



گروه آموزشی ماز

۲۴ ساعت جمع بندی در شیمی جامع

از سری کتاب های جمع بندی در ۲۴ ساعت
فرشاد هادیان فرد، ساحل امینی



- بررسی تمام نکات حفظی و مفهومی کتاب درسی
- مرور سریع فرمول های مهم کتاب درسی
- بررسی ساختار ترکیب های شیمیایی مهم
- مرور معادله همه واکنش های شیمیایی مهم

به نام خدا



گروه آموزشی ماز

به سری کتاب های جمع بندی ماز در **دیجی ماز**، خوش آمدید ...

اشتراک بی‌نهایت

"یک اشتراک، بی‌نهایت محتوا"

دیجی‌ماز یعنی کتاب‌خانه دیجیتال ماز و شما با تهیه یک اشتراک بی‌نهایت با هزینه‌ای کمتر از یک جلد کتاب، می‌تونید برای همیشه، به همه کتاب‌ها و محتوای متنی و صوتی دیجی‌ماز دسترسی داشته باشید. ممنون از اینکه با استفاده قانونی از کتاب‌های دیجی‌ماز و تهیه اشتراک، به ما انگیزه میدین تا کتاب‌های بیشتری رو براتون آماده کنیم.

پ ن: با توجه به هزینه روزافزون کتاب‌های کاغذی، کاملاً درکتون می‌کنیم که چقدر تهیه کتاب سخت شده و به همین خاطر، اشتراک بی‌نهایت دیجی‌ماز رو معرفی کردیم. اما با وجود هزینه اندک، اگر باز هم برای تهیه اشتراک دیجی‌ماز مشکل مالی دارین، به ما پیام بدین تا شما رو بررسی کنیم.

ارتباط مستقیم با دیجی‌ماز



Digimaze_org



DIGIMAZESUPP



۰۲۱۹۱۳۰۶۰۶۰



DIGIMAZESUPP

چرا دیجی‌ماز؟

ما در دیجی‌ماز این زمینه رو براتون فراهم کردیم تا از تجربه مطالعه کتاب الکترونیکی، لذت ببرید. در دیجی‌ماز، همه کتاب‌ها، حتی کتاب‌های درسی‌تو یک‌جا و در یک اپلیکیشن کنار هم داری و همه‌جا میتونی با خودت ببریش!

مزیت های منحصر به فرد دیجی‌ماز نسبت به سایر ابزارهای مطالعه کتاب الکترونیکی:

■ امکان هایلایت کردن

همونطوری که با ماژیک فسفری توی کتاب‌های کاغذی مطالب مهم رو هایلایت می‌کنی! با این تفاوت که ماژیکت تموم نمیشه و هر وقتم بخوای می‌تونی پاکش کنی!

■ امکان یادداشت گذاری در صفحات

همونطور که گوشه کتابت نکات مهم رو مینویسی؛ اینجا هم هر چه دل‌تنگت می‌خواهد بنویس و نگران کم‌بودن جا هم نیستی دیگه!

■ امکان نشان دار کردن صفحات برای مرور مجدد

دوست‌داری قبل امتحانت سریع صفحات مهم رو مرور کنی؟ دیگه نگران نیستی، صفحات مهم رو علامت می‌زنی و خیلی سریع میتونی مرورشون کنی!

■ امکان خط کشیدن و ترسیم آزاد

علاوه بر هایلایت کردن دوست داری زیر کلمه‌های مهم هم خط بکشی؟ مشکلی نیست، توی دیجی‌ماز هم این امکانو داری! تازه خودکارتم چند رنگه و تموم نمیشه!

■ پاک کردن (یادداشت‌ها، خط‌کشی‌ها و هایلایت‌ها)

احساس می‌کنی کتابت خیلی شلوغ شده؟ یا چیزی رو نوشتی و می‌خوای پاکش کنی؟ بازم مشکلی نیست؛ هر چیزی که بخوای رو خیلی راحت می‌تونی پاک کنی! اثری هم ازش نمیمونه!!

■ ذخیره کردن تمامی تغییرات بعد از هر بار استفاده از کتاب

نگرانی که یه موقع نوشته‌ها و هایلایت و یادداشت‌ها توی کتاب گم بشن؟؟ نگران اینم نباش! توی دیجی‌ماز همه چیز ذخیره میشه و توی سیستم باقی می‌مونه!

چرا دیجی‌ماز؟

■ امکان انتقال به صفحات مورد نظر از طریق فهرست مطالب

موقع خواندن pdf کتاب‌ها انگشتت درد می‌گیره و حوصله اسکرول کردن نداری؟ دوست‌داری سریع بری تو همون فصل وسط یا انتهای کتاب؟ واسه اینم مشکل نداری!! هر جای کتاب که باشی می‌تونی فهرست رو باز کنی و فقط با یه کلیک بری توی صفحه مورد نظرت!!

■ امکان جست و جوی کلمات

از اون دسته آدم‌هایی هستی که دوست داری ترکیبی بخونی و یه کلمه رو سرچ کنی و تمام مطالب مرتب باهاش رو پیدا کنی؟؟ بازم مشکلی نداری! هر چی که بخوای توی دیجی‌ماز به فارسی یا انگلیسی می‌تونی سرچ کنی و پیدا کنی!

■ وضعیت نایت مود (night mode)

نور گوشی یا تبلت چشمتو اذیت میکنه؟ بازم مشکلی نداری!! کافیه دیجی‌ماز رو بذاری روی حالت نایت مود!

■ هر کتاب رو فقط یک بار تهیه می‌کنی!

تا حالا شده یه کتابی رو تهیه کنی بعد ببینی آپدیت جدیدش اومده و مجبوری یه هزینه مجدد کنی تا تهیه کنی؟؟ دیگه این دغدغه رو نداشته باش! حتی اگه کتاب‌های دیجی‌ماز ۱۰۰ بار هم آپدیت بشن، نیاز به هزینه مجدد نداری و کتاب جدید برات فعال میشه!

■ آخریشو تو بگو؟

بهمون بگو چه ویژگی‌های دیگه‌ای لازم داری که به دیجی‌ماز اضافه کنیم؟ تا در آپدیت‌های بعدی این‌کارو انجام بدیم. اگه می‌خوای برنده باشی، سعی کن خوب پیش‌بینی کنی!



digimaze.org

مقدمه ناشر

اگه می‌خواهی برنده باشی، سعی کن خوب پیش‌بینی کنی! حدوداً ۱۰ سال پیش بود، زمانی که تصمیم گرفتیم اولین آزمون الکترونیک کشور رو با همکارانم (شما بخونید دوستانم) تأسیس کنیم.

اون روزها همه بهمون می‌خندیدن! آزمون مگه غیرکاغذی و غیرحضورى هم میتونه باشه؟! سال‌ها گذشت ...

تو این سال‌ها هر روز به جمعیت ماز اضافه شد و هر روز تعداد اون‌هایی که به مسیر ماز باور نداشتن، کمتر شد. امروز همه تحسین می‌کنن.

تو این سال‌ها خیلی از آزمون‌های مهم الکترونیکی شد و در آخر قراره به زودی کنکور سراسری هم الکترونیکی بشه ... داستان کتاب هم همینه!

با گرایش بیشتر افراد به وسایل الکترونیک مثل گوشی موبایل، تبلت، لپ‌تاپ و ...، کم‌شدن کاغذ و گران‌تر شدنش، بالا رفتن هزینه‌ها، مشکلات اقتصادی، نیاز به درختان و هوای پاک ... همه این‌ها دست به دست هم خواهد داد و در یک دهه آینده خواهیم دید که انتشارات کاغذی هر روز کمرنگ‌تر میشه.

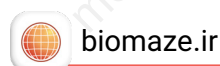
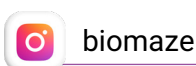
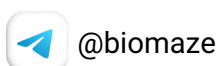
آینده به این شکل خواهد بود:

کتاب‌های الکترونیک بسیار ارزان‌تر از همه کتاب‌ها با هم در یک وسیله الکترونیکی با قابلیت به‌روزرسانی لحظه‌ای، در کنار هوای پاک‌تر!

به همین خاطر، ما دیجی‌ماز رو تأسیس کردیم. قرار هست به همه اشکال ویندوز، IOS و اندروید، کتاب‌ها رو توش قرار بدیم و روز به روز، ویژگی‌هاش رو زیاد کنیم.

ماز به عنوان اولین انتشارات الکترونیک در این پلتفرم کار خودش رو آغاز می‌کنه و سایر انتشارات نیز می‌توانند در این پلتفرم کتاب‌های خود را قرار دهند.

دکتر سید آرمان موسوی‌زاده، مدیرعامل گروه آموزشی ماز



دربارهٔ «جمع‌بندی در ۲۴ ساعت» شیمی

سلام به همه دوستان خوب!

همونطور که میدونید، بخش زیادی از سؤالات کنکور در درس شیمی رو عبارتهای حفظی و مفاهیم تشکیل میدن و نقش این قسمت‌ها، در طول چند سال اخیر توی کنکور پررنگ‌تر هم شده.

با توجه به اهمیت بالایی مطالب حفظی و مفاهیم، در طول چند ماه پایانی کنکور و در طول چند روز باقیمانده به هر آزمون آزمایشی، اغلب دانش‌آموزا دنبال یک منبع خوب برای جمع‌بندی و مرور نکات حفظی و مفهومی میگردن! برای رفع این نیاز دانش‌آموزان، سعی کردیم تمام نکات حفظی و مفهومی کتاب درسی رو یکجا جمع کنیم و در کنار هم قرار بدیم تا شما در هر زمان و مکانی، بتونید اونا رو مرور کنید.

مهم نیست که توی خونه هستید یا توی مسیر رفت و برگشت به مدرسه، مهم نیست که شبه، صبحه و یا ظهره! برای مرور نکات حفظی شیمی، کافیه گوشی خودتو روشن کنی و وارد این کتاب بشی! همه نکات مهم رو در کنار کلی کادر، جدول و نمودار جالب جمع‌آوری کردیم تا تو بتونی خیلی راحت همه مطالب رو مرور کنی!

در تالیف این کتاب، افراد خیلی زیادی بهمون کمک کردن. همینجا، از تک‌تک افرادی که به نحوی در تالیف این کتاب دخیل بودن تشکر میکنم و امیدوارم که تلاش دسته جمعی ما، به شما کمک کنه تا در مسیر کنکور اتفاقات خوبی براتون رقم بخوره!

فرشاد هادیان‌فرد

خرداد ۱۴۰۲

آماده‌سازی «جمع‌بندی در ۲۴ ساعت» شیمی

از همه کسانی که در آماده‌سازی این کتاب نقش داشتند و برای بهتر شدن این کتاب زحمت کشیدن، متشکریم:

سرپرست پروژه: خانم ارمغان قریب

مولفان کتاب: دکتر فرشاد هادیان فرد، دکتر ساحل امینی

تیم ویراستاری: دکتر فرهنگ امیری، آقای سجاد سیف الهی

گرافیک و رسم شکل: خانم مرجان مطلبی زاده، آقای صادق معماری

طراحی جلد، گرافیک و صفحه آرایی: ویانو



فهرست مطالب

شیمی دهم

- فصل ۱: کیهان زادگاه الفبای هستی ۱۰
- فصل ۲: ردپای گازها در زندگی ۲۰
- فصل ۳: آب آهنگ زندگی ۳۲

شیمی یازدهم

- فصل ۱: قدر هدایای زمینی را بدانیم ۴۴
- فصل ۲: در پی غذای سالم ۶۰
- فصل ۳: پوشاک، نیازی پایان ناپذیر ۷۲

شیمی دوازدهم

- فصل ۱: مولکول‌ها در خدمت تندرستی ۸۴
- فصل ۲: آسایش و رفاه در سایه شیمی ۹۳
- فصل ۳: شیمی جلوه‌ای از هنر، زیبایی و ماندگاری ۱۰۴
- فصل ۴: شیمی، راهی به سوی آینده روشن‌تر ۱۱۴

با انتخاب هر فصل و کلیک روی آن، به صفحه مربوطه منتقل می‌شوید.

شیمی دهم



فصل ۱: کیهان زادگاه الفبای هستی



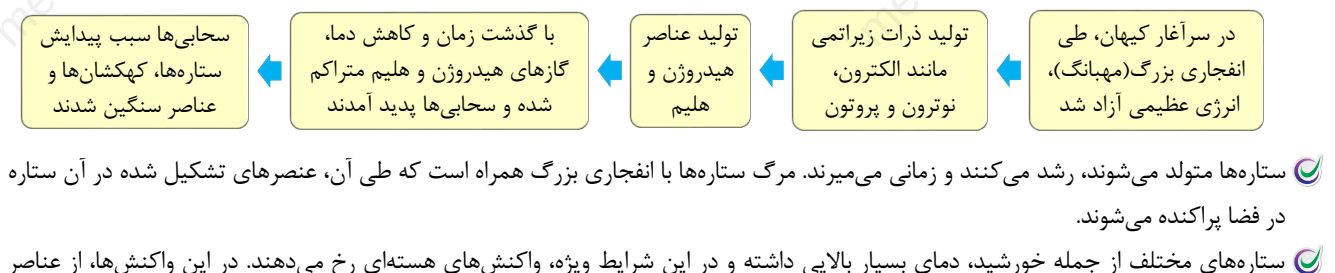
فصل اول کتاب شیمی دهم، از مهم ترین فصل های کتاب شیمی به حساب میاد و بخش زیادی از مطالب مطرح شده در اون، در حیطه حفظیات شیمی قرار می گیرن. این فصل حاوی مطالب خیلی پراکنده ای هست و برای به ذهن سپردن حفظیات اون، باید مطالب کتاب درسی رو چندین بار بخونید و مدام مرور کنید. مرور مداوم مطالب این فصل، به شما کمک می کنه تا به راحتی سوالات حفظی اون رو جواب بدین. نکات مهم خودمون رو با مفاهیمی از مقدمه این فصل شروع می کنیم. مراقب باشید که نکات مقدمه ای این فصل رو خیلی راحت میشه با نکاتی از سایر فصل های کتاب شیمی ترکیب کرد!

- شواهدی که از سنگ نبشته ها و نقاشی های دیوار غارها به دست انسان رسیده است، نشان می دهد که انسان اولیه با نگاه به آسمان و مشاهده ستارگان، در پی فهم نظام و قانونمندی در آسمان بوده است.
- پرسش «هستی چگونه پدید آمده است؟» پرسشی بسیار بزرگ است که پاسخ دادن به آن در قلمرو علم تجربی نمی گنجند. در نقطه مقابل، پرسش های «جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟» و «پدیده های طبیعی چگونه و چرا رخ می دهند؟» پرسش هایی هستند که علم تجربی برای پاسخ دادن به آنها، تلاش زیادی انجام داده است.
- با بررسی نوع و مقدار عنصرهای سازنده برخی سیاره های موجود در سامانه خورشیدی و مقایسه آنها با عنصرهای سازنده خورشید (نه زمین!)، می توان به درک بهتری از روند تشکیل عناصر دست یافت.
- فضاپیمای وویجر ۱ و ۲ در سال ۱۹۷۷ میلادی (۱۳۵۶ شمسی) برای شناخت بیشتر سامانه خورشیدی سفر خود را آغاز کردند. این دو فضاپیما ماموریت داشتند با گذر از کنار سیاره های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون، شناسنامه فیزیکی و شیمیایی آنها را تهیه کنند. اطلاعاتی که این دو فضاپیما باید کسب می کردند، شامل نوع عناصر سازنده، ترکیب های شیمیایی در اتمسفر و ترکیب درصد این مواد بود.
- وویجر ۱ پیش از خارج شدن از سامانه خورشیدی (منظومه شمسی)، آخرین تصویر خود از کره زمین را در فاصله تقریبی ۷ میلیارد کیلومتری گرفته است. در حال حاضر، این فضاپیما از سامانه خورشیدی خارج شده است.
- ترتیب درصد فراوانی عناصر در سیاره زمین به صورت $Al < Ca < S < Ni < Mg < Si < O < Fe$ بوده و ترتیب درصد فراوانی عناصر در سیاره مشتری نیز به صورت $Ne < Ar < S < N < O < C < He < H$ است.
- کره زمین، سومین سیاره نزدیک به خورشید بوده و مشتری، پنجمین سیاره نزدیک به خورشید به شمار می رود.

نکته توصیه می کنیم ۴ عنصر فراوان تر موجود در هر سیاره را حتما حفظ باشید! به نکات تستی زیر، در رابطه با عناصر فراوان موجود در سیاره های زمین و مشتری توجه کنید:

- فراوان ترین عنصر موجود در پوسته جامد کره زمین، اکسیژن است درحالی که فراوان ترین عنصر موجود در جهان هستی، هیدروژن بوده و فراوان ترین عنصر موجود در کل سیاره زمین نیز آهن است.
- فراوان ترین عنصر موجود در ساختار زمین، یک عنصر فلزی بوده و فراوان ترین عنصر موجود در ساختار مشتری یک نافلز است.
- در هر دو سیاره زمین و مشتری، عنصر گوگرد در رتبه ششم از نظر فراوانی قرار گرفته است. توجه داریم که گوگرد، یک عنصر نافلزی است.
- گوگرد و اکسیژن عناصری هستند که به صورت مشترک، در دسته ۸ عنصر فراوان موجود در سیاره های زمین و مشتری قرار می گیرند.
- در سیاره مشتری هیچ عنصر فلزی وجود ندارد. توجه داریم که این سیاره بیشتر از جنس گاز بوده و مقداری سنگ نیز در ساختار آن یافت می شود.
- درصد فراوانی فراوان ترین عنصر موجود در سیاره مشتری (عنصر هیدروژن)، در این سیاره بیشتر از ۵۰٪ است.

روند تولید ستاره ها و کهکشان ها در ابتدای هستی، به صورت زیر بوده است:





فصل اول: کیهان زادگاه الفبای هستی

سبک تر مثل کربن و لیتیم، عناصر سنگین تر مثل طلا و آهن پدید می آید.

ستاره ها پس از چندین میلیون سال نورافشانی، پایداری خود را از دست داده با ایجاد یک انفجار، متلاشی می شوند. طی این فرایند، اتم های سنگین موجود در آن ها در سرتاسر گیتی پراکنده می شوند به همین دلیل، ستارگان را کارخانه تولید عناصر می دانیم.

خب از اینجا به بعد، وارد مفاهیم جدی تر این فصل می شویم و در ابتدا با نماد عناصر مختلف آشنا خواهیم شد ...

نماد همگانی اتم ها به صورت ${}^A_Z\text{E}$ نشان داده می شود. در این نماد، A و Z به ترتیب معادل با عدد جرمی (مجموع تعداد نوترون ها و پروتون های موجود در هسته اتم مورد نظر) و عدد اتمی (تعداد پروتون های موجود در هسته اتم مورد نظر) هستند. در یک اتم خنثی، تعداد الکترون ها نیز برابر با عدد اتمی خواهد بود. توجه داریم که همه اتم های یک عنصر، عدد اتمی یکسانی دارند.

اغلب در یک نمونه طبیعی از عنصرهای مختلف، اتم های سازنده جرم (معادل با همان عدد جرمی یا A) یکسانی ندارند. اتم هایی از یک عنصر که جرم متفاوتی دارند، نسبت به یکدیگر ایزوتوپ به شمار می روند. ایزوتوپ های یک عنصر، به طور کلی خواص شیمیایی مشابهی دارند. برای مثال، مقدار واکنش پذیری و تنوع عدد اکسایش در ایزوتوپ های مختلف منیزیم مشابه هم است. این در حالی است که ایزوتوپ های مختلف یک عنصر در خواص فیزیکی وابسته به جرم مانند چگالی با یکدیگر تفاوت دارند.

نیم عمر هر ایزوتوپ، معادل با مدت زمانی است که باید سپری شود تا نیمی از مقدار اولیه ایزوتوپ مورد نظر دچار واپاشی شود.

نیم عمر هر ایزوتوپ نشان می دهد که آن ایزوتوپ تا چه اندازه پایدار است. جدول زیر، اطلاعات مربوط به ایزوتوپ های مختلف هیدروژن را نشان می دهد:

ایزوتوپ	${}^1\text{H}$	${}^2\text{H}$	${}^3\text{H}$	${}^4\text{H}$	${}^5\text{H}$	${}^6\text{H}$	${}^7\text{H}$
نیم عمر	پایدار	پایدار	۱۲/۳۲ سال	$1/4 \times 10^{-22}$ ثانیه	$9/1 \times 10^{-22}$ ثانیه	$2/9 \times 10^{-22}$ ثانیه	$2/3 \times 10^{-23}$ ثانیه
درصد فراوانی در طبیعت	۹۹/۹۸۸۵ (طبیعی)	۰/۰۱۱۴ (طبیعی)	ناچیز (طبیعی)	• (ساختگی)	• (ساختگی)	• (ساختگی)	• (ساختگی)

با توجه به داده های موجود در جدول بالا، ترتیب پایداری ایزوتوپ های هیدروژن به صورت ${}^1\text{H} > {}^2\text{H} > {}^3\text{H} > {}^4\text{H} > {}^5\text{H} > {}^6\text{H} > {}^7\text{H}$ است. توجه داریم که از بین ایزوتوپ های هیدروژن، سه ایزوتوپ اول در طبیعت یافت می شوند. این در حالی است که سایر ایزوتوپ های هیدروژن به صورت ساختگی و در آزمایشگاه تولید می شوند.

هسته ایزوتوپ های ناپایدار، ماندگار نیست و با گذشت زمان متلاشی می شود. این ایزوتوپ ها پرتوزا بوده و اغلب بر اثر تلاشی، افزون بر ذره های پرانرژی، مقدار زیادی انرژی نیز آزاد می کنند.

اغلب (نه همه!) هسته هایی که در ساختار هسته آن ها رابطه $N > 1/5$ یا $\frac{A}{Z} > 2/5$ (شمار نوترون ها) / (عدد جرمی) یا $\frac{A}{Z} > 2/5$ (عدد اتمی) / (عدد جرمی) برقرار است، ناپایدار هستند. البته، برخی از اتم هایی که این شرط را ندارند نیز پرتوزا هستند. به عنوان مثال، اتم ${}^{56}_{26}\text{Fe}$ پرتوزاست، در حالی که در آن رابطه $N > 1/5$ برقرار نیست. اتم ${}^{99}_{43}\text{Tc}$ نیز پرتوزا است، در حالی که در آن رابطه $N > 1/5$ برقرار نیست.

نکته: عناصر مختلف، دارای ایزوتوپ های متفاوتی هستند. باید ترتیب فراوانی ایزوتوپ هایی که در کتاب ذکر شده اند را به طور دقیق بدانیم. این ایزوتوپ ها به شرح زیر هستند:

منیزیم: ${}^{24}_{12}\text{Mg} < {}^{25}_{12}\text{Mg} < {}^{26}_{12}\text{Mg}$ (ایزوتوپی از منیزیم که جرم کمتری دارد، دارای بیشترین درصد فراوانی در یک نمونه طبیعی است).

لیتیم: ${}^6\text{Li} < {}^7\text{Li}$ (ایزوتوپی از لیتیم که جرم بیشتری دارد، دارای بیشترین درصد فراوانی در یک نمونه طبیعی است).

کلر: ${}^{35}_{17}\text{Cl} < {}^{37}_{17}\text{Cl}$ (ایزوتوپی از کلر که جرم کمتری دارد، دارای بیشترین درصد فراوانی در یک نمونه طبیعی است).

از ۱۱۸ عنصر شناخته شده، ۹۲ عنصر (تقریباً معادل با ۷۷/۹ درصد از کل عناصر) در طبیعت وجود داشته و ۲۶ عنصر دیگر، ساختگی (مصنوعی) هستند.

عدد اتمی عناصر طبیعی موجود در جدول تناوبی، الزاماً بین ۱ تا ۹۲ نیست! برای مثال، تکنسیم با عدد اتمی ۴۳ در طبیعت یافت نمی شود.

تکنسیم (${}^{99}_{43}\text{Tc}$)، نخستین عنصری بود که در واکنشگاه (راکتور) هسته ای ساخته شد. هر اتم از این عنصر، ۵۶ نوترون و ۴۳ پروتون در ساختار هسته خود دارد. در ساختار هر اتم از این عنصر، ۴۳ الکترون نیز یافت می شود. تکنسیم از جمله عناصر پرتوزای موجود در جدول تناوبی است.

