a + b = c + d \Rightarrow$ ثابت تعادل فاقد یکا است.

اگر $a + b \neq c + d \Rightarrow$ یکای ثابت تعادل (K) $(\text{mol.L}^{-1})^{(c+d)-(a+b)}$

توان mol و توان L در یکای ثابت تعادل، قرینه هستند.

یکاهای ثابت تعادل

چند نکته در رابطه با محاسبه ثابت تعادل

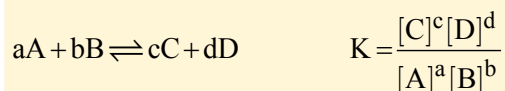
اگر یک تعادل را معکوس کنیم (جای واکنش دهنده‌ها و فراورده‌های آن را عوض کنیم) مقدار عددی ثابت تعادل جدید، معکوس مقدار عددی ثابت تعادل اولیه است.

اگر ضرایب استوکیومتری یک واکنش تعادلی را در عددی مانند n ضرب کنیم، K به توان آن عدد خواهد رسید.

اگر یک واکنش تعادلی، حاصل جمع چند واکنش تعادلی دیگر باشد، K واکنش نهایی برابر با حاصل ضرب ثابت تعادل‌های واکنش‌های اولیه است.

سبک اول مسائل ثابت تعادل:

در این سبک از مسائل ثابت تعادل ما غلظت‌های تعادلی مواد (غلظت مواد در لحظه تعادل) را داریم و باید ثابت تعادل (K) را به دست آوریم. برای حل این مسائل کافی است غلظت‌های تعادلی را در رابطه ثابت تعادل جایگذاری کنیم:



نکته: در عبارت ثابت تعادل، باید غلظت‌های مولی مواد را قرار دهیم. اگر در پرسشی به جای غلظت مولی، مول هر یک از مواد موجود در تعادل داده شده بود، ابتدا باید هر یک از مول‌ها را بر حجم ظرف تقسیم کنیم تا غلظت‌ها را به دست آوریم. سپس با قرار دادن غلظت‌های مولی در عبارت ثابت تعادل، K را محاسبه می‌کنیم:

$$[A] = \frac{n \text{ (مول حل شونده)}}{V \text{ (حجم محلول بر حسب لیتر)}} \text{ (غلظت مولی A)}$$

سبک دوم مسائل ثابت تعادل:

در سبک دیگری از مسائل ثابت تعادل، K واکنش را داریم و با استفاده از آن باید غلظت مولی یا مقدار مواد در زمان تعادل و یا حجم ظرف (V) را به دست آوریم که در این صورت باید از رابطه ثابت تعادل استفاده کنیم.

نکته: در تعادل‌هایی مانند $2\text{HBr}(g) \rightleftharpoons \text{H}_2(g) + \text{Br}_2(g)$ که در آن‌ها تعداد مول گازی دو طرف معادله واکنش برابر است، حجم ظرف از صورت و مخرج عبارت ثابت تعادل ساده شده و می‌توانیم در عبارت ثابت تعادل، فقط مول مواد را قرار دهیم تا از این راه محاسبات ما کمتر شود.

الگوی حل مسائل ثابت تعادل

ثابت تعادل واکنش یونیده شدن اسیدها در آب به ثابت یونش اسیدها معروف است و با K_a نشان داده می‌شود.

ثابت یونش یک اسید، نسبت حاصل ضرب غلظت تعادلی یون‌های موجود در محلول را به غلظت تعادلی آن اسید نشان می‌دهد. ثابت یونش بیانی از میزان پیشرفت فرایند یونش تا رسیدن به تعادل است.

هرچه ثابت یونش اسیدی در دمای معین بزرگ‌تر باشد، آن اسید بیشتر یونیده شده و غلظت یون‌های موجود در محلول آن بیشتر است و اسید قوی‌تر است.

مقایسه قدرت اسیدهای قوی: $\text{HI} > \text{HBr} > \text{HCl} > \text{H}_2\text{SO}_4 > \text{HNO}_3$

مقایسه قدرت اسیدهای ضعیف: $\text{HNO}_2 > \text{HF} > \text{HCOOH} > \text{CH}_3\text{COOH} > \text{H}_2\text{CO}_3 > \text{HCN}$

به ثابت تعادل واکنش یونیده شدن بازها در آب ثابت یونش بازی گفته می‌شود و آن را با K_b نمایش می‌دهیم.

یونش اسیدها و بازهای قوی تقریباً به طور کامل انجام می‌شود، بنابراین K_a و K_b آن‌ها بزرگ است.

یونش اسیدها و بازهای ضعیف در آب جزئی است، بنابراین K_a و K_b برای این اسیدها و بازها مقداری کوچک است.

ثابت یونش اسیدی (K_a) و ثابت یونش بازی (K_b) کمیت‌هایی هستند که از آن‌ها به ترتیب برای مقایسه قدرت اسیدی اسیدها و قدرت بازی بازها استفاده می‌کنیم.

قدرت اسیدی با مقدار ثابت یونش اسیدی رابطه مستقیم دارد:

هرچه K_a بزرگ‌تر ← میزان یونش اسید بیشتر ← $[\text{H}_3\text{O}^+]$ بیشتر ← اسید قوی‌تر ← رسانایی الکتریکی محلول آن بیشتر

قدرت بازی با ثابت یونش بازی رابطه مستقیم دارد:

هرچه K_b بزرگ‌تر ← میزان یونش باز بیشتر ← $[\text{OH}^-]$ بیشتر ← باز قوی‌تر ← رسانایی الکتریکی محلول آن بیشتر

ثابت یونش اسیدها و بازها

واکنش‌های کامل

در واکنش‌های کامل پس از مدتی یک یا چند واکنش‌دهنده به‌طور کامل مصرف می‌شوند. ثابت تعادل خیلی بزرگی دارند. پیشرفت واکنش در جهت رفت خیلی خوب است. پس از تعادل، مقدار بسیار ناچیزی از واکنش‌دهنده‌ها در ظرف باقی می‌ماند. واکنش یونش اسیدها و بازهای قوی نمونه‌ای از این نوع واکنش‌ها هستند.

رابطه بین K_a و K_b یا α

می‌دانیم درجه یونش (α) اسید به غلظت بستگی دارد. اما ثابت یونش اسید (K_a) به غلظت اسید وابسته نیست. غلظت تعادلی یون هیدرونیوم (H_3O^+) حاصل از یونش یک اسید ضعیف تک پروتون‌دار برابر است با حاصل ضرب مولاریته (M) اسید در درجه یونش (α):

$$[H_3O^+] = M \times \alpha$$

غلظت یون هیدروکسید (OH^-) حاصل از یونش باز ضعیفی با ظرفیت n در آب برابر است با حاصل ضرب مولاریته باز (M) در ظرفیت باز (n) در درجه یونش (α):

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

در جدول زیر روابط بین K_b و α و همچنین روابط بین K_a و α را مشاهده می‌کنید:

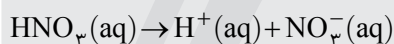
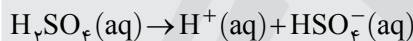
بازها	اسیدها	شرط
$K_b = \frac{M \cdot \alpha^2}{1 - \alpha}$	$[OH^-] = \sqrt{K_b \cdot M(1 - \alpha)}$	$K_a = \frac{M \alpha^2}{1 - \alpha}$
$K_b = M \cdot \alpha^2$	$[OH^-] = \sqrt{K_b \cdot M}$	$K_a = M \alpha^2$
	$[H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot M(1 - \alpha)}$	$[H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot M}$
		اگر $\alpha > 0.05$ یا $K > 10^{-3}$
		اگر $\alpha < 0.05$ یا $K < 10^{-3}$

باران اسیدی و باران معمولی

باران معمولی خاصیت اسیدی دارد زیرا در آن اسید ضعیف H_2CO_3 به میزان جزئی یونیده می‌شود:



در باران اسیدی، اسیدهای قوی HNO_3 و H_2SO_4 تقریباً به‌طور کامل یونیده می‌شود و یون‌های بیشتری تولید می‌کنند.



چون باران اسیدی نسبت به باران معمولی اسیدهای قوی‌تری را شامل می‌شود، واکنش‌پذیری آن نیز بیشتر بوده و اثرات مخرب بیشتری دارد.

غلظت یون هیدرونیوم (H_3O^+) در باران اسیدی بیشتر از باران معمولی است.

pOH و pH

تغییر رنگ کاغذ pH معیاری برای تشخیص اسیدی یا بازی بودن محلول‌هاست \leftarrow رنگی که این کاغذ درون یک محلول به خود می‌گیرد، نشان‌دهنده pH تقریبی آن محلول است.

برای بیان غلظت یون هیدرونیوم در محلول‌ها می‌توان از کمیتی به نام pH استفاده کرد.

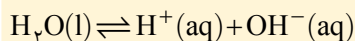
$$pH = -\log[H^+] \rightarrow [H^+] = 10^{-pH}$$

برای بیان غلظت یون هیدروکسید در محلول‌ها می‌توان از کمیتی به نام pOH استفاده کرد.

$$pOH = -\log[OH^-] \rightarrow [OH^-] = 10^{-pOH}$$

واکنش خودیونش آب

آب خالص رسانایی الکتریکی ناچیزی دارد \leftarrow این ویژگی بیانگر وجود مقدار کمی از یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید محلول در آب است که بر اساس معادله روبه‌رو تولید می‌شوند:

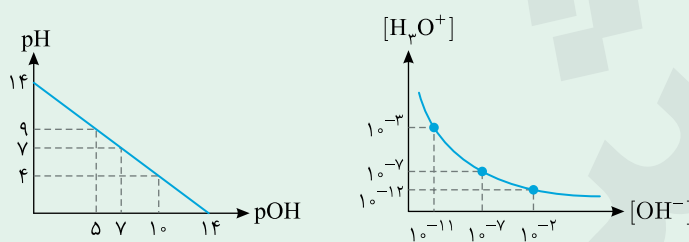


در دمای اتاق برای آب و محلول‌های آبی رابطه $[H^+][OH^-] = 10^{-14}$ برقرار است. این حاصل ضرب تنها با تغییر دما تغییر می‌کند. با توجه به برابر بودن ضرایب استوکیومتری یون‌های هیدروکسید و هیدرونیوم، می‌توان نتیجه گرفت که آب خالص در هر دمایی خنثی است زیرا در هر دمایی $[H^+] = [OH^-]$.

آب و همهٔ محلول‌های آبی، محتوی یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید هستند. حاصل‌ضرب $[H^+]$ در $[OH^-]$ در دمای معین همواره عددی ثابت است. تغییرات غلظت یون H_3O^+ و یون OH^- رابطهٔ عکس دارند، یعنی افزایش یکی موجب کاهش دیگری می‌شود و برعکس. در دمای $25^\circ C$ همواره مجموع pH و pOH برابر عدد ثابت ۱۴ است، بنابراین اگر pH افزایش یابد pOH باید کاهش یابد که مجموع آن‌ها همواره برابر ۱۴ باقی بماند. جدول زیر تغییرات pH ، pOH ، $[H^+]$ و $[OH^-]$ را در محیط‌های اسیدی، خنثی و بازی در دمای $25^\circ C$ نشان می‌دهد:

محیط بازی	محیط خنثی	محیط اسیدی
$pOH < 7$ و $pH > 7$	$pOH = pH = 7$	$pOH > 7$ و $pH < 7$
$[OH^-] > 10^{-7}$ و $[H^+] < 10^{-7}$	$[OH^-] = [H^+] = 10^{-7}$	$[OH^-] < 10^{-7}$ و $[H^+] > 10^{-7}$

نمودار سمت راست رابطهٔ بین $[H_3O^+]$ و $[OH^-]$ و نمودار سمت چپ رابطهٔ بین pH و pOH را نمایش می‌دهد:

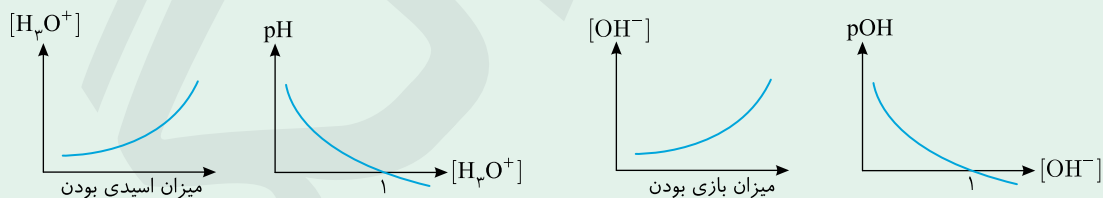


$[H_3O^+]$ با میزان اسیدی بودن رابطهٔ مستقیم و با pH رابطهٔ عکس دارد:

افزایش غلظت H_3O^+ ← افزایش میزان اسیدی بودن محلول ← کاهش مقدار pH

تغییرات $[OH^-]$ با pOH رابطهٔ عکس دارد به‌طوری‌که:

افزایش غلظت OH^- ← افزایش میزان بازی بودن محلول ← کاهش مقدار pOH



سبک اول مسائل pH: در سری اول مسائل pH با استفاده از یکی از الگوهای زیر pH یا $[H_3O^+]$ یا $[OH^-]$ را به‌دست می‌آوریم: (با فرض اینکه در دمای اتاق قرار داریم $[OH^-][H_3O^+] = 10^{-14}$ گرفته‌ایم.)

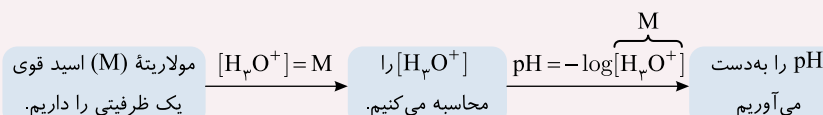
۱) داریم $[H_3O^+] \Rightarrow pH = -\log[H_3O^+]$

۲) داریم $pH \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-pH}$

pH را به‌دست می‌آوریم با استفاده از $pH = -\log[H_3O^+]$ را به‌دست می‌آوریم با استفاده از $10^{-14} = [OH^-][H_3O^+]$ با استفاده از $[OH^-]$ را داریم

pH را به‌دست می‌آوریم با استفاده از $pOH + pH = 14$ را به‌دست می‌آوریم با استفاده از $pOH = -\log[OH^-]$ را داریم

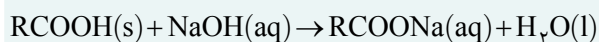
سبک دوم مسائل pH: اگر مولاریتهٔ اسید قوی را داشته باشیم برای محاسبهٔ pH اسیدهای قوی تک پروتون‌دار (مانند HBr ، HI ، HCl و HNO_3) از الگوی زیر استفاده می‌کنیم:



در واکنش خنثی شدن اسید و باز، یون‌های هیدرونیوم در واکنش با یون‌های هیدروکسید به مولکول‌های آب تبدیل می‌شوند در حالی که سایر یون‌ها دست نخورده باقی می‌مانند.

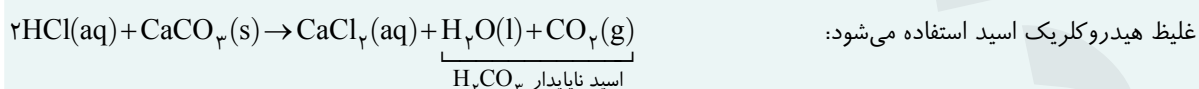
مبنای عملکرد شوینده‌های خورنده، واکنش خنثی شدن اسید و باز است.

اگر مسیر یک لوله را اسید چرب مسدود کرده باشد، ریختن محلول سدیم هیدروکسید در لوله سبب واکنش زیر می‌شود:



فرآوردهٔ چنین واکنش‌هایی خود نوعی پاک‌کننده است که در آب حل می‌شود و می‌تواند چربی‌های اضافی را بزدايد. به طور کلی شوینده‌های خورنده رسوب‌های به جای مانده را به مواد محلول در آب یا گازی تبدیل می‌کنند و از این راه سبب جرم‌گیری می‌شوند.

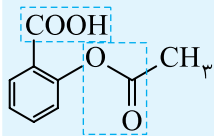
اگر موادی که سبب گرفتگی لوله‌ها و مجاری می‌شوند، خاصیت بازی داشته باشند (مانند $\text{CaCO}_3(\text{s})$)، برای زدودن آن‌ها از محلول



خوردن غذا سبب می‌شود که غده‌های موجود در دیوارهٔ معده، هیدروکلریک اسید ترشح کند ← در بدن انسان بالغ روزانه بین دو تا سه لیتر شیرهٔ معده تولید می‌شود که غلظت یون هیدرونیوم آن حدود ۳٪/۰ مول بر لیتر است ← درون معده یک محیط بسیار اسیدی است.

دیوارهٔ داخلی معده به طور طبیعی مقدار کمی از یون‌های هیدرونیوم را جذب می‌کند ← این جذب سبب نابودی سلول‌های سازندهٔ دیوارهٔ معده می‌شود.

اگر مقدار اسید معده به هر دلیل بیش از اندازه باشد، شمار یون‌های جذب‌شده افزایش یافته و سبب درد، التهاب و گاهی خون‌ریزی معده می‌شود.

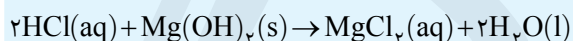


یکی از داروهایی که مصرف آن موجب کاهش pH شیرهٔ معده می‌شود، آسپرین با فرمول $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$ است.

آسپرین سبب تشدید سوزش معده و خونریزی آن می‌شود. زیرا استفاده از آن سبب اسیدی‌تر شدن محیط معده و جذب یون هیدرونیوم به وسیلهٔ سلول‌های دیوارهٔ معده خواهد شد.

در ساختار آسپرین، گروه‌های عاملی کربوکسیل (COOH) و استری (COO) وجود دارد.

ضد اسیدها داروهایی هستند که با اسید معده واکنش داده و آن را خنثی می‌کنند و سبب کاهش اسید معده می‌شوند. شیر منیزی یکی از رایج‌ترین آن‌هاست که شامل منیزیم هیدروکسید است و واکنش آن به صورت زیر می‌باشد:



در ضد اسیدها مواد مؤثری چون آلومینیم هیدروکسید Al(OH)_3 ، منیزیم هیدروکسید Mg(OH)_2 و سدیم هیدروژن کربنات

(جوش شیرین) NaHCO_3 وجود دارد. این مواد، با اسید معده وارد واکنش شده و باعث خنثی شدن آن می‌شوند.

فصل دوم

آسایش و رفاه در سایه شیمی

خلاصه نکات و مفاهیم اصلی

در سایه شیمی آسایش و رفاه

رشد دانش و پیشرفت فناوری ← آسان‌تر کردن انجام فعالیت‌های فردی، اقتصادی، صنعتی و افزایش سطح رفاه و آسایش مانند تأمین روشنایی، حمل و نقل سریع‌تر و ایمن‌تر، درمان و کاهش اثر نقص عضو و ...

دو رکن اساسی تحقق فناوری‌ها } دستیابی به مواد مناسب
تأمین انرژی

پرکاربردترین شکل انرژی در به کارگیری فناوری‌ها، انرژی الکتریکی است. تولید انرژی الکتریکی پاک و ارزان دستاوردی از دانش الکتروشیمی است.

الکتروشیمی

الکتروشیمی شاخه‌ای از دانش شیمی است که در بهبود خواص مواد و تأمین انرژی نقش بسزایی دارد.

الکتروشیمی افزون بر تهیه مواد جدید به کمک انرژی الکتریکی می‌تواند در راستای پیاده کردن اصول شیمی سبز گام بردارد.

الکتروشیمی به مطالعه فرایندهایی می‌پردازد که انجام واکنش‌های شیمیایی در آن‌ها با داد و ستد الکترون همراه است ← واکنش‌هایی که مبنای تولید انرژی الکتریکی هستند.

برخی قلمروهای الکتروشیمی:

- ۱- تأمین انرژی (باتری‌ها، سلول سوختی و سوخت آن‌ها)
- ۲- تولید مواد (برقکافت، آبکاری)
- ۳- اندازه‌گیری و کنترل کیفی (اطمینان از کیفیت فرآورده)

باتری یکی از فرآورده‌های مهم صنعتی است که با انجام واکنش‌های شیمیایی، الکتروسیته تولید می‌کند. ← مانند تأمین انرژی الکتریکی برای تنظیم ضربان قلب، تلفن همراه، سمعک، اندام مصنوعی، دوربین دیجیتال، رایانه قابل حمل و ...

انجام واکنش با سفر الکترون

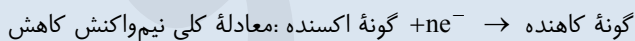
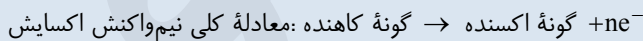
بسیاری از واکنش‌های شیمیایی با داد و ستد الکترون همراه هستند که این داد و ستد الکترون بین گونه‌های واکنش‌دهنده می‌تواند منشأ تولید انرژی الکتریکی باشد.

در واکنش‌های اکسایش - کاهش، گونه‌های شیمیایی الکترون داد و ستد می‌کنند ← برخی گونه‌ها با از دست دادن الکترون اکسایش می‌یابند و برخی گونه‌ها نیز با گرفتن الکترون کاهش می‌یابند.

ماده‌ای که با دادن الکترون به گونه‌های دیگر، آن‌ها را کاهش می‌دهد و خودش اکسایش می‌یابد، **کاهنده** نامیده می‌شود.

ماده‌ای که با دریافت الکترون از گونه‌های دیگر، سبب اکسایش آن‌ها می‌شود و خودش کاهش می‌یابد، **اکسنده** نامیده می‌شود.

هر یک از فرایندهای گرفتن و از دست دادن الکترون با یک نیم‌واکنش نمایش داده می‌شود که هر نیم‌واکنش باید از لحاظ جرم و بار الکتریکی موازنه باشد:



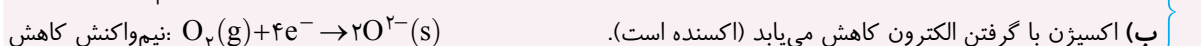
اکسیژن نافلزی فعال است که با اغلب فلزها واکنش می‌دهد و آن‌ها را به اکسید فلز تبدیل می‌کند. اکسیژن با برخی فلزها مانند طلا و پلاتین واکنش نمی‌دهد. بنابراین اکسیژن در واکنش با فلزها نقش اکسنده دارد.

در واکنش فلزها با نافلزها:

{ الف) اغلب فلزها الکترون از دست داده و ضمن اکسایش به کاتیون تبدیل می‌شوند. بنابراین فلزها، اغلب، کاهنده هستند.

{ ب) نافلزها نیز با گرفتن الکترون، کاهش یافته و به آنیون تبدیل می‌شوند. بنابراین نافلزها، اغلب، اکسنده هستند.

واکنش اتم‌های فلزی مانند روی با اکسیژن و تشکیل اکسیدهای فلزی با داد و ستد الکترون همراه است.



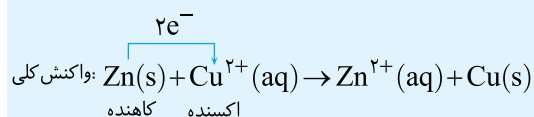
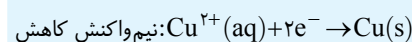
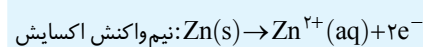
گونه اکسنده	گونه کاهنده
۱- از گونه‌های دیگر الکترون دریافت می‌کند. ۲- خودش کاهش می‌یابد. (کاهیده می‌شود) ۳- سبب اکسایش گونه‌های دیگر می‌شود. ۴- همان گونه کاهش یافته است.	۱- به گونه‌های دیگر الکترون می‌دهد. ۲- خودش اکسایش می‌یابد. (اکسید می‌شود) ۳- سبب کاهش گونه‌های دیگر می‌شود. ۴- همان گونه اکسایش یافته است.

مقایسه اکسنده و کاهنده

برای به دست آوردن معادله موازنه شده یک واکنش اکسایش - کاهش با استفاده از معادله نیم‌واکنش‌ها به صورت زیر عمل می‌کنیم:

(الف) در ابتدا نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش را نوشته و آن‌ها را از نظر جرم و بار موازنه می‌کنیم.
(ب) ضریب الکترون را در این دو نیم‌واکنش یکسان می‌کنیم.
(پ) معادله کلی اکسایش - کاهش از جمع معادله دو نیم‌واکنش به دست می‌آید.

هرگاه تیغه‌ای از جنس فلز روی درون محلول مس (II) سولفات آبی رنگ قرار گیرد، به تدریج از شدت رنگ محلول کاسته می‌شود که این تغییر رنگ نشان‌دهنده انجام واکنش $Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Cu(s) + Zn^{2+}(aq)$ است:



در هر واکنش شیمیایی، هنگامی که بار الکتریکی یک گونه مثبت‌تر می‌شود، آن گونه اکسایش یافته و گونه‌ای که بار الکتریکی آن منفی‌تر می‌شود، کاهش یافته است.

نیم‌واکنش‌ها و معادله کلی اکسایش - کاهش

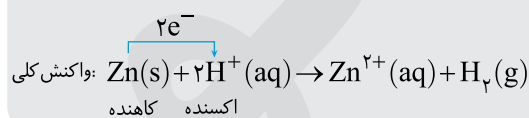
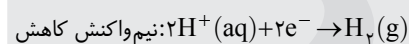
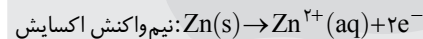
اغلب فلزها در واکنش با محلول اسیدها، گاز هیدروژن و نمک تولید می‌کنند:



در این واکنش‌ها، اتم‌های فلز الکترون از دست داده و اکسایش می‌یابند و سبب کاهش یون‌های هیدروژن شده‌اند \leftarrow اتم‌های فلز نقش کاهنده را دارند.

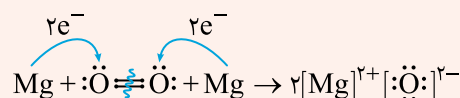
یون‌های هیدروژن الکترون به دست آورده و کاهش یافته‌اند و سبب اکسایش اتم‌های فلز شده‌اند \leftarrow یون‌های هیدروژن نقش اکسنده را دارند.

نیم‌واکنش‌ها و واکنش کلی فلزها (مثلاً Zn) با محلول اسیدها (مثلاً HCl) به صورت زیر است:

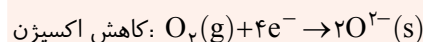


واکنش فلزها با محلول اسیدها

طبق واکنش زیر منیزیم با نور خیره‌کننده‌ای در اکسیژن می‌سوزد و به منیزیم اکسید تبدیل می‌شود:



در واکنش داده شده هر اتم منیزیم دو الکترون از دست داده و اکسایش می‌یابد و هر اتم اکسیژن دو الکترون گرفته و کاهش می‌یابد؛ بنابراین منیزیم کاهنده و اکسیژن اکسنده است.



کاهش اکسیژن: $\text{O}_2(g) + 4e^{-} \rightarrow 2\text{O}^{2-}(s)$

از نور حاصل از این واکنش در زمان‌های قدیم در عکاسی به عنوان منبع نور استفاده می‌شد.

از واکنش میان فلزهایی مانند روی، آهن و آلومینیوم با محلول مس (II) سولفات گرما آزاد می‌شود، به طوری که مخلوط واکنش گرم می‌شود.

واکنش‌های اکسایش - کاهش همراه با آزاد شدن انرژی

مقایسه قدرت کاهندگی فلزهای مختلف

تمایل فلزها برای از دست دادن الکترون در محلول‌های آبی یکسان نیست ← فلزها قدرت کاهندگی متفاوتی دارند. در یک واکنش اکسایش - کاهش، فلزی که قدرت کاهندگی بیشتری دارد می‌تواند با برخی کاتیون‌های فلزی واکنش دهد و آن‌ها را به اتم‌های فلزی بکاهد.

در اغلب واکنش‌های اکسایش - کاهش مخلوط واکنش گرم می‌شود، زیرا سامانه واکنش بخشی از انرژی خود را به شکل گرما به محیط می‌دهد.

گرمای آزاد شده در واکنش‌های اکسایش - کاهش می‌تواند معیاری برای مقایسه قدرت کاهندگی فلزهای مختلف باشد. به طور کلی هر چه فلزی کاهنده‌تر باشد، در واکنش با محلول یکسان، گرمای بیشتری در یک زمان معین آزاد کرده و دمای مخلوط بیشتر افزایش می‌یابد.

مقایسه گرمای آزاد شده و قدرت کاهندگی در اثر قرار دادن تیغه‌های فلزی متفاوت درون محلول مس (II) سولفات:



هرگاه تیغه‌ای از مس درون محلول روی سولفات قرار گیرد واکنشی انجام نمی‌شود زیرا قدرت کاهندگی Cu کمتر از Zn است: $\text{Cu(s)} + \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow$ بی‌اثر

نیم سلول

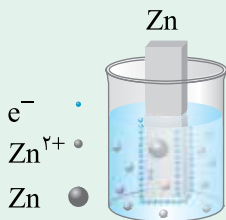
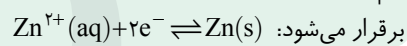
یک نیم‌سلول شامل یک تیغه فلزی (رسانای الکترونی یا الکتروود) است که در محلول آبی دارای یون‌های خودش (رسانای یونی یا الکترولیت) قرار گرفته است.

نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش در سطح الکتروود (مرز میان رسانای الکترونی و رسانای یونی) انجام می‌شود.

یک نیم‌سلول در مجموع از نظر بار الکتریکی خنثی است.

با قرار دادن یک تیغه روی (Zn) درون محلول آبی حاوی یون‌های روی (مانند ZnSO_4)

نیم‌سلول روی تشکیل می‌شود (شکل روبه‌رو) در این نیم‌سلول بین فلز و یون‌های آن یک تعادل



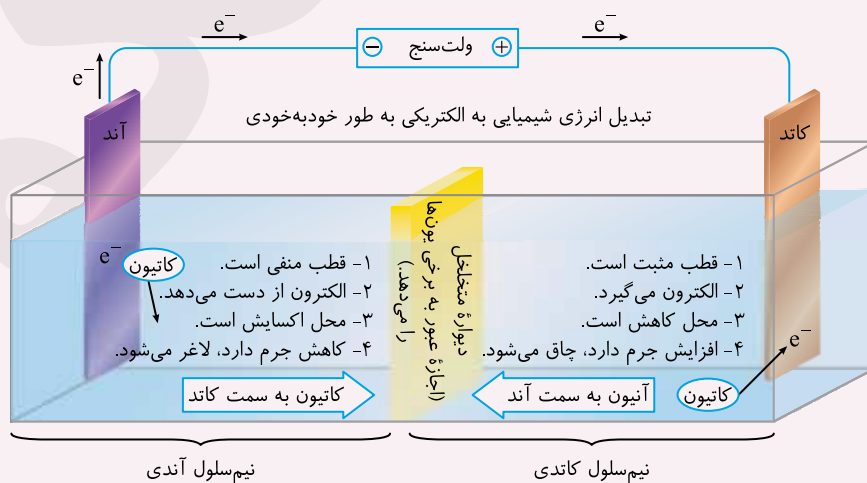
سلول گالوانی

برای ایجاد جریان الکتریکی در واکنش‌های اکسایش - کاهش باید الکترون‌ها را از یک مسیر معین عبور داد. برای تبدیل بخشی از انرژی آزاد شده در واکنش اکسایش - کاهش به شکل انرژی الکتریکی در دسترس، باید به جای داد و ستد مستقیم الکترون بین گونه‌های اکسایش و کاهش یافته در یک واکنش، الکترون‌ها را از طریق یک مدار بیرونی هدایت و جابه‌جا کرد.

سلول گالوانی دستگاهی است که می‌تواند براساس قدرت کاهندگی فلزها، انرژی الکتریکی تولید کند.

سلول گالوانی شامل دو نیم‌سلول (الکتروود) آندی و کاتدی، مدار بیرونی (سیم) و مدار درونی (دیواره متخلخل) است.

در شکل زیر تمام نکات مربوط به سلول گالوانی را مشاهده می‌کنید:



در سلول‌های گالوانی دو محلول الکترولیت توسط یک دیواره متخلخل از یکدیگر جدا می‌شوند. وجود دیواره متخلخل باعث می‌شود که: (الف) از مخلوط شدن سریع و مستقیم دو الکترولیت جلوگیری شود.

(ب) با جابه‌جایی یون‌ها بین دو الکترولیت، محلول الکترولیت‌ها خنثی باقی بمانند.

در این شکل به جهت حرکت الکترون‌ها، جهت حرکت یون‌ها، نحوه اتصال الکتروودها به قطب‌های ولت‌سنج، نقش دیواره متخلخل، کاربرد سلول گالوانی، نوع واکنش‌هایی که در آن انجام می‌شود و نکات نوشته شده به دقت توجه نمایید.

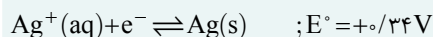
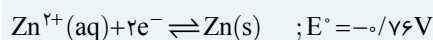
شیمی‌دان‌ها E° بسیاری از نیم‌سلول‌ها را اندازه‌گیری کرده و آن‌ها را در جدولی با عنوان سری الکتروشیمیایی (جدول پتانسیل‌های کاهش استاندارد) مرتب کرده‌اند. مثبت‌ترین E° در بالای جدول و منفی‌ترین E° در پایین جدول قرار دارد. به پیشنهاد آیوپاک برای هماهنگی در منابع معتبر علمی، پتانسیل‌های استاندارد نیم‌سلول‌ها به صورت پتانسیل کاهش استاندارد نوشته می‌شود:

گونه کاهنده $\rightarrow +ne^-$ گونه اکسند

پتانسیل نیم‌واکنش‌های کاهش را می‌توان به روشی ساده‌تر به صورت روبه‌رو نمایش داد: (گونه کاهنده / گونه اکسند) E°

E° مثبت‌تر	E° منفی‌تر
۱- گونه اکسند (کاتیون فلزی) در نیم‌واکنش کاهش تمایل کمتری برای گرفتن الکترون دارد و اکسند ضعیف‌تری است.	۱- گونه اکسند (کاتیون فلزی) در نیم‌واکنش کاهش تمایل بیشتری برای گرفتن الکترون دارد و اکسند ضعیف‌تری است.
۲- گونه کاهنده (اتم فلزی) در نیم‌واکنش اکسایش تمایل کمتری برای از دست دادن الکترون دارد و کاهنده ضعیف‌تری است.	۲- گونه کاهنده (اتم فلزی) در نیم‌واکنش اکسایش تمایل بیشتری برای از دست دادن الکترون دارد و کاهنده ضعیف‌تری است.

به مقایسه قدرت اکسندگی و کاهندگی گونه‌ها در نیم‌واکنش‌های زیر توجه نمائید:



$$E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) > E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) \left\{ \begin{array}{l} \text{قدرت اکسندگی: } \text{Ag}^+ > \text{Zn}^{2+} \\ \text{قدرت کاهندگی: } \text{Ag} < \text{Zn} \end{array} \right.$$

اگر بخواهیم با دو نیم‌سلول استاندارد یک سلول گالوانی تشکیل دهیم:

آند = عنصر پایین‌تر در سری الکتروشیمیایی = E° منفی‌تر کاتد = عنصر بالاتر در سری الکتروشیمیایی = E° مثبت‌تر

در سری الکتروشیمیایی E° فلزهایی که قدرت کاهندگی کمتری از H_+ دارند، مثبت و E° فلزهایی که قدرت کاهندگی بیشتری از H_+ دارند، منفی است.

اغلب فلزها در این جدول پایین هیدروژن قرار داشته و E° منفی دارند به جز مس (Cu)، نقره (Ag)، پلاتین (Pt) و طلا (Au) که این فلزها نسبت به H_+ کاهنده ضعیف‌تری بوده و بالای هیدروژن قرار دارند.

در تشکیل یک سلول گالوانی با نیم‌سلول استاندارد هیدروژن و نیم‌سلول مورد نظر (X) دو حالت زیر ممکن است رخ دهد:

نیم‌سلول X به SHE الکترون بدهد	SHE به نیم‌سلول X الکترون بدهد
۱- SHE کاتد و نیم‌سلول X آند است.	۱- SHE آند و نیم‌سلول X کاتد است.
۲- پتانسیل الکترودی استاندارد نیم‌سلول X منفی است.	۲- پتانسیل الکترودی استاندارد نیم‌سلول X مثبت است.
۳- نیم‌سلول X نسبت به SHE کاهنده قوی‌تری است.	۳- نیم‌سلول X نسبت به SHE اکسند قوی‌تری است.

هر سلول گالوانی ولتاژ معینی دارد که نشان‌دهنده اختلاف پتانسیل میان دو نیم‌سلول است. ولتاژ یک سلول کمیته است که به نیروی الکتروموتوری معروف است و با emf نمایش داده می‌شود. پتانسیل سلول گالوانی معیاری از اختلاف قدرت به دست آوردن الکترون بین دو نیم‌سلول می‌باشد. پتانسیل الکتریکی یک سلول گالوانی برابر اختلاف پتانسیل آند و کاتد است:

$$emf = E^\circ(\text{سلول}) = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = E^\circ(\text{بزرگ‌تر}) - E^\circ(\text{کوچک‌تر}) = E^\circ(\text{الکتروکاتد}) - E^\circ(\text{الکتروآند})$$

E° سلول گالوانی همواره مثبت است و اگر ولت‌سنج عددی منفی را نشان دهد بیانگر این است که قطب‌های ناهم‌نام ولت‌سنج و سلول گالوانی به هم وصل شده‌اند.

غلظت کاتیون در الکترولیت کاتدی کاهش می‌یابد.

غلظت کاتیون در الکترولیت آندی افزایش می‌یابد.

به مرور زمان ولتاژ سلول کاهش یافته و به صفر می‌رسد.

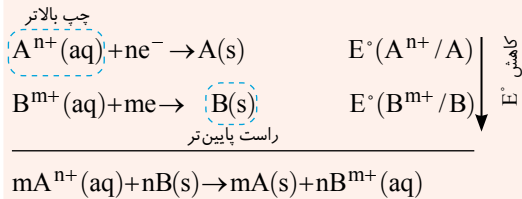
هرچه غلظت کاتیون در نیم‌سلول کاتدی بیشتر و در نیم‌سلول آندی کمتر \leftarrow ولتاژ سلول بیشتر

ولتاژ سلول گالوانی \leftarrow با غلظت محلول الکترولیت (غلظت کاتیون) در کاتد رابطه مستقیم دارد.

با غلظت محلول الکترولیت (غلظت کاتیون) در آند رابطه عکس دارد.

پیش‌بینی انجام‌پذیر بودن واکنش‌ها

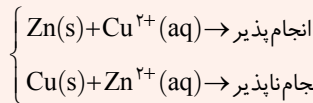
اگر E° واکنش عددی مثبت باشد، واکنش در جهت رفت به‌طور طبیعی انجام‌پذیر است.
اگر E° واکنش عددی منفی باشد، واکنش در جهت برگشت به‌طور طبیعی انجام‌پذیر است. در واقع در جهت رفت به‌طور طبیعی انجام‌پذیر نیست.
در سری الکتروشیمیایی واکنش گونه سمت چپ نیم‌واکنش بالاتر با گونه سمت راست نیم‌واکنش پایین‌تر انجام‌پذیر است. (در جهت رفت به‌طور طبیعی انجام می‌شود).