عنصر تکنسیم، در تصویربرداری از غده تیروئید کاربرد دارد. چون یون یدید (I^- یا یون چند اتمی که حاوی اتم تکنسیم است اندازه مشابهی دارد، غده تیروئید این یون را به همراه یون یدید جذب می کند. با افزایش مقدار این عنصر در غده تیروئید (غده ی پروانه ای شکل موجود در جلو گردن)، امکان

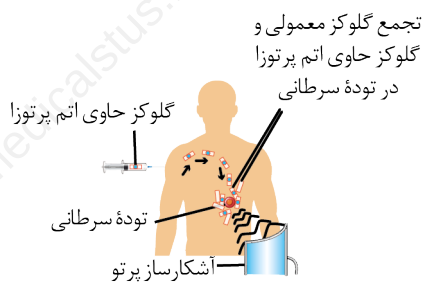


تصویربرداری از این غده فراهم می‌شود. این تصویر، نمایی از عکس‌برداری تیروئید با ایزوتوپ تکنسیم را نشان می‌دهد:



غده تیروئید سالم، یون حاوی تکنسیم را به طور همگون و متقارن جذب می‌کند در حالی که تیروئید بیمار، این یون را به صورت متقارن جذب نمی‌کند. همه تکنسیم موجود در جهان، به طور مصنوعی و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای ساخته می‌شود، زیرا نیم‌عمر این ماده بسیار کوتاه است. بر این اساس، بسته به نیاز، این ماده را با استفاده از مولد هسته‌ای تولید کرده و سپس مصرف می‌کنند.

توده‌های سرطانی، رشد غیرعادی و سریع دارند. تشخیص موقعیت مکانی توده‌های سرطانی، به کمک یک نمونه از گلوکز پرتوزا (مولکول‌هایی از گلوکز



که در ساختار خود حاوی اتم‌های پرتوزا باشند) و دستگاه آشکارساز پرتو انجام می‌شود. این توده‌ها سوخت و ساز بالایی داشته و در کنار گلوکز معمولی، مولکول‌های گلوکز پرتوزا را نیز به مقدار زیادی جذب می‌کنند. در این حالت، تراکم گلوکز پرتوزا در توده سرطانی بیشتر از سایر نقاط بدن خواهد شد. در نهایت، به کمک دستگاه آشکارساز، نقطه‌ای را که گلوکز در آن تجمع یافته است مشخص می‌کنند. تصویر مقابل، نمایی از این فرایند را نشان می‌دهد: رادیوایزوتوپ‌ها اگرچه بسیار خطرناک هستند، اما پیشرفت دانش و فناوری بشر را موفق به مهار و بهره‌گیری از آنها کرده است؛ به طوری که از آنها در پزشکی، کشاورزی و به عنوان سوخت در نیروگاه‌های اتمی استفاده می‌شود.

بریم سراغ بحث‌های مربوط به یکی از مهم‌ترین عناصر کتاب درسی، یعنی اورانیم! دقت کنید که اورانیم از جمله عناصر فلزی به شمار میره و طبعاً همه ویژگی‌های مهم مربوط به عناصر فلزی از جمله چکش‌خواری، رسانایی الکتریکی، جلا و ... در رابطه با این عنصر هم صدق خواهد کرد ...

اورانیم شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزا است. این عنصر یکی از عناصر دسته f بوده و در تناوب هفتم جدول دوره‌ای قرار گرفته است. عدد اتمی این عنصر واسطه برابر با ۹۲ است. این عنصر، متعلق به گروه سوم جدول تناوبی است.

فلز اورانیم اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی استفاده می‌شود. ایزوتوپ ^{235}U که فراوانی آن در مخلوط طبیعی اورانیم از ۰/۷ درصد کمتر است، یک سوخت هسته‌ای به شمار می‌رود. دانشمندان هسته‌ای موفق شدند مقدار این ایزوتوپ را در مخلوط ایزوتوپ‌های اورانیم افزایش بدهند. این فرایند، به اصطلاح غنی‌سازی ایزوتوپی نام دارد.

فرایند غنی‌سازی اورانیم در ایران و برخی از کشورهای دیگر نیز انجام می‌شود. از این فرایند، برای تولید سوخت هسته‌ای استفاده می‌شود.

دود سیگار و قلیان، مقدار قابل توجهی از مواد پرتوزا دارد و به همین خاطر، اغلب افرادی که به سرطان ریه دچار می‌شوند، سیگاری هستند.

کیمیایگری، به معنای تبدیل فلزهای دیگر به طلا است. با پیشرفت دانش شیمی و فیزیک، انسان توانست به این کار جامه عمل بپوشاند، اما چون هزینه تولید طلا در این فرایند بسیار زیاد است، انجام آن صرفه اقتصادی ندارد.

بریم سراغ جدول تناوبی عناصر و نکات مهم مربوط به اون ...

جدول تناوبی، چینی‌ای از عناصر مختلف را ارائه می‌دهد. در جدول دوره‌ای (جدول تناوبی) امروزی، عناصرها بر اساس افزایش عدد اتمی (Z) در کنار هم چیده شده‌اند؛ به طوری که جدول دوره‌ای عناصرها از عنصر هیدروژن با عدد اتمی یک شروع شده و به عنصری با عدد اتمی ۱۱۸ خاتمه می‌یابد.

عناصر موجود در جدول دوره‌ای، در قالب گروه‌ها (ستون‌های عمودی) و دوره‌های (ردیف‌های افقی) مختلف قرار گرفته‌اند.

جدول دوره‌ای شامل ۷ دوره و ۱۸ گروه می‌شود. هر ردیف افقی جدول، دوره نام دارد در حالی که هر ستون آن، گروه نامیده می‌شود. شمار عناصر موجود در دوره‌های مختلف و یا گروه‌های مختلف جدول تناوبی الزاماً با هم برابر نیست.

عناصرهای موجود در هر گروه، خواص شیمیایی مشابهی دارند. با پیمایش هر دوره از چپ به راست، خواص عناصرها به طور مشابه تکرار می‌شود؛ بنابراین جدول مورد نظر را جدول تناوبی می‌نامند.

هر تناوب جدول دوره‌ای، شمار عناصر متفاوتی را در خود جای داده است. جدول زیر، طول دوره‌های مختلف جدول تناوبی را نشان می‌دهد:

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

برخی از عناصر موجود در جدول دوره‌ای از جمله هیدروژن، وانادیم، گوگرد و ...، با نمادهای تک‌حرفی مشخص شده و برخی از عناصر موجود در این جدول



فصل اول: کیهان زادگاه الفبای هستی

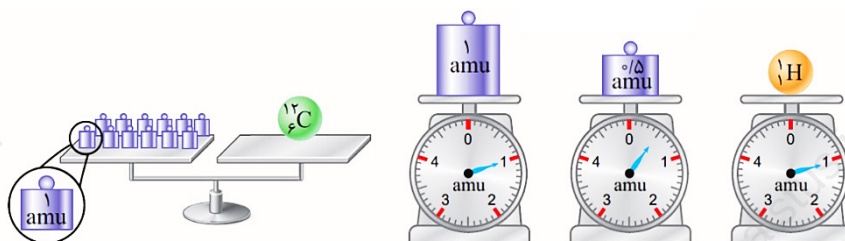
از جمله هلیوم، آهن، نیکل، آرگون و ... نیز با نمادهای دو حرفی مشخص می‌شوند. یک مورد از عناصر موجود در تناوب اول، ۵ مورد از عناصر موجود در تناوب دوم، ۲ مورد از عناصر موجود در تناوب سوم و ۲ مورد از عناصر موجود در تناوب چهارم، نماد یک حرفی دارند.

توصیه می‌کنم که حتماً تعداد عناصری از هر تناوب که با نمادهای یک حرفی مشخص می‌شوند رو به طور کامل حفظ باشید. دقت کنید که طراح کنکور از شما انتظار دارد که اطلاعات مهم مربوط به ۳۶ عنصر اول جدول دوره‌ای (عناصر موجود در تناوب‌های اول تا چهارم) از جمله نماد این عناصر رو بدویند! خب بریم سراغ بحث‌های مربوط به اندازه‌گیری جرم اتمی ...

مطابق جدول زیر، برای اندازه‌گیری جرم هر وسیله باید از مقیاس و وسیله مناسب استفاده کنیم. بر این اساس، داریم:

جسم	وسيله اندازه‌گیری	واحد اندازه‌گیری	دقت اندازه‌گیری
کامیون	باسکول	تن	۰/۰۱ تن
هندوانه	ترازوی معمولی	کیلوگرم	-
طلا	ترازوی زرگری	گرم	۰/۰۱ گرم

اتم‌ها بسیار ریز هستند، به طوری که نمی‌توان آنها را به طور مستقیم مشاهده کرده و جرم آنها را بدست آورد. به همین خاطر، دانشمندان مقیاس جرم نسبی را برای تعیین جرم اتم‌ها به کار می‌برند. مطابق این مقیاس، اتم‌ها را با وزنه‌ای می‌سنجند که جرم آن معادل با یک دوازدهم جرم ایزوتوپ $^{12}_6\text{C}$ است. به این وزنه، یکای جرم اتمی (amu) می‌گویند. توجه داریم که یکای جرم اتمی را با نماد u نیز نشان می‌دهند. تصویر زیر، الگویی برای نمایش یکای جرم اتمی و مقایسه آن با جرم اتم کربن را نشان می‌دهد:



با تعریف amu، دانشمندان موفق شدند جرم اتمی دیگر عنصرها و جرم ذرات زیر اتمی را اندازه‌گیری کنند. در این مقیاس، جرم پروتون و نوترون در حدود ۱ amu است، درحالی که جرم هر الکترون در حدود $\frac{1}{1836}$ amu است.

توجه داریم که جرم یک مول ماده را معمولاً بر حسب مقیاس amu نمی‌توان بیان کرد چرا که این مقیاس، بسیار کوچک است. از مقیاس amu برای بیان جرم یک اتم، یک یون، یک مولکول و یا ... می‌توان استفاده کرد، درحالی که برای بیان جرم یک مول از مواد مختلف، از مقیاس گرم استفاده می‌شود. گرم، رایج‌ترین یکای استفاده شده برای اندازه‌گیری جرم در آزمایشگاه است.

دانشمندان با دستگاهی به نام طیف‌سنج جرمی، جرم اتم‌ها را با دقت زیاد اندازه‌گیری می‌کنند. با توجه به داده‌های تجربی، جرم هر واحد از amu، تقریباً برابر با 1.66×10^{-24} گرم، معادل با 1.66×10^{-27} کیلوگرم است.

جدول زیر، اطلاعات مربوط به انواع ذرات زیراتمی را نشان می‌دهد:

نام ذره	نماد	بار الکتریکی نسبی	جرم (amu)	جرم (g)
الکترون	${}_{-1}^0\text{e}$	-۱	۰/۰۰۰۵	9.109×10^{-28}
پروتون	${}_{+1}^1\text{p}$	+۱	۱/۰۰۷۳	1.673×10^{-24}
نوترون	${}^1_0\text{n}$	۰	۱/۰۰۸۷	1.675×10^{-24}

حالا که با بحث جرم اتمی آشنا شدیم، میریم سراغ مفهوم مول! مراقب باشید که از مفهوم مول ممکنه سوالات تئوریک و مسأله زیادی توی کنکور طرح بشه ...

شیمی‌دان‌ها به عدد 6.02×10^{23} ، عدد آووگادرو می‌گویند. این تعداد از هر ذره، معادل با ۱ مول از آن ماده در نظر گرفته می‌شود. توجه داریم که تعداد مول‌های هر ماده، از تقسیم جرم آن ماده بر حسب گرم، به جرم مولی آن ماده بدست می‌آید. برای محاسبه تعداد ذرات یک گونه، کافی است که تعداد مول‌های آن گونه را در عدد آووگادرو ضرب کنیم.

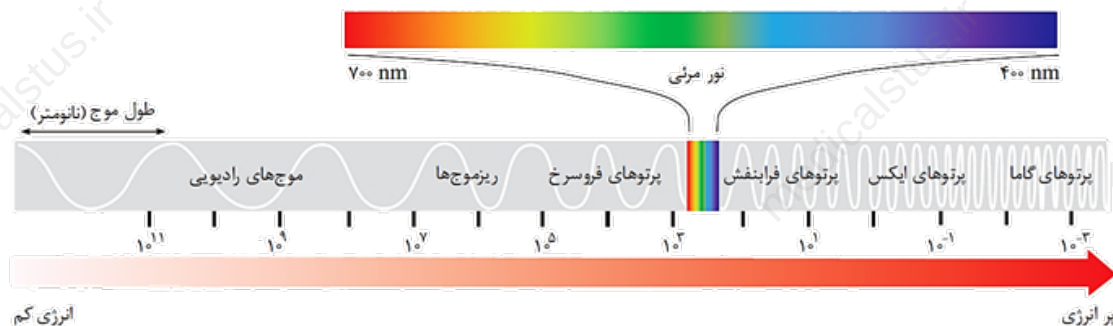


- همانطور که گفتیم، گرم رایج ترین یکای اندازه گیری در جرم آزمایشگاه است، در حالی که یکای جرم اتمی (amu)، یکای بسیار کوچکی برای اندازه گیری جرم به شمار می آید و کار با آن، در عمل ناممکن است.
- به دلیل اینکه اجرام آسمانی از ما بسیار دور هستند، ویژگی های آنها را نمی توان به طور مستقیم اندازه گیری کرد. بررسی و مطالعه نور گسیل شده از اجسام آسمانی، امکان یافتن پاسخ پرسش ها درباره این اجسام را برای ما فراهم می کند.
- نوری که از ستاره ها و سیاره های مختلف می آید، نشان می دهد که آن جرم آسمانی از چه ساخته شده و دمای آن چقدر است.

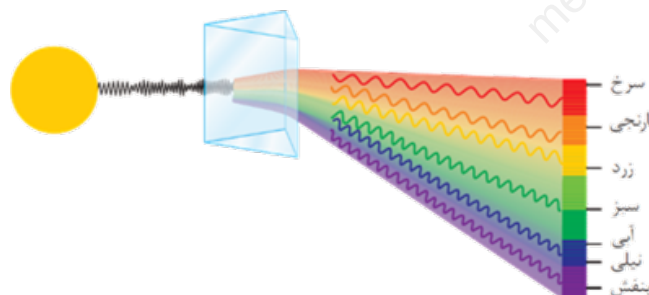
نکته طیف سنج، از جمله وسایل پر کاربرد در علوم تجربی است. در رابطه با این دستگاه، به نکات زیر توجه کنید:

- طیف سنج، دستگاهی است که می تواند از پرتوهای گسیل شده از مواد گوناگون، اطلاعات مختلفی را بدست بیاورد. توجه داریم که طیف سنج جرمی، دستگاهی است که جرم اتم ها را با دقت زیاد اندازه گیری می کند.
- به کمک روش های طیف سنجی پیشرفته، آرایش الکترونی اتم های مختلف از جمله اتم های مس و کروم را با دقت تعیین می کنند.
- با استفاده از داده های طیف سنجی، می توان گروه های عاملی موجود در ترکیب های آلی را شناسایی کرد و حتی می توان غلظت برخی از آلاینده های موجود در لایه های هوا کره را نیز اندازه گیری کرد.

- نور خورشید اگر چه سفید به نظر می رسد، اما با عبور از قطره های آب تجزیه شده و گستره ای پیوسته از رنگ ها را ایجاد می کند. این گستره، شامل بی نهایت طول موج از رنگ های گوناگون و پرتوهای نامرئی مختلف می شود. توجه داریم که خورشید، بزرگ ترین منبع انرژی برای زمین است. منبعی تجدید پذیر که انرژی خود را با پرتوهای الکترومغناطیسی به سوی ما گسیل می دارد.
- رنگین کمان، گستره ای از رنگ های قرمز، نارنجی، زرد، سبز، آبی، نیلی و بنفش مرئی را دربر می گیرد که بر اثر تجزیه نور خورشید ایجاد می شود.
- چشم انسان تنها می تواند گستره محدودی از نور را ببیند. این طیف، گستره مرئی نامیده می شود. همانطور که گفتیم، نور خورشید شامل گستره بسیار بزرگ تری از این پرتوها است. پرتوهایی که از نوع الکترومغناطیس هستند و با خود مقداری انرژی حمل می کنند. تصویر زیر، نمایی از گستره پرتوهای الکترومغناطیسی را نشان می دهد:



- یکی از ویژگی های امواج الکترومغناطیسی، طول موج است که آن را با نماد λ نشان می دهند. طول موج، فاصله میان دو قله متوالی از یک موج را نشان داده و با مقیاس های متر، میلی متر، نانومتر و ... اندازه گیری می شود. برای مثال، طول موج یک پرتو در تصویر مقابل نشان داده شده است.
- توجه داریم که نور مرئی، بخش کوچکی از پرتوهای الکترومغناطیس را شامل می شود که طول موج آن ها تقریباً در بازه بین 400 تا 700 نانومتر قرار می گیرد. توجه داریم که هر چه طول موج یک پرتو بیشتر باشد، انرژی حمل شده توسط آن پرتو کمتر خواهد بود.
- پرتوها در هنگام عبور از منشور، دچار شکست می شوند. هر چه انرژی یک پرتو بیشتر باشد، میزان انحراف آن در منشور نیز بیشتر خواهد بود. تصویر زیر، روند شکست پرتوهای مرئی سازنده نور خورشید در یک منشور را نشان می دهد:





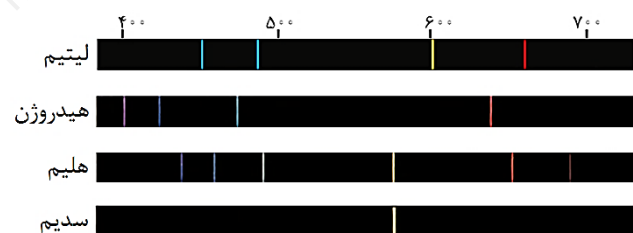
نکته در رابطه با نور و انواع رنگ‌ها، به نکات زیر توجه کنید:

- نور زرد لامپ‌های موجود در بزرگراه‌ها و خیابان‌ها، به دلیل وجود بخار سدیم در این لامپ‌ها است.
- تابلوهای تبلیغاتی و نوشته‌های نورانی سرخ‌رنگ موجود در آن‌ها، به دلیل استفاده از لامپ نئون در این تابلوها است.
- تلویزیون‌های رنگی، همانند برخی از انواع شیشه‌های رنگی، دارای اتم‌هایی از فلزهای واسطه در ساختار خود هستند. اتم‌های این فلزها، سبب ایجاد رنگ‌های مختلف می‌شوند. به عنوان مثال، تلویزیون‌های رنگی حاوی اتم‌های اسکندیم در ساختار خود هستند.
- برای تولید لامپ چراغ جلوی خودروها، از هالوژن‌ها (عناصر موجود در گروه ۱۷ جدول دوره‌ای) استفاده می‌شود.

بسیاری از فلزها و نمک‌های حاصل از آن‌ها، شعله رنگی دارند. با گرفتن مقداری از فلز مورد نظر بر روی یک شعله و یا پاشیدن محلول حاوی کاتیون‌های آن فلز بر روی شعله، رنگ شعله آتش تغییر خواهد کرد. از روی تغییر رنگ شعله، می‌توان به وجود عناصر فلزی در یک ماده پی برد. رنگ شعله‌ی برخی از عناصر فلزی به شرح زیر است:

مس و ترکیب‌های آن ← سبز سدیم و ترکیب‌های آن ← زرد لیتیم و ترکیب‌های آن ← سرخ

رنگ نشر شده از شعله هر فلز، فقط باریکه بسیار کوتاهی از گستره طیف مرئی را دربر می‌گیرد. با عبور نور نشر شده از فلزها از یک منشور، نور مورد نظر به اجزای سازنده خود تجزیه شده و طیف نشری-خطی عناصر تشکیل می‌شود.



طیف نشری-خطی برخی از عناصر مهم به شرح مقابل است:

هر عنصر طیف نشری خطی ویژه خود را دارد که به عدد اتمی آن عنصر و تعداد الکترون‌های موجود در آن وابسته است. توجه داریم که شمار خطوط موجود در طیف نشری-خطی عناصر مختلف الزاماً با هم برابر نیست.

ویژگی‌های مهم عنصر لیتیم به شرح زیر هستند:



عنصر هیدروژن در طیف نشری-خطی خود، سه خط در ناحیه ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر (بنفش - آبی تیره - آبی کم‌رنگ) دارد. با توجه به تصاویر نشان داده شده، پراثری‌ترین طول موج موجود در طیف هیدروژن، در مقایسه با پراثری‌ترین طول موج موجود در طیف لیتیم، طول موج کوتاه‌تری دارد.

نور نامرئی که از فرستنده کنترل تلویزیون خارج می‌شود، از نوع پرتوهای فروسرخ بوده و با استفاده از دوربین موبایل قابل دیدن است.

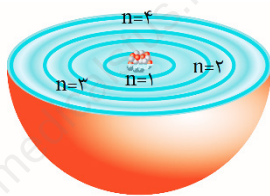


حالا که با بحث نور و مفاهیم اتم آشنا شدیم، نوبت میرسد به مدل های اتمی و مفاهیم مهم پیرامون اونا! مدل هایی که خیلی از اون ها دقیقاً با استفاده از مفاهیم نور ارائه شدن ...

با بررسی تعداد و جایگاه خطوط در طیف نشری خطی هیدروژن، درباره ساختار اتم های این عنصر، اطلاعات مفیدی بدست آمده است.

نیلز بور، با در نظر گرفتن اینکه الکترون در اتم هیدروژن انرژی معینی دارد، مدلی را برای اتم هیدروژن ارائه کرد. مدل بور پیشرفت بسیار مهمی برای بهبود نگرش دانشمندان نسبت به ساختار اتم به شمار می رفت. توجه داریم که مدل اتمی بور، طیف نشری خطی عنصر هیدروژن را توجیه می کرد ولی توانایی توجیه طیف نشری بقیه عناصر از جمله هلیوم، لیتیم و ... را نداشت.

دانشمندان به دنبال توجیه علت ایجاد طیف نشر خطی دیگر عناصر و چگونگی نشر نور از اتم ها، ساختاری لایه ای را برای اتم ارائه کردند. در این مدل، اتم را مانند کره ای در نظر می گیرند که هسته در فضایی بسیار کوچک و در مرکز آن جای دارد و الکترون ها در فضایی بسیار بزرگ تر و در لایه هایی پیرامون هسته توزیع می شوند. این لایه ها را از هسته به سمت بیرون شماره گذاری می کنند و شماره هر لایه را با n نشان می دهند.



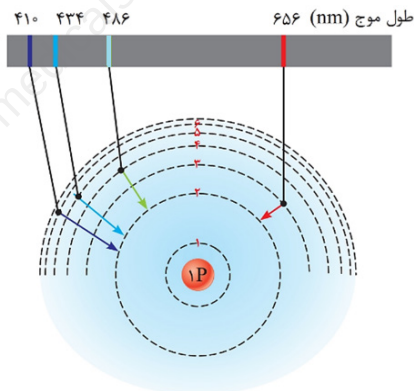
تصویر مقابل، نمایی از ساختار اتم را نشان می دهد. مطابق این تصویر، هر بخش پرنمگ از ساختار اتم، مهم ترین بخش از یک لایه الکترونی را نشان می دهد. بخشی که الکترون های آن لایه، بیشتر وقت خود را در آن فاصله از هسته سپری می کنند. البته، توجه داریم که الکترون در هر لایه ای که باشد، در همه نقاط پیرامون هسته حضور می یابد، اما در محدوده یاد شده احتمال حضور بیشتری دارد.

مطابق با مدل کوانتومی اتم، الکترون ها در فضاهای کروی شکل آرایش یافته و انرژی معینی دارند و از پایداری نسبی برخوردار هستند. در چنین شرایطی، اتم در حالت پایه قرار دارد.

انرژی الکترون ها با افزایش فاصله از هسته زیاد می شود. اگر الکترون با جذب انرژی به لایه های بالاتر برود، اتم مورد نظر برانگیخته می شود.

اتم برانگیخته، اتمی است که پرانرژی بوده و ناپایدار است. برای الکترون، جهت برگشتن به حالت پایه، نشر نور مناسب ترین روش از دست دادن انرژی است و به همین خاطر، الکترون هنگام بازگشت به حالت پایه، نوری با طول موج معین نشر می کند.

هر نوار رنگی در طیف نشری خطی هر عنصر، پرتوهای نشر شده هنگام بازگشت الکترون ها از لایه های بالاتر به لایه های پایین تر را نشان می دهد. از آنجاکه انرژی لایه های الکترونی پیرامون هسته هر اتم ویژگی همان اتم بوده و به عدد اتمی (یا همان Z) آن وابسته است، انرژی لایه ها و تفاوت انرژی میان آنها در اتم عناصر گوناگون، متفاوت است. بر این اساس، انتظار می رود هر عنصر، طیف نشری خطی منحصر به فردی ایجاد کند که با سایر عناصر موجود در جدول دوره ای متفاوت است.



تصویر مقابل، طیف نشری خطی هیدروژن و روش ایجاد شدن آن را نشان می دهد:

در اتم هیدروژن، هرچه الکترون ها از لایه های بالاتر به لایه ای پایین تر منتقل شوند، طول موج پرتو گسیل شده کمتر بوده و انرژی آن بیشتر خواهد بود.

در اتم هیدروژن، در اثر بازگشت الکترون از لایه ۳ به ۲، یک پرتو قرمز و در اثر بازگشت الکترون از لایه ۴ به ۲، یک پرتو آبی کم رنگ و در اثر بازگشت الکترون از لایه ۵ به ۲، یک پرتو آبی پررنگ و در اثر بازگشت الکترون از لایه ۶ به ۲، یک پرتو بنفش گسیل می شود.

بجز لایه اول، سایر لایه های الکترونی از چندین زیر لایه مختلف تشکیل شده اند. هر زیر لایه را می توان با نماد nl نمایش داد. n نماد عدد کوانتومی اصلی و نماد l نیز نماد عدد کوانتومی فرعی است.

گنجایش الکترونی لایه های اصلی از فرمول $2n^2$ پیروی می کند. بر این اساس، می توان گفت لایه های الکترونی اول، دوم، سوم و چهارم به ترتیب حداکثر گنجایش ۲، ۸، ۱۸ و ۳۲ الکترون را دارند.

حداکثر گنجایش هر زیر لایه از رابطه $4l+2$ پیروی می کند. توجه داریم که در هر لایه ای الکترونی، بزرگ ترین مقدار l برابر با $n-1$ است. گنجایش الکترونی زیر لایه های مختلف، مطابق با جدول زیر است:

عدد کوانتومی فرعی	نماد زیر لایه	لایه های الکترونی حاوی زیر لایه مورد نظر	حداکثر گنجایش الکترونی
صفر	s	اول تا هفتم	۲
یک	p	دوم تا هفتم	۶
دو	d	سوم تا هفتم	۱۰
سه	f	چهارم تا هفتم	۱۴
چهار	g	پنجم تا هفتم	۱۸



فصل اول: کیهان زادگاه الفبای هستی

قاعده آفبا، ترتیب پرشدن زیرلایه‌ها از الکترون را در اتم‌های گوناگون نشان می‌دهد. مطابق این قاعده، هنگام افزودن الکترون به زیرلایه‌های الکترونی مختلف، نخست زیرلایه‌های نزدیک‌تر به هسته پر می‌شوند. در واقع، ابتدا الکترون‌ها وارد زیرلایه‌ای می‌شوند که دارای انرژی کمتری است و پس از آن، زیرلایه‌های بالاتر پر خواهد شد. توجه داریم که آرایش الکترونی اغلب اتم‌ها از قاعده آفبا پیروی می‌کند در حالی که آرایش الکترونی برخی از اتم‌ها از قاعده آفبا پیروی نمی‌کند.

انرژی زیرلایه‌های الکترونی به $n+1$ و n وابسته است، به طوری که اگر $n+1$ برای دو یا چند زیرلایه یکسان باشد، زیرلایه با n بزرگ‌تر، انرژی بیشتری دارد. به طور مثال، هنگام پرشدن زیرلایه‌های الکترونی در اتم کلسیم، بین دو زیرلایه $3p$ و $4s$ ، مقدار $n+1$ برای هر دو زیرلایه یکسان است، پس اول زیرلایه‌ای که مقدار n کمتری دارد از الکترون پر می‌شود.

ترتیب پر شدن زیرلایه‌های مختلف در اتم‌ها به صورت $ns \rightarrow (n-3)g \rightarrow (n-2)f \rightarrow (n-1)d \rightarrow np$ است.

همانطور که گفتیم، قاعده آفبا آرایش الکترونی اتم اغلب عناصر را پیش بینی می‌کند، اما برای اتم برخی عنصرهای جدول دوره‌ای مثل کروم و مس، نارسایی دارد. امروزه به کمک روش‌های طیف‌سنجی پیشرفته، آرایش الکترونی چنین اتم‌هایی را با دقت تعیین می‌کنند. آرایش الکترونی اتم‌های کروم (متعلق به گروه ۶) و مس (متعلق به گروه ۱۱) به صورت زیر است:



آرایش الکترونی اتم‌ها را به صورت فشرده نیز می‌توان نوشت. اهمیت آرایش الکترونی فشرده، به دلیل نمایش آرایش الکترون‌ها در بیرونی‌ترین لایه به نام لایه ظرفیت اتم است. لایه ظرفیت یک اتم، لایه‌ای است که الکترون‌های آن، رفتار شیمیایی اتم را تعیین می‌کنند. به الکترون‌های این لایه، الکترون‌های ظرفیتی می‌گویند.

در عنصرهای دسته S جدول دوره‌ای، الکترون‌های ظرفیتی شامل الکترون‌های موجود در بیرونی‌ترین زیرلایه S می‌شوند. در عنصرهای دسته P جدول دوره‌ای نیز الکترون‌های ظرفیتی شامل مجموع الکترون‌های موجود در بیرونی‌ترین زیرلایه‌های S و P می‌شوند.

در عنصرهای دسته D از دوره چهارم، الکترون‌های ظرفیت شامل الکترون‌های موجود در زیرلایه‌های $4s$ و $3d$ می‌شود.

دسته S جدول دوره‌ای شامل ۱۴ عنصر، دسته P شامل ۳۶ عنصر، دسته d شامل ۴۰ عنصر و دسته f نیز مجموعاً شامل ۲۸ عنصر می‌شود.

اگر لایه ظرفیت یک گونه، همانند آرایش الکترونی یک گاز نجیب (هشت‌تایی) باشد، آن گونه واکنش‌پذیری چندانی ندارد. به عبارت دیگر، اگر لایه ظرفیتی اتمی چنین نباشد، آن اتم واکنش‌پذیر است.

۱	۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	شماره گروه
H.							He.	
Li.	Be.	B.	C.	N.	O.	F.	Ne.	
Na.	Mg.	Al.	Si.	P.	S.	Cl.	Ar.	

لوویس، برای توضیح و پیش‌بینی رفتار اتم‌ها، آرایشی به نام الکترون-نقطه‌ای را ارائه کرد. در این آرایش، الکترون‌های ظرفیت هر اتم، پیرامون نماد شیمیایی آن با نقطه نمایش داده می‌شود. تصویر مقابل، نمایی از آرایش الکترون-نقطه‌ای برخی از عناصر موجود در جدول دوره‌ای را نشان می‌دهد:

روند تغییر شمار الکترون‌های جفت نشده موجود در آرایش الکترون - نقطه‌ای عناصر سازنده تناوب‌های دوم و سوم، به صورت زیر است:

شماره‌ی گروه	۱	۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
شمار الکترون‌های جفت نشده	۱	۲	۳	۴ (بیشترین)	۳	۲	۱	۰ (کمترین)
شمار الکترون‌های جفت شده	۰	۰	۰	۰	۲	۴	۶	۸ (بیشترین)

اتم‌ها می‌توانند با دادن الکترون، گرفتن الکترون و نیز به اشتراک گذاشتن آن، به آرایش یک گاز نجیب (آرایش هشت‌تایی) برسند و پایدارتر گردند. اتم‌ها برای این منظور، با هم پیوند یونی یا کووالانسی تشکیل می‌دهند.

از دست دادن، گرفتن و یا به اشتراک گذاشتن الکترون، نشانه‌ای از رفتار شیمیایی اتم‌ها است. برای مثال، تمایل اتم‌های فلزی به از دست دادن الکترون، نشان از واکنش‌پذیری اتم‌های آن عنصر دارد.

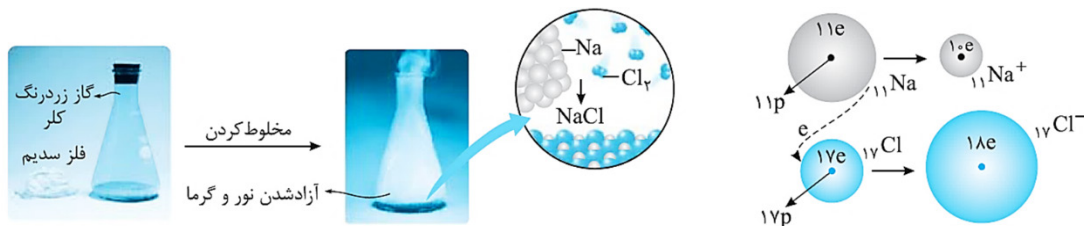
آنیون، معادل با یونی است که بار الکتریکی منفی دارد. در نقطه مقابل، کاتیون معادل با یونی است که بار الکتریکی مثبت دارد.

یون تک‌اتمی، کاتیون یا آنیونی است که تنها از یک اتم تشکیل شده باشد. برای مثال، یون‌های Cl^- و Na^+ تک‌اتمی هستند. در ساختار این یون‌ها هیچ پیوند اشتراکی یافت نمی‌شود.

ترکیب‌های یونی، از کنار هم قرار گرفتن آنیون‌ها و کاتیون‌های مختلف ایجاد می‌شوند. این مواد، در دمای اتاق جامد داشته و بین ذرات سازنده آن‌ها پیوند یونی (نیروی جاذبه بین آنیون‌ها و کاتیون‌ها) برقرار شده است.



ترکیب‌های یونی که تنها از دو عنصر ساخته شده‌اند، ترکیب یونی دوتایی نامیده می‌شوند. به عنوان مثال، سدیم کلرید یک ترکیب یونی دوتایی است. این ترکیب طی واکنش زیر از عناصر سازنده خود تولید می‌شود:



واکنش میان گاز کلر با فلز سدیم، از جمله واکنش‌های گرماده بوده و با آزاد شدن نور و گرما همراه است. طی این فرایند، نمک خوراکی که یک جامد سفید رنگ است تولید می‌شود.

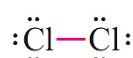
به گروهی از مواد که واحدهای سازنده آن‌ها مولکول‌های مجزا هستند، مواد مولکولی گفته می‌شود. هر مولکول شامل دو یا چند اتم با پیوندهای اشتراکی بوده و نقشی کلیدی در تعیین خواص و رفتار این دسته از مواد دارد.

مواد مولکولی در دما و فشار اتاق حالت ثابتی ندارند و با توجه به نوع نیروهای بین مولکولی در آن‌ها، ممکن است به حالت گاز (مثل هیدروژن و کلر)، مایع (مثل هگزان و آب) و یا جامد (مثل ید) باشند.

به فرمول شیمیایی که افزون بر نوع عنصرهای سازنده، شمار اتم‌های هر عنصر در واحد فرمولی هر ماده را نشان می‌دهد، فرمول مولکولی می‌گویند.

کلر، یک گاز زرد رنگ است که خاصیت رنگبری و گندزدایی دارد. این گاز از مولکول‌های دواتمی ساخته شده و ویژگی‌های کلی آن به شرح زیر است:

یک نافلز بوده و اتم‌های آن در واکنش با فلزها الکترون می‌گیرند	کلر
یک نمونه طبیعی از این عنصر شامل دو ایزوتوپ می‌شود	
در دمای اتاق به حالت گاز بوده و به رنگ زرد دیده می‌شود	
خاصیت رنگبری و گندزدایی دارد	
در شرایط اتاق به شکل مولکول‌های دواتمی دیده می‌شود	
در مقایسه با سایر نافلزهای موجود در تناوب سوم واکنش‌پذیری بیشتری دارد	
در واکنش با هیدروژن، یک اسید قوی را تولید می‌کند	
آنیون حاصل از آن فراوان‌ترین آنیون موجود در آب دریا است	
آنیون تک‌اتمی حاصل از آن به آرایش الکترونی آرگون می‌رسد	
در سمت آند سلول مربوط به برق‌کافت سدیم کلرید مذاب تولید می‌شود	
در دمای اتاق به آرامی با گاز هیدروژن واکنش می‌دهد	
در حضور کاتالیزگر آهن (III) کلرید با گاز اتن واکنش می‌دهد	
ترکیب‌های حاوی آن را برای بخاطر خاصیت میکروب‌کشی به صابون اضافه می‌کنند	



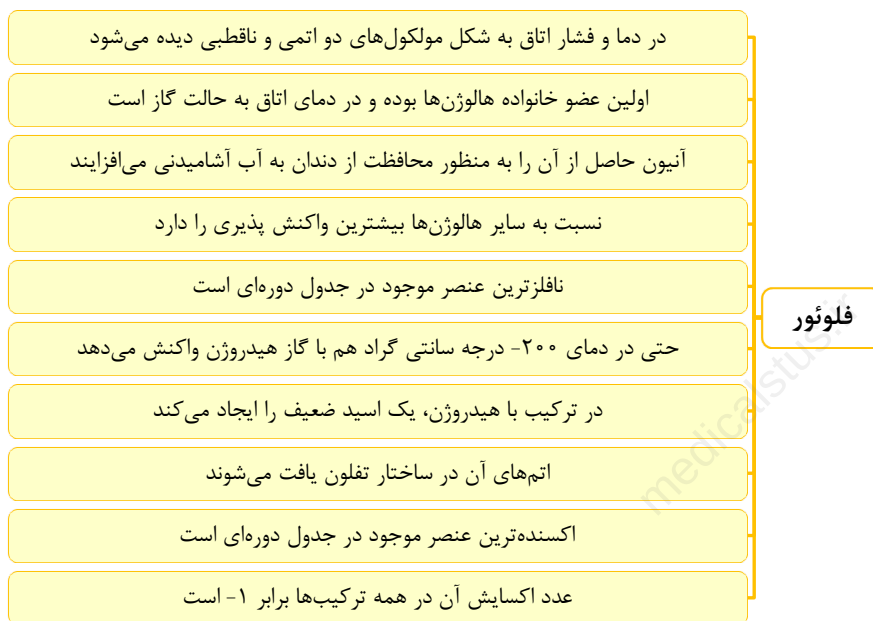
ساختر مولکول کلر به صورت مقابل است:

علاوه بر کلر، عناصر فلوئور، برم، ید، اکسیژن، نیتروژن و هیدروژن نیز در شرایط اتاق به شکل مولکول‌های دواتمی یافت می‌شوند. عنصر هیدروژن متعلق به تناوب اول، عناصر نیتروژن، اکسیژن و فلوئور، متعلق به تناوب دوم، عنصر کلر متعلق به تناوب سوم و عنصر برم نیز متعلق به تناوب چهارم است. در تناوب پنجم نیز، عنصر ید به شکل مولکول‌های دواتمی دیده می‌شود. توجه داریم که در تناوب‌های ششم و هفتم، هیچ عنصری با مولکول دواتمی در شرایط اتاق یافت نمی‌شود.

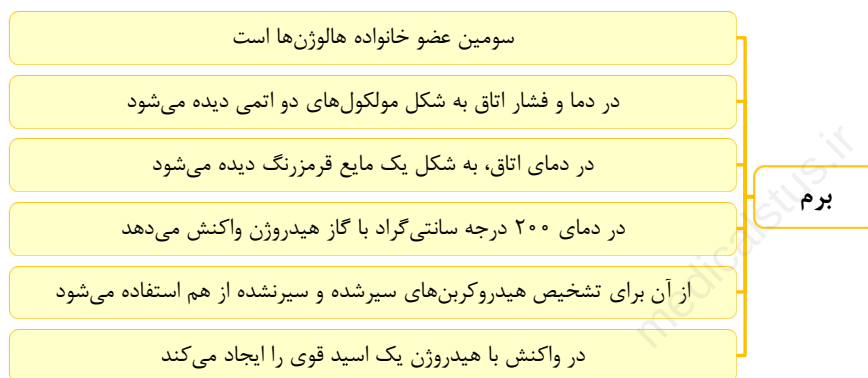


فصل اول: کیهان زادگاه الفبای هستی

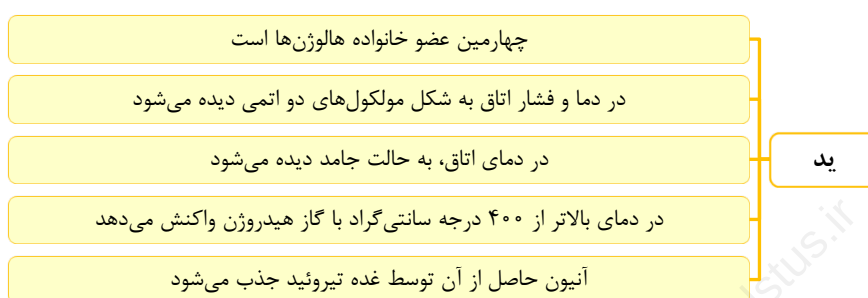
فلوئور، اولین عضو از گروه ۱۷ جدول دوره‌ای است. ویژگی‌های مهم این عنصر به شرح نمودار زیر هستند:



ویژگی‌های مهم عنصر برم نیز به شرح نمودار زیر هستند:



ویژگی‌های مهم عنصر ید نیز به شرح زیر هستند:



در ساختار مواد مولکولی، میان شمار معینی از اتم‌ها پیوند اشتراکی وجود دارد و نیروی بین مولکول‌ها از نوع وان‌دروالسی و یا هیدروژنی است. برای ذوب کردن این مواد، باید به نیروهای ضعیف بین مولکولی در آن‌ها غلبه کنیم و به همین دلیل، چنین موادی دمای ذوب پایینی دارند.

گرافیت، دگرشکلی از کربن به شمار می‌رود. در قرن شانزدهم میلادی، قطعه‌ی بزرگی از گرافیت خالص کشف شد که بسیار نرم بود. به دلیل شکل ظاهری گرافیت، مردم در آن زمان می‌پنداشتند که گرافیت از سرب تشکیل شده است. توجه داریم که گرافیت، نوعی ماده کووالانسی است.

مواد کووالانسی شامل شمار بسیار زیادی از اتم‌ها می‌شوند که توسط پیوندهای اشتراکی به یکدیگر متصل شده‌اند. از آن‌جا که این مواد در دما و فشار اتاق به حالت جامد هستند، آن‌ها را با نام جامدهای کووالانسی نیز می‌خوانند.

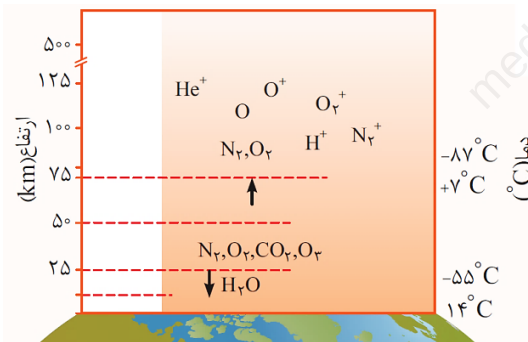


فصل ۲: ردپای گازها در زندگی



فصل دوم شیمی کتاب دهم، در رابطه با گازهای سازنده هواکره بوده و کتاب درسی در کنار مطرح کردن حجم زیادی از نکات حفظی در رابطه با هواکره، اساس و پایه مسائل شیمی را نیز در همین فصل بیان کرده است. اگر مطالب استوکیومتری مطرح شده در فصل دوم کتاب شیمی دهم را به خوبی یاد بگیرید، عملاً توانایی حل کردن بخش بزرگی از سوالات کنکور را پیدا خواهید کرد. علاوه بر مطالب حفظی در رابطه با هواکره، در این فصل مطالبی از شیمی سبز هم گفته شده که اتفاقاً این قسمت‌های کتاب درسی در طول چند سال اخیر مورد توجه زیاد طراحان کنکور بوده. علاوه بر این مباحث، در فصل دوم کتاب شیمی دهم مطالبی در رابطه با انواع سوخت‌ها و مواد آلاینده هواکره نیز آورده شده است. اول بريم سراغ هواکره زمين ...

- زمین در فضا همانند یک گوی فیروزه‌ای درون هاله‌ای از گازها در حال چرخش است؛ هاله‌ای که سرشار از هوای پاک بوده و گرمای خورشید را در خود نگه می‌دارد. در میان سیاره‌های سامانه خورشیدی، تنها زمین اتمسفری دارد که امکان زندگی را روی آن فراهم می‌کند. قبل از هر چیز، باید این مطلب رو مرور کنیم که اتمسفر زمین دقیقاً چیه و شامل چه موادی میشه ...
- اتمسفر زمین، مخلوطی از گازهای گوناگون است که تا فاصله ۵۰۰ کیلومتری از سطح زمین امتداد یافته است، به طوری که می‌توان گفت ما در کف اقیانوسی از مولکول‌های گازی زندگی می‌کنیم. جاذبه زمین، این گازها را پیرامون خود نگه داشته و مانع خروج آن‌ها از اتمسفر می‌شود.
- اگر زمین را به سبب تشبیه کنیم، ضخامت هواکره نسبت به زمین به نازکی پوست سیب می‌ماند. در واقع، لایه فیروزه‌ای پیرامون زمین، اتمسفر زمین یا همان هواکره است که اغلب هوا نامیده می‌شود.
- اغلب گازهای موجود در هواکره نامرئی هستند به طوری که ما هوا را نمی‌توانیم ببینیم و به طور معمول وجود آن را حس نمی‌کنیم، مگر روزهایی که باد می‌وزد یا در مکان‌هایی که هوا به خوبی در جریان است.
- میان گازهای هوا، واکنش‌های شیمیایی گوناگونی رخ می‌دهد که اغلب آن‌ها برای ساکنان این سیاره سودمند هستند، اما برخی از این واکنش‌ها مفید نبوده و فوارده‌هایی تولید می‌کنند که دلخواه و مطلوب ساکنان سیاره خاکی نیست. برای مثال، واکنش‌هایی که منجر به تولید گاز اوزون (O_3) در لایه تروپوسفر هواکره می‌شوند، از جمله واکنش‌های مضر انجام شده در هواکره به شمار می‌روند.
- تصویر زیر، روند تغییر دما در لایه‌های مختلف هواکره و مواد موجود در هر یک از این لایه‌ها را نشان می‌دهد:

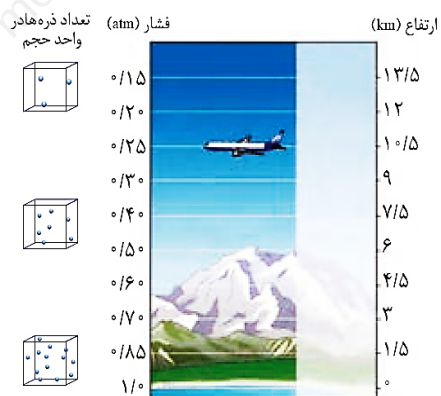


- نکته:** چند نکته‌ی مهم درباره‌ی تغییر دما و درصد فراوانی برخی اجزای سازنده هواکره برحسب ارتفاع از سطح زمین وجود دارد که حتما باید اونا رو بدونید!
- بر این اساس، داریم:
- روند تغییر دما در هواکره را می‌توان دلیلی بر لایه‌ای بودن آن دانست. در برخی از لایه‌ها دما کاهش یافته و در برخی از آن‌ها دما افزایش می‌یابد.
 - گازهای O_2 و N_2 در هر چهار لایه هواکره یافت می‌شوند.
 - توجه داریم که در ارتفاعات بالای هواکره، فقط یون‌های مثبت (کاتیون‌های تک اتمی و چند اتمی) در کنار اتم‌ها و مولکول‌های خنثی یافت می‌شود.
 - یون‌های موجود در هواکره از ارتفاع ۷۵ کیلومتری به بالا یافت شده و به واسطه انرژی بالای پرتوهای خورشید تولید می‌شوند.
 - دمای هوا در سطح کره زمین، به طور میانگین برابر با ۱۴ درجه سانتی‌گراد معادل با ۲۸۷ کلوین است.
 - تغییرات آب و هوای زمین در لایه تروپوسفر (نزدیک‌ترین لایه هواکره به سطح زمین) رخ می‌دهد. در این لایه با افزایش ارتفاع به ازای هر کیلومتر، دما حدود ۶ درجه سانتی‌گراد (معادل با ۶ کلوین) افت می‌کند و در انتهای لایه دمای هوا به حدود $-۵۵^{\circ}C$ (معادل با ۲۱۸ کلوین) می‌رسد.