در سری الکتروشیمیایی همواره فلز پایین‌تر می‌تواند با کاتیون فلز بالاتر به‌طور طبیعی واکنش دهد:

$$E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = +0.34\text{V}$$

$$E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0.76\text{V}$$



واکنش می‌دهد \rightarrow چپ بالاتر با راست پایین‌تر

نگهداری محلول‌ها در ظرف فلزی

محلول نمک یا کاتیون یک فلز را می‌توان در ظرفی از جنس فلز بالاتر (E° بزرگ‌تر) در جدول سری الکتروشیمیایی نگهداری کرد.
در سری الکتروشیمیایی ظرفی از جنس فلز راست بالاتر برای نگهداری محلول کاتیون‌های فلز چپ پایین‌تر مناسب است.

$$E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = +0.80\text{V}$$

$$E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = +0.34\text{V}$$

$$E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0.44\text{V}$$

\Rightarrow Ag^+ (چپ بالاتر) با Cu (راست پایین‌تر) واکنش می‌دهد

\Rightarrow Fe^{2+} (چپ پایین‌تر) با Cu (راست بالاتر) واکنش نمی‌دهد

نتیجه: ظرفی مسی برای نگهداری محلول کاتیون‌های Fe^{2+} مناسب است و نمی‌توان محلول کاتیون‌های Ag^+ را در ظرف مسی نگهداری کرد.

محلول رقیق اسیدها را باید در ظرفی از جنس فلز بالاتر از هیدروژن در سری الکتروشیمیایی نگهداری کرد. در واقع جنس ظرف باید از فلزی باشد که E° آن بزرگ‌تر (مثبت‌تر) از هیدروژن باشد.

نیم سلول استاندارد هیدروژن

ولتاژی که ولت‌سنج در سلول گالوانی نشان می‌دهد مربوط به اختلاف پتانسیل میان دو نیم‌سلول آندو کاتد است و مشخص‌کننده پتانسیل یک نیم‌سلول نمی‌باشد.

اندازه‌گیری پتانسیل یک نیم‌سلول به‌طور جداگانه ممکن نیست و این کمیت باید به‌طور نسبی اندازه‌گیری شود.

شیمی‌دان‌ها برای محاسبه پتانسیل یک نیم‌سلول، نیم‌سلول استاندارد هیدروژن (SHE) را به‌عنوان مبنا انتخاب کردند و پتانسیل آن را برابر با صفر در نظر گرفتند.

در نیم‌سلول استاندارد هیدروژن تعادل $2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g})$ ($E^\circ = 0.00\text{V}$) برقرار است.

($^\circ$) در E° بیانگر شرایط استاندارد است یعنی دمای 25°C و فشار 1atm و غلظت 1mol.L^{-1} برای محلول الکترولیت‌ها

برای اندازه‌گیری پتانسیل هر نیم‌سلول آن را با SHE در یک سلول قرار می‌دهیم:

عدد ولت‌سنج = اختلاف پتانسیل بین SHE و نیم‌سلول مورد نظر
پتانسیل SHE برابر صفر است \leftarrow عدد ولت‌سنج = پتانسیل نیم‌سلول مورد نظر
بنابراین

لیتیم، فلزی ارزشمند برای ذخیره انرژی الکتریکی

باتری یک سلول گالوانی و منبعی برای تولید انرژی الکتریکی است.
باتری‌ها در شکل، اندازه و کارایی با یکدیگر تفاوت آشکاری دارند اما در همه آن‌ها با انجام شدن نیم‌واکنش‌های آندی و کاتدی، جریان الکتریکی در مدار بیرونی برقرار می‌شود.

در فناوری ساخت باتری‌های جدید نقش فلز لیتیم پررنگ است زیرا در میان فلزها کمترین چگالی و E° را دارد \leftarrow این ویژگی‌های لیتیم سبب شد راه برای ساخت باتری‌های سبک‌تر، کوچک‌تر و با توانایی ذخیره بیشتر انرژی هموار شود.

دو نمونه از باتری‌های لیتیمی \leftarrow باتری دگمه‌ای که در شکل‌ها و اندازه‌های گوناگون به‌کار می‌رود.
باتری‌های موجود در تلفن و رایانه همراه که می‌توان آن‌ها را بارها شارژ کرد.

بازیافت باتری‌های لیتیومی

افزایش تقاضا برای باتری‌های لیتیومی و استفاده از میلیاردها باتری لیتیومی درون دستگاه‌های الکترونیک در سرتاسر جهان در هر سال موجب می‌شود حجم انبوهی از پسماندهای الکترونیکی همراه با باتری‌های لیتیومی تولید شود. بازیافت این باتری‌ها اهمیت زیادی دارد زیرا:

- ۱- پسماندها به دلیل داشتن مواد شیمیایی گوناگون، سمی هستند و محیط زیست را آلوده می‌کنند.
- ۲- برخی از این پسماندها دارای مقدار قابل توجهی از مواد و فلزهای ارزشمند و گران‌قیمت هستند.

با بازیافت باتری‌ها می‌توان حجم انبوهی از فلزهای گوناگون را به چرخه مصرف بازگرداند.

برای تولید انرژی سبز سلول سوختی، منبعی

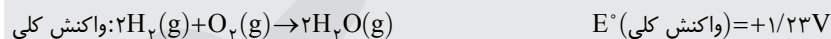
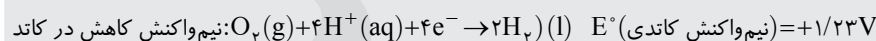
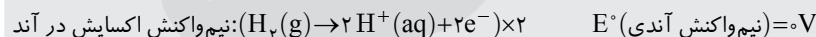
سوخت‌های فسیلی همچنان مناسب‌ترین سوخت برای خودروها و نیروگاه‌ها به شمار می‌روند. استخراج و مصرف بی‌رویه این سوخت‌ها سبب شده تا ذخایر آن به سرعت کاهش یابد. گسترش روزافزون آلودگی ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی، جهان را با چالشی نگران‌کننده روبه‌رو کرده است. جایگزینی مناسب برای سوخت‌های فسیلی: سلول سوختی که نوعی سلول گالوانی است و افزون بر کارایی بیشتر، می‌تواند ردپای CO₂ را کاهش دهد بنابراین دوستدار محیط زیست بوده و منبع انرژی سبز به شمار می‌رود. سوزاندن گاز هیدروژن در موتور درون‌سوز بازدهی نزدیک به ۲۰ درصد دارد در حالی که اکسایش آن در سلول سوختی بازده را تا سه برابر (حدود ۶۰ درصد) افزایش می‌دهد. بنابراین بازده سلول‌های سوختی صددرصد نیست. مراحل تبدیل انرژی شیمیایی موجود در یک سوخت به انرژی الکتریکی در سلول سوختی بسیار کمتر است به همین دلیل اتلاف انرژی به صورت گرما کمتر از نیروگاه‌ها است:

انرژی الکتریکی → انرژی مکانیکی → انرژی گرمایی → انرژی شیمیایی: در نیروگاه‌ها

انرژی الکتریکی → انرژی شیمیایی: در سلول سوختی

هیدروژن - سلول سوختی اکسیژن

سلول سوختی، یک سلول گالوانی است. رایج‌ترین سلول سوختی، سلول هیدروژن - اکسیژن است که در آن گاز H₂ با O₂ به صورت کنترل شده واکنش می‌دهد و بخش قابل توجهی از انرژی شیمیایی این واکنش به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود. در سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن به جای انجام سریع واکنش سوختن، گاز هیدروژن به آرامی اکسید می‌شود و بخش زیادی از انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود. سه جزء اصلی سلول سوختی: ۱- غشای مبادله‌کننده پروتون، ۲- الکترود آند، ۳- الکترود کاتد آند و کاتد در سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن دارای کاتالیزگرهایی هستند که به نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش سرعت می‌بخشند. نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش و واکنش کلی سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن به صورت زیر است:



گاز هیدروژن به عنوان سوخت پیوسته وارد شده، اکسایش می‌یابد و گاز اکسیژن در واکنش با سوخت کاهش می‌یابد

سلول‌های سوختی برخلاف باتری‌ها، انرژی شیمیایی را ذخیره نمی‌کنند.

غشای مبادله‌کننده پروتون فقط اجازه عبور و انتقال بار مثبت (H⁺) را از خود می‌دهد، از این رو الکترون‌های ایجاد شده در آند باید از مدار بیرونی (رسانای الکترونی) به سمت کاتد حرکت کنند.

در سلول سوختی همانند سلول گالوانی، جهت حرکت الکترون‌ها از آند به کاتد و از طریق مدار بیرونی (رسانای الکترونی) و جهت حرکت کاتیون‌ها (H⁺) از طریق رسانای یونی (غشای مبادله‌کننده پروتون) به سمت کاتد است.

مفهوم عدد اکسایش

به بار الکتریکی نسبت داده شده به یک اتم در یک گونه شیمیایی، با فرض یونی بودن همه پیوندها عدد اکسایش آن اتم گفته می‌شود. به کمک عدد اکسایش علاوه بر شناسایی واکنش‌های اکسایش - کاهش از دیگر واکنش‌ها، می‌توان گونه‌های اکسیده (کاهش یافته) و کاهشنده (اکسید شده) را تشخیص داد.

عدد اکسایش یک گونه مشخص می‌کند که گونه مورد نظر الکترون گرفته یا الکترون از دست داده است.

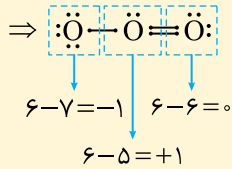
عدد اکسایش می‌تواند مثبت، منفی و یا صفر باشد.

در یک واکنش، افزایش عدد اکسایش یک گونه به معنی از دست دادن الکترون و انجام فرایند اکسایش است.

در یک واکنش، کاهش عدد اکسایش یک گونه به معنی گرفتن الکترون و انجام فرایند کاهش است.

- ۱- ابتدا ساختار الکترون - نقطه‌ای گونه مورد نظر را رسم کرده و الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی آن را مشخص می‌کنیم.
 ۲- هر جفت الکترون پیوندی بین دو اتم متفاوت به اتمی نسبت داده می‌شود که خصلت نافلزی بیشتری دارد.
 یادآوری: الف) خصلت نافلزی یعنی تمایل به گرفتن الکترون و تشکیل آنیون
 ب) خصلت نافلزی در یک دوره از چپ به راست و در یک گروه از پایین به بالا افزایش می‌یابد.
توجه مقایسه‌های زیر را حفظ باشید:

۳- اگر پیوند، بین دو اتم یکسان باشد، از هر جفت الکترون پیوندی یک الکترون به هر اتم نسبت می‌دهیم.
 ۴- تمام الکترون‌های ناپیوندی روی هر اتم را به همان اتم نسبت می‌دهیم.
 ۵- مجموع تعداد الکترون‌های ناپیوندی و پیوندی نسبت داده شده به اتم را حساب می‌کنیم.
 ۶- $\left(\begin{matrix} \text{مجموع الکترون‌های پیوندی و} \\ \text{ناپیوندی نسبت داده شده به اتم} \end{matrix} \right) - \left(\begin{matrix} \text{تعداد الکترون‌های ظرفیتی} \\ \text{اتم در حالت خنثی} \end{matrix} \right) = \text{عدد اکسایش اتم}$
 ۷- عدد اکسایش هر سه اتم اکسیژن در O_3 متفاوت است.



۱- عدد اکسایش عناصر به حالت آزاد برابر با صفر است. مانند H_2, O_2, Fe, Mg, \dots

- ۲- عدد اکسایش پایدارترین دگرشکل هر عنصر صفر است. بنابراین در بین دگرشکل‌های اکسیژن، O_2 دارای عدد اکسایش صفر است.
 ۳- عدد اکسایش یون‌های تک‌اتمی برابر با بار الکتریکی آن‌هاست.
 ۴- عدد اکسایش فلئوئور (F) در ترکیب‌های مختلف برابر با (-۱) است.
 ۵- عدد اکسایش اکسیژن در ترکیب‌ها اغلب برابر با (-۲) است. عدد اکسایش اکسیژن در ترکیب‌های زیر برابر (-۲) نیست.

فرمول مولکولی	HOF	OF ₂	O ₂ F ₂	H ₂ O ₂
عدد اکسایش اکسیژن	$\begin{array}{c} \text{H---}\ddot{\text{O}}\text{---}\ddot{\text{F}}\text{:} \\ \downarrow \\ 6-6=0 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{:}\ddot{\text{F}}\text{---}\ddot{\text{O}}\text{---}\ddot{\text{F}}\text{:} \\ \downarrow \\ 6-4=+2 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{:}\ddot{\text{F}}\text{---}\ddot{\text{O}}\text{---}\ddot{\text{O}}\text{---}\ddot{\text{F}}\text{:} \\ \downarrow \\ 6-5=+1 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H---}\ddot{\text{O}}\text{---}\ddot{\text{O}}\text{---}\text{H} \\ \downarrow \\ 6-7=-1 \end{array}$

- ۶- در ترکیب‌های مختلف هیدروژن با نافلزها، عدد اکسایش هیدروژن (H) برابر با (+۱) است، این درحالی است که در ترکیب‌های مختلف هیدروژن با فلزها (هیدریدهای فلزی)، عدد اکسایش هیدروژن برابر با (-۱) است.
 ۷- در ترکیب‌های مختلف عدد اکسایش فلزهای قلیایی (گروه اول) برابر با (+۱) و عدد اکسایش فلزهای قلیایی خاکی (گروه دوم) برابر با (+۲) می‌باشد.
 ۸- عدد اکسایش می‌تواند برای یک اتم در ترکیب‌های گوناگون متفاوت باشد.

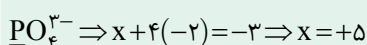
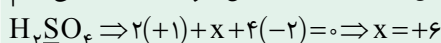
فلز	مس (Cu)	آهن (Fe)	کروم (Cr)
اعداد اکسایش در ترکیب‌ها	صفر در فلز خنثی CuCl در (+۱) CuCl ₂ در (+۲)	صفر در فلز خنثی FeCl ₂ در (+۲) FeCl ₃ در (+۳)	صفر در فلز خنثی CrO در (+۲) Cr ₂ O ₃ در (+۳)

۹- دو قاعده مهم:

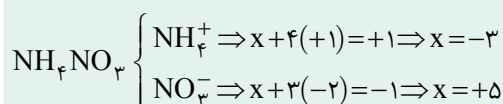
الف) مجموع عدد اکسایش عناصرها در یک مولکول برابر با صفر است.

ب) مجموع اعداد اکسایش در یک یون چند اتمی برابر با بار یون و با در نظر گرفتن علامت آن می‌باشد.

- ۱۰- حال برای تعیین عدد اکسایش یک عنصر در یک ترکیب معین، یک معادله تشکیل داده و عدد اکسایش خواسته شده را می‌یابیم:



- ۱۱- در ترکیب‌های یونی دارای یون‌های چند اتمی برای به دست آوردن عدد اکسایش اتم‌های مجهول باید کاتیون و آنیون را جداگانه نوشته و دو معادله تشکیل دهیم. در مثال زیر عدد اکسایش نیتروژن‌ها متفاوت است:



دامنه تغییرات عدد اکسایش

به طور کلی دامنه تغییرات عدد اکسایش عناصر از (-۷) تا $(+۷)$ می‌باشد. فلزها همواره با از دست دادن الکترون به یون مثبت تبدیل می‌شوند. بنابراین عدد اکسایش آن‌ها اغلب مثبت است؛ البته عدد اکسایش فلزها در حالت خنثی برابر صفر است.

پایین‌ترین عدد اکسایش $= -۱۸$ - شماره گروه
در نافلزها (کربن و گروه‌های ۱۵ تا ۱۷) - بالاترین عدد اکسایش = عدد یکان شماره گروه

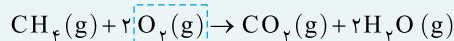
برخی از عناصرها در ترکیب‌های خود فقط یک نوع عدد اکسایش دارند که این عناصر را در جدول زیر مشاهده می‌کنید.

عنصر	فلزهای قلیایی (گروه ۱)	فلزهای قلیایی خاکی (گروه ۲)	آلومینیم (Al)	اسکاندیم (Sc)	روی (Zn)	نقره (Ag)	فلوئور (F)
عدد اکسایش	+۱	+۲	+۳	+۳	+۲	+۱	-۱

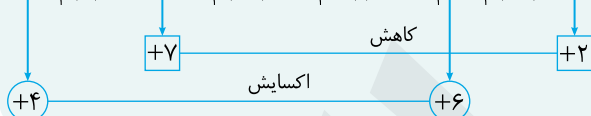
واکنش‌های اکسایش - کاهش

۱- اکنون با دانستن مفهوم عدد اکسایش می‌توان گفت واکنش‌های اکسایش و کاهش، واکنش‌هایی هستند که عدد اکسایش یک یا چند عنصر در آن‌ها تغییر می‌کند.

۲- اگر حداقل در یک سمت معادله واکنش، عنصری به حالت آزاد وجود داشته باشد، آن واکنش قطعاً اکسایش - کاهش است:



۳- اگر در معادله واکنشی عنصری به حالت آزاد وجود نداشته باشد، نمی‌توان نتیجه گرفت که اکسایش - کاهش نیست و باید اعداد اکسایش عناصرها در دو سمت معادله واکنش را مقایسه کرد:



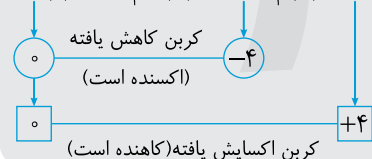
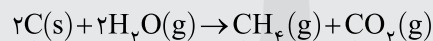
همیشه اکسنده یا همیشه کاهشنده

اگر گونه‌ای پایین‌ترین عدد اکسایش خود را داشته باشد:	بین پایین‌ترین و بالاترین	اگر گونه‌ای بالاترین عدد اکسایش خود را داشته باشد:
۱- فقط اکسایش می‌یابد.	۱- هم کاهش می‌یابد و هم اکسایش.	۱- فقط کاهش می‌یابد.
۲- فقط الکترون از دست می‌دهد.	۲- می‌تواند الکترون بگیرد یا از دست بدهد.	۲- فقط الکترون می‌گیرد.
۳- فقط کاهشنده است.	۳- هم می‌تواند اکسنده باشد و هم کاهشنده.	۳- فقط اکسنده است.

هم اکسنده و هم کاهشنده

در برخی از واکنش‌های اکسایش - کاهش یک عنصر ضمن دریافت الکترون و کاهش یافتن، الکترون نیز از دست داده و اکسایش می‌یابد؛ در واقع در این واکنش‌ها یک عنصر هم کاهشنده و هم اکسنده است.

اگر در یک واکنش، یک عنصر در دو طرف معادله دارای ۳ عدد اکسایش متفاوت باشد، آن عنصر هم اکسایش (کاهشنده است) و هم کاهش (اکسنده است) یافته است:



سلول الکترولیتی

در سلول‌های الکترولیتی با اعمال یک ولتاژ بیرونی و عبور جریان الکتریکی از درون محلول الکترولیت می‌توان یک واکنش شیمیایی را در خلاف جهت طبیعی پیش برد.

به واکنش تجزیه‌ای که در اثر عبور جریان الکتریکی صورت می‌گیرد، برقکافت گفته می‌شود.

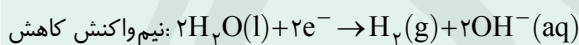
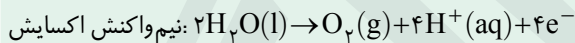
از سلول‌های الکترولیتی برای تجزیه محلول‌های یونی و ترکیب‌های یونی مذاب، آبکاری فلزها و ... استفاده می‌شود.

سلول الکترولیتی شامل دو الکترود (معمولاً از جنس گرافیت یا پلاتین) است که در یک محلول الکترولیت (بدون حضور دیواره متخلخل) قرار گرفته‌اند.