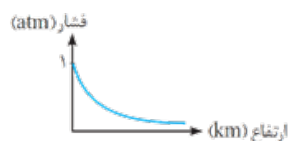
- برای تبدیل واحد دما بین کلوین و سلسیوس، از رابطه مقابل استفاده می‌شود:
- توجه داریم که مقدار تغییرات دما به ازای هر کیلومتر افزایش ارتفاع بر حسب درجه سانتی‌گراد و کلوین یکسان است؛ یعنی میزان تغییرات دما به ازای هر کیلومتر افزایش ارتفاع برابر با $۶^{\circ}C$ یا ۶ کلوین است.



فصل دوم: ردپای گازها در زندگی



فشار هر گاز، ناشی از برخورد مولکول‌های آن با دیواره ظرف است. هواکره نیز به دلیل داشتن گازهای گوناگون فشار دارد. این فشار در همه جهت‌ها بر بدن ما و به میزان یکسان وارد می‌شود. تصویر مقابل، روند تغییر فشار گازهای موجود در هواکره را نشان می‌دهد: نمودار زیر نیز روند تغییر فشار در ارتفاعات مختلف از هواکره زمین را نشان می‌دهد:



به طور کلی با افزایش ارتفاع از سطح زمین، تعداد مولکول‌های موجود در واحد حجم کاهش پیدا می‌کند. به عبارت دیگر، فشار هوا با افزایش ارتفاع کم می‌شود.

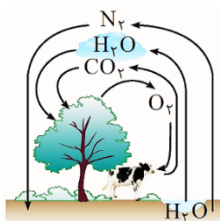
میزان کاهش فشار هواکره در ارتفاعات پایین‌تر بیشتر است؛ اما هرچه ارتفاع بیشتر شود، مقدار این کاهش فشار کمتر می‌شود. با توجه به تصویر، به ازای هر ۲ کیلومتر افزایش ارتفاع، فشار تقریباً ۰/۸ برابر می‌شود. توجه داریم که با افزایش ارتفاع هواکره، چگالی مخلوط گازی موجود در هواکره نیز کمتر می‌شود.

نیتروژن، اکسیژن و کربن دی‌اکسید از جمله گازهای موجود در هواکره هستند که در زندگی روزانه نقش حیاتی دارند. حدود ۷۵٪ از جرم هواکره، در نزدیک‌ترین لایه به زمین (لایه تروپوسفر) قرار دارد. این بخش از هوا کره، همان بخشی است که ما در آن زندگی می‌کنیم.

نکته: کاربردهای گازهای نیتروژن، هلیوم و آرگون را با هم اشتباه نکنید! کاربرد این گازها به شرح زیر است:

- ۱) پرکردن تایر خودروها
- ۲) صنعت سرماسازی برای انجماد مواد غذایی
- ۳) نگهداری نمونه‌های بیولوژیک در پزشکی
- ۴) پرکردن بالن‌های هواشناسی و تفریحی و تبلیغاتی
- ۵) جوشکاری
- ۶) پرکردن کیسول‌های غواصی
- ۷) خنک کردن قطعات الکترونیکی در دستگاه‌های تصویربرداری پزشکی مانند دستگاه MRI (مهم‌ترین کاربرد)
- ۸) ایجاد محیط بی‌اثر در جوشکاری
- ۹) برش فلزها
- ۱۰) ساخت لامپ‌های رشته‌ای

برهم‌کنش هواکره با زیست‌کره بیان می‌کند که زندگی جانداران گوناگون در زیست‌کره با گازهای هوا، گره خورده است. گیاهان با بهره‌گیری از نور خورشید و مصرف کربن دی‌اکسید هواکره، اکسیژن مورد نیاز جانداران را تولید می‌کنند. از طرفی، جانداران ذره‌بینی موجود در خاک، گاز نیتروژن هواکره را برای مصرف گیاهان در خاک تثبیت کرده و در اختیار گیاهان قرار می‌دهند. تصویر زیر، نمایی از این برهم‌کنش‌ها را نشان می‌دهد:



جدول زیر، ترتیب درصد حجمی (نه درصد جرمی) گازهای موجود در یک نمونه از هوای پاک و خشک (فاقد بخار آب) هواکره را نشان می‌دهد:

گاز	نیتروژن	اکسیژن	آرگون	کربن دی‌اکسید	نئون	هلیوم	کریپتون
درصد حجمی	۷۸/۰۷۹	۲۰/۹۵۲	۰/۹۲۸	۰/۰۳۸۵	۰/۰۰۱۸	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۱

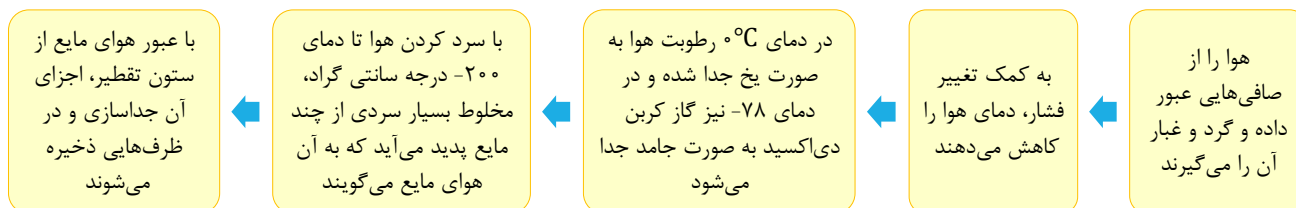
نکته: نکات مربوط به نام و درصد حجمی گازهای سازنده هوای پاک و خشک رو خوبه که حتما به خاطر بسپارید! این نکات به شرح زیر هستند:

- مقدار رطوبت موجود در هوا از جایی به جای دیگر و حتی در طول روز متغیر است، اما میانگین مقدار بخار آب موجود در هوا، در حدود ۱ درصد است.
- بخش عمده هواکره را دو گاز نیتروژن و اکسیژن تشکیل می‌دهد. گاز آرگون در میان اجزای هواکره در رتبه سوم قرار دارد؛ بنابراین می‌توان هوا را منبعی غنی برای تهیه این گازها دانست. در صنعت، این گازها را از تقطیر جزء-جزء هوای مایع تهیه می‌کنند.
- ترتیب فراوانی گازهای نجیب در هواکره، از جمله نکات مهم جدول کتاب درسی است. در این رابطه، داریم: آرگون < نئون < هلیوم < کریپتون < زنون
- توجه داریم که فراوان‌ترین ترکیب گازی موجود در هوای پاک و خشک (نمونه هوا که فاقد بخار آب است)، گاز کربن دی‌اکسید به شمار می‌رود.

بررسی‌های دانشمندان در مورد هوای به دام افتاده در بلورهای یخ در یخچال‌های قطبی و نیز سنگ‌های آتشفشانی نشان می‌دهد که از ۲۰۰ میلیون سال پیش تاکنون، نسبت گازهای سازنده هواکره (درصد حجمی گازهای موجود در هواکره) تقریباً ثابت مانده است.



از فرایند تقطیر، برای جداسازی اجزای هواکره استفاده می‌شود. روش تقطیر جزء به جزء هوای مایع را میتوان در چند مرحله، به صورت زیر نشان داد:



در مرحله آخر فرایند تقطیر، شروع به افزایش دمای هوای مایع می‌کنند و هر ماده‌ای که به نقطه‌ی جوش خودش برسد، تبدیل به گاز (تبخیر) شده و از مخلوط جدا می‌شود. این فرایند، مشابه به فرایند انجام شده برای تقطیر نفت خام است.

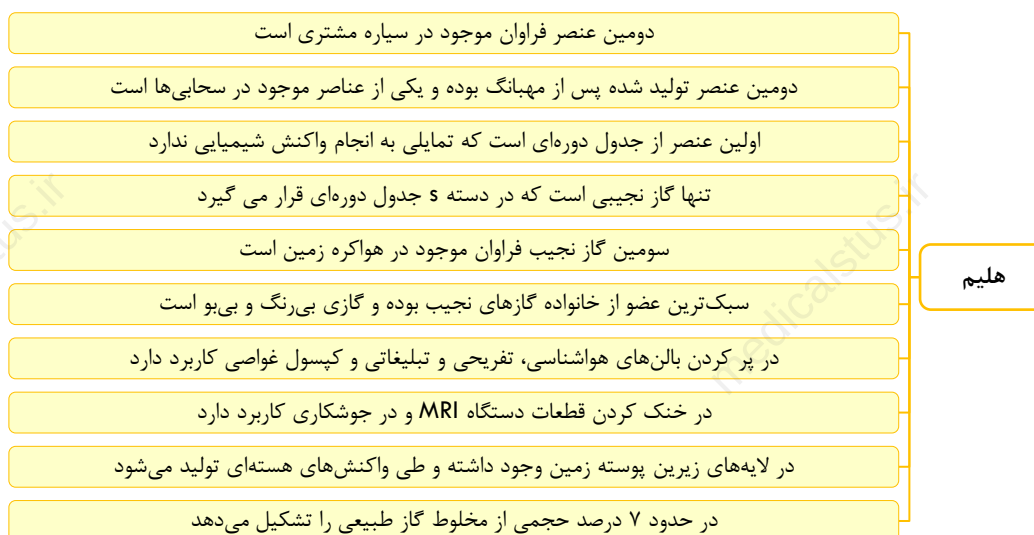
ترتیب جدا شدن گازها در مراحل افزایش دمای یک نمونه از هوای مایع با دمای 200°C - به صورت: نیتروژن - آرگون - اکسیژن است.

تهیه اکسیژن خالص در روش تقطیر جزء به جزء هوای مایع سخت است، چون نقطه جوش این ماده به نقطه جوش آرگون نزدیک است. البته، در فرایند تقطیر، آرگون را با درصد خلوص بالا می‌توان تهیه کرد.

آرگون گازی بی‌رنگ، بی‌بو و غیرسمی است. واژه آرگون به معنای تنبل است؛ زیرا این گاز واکنش‌پذیری ناچیزی دارد. این گاز در پتروشیمی شیراز از تقطیر جزء به جزء هوای مایع با خلوص بسیار زیاد تهیه می‌شود. همانطور که قبلاً گفتیم، آرگون به عنوان محیط بی‌اثر در جوشکاری به کار می‌رود.

مقدار گازهای نجیب مانند هلیوم، آرگون، کریپتون و زنون در هواکره بسیار کم است. از این رو، این مواد به گازهای کمیاب نیز معروف هستند.

هلیوم به عنوان سبک‌ترین گاز نجیب، یک ماده بی‌رنگ و بی‌بو است که کاربردهای فراوانی در زندگی دارد. ویژگی‌های کلی این گاز به شرح زیر است:



هلیوم

هلیوم (He) در کره زمین به مقدار خیلی کم یافت می‌شود؛ به طوری که مقدار ناچیزی از آن در هوا و مقدار بیشتری از آن در لایه‌های زیرین پوسته زمین وجود دارد. به همین خاطر، منابع زمینی هلیوم از هواکره سرشارتر بوده و برای تولید هلیوم در مقیاس صنعتی مناسب‌تر هستند.

هلیوم از واکنش‌های هسته‌ای در ژرفای زمین تولید می‌شود. این گاز پس از نفوذ به لایه‌های زمین، وارد میدان‌های گازی می‌شود. حدود ۷ درصد حجمی از مخلوط گاز طبیعی را هلیوم تشکیل می‌دهد. البته توجه داریم که مقدار هلیوم در میدان‌های گازی گوناگون، متفاوت است.

چون درصد حجمی هلیوم در هواکره کمتر از منابع زمینی آن است، پس بدست آوردن هلیوم از طریق تقطیر هوا مقرون به صرفه نیست. البته، جداسازی هلیوم از گاز طبیعی به دانش و فناوری پیشرفته‌ای نیاز دارد. متخصصان کشورمان تاکنون موفق به جداسازی و تهیه آن نشده‌اند و همچنان، هلیوم از دیگر کشورها وارد می‌شود.

تا اینجا، مطالب کلی درباره گازهای سازنده هواکره را خواندیم! از این به بعد، میریم سراغ ویژگی‌های جزئی‌تری از عناصر مهم موجود در هواکره، یعنی اکسیژن ...

اتم اکسیژن در ساختار همه مولکول‌های زیستی مانند کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها یافت می‌شود. این گاز در هواکره نیز به طور عمده به شکل مولکول‌های دو اتمی O_2 وجود دارد. هرچه از سطح زمین فاصله می‌گیریم، فشار گاز اکسیژن کمتر می‌شود.

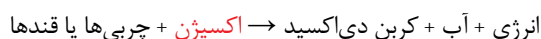
اکسیژن، گازی واکنش‌پذیر است و با اغلب عناصرها و مواد واکنش می‌دهد؛ از این رو، بخش قابل توجهی از واکنش‌های شیمیایی که روزانه پیرامون ما رخ می‌دهد به دلیل وجود گاز اکسیژن در هوا است. ویژگی‌های مهم عنصر اکسیژن به شرح زیر هستند:



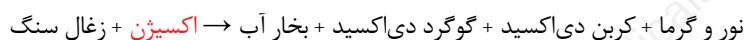
فصل دوم: ردپای گازها در زندگی

در دما و فشار اتاق به شکل مولکول های دو اتمی دیده می شود	
چهارمین عنصر فراوان در سیاره مشتری و دومین عنصر فراوان موجود در سیاره زمین است	
دومین گاز فراوان موجود در هواکره زمین است	
توسط گیاهان و در واکنش فتوسنتز تولید می شود	
واکنش پذیری بسیار زیادی دارد و موجب اکسایش بسیاری از عناصر می شود	
موجب فرسایش سنگ و صخره، زنگ زدن فلزها و فساد مواد غذایی می شود	
در واکنش با اغلب نافلزها، اکسیدهای اسیدی را ایجاد می کند	
در واکنش با اغلب فلزها اکسیدهای بازی را ایجاد می کند	
در واکنش سوختن همه مواد مصرف می شود	
گاز اوزون از جمله دگرشکل های آن است که نسبت به اکسیژن سطح انرژی بالاتری دارد	
از مولکول های ناقطبی تشکیل شده و در میدان الکتریکی جهت گیری پیدا نمی کند	اکسیژن
در ساختار الکل ها، اترها، کتون ها، آلدئیدها و کربوکسیلیک اسیدها وجود دارد	
در ساختار استرها، پلی استرها، آمیدها و پلی آمیدها وجود دارد	
در سمت کاتد سلول های سوختی مصرف می شود	
در سمت آند سلول برقکافت آب تولید می شود	
فراوان ترین عنصر موجود در پوسته جامد زمین است	
در ساختار برخی از جامدهای یونی، کووالانسی و مولکولی یافت می شود	
در ساختار چربی ها، پروتئین ها و کربوهیدرات ها یافت می شود	
در مبدل های کاتالیستی خودروها هم تولید شده و هم مصرف می شود	
دمای جوش آن در حدود ۱۸۳- درجه سانتی گراد است	
عدد اکسایش آن در بازه بین ۲+ تا ۲- متغیر است	

آزادسازی انرژی شیمیایی ذخیره شده در مواد غذایی مانند چربی ها و قندها در سوخت و ساز یاخته ای به کمک اکسیژن انجام می شود تا بدین ترتیب، انرژی لازم برای فعالیت های بدن فراهم شود. کربوهیدرات ها (قندها)، چربی ها و پروتئین ها، از جمله موادی هستند که انرژی مورد نیاز سلول ها را تامین می کنند. معادله کلی واکنش انجام شده به صورت زیر است:



در چراغ پیه (چربی) سوز، واکنش سوختن چربی انجام می شود. در چنین شرایطی، انرژی شیمیایی به انرژی نورانی و گرمایی تبدیل می شود. سوختن، واکنشی شیمیایی است که در آن، یک ماده با اکسیژن به سرعت واکنش داده و بخشی از انرژی شیمیایی آن به صورت گرما و نور آزاد می شود. مواد آلی، برخی از فلزها و نافلزها می توانند در شرایط مناسب در واکنش سوختن شرکت کنند. زغال سنگ در حضور اکسیژن می سوزد و افزون بر تولید گازهای SO_2 ، CO_2 ، بخار آب و سایر فراورده ها، مقدار زیادی انرژی نیز آزاد می کند. معادله واکنش انجام شده طی این فرایند به صورت زیر است:



به طور کلی، دو نوع واکنش سوختن وجود دارد که تفاوت آن ها در مقدار اکسیژن مصرف شده در واکنش است. اگر اکسیژن کافی در دسترس باشد، واکنش سوختن به صورت کامل انجام می گیرد و در آن گاز کربن دی اکسید و بخار آب تولید می گردد. این در حالی است که اگر مقدار گاز اکسیژن کافی در دسترس نباشد، سوختن ناقص انجام شده و گاز کربن مونواکسید یا دوده به همراه دیگر فراورده ها آزاد می شود.

رنگ زرد یا نارنجی شعله، نشان دهنده سوختن ناقص بوده و رنگ آبی شعله نیز نشان می دهد که وسیله گازسوز به درستی کار می کند و اکسیژن کافی در محیط واکنش وجود دارد. در چنین شرایطی، ماده سوختنی استفاده شده به طور کامل می سوزد.



به عنوان مثال، تصویر مقابل واکنش سوختن کامل و ناقص گاز شهری (که به طور عمده از متان تشکیل شده است) را نشان می دهد:



- شعله حاصل از سوختن کامل گاز شهری در مقایسه با شعله حاصل از سوختن ناقص آن دمای بالاتری دارد.
- گاز کربن مونوکسید از گاز کربن دی اکسید ناپایدارتر است. به عبارت دیگر، می توان گفت گاز کربن دی اکسید در مقایسه با کربن مونوکسید سطح انرژی پایین تری دارد. در چنین شرایطی، گاز CO تولید شده در سوختن ناقص در حضور اکسیژن و در شرایط مناسب دوباره می سوزد و به گاز CO₂ تبدیل می شود. معادله واکنش مورد نظر به صورت $2CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)$ است.
- کربن مونوکسید، گازی بی رنگ، بی بو و بسیار سمی است. چگالی این گاز کمتر از هوا بوده و قابلیت انتشار آن در محیط بسیار زیاد است.
- میل ترکیبی هموگلوبین خون با گاز کربن مونوکسید بسیار زیاد بوده و بیش از ۲۰۰ برابر اکسیژن است. بر این اساس، مولکول های گاز CO پس از اتصال به هموگلوبین از رسیدن اکسیژن به بافت های بدن جلوگیری کرده و باعث مسمومیت می شوند و سامانه عصبی فرد را فلج می کنند. در چنین شرایطی، قدرت هرگونه اقدامی از فرد مسموم گرفته شده و بدین ترتیب، خفگی باعث مرگ او می شود.
- واکنش پذیری زیاد اکسیژن سبب می شود تا عناصر فلزی و نافلزی در شرایط مناسب بسوزند. جدول زیر، رنگ شعله حاصل از سوختن چند ماده در حضور گاز اکسیژن را نشان می دهد:

رنگ شعله حاصل از سوختن ماده	ماده ای که در مجاورت اکسیژن قرار می گیرد
سفید	منیزیم
آبی	گوگرد
زرد	سدیم
نارنجی	آهن
قرمز	لیتیم

- این هم از نکات مربوط به اکسیژن! با یک نکته کوچولو درباره آرگون آشنا بشیم و خیلی سریع، بریم سراغ واکنش های شیمیایی و نکات مربوط به اون ...
- یکی از کاربردهای گاز آرگون، ایجاد محیط بی اثر هنگام جوشکاری است. در واقع چون آرگون یک گاز نجیب است، هنگام جوشکاری و در دمای بالای محیط ایجاد شده، با ماده ای واکنش نداده و موجب پایداری قطعات حاصل از جوشکاری می شود. ویژگی های گاز آرگون به شرح زیر هستند:

دومین گاز نجیب فراوان موجود در سیاره مشتری است	آرگون
فراوان ترین گاز نجیب موجود در هواکره است	
سومین گاز فراوان موجود در هواکره است	
در صنعت، از تقطیر جزیه جز هوای مایع با خلوص بالا بدست می آید	
یک گاز بی رنگ، بی بو و غیرسمی است	
به عنوان محیط بی اثر در جوشکاری و برش فلزها کاربرد دارد	
در ساخت لامپ های رشته ای به کار می رود	

- تغییر شیمیایی می تواند با تغییر رنگ، مزه، بو یا آزاد سازی گاز، تشکیل رسوب و گاهی ایجاد نور و صدا همراه باشد. جدول زیر، برخی از نمادهای استفاده شده در واکنش های شیمیایی را معرفی می کنند.

معنا	نماد	معنا	نماد
تولید می کند یا می دهد.	$\rightarrow$	جامد	(s)
واکنش دهنده ها بر اثر گرم شدن واکنش می دهند.	$\xrightarrow{\Delta}$	مایع	(l)
واکنش در فشار ۲۰۰ اتمسفر انجام می شود.	$\xrightarrow{200\text{ atm}}$	گاز	(g)
واکنش در دمای ۱۲۰۰ درجه سلسیوس انجام می شود.	$\xrightarrow{1200^\circ\text{C}}$	محلول آبی	(aq)
پلاتین به عنوان کاتالیزگر استفاده می شود.	$\xrightarrow{\text{Pt(s)}}$		



فصل دوم: ردپای گازها در زندگی

معادله واکنش‌ها را به طور کلی می‌توان به دو صورت نمادی و نوشتاری نشان داد. معادله نمادی، افزون بر نمایش فرمول شیمیایی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها می‌تواند حالت فیزیکی آن‌ها و اطلاعاتی درباره شرایط واکنش نیز مانند وجود کاتالیزگر را ارائه کند.

اغلب فلزها در طبیعت، به شکل ترکیب یافت می‌شوند که بخش قابل توجهی از آن‌ها به شکل اکسید است. برای مثال، فلز آلومینیم به صورت ترکیب بوکسیت (Al_2O_3 به همراه ناخالصی) و فلز آهن به صورت هماتیت (Fe_2O_3 به همراه ناخالصی) در طبیعت وجود دارد. سیلیسیم نیز یک عنصر شبه‌فلزی است که در طبیعت اغلب به صورت اکسید (سیلیس یا همان SiO_2) یافت می‌شود.

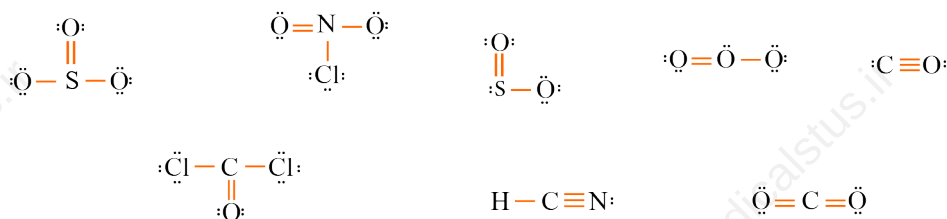
واکنش زنگ زدن آهن، واکنش اکسایش معروفی است که در آن، آهن با اکسیژن موجود در هوای مرطوب واکنش داده و زنگ آهن قهوه‌ای رنگ را تشکیل می‌دهد. این زنگار، متخلخل بوده و سبب می‌شود تا بخار آب و اکسیژن به لایه‌های زیرین آهن نفوذ کنند و باقیمانده فلز را مورد حمله قرار دهد. با گذشت زمان، کل وسیله آهنی مورد نظر دچار اکسایش و خوردگی می‌شود.

رفتار همه فلزها در برابر اکسیژن یکسان نیست. به عنوان مثال، چون آلومینیم اکسید جامدی با ساختاری متراکم و پایدار است که محکم به سطح فلز می‌چسبد، با تشکیل یک لایه از Al_2O_3 بر روی سطح فلز آلومینیم، لایه‌های درونی فلز از اثر رطوبت و اکسیژن هوا در امان می‌مانند.