سلول الکترولیتی	سلول گالوانی
۱- انرژی الکتریکی را به انرژی شیمیایی تبدیل می‌کند.	۱- انرژی شیمیایی را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند.
۲- قطب (+) ← آند / قطب (-) ← کاتد	۲- قطب (+) ← کاتد / قطب (-) ← آند
۳- جهت حرکت الکترون‌ها: از آند (قطب +) به کاتد (قطب -)	۳- جهت حرکت الکترون‌ها: از آند (قطب -) به کاتد (قطب +)
۴- جهت حرکت یون‌ها:	۴- جهت حرکت یون‌ها:
کاتیون $\xrightarrow{\text{به سمت}}$ کاتد (قطب -)	کاتیون $\xrightarrow{\text{به سمت}}$ کاتد (قطب +)
آنیون $\xrightarrow{\text{به سمت}}$ آند (قطب +)	آنیون $\xrightarrow{\text{به سمت}}$ آند (قطب -)
۵- کاتیون‌ها در کاتد کاهش و آنیون‌ها در آند اکسایش می‌یابند.	۵- کاتیون‌ها در کاتد کاهش و آنیون‌ها در آند اکسایش می‌یابند.
۶- الکترودهای کاتدی و آندی درون یک الکترولیت قرار دارند.	۶- الکترودهای کاتدی و آندی درون الکترولیت‌های متفاوت قرار دارند.
۷- الکترودها بی‌اثر بوده و در واکنش شرکت نمی‌کنند و اغلب گرفتاری هستند.	۷- الکترودها اغلب در واکنش شرکت می‌کنند.
۸- سیمای کلی سلول الکترولیتی:	۸- سیمای کلی سلول گالوانی:

برقکافت آب یک نمونه از واکنش‌هایی است که درون سلول‌های الکترولیتی انجام می‌شود \leftarrow در این واکنش با مصرف انرژی الکتریکی، آب به عنصرهای سازنده خود تجزیه می‌شود.

نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش در فرایند برقکافت آب به صورت زیر است:



واکنش کلی در برقکافت آب به صورت $2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ است.

در محلول پیرامون آند غلظت H^+ زیاد است \leftarrow کاغذ pH به رنگ سرخ درمی‌آید.

در محلول پیرامون کاتد غلظت OH^- زیاد است \leftarrow کاغذ pH به رنگ آبی درمی‌آید.

برای برقکافت آب باید اندکی الکترولیت به آب افزوده شود.

در برقکافت آب در آند گاز O_2 و در کاتد گاز H_2 تولید می‌شود. حجم H_2 تولید شده، دو برابر O_2 تولید شده است.

فلز سدیم در طبیعت به حالت آزاد یافت نمی‌شود و در ترکیب‌های طبیعی و گوناگون خود تنها به شکل یون سدیم وجود دارد \leftarrow یون‌های سدیم بسیار پایدارتر از اتم‌های آن هستند.

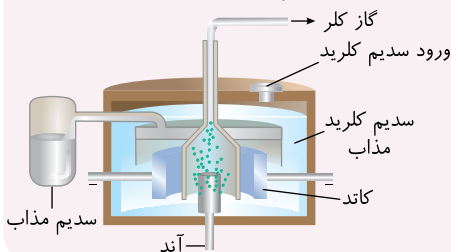
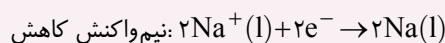
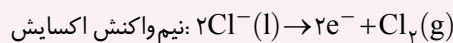
فلز سدیم را می‌توان از برقکافت سدیم کلرید مذاب در یک سلول الکترولیتی به دست آورد.

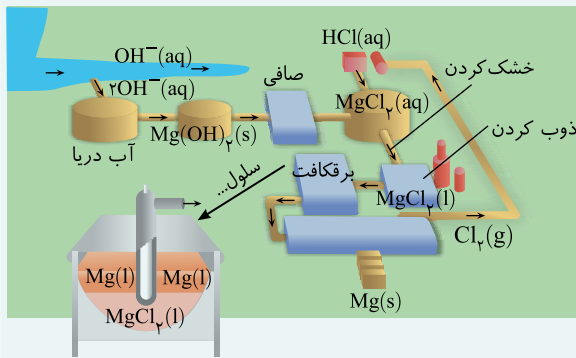
سدیم کلرید خالص در 801°C ذوب می‌شود. افزودن مقداری کلسیم کلرید به آن، دمای ذوب را تا حدود 587°C پایین می‌آورد که از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه‌تر است.

در صنعت برای تهیه فلز سدیم از سلول الکترولیتی دانه استفاده می‌شود. در این سلول برقکافت سدیم کلرید مذاب انجام می‌شود.

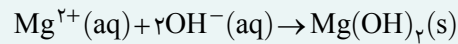
در سلول دانه در اطراف آند گاز کلر آزاد می‌شود و در اطراف کاتد سدیم

مذاب تولید می‌گردد:

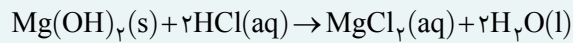




ابتدا Mg را به صورت ماده جامد و نامحلول $Mg(OH)_2$ رسوب می دهند:

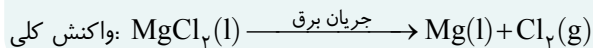
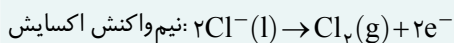
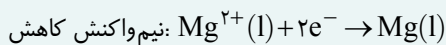


پس از عبور دادن $Mg(OH)_2$ از صافی واکنش زیر انجام می شود:



$MgCl_2$ به دست آمده را خشک کرده و سپس به صورت مذاب تبدیل می کنند.

سپس $MgCl_2$ مذاب را وارد سلول الکترولیتی کرده و برقکافت می کنند:



تهیه منیزیم از آب دریا

- 1- خوردگی به فرایند ترد شدن، خرد شدن و فرو ریختن فلزها بر اثر واکنش اکسایش - کاهش گفته می شود.
 - 2- خوردگی می تواند خطرات زیادی را برای ما ایجاد کند ← در این واکنش فلز اکسید شده و تبدیل به کاتیون می شود. نمونه هایی از خوردگی: 1- زنگ زدن آهن، 2- تیره شدن نقره، 3- زنگار سبز بر سطح مس
- پتانسیل کاهش اغلب فلزها منفی بوده اما پتانسیل کاهش اکسیژن مثبت است به همین دلیل اکسیژن به عنوان اکسنده تمایل دارد با گرفتن الکترون از فلزها، آن ها را اکسید کند.

خوردگی

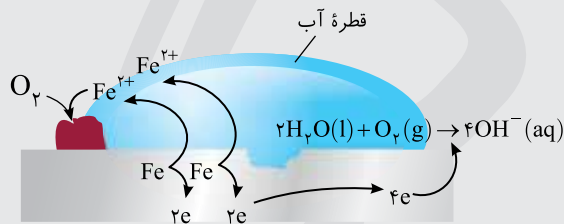
- 1- آهن پرمصرف ترین فلز در جهان است ← خوردگی آن خسارت های هنگفتی به اقتصاد کشورها وارد می کند.
- 2- هنگامی که وسایل آهنی در هوای مرطوب قرار گیرند، یک واکنش اکسایش - کاهش انجام می شود:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{غلظت اکسیژن در بخش کاتدی زیاد است.} \\ \text{غلظت اکسیژن در بخش آندی کم است.} \end{array} \right.$$

$$O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^{-} \rightarrow 4OH^{-}(aq)$$

$$Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^{-}$$
- 3- فرآورده نهایی خوردگی، زنگ آهن با فرمول شیمیایی $Fe(OH)_3$ است.
- 4- معادله کلی زنگ زدن آهن به صورت:

$$4Fe(s) + 6H_2O(l) + 3O_2(g) \rightarrow 4Fe(OH)_3(s)$$
- 5- سرعت زنگ زدن آهن در محیط های اسیدی و بازی:



محیط اسیدی و هر عاملی که $[H^{+}]$ را افزایش دهد ← افزایش سرعت زنگ زدن آهن
محیط بازی و هر عاملی که $[OH^{-}]$ را افزایش دهد ← کاهش سرعت زنگ زدن آهن

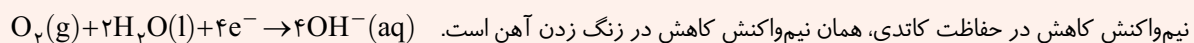
خوردگی آهن

- 1- ایجاد یک پوشش محافظ برای جلوگیری از رسیدن اکسیژن و رطوبت به آهن مانند رنگ زدن، قیر اندود کردن و روکش دادن، این روش نمی تواند به طور کامل از خوردگی پیشگیری کند ← به تدریج رطوبت و اکسیژن از روزنه های این پوشش ها به درون نفوذ کرده و به سطح آهن می رسند و خوردگی دوباره آغاز می شود.
- 2- حفاظت کاتدی: فلز دیگری که نسبت به آهن کاهنده قوی تری است را در کنار آهن قرار می دهند تا اگر شرایط مناسب برای زنگ زدن آهن فراهم شد، آن فلز به جای آهن دچار خوردگی شود.
- 3- در روش حفاظت کاتدی:

فلز با E° کوچک تر ← آند بوده و خورده می شود.

فلز با E° بزرگ تر ← کاتد بوده، محافظت می شود و خورده نمی شود، اما در واکنش کاهش شرکت نمی کند.

برای حفاظت کاتدی آهن، از فلزهای پایین Fe در سری الکتروشیمیایی استفاده می شود. (مثل Zn و Mg)



جلوگیری از خوردگی آهن

آهن گالوانیزه

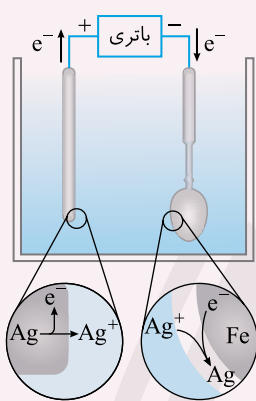
- آهن گالوانیزه (آهن سفید) ← ورقه‌های آهنی با پوششی از فلز روی که در ساخت تانکر آب، کانال کولر و ... به کار می‌رود.
- ۱- قطب منفی (آند): Zn (اکسایش می‌یابد) و قطب مثبت (کاتد): Fe (کاهش نمی‌یابد)
 - ۲- آهن گالوانیزه در برابر خوردگی } قبل از خراش ← آهن گالوانیزه دچار خوردگی نمی‌شود.
بعد از خراش ← Zn اکسید (خورده) می‌شود، Fe (کاتد) محافظت می‌شود.
 - ۳- نیم‌واکنش اکسایش در آند: $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^{-}$
 - ۴- نیم‌واکنش کاهش در کاتد: $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^{-} \rightarrow 4OH^{-}(aq)$

حلی

- حلی ← ورقه آهنی که با پوششی از لایه نازک فلز قلع برای ساخت قوطی‌های کنسرو و روغن نباتی استفاده می‌شود.
- ۱- قطب منفی (آند): Fe (اکسایش می‌یابد) و قطب مثبت (کاتد): Sn (کاهش نمی‌یابد)
 - ۲- حلی در برابر خوردگی } قبل از خراش ← حلی دچار خوردگی نمی‌شود.
بعد از خراش ← اکسید (خورده) می‌شود، Sn (کاتد) محافظت می‌شود.
 - ۳- نیم‌واکنش اکسایش در آند: $Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^{-}$
 - ۴- نیم‌واکنش کاهش در کاتد: $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^{-} \rightarrow 4OH^{-}(aq)$
 - ۵- ظروف بسته‌بندی مواد غذایی، از جنس ورق گالوانیزه یا حلی:
- الف) هر چند ورق گالوانیزه در مقابل خوردگی مقاوم است ولی برای ساخت ظروف بسته‌بندی مواد غذایی از ورق گالوانیزه استفاده نمی‌شود.
ب) اسیدهای موجود در مواد غذایی با فلز روی موجود در ورق گالوانیزه واکنش داده و باعث ورود کاتیون‌های Zn^{2+} به داخل مواد غذایی و فاسد شدن آن‌ها می‌شوند.

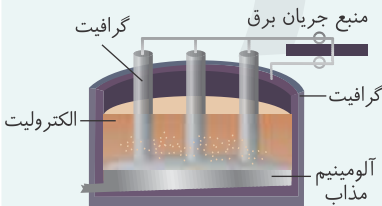
آبکاری

- خوردگی آهن یا مس سبب:
- ۱- از بین رفتن زیبایی وسایل ساخته شده از این فلزها می‌شود.
 - ۲- آسیب رساندن به سلامتی بدن می‌شود.
- ← به همین دلیل سطح اغلب این فلزها را با فلزهایی مانند نقره، کروم، نیکل و طلا می‌پوشانند. پوشاندن سطح یک فلز با لایه نازکی از فلزهای ارزشمند و مقاوم در برابر خوردگی، آبکاری نام دارد. این فرایند در سلول الکترولیتی انجام می‌شود.
- قطب مثبت (آند): فلز پوشاننده (Ag) و قطب منفی (کاتد): جسم مورد نظر (Fe)
- الکترولیت: حاوی کاتیون‌های فلز آند (Ag^{+})
- جسمی که به عنوان کاتد است باید رسانای جریان برق باشد.
- نیم‌واکنش‌ها مربوط به فلز پوشاننده است:
- نیم‌واکنش اکسایش: $Ag(s) \rightarrow Ag^{+}(aq) + e^{-}$
- نیم‌واکنش کاهش: $Ag^{+}(aq) + e^{-} \rightarrow Ag(s)$
- فلز پوشاننده در آند خورده شده و کاتیون‌های آن روی جسم مورد نظر در کاتد می‌نشینند.



فرایند هال

- آلومینیوم فلزی است که به سرعت در هوا اکسید می‌شود. اما این فلز با تشکیل لایه چسبنده و متراکم Al_2O_3 از ادامه اکسایش جلوگیری می‌کند ← لایه‌های زیرین برای مدت طولانی دست نخورده باقی می‌ماند و استحکام خود را حفظ می‌کند.
- این ویژگی آلومینیوم سبب استفاده از آن در ساخت لوازم خانگی، هواپیما، کشتی و ... شده است ← Al نقش کلیدی در صنایع گوناگون دارد و فناوری تولید آن بسیار ارزشمند است.
- Al در طبیعت به شکل ترکیب یافت می‌شود ← این فلز تنها از برق‌کافت نمک‌های مذاب آن به دست می‌آید.
- رایج‌ترین روش برای تولید Al، فرایند هال می‌باشد:
- $2Al_2O_3(s) + 3C(s) \rightarrow 4Al(l) + 3CO_2(g)$
- در سلول الکترولیتی این فرایند، آند و کاتد از جنس گرافیت می‌باشد.
- کاتد ← گرافیت‌های بدنه و کف سلول ← قطب منفی منبع جریان برق
- آند ← میله‌های گرافیتی داخل الکترولیت ← قطب مثبت منبع جریان برق
- فرایند هال به علت مصرف مقدار زیادی انرژی الکتریکی هزینه بالایی دارد ← با بازیافت فلز Al ضمن افزایش عمر یکی از مهم‌ترین منابع تجدیدناپذیر طبیعت می‌توان برخی از هزینه‌های تولید این فلز را کاهش داد.
- تولید قوطی‌های آلومینیومی از قوطی‌های کهنه فقط به ۷ درصد انرژی لازم برای تهیه همان تعداد قوطی از فرایند هال نیاز دارد.



شیمی جلوه‌های از هنر، زیبایی و ماندگاری

خلاصه نکات و مفاهیم اصلی

مواد سازنده آثار باستانی

شیمی دانشی است که به ما کمک می‌کند تا هوشمندانه از مواد در خلق آثار هنرمندانه، زیبا و ماندگار بهره ببریم. انسان از دیرباز مواد ضروری برای زندگی خود را از جای جای زمین تأمین کرده و برای رفع نیاز، آن‌ها را تغییر داده است. مواد اولیه که در ساخت آثار به جای مانده از گذشتگان استفاده شده است، افزون بر فراوانی و در دسترس بودن، باید واکنش‌پذیری کم، استحکام زیاد و پایداری مناسبی داشته باشند. شیمی‌دان‌ها ابتدا نوع، مقدار، ساختار و رفتار مواد سازنده آثار به‌جا مانده را بررسی کردند، سپس با بهره‌گیری از دانش شیمی توانستند به مواد جدیدتری دست یابند.

خاک رس مخلوطی از مواد گوناگون است. فرمول شیمیایی، نام، نوع جامد و درصد جرمی مواد سازنده خاک رس استخراج شده از یک معدن طلا به صورت زیر است:

فرمول شیمیایی	SiO _۲	Al _۲ O _۳	H _۲ O	Na _۲ O	Fe _۲ O _۳	MgO	Au و دیگر مواد
نام	سیلیس	آلومینیم اکسید	آب	سدیم اکسید	آهن (III) اکسید	منیزیم اکسید	طلا و دیگر مواد
نوع جامد	کوالانسی	یونی	مولکولی	یونی	یونی	یونی	فلزی
درصد جرمی	۴۶/۲۰	۳۷/۷۴	۱۳/۳۲	۱/۲۴	۰/۹۶	۰/۴۴	۰/۱

خاک رس

توجه مواد سازنده این نوع از خاک رس را مخلوطی از اکسیدها در بر می‌گیرد. در بین مواد سازنده خاک رس بیشترین درصد فراوانی مربوط به سیلیس (SiO_۲) و کمترین درصد فراوانی مربوط به طلا (Au) و دیگر مواد است:

Au و مواد دیگر > MgO > Fe_۲O_۳ > Na_۲O > H_۲O > Al_۲O_۳ > SiO_۲: مقایسه درصد فراوانی مواد سازنده خاک رس

سرخ‌فام بودن خاک رس به دلیل وجود آهن (III) اکسید (Fe_۲O_۳) می‌باشد. با حرارت دادن و پختن سفال‌های تهیه شده از این نوع رس (خاک رس معدن طلا)، جرم H_۲O کاهش می‌یابد ولی جرم سایر مواد تغییری نمی‌کند (درصد جرمی آن‌ها بیشتر هم می‌شود).

درصد جرمی

درصد جرمی هر ماده در نمونه، گرم آن را در صد گرم نمونه نشان می‌دهد:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم ماده مورد نظر}}{\text{جرم کل نمونه}} \times 100$$

$$\text{درصد جرمی محلول‌ها} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100$$

سیلیس، زیبا، سخت و ماندگار

سیلیسیم پس از اکسیژن فراوان‌ترین عنصر در پوسته جامد زمین است، به طوری که ترکیب‌های گوناگون این دو عنصر بیش از ۹۰٪ پوسته جامد زمین را تشکیل می‌دهند. ← سیلیس (SiO_۲) فراوان‌ترین اکسید در این لایه از سیاره ما به شمار می‌رود. کوارتز از جمله نمونه‌های خالص و ماسه از جمله نمونه‌های ناخالص سیلیس است. سیلیس افزون بر خاک‌های رس، یکی از سازنده‌های اصلی بسیاری از سنگ‌ها، صخره‌ها و نیز شن و ماسه است. شبکه بلوری سیلیس، ساختار منظمی از اتم‌های سیلیسیم و اکسیژن در سه بعد است. سیلیس، شامل شمار بسیار زیادی از اتم‌های Si و O با پیوندهای اشتراکی Si—O—Si بوده و دارای ساختاری به هم پیوسته و گول‌آساست. چند ویژگی سیلیس: ۱- در دما و فشار اتاق، جامد است. ۲- سختی بالایی دارد. ۳- دیرگداز است. ۴- مقاومت گرمایی بالایی دارد. ۵- وجود این ماده باعث استحکام و ماندگاری سازه‌های سنگی و نقش‌کننده‌های روی آن‌ها شده است. سیلیس به عنوان نماینده‌ای از جامدهای کوالانسی، در حالت خالص و تراش‌خورده، شفاف، زیبا و سخت است. سیلیس خالص به دلیل داشتن خواص نوری ویژه در ساخت منشورها و عدسی‌ها به کار می‌رود.

الماس و گرافیت

الماس	گرافیت
۱- الماس، جامدی کووالانسی است.	۱- گرافیت، جامدی کووالانسی است.
۲- یکی از دگرشکل‌های طبیعی کربن است.	۲- یکی از دگرشکل‌های طبیعی کربن است.
۳- الماس شبکه‌ای سه‌بعدی دارد.	۳- گرافیت شبکه‌ای دو‌بعدی و ساختاری لایه‌ای دارد.
۴- بسیار سخت و محکم است و ظاهری شفاف دارد.	۴- بسیار نرم و لغزنده است و ظاهری تیره دارد.
۵- الماس رسانایی الکتریکی نداشته و نارسانا است.	۵- گرافیت رسانای خوب جریان الکتریکی است.
۶- کاربرد: ساخت مته‌ها و ابزار برش شیشه و جواهرسازی	۶- کاربرد: استفاده در مغز مداد و الکتروود
۷- نوع پیوند بین اتم‌ها: پیوند اشتراکی	۷- نوع پیوند بین اتم‌ها: پیوند اشتراکی

مقایسه الماس و گرافیت:

الماس > گرافیت: مقایسه پایداری \Rightarrow گرافیت > الماس: مقایسه سطح انرژیگرافیت > الماس: مقایسه انرژی پتانسیل \Rightarrow گرافیت > الماس: مقایسه گرمای آزاد شده در واکنش سوختنمقایسه چگالی: $\frac{\text{گرافیت}}{\text{الماس}} > 1$
 $\frac{2/27 \text{ g.cm}^{-3}}{3/51 \text{ g.cm}^{-3}}$

چند نکته در مورد کربن و سیلیسیم

کربن (C) و سیلیسیم (Si) هر دو متعلق به گروه ۱۴ جدول دوره‌ای بوده و در لایه ظرفیت خود ۴ الکترون دارند. C یک نافلز است که فقط به حالت گرافیت رسانایی الکتریکی بالایی دارد در حالی که Si شبه فلز است و رسانایی الکتریکی کمی دارد. Si سومین عنصر فراوان زمین و C سومین عنصر فراوان سیاره مشتری است.

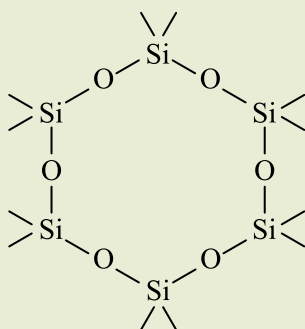
سیلیسیم، فسفر و گوگرد از جمله عنصرهای اکسیژن دوست هستند به طوری که در طبیعت به شکل نمک‌های اکسیژن‌دار یافت می‌شوند. یکی از یون‌های چند اتمی که سیلیسیم با اکسیژن تشکیل می‌دهد یون سیلیکات با فرمول SiO_4^{4-} است.

سیلیسیم کربید (SiC) یک جامد کووالانسی و ساینده ارزان است که در تهیه سنباده به کار می‌رود. نقطه ذوب الماس بالاتر از نقطه ذوب سیلیسیم است زیرا آنتالپی پیوند C—C بیشتر از Si—Si است. سه جامد کووالانسی سیلیسیم (Si) و سیلیسیم کربید (SiC) و الماس ساختاری مشابه دارند و مقایسه سختی آن‌ها به صورت زیر است: مقایسه سختی: $\text{SiC(s)} > \text{Si(s)} > \text{C(s)}$ (الماس، SiC)

مقایسه نقطه ذوب جامدهای کووالانسی الماس، سیلیسیم، سیلیسیم کربید و سیلیس به صورت زیر است: مقایسه نقطه ذوب سیلیسیم > سیلیس > سیلیسیم کربید > الماس: مقایسه نقطه ذوب

سیلیس (SiO₂(s))

- ۱- خالص، شفاف و سخت است.
- ۲- دارای آرایش منظم و سه‌بعدی با تشکیل حلقه‌های شش گوشه‌ای.
- ۳- سیلیس، جامد کووالانسی است.
- ۴- سیلیس نقطه ذوب بالایی دارد و دیرگداز است.
- ۵- فقط دارای پیوند اشتراکی بین اتم‌ها.

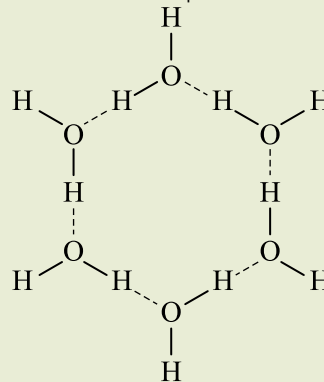


توجه در رأس شش‌ضلعی‌ها اتم سیلیسیم قرار دارد.

۶- هر ضلع شش‌ضلعی از دو پیوند اشتراکی (Si—O—Si) و O—Si تشکیل شده است.

یخ (H₂O(s))

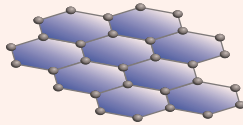
- ۱- خالص، شفاف و سخت است.
- ۲- دارای آرایش منظم و سه‌بعدی با تشکیل حلقه‌های شش گوشه‌ای.
- ۳- یخ، جامد مولکولی است.
- ۴- یخ نقطه ذوب پایینی دارد و زودگداز است.
- ۵- دارای پیوند اشتراکی بین اتم‌ها و پیوند هیدروژنی بین مولکول‌ها.



توجه در رأس شش‌ضلعی‌ها اتم اکسیژن قرار دارد.

۶- هر ضلع این شش‌ضلعی از یک پیوند اشتراکی O—H و یک پیوند هیدروژنی O...H تشکیل شده است.

مقایسه یخ و سیلیس



گرافن، تک لایه‌ای از گرافیت است. در گرافن اتم‌های کربن با پیوندهای اشتراکی حلقه‌های شش گوشه تشکیل داده‌اند. ساختار گرافن استحکام ویژه‌ای دارد به طوری که مقاومت کششی آن حدود ۱۰۰ برابر فولاد است. از آنجا که ضخامت گرافن به اندازه یک اتم کربن است می‌توان آن را یک گونه شیمیایی دوبعدی دانست. گرافن شفاف و انعطاف‌پذیر است. (برخلاف گرافیت) یک روش ساده برای تهیه گرافن جدا کردن لایه‌های گرافیت با استفاده از نوار چسب است.

جامدهای کووالانسی	مواد مولکولی
۱- در ساختار یک جامد کووالانسی، شمار بسیار زیادی اتم با پیوندهای اشتراکی به یکدیگر متصل شده‌اند.	۱- شمار معینی اتم با پیوند (های) اشتراکی به هم متصل شده و مولکول‌ها را می‌سازند.
۲- در ساختار جامدهای کووالانسی مولکول‌های مجزا و مستقل نداریم. اتم‌ها، واحدهای سازنده جامدهای کووالانسی هستند.	۲- مولکول‌ها، واحدهای سازنده مواد مولکولی هستند.
۳- جامدهای کووالانسی نیروی بین مولکولی ندارند. چون مولکول ندارند.	۳- در مواد مولکولی نیروهای بین مولکولی وجود دارد.
۴- برای تبدیل جامدهای کووالانسی به حالت مایع و بخار باید بر پیوندهای اشتراکی بین اتم‌ها غلبه کرد.	۴- رفتار فیزیکی مواد مولکولی (آنتالپی تبخیر و نقطه ذوب و جوش و...) به نوع و قدرت نیروهای بین مولکولی بستگی دارد.
۵- اغلب جامدهای کووالانسی سخت و شکننده هستند. (به جز گرافیت)	توجه رفتار شیمیایی مواد مولکولی به طور عمده به پیوندهای اشتراکی و جفت الکترون‌های ناپیوندی موجود در مولکول وابسته است.
۶- جامدهای کووالانسی رسانای جریان برق نیستند. (به جز گرافیت و سیلیسیم)	۵- اغلب مواد مولکولی سخت و شکننده نیستند.
۷- نقطه ذوب جامدهای کووالانسی بالا است.	۶- جامدهای مولکولی رسانای جریان برق نیستند.
۸- عنصرهایی که جزء مواد کووالانسی هستند:	۷- نقطه ذوب اغلب مواد مولکولی پایین است.
از گروه ۱۴ (C, Si, Ge) + از گروه ۱۳ بور (B) + از گروه ۱۵ آرسنیک (As)	۸- عنصرهایی که جزء مواد مولکولی هستند:
۹- تنوع و شمار جامدهای کووالانسی کمتر از مواد مولکولی است.	اکسیژن (O _۲) + هیدروژن (H _۲) + نیتروژن (N _۲) + عنصرهای گروه ۱۷
	۹- ترکیب‌هایی که در دما و فشار اتاق به حالت مایع هستند جزء مواد مولکولی به شمار می‌روند.

شیمی‌دان‌ها برای نمایش توزیع الکترون‌ها و بررسی تراکم بار الکتریکی روی اتم‌های سازنده یک گونه شیمیایی از نقشه پتانسیل الکتریکی استفاده می‌کنند. نمونه‌ای از نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی در مولکول‌های دو اتمی:

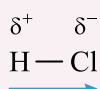


آ) احتمال حضور جفت الکترون پیوندی پیرامون هسته اتم کلر بیشتر بوده زیرا خاصیت نافلزی آن بیشتر است. از این رو احتمال حضور الکترون‌های پیوندی روی هسته‌ها، یکسان و متقارن نیست.

ب) احتمال حضور جفت الکترون پیوندی در فضای بین دو هسته بیشتر است، گویی بیشتر وقت خود را آنجا می‌گذرانند، از این رو احتمال حضور آن‌ها روی هسته‌ها، یکسان و متقارن است.

توجه کنید که رنگ سرخ تراکم بیشتر و رنگ آبی تراکم کمتر بار الکتریکی را نشان می‌دهد.

پیوند بین دو اتم غیر یکسان را می‌توان با یک بردار که نوک بردار در جهت اتمی با بار جزئی منفی (δ^-) است نشان داد. مانند:



مولکول‌های قطبی و ناقطبی

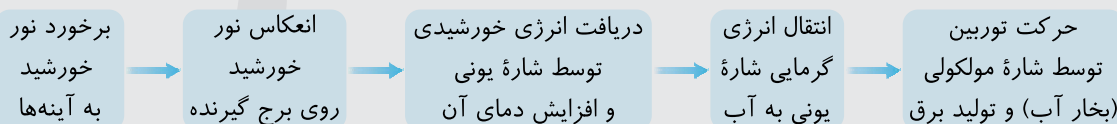
- مولکول‌های قطبی
- در این مولکول‌ها توزیع الکترون‌ها یکنواخت نبوده و تراکم بار الکتریکی روی اتم‌های سازنده مولکول یکسان نیست.
 - به اتمی که تراکم بار الکتریکی روی آن بیشتر است، بار جزئی منفی (δ^-) و به دیگری بار جزئی مثبت (δ^+) نسبت می‌دهند.
 - به دلیل داشتن دو سر مثبت و منفی، هنگام قرار گرفتن در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند.
 - بدیهی است چنین مولکول‌هایی گشتاور دوقطبی بزرگ‌تر از صفر دارند.
 - مولکول‌های دو اتمی ناجور هسته (مولکول‌هایی که دو اتم متفاوت دارند) قطبی هستند.
- مولکول‌های ناقطبی
- در این مولکول‌ها الکترون‌ها به طور یکنواخت و متقارن توزیع شده‌اند.
 - فاقد سرهای مثبت و منفی هستند.
 - در صورت قرار گرفتن در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کنند.
 - گشتاور دوقطبی آن‌ها برابر صفر یا تقریباً برابر صفر می‌باشد.
 - مولکول‌های دو اتمی ناجور هسته (مولکول‌هایی که دو اتم متفاوت دارند) ناقطبی هستند.

بررسی قطبی بودن مولکول با توجه به ساختار لوویس

- شرط قطبی بودن مولکول
- مولکول‌های دو اتمی: اگر دو اتم متصل به هم یکسان نباشند (مولکول‌های دو اتمی ناجور هسته) قطبی هستند، مانند: HF
 - مولکول‌های چند اتمی: اگر یکی از دو شرط زیر را دارا باشد قطبی هستند:
 - (الف) اتم مرکزی دارای جفت الکترون ناپیوندی باشد، مانند: NF_3 ، SO_2 ، H_2O ، O_3 و ...
 - (ب) اتم‌های پیرامون اتم مرکزی متفاوت باشند، مانند: CHCl_3 ، HCN و N_2O
 - همه مولکول‌هایی که از یک نوع اتم تشکیل شده باشند الزاماً ناقطبی نیستند، مانند: O_3
 - تمام مولکول‌هایی که شکل خمیده دارند قطبی هستند. مانند: H_2O و SO_2
- توجه** در شکل‌های خمیده، اتم مرکزی به دو اتم دیگر متصل شده و دارای یک یا دو جفت الکترون ناپیوندی است.
- مولکول‌های دی‌متیل اتر ($\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_3$) و کربونیل سولفید (SCO) و کلروفرم (CHCl_3) قطبی است.
- شرط ناقطبی بودن مولکول
- مولکول‌های دو اتمی: اگر دو اتم متصل به هم یکسان باشند (مولکول‌های دو اتمی جور هسته) ناقطبی هستند، مانند: H_2 ، F_2 ، ...
 - اتم مرکزی فاقد جفت الکترون ناپیوندی بوده و با پیوندهای اشتراکی به اتم‌های یکسانی متصل باشد مانند: CO_2 ، SO_2 ، CH_4 و CCl_4
 - مولکول‌های خطی (مولکول‌هایی که اتم مرکزی فاقد جفت ناپیوندی است و به دو اتم دیگر متصل شده است). می‌توانند قطبی یا ناقطبی باشند. مثلاً HCN و CO_2 هر دو خطی هستند، HCN قطبی و CO_2 ناقطبی است.
 - تمام هیدروکربن‌ها (آلکان‌ها، آلکن‌ها و آلکین‌ها) ناقطبی هستند مثلاً پروپان و اتان و اتین ناقطبی هستند.

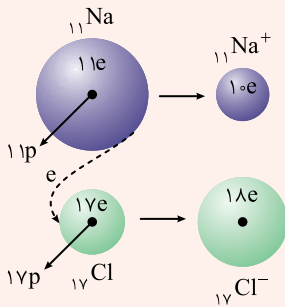
هنرنامه‌ی شماره (سیال)‌های مولکولی و یونی برای تولید برق

خورشید منبعی تجدیدپذیر است که انرژی خود را با پرتوهای الکترومغناطیسی به سوی ما گسیل می‌دهد. بهره‌گیری بیشتر از این انرژی پاک، کاهش ردپای زیست محیطی را به دنبال خواهد داشت ← دانشمندان برای استفاده بهینه از انرژی خدادادی و رایگان خورشید به دنبال فناوری‌هایی هستند که بتوانند بخشی از آن را ذخیره نموده و به شکل انرژی الکتریکی وارد چرخه مصرف نمایند. در فناوری پیشرفته برای تولید انرژی الکتریکی از پرتوهای خورشیدی با متمرکز شدن پرتوهای خورشیدی دمای شاره افزایش پیدا کرده و این شاره بسیار داغ به منبع ذخیره انرژی گرمایی سرازیر می‌شود تا حتی در روزهای ابری و شب هنگام، انرژی لازم برای تبدیل آب به بخار داغ را فراهم کند. بخار داغ، توربین را برای تولید انرژی الکتریکی به حرکت در می‌آورد.



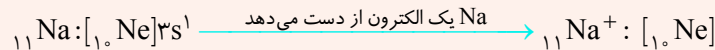
در این فناوری از ماده‌ای به عنوان شاره استفاده می‌شود که تفاوت بین نقطه ذوب و جوش آن بیشتر باشد ← شاره در گستره دمایی بیشتری به حالت مایع بوده و نیروهای جاذبه میان ذره‌های سازنده مایع قوی‌تر باشد. در ضمن بین NaCl ، HF و N_2 از NaCl به عنوان شاره استفاده می‌شود زیرا اختلاف بین نقطه ذوب و جوش آن بیشتر است. شاره یونی (سدیم کلرید) به عنوان منبع ذخیره انرژی گرمایی عمل می‌کند در حالی که شاره مولکولی (بخار آب) برای به حرکت در آوردن توربین مولد الکتریکی به کار می‌رود.

گستره دمایی سدیم کلرید مذاب در این فناوری در حدود 135°C - 85°C است، گستره دمایی که برای مواد مولکولی نمی‌توان انتظار داشت!

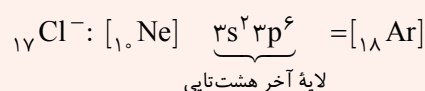
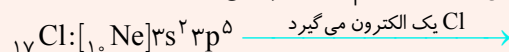


هر ترکیب یونی دوتایی (مانند NaCl) را می‌توان فراورده واکنش یک فلز با یک نافلز دانست. در واکنش‌هایی که منجر به تشکیل ترکیب یونی می‌شوند، اتم‌ها با یکدیگر الکترون داد و ستد می‌کنند به این صورت که اتم‌های فلز با از دست دادن الکترون و اتم‌های نافلز با به دست آوردن الکترون به ترتیب به کاتیون‌ها و آنیون‌ها تبدیل می‌شوند.

در تشکیل ترکیب‌های یونی اتم‌های فلز با از دست دادن الکترون به آرایش گاز نجیب دوره قبل از خود می‌رسند:

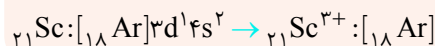


اتم‌های نافلز با گرفتن الکترون به آرایش گاز نجیب هم دوره خود می‌رسند:



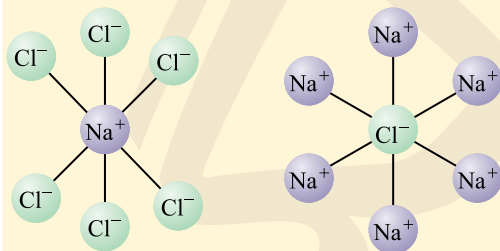
از واکنش فلز سدیم با گاز کلر، جامد یونی سفید رنگی برجای می‌ماند که همان نمک خوراکی است. نور و گرمای آزاد شده در این واکنش نشان می‌دهد که بسیار گرماده است.

پس از تشکیل ترکیب‌های یونی، یون‌های تشکیل شده نسبت به عناصر اولیه، پایدارتر بوده و سطح انرژی پایین‌تری دارند. عناصر واسطه با تشکیل کاتیون اغلب به آرایش گاز نجیب نمی‌رسند و فقط تعداد کمی از آن‌ها مانند اسکاندیم و عنصرهای هم‌گروه آن با از دست دادن الکترون به آرایش گاز نجیب دوره قبل از خود می‌رسند.



واژه شبکه بلوری برای توصیف آرایش سه‌بعدی و منظم اتم‌ها، مولکول‌ها و یون‌ها در حالت جامد به کار می‌رود.

پس از داد و ستد الکترون و تشکیل یون‌ها، میان یون‌های ناهم‌نام، نیروی جاذبه و میان یون‌های هم‌نام، نیروی دافعه پدید می‌آید. نیروهای جاذبه و دافعه به شمار معینی از یون‌ها محدود نمی‌شود بلکه میان همه یون‌ها و در فاصله‌های گوناگون وارد می‌شود. وجود جامدهای یونی در طبیعت نشان می‌دهد که نیروهای جاذبه میان یون‌های ناهم‌نام بر نیروهای دافعه میان یون‌های هم‌نام غالب است. غالب بودن جاذبه بر دافعه سبب می‌شود که شمار بسیار زیادی یون به سوی یکدیگر کشیده شوند. چنین روندی، دلیل پدید آمدن آرایش منظمی از یون‌ها در سه بعد و تشکیل شبکه بلوری جامد یونی است.



به شمار نزدیک‌ترین یون‌های ناهم‌نام پیرامون هر یون، عدد کوئوردیناسیون می‌گویند.

* عدد کوئوردیناسیون یون‌های مثبت و منفی در بلور سدیم کلرید با یکدیگر مساوی و برابر ۶ است.

فرمول شیمیایی هر ترکیب یونی ساده‌ترین نسبت کاتیون‌ها و آنیون‌های سازنده آن را نشان می‌دهد. به کار بردن واژه‌هایی مانند مولکول و فرمول مولکولی برای توصیف ترکیب‌های یونی درست نیست.