به واکنش آرام مواد با اکسیژن که با تولید انرژی همراه است، واکنش اکسایش می‌گویند. سرعت این واکنش در مقایسه با واکنش سوختن کمتر است. برخی از فلزها در واکنش با اکسیژن، چندین نوع اکسید متفاوت تولید می‌کنند. برای مثال، فلز آهن با اکسیژن ترکیب و نخست به FeO یا همان آهن (II) اکسید تبدیل می‌شود. در مرحله بعد، این ترکیب با اکسیژن محیط واکنش داده و به Fe_2O_3 یا همان آهن (III) اکسید تبدیل می‌شود. در واقع، آهن با دو نوع عدد اکسایش متفاوت در ترکیب‌های خود حضور پیدا می‌کند. کروم، مس، منگنز و وانادیم نیز از جمله فلزهایی هستند که با اعداد اکسایش متفاوتی در ترکیب‌های خود حضور پیدا می‌کنند.

بعد از بحث مربوط به واکنش‌های شیمیایی، میریم سراغ ساختار لوویس ترکیب‌های مولکولی:

در آرایش الکترون-نقطه‌ای (ساختار لوویس)، الکترون‌های لایه ظرفیت اتم‌ها طوری کنار آن‌ها چیده می‌شوند که همه اتم‌های موجود در ترکیب تا حد امکان از قاعده هشت تایی پیروی کنند. ساختار لوویس برخی از ترکیب‌های مولکولی رایج به صورت زیر است:

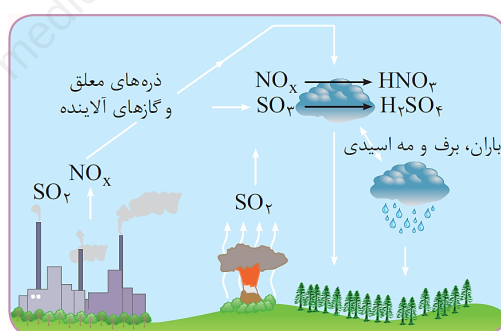


به طور کلی، اکسیدهای حاصل از عناصر فلزی را اکسیدهای بازی و اکسیدهای نافلزی را اکسیدهای اسیدی می‌نامند؛ زیرا از واکنش اغلب آن‌ها با آب به ترتیب باز و اسید تولید می‌شود.

توجه داریم که هر اکسید نافلزی لزوماً خاصیت اسیدی ندارد. به عنوان مثال، گازهای CO و NO و N_2O در آب به صورت مولکولی حل می‌شوند و چون با آب واکنش نمی‌دهند، اصلاً خاصیت اسیدی ندارند.

نکته اکسیدهای فلزی و نافلزی، کاربردها و ویژگی‌های فراوانی در زندگی دارند. به ویژگی‌های زیر از این مواد توجه کنید:

برخی کشاورزان کلسیم اکسید (آهک) را به عنوان یک اکسید فلزی برای افزایش بهره‌وری از خاک استفاده می‌کنند. افزودن این نوع مواد به خاک، سبب می‌شود تا مقدار و نوع مواد معدنی در دسترس گیاه تغییر کند. کلسیم اکسید خاصیت بازی داشته و از آن برای کنترل میزان اسیدی بودن آب دریاچه‌ها نیز استفاده می‌شود. با افزایش مقدار کربن دی‌اکسید در هوا، بخش زیادی از آن در آب دریاها و اقیانوس‌ها حل می‌شود. این ماده یک اکسید نافلزی با خاصیت اسیدی بوده و با انحلال آن در آب، خاصیت اسیدی آب زیاد می‌شود. با اسیدی شدن آب، زندگی برخی از آبزیان به خطر می‌افتد. در واقع با افزایش مقدار گاز CO_2 حل شده در آب، کربنیک اسید (یک اسید ضعیف با فرمول شیمیایی H_2CO_3) ایجاد می‌شود و این اسید، اسکلت آهکی مرجان‌ها را که گروهی از کیسه تنان هستند، نابود می‌کند.



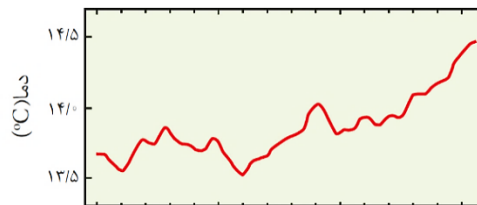
باران معمولی به دلیل وجود کربن دی‌اکسید محلول در آن، اندکی خاصیت اسیدی داشته و دارای pH کمتر از ۷ است.

آلاینده‌هایی که از سوختن سوخت‌های فسیلی وارد هوا می‌شوند و بالا می‌روند، سرانجام باید به زمین برگردند. این آلاینده‌ها به طور عمده شامل اکسیدهای اسیدی SO_2 و NO_2 هستند که هنگام بارش، در آب حل می‌شوند. بارشی که خاصیت اسیدی چشمگیری دارد و به زمین فرو می‌ریزد، در این حالت، می‌گوییم باران اسیدی باریده است. روند تولید باران‌های اسیدی مطابق شکل مقابل است:

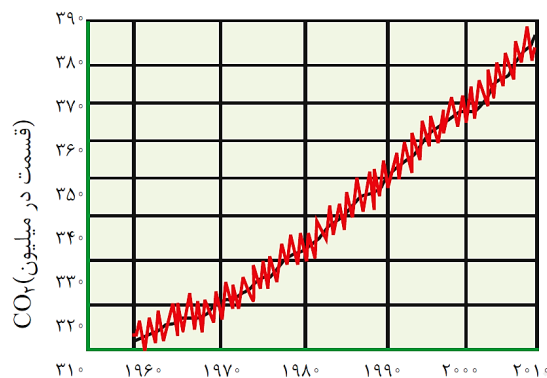


باران عادی و باران اسیدی، هر دو دارای pH کمتر از ۷ هستند، اما باران اسیدی به دلیل انحلال گازهای NO_2 و SO_2 در خود، اسیدی تر است. باران اسیدی آثار جبران ناپذیری بر جنگل‌ها، باغ‌های میوه و زندگی آبیان دارد؛ زیرا تغییر میزان خاصیت اسیدی آب به بافت‌های جانداران آسیب می‌زند. آثار زیانبار باران اسیدی بر روی پوست، دستگاه تنفس و چشم‌ها به سرعت قابل تشخیص است. گاهی خاصیت اسیدی باران باعث خشکی و ترک خوردگی پوست بدن نیز می‌شود.

شواهد نشان می‌دهند که در طول سده گذشته، میانگین دمای کره زمین افزایش یافته است. دانشمندان پیش بینی می‌کنند دمای کره زمین تا سال ۲۱۰۰ بین ۱/۸ تا ۴ درجه سلسیوس افزایش خواهد یافت. نمودار زیر، روند تغییر میانگین جهانی دمای هوا را نشان می‌دهد:



بر اساس شواهد، فصل بهار در نیمکره شمالی، به دلیل افزایش دمای کره زمین، نسبت به ۵۰ سال گذشته در حدود یک هفته زودتر آغاز می‌شود. آمارها نشان می‌دهند که سالانه میلیاردها تن کربن دی‌اکسید به هواکره وارد می‌شود به طوری که مقدار این گاز در سده اخیر در هواکره به میزان قابل توجهی افزایش یافته است. نمودار زیر، روند تغییر غلظت گاز کربن دی‌اکسید در هواکره را نشان می‌دهد:



کربن دی‌اکسید یک گاز گلخانه‌ای است که نقش بسیار تعیین کننده‌ای در آب و هوای کره زمین دارد. با افزایش غلظت این گاز در هواکره و تشدید شدن اثر گلخانه‌ای، برف‌های موجود در نیم‌کره‌های زمین آب شده و به دنبال آن، میانگین جهانی سطح آب‌های آزاد نیز افزایش پیدا می‌کند. در اثر سوزاندن سوخت‌های فسیلی، انواع آلاینده‌ها وارد هواکره می‌شود. به طور مثال، از آگزوز خودرو گازهای NO_2 و SO_2 (نه گاز گوگرد تری‌اکسید) و CO_2 و CO و C_xH_y خارج می‌شود.

انسان به دلیل مصرف انرژی الکتریکی، مقداری گاز کربن دی‌اکسید وارد هواکره می‌کند و درصد گازهای موجود در هواکره را تغییر می‌دهد و بر این اساس، بر کره زمین اثر می‌گذارد. ردپا، اصطلاحی است که به این اثر نسبت داده می‌شود.

ردپای کربن دی‌اکسید نشان می‌دهد که در تولید یک محصول یا بر اثر انجام یک فعالیت چه مقدار از این گاز تولید و وارد هواکره می‌شود. هر چه مقدار CO_2 وارد شده به طبیعت زیادتر باشد، ردپای ایجاد شده سنگین‌تر بوده و اثر آن ماندگارتر خواهد بود؛ زیرا زمان لازم برای تعدیل این اثر به وسیله پدیده‌های طبیعی همچون فتوسنتز گیاهان طولانی‌تر است.

یک درخت تنومند سالانه در حدود ۵۰ کیلوگرم کربن دی‌اکسید مصرف می‌کند. البته، اگر امروز یک نهال بکارید، حداقل ۲۰ سال طول می‌کشد تا به یک درخت تنومند تبدیل شود.

در میان منابع تولید انرژی الکتریکی، ترتیب میزان کربن دی‌اکسیدی که وارد محیط می‌شود را می‌توان به صورت زیر نوشت:

باد > گرمای زمین > انرژی خورشید > گاز طبیعی > نفت خام > زغال سنگ > مقدار کربن دی‌اکسید تولید شده

از میان منابع مختلف مربوط به تامین انرژی، زغال سنگ نسبت به سایر موارد بیشترین مقدار گازهای گلخانه‌ای را تولید می‌کند. از بین این منابع، تامین انرژی با استفاده از باد کمترین مقدار از گازهای گلخانه‌ای را تولید می‌کند.

گلخانه‌ها، زمین‌های کشاورزی ویژه‌ای هستند که دور تا دور آن‌ها را تا ارتفاع معینی با لایه‌ای از پلاستیک‌های شفاف می‌پوشانند و در آن‌ها گیاهان و میوه‌های گوناگونی را پرورش می‌دهند. در گلخانه‌ها در تمام فصول سال به ویژه در زمستان، فراورده‌های کشاورزی مانند قارچ، خیار، گوجه فرنگی، توت فرنگی و ... کشت می‌شود. در واقع با وجود گلخانه‌ها، امکان پرورش میوه‌ها در تمام فصول سال فراهم شده است. گلخانه، گیاه یا میوه را از آسیب‌های ناشی از تغییر دما و آفت‌ها حفظ می‌کند.



فصل دوم: ردپای گازها در زندگی

تغییرات دمایی در داخل گلخانه‌ها برخلاف بیرون گلخانه دارای نوسان زیادی نبوده و در محدوده‌ای کوچک تغییر می‌کند. به طور کلی، دمای محیط درون گلخانه در مقایسه با محیط خارج گلخانه بالاتر است.

نور خورشید هنگام گذر از لایه‌های هواکره با مولکول‌ها و دیگر ذره‌های آن برخورد کرده و تنها بخشی از آن به سطح زمین می‌رسد. به همین خاطر، زمین گرم می‌شود و مانند یک جسم داغ از خود پرتوهای الکترومغناطیس گسیل می‌کند؛ با این تفاوت که انرژی پرتوهای گسیل شده، کمتر بوده و طول موج آن‌ها بلندتر است.

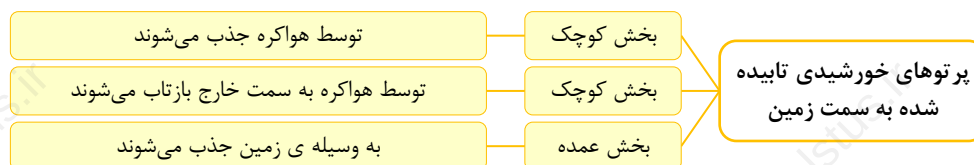
کره زمین با لایه‌ای از گازها به نام هواکره احاطه شده است. این لایه برای زمین همانند لایه پلاستیکی برای گلخانه است و سبب گرم شدن کره زمین می‌شود، به طوری که اگر این لایه وجود نداشت، کره زمین سرد شده و میانگین دمای آن به -18°C کاهش می‌یافت.

پرتوهای خورشیدی پس از برخورد به زمین، دوباره با طول موج‌های بلندتر به هواکره برمی‌گردند، اما برخی گازهای موجود در هواکره مانند CO_2 و H_2O و ... مانع خروج آن‌ها می‌شوند و بدین ترتیب زمین را گرم‌تر می‌کنند.

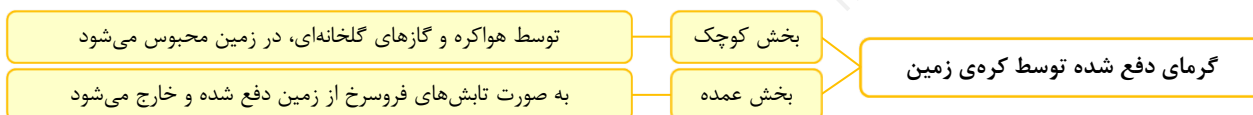
تصویر زیر، مبادله حرارتی کره زمین را نشان می‌دهد:



مطابق تصویر، سرنوشت پرتوهای خورشیدی تابیده شده به سمت زمین، به صورت زیر است:

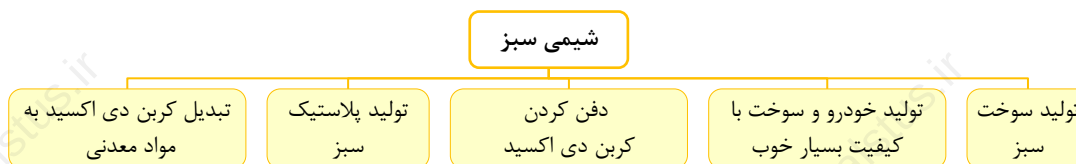


بخش کوچکی از پرتوهای خورشیدی تابیده شده به سمت زمین، به وسیله هواکره جذب می‌شوند. پرتوهای جذب شده توسط زمین، باعث گرم شدن کره زمین می‌شوند. سرنوشت این گرمای جذب شده نیز به صورت زیر است:



حالا که مطالب متنوعی در رابطه با اثر گلخانه‌ای رو مرور کردیم، میریم سراغ نکات مهم مربوط به شیمی سبز...

شیمی سبز شاخه‌ای از شیمی است که در آن شیمیدان‌ها در جستجوی فرایندها و فرآورده‌هایی هستند که به کمک آن‌ها بتوان کیفیت زندگی را با بهره‌گیری از منابع طبیعی افزایش داد و هم زمان از طبیعت محافظت کرد. نمودار زیر، شاخه‌های شیمی سبز را نشان می‌دهد:



سوخت سبز، سوختی است که در ساختار خود افزون بر عناصر کربن و هیدروژن، اکسیژن نیز دارد و از پسماندهای گیاهی مانند شاخ و برگ گیاه سویا، نیلوفر و دانه‌های روغنی به دست می‌آید. این مواد زیست تخریب‌پذیر هستند و به وسیله جانداران ذره‌بینی به مواد ساده‌تر تجزیه می‌شوند. اتانول و روغن‌های گیاهی، نمونه‌هایی از این نوع سوخت‌ها هستند.

برای کاهش مقدار گاز CO_2 موجود در کره زمین، کربن دی‌اکسید تولید شده در نیروگاه‌ها و مراکز صنعتی را با منیزیم اکسید یا کلسیم اکسید واکنش می‌دهند. معادله این واکنش‌ها به صورت $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{CaO}(\text{s}) \rightarrow \text{CaCO}_3(\text{s})$ و $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{MgO}(\text{s}) \rightarrow \text{MgCO}_3(\text{s})$ است.

پلاستیک‌های سبز (زیست تخریب‌پذیر)، پلیمرهایی هستند که بر پایه مواد گیاهی مانند نشاسته ساخته می‌شوند و به همین دلیل، در ساختار آن‌ها اکسیژن نیز وجود دارد. این پلاستیک‌ها در مدت زمان نسبتاً کوتاهی تجزیه می‌شوند و به طبیعت باز می‌گردند.

کربن دی‌اکسید را میتوان در مکان‌های عمیق و امن در زیر زمین ذخیره و نگهداری کرد. سنگ‌های متخلخل در زیر زمین، میدان‌های قدیمی گاز و



چاه‌های قدیمی نفت که خالی از این مواد هستند، جاهای مناسبی برای دفن این گاز هستند. هیدروژن فراوان ترین عنصر در جهان است که به صورت ترکیب های گوناگون یافت می‌شود. این گاز مانند سوخت های فسیلی می تواند با اکسیژن بسوزد و نور و گرما تولید کند. ویژگی‌های مهم عنصر هیدروژن به شرح زیر هستند:

- فراوان ترین عنصر موجود در سیاره مشتری و فراوان ترین عنصر موجود در جهان است
- اولین عنصر تولید شده پس از مه‌بانگ است
- علاوه بر هلیوم، یکی از عناصر موجود در سحابی‌ها است
- دارای ۲ ایزوتوپ پایدار و یک ایزوتوپ رادیواکتیو طبیعی است
- تنها عنصری است که طیف نشری آن توسط مدل بور توجیه می‌شود
- عنصری است که ۴ خط مرئی در طیف نشری-خطی خود دارد
- اولین عنصر از جدول دوره‌ای است که به شکل مولکول‌های دواتمی وجود دارد
- یکی از عناصری است که در ساختار سوخت‌های سبز یافت می‌شود
- یکی از واکنش دهنده‌های مصرف شده در فرایند هابر است
- یکی از موادی است که به کمک نمک خوراکی تهیه می‌شود
- یکی از عناصر موجود در ساختار هیدروکربن‌ها است
- فراورده‌ای از واکنش مخلوط سدیم هیدروکسید و آلومینیم با آب است
- فراورده‌ای از واکنش اغلب فلزها با محلول‌های اسیدی است
- در واکنش میان برخی از فلزها مثل سدیم با آب تولید می‌شود
- عنصری است که پتانسیل کاهش استاندارد آن صفر در نظر گرفته می‌شود
- مبنای اندازه گیری پتانسیل کاهش استاندارد سایر نیم سلول‌ها است
- عنصری است که در موتورهای درون سوز با بازده ۲۰ درصد می‌سوزد
- ماده مصرف شده در آند رایج ترین سلول سوختی است
- فراورده تولید شده در سمت کاتد سلول برق‌کافت آب است
- فراورده تولید شده در سمت کاتد انواعی از سلول‌های نورالکتروشیمیایی است
- در ساختار کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و چربی‌ها وجود دارد
- از واکنش میان گاز متان با بخار آب، به همراه گاز کربن مونوکسید تولید می‌شود
- مولکول‌های آن در میدان الکتریکی جهت گیری پیدا نمی‌کند

هیدروژن

جدول زیر، اطلاعات مربوط به چند نوع از مواد سوختنی مختلف را نشان می‌دهد:

نام سوخت	بنزین	زغال سنگ	هیدروژن	گاز طبیعی
گرمای آزاد شده (کیلوژول بر گرم)	۴۸	۳۰	۱۴۳	۵۴
فراورده‌های سوختن	$\text{CO}, \text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}$	$\text{CO}, \text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}, \text{SO}_2$	H_2O	$\text{CO}, \text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}$
قیمت (ریال به ازای یک گرم)	۱۴	۴	۲۸۰۰	۵

نکته: جدول بالا از سؤال خیز ترین جدول‌های کتاب درسی در کنکور است. نکات زیر از جدول بالا را به خاطر بسپارید:

- فراورده‌های سوختن بنزین و گاز طبیعی یکسان است. زغال سنگ علاوه بر فراورده‌های سوختن بنزین و گاز طبیعی، گاز SO_2 نیز تولید می‌کند. توجه داریم که هیدروژن در اثر سوختن، فقط H_2O تولید می‌کند.
- ترتیب گرمای آزاد شده (کیلوژول بر گرم) بر اثر سوختن این مواد به صورت: **هیدروژن < گاز طبیعی < بنزین < زغال سنگ** است.
- ترتیب قیمت سوخت‌ها به ازای یک گرم از آن‌ها به صورت: **هیدروژن < بنزین < گاز طبیعی < زغال سنگ** است.
- تولید، حمل و نقل و نگهداری هیدروژن بسیار پرهزینه است و به همین خاطر، تولید این گاز صرفه‌ی اقتصادی ندارد.

توسعه پایدار به این معنا است که شرکت‌ها و کارخانه‌ها، کالاهای خود را به روشی تولید کنند که قیمت تمام شده تولید آن برای کشور کاهش یابد. این

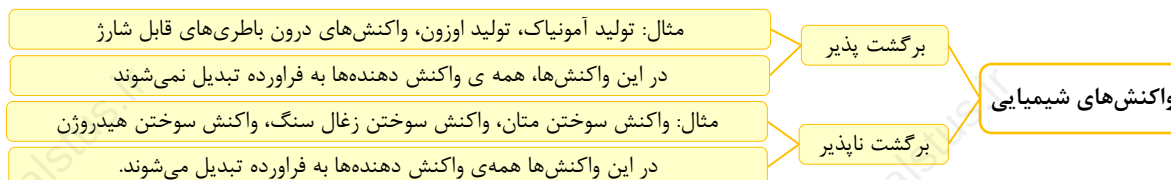


فصل دوم: رد پای گازها در زندگی

روند سبب رشد واقعی کشور می شود و در دراز مدت، سبب حفظ یا کاهش مصرف منابع طبیعی می گردد. به عبارت دیگر، توسعه پایدار یعنی اینکه در تولید هر فرآورده، همه هزینه های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی آن در نظر گرفته شود.

❏ قیمت تمام شده تولید پلاستیک ها با پایه نفتی (پلاستیک های ساخته شده از پلی اتن و ...) در کارخانه بسیار کم است، اما برخی از کشورها در پی تولید پلاستیک های زیست تخریب پذیر هستند؛ زیرا این پلاستیک ها در راستای ایجاد و برقراری توسعه پایدار هستند.

❏ به طور کلی، واکنش های شیمیایی را به دو دسته ی برگشت پذیر و برگشت ناپذیر (یک طرفه) دسته بندی می کنند. واکنش برگشت پذیر، واکنشی است که در آن مولکول های فرآورده نیز می توانند با هم واکنش داده و واکنش دهنده های فرایند را تولید کنند.



نکات مربوط به گاز اکسیژن رو قبلا مرور کردیم. بعد از گاز اکسیژن، نوبت به دگرشکل دیگه این ماده، یعنی گاز اوزون میرسه ...

❏ دگرشکل (آلوتروپ) به شکل های گوناگون مولکولی یا بلوری یک عنصر گفته می شود. گاز اوزون (O_3) دگرشکلی از اکسیژن است.

❏ اوزون، گازی با مولکول های سه اتمی است که در صنعت از آن برای گندزدایی میوه ها، سبزیجات و از بین بردن جانداران ذره بینی درون آب استفاده می شود. از این موضوع می توان نتیجه گرفت که اوزون از اکسیژن واکنش پذیرتر است.

❏ نقطه جوش اوزون از اکسیژن بیشتر است. اگر اکسیژن و اوزون را به حالت مایع در بیاوریم، هر دو آبی متمایل به بنفش هستند، اما با توجه به شکل کتاب درسی، رنگ اوزون تیره تر است. توجه داریم که اوزون از مولکول های قطبی و خمیده تشکیل شده و ساختار مولکولی آن به صورت مقابل است:



❏ نکته: اوزون در لایه های مختلف هوا کره یافت می شود. گاز اوزون تروپوسفری و استراتوسفری دو نقش متفاوت دارند. در این رابطه، به نکات زیر توجه کنید:

❏ اصطلاح لایه اوزون به منطقه مشخصی از لایه استراتوسفر می گویند که بیشترین مقدار گاز اوزون در آن محدوده قرار دارد.

❏ در لایه های بالایی هوا کره (استراتوسفر)، گاز اوزون مانند پوششی کره زمین را احاطه کرده، هرچند که مقدار آن در هوا کره ناچیز است.

❏ مولکول های اوزون موجود در استراتوسفر، مانع ورود بخش عمده ای (نه همه!) از تابش فرابنفش خورشید به سطح زمین می شود تا موجودات زنده از آثار زیانبار این تابش های پرانرژی در امان بمانند.