هر چند مجموع بار آنیون‌ها با مجموع بار کاتیون‌ها در یک شبکه بلوری برابر و شبکه بلوری خنثی است، اما لزومی ندارد که حتماً شمار آنیون‌ها با شمار کاتیون‌ها برابر باشد:



هنگامی که اتم یک فلز الکترون از دست می‌دهد و تبدیل به کاتیون می‌شود، جاذبه هسته بر روی الکترون‌های باقی‌مانده بیشتر می‌شود و در نتیجه شعاع آن کاهش می‌یابد.

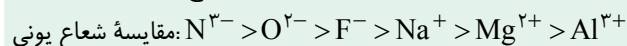
شعاع اتمی فلز < شعاع کاتیون آن

هنگامی که اتم یک نافلز الکترون می‌گیرد و تبدیل به آنیون می‌شود، جاذبه هسته بر روی الکترون‌های ظرفیتی کمتر می‌شود و در نتیجه شعاع آن افزایش می‌یابد.

شعاع اتمی نافلز > شعاع آنیون آن

در هر گروه از بالا به پایین شعاع یونی نیز مانند شعاع اتمی افزایش می‌یابد.

در میان یون‌های هم‌الکترون هر چه بار یون مثبت‌تر باشد، شعاع یونی کوچک‌تر و هر چه بار یون منفی‌تر باشد، شعاع یونی بزرگ‌تر است:



تشکیل ترکیب یونی

شبکه بلوری

شعاع یونی

چگالی بار یونها

کمیتی است که می‌تواند برای مقایسه میزان برهم‌کنش میان یونها به کار رود. چگالی بار یون هم‌ارز است با:

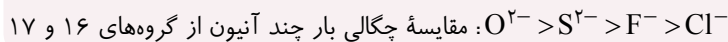
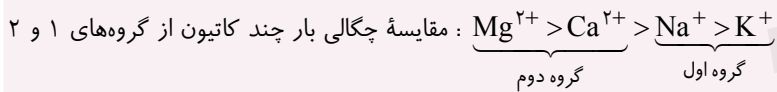
$$\text{چگالی بار یون} \rightarrow \frac{\text{مقدار بار یون}}{\text{شعاع یون}} \text{ یا } \frac{\text{بار خالص یون}}{\text{حجم یون}}$$

در هر گروه از بالا به پایین چگالی بار یون کاهش می‌یابد زیرا:

- ۱- مقدار بار یونها برابر است.
- ۲- شعاع یونها افزایش می‌یابد.

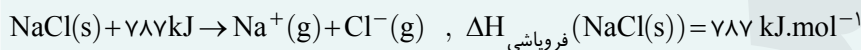
هر چه چگالی بار آنیون و چگالی بار کاتیون بیشتر باشد:

نیروی جاذبه میان یونها بیشتر ← استحکام و پایداری شبکه بیشتر ← فروپاشی شبکه و جدا کردن کامل یونها دشوارتر
دو مقایسه مهم درباره چگالی بار یونها:



آنتالپی فروپاشی شبکه

آنتالپی فروپاشی شبکه ($\Delta H_{\text{فروپاشی}}$): گرمای مصرف شده در فشار ثابت، برای فروپاشی یک مول از شبکه یونی و تبدیل آن به یون‌های گازی سازنده آن. بنابراین $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ همواره عددی مثبت است.



مقایسه آنتالپی فروپاشی شبکه بدون استفاده از چگالی بار:

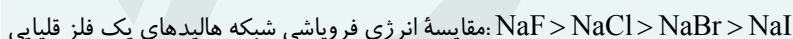
۱- با بار کاتیون و آنیون سازنده شبکه رابطه مستقیم دارد. (هر چه بار بیشتر \Leftarrow آنتالپی فروپاشی بیشتر)



۲- هر چه حاصل (بار کاتیون \times بار آنیون \times تعداد یون در یک واحد فرمولی) = A بیشتر باشد، آنتالپی فروپاشی بیشتر است.



۳- با شعاع آنیون و کاتیون سازنده شبکه رابطه عکس دارد.



هر چه چگالی بار یون‌های سازنده یک جامد یونی بیشتر باشد، شبکه آن دشوارتر فروپاشیده می‌شود و نیروی جاذبه میان آنها قوی‌تر است.

اغلب هر چه آنتالپی فروپاشی شبکه یک ترکیب یونی بیشتر باشد، نقطه ذوب آن نیز بالاتر است؛ بنابراین برای مقایسه نقطه ذوب ترکیب‌های یونی، باید آنتالپی فروپاشی شبکه آنها را مقایسه کرد.

ترکیب‌های یونی رسانا یا نارسانا

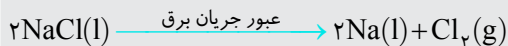
ترکیب‌های یونی در حالت جامد (s) رسانای جریان برق نیستند:

ترکیب‌های یونی در حالت جامد ← یونها ثابت‌اند و تقریباً بی‌حرکت ← نارسانا هستند.

ترکیب‌های یونی در حالت مذاب (l) یا محلول (aq) رسانای جریان برق هستند:

ترکیب‌های یونی در حالت مذاب و محلولی ← یونها آزادانه حرکت می‌کنند. ← رسانا هستند.

عبور جریان برق از ترکیب‌های یونی ضمن انجام یک واکنش شیمیایی باعث تجزیه آنها می‌شود:



ترکیب‌های یونی سخت و شکننده هستند و خاصیت چکش‌خواری ندارند:

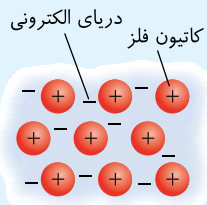
وارد کردن ضربه ← یون‌های هم‌نام کنار هم ← جابه‌جایی یونها و قرار گرفتن ← ایجاد دافعه شدید و ← به هم ریختن شبکه بلور ← ترکیب‌های یونی شکننده بوده و چکش‌خوار نیستند.

پس از دورهٔ سنگی، در دورهٔ برنز و سپس آهن، جوامع دچار دگرگونی و رشد چشمگیری شدند و این خود نشان از جایگاه برجستهٔ فلزها در تمدن بشری دارد.

فلزها هنوز هم کلید رشد، گسترش و ارتقای کیفیت زندگی به شمار می‌روند.

فلزها بخش عمدهٔ عنصرهای جدول دوره‌ای را تشکیل می‌دهند و در هر چهار دستهٔ s, p, d, و f جای دارند اما رفتارهای فیزیکی و شیمیایی متنوعی دارند:

{ رفتار فیزیکی: داشتن جلا، رسانایی الکتریکی، رسانایی گرمایی و شکل پذیری
رفتارهای شیمیایی: واکنش پذیری و تنوع اعداد اکسایش



مدل دریای الکترونی یک الگوی ساده از شبکهٔ بلوری فلزها را نشان می‌دهد و برای توجیه برخی رفتارهای فیزیکی آن‌ها (مانند رسانایی الکتریکی و چکش خواری) ارائه شده است.

بر اساس مدل دریای الکترونی، ساختار فلزها آرایش منظمی از کاتیون‌ها در سه بعد است که در فضای میان آن‌ها سست‌ترین الکترون‌های موجود در اتم (الکترون‌های ظرفیت) دریایی را ساخته‌اند و در آن آزادانه جابه‌جا می‌شوند.

دریای الکترونی عاملی است که چیدمان کاتیون‌ها را در شبکه بلوری فلز حفظ می‌کند.

احساس و درک رنگ به دلیل نورهایی است که از محیط پیرامون به چشم ما می‌رسد ← این نورها همان پرتوهای الکترومغناطیسی بوده که طول موج آن‌ها در گستره ۴۰۰nm تا ۷۰۰nm است.

اگر یک نمونهٔ ماده همهٔ طول موج‌های مرئی را بازتاب کند، به رنگ سفید و اگر همهٔ آن‌ها را جذب کند، به رنگ سیاه دیده می‌شود. ← مواد رنگی بخشی از نور سفید تابیده شده را جذب و باقی‌ماندهٔ آن را عبور می‌دهند یا بازتاب می‌کنند.



سازندهٔ اصلی یک مادهٔ رنگی که به آن رنگ می‌بخشد، رنگ‌دانه نام دارد، برای نمونه TiO_2 و Fe_2O_3 و دوده از جمله رنگ‌دانه‌های معدنی هستند که به ترتیب رنگ‌های سفید، قرمز و سیاه ایجاد می‌کنند.

رنگ‌هایی که برای پوشش سطح استفاده می‌شوند، نوعی کلئید هستند که لایهٔ نازکی روی سطح ایجاد می‌کنند تا افزون بر زیبایی، مانع خوردگی در برابر اکسیژن، رطوبت و مواد شیمیایی گردد.

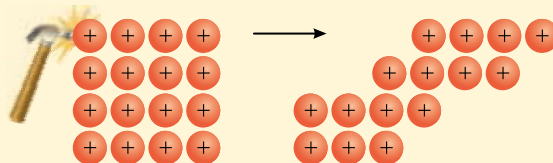
محلول نمک‌های وانادیم (V)، وانادیم (IV)، وانادیم (III) و وانادیم (II) به ترتیب به رنگ‌های زرد، آبی، سبز و بنفش دیده می‌شوند.



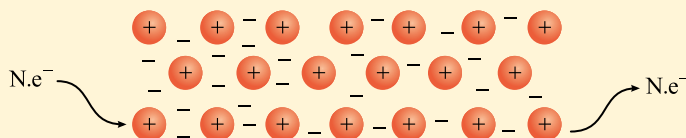
محلولی از نمک وانادیم (V)

محلولی از نمک وانادیم (IV) وانادیم (III) وانادیم (II)

فلزها خاصیت چکش‌خواری و شکل‌پذیری دارند، زیرا در اثر وارد کردن ضربه به آن‌ها لایه‌ای از کاتیون‌ها روی هم می‌لغزند اما دریای الکترونی هم جابه‌جا شده و دوباره در فضای بین کاتیون‌ها قرار می‌گیرد.



فلزها در تمام حالت‌ها (حالت جامد و حالت مذاب) رسانایی الکتریکی دارند، در واقع به دلیل جابه‌جایی آزادانهٔ الکترون‌ها در دریای الکترونی، الکترون‌ها می‌توانند از یک منبع مثلاً باتری وارد فلز شده و برای حفظ تعادل بین دریای الکترونی و کاتیون‌ها، در شبکه باقی‌مانده و خارج شوند. این جاری شدن الکترون موجب رسانایی می‌شود.



تیتانیم، فلزی فراتر از انتظار

هر فلز افزون بر رفتارهای مشترک با سایر فلزها، رفتارهای ویژه خود را نیز دارد ← فلزهای دسته d همانند فلزهای دسته s و p دارای ویژگی‌هایی مانند جلا، رسانایی الکتریکی، رسانایی گرمایی و نیز شکل‌پذیری هستند، اما در ویژگی‌هایی مانند سختی، نقطه ذوب و تنوع اعداد اکسایش با آن‌ها تفاوت دارند.

تیتانیم (Ti_{44}) با ویژگی‌های باور نکردنی، فلزی فراتر از انتظار است. این فلز بسیار سبک بوده و دارای نقطه ذوب بالایی می‌باشد. همچنین فلز تیتانیم در برابر خوردگی و سایش نیز مقاوم است و با ذره‌های موجود در آب دریا به میزان ناچیزی واکنش می‌دهد. کاربردهای تیتانیم در صنعت:

- ۱- استفاده در ساخت بدنه دوچرخه ← علت ← چگالی کم و داشتن استحکام بالا
- ۲- استفاده در ساخت موتور جت ← علت ← داشتن نقطه ذوب بالا و داشتن چگالی کم
- ۳- ساخت پروانه کشتی‌های اقیانوس‌پیما ← علت ← واکنش ندادن با ذره‌های موجود در آب دریا
- ۴- ساخت بناهای هنرمندانه، زیبا و ماندگار ← علت ← مقاومت در برابر خوردگی و سایش و داشتن جلا

تیتانیم به شکل آلیاژهای گوناگون نیز کاربرد گسترده‌ای در صنعت دارد ← نیتینول آلیاژی از Ni و Ti بوده که به آلیاژ هوشمند معروف است. تیتانیم در ساخت فرآورده‌های صنعتی و پزشکی مانند: سازه فلزی در ارتودنسی، استنت برای رگ‌ها و قاب عینک به کار می‌رود.

مقایسه تیتانیم و فولاد

نقطه ذوب و مقاومت در برابر خوردگی تیتانیم بیشتر از فولاد است.

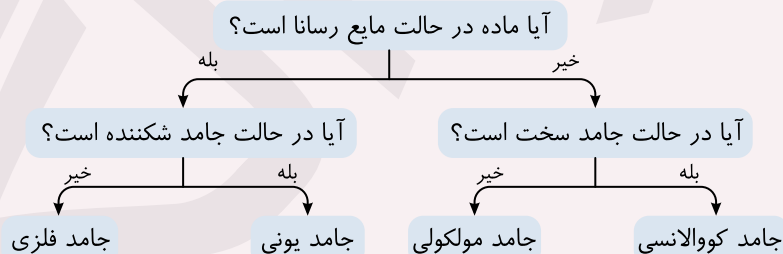
چگالی و واکنش با ذره‌های آب در فولاد بیشتر از تیتانیم است.

مقاومت در برابر سایش تیتانیم و فولاد تقریباً برابر است.

روش تشخیص انواع جامدهای بلوری

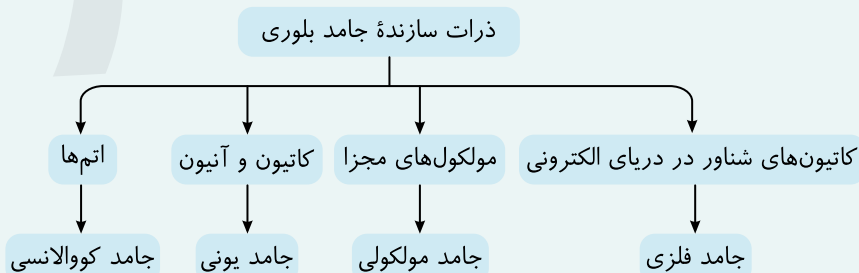
جامدهای یونی برخلاف جامدهای فلزی سخت و شکننده هستند.

جامدهای فلزی و یونی برخلاف جامدهای مولکولی و کووالانسی رسانای جریان برق هستند.

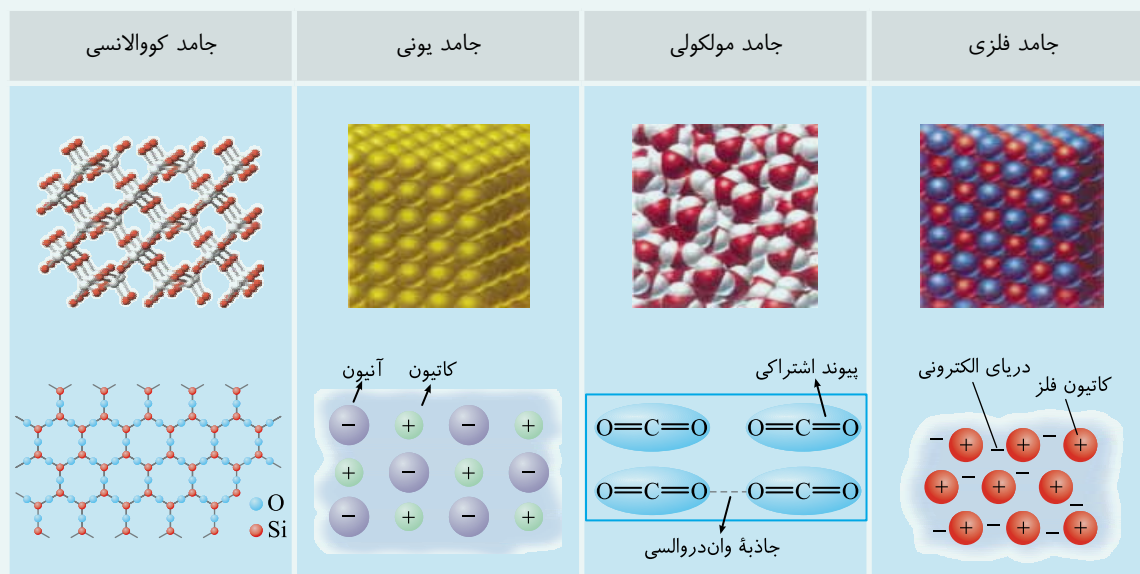


مقایسه ساختار ذره‌ای انواع جامدهای بلوری

ذره‌های سازنده انواع جامدهای بلوری با هم متفاوت است، با دانستن نوع ذرات سازنده یک جامد می‌توان به نوع جامد پی‌برد.



مقایسه ساختار ذره‌های جامدهای بلوری:



مقایسه ساختار ذره‌های انواع جامدهای بلوری

جامد کووالانسی	جامد یونی	جامد مولکولی	جامد فلزی	
اتم‌ها	کاتیون‌ها + آنیون	مولکول‌های مجزا	کاتیون‌ها + دریای الکترونی	ذره‌های سازنده بلور
نارسانا (گرافیت رسانا است.)	نارسانا (به جزء در حالت مذاب + محلول)	نارسانا	همواره رسانا	رسانایی الکتریکی
خیلی بالا	بالا	پایین	اغلب بالا	دمای ذوب نسبی
بسیار سخت	سخت و شکننده	اغلب نرم (یخ سخت است)	برخی نرم و اغلب سخت	سختی
۱- الماس و گرافیت ۲- سیلیسیم (Si) ۳- سیلیس (SiO _۲) ۴- سیلیسیم کربید (SiC)	۱- اسیدهای فلزی (MgO و Na _۲ O) ۲- هیدرید فلزی (CaH _۲ و NaOH) ۳- AlF _۳ و Al _۲ O _۳ ۴- فلز + نافلز (به جز B و Be) ۵- سدیم سیلیکات (Na _۴ SiO _۴)	۱- یخ (I _۲ (s)) ۲- یخ (H _۲ O(s)) ۳- اتانول (C _۲ H _۵ OH) ۴- فسفر سفید (P _۴ (s)) ۵- یخ خشک (CO _۲ (s))	تمام فلزهای جدول دوره‌ای Fe, Al, Mg, Na, Sb, Sn, ...	مثال‌های مهم

هر چهار جامد بلوری در یک نگاه

شیمی، راهی به سوی آینده‌های روشن‌تر

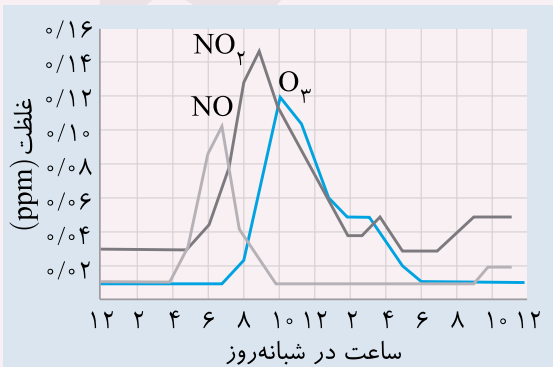
خلاصه نکات و مفاهیم اصلی

نقش دانش شیمی در برطرف کردن چالش‌های زندگی

- ۱- رشد و پیشرفت هر جامعه تنها در سایه تلاش هدفمند و آگاهانه افراد خبره دست یافتنی است.
- ۲- از جمله پیامدهای رشد و پیشرفت جامعه می‌توان دسترسی آسان و ارزان‌تر به فناوری نو را نام برد. چند نمونه از فناوری‌هایی که در آن‌ها دانش شیمی همراه با انگیزه و تلاش راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر را رقم می‌زند عبارتند از:
 - (الف) بهره‌گیری از مبدل کاتالیستی در خودرو
 - (ب) بهره‌گیری از کود شیمیایی سبز
 - (پ) تبدیل مواد شیمیایی خام به مواد ارزشمند
- ۳- مجموعه تلاش‌های انسان برای حل مشکلات و چالش‌هایی که با آن‌ها روبه‌رو بوده است، در گذر زمان منجر به تولید و انباشت دانش و فناوری شده است. یکی از آن‌ها دانش شیمی و فناوری‌های آن است. برخی از دستاوردهای مهم شیمی برای رسیدن به زندگی مدرن امروزی عبارتند از:
 - ۱- فناوری تصفیه آب
 - ۲- فناوری تولید پلاستیک
 - ۳- فناوری شناسایی و تولید مواد بی‌حس‌کننده و آنتی‌بیوتیک
 - ۴- فناوری شناسایی و تولید کودهای مناسب
 - ۵- فناوری تولید بنزین
 - ۶- فناوری تولید مبدل‌های کاتالیستی
 - ۶- گسترش فناوری‌های صفحه‌های نمایشگر در وسایل الکترونیک
- ۴- پیش‌بینی می‌شود که انسان در آینده چالش‌های تازه و حیاتی پیش رو داشته باشد و بدیهی است که برطرف کردن هر یک از آن‌ها به دانش و فناوری‌های پیشرفته‌تری نیاز خواهد داشت. با توجه به کارآمدی علوم تجربی بسیاری بر این باورند که این علوم و از جمله دانش شیمی می‌توانند آینده‌ی روشنی را برای جهان رقم بزنند. استفاده‌ی بهینه و درست از دانش و فناوری، آسایش و رفاه را در زندگی تأمین می‌کند. اما استفاده‌ی نادرست از آن، آثار مخرب‌تر و زیان‌بارتری به دنبال خواهد داشت.

به دنبال هوای پاک

- ۱- داشتن هوای پاک یکی از چالش‌های مهم و اساسی در جهان امروز می‌باشد زیرا هوای آلوده نفس کشیدن را دشوار و مشکلات تنفسی زیادی را ایجاد می‌کند.
- ۲- هوای خشک و پاک مخلوطی از گازهای گوناگون است که به طور یکنواخت در هواکره پخش شده‌اند.
- ۳- هوای آلوده شامل گازهای گوناگونی مانند CO ، NO ، SO_2 ، O_3 ، NO_2 ، ذره‌های معلق و مواد آلی فرار است.
- ۴- به دلیل وجود آلاینده‌های آلوده آسیب‌هایی را برای جامعه به همراه خواهد داشت که عبارتند از:
 - (الف) داشتن بوی بد
 - (ب) زشت کردن چهره شهر
 - (پ) سرعت بخشیدن به فرسودگی ساختمان‌ها و پوسیدگی خودروها
 - (ت) ایجاد و تشدید بیماری‌های تنفسی از جمله برونشیت، آسم، سرطان ریه و حتی مرگ

آلاینده‌های NO_2 و NO و O_3

- ۱- مقدار این آلاینده‌ها در ساعات ابتدایی روز به دلیل افزایش ناگهانی تعداد خودروهای در حال تردد به بیشترین حد خود می‌رسد.
- ۲- گاز NO در هوای آلوده با گاز اکسیژن واکنش داده و به گاز NO_2 که قهوه‌ای رنگ است تبدیل می‌شود:

$$2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$$
- ۳- اوزون تروپوسفری آلاینده‌ای سمی و خطرناک است که از واکنش میان گازهای NO_2 و O_3 تولید می‌شود:

$$NO_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{\text{نور خورشید}} NO(g) + O_3(g)$$
- ۴- در ساعاتی از روز با کاهش مقدار گاز NO_2 ، مقدار گاز O_3 رو به افزایش است زیرا طی واکنش بالا، نور خورشید موجب می‌شود NO_2 مصرف شده و گاز اوزون (O_3) تولید شود.

آلاینده‌های خودرو

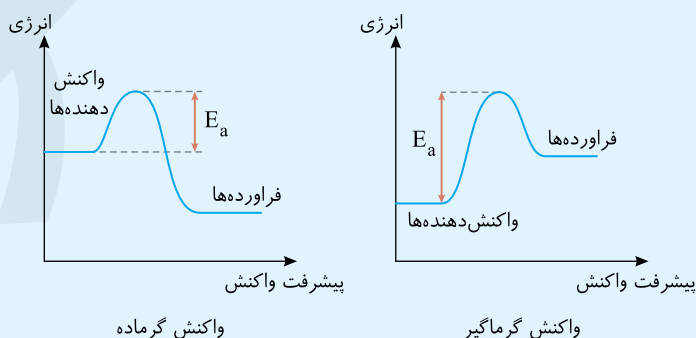
- ۱- آلاینده‌های موجود در خروجی اگزوز خودروها عبارتند از: CO ، SO_x ، NO و C_xH_y
- ۱- تولید CO : اگر در سوختن هیدروکربن‌ها غلظت گاز اکسیژن موجود کافی باشد (سوختن کامل)، گاز CO_x تولید می‌گردد و اگر غلظت گاز اکسیژن موجود کافی نباشد (سوختن ناقص)، گاز CO یا دوده (C) تولید می‌شود.
- ۲- تولید SO_x : در سوخت‌های فسیلی با کیفیت پایین مقداری گوگرد وجود دارد که با سوزاندن این سوخت‌ها در نیروگاه‌ها و خودروها گوگرد موجود در آن‌ها سوخته و تبدیل به گاز SO_x می‌شود:
- $$S(s) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$$
- ۳- تولید NO : گاز نیتروژن درون موتور خودروها در دمای بالا با گاز اکسیژن واکنش داده و به گاز NO یا NO_x تبدیل می‌شود:
- $$N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO(g)$$
- ۴- تولید هیدروکربن‌ها (C_xH_y): مقداری از هیدروکربن‌های گازی شکل بدون اینکه بسوزند از اگزوز خودروها خارج شده و وارد هواکره می‌شوند.

طیف‌سنجی، راهی برای شناخت مواد

- طیف‌سنجی به مطالعهٔ برهم‌کنش‌های بین پرتوهای الکترومغناطیسی و ماده می‌پردازد. یکی از رایج‌ترین روش‌های طیف‌سنجی که برای شناسایی گروه‌های عاملی به کار می‌رود، طیف‌سنجی فروسرخ است. کاربردهای طیف‌سنجی فروسرخ عبارتند از:
- (الف) تشخیص گروه‌های عاملی
- (ب) شناسایی آلاینده‌هایی مانند CO و NO_x در هواکره
- (پ) شناسایی برخی مولکول‌ها در فضای بین ستاره‌ای
- علاوه بر طیف‌سنجی فروسرخ می‌توان از برهم‌کنش پرتوهای فرابنفش، نور مرئی، امواج رادیویی و ... نیز برای شناسایی مواد استفاده کرد. دستگاه تصویربرداری ام.آر.آی (MRI) مثالی از کاربرد طیف‌سنجی در علم پزشکی است.

انرژی فعال‌سازی در واکنش‌های شیمیایی

- ۱- آشنایی با واکنش‌های شیمیایی و رفتار آلاینده‌ها، انرژی فعال‌سازی و نقش کاتالیزگر در واکنش‌های شیمیایی می‌تواند به ما در حل مسئله «چگونگی کاهش آلاینده‌ها در هواکره» کمک کند.
- ۲- واکنش‌های شیمیایی با سرعت‌های گوناگون انجام می‌شوند، برای نمونه واکنش زنگ زدن آهن کند، در حالی که واکنش سوختن متان تند است.
- ۳- هر واکنش برای انجام شدن به حداقلی از انرژی نیاز دارد. در واقع برای این که یک واکنش شیمیایی آغاز شود باید واکنش‌دهنده‌ها مقدار معینی انرژی داشته باشند که به آن انرژی فعال‌سازی (E_a) می‌گوییم. یکای E_a کیلوژول است.
- ۴- نمودار «انرژی - پیشرفت واکنش» برای واکنش‌های گرماده و گرماگیر:



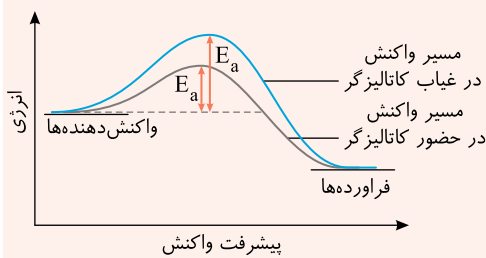
- ۵- واکنش‌دهنده‌ها برای آغاز واکنش باید حداقلی از انرژی را داشته باشند تا با عبور از سد انرژی به فرآورده‌ها تبدیل شوند. واکنش‌های شیمیایی صرف‌نظر از اینکه گرماده یا گرماگیر باشند، برای آغاز شدن به انرژی نیاز دارند.
- ۶- یکی از راه‌های تأمین E_a ، گرما دادن به واکنش‌دهنده‌هاست. همچنین افزایش دما سبب افزایش سرعت واکنش‌های شیمیایی می‌شود.

۱- سرعت واکنش با انرژی فعال سازی (E_a) واکنش رابطه عکس دارد:

هرچه انرژی فعال‌سازی واکنشی بیشتر ← سرعت آن کمتر ← واکنش در شرایط دشوارتر و دمای بالاتری انجام می‌شود.

۲- بزرگ بودن E_a نشان می‌دهد که واکنش‌دهنده‌ها برای رسیدن به فراورده‌ها باید از سد انرژی بیشتری عبور کنند.

۳- افزایش دما ← افزایش انرژی واکنش‌دهنده‌ها ← افزایش شمار ذره‌هایی که در واحد زمان به فراورده‌ها تبدیل می‌شوند
← افزایش سرعت واکنش



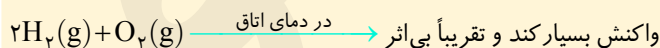
۱- کاتالیزگر ماده‌ای است که با تغییر مسیر واکنش، انرژی فعال‌سازی را کاهش و سرعت واکنش را افزایش می‌دهد، اما آنتالپی واکنش ثابت می‌ماند.
۲- کاتالیزگرها در واکنش شرکت می‌کنند، اما در پایان واکنش باقی می‌مانند به همین دلیل می‌توان از آن‌ها بارها استفاده کرد.

۳- کاتالیزگرها در صنایع گوناگون سبب کاهش آلودگی محیط زیست می‌شوند زیرا کاتالیزگر با کاهش انرژی فعال‌سازی موجب می‌شود واکنش در دمای پایین‌تری (نسبت به حالت انجام واکنش بدون حضور کاتالیزگر) انجام شود. که این موضوع مقدار سوخت مورد نیاز را کاهش داده و موجب می‌شود آلودگی هوا کمتر شود.

۴- برخی واکنش‌ها در صنعت انرژی فعال‌سازی زیادی دارند، از این رو فقط در دما و فشار بالا انجام می‌شوند و تولید فراورده‌ها در آن‌ها صرفه اقتصادی ندارد ← برای انجام چنین واکنش‌هایی در دما و فشار پایین و با سرعت مناسب می‌بایست انرژی فعال‌سازی آن‌ها را با استفاده از کاتالیزگر کاهش داد.

کاتالیزگر بر موارد زیر مؤثر است	کاتالیزگر بر موارد زیر بی‌تأثیر است
۱- مسیر انجام واکنش را تغییر می‌دهد.	۱- انجام‌پذیر بودن یا انجام‌ناپذیر بودن واکنش
۲- کاهش (رفت) E_a و (برگشت) E_a به یک اندازه	۲- ΔH واکنش
۳- افزایش سرعت واکنش	۳- سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها
۴- کاهش زمان انجام واکنش	۴- نوع، مقدار و پایداری واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها
۵- شیب نمودار «غلظت - زمان»	

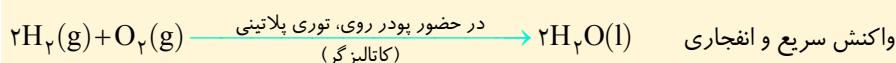
واکنش گازهای هیدروژن و اکسیژن در دمای اتاق بدون حضور کاتالیزگر انجام نمی‌شود، زیرا انرژی فعال‌سازی این واکنش بسیار زیاد است و در دمای اتاق تامین نمی‌شود. به همین دلیل سرعت این واکنش بسیار ناچیز است.



برای اینکه واکنش گازهای هیدروژن و اکسیژن در دمای اتاق انجام شود می‌توان از دو روش زیر استفاده کرد:

الف) ایجاد جرقه در مخلوط این دو گاز: ایجاد جرقه به طور ناگهانی دمای مخلوط را به شدت افزایش داده و انرژی فعال‌سازی مورد نیاز برای آغاز واکنش را تامین می‌کند به طوری که این واکنش به حالت انفجاری انجام می‌شود.

ب) استفاده از کاتالیزگرها (مانند پودر روی و توری پلاتینی): کاتالیزگرها با کاهش انرژی فعال‌سازی سرعت واکنش را افزایش می‌دهند.

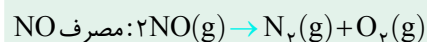
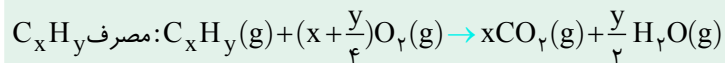
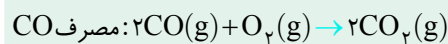


ایجاد جرقه در مخلوط این دو گاز و استفاده از کاتالیزگرها آنتالپی واکنش را تغییر نمی‌دهند.

۱- آلاینده‌ها در کسری از ثانیه از موتور خودرو خارج و وارد هواکره می‌شوند. همچنین دمای آن‌ها در این زمان بسیار کوتاه به سرعت کاهش می‌یابد، بنابراین به دام انداختن و انجام واکنش روی این آلاینده‌ها دشوار است.

۲- برای حذف آلاینده‌های CO ، NO و C_xH_y قطعه‌ای به نام مبدل کاتالیستی را در مسیر خروج گازها قرار می‌دهند که با انجام واکنش‌هایی می‌تواند باعث حذف یا کاهش آلاینده‌ها شود.

۳- با انجام واکنش‌های گرماده زیر آلاینده‌ها به ترکیب‌های بی‌خطر یا کم‌خطرتر تبدیل می‌گردند:



توجه این واکنش‌ها به دلیل داشتن انرژی فعال‌سازی بالا، فقط در دماهای بالا انجام می‌شوند و در دماهای پایین انجام نمی‌شوند یا بسیار کند هستند.

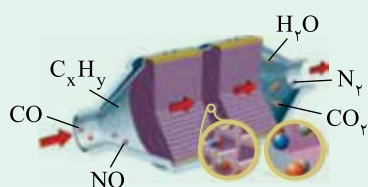
۴- چند مقایسه مهم در رابطه با واکنش‌های مصرف CO و NO در مبدل کاتالیستی:

(واکنش مصرف NO) $\Delta H >$ (واکنش مصرف CO) ΔH : مقایسه میزان گرمادهی

(واکنش مصرف CO) $E_a >$ (واکنش مصرف NO) E_a : مقایسه انرژی فعال‌سازی

(واکنش مصرف NO) $R >$ (واکنش مصرف CO) R : مقایسه سرعت واکنش

۵- ورودی‌های مبدل کاتالیستی گازهای CO ، NO و C_xH_y و خروجی‌های آن گازهای CO_2 ، N_2 ، O_2 و بخار آب ($\text{H}_2\text{O(g)}$) است.



۶- کارایی مبدل کاتالیستی به نوع کاتالیزگرهای موجود در آن بستگی دارد. بر روی سطح این قطعه سرامیکی که به شکل توری به کار می‌رود، فلزهای رودیم (Rh)، پالادیم (Pd) و پلاتین (Pt) (به عنوان کاتالیزگر) نشانده شده است.

توجه در سطح سرامیک‌ها درون مبدل کاتالیستی توده‌های فلزی با قطر ۲ تا ۱۰ نانومتر وجود دارند.

۷- در برخی از مبدل‌های کاتالیستی سرامیک را به شکل می‌ش‌های (دانه‌های) ریز درمی‌آورند و کاتالیزگرها را روی سطح آن می‌نشانند. این مبدل‌ها کارایی بالاتری دارند، زیرا سطح تماس می‌ش‌ها از توری بیشتر است و در نتیجه سرعت واکنش بیشتر خواهد شد.

۸- مبدل‌های کاتالیستی در چند حالت کارایی ندارند:

(الف) در دماهای پایین: زیرا در دماهای پایین انرژی فعال‌سازی واکنش‌ها تامین نمی‌شود و همچنان آلاینده‌ها تولید می‌شوند. مثلاً به هنگام روشن و گرم شدن خودرو به ویژه در روزهای سرد زمستان با وجود مبدل کاتالیستی گازهای CO ، NO و C_xH_y از آگزوز خودرو خارج می‌شوند.

(ب) پس از مدت معینی به دلیل واکنش با برخی مواد شیمیایی کارایی مبدل کاتالیستی کاهش می‌یابد و دیگر قابل استفاده نیست.

۱- هر کاتالیزگر به شمار معدودی واکنش سرعت می‌بخشد. در واقع یک کاتالیزگر نمی‌تواند سرعت همه واکنش‌ها را افزایش دهد. بنابراین کاتالیزگرها انتخابی و اختصاصی عمل می‌کنند.

توجه کاتالیزگرهای به کار رفته در مبدل کاتالیستی نیز فقط برای سرعت بخشیدن به یکی از سه واکنش مناسب هستند.

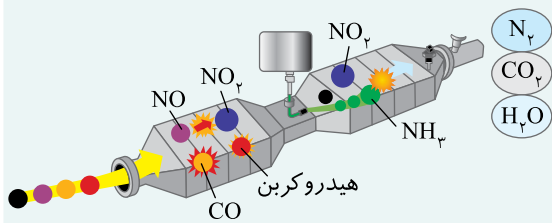
۲- در حضور کاتالیزگرها نباید واکنش‌های ناخواسته دیگری به جز سه واکنش مطرح شده انجام شود.

۳- کاتالیزگرها در شرایط انجام واکنش باید پایداری شیمیایی و گرمایی مناسبی داشته باشند.

مبدل کاتالیستی در خودروهای دیزلی

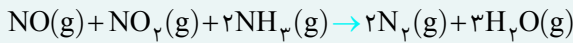
۱- بررسی‌ها نشان می‌دهد که با استفاده از مبدل کاتالیستی نمی‌توان گازهای NO و NO_۲ خروجی از خودروهای دیزلی را به گاز نیتروژن تبدیل کرد و برای این کار می‌بایست تبدیلی نو طراحی کرد.

۲- شکل مبدل کاتالیستی در خودروهای دیزلی به صورت روبه‌رو است:



توجه در خودروهای دیزلی گازهای ورودی به مبدل کاتالیستی، NO، CO، NO_۲ و C_xH_y و گازهای خروجی N_۲، CO_۲ و H_۲O است.

۳- در مبدل کاتالیستی در خودروهای دیزلی با ورود آمونیاک و انجام واکنش زیر، گازهای NO و NO_۲ به گاز N_۲ تبدیل شده و تا حدود زیادی از ورود آن‌ها به هواکره جلوگیری می‌شود.



۱- بهترین راه حل برای حل چالش تأمین غذا، افزایش بهره‌وری در تولید فراورده‌های کشاورزی است. برای این منظور شناسایی، تولید و افزودن کودهای شیمیایی مناسب به خاک راهگشا خواهد بود.

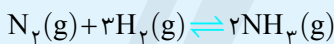
۲- گیاهان برای رشد، افزون بر CO_۲ و H_۲O به عنصرهایی مانند K، P، N، S و ... نیاز دارند.

۳- گیاهان نمی‌توانند نیتروژن ضروری برای رشد خود را به طور مستقیم از هوا جذب کنند به همین دلیل باید نیتروژن را به شکل ترکیب‌های نیتروژن‌دار از جمله آمونیاک و اوره به خاک افزود.

توجه در برخی کشورها برای افزایش بازده فراورده‌های کشاورزی، آمونیاک مایع را به عنوان کود شیمیایی به طور مستقیم به خاک تزریق می‌کنند.

۴- تولید فراورده بیشتر در شرایط معین، به میزان پیشرفت واکنش در آن شرایط بستگی دارد. به دیگر سخن هر چه میزان پیشرفت واکنش بیشتر باشد، درصد بیشتری از واکنش‌دهنده‌ها به فراورده‌ها تبدیل می‌شوند.