❏ در استراتوسفر هنگامی که تابش پرانرژی فرابنفش به اوزون می رسد، پیوند اشتراکی بین دوتا از اتم های اکسیژن موجود در این مولکول می شکنند و مولکول اوزون به یک اتم اکسیژن و یک مولکول اکسیژن تبدیل می شود. ذرات تولید شده طی این فرایند، می توانند دوباره در واکنش با یکدیگر، مولکول اوزون را تولید کنند، اما در این واکنش، مقداری انرژی به صورت تابش فروسرخ آزاد می شود. با تکرار پیوسته این دو واکنش، لایه اوزون بخش قابل توجهی از تابش فرابنفش را جذب می کند و تابش های کم انرژی تر فروسرخ را به زمین گسیل می کند.

❏ معادله واکنش چرخه اوزون را می توان به صورت $O_3(g) \rightleftharpoons O_2(g) + O(g)$ نشان داد. این واکنش یک واکنش برگشت پذیر است.

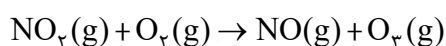
❏ برگشت پذیری واکنش تبدیل اوزون به اکسیژن، نقش محافظتی برای زمین داشته و باعث ثابت ماندن مقدار اوزون در لایه استراتوسفر می شود.

❏ گاز اوزون در لایه تروپوسفر نیز یافت می شود. از آنجا که اوزون از اکسیژن واکنش پذیرتر است، این ماده آلاینده ای سمی و خطرناک به شمار می آید به طوری که وجود آن در هوایی که تنفس می کنیم، سبب سوزش چشمان و آسیب دیدن ریه ها می شود.

❏ مقایسه ویژگی های اوزون و اکسیژن به شرح جدول زیر است:

فرمول شیمیایی	ساختار لوویس	جرم مولی	نقطه جوش	رنگ در حالت گازی	رنگ در حالت مایع	مدل فضا پرکن
O_2	$O=O$	۳۲	-۱۸۳	بی رنگ	آبی روشن	
O_3		۴۸	-۱۱۲	آبی روشن	آبی تیره	

❏ اوزون تروپوسفری بخاطر وجود اکسیدهای نیتروژن و گاز اکسیژن در هوا کره ایجاد می شود. واکنش تولید این ماده به صورت زیر است:





- گاز نیتروژن، به عنوان اصلی ترین جزء سازنده هواکره، واکنش پذیری بسیار کمی دارد و به طور معمول با اکسیژن واکنش نمی دهد، اما هنگام رعد و برق این دو گاز در هوا ترکیب شده و به اکسیدهای نیتروژن تبدیل می شوند. معادله واکنش های شیمیایی مختلف انجام شده در این شرایط به صورت $2NO(g) \rightarrow N_2(g) + O_2(g)$ و $2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$ است. البته این واکنش ها در موتور خودروها در حضور دماهای بالا هم انجام می شوند.
- واکنش گازهای نیتروژن و اکسیژن درون موتور خودرو در دمای بالا سبب ایجاد اکسیدهای نیتروژن می شود. از آنجا که گاز نیتروژن دی اکسید به رنگ قهوه ای است، هوای آلوده کلانشهرها در ساعات شلوغ روز اغلب به رنگ قهوه ای روشن دیده می شود. در این هوای آلوده و در حضور نور خورشید، واکنش تولید اوزون تروپوسفری (واکنش $NO(g) + O_3(g) \rightarrow NO_2(g) + O_2(g)$) انجام می شود.
- در باتری های قابل شارژ از جمله برخی انواع باتری های لیتیومی، واکنش های شیمیایی برگشت پذیر رخ می دهد.
- برای تولید صنعتی سولفوریک اسید، گوگرد را در حضور گاز اکسیژن کافی سوزانده و گاز SO_2 را بدست می آورند. به عبارت دیگر، فرآورده واکنش سوختن گوگرد، گاز گوگرد دی اکسید خواهد بود.
- نکات مربوط به گاز اوزون هم توم شدن! به عنوان مبحث بعدی، بریم سراغ مطالب مربوط به قانون گازها ...
- ماده به حالت گاز، شکل و حجم معینی ندارد، بلکه به شکل ظرف محتوی آن در می آید و همه فضای ظرف را اشغال می کند. به همین خاطر، حجم یک نمونه گاز با حجم ظرف محتوی آن برابر است.
- گازها برخلاف مواد جامد و مایع، تراکم پذیر هستند؛ به طوری که اگر به یک نمونه گاز موجود در سرنگی یا سیلندری با پیستون روان، فشار وارد کنیم، گاز فشرده تر شده و حجم آن کمتر می شود. طی این فرایند، چگالی ماده گازی افزایش خواهد یافت.
- برای توصیف یک نمونه گاز افزون بر مقدار، باید دما و فشار آن نیز مشخص باشد. برای مثال 0.2 مول گاز اکسیژن در دما و فشار اتاق، مثالی از یک نمونه گاز است.
- برای حل مسائل مربوط به گازها، فرمول $PV = nRT$ را به خاطر بسپارید. در این رابطه، P معادل با فشار گاز، V معادل با حجم گاز، n معادل با تعداد مول گاز و T معادل با دما برحسب کلون است. با توجه به رابطه نوشته شده، می توان گفت حجم یک نمونه گاز به مقدار، دما و فشار آن وابسته است؛ بنابراین، با تغییر هر یک از این کمیت ها، حجم گاز تغییر می کند.
- قرار دادن بادکنک های پر شده از هوا، درون نیتروژن مایع سبب می شود که حجم آن ها به شدت کاهش یابد، زیرا نیتروژن مایع کمی دارد و با کاهش دمای گازهای موجود در بادکنک، حجم گاز نیز کم می شود.
- در دما و فشار یکسان، حجم یک مول از گازهای گوناگون با هم برابر است. برای مثال، در شرایط یکسان 0.5 مول گاز اکسیژن و هلیوم حجم برابری دارند. این بیان، نخستین بار توسط آووگادرو ارائه شده و به همین خاطر، بعدها به قانون آووگادرو مشهور شد.
- براساس قرارداد، شیمی دان ها دمای صفر درجه سلسیوس و فشار یک اتمسفر را به عنوان شرایط استاندارد (STP) در نظر گرفته اند. حجم یک مول گاز در شرایط استاندارد برابر با 22.4 لیتر است.
- رابطه مقایسه ای قانون گازها برای مقایسه میان مولفه های مختلف دو نمونه گازی، به شرح زیر است:
- $$\frac{PV}{T} \propto n \rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} \times \frac{P_1}{P_2} \times \frac{n_2}{n_1}$$
- با کمک این رابطه می توانیم حجم مولی گازها را در شرایط مختلف، با مقایسه آن ها با حجم مولی گازها در شرایط استاندارد (دمای صفر درجه و فشار ۱ اتمسفر)، بدست بیاوریم.

نکته: به نکات زیر در رابطه با گاز نیتروژن توجه کنید:

- گاز نیتروژن فراوان ترین جزء سازنده هواکره بوده که در مقایسه با اکسیژن، از نظر شیمیایی غیرفعال و واکنش ناپذیر است. در ساختار مولکول های سازنده این گاز، یک پیوند $N \equiv N$ وجود دارد.
- در مخلوطی از گازهای نیتروژن و هیدروژن در حضور کاتالیزگر یا جرقه، هیچ واکنشی رخ نمی دهد (چون انرژی فعال سازی این واکنش بزرگ است)؛ اما مخلوطی از گازهای اکسیژن و هیدروژن در حضور کاتالیزگر یا جرقه در یک واکنش سریع و شدید، منفجر شده و آب تولید می کند.
- گاز نیتروژن بخاطر واکنش پذیری کم خود، به جو بی اثر شهرت یافته و در محیط هایی که گاز اکسیژن، عامل ایجاد تغییر شیمیایی است به جای آن از گاز نیتروژن استفاده می کنند.
- کشاورزان کودهای شیمیایی نیتروژن دار را به خاک می افزایند. یکی از این کودها آمونیاک است که به طور مستقیم به خاک تزریق می شود.
- از گاز نیتروژن در پرکردن تایر خودرو (به دلیل کم بودن واکنش پذیری)، انجماد مواد غذایی و نگهداری نمونه های بیولوژیک استفاده می شود.

- تولید آمونیاک به روش هابر از پرتکرارترین مسائل کنکور است. واکنش فرایند هابر به صورت $3H_2(g) + N_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$ است.
- بزرگ ترین چالش هابر، یافتن شرایط بهینه برای انجام واکنش میان گازهای هیدروژن و نیتروژن بود. او در این راستا با دو چالش عمده رو به رو شد. این چالش ها عبارت بودند از: ۱) واکنش در دما و فشار اتاق انجام نمی شد. ۲) آمونیاک به روش ساده قابل جداسازی از مخلوط واکنش نبود.



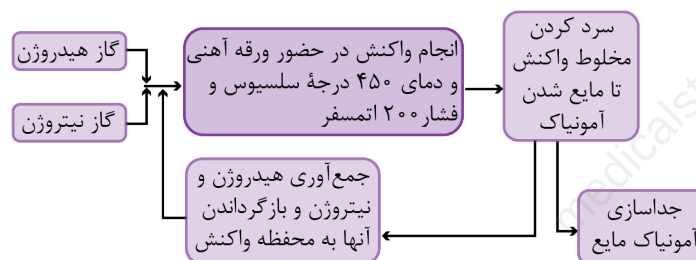
فصل دوم: ردپای گازها در زندگی

واکنش هابر در دمای 450°C و فشار 200 atm با حضور یک کاتالیزگر انجام می‌شود. کاتالیزگر این واکنش، یک ورقه آهنی است. چنین شرایطی را شرایط بهینه برای انجام فرایند هابر می‌گویند.

کاتالیزگر استفاده شده در فرایند هابر، فقط سرعت انجام واکنش را افزایش داده و تاثیری روی مقدار نهایی گاز آمونیاک تولید شده ندارد.

هابر با بررسی نقطه جوش این مواد، راه حلی را برای جداسازی آمونیاک پیدا کرد. دمای جوش آمونیاک در حدود -34°C درجه سانتی‌گراد بوده و دمای جوش گازهای نیتروژن و هیدروژن نیز منفی‌تر از -196°C است. برای جداسازی آمونیاک تولید شده در فرایند هابر، دما را تا حدود -40°C کاهش می‌دهند تا گاز آمونیاک موجود در مخلوط میعان شده و جداسازی شود.

طرح زیر، راه حل هابر برای تولید آمونیاک را نشان می‌دهد:



واکنش هابر یک واکنش برگشت پذیر است و به همین خاطر، در ظرف واکنش مخلوطی از سه گاز هیدروژن، نیتروژن و آمونیاک وجود دارد و همه واکنش دهنده‌ها به فراورده تبدیل نمی‌شود.

چربی ذخیره شده در کوهان شتر، طبق واکنش $2\text{C}_{27}\text{H}_{54}\text{O}_6 + 163\text{O}_2 \rightarrow 114\text{CO}_2 + 110\text{H}_2\text{O}$ اکسایش پیدا می‌کند. توجه داریم که چربی‌ها در شرایط اتاق حالت جامد دارند. هر مولکول از این ماده $(\text{C}_{27}\text{H}_{54}\text{O}_6)$ ، در مقایسه با هر مولکول روغن زیتون $(\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2)$ ، ۶ اتم هیدروژن بیشتر داشته و در نتیجه، سیر شده‌تر است.

در برخی کشورها از اتانول به عنوان سوخت سبز به جای سوخت های فسیلی (گازوئیل، بنزین و...) استفاده می‌شود.

به اطلاعات داده شده در دو جدول زیر، توجه کنید:

نقطه جوش ترکیب‌ها و مواد مهم	
نام ماده	نقطه جوش
نیتروژن	-196
اکسیژن	-183
آرگون	-186
هلیوم	-269
اوزون	-112
هیدروژن	-253
آمونیاک	-34

((ترین))های فصل دوم شیمی دهم	
نوع عنصر	خاصیت عنصر
اکسیژن	واکنش پذیرترین گاز هواکره
نیتروژن	اصلی ترین گاز هواکره
متان	اصلی ترین جز گاز طبیعی
هیدروژن	فراوان ترین عنصر جهان
کربن دی اکسید	فراوان ترین ترکیب در هوای پاک و خشک



فصل ۳: آب، آهنگ زندگی

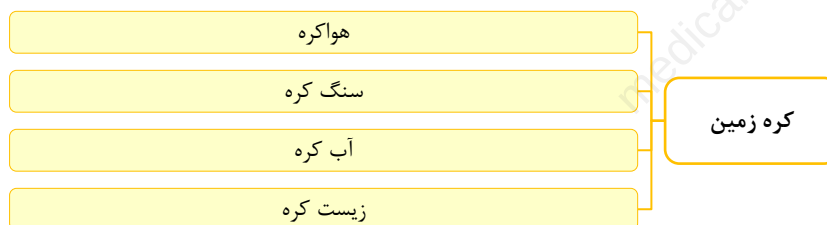


فصل ۳ کتاب شیمی دهم، مطالبی را پیرامون محلول ها، انواع حلال ها و حل شونده ها مطرح کرده و از مهم ترین فصل های کتاب درسی شیمی به شمار می رود. مطالب این فصل، به مقدار زیادی با مطالب مطرح شده در سایر فصل ها ترکیب می شوند. در کنار اغلب سال ها، بین ۳ تا ۵ سؤال از این فصل مطرح می شود. در کنارهای اخیر، اغلب ۲ مورد از سؤالات مطرح شده از فصل ۳ دهم به شکل مسئله بوده و ۲ مورد از سؤالات هم در قالب سؤالات مفهومی و یا حفظی بوده اند. در فصل ۳ کتاب شیمی دهم علاوه بر مطالب مهمی در رابطه با محلول ها، بحث های دیگری در رابطه با قطبیت و ... نیز مطرح شده است که از آن ها در حل سؤالات مربوط به بسیاری از فصل های دیگر شیمی باید استفاده کنیم.

- سیاره زمین دارای جوّی سرشار از اکسیژن و سطحی پوشیده از آب فراوان است. به همین خاطر، زمین در فضا به رنگ آبی دیده می شود؛ زیرا نزدیک به ۷۵ درصد سطح آن را آب پوشانده است.
- جرم کل آب های روی کره زمین در حدود 1.5×10^{18} تن برآورد می شود. بخش عمده این آب در اقیانوس ها و دریاها توزیع شده است، به گونه ای که اگر کره زمین را مسطح در نظر بگیریم، آب، همه سطح آن را تا ارتفاع بیش از ۲ کیلومتر می پوشاند.
- آب اقیانوس ها و دریاها مخلوطی همگن است که اغلب مزه ای شور دارد. برآوردها نشان می دهند حدود 5×10^{16} تن نمک در آب اقیانوس ها و دریاها وجود دارد و سالانه میلیاردها تن مواد گوناگون از سنگ کره نیز وارد آب کره می شوند. بر این اساس، می توان گفت درصد جرمی نمک های حل شده در آب دریاها به طور تقریبی برابر با ۳/۳۳٪ است.
- جرم کل مواد حل شده در آب های کره زمین تقریباً ثابت است، پس می توان گفت در طول هر بازه زمانی، مجموع جرم نمک های خارج شده از آب دریاها برابر با مجموع جرم نمک های وارد شده به آن ها است.

به عنوان اولین مفهوم اساسی و مهم این فصل، باید اجزای مهم سازنده کره زمین رو بلد باشیم ...

- کره زمین را می توان سامانه ای بزرگ در نظر گرفت که شامل چهار بخش هواکره، آب کره، سنگ کره و زیست کره است. درون این سامانه و بین این چهار بخش، پیوسته مواد گوناگونی مبادله می شود. به همین خاطر است که می گوئیم زمین از دیدگاه شیمیایی پویا است و بخش های گوناگون آن با یکدیگر برهم کنش های فیزیکی و شیمیایی دارند. با توجه به توضیحات داده شده، اجزای سازنده زمین به شرح زیر هستند:



- هواکره از مولکول های کوچک شامل نیتروژن، اکسیژن و کربن دی اکسید تشکیل شده است. سنگ کره نیز از مواد جامد مانند ماسه و نمک ها تشکیل شده است. آب کره نیز از مولکول های کوچک آب، یون های محلول در آب و ... تشکیل شده است.
 - زیست کره شامل جانداران روی کره زمین می شود. در واکنش های انجام شده در زیست کره، درشت مولکول ها (موادی که از مولکول هایی با جرم مولی بالا ساخته شده اند) نقش اساسی ایفا می کنند.
 - جانداران آبی سالانه میلیاردها تن کربن دی اکسید را وارد هواکره و مقدار بسیار زیادی از گاز اکسیژن محلول در آب را مصرف می کنند. این فرایند، نمونه ای از ارتباط میان هواکره و آب کره است.
 - لاشه جانوران و گیاهان بر اثر واکنش های شیمیایی تجزیه شده و به صورت مولکول های کوچک تر، وارد آب کره، هواکره یا سنگ کره می شوند.
- ابتدای فصل ۳ شیمی دهم، یک جدول در رابطه با فراوانی یون های موجود در آب دریا داده که حتماً باید اطلاعات مهم اون رو حفظ باشید ...
- جدول زیر نام، نماد شیمیایی و مقدار برخی یون های حل شده در آب دریا نشان می دهد:

نام یون	کلرید	سدیم	سولفات	منیزیم	کلسیم	پتاسیم	کربنات	برمید
نماد	Cl^-	Na^+	SO_4^{2-}	Mg^{2+}	Ca^{2+}	K^+	CO_3^{2-}	Br^-
رتبه فراوانی	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸



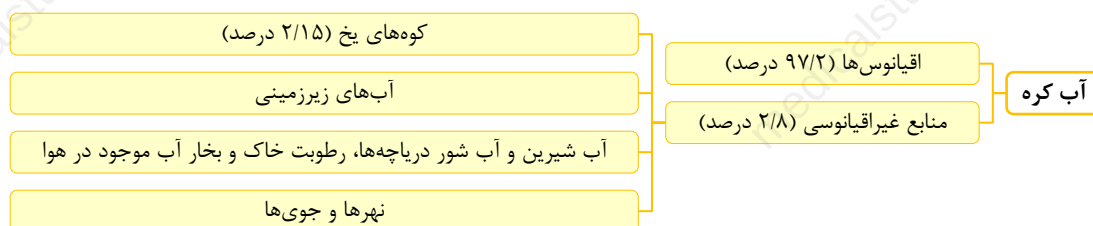
فصل سوم: آب، آهنگ زندگی

با استفاده از روش‌های فیزیکی مثل تبلور و روش‌های شیمیایی مثل برقکافت، می‌توان برخی از عناصر و مواد موجود در آب دریا را استخراج کرد.

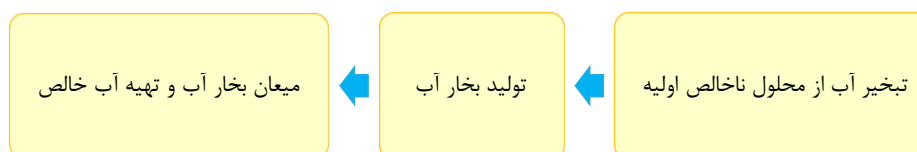
نکته: در رابطه با یون‌های فراوان موجود در آب دریاها به نکات زیر توجه کنید:

یون کلرید، فراوان‌ترین آنیون موجود در آب دریا، یون سدیم فراوان‌ترین کاتیون موجود در آب دریا و یون سولفات نیز فراوان‌ترین یون چنداتمی موجود در آب دریا است. توجه داریم که کاتیون‌های حاصل از عناصر فلزی گروه‌های اول و دوم جدول دوره‌ای، در آب دریا وجود دارند. وجود انواع یون‌ها در آب دریا به دلیل انحلال نمک‌های گوناگون در آن است.

اگرچه ۷۵٪ سطح زمین را آب پوشانده است، اما ۵۰ درصد جمعیت جهان از کم آبی رنج می‌برند و ۶۶ درصد از مردم جهان تا سال ۲۰۲۵ با کمبود آب روبه‌رو خواهند شد. دلیل این موضوع، کم بودن مقدار آب شیرین است. نمودار زیر، اجزای سازنده‌ی آب کره (منابع اقیانوسی و غیراقیانوسی آب کره) را نشان می‌دهد:



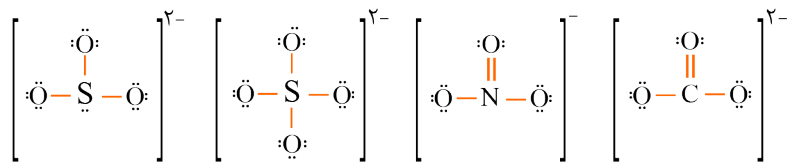
با توجه به نمودار بالا، کوه‌های یخ در حدود ۷۷٪ از کل منابع غیراقیانوسی آب کره را شامل می‌شوند. طبق نمودار، بیشتر آب‌های روی زمین شور است و نمی‌توان از آن‌ها در کشاورزی، مصارف خانگی و صنعتی استفاده کرد. به همین خاطر، تهیه آب شیرین و آشامیدنی، همچون آب قابل استفاده در کشاورزی، صنعت و دیگر حوزه‌ها، یکی از چالش‌های اساسی در سطح جهان است. اقیانوس‌ها، دریاها و دریاچه‌ها، منابع ارزشمندی برای تهیه و استخراج مواد شیمیایی گوناگون، تولید فراورده‌های پروتئینی، مواد و وسایل تزئینی و تهیه داروهای گوناگون هستند. دریاها شامل مخلوطی همگن از انواع یون‌ها و مولکول‌های موجود در آب می‌شوند. نوع و مقدار مواد حل شده در دریاها، مختلف، با یکدیگر تفاوت دارند؛ زیرا آب‌هایی که به دریاها، قنات‌ها و رودخانه‌ها، آبی زلال و شفاف دارند که شیرین، گوارا و آشامیدنی است. باید توجه داشت که این آب‌ها ناخالص هستند. همچنین آب‌های معدنی که از رشته کوه‌های البرز و زاگرس تهیه می‌شوند، مقداری ناخالصی دارند. آب باران در هوای پاک، تقریباً خالص (فاقد مواد حل‌شونده) است. در واقع هنگام تشکیل برف و باران، تقریباً همه مواد حل شده در آب از آن جدا می‌شود. این فرایند، الگوی برای تهیه آب خالص است. فرایندی که تقطیر نام داشته و فراورده آن نیز آب مقطر نام دارد. نمودار زیر، خلاصه‌ای از فرایند تقطیر آب را نشان می‌دهد:



مثال‌هایی که از آب آشامیدنی در کتاب ذکر شده عبارت از آب شیر (آب لوله‌کشی)، آب معدنی، آب چشمه و آب قنات هستند. آب آشامیدنی، مخلوطی زلال و همگن بوده و حاوی مقدار کمی از یون‌های گوناگون است. برخی از این یون‌ها به طور طبیعی در آب حل شده است و برخی دیگر در مراکز تأمین آب آشامیدنی سالم به آن افزوده می‌شود. به آب آشامیدنی، مقدار بسیار کمی یون فلوئورید (F^-) می‌افزایند، زیرا وجود این یون سبب حفظ سلامت دندان‌ها می‌شود. تفاوت آب آشامیدنی و دیگر آب‌ها، در نوع و مقدار حل‌شونده‌های موجود در آن‌ها است. در برخی از آب‌های آشامیدنی، مقدار یون‌های حل شده به قدری زیاد است که مزه آب را تغییر می‌دهد. برخی یون‌های موجود در آب‌های آشامیدنی و شیرین عبارت از یون کلرید، یون منیزیم، یون آهن (II)، یون هیدروکسید، یون نیترات، یون سدیم و یون کلسیم هستند. توجه داریم که مقدار و نوع یون‌های موجود در آب‌های شیرین از محلی به محل دیگر تفاوت دارد. برخی از یون‌های موجود در آب آشامیدنی مانند یون‌های Na^+ ، F^- ، Cl^- و Ca^{2+} تک‌ایمی هستند؛ در حالی که برخی دیگر از یون‌های موجود در آب مانند یون نیترات (NO_3^-) و یون سولفات (SO_4^{2-})، از اتصال چند اتم مجزا به یکدیگر تشکیل شده‌اند. این یون‌ها را یون‌های چند اتمی می‌نامند.



ساختار لوویس برخی از یون‌های چند اتمی به صورت زیر است:



یونی که از اتصال دو یا چند اتم تشکیل شده است، یون چند اتمی نام دارد. توجه داریم که بار الکتریکی یون‌های چند اتمی به اتم خاصی از این یون‌ها تعلق نداشته و مربوط به کل اتم‌هایی است که در ساختار این یون قرار می‌گیرند.

گیاهان برای رشد مناسب افزون بر H_2O و CO_2 ، به عنصرهایی مانند گوگرد، نیتروژن و فسفر نیاز دارند. آمونیوم سولفات با فرمول شیمیایی $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ یکی از انواع کودهای شیمیایی است که دو عنصر نیتروژن و گوگرد را در اختیار گیاه قرار می‌دهد.

اغلب مفاهیم این فصل، پیرامون محلول‌ها هست و قبل از هر چیز، باید با تعریف محلول آشنا بشیم و بعد از اون، سایر مفاهیم مهم این قسمت رو مرور کنیم ...

محلول، مخلوطی همگن از دو یا چند ماده است که حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی در سرتاسر آن یکسان و یکنواخت می‌باشد.

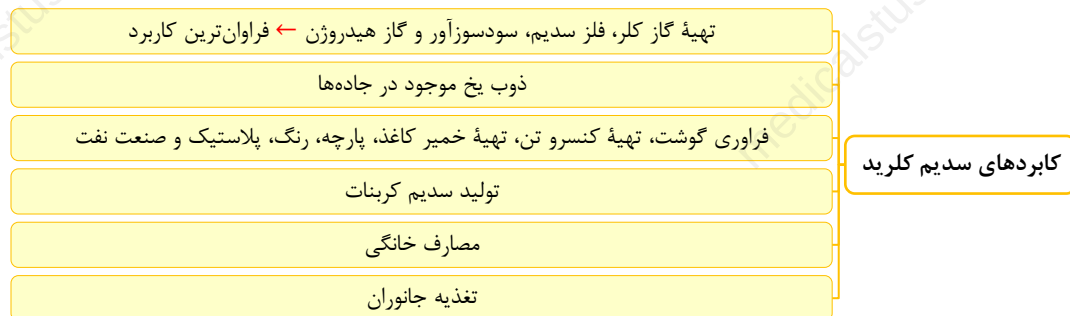
هوای پاک که تنفس می‌کنیم، محلولی از گازها است. سرم فیزیولوژی و محلول شست و شوی دهان، محلول‌های رقیقی از نمک خوراکی (سدیم کلرید) در آب هستند. ضد یخ، محلولی از اتیلن گلیکول در آب است و گلاب نیز مخلوطی همگن از چند ماده آلی در آب است.

ضد یخ، نوعی محلول آبی است. حالت فیزیکی در سرتاسر این محلول مایع بوده و ترکیب شیمیایی مانند رنگ و غلظت در سرتاسر آن یکسان و یکنواخت است. در محلول ضد یخ، یک نوع الکترولیت دو عاملی به اسم اتیلن گلیکول با فرمول مولکولی $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ وجود دارد.

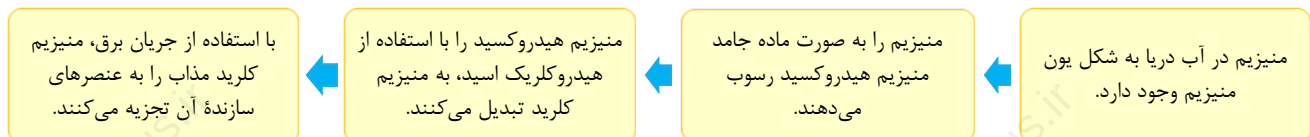
برخی محلول‌ها مانند سرم فیزیولوژی، رقیق هستند و برخی از آن‌ها مانند گلاب دو آتشه، غلیظ هستند.

دریا یکی از نعمت‌های خدادادی است که منبعی سرشار از مواد شیمیایی است. گرمای شدید، سبب تبخیر آب دریاچه‌ها و دریاها شده و در نتیجه، بلورهای جامدی بر روی سطح سنگ‌های موجود در سواحل تشکیل می‌شود. این بلورها، شامل انواع نمک‌ها هستند.

مواد شیمیایی موجود در آب دریا را می‌توان به روش‌های فیزیکی یا شیمیایی از آن جدا کرد. برای نمونه سالانه میلیون‌ها تن سدیم کلرید با روش تبلور (نوعی از روش‌های فیزیکی) از آب دریا جداسازی و استخراج می‌شود. نمودار زیر، کاربردهای سدیم کلرید را نشان می‌دهد:



فلز منیزیم ماده ارزشمندی است که در تهیه آلیاژها و شربت معده کاربرد دارد. روش تهیه منیزیم از آب دریا در نمودار زیر بررسی شده است:



مقدار نمک‌های حل شده در آب دریاهای گوناگون با هم تفاوت دارد. برای نمونه در هر ۱۰۰ گرم آب دریای مرده (بحرالمیت)، حدود ۲۷ گرم حل شونده (انواع نمک‌ها) وجود دارد. توجه داریم که دریای مرده، حداکثر مقدار نمک حل شده در بین دریاهای جهان را دارد.

دریاچه ارومیه یکی از دریاچه‌های شور دنیا است که مقدار نمک‌های حل شده در آن بسیار زیاد است. محلول آبی این دریاچه بسیار غلیظ است و به همین خاطر، دریاچه‌ی ارومیه منبع غنی از مواد شیمیایی گوناگون به شمار می‌آید.

ترتیب میزان نمک‌های حل شده در دریاهای گوناگون به صورت مقابل است: اقیانوس آرام > دریای مدیترانه > دریای سرخ > دریای مرده

هر محلول از دو قسمت حلال و حل شونده تشکیل شده است. حلال، جزئی از محلول است که حل شونده را در خود حل می‌کند و شمار مول‌های آن در محلول بیشتر است. خواص محلول‌ها به خواص حلال، حل شونده و مقدار هر یک از این مواد بستگی دارد.

برای بیان ساده‌تر غلظت محلول‌های بسیار رقیق مانند غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌های موجود در آب معدنی، آب آشامیدنی، آب دریا، بدن جانداران، بافت‌های گیاهی و مقدار آلاینده‌های موجود در هوا، از کمیتی به نام قسمت در میلیون (ppm) استفاده می‌شود. این کمیت نشان می‌دهد که در یک



فصل سوم: آب، آهنگ زندگی

میلیون گرم از محلول، چند گرم حل شونده وجود دارد. غلظت ppm یک محلول، با استفاده از رابطه زیر بدست می آید:

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

توجه داریم که یکای جرم در مخرج و صورت کسر داده شده باید یکسان باشد. برای محاسبه غلظت ppm از رابطه زیر نیز استفاده می شود:

$$\text{ppm} = \frac{\text{میلی گرم حل شونده}}{\text{لیتر محلول}} \rightarrow \text{ppm} = \frac{\text{اگر چگالی محلول برابر با ۱ گرم بر میلی لیتر باشد}}{\text{میلی گرم حل شونده}} \times \frac{\text{کیلوگرم محلول}}{\text{لیتر محلول}}$$

درصد جرمی، یکی دیگر از روش های بیان میزان حل شونده در محلول ها است. درصد جرمی را با نماد w / w % نشان می دهند. درصد جرمی یک محلول، با استفاده از رابطه مقابل بدست می آید.

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم حلال} + \text{جرم حل شونده}} \times 100 = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100$$

توجه داریم که یکای جرم در مخرج و صورت کسر باید یکسان باشد.

غلظت بسیاری از محلول ها در صنعت، پزشکی، داروسازی، کشاورزی و زندگی روزانه با درصد جرمی بیان می شود. برای نمونه، سرکه خوراکی با خاصیت اسیدی ملایم، محلول ۵٪ جرمی استیک اسید (اتانوئیک اسید یا CH_3COOH) در آب است.

تهیه محلول ها با درصد جرمی معین کار آسانی نیست. تجربه نشان می دهد که اندازه گیری حجم یک مایع، آسان تر از جرم آن است.

چون شیمی دان ها مقدار ماده را اغلب برحسب مول بیان می کنند و این مقیاس را مبنای محاسبات کمی خود قرار می دهند، بیان غلظتی از محلول پر کاربردتر است که با مول های ماده حل شونده و حجم محلول ارتباط داشته باشد. چنین غلظتی را غلظت مولی (مولار) می نامند. برای محاسبه غلظت مولی یک محلول از رابطه مقابل استفاده می شود:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{جرم مولی حل شونده}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{\text{مول حل شونده}}{\text{لیتر محلول}}$$

محلول مولار سدیم هیدروکسید نشان می دهد که در هر لیتر از این محلول، ۱ مول سدیم هیدروکسید حل شده است.

غلظت گرم بر لیتر، نوع دیگری از بین غلظت است. برای محاسبه مقدار این غلظت، از رابطه زیر استفاده می شود:

$$\text{جرم مولی حل شونده} \times \text{غلظت مولی محلول} = \frac{\text{گرم حل شونده}}{\text{لیتر محلول}} = \text{غلظت گرم بر لیتر}$$

در سوالات مطرح شده در فصل محلول ها، اغلب نیاز داریم که غلظت های مختلف داده شده در رابطه با یک محلول را به هم تبدیل کنیم. برای محاسبه غلظت مولی یک محلول با درصد جرمی و یا غلظت ppm مشخص، از روابط زیر استفاده می کنیم:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{چگالی} \times \text{غلظت ppm}}{\text{جرم مولی حل شونده} \times 1000} \quad \text{چگالی} \times \text{درصد جرمی} \times 10 = \text{غلظت مولی} \times \text{جرم مولی حل شونده}$$

شیمی دان ها بیشترین مقدار از یک حل شونده را که در ۱۰۰ گرم حلال و دمای معین حل می شود، انحلال پذیری آن ماده می نامند. در این عبارت، واژه بیشترین نشان دهنده رسیدن محلول به حالت سیر شده است. محلول سیر شده، محلولی است که نمی تواند حل شونده بیشتری را در خود حل کند. برای محاسبه مقدار انحلال پذیری یک ماده در ۱۰۰ گرم حلال، از رابطه مقابل استفاده می شود:

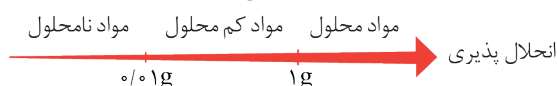
$$\text{مقدار انحلال پذیری} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم حلال}} \times 100$$

نکته آمارها نشان می دهند که نزدیک به ۳٪ از جمعیت کشورمان سنگ کلیه دارند. در رابطه با سنگ کلیه، به موارد زیر توجه کنید:

سنگ کلیه افزون بر زمینه ژن شناختی (ژنتیکی)، می تواند به دلیل تغذیه نامناسب، کم تحرکی، مصرف بیش از حد نمک خوراکی، نوشیدن کم آب، مصرف پروتئین حیوانی و لبنیات و نیز اختلالات هورمونی ایجاد شود.

اغلب سنگ های کلیه از رسوب برخی نمک های کلسیم دار در کلیه ها تشکیل می شوند. هنگامی که مقدار نمک های کلسیم دار در ادرار بیشتر از میزان انحلال پذیری این نمک ها باشد، مقدار اضافی از این مواد رسوب کرده و فرد مبتلا به سنگ کلیه می شود.

اگر انحلال پذیری ماده ای کمتر از ۰/۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب باشد، آن ماده را نامحلول در آب نامیده و اگر انحلال پذیری یک ماده بین ۰/۱ و ۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب باشد، آن ماده را کم محلول می نامند. در نقطه مقابل، اگر انحلال پذیری یک ماده از ۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب بیشتر باشد، آن ماده را محلول در آب می نامیم. تصویر زیر، انواع مواد از نظر انحلال پذیری را نشان می دهد:

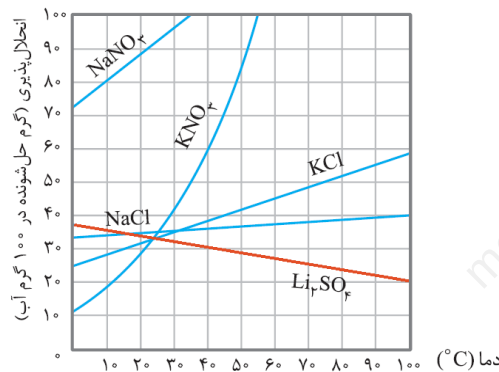




نمودار زیر نوع انحلال پذیری برخی مواد را در آب و در دمای 25°C نشان می‌دهد:

محلل	شکر، سدیم نیترات، سدیم کلرید
کم محلل	کلسیم سولفات
نامحلل	کلسیم فسفات، نقره کلرید، باریم سولفات

نمودار زیر، روند تغییر مقدار انحلال پذیری برخی از ترکیب‌های یونی در آب را بر حسب دمای محلول نشان می‌دهد:



نکته: در رابطه با نمودار بالا، به نکات زیر توجه کنید:

- انحلال پذیری نمک‌ها به نوع آن‌ها و دمای محلول بستگی دارد، اما توجه داریم که تأثیر دما بر میزان انحلال پذیری انواع نمک‌ها یکسان نیست.
- سدیم کلرید، پتاسیم کلرید، پتاسیم نیترات و سدیم نیترات، از جمله نمک‌هایی هستند که با افزایش دما، به مقدار بیشتری در آب حل می‌شوند. در نقطه‌ی مقابل، لیتیم سولفات ترکیبی است که با افزایش دما، به مقدار کمتری در آب حل می‌شود.
- از میان نمک‌های داده شده در این نمودار، KNO_3 تنها نمکی است که تأثیر دما بر انحلال پذیری آن به صورت منحنی بوده و خطی نیست.
- از میان نمک‌های داده شده، KNO_3 بیشترین شیب مربوط به نمودار انحلال پذیری را دارد. بر این اساس، می‌توان گفت تأثیر دما بر انحلال پذیری KNO_3 در آب، از بقیه نمک‌ها بیشتر است. در نقطه مقابل، مقدار انحلال پذیری نمک NaCl کمتر به دما وابسته است.
- در بین نمک‌های داده شده در این نمودار، نمک NaNO_3 در دمای صفر درجه بیشترین مقدار انحلال پذیری را در آب دارد.
- نمک‌هایی که شیب انحلال پذیری آن‌ها مثبت است، دارای فرایند انحلال گرماگیر هستند. نمک‌هایی که شیب انحلال پذیری آن‌ها منفی است، دارای فرایند انحلال گرماده هستند.

$$\text{شیب} = \frac{\Delta S}{\Delta \theta} = \frac{\text{تغییرات انحلال پذیری}}{\text{تغییرات دما}}$$

شیب نمودارهای انحلال پذیری خطی از رابطه مقابل بدست می‌آید:

خب بریم سراغ مهم‌ترین حلال شناخته شده توسط بشر، یعنی آب ...

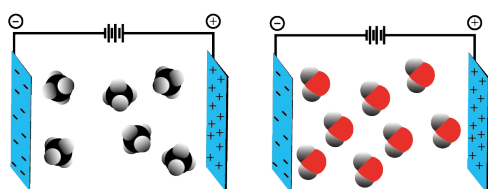
- آب تنها ماده‌ای است که به هر سه حالت جامد (یخ)، مایع و گاز (بخار آب) در طبیعت یافت می‌شود. آب ویژگی‌های گوناگونی از جمله توانایی حل کردن اغلب مواد، افزایش حجم هنگام انجماد و داشتن نقطه جوش بالا و غیرعادی دارد.
- چون آب از مولکول‌های قطبی تشکیل شده است، باریکه آب به وسیله میله شیشه‌ای مالش داده شده به موی سر انحراف پیدا می‌کند. توجه داریم که در این شرایط، میله شیشه‌ای دارای بار الکتریکی منفی است.



رفتار مولکول‌های آب در برابر میله باردار، از ویژگی‌های ساختاری آن سرچشمه می‌گیرد. توجه داریم که شکل مولکول آب خمیده (V شکل) و زاویه‌دار است. ساختار این مولکول‌ها به صورت مقابل است:

هنگامی که مولکول‌های آب در یک میدان الکتریکی قرار می‌گیرند، جهت‌گیری پیدا می‌کنند. نحوه جهت‌گیری مولکول‌های آب در میدان الکتریکی نشان می‌دهد که اتم اکسیژن، سر منفی و اتم‌های هیدروژن، سر مثبت مولکول را تشکیل می‌دهند. تصویر مقابل، بخش‌های مثبت و منفی مولکول آب را نشان می‌دهد:

شیمی‌دان‌ها به مولکول‌هایی که در میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا می‌کنند، مولکول‌های دوقطبی یا قطبی می‌گویند. در واقع این مولکول‌ها سرهای



مثبت و منفی دارند. این درحالی است که مولکول‌های سازنده ترکیب‌هایی مانند گاز اکسیژن، کربن دی‌اکسید و متان، در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کنند. چنین مولکول‌هایی ناقطبی نامیده می‌شوند. تصاویر مقابل، برخورد مولکول‌های آب و متان را در یک میدان الکتریکی نشان می‌دهد:



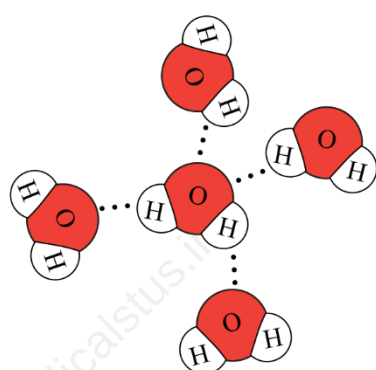
فصل سوم: آب، آهنگ زندگی

- به برهم کنش های میان مولکول های سازنده یک ماده، نیروهای بین مولکولی می گویند. این نیروها ذره های سازنده مواد گازی، مایع و یا جامد را در کنار یکدیگر نگه می دارند. نیروهای بین مولکولی در تعیین حالت فیزیکی و خواص یک ترکیب نقش مهمی دارند.
- گازها، دارای مولکول های مجزا با کمترین مقدار برهم کنش های بین مولکولی هستند؛ اما در مواد مایع، برهم کنش مولکول ها بیشتر بوده و در مواد جامد نیز مقدار برهم کنش های میان مولکول ها می تواند به بیشترین مقدار ممکن برسد.
- نیروهای بین مولکولی در حالت جامد قوی تر از حالت مایع و آن هم به مراتب قوی تر از حالت گازی است.
- جهت گیری مولکول های قطبی یک ماده در میدان الکتریکی، مبنای اندازه گیری کمیتی به نام گشتاور دو قطبی است. گشتاور دو قطبی کمیتی است که با افزایش میزان قطبیت مولکول ها، افزایش می یابد. گشتاور دو قطبی (μ) مولکول ها را با یکای دبابی (D) گزارش می کنند.
- جدول زیر، اطلاعاتی از مولکول های آب و هیدروژن سولفید را نشان می دهد:

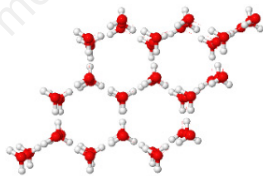
ماده	فرمول شیمیایی	مدل فضا پرکن	قطبیت مولکول	جرم مولی (gmol^{-1})	حالت فیزیکی (25°C)	نقطه جوش ($^\circ\text{C}$)
آب	H_2O		قطبی	۱۸	مایع	۱۰۰
هیدروژن سولفید	H_2S		قطبی	۳۴	گاز	-۶۰

نکته در رابطه با جدول داده شده، به نکات زیر توجه کنید:

- آب و هیدروژن سولفید، هر دو مولکول های خمیده و قطبی دارند. در ساختار مولکولی این دو ماده، اتم های هیدروژن بار جزئی مثبت داشته و اتم مرکزی در هر دو مولکول نیز دارای بار جزئی منفی است.
- آب با جرم مولی نزدیک به نصف جرم مولی هیدروژن سولفید، دمای جوش غیرعادی و بالاتری از آن دارد و این موضوع، نشان می دهد که نیروی جاذبه میان مولکول های آب بسیار بیشتر از هیدروژن سولفید است.
- گشتاور دو قطبی مولکول های H_2O و H_2S به ترتیب برابر با 1.85D و 0.97D است. این کمیت نشان می دهد که میزان قطبیت مولکول های آب و قدرت نیروهای بین مولکولی آن، نزدیک به دو برابر مولکول های هیدروژن سولفید است.
- نیروهای جاذبه میان مولکول های H_2O به اندازه ای قوی است که این ماده در شرایط اتاق، برخلاف هیدروژن سولفید حالت مایع دارد.



- پیوند بین مولکول ها به طور کلی به دو دسته ی هیدروژنی و وان دروالسی تقسیم می شوند.
- از آنجا که بارهای الکتریکی ناهمنام یکدیگر را می ربایند، در یک نمونه از آب که دارای شمار بسیاری مولکول H_2O است، سرمثبت هر مولکول، سرمنفی مولکول همسایه را جذب می کند. از این رو در یک نمونه از آب، هر اتم هیدروژن با یک نیروی جاذبه قوی از سوی اتم اکسیژن در مولکول همسایه جذب می شود. این نیروهای جاذبه قوی میان مولکول های آب که اتم هیدروژن در آن نقش کلیدی ایفا می کنند، پیوندهای هیدروژنی نامیده می شود. پیوندهای هیدروژنی آب را در شکل مقابل می توان دید:
- همان طور که مشخص است، در ساختار یخ هر مولکول H_2O توسط چهار پیوند هیدروژنی (دو پیوند هیدروژنی از سمت اتم اکسیژن و یک پیوند هیدروژنی از سمت هریک از اتم های هیدروژن) به سایر مولکول های آب متصل شده است.
- پیوند هیدروژنی، قوی ترین نوع نیروی بین مولکولی است. این نیروی بین مولکولی در موادی برقرار می شود که در مولکول آن ها، اتم هیدروژن به یکی از اتم های فلوئور، نیتروژن و اکسیژن با پیوند اشتراکی متصل شده باشد.
- مولکول های H_2O در حالت مایع، با وجود تشکیل پیوندهای هیدروژنی قوی، می توانند روی هم بلغزند و جابه جا شوند. برخلاف آب، ساختار یخ منظم است. در ساختار یخ، مولکول های آب در جاهای به نسبت ثابتی قرار دارند. در واقع در ساختار یخ، هر اتم اکسیژن با دو اتم هیدروژن با پیوند اشتراکی و با دو اتم هیدروژن دیگر با پیوند هیدروژنی متصل است.



در ساختار یخ، آرایش مولکول‌های آب به گونه‌ای است که در آن، اتم‌های اکسیژن در رأس حلقه‌های شش ضلعی قرار گرفته و شبکه‌ای مانند شانه عسل را به وجود می‌آورند. این شبکه با داشتن فضاهای خالی منظم، در سه‌بعد گسترش یافته است. شکل‌های زیبا و متنوع دانه‌های برف ناشی از وجود این حلقه‌های شش ضلعی است. تصویر مقابل، نمایی از ساختار ذره‌ای یخ را نشان می‌دهد:

چون حجم آب هنگام یخ زدن زیاد می‌شود، دیواره یاخته‌های گیاهی در بافت کلم بر اثر یخ زدن آب موجود در آن‌ها تخریب می‌شوند.

در جدول زیر نقطه جوش بعضی از گونه‌های داده شده در کتاب درسی آورده شده است:

ترکیب مولکولی	جرم مولی (g.mol^{-1})	نقطه جوش ($^{\circ}\text{C}$)	ترکیب مولکولی	جرم مولی (g.mol^{-1})	نقطه جوش ($^{\circ}\text{C}$)
NH_3	۱۷	-۳۳/۵	HF	۲۰	۱۹
PH_3	۳۴	-۸۷/۵	HCl	۳۶/۵	-۸۵
AsH_3	۷۸	-۶۲/۵	HBr	۸۱	-۶۷

نکته: ترتیب نقطه جوش ترکیب‌های هیدروژن‌دار عناصر موجود در گروه‌های شماره ۱۵ و ۱۷، از جمله مطالبی است که باید آن را به خاطر بسپارید! در رابطه با جدول بالا، به نکات زیر توجه کنید:

به طور کلی، ترکیب‌های هیدروژن‌دار حاصل از عناصری که توانایی ایجاد پیوند هیدروژنی دارند، در مقایسه با سایر مواد نقطه جوش بیشتری دارند. برای مقایسه نقطه جوش ترکیب‌های مختلف، اول به نوع پیوند بین مولکولی در آن‌ها دقت کرده و سپس، قطبی و ناقطبی بودن آن‌ها را مقایسه می‌کنیم و در مرحله آخر، جرم مولی آن‌ها را با هم مقایسه می‌کنیم.