۵- واکنش تولید گاز آمونیاک از گازهای هیدروژن و نیتروژن یک واکنش تعادلی است:



هابر به دنبال یافتن شرایطی بود که در آن واکنش‌دهنده‌ها تا حد ممکن به فراورده‌ها تبدیل شوند.

۶- شرایط بهینه برای انجام فرایند هابر، فشار ۲۰۰ اتمسفر و دمای ۴۵۰ درجه سلسیوس در حضور کاتالیزگر آهن می‌باشد.

آمونیاک و بهره‌وری در کشاورزی

۱- اصل لوشاتلیه: اگر تغییری سبب به هم خوردن یک سامانه تعادلی شود، تعادل در جهت جابه‌جا می‌شود که تا حد امکان اثر آن تغییر را جبران کند و به تعادل جدید برسد.

توجه منظور از جابه‌جایی تعادل این است که برای لحظاتی سرعت واکنش رفت و برگشت با هم برابر نخواهد بود، بنابراین واکنش در یک جهت با سرعت بیشتری پیشرفت خواهد کرد.

۲- تغییر غلظت مواد شرکت‌کننده در تعادل گازی:

الف) افزایش غلظت یکی از مواد شرکت‌کننده در دمای ثابت ← واکنش تعادلی تا حد امکان در جهت مصرف آن ماده پیش خواهد رفت.

ب) کاهش غلظت یکی از مواد شرکت‌کننده در دمای ثابت ← واکنش تعادلی تا حد امکان در جهت تولید آن ماده پیش خواهد رفت.

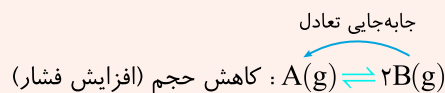
توجه در اثر تغییر غلظت مواد شرکت‌کننده در واکنش K تغییر نکرده و ثابت می‌ماند.

اصل لوشاتلیه و اثر تغییر غلظت بر جابه‌جایی تعادل

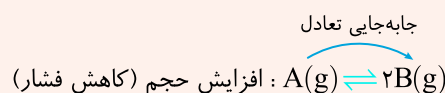
۱- تغییر حجم (تغییر فشار) سامانه در تعادل‌های گازی باعث جابه‌جایی تعادل می‌شود. این جابه‌جایی تعادل خود باعث تغییر غلظت مواد شرکت کننده در واکنش می‌شود.

توجه در اثر این تغییر، مقدار K ثابت می‌ماند.

۲- کاهش حجم (افزایش فشار) یک سامانه محتوی تعادل گازی باعث جابه‌جایی تعادل در جهت شمار مول‌های گازی کمتر می‌شود.

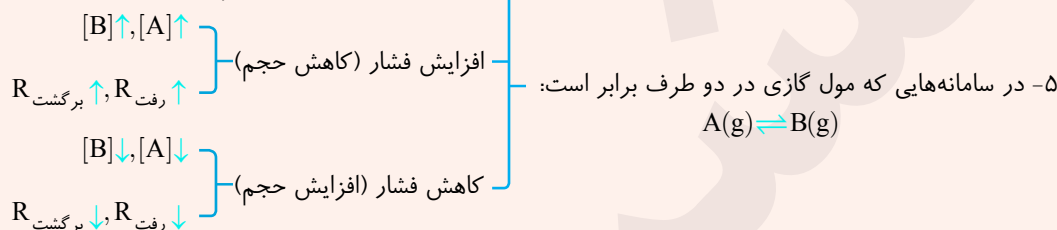


۳- افزایش حجم (کاهش فشار) یک سامانه محتوی تعادل گازی باعث می‌شود که تعادل در جهت شمار مول‌های گازی بیشتر جابه‌جا شود.



۴- افزایش یا کاهش فشار بر یک واکنش تعادلی با شمار مول‌های گازی برابر در دو سوی معادله واکنش، تأثیری بر جابه‌جایی تعادل نخواهد داشت.

افزایش یا کاهش فشار (حجم) تعادل را جابه‌جا نمی‌کند.



۶- تغییر فشار نمی‌تواند باعث جابه‌جایی تعادل‌هایی شود که در آن ماده گازی شکل وجود ندارد.

۱- فرایند هابر، یک واکنش گرماده است که هدف آن تولید آمونیاک با بازده بالا است. هابر این واکنش را در شرایطی خاص انجام داد:



بزرگ‌ترین چالش هابر، یافتن شرایط بهینه برای انجام واکنش بالا بود.

۲- این واکنش برگشت‌پذیر و تعادلی است بنابراین در ظرف واکنش مخلوطی از سه گاز هیدروژن، نیتروژن و آمونیاک وجود دارد.

۳- هابر برای انجام واکنش تهیه آمونیاک به صورت بهینه، با دو چالش عمده روبه‌رو شد:

الف) واکنش N_2 و H_2 در دما و فشار اتاق انجام نمی‌شود (به دلیل انرژی فعال‌سازی بسیار بالا).

ب) چگونه می‌توان فرآورده واکنش (آمونیاک) را از مخلوط واکنش جدا کرد؟ با توجه به برگشت‌پذیر بودن واکنش تهیه آمونیاک که این موضوع سبب شده است که در هر لحظه مخلوطی از هر سه گاز N_2 ، H_2 و NH_3 در ظرف واکنش وجود داشته باشند.

۴- فریتس هابر انتظار داشت با تغییر عوامل مؤثر بر تعادل مقدار آمونیاک را در مخلوط تعادلی افزایش دهد.

۵- هابر با افزایش دما و تأمین انرژی فعال‌سازی واکنش سرعت آن را افزایش داد. البته چون واکنش گرماده است افزایش دما موجب جابه‌جایی تعادل به سمت چپ و کاهش پیشرفت واکنش (کاهش میزان تولید آمونیاک) می‌شود.

نتیجه: هابر دریافت که افزایش دما نمی‌تواند برای تولید آمونیاک ثمربخش باشد.

۶- هابر با استفاده از کاتالیزگر توانست واکنش را در دماهای پایین‌تر با سرعت مناسب انجام دهد.

۷- هابر با افزایش فشار درصد مولی آمونیاک را در مخلوط تعادلی افزایش داد. البته تنها ۲۸ درصد مولی مخلوط را آمونیاک تشکیل می‌دهد.

۸- در پایان، هابر برای جداسازی آمونیاک از مخلوط واکنش، از تفاوت آشکار در نقطه جوش آمونیاک با دو گاز دیگر استفاده کرد. نقطه جوش آمونیاک، نیتروژن و هیدروژن به ترتیب $-33^\circ C$ ، $-196^\circ C$ و $-253^\circ C$ درجه سلسیوس است.

توجه دمای جوش آمونیاک در کتاب شیمی دهم $-34^\circ C$ درجه سلسیوس بیان شده است. در حالی که در کتاب شیمی دوازدهم

دمای جوش آمونیاک $-33^\circ C$ درجه سلسیوس بیان شده است.

اثر تغییر دما بر جابه‌جایی تعادل

۱- دما، عاملی است که افزون بر جابه‌جا کردن تعادل، توانایی تغییر K را نیز دارد. هنگامی که دمای یک سامانه محتوی تعادل گازی تغییر می‌کند، پس از رسیدن به تعادل جدید افزون بر تغییر غلظت مواد شرکت کننده، K نیز تغییر خواهد کرد.

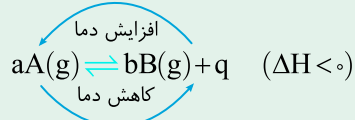
۲- تأثیر دما بر تعادل‌های گوناگون یکسان نیست و به گرماده یا گرماگیر بودن آن‌ها بستگی دارد.

۳- بررسی تغییرات دما بر جابه‌جایی و مقدار K در واکنش‌های تعادلی گرماده:

(الف) افزایش دما \leftarrow جابه‌جایی تعادل در جهت مصرف گرما و تولید واکنش‌دهنده‌ها \leftarrow کاهش K

(ب) کاهش دما \leftarrow جابه‌جایی تعادل در جهت تولید گرما و تولید فراورده‌ها \leftarrow افزایش K

جابه‌جایی تعادل به سمت چپ



جابه‌جایی تعادل به سمت راست

۴- بررسی تغییرات دما بر جابه‌جایی و مقدار K در واکنش‌های تعادلی گرماگیر:

(الف) افزایش دما \leftarrow جابه‌جایی تعادل در جهت مصرف گرما و تولید فراورده‌ها \leftarrow افزایش K

(ب) کاهش دما \leftarrow جابه‌جایی تعادل در جهت تولید گرما و تولید واکنش‌دهنده‌ها \leftarrow کاهش K

جابه‌جایی تعادل به سمت چپ



جابه‌جایی تعادل به سمت راست

۱- سنتز یک فرایند شیمیایی هدفمند است که در آن با استفاده از مواد ساده‌تر، مواد شیمیایی دیگر را تولید می‌کنند.

۲- اغلب مواد آلی شامل گروه‌های عاملی گوناگونی هستند که خواص و رفتار آن‌ها را تعیین می‌کنند.

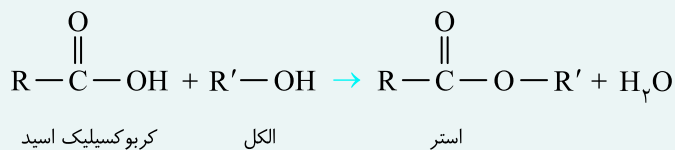
۳- جدول زیر دسته‌بندی گروه‌های عاملی را نشان می‌دهد. دقت شود که R و R' گروه‌های هیدروکربنی هستند.

گروه عاملی، کلید سنتز مولکول‌های آلی

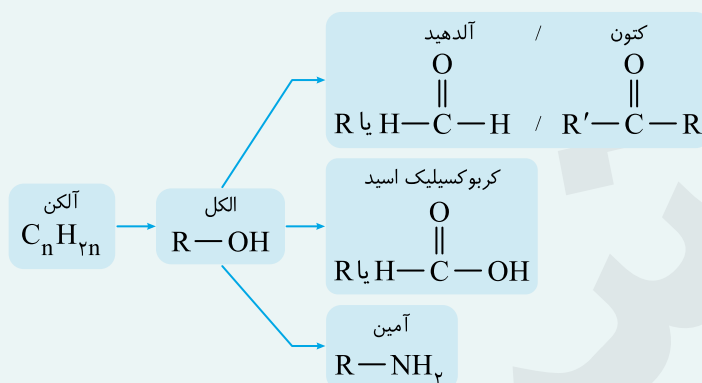
نام خانواده	آلدهیدها	کتونها	الکل‌ها	اترها
فرمول ساختاری	$\begin{cases} H \\ \\ R-C-H \end{cases}$	$R'-C(=O)-R$	$R-OH$	$R'-O-R$
مثال		$CH_3-C(=O)-CH_3$	CH_3-OH	CH_3-O-CH_3
نام خانواده	کربوکسیلیک اسیدها	استرها	آمین‌ها	آمیدها
فرمول ساختاری	$\begin{cases} H \\ \\ R-C-OH \end{cases}$	$\begin{cases} H \\ \\ R-C-O-R' \end{cases}$	$R-\ddot{N}-H$	$\begin{cases} H \\ \\ R-C(=O)-\ddot{N}-R' \\ \\ H \end{cases}$
مثال	$CH_3-C(=O)-OH$	$H-C(=O)-O-CH_3$	$CH_3-\ddot{N}-H$	$H-C(=O)-\ddot{N}H_2$
	اتانویک اسید	متیل متانوات	متیل آمین	متانامید

۱- سنتز کانون بسیاری از پژوهش‌های شیمیایی است که منجر به تولید مواد جدید می‌شود. تولید یک ماده آلی جدید با تغییر ساختار یا ایجاد یک گروه عاملی همراه است.

۲- به عنوان مثال برای سنتز ماده‌ای با یک استر، می‌توان از واکنش یک اسید آلی با یک الکل در شرایط مناسب بهره برد:



حال اگر استر در واکنش با آب در مجاورت یک اسید قرار گیرد، به کربوکسیلیک اسید و الکل سازنده خود تجزیه می‌شود. نمودار زیر الگوی کلی تبدیل برخی مواد آلی به یکدیگر را نشان می‌دهد:



هر چه نوع و تعداد گروه‌های عاملی در مولکول هدف بیشتر باشد، ساخت آن دشوارتر بوده و به دانش پیشرفته‌تر و فناوری کارآمدتری نیاز دارد.

۱- نفت خام، گاز طبیعی، زغال سنگ و معادن مس، آهن، طلا و ... از جمله منابع شیمیایی ارزشمندی هستند که به طور یکسان در جهان توزیع نشده‌اند. برخی کشورها صادرکننده و برخی واردکننده این منابع هستند.

۲- کشورها منابع خود را به دو روش به فروش می‌رسانند:

{ الف) فروش منابع طبیعی بدون فراوری و به همان صورتی که از طبیعت به دست می‌آید (خام فروشی).

{ ب) تبدیل مواد خام و اولیه به فرآورده‌های دیگر به کمک فناوری‌های شیمیایی و فروش آن‌ها با قیمت بالاتر.

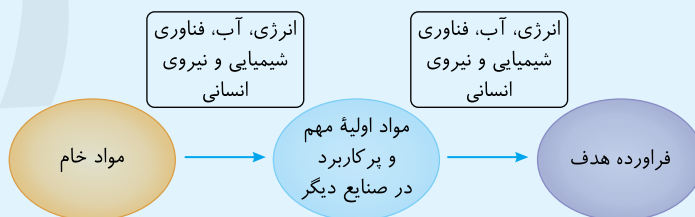
۳- تفاوت چشمگیر در قیمت مواد خام و مواد فراوری شده نشان می‌دهد که دانش و فناوری استخراج و خالص‌سازی تا چه اندازه ارزشمند است. فناوری و تبدیل مواد خام به مواد فراوری شده، سبب رشد و بهره‌وری اقتصادی یک کشور می‌شود.

آمونیاک، سولفوریک اسید، پلی‌اتن، بنزین، اتانول، متانول و اتیلن گلیکول مواد فراوری شده از نفت خام هستند.

مواد خام و اولیه، موادی مانند نمک، سنگ معدن، نفت خام و هوا هستند که فراوری نشده‌اند و با استفاده از آن‌ها می‌توان مواد شیمیایی جدید تولید کرد.

فناوری، به کار بردن دانش برای حل یک مسئله در صنعت یا زندگی روزانه برای رسیدن به هدفی خاص است.

روند کلی افزایش بهره‌وری با استفاده از فناوری‌های شیمیایی:



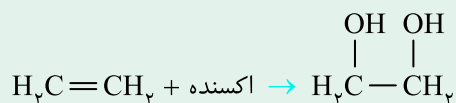
موارد زیر بیانی از فناوری شیمیایی است:

{ الف) ساخت مواد جدید با استفاده از دانش شیمی

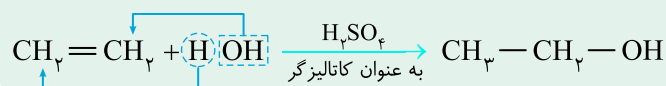
{ ب) ارائه روشی برای ساخت آسان‌تر و با صرفه‌تر با استفاده از دانش شیمی

{ پ) یافتن روش، طراحی و ساخت دستگاه‌هایی برای شناسایی دقیق ساختار مواد

۱- اکسایش آلکنها (مانند اتن) با یک اکسنده مناسب تحت شرایطی الکل دو عاملی تولید می کند. **توجه** گاز اتن در اثر واکنش با محلول آبی و رقیق پتاسیم پرمنگنات (به عنوان اکسنده) در شرایط مناسب به اتیلن گلیکول تبدیل می شود.



۲- از واکنش آلکنها با آب تحت شرایطی الکل یک عاملی تولید می شود. در صنعت از واکنش اتن با آب تحت مجاورت کاتالیزگر سولفوریک اسید، الکل یک عاملی اتانول تولید می شود:



۱- PET همانند پلیمرهای سنتزی ماندگاری زیادی دارد و در طبیعت به کندی تجزیه می شود. به همین دلیل پسماند آن ها تهدیدی جدی برای زندگی روی کره زمین به شمار می آید.

۲- پلاستیک ها را می توان یکی از نتایج نوآوری و خلاقیت بشر دانست. ویژگی های این مواد عبارتند از:

۱. چگالی کم ۲. نفوذناپذیری به وسیله هوا و آب ۳. ارزان ۴. مقاوم در برابر خوردگی
- ۳- به دلیل این ویژگی ها کاربردهای وسیعی در زندگی پیدا کرده اند؛ بنابراین استفاده بی رویه و بیش از حد این مواد در صنایع گوناگون به همراه زیست تخریب ناپذیری آن ها سبب شده است در همه جای کره زمین یافت شوند.
- ۴- یکی از مواد پلاستیکی قابل بازیافت پلی اتیلن ترفتالات است. برای این منظور، باید آن ها را جداگانه جمع آوری و سپس با انجام فرایندهای فیزیکی و شیمیایی به مواد قابل استفاده تبدیل کرد.

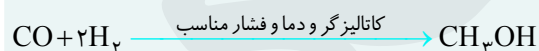
۵- یکی از راه های بازیافت وسایل پلاستیکی از جنس پلی اتیلن ترفتالات این است که آن ها را پس از شستشو و تمیز کردن:

- (الف) ذوب کرده و دوباره از آن ها برای تولید وسایل و ابزار دیگر استفاده کنیم.
 - (ب) این مواد پلاستیکی را خرد کرده و به تکه های کوچک به نام پرک تبدیل کنیم و در تولید مواد پلاستیکی دیگر استفاده کنیم.
 - (پ) این پسماندها را به مونومرهای سازنده یا مواد اولیه مفید و ارزشمند تبدیل کنیم.
- ۶- پلی اتیلن ترفتالات در اثر واکنش با متانول (CH_3OH) در شرایط مناسب به مواد مفیدی تبدیل می شود. موادی که می توان آن ها را برای تولید پلیمرها به کار برد.

۱- متانول: مایعی بی رنگ، بسیار سمی و ساده ترین عضو خانواده الکلهاست که می توان آن را از چوب تهیه کرد.

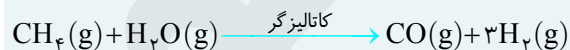
۲- متانول کاربردهای زیادی در صنایع گوناگون دارد \leftarrow باید آن را در مقیاس صنعتی تولید کرد.

۳- معادله شیمیایی واکنش تولید متانول در صنعت:



توجه مواد واکنش دهنده برای واکنش فوق در دسترس نیستند، از این رو باید آن ها را تولید و سپس به متانول تبدیل کرد.

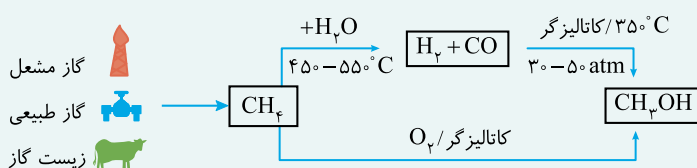
۴- برای تهیه H_2 و CO (واکنش دهنده های واکنش بالا) می توان از واکنش گاز متان با بخار آب در حضور کاتالیزگر بهره برد:



۵- گاز متان سازنده اصلی گاز طبیعی است که در میدان های نفتی به فراوانی یافت می شود.

۶- گاز متان واکنش پذیری بسیار کمی دارد زیرا هیدروکربنی سیر شده است، بنابراین تبدیل آن به متانول فرایندی دشوار است که انجام آن به دانش و فناوری پیشرفته نیازمند است.

۷- در نمودار زیر روش های تولید متانول و شرایط انجام هر کدام را مشاهده می کنید:



۸- یک واکنش شیمیایی هنگامی از دیدگاه اتمی به صرفه تر است که شمار بیشتری از اتم های واکنش دهنده به فرآورده های سودمند تبدیل شود.

توجه شیمی سبز به دنبال طراحی واکنش هایی با کمترین آسیب به محیط زیست و بیشترین بازده است.