در مواد مولکولی با جرم مولی نزدیک به هم، ماده با مولکول‌های قطبی نقطه جوش بالاتری دارد.

در مواد مولکولی با مولکول‌های ناقطبی، با افزایش جرم مولی، دمای جوش افزایش می‌یابد.

مواد گازی که نقطه جوش پایین‌تری دارند، سخت‌تر میعان شده و به حالت مایع تبدیل می‌شوند.

استون و اتانول، دو حلال آلی هستند. جدول زیر، نکاتی از استون و اتانول را در مقایسه با یکدیگر نشان داده است:

ترکیب آلی	فرمول شیمیایی	جرم مولی	$\mu(\text{D})$	نقطه جوش	کاربرد
اتانول	$\text{C}_2\text{H}_5\text{O}$	46 g.mol^{-1}	>0	۷۸	حلال در تهیه مواد دارویی، آرایشی و بهداشتی
استون	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$	58 g.mol^{-1}	>0	۵۶	حلال چربی، رنگ‌ها و انواع لاک‌ها

همانطور که مشخص است، اتانول در مقایسه با استون قدرت نیروهای بین مولکولی بیشتر و در نتیجه دمای جوش بالاتری دارد.

نکته: در رابطه با جدول داده شده، به نکات زیر توجه کنید:

اتانول و استون دو ترکیب آلی اکسیژن‌دار هستند که به عنوان حلال در صنعت و آزمایشگاه به کار می‌روند.

دلیل بالاتر بودن نقطه جوش اتانول، نوع پیوندهای بین مولکولی در این ماده است. پیوند بین مولکولی در اتانول، برخلاف استون، از نوع هیدروژنی است.

اتانول (الکل معمولی) و استون به هر نسبتی در آب حل می‌شوند و از این رو، نمی‌توان محلول آبی سیرشده‌ای از این مواد تهیه کرد.

آب فراوان‌ترین و رایج‌ترین حلال در طبیعت، صنعت و آزمایشگاه است، زیرا می‌تواند بسیاری از ترکیب‌های یونی و مواد مولکولی را در خود حل کند. آب و محلول‌های آبی در زندگی جانداران نقش کلیدی و حیاتی دارند. توجه داریم که همه محلول‌ها آبی نیستند؛ زیرا افزون بر آب، حلال‌های دیگری مانند استون، الکل و هگزان نیز وجود دارند.

هوا و آب دریا از جمله محلول‌هایی هستند که از یک حلال و چند حل‌شونده تشکیل شده‌اند. برای مثال، در یک نمونه از آب دریا نمک‌های مختلفی به عنوان حل‌شونده وجود دارند.

هگزان هیدروکربنی از گروه آلکان‌ها است که گشتاور دوقطبی آن تقریباً برابر با صفر بوده و از آن به عنوان حلال مواد ناقطبی و رقیق‌کننده رنگ (تینر)



فصل سوم: آب، آهنگ زندگی

استفاده می‌شود. چگالی هگزان از آب کمتر بوده و این ترکیب هیدروکربنی، یک ماده‌ی بی‌رنگ است.

به محلول‌هایی که حلال آن‌ها یک ماده آلی است، محلول‌های غیرآبی می‌گویند. به عنوان مثال، محلول ید در هگزان که بنفش رنگ است و یا بنزین خودرو که گاهی سبز رنگ است، نمونه‌هایی از محلول‌های غیرآبی هستند. البته، بنزین خودرو می‌تواند به رنگ‌های زرد، صورتی و ... نیز دیده شود.

بخش عمده جرم بدن را آب تشکیل می‌دهد. اغلب محلول‌های موجود در بدن انسان، محلول‌های آبی هستند. بیش از نیمی از این آب در درون یاخته‌ها و باقی آن در محیط برون‌سلولی جریان دارد. این مایع‌ها مواد مغذی و مواد زائد را بین سلول‌ها و دستگاه گردش خون جابه‌جا می‌کنند.

هر فرد بالغ روزانه به طور میانگین ۱۵۰۰ تا ۳۰۰۰ میلی لیتر آب را به صورت ادرار، تعرق پوستی، بخار آب در بازدم و ... از دست می‌دهد.

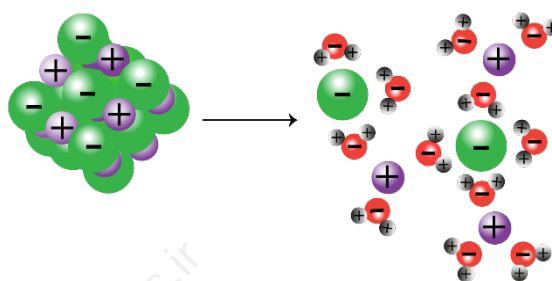
آزمایش‌ها نشان می‌دهد که فرایند انحلال هنگامی منجر به تشکیل محلول می‌شود که رابطه زیر برقرار باشد:

میانگین جاذبه‌ها در حلال خالص و حل‌شونده خالص > جاذبه‌های میان حل‌شونده و حلال در محلول

در شیمی اصطلاحی تحت عنوان (شبیه شبیه را حل میکند) وجود دارد. این عبارت به این معناست که مواد یونی و قطبی در حلال‌های قطبی حل شده و مواد ناقطبی نیز در حلال‌های ناقطبی حل می‌شوند. برای مثال، چون ید و هگزان هر دو ناقطبی هستند، پس این دو ماده در هم حل می‌شوند.

در مخلوط‌های ناهمگن به حالت مایع (مثل مخلوط آب و هگزان)، اجزای مخلوط به مقدار ناچیزی در یکدیگر حل می‌شوند، اما این مقدار حل شده از دو ماده قابل چشم‌پوشی است.

انحلال استون یا اتانول در آب و نیز انحلال ید در هگزان، نمونه‌هایی از انحلال مولکولی است. در انحلال مولکولی، ذرات حل‌شونده ماهیت خود را در محلول حفظ کرده و با انحلال در محلول، دچار تغییر نمی‌شوند.



سدیم کلرید یک ترکیب یونی با بلورهای مکعبی است که در آن یون‌های Na^+ و Cl^- با آرایشی منظم در سه بعد جای گرفته‌اند. هنگامی که بلور کوچکی از سدیم کلرید جامد وارد آب می‌شود، مولکول‌های قطبی آب از سرهای مخالف به یون‌های بیرونی بلور نزدیک شده، نیروی جاذبه‌ای میان آن‌ها برقرار می‌شود. این نیروی جاذبه، نیروی یون-دوقطبی نام دارد. تصویر مقابل، نمایی از این فرایند را نشان می‌دهد:

نیروی یون-دوقطبی، نیروی جاذبه‌ای است که باعث جدا شدن یون‌ها از شبکه بلور شده تا با لایه‌ای از مولکول‌های آب، پوشیده شوند. این یون‌های آبپوشیده در سرتاسر محلول پراکنده می‌شوند، به طوری که محلول آب نمک را می‌توان محلولی محتوی یون‌های سدیم و کلرید آبپوشیده (یون‌هایی که در میان مولکول‌های آب غوطه‌ور هستند) دانست.

در محلول نمک‌ها، یون‌های منفی توسط سر مثبت مولکول‌های آب (اتم‌های هیدروژن) و یون‌های مثبت نیز توسط سر منفی مولکول‌های آب (اتم اکسیژن) احاطه می‌شوند.

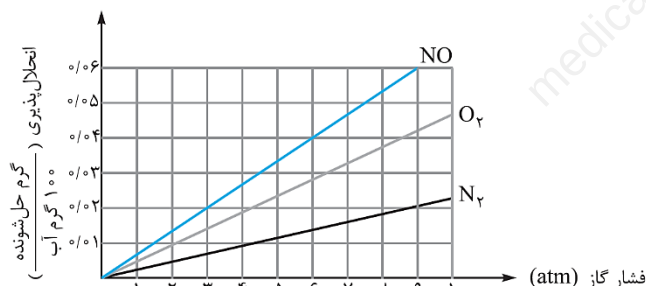
در فرایند انحلال یونی، ماده حل‌شونده (ترکیب یونی مثل سدیم کلرید) ویژگی‌های ساختاری خود را حفظ نکرده و یون‌های سازنده شبکه بلور یونی، تفکیک شده و آبپوشیده می‌شوند.

ماهی‌ها با عبور دادن آب از درون آبشش‌های خود، اکسیژن مولکولی حل شده در آب را جذب می‌کنند. گاز اکسیژن به میزان کمی در آب حل می‌شود، اما همین مقدار کم برای زندگی آبزیان نقش حیاتی دارد.

انحلال‌پذیری گازها در آب، به عوامل مقابل بستگی دارد: ۱) فشار گاز ۲) دمای آب ۳) نوع گاز ۴) وجود نمک و ترکیبات دیگر در آب

هرچه گاز حل شده در آب دارای قطبیت، جرم مولی و واکنش‌پذیری بیشتری باشد، آن گاز در آب به مقدار بیشتری حل می‌شود. وجود نمک و ترکیبات دیگر در یک نمونه از آب، انحلال‌پذیری گازها را در آب کم می‌کند.

نمودار زیر انحلال‌پذیری سه گاز را که با آب واکنش شیمیایی نمی‌دهند، در دمای 20°C نشان می‌دهد:



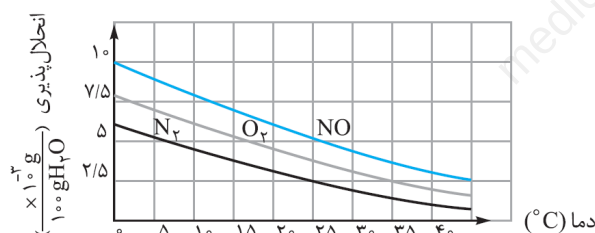
با توجه به نمودار داده شده، انحلال‌پذیری گازها در آب با فشار آن‌ها رابطه مستقیم دارد.



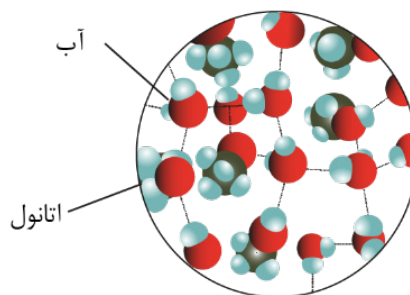
نکته در رابطه با نمودار بالا، به نکات زیر توجه کنید:

- این نمودار، بیانگر قانون هنری است. این قانون بیان می‌کند که در دمای ثابت، با افزایش فشار، انحلال‌پذیری گازها در آب زیاد می‌شود.
- انحلال‌پذیری این سه گونه در دمای‌های مختلف به شکل $N_2 > O_2 > NO$ است. گاز NO قطبی بوده و در مقایسه با دو گاز دیگر، انحلال‌پذیری بیشتری در آب دارد. بین دو گاز O_2 و N_2 ، گاز اکسیژن به دلیل جرم مولی بیشتر، انحلال‌پذیری بیشتری در آب دارد.
- در فشار یک اتمسفر، انحلال‌پذیری گاز CO_2 در آب بیشتر از گاز NO است. در واقع چون گاز کربن دی‌اکسید با آب واکنش داده و کربنیک اسید را تولید می‌کند، مقدار انحلال‌پذیری این گاز در آب، بیشتر از گاز NO است.
- در فشار صفر اتمسفر، انحلال‌پذیری هر سه گاز صفر است.
- شیب نمودار مربوط به گاز NO از بقیه گازهای داده شده در این نمودار بیشتر است و این موضوع بیانگر این است که تاثیر فشار بر انحلال‌پذیری این گاز، از بقیه گازها بیشتر است.

نمودار زیر، انحلال‌پذیری سه گاز مختلف در آب را در فشار یک اتمسفر نشان می‌دهد:



- نمودار بالا نشان می‌دهد که با افزایش دما، انحلال‌پذیری گازها در آب کاهش می‌یابد؛ پس می‌توان گفت انحلال گازها در آب یک فرایند گرماده است. توجه داریم که خط‌ها رسم شده در نمودار بالا به شکل منحنی هستند.
- شیب نمودار که بیان‌کننده تاثیر دما بر انحلال‌پذیری گازها است، با افزایش دما در حال کاهش یافتن است. در واقع با افزایش دما، تاثیر افزایش دما بر کاهش انحلال‌پذیری گازها به تدریج کم می‌شود.
- محلول سدیم کلرید حاوی یون‌های Na^+ و Cl^- است که با جنبش‌های آزادانه اما نامنظم، در سرتاسر آن پراکنده شده‌اند. هرگاه این محلول در مدار الکتریکی قرار بگیرد، جریان برق در مدار برقرار می‌شود، زیرا یون‌ها به سوی قطب‌های ناهمنام حرکت می‌کنند. در چنین شرایطی، یون‌های سدیم به سوی قطب منفی و یون‌های کلرید به سوی قطب مثبت پیش می‌روند. جابه‌جایی یون‌ها نشان‌دهنده جابه‌جایی بارهای الکتریکی و در نتیجه، رسانایی الکتریکی محلول سدیم کلرید است.
- سدیم کلرید در حالت جامد نارسا است، اما در حالت مذاب یا در حالت محلول در آب، رسانای جریان برق است.
- اتانول به مقدار نامحدودی در آب حل شده و هر مولکول آن توانایی ایجاد ۲ پیوند هیدروژنی با مولکول‌های آب را دارد. اتانول را بر اثر تخمیر مولکول‌های گلوکز و یا از واکنش میان اتن با آب می‌توان بدست آورد. تصویر زیر، نمایی از فرایند برقراری پیوند هیدروژنی در محلول آبی اتانول را نشان می‌دهد:



- پس از انجام یک فعالیت بدنی سنگین یا پس از مدتی دویدن، احساس خستگی در بدن ایجاد می‌شود که ناشی از کاهش چشمگیر مقدار یون‌های Na^+ ، K^+ و Cl^- و ... در مایع‌های بدن است. نوشیدن محلول‌های حاوی یون‌های مختلف، می‌تواند کاهش این یون‌ها را جبران کند.
- یکی از مهم‌ترین یون‌های موجود در الکترولیت‌های بدن، یون پتاسیم (K^+) است. نیاز روزانه بدن هر فرد بالغ به یون پتاسیم، ۲ برابر یون سدیم است. از آنجا که بیشتر مواد غذایی حاوی یون پتاسیم هستند، کمبود این یون در بدن به ندرت احساس می‌شود.
- وجود یون پتاسیم برای تنظیم و عملکرد مناسب دستگاه عصبی بسیار ضروری است؛ به طوری که انتقال پیام‌های عصبی بدون وجود این یون، امکان‌پذیر نیست. درواقع، اختلال در حرکت این یون، مانع از انتقال پیام‌های عصبی و گاهی در موارد شدید منجر به مرگ می‌شود.



نکته گلوکز یا قند خون، یک ترکیب آلی است که در جریان خون وجود داشته و با اکسایش خود، انرژی مورد نیاز یاخته‌ها را تامین می‌کند. در رابطه با این ماده، به نکات زیر توجه کنید:

دستگاه اندازه‌گیری قند خون، گلوکومتر نام دارد. این دستگاه تعداد میلی‌گرم‌های گلوکز ($C_6H_{12}O_6$) موجود در هر دسی‌لیتر (معادل با ۱/۱۰ لیتر) خون را نشان می‌دهد. برای تبدیل عدد نشان داده شده بر روی دستگاه گلوکومتر به غلظت مولی، کافایت این عدد را بر ۱۸۰۰۰ تقسیم کنیم.

واکنش اکسایش گلوکز در بدن به صورت $C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g) \rightarrow 6H_2O(l) + 6CO_2(g)$ است.

گلوکز در اثر واکنش فتوسنتز با معادله $6H_2O(l) + 6CO_2(g) \rightarrow C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g)$ در گیاهان تولید می‌شود.

گلوکز به صورت مولکولی در آب حل شده و محلول آن جریان الکتریسیته را از خود عبور نمی‌دهد.

گلوکز نوعی کربوهیدرات بوده و مولکول‌های آن به عنوان مونومر در واکنش تولید برخی از پلیمرها مثل سلولز و نشاسته مصرف می‌شود.

هر فرد، روزانه در حدود ۳۵۰ لیتر آب مصرف می‌کند. این مقدار آب افزون بر نوشیدن، شامل پخت‌وپز، شست‌وشو، نظافت و شست‌وشو لباس می‌شود. ردپای آب نشان می‌دهد که هر فرد، چه مقدار از آب قابل استفاده و در دسترس را مصرف می‌کند و در نتیجه چه مقدار از حجم منابع آب کم می‌شود. این میزان، همه آبی را که در تولید کالاها، ارائه خدمات و فعالیت‌های گوناگون مصرف می‌شود، نشان می‌دهد.

با حساب کردن همه آب مصرفی در زندگی سالانه هر فرد، می‌توان میانگین ردپای آب او را برآورد کرد. برآوردها نشان می‌دهد که میانگین ردپای آب برای هر فرد در یک سال در حدود 10^6 لیتر معادل با 10^3 مترمکعب است.

در میان صنایع، صنعت کشاورزی بیشترین حجم آب مصرفی را به خود اختصاص داده است.

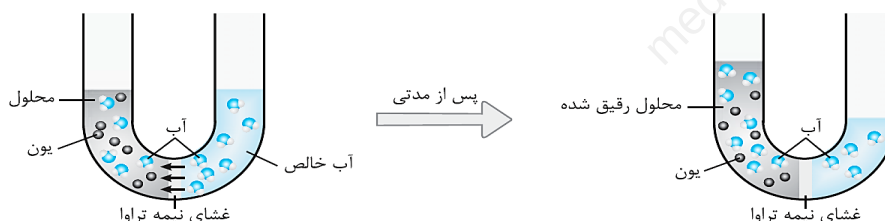
هر چه ردپای آب ایجاد شده سنگین‌تر باشد، منابع آب شیرین مصرف می‌شوند و این منابع، زودتر به پایان می‌رسند.

تقریباً همه آب‌های مصرفی در کشاورزی، دامداری، نساجی، ساخت و ساز، خانه، مدرسه و دانشگاه، از آب‌های سطحی (آب رود، دریاچه و نهر آب شیرین) یا آب‌های زیرزمینی (چشمه، قنات و چاه‌های عمیق) تهیه می‌شوند.

دریاچه، سد و رود، منابع تأمین آب مورد نیاز ما هستند. آب آشامیدنی را می‌توان از تصفیه آب رودها، دریاچه‌ها و چاه‌ها تهیه کرد. آب‌های گل آلودی که در جوی‌ها و نهرها جاری هستند، از یک چشمه، قنات یا چاه آب به صورت زلال و شفاف بیرون می‌آیند.

یکی از چالش‌ترین مباحث فصل ۳ شیمی دهم، به بحث اسمز مربوط می‌شود! اینجا می‌خواهیم مهم‌ترین نکات پیرامون اسمز رو بررسی کنیم ...

هنگامی که حبوبات و میوه‌های خشک را برای مدتی درون آب قرار می‌دهیم، متورم می‌شوند، در حالی که خیار در آب شور چروکیده می‌گردد. وقوع چنین پدیده‌هایی، نشان از انجام شدن اسمز دارد. تصویر زیر، نمایی از فرایند اسمز را نشان می‌دهد:

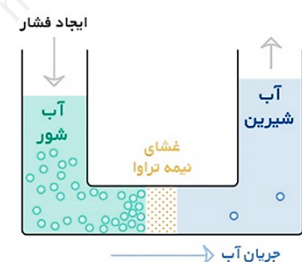


دیواره یاخته‌ها در گیاهان روزنه‌هایی بسیار ریز دارد که ذره‌های سازنده مواد می‌توانند از آن گذر کنند. این روزنه‌ها فقط اجازه گذر به برخی از ذره‌ها و مولکول‌های کوچک مانند آب و یون‌ها را می‌دهند و از گذر مولکول‌های درشت‌تر جلوگیری می‌کنند. این دیواره‌ها غشای نیمه تراوا نام دارند.

هنگامی که میوه‌های خشک مانند مویز درون آب قرار می‌گیرند، مولکول‌های آب، به صورت خود به خودی از محیط رقیق (محلول موجود در اطراف) با گذر از روزنه‌های دیواره سلولی به محیط غلیظ (درون یاخته‌ها) می‌روند. در نتیجه چنین فرایندی، میوه آبدار و متورم می‌شود. نام فرایند انجام شده، گذرندگی (اسمز) است. در این فرایند، برخی نمک‌ها، ویتامین‌ها و ... از بافت میوه به آب راه می‌یابد. تصویر زیر، نمایی از فرایند اسمز را نشان می‌دهد:

با کمک روش اسمز، نمی‌توان آب دریا را نمک‌زدایی و شیرین کرد. برای این منظور، از فرایند اسمز معکوس استفاده می‌شود. فرایند اسمز معکوس یکی از روش‌های تولید آب شیرین از آب دریاها است. شکل روبه‌رو فرایند اسمز وارونه (معکوس) را به زبان ساده نشان می‌دهد:

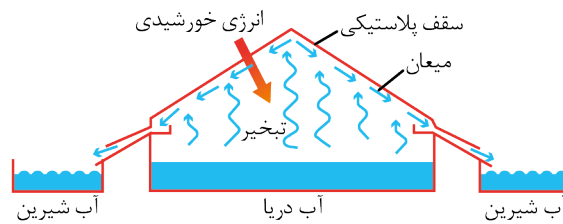
چون اسمز معکوس یک فرایند غیرخودبه‌خودی است، فشار این سامانه معمولاً به وسیله یک پمپ (یک منبع نیروی خارجی) تامین می‌شود. به مرور زمان و با جابه‌جا شدن بیشتر مولکول‌های آب، غلظت نمک‌ها در آب شور زیادتر شده و باید فشار بیشتری را به سامانه اعمال کنیم.





در فرایند اسمز معکوس، محلول غلیظ اولیه غلیظ تر شده و در سمت مقابل، یک نمونه از آب تصفیه شده بدست می آید.

شکل زیر، روش دیگری برای تهیه آب شیرین با استفاده از آب دریا (روش تقطیر) را نشان می دهد:



این روش، با استفاده از فرایند متوالی تبخیر (تبدیل حالت از مایع به گاز) و میعان (تبدیل حالت از گاز به مایع) آب در یک سامانه انجام می شود. توجه داریم که منبع تامین انرژی در این روش، نور خورشید است.

در روش تقطیر، با تابیدن نور خورشید به محلول موجود در ظرف، آب موجود در محلول بخار شده و هنگام برخورد مولکول های بخار آب به سقف پلاستیکی سامانه، عمل میعان (تبدیل حالت از گاز به مایع) رخ می دهد و آب شیرین به صورت مایع در ظرف های جداگانه ای جمع می شود. توجه داریم که این روش، توانایی جدا کردن مواد فرار از آب را ندارد.

صافی کربن، یکی از روش های مورد استفاده برای تولید آب شیرین با استفاده از آب دریا است. با استفاده از این روش تصفیه آب، میکروب های موجود در آب از آن جدا نمی شوند.

در جدول زیر موادی که توسط روش های مختلف تصفیه آب دریا از آب جدا می شوند نشان داده است:

ترکیب های آلی فرار	میکروب ها	فلزهای سمی	حشره کش ها و آفت کش ها	آلاینده ها	نافلزها	
×	×	✓	✓	✓	✓	تقطیر
✓	×	✓	✓	✓	✓	اسمز معکوس
✓	×	✓	✓	✓	✓	صافی کربن

نکته در رابطه با جدول بالا، به دو نکته زیر توجه کنید:

همان طور که مشخص است، هیچ کدام از روش ها میکروب های موجود در آب را جدا نمی کنند. بر این اساس، می توان گفت قبل از مصرف آب شیرین حاصل از این روش ها، باید آب را کلرزنی کنیم.

آب به دست آمده از روش اسمز معکوس و صافی کربن، در مقایسه با آب حاصل از تقطیر، مقدار آلودگی کمتری دارد.

از واکنش میان محلول های مختلف و فرایند تولید رسوب، می توان برای تشخیص کاتیون های موجود در محلول های مختلف استفاده کرد. جدول زیر، برخی از کاتیون هایی که با استفاده از محلول های مختلف قابل شناسایی هستند را نشان می دهد:

کاتیون	محلول استفاده شده برای تشخیص	رسوب ایجاد شده	رنگ رسوب
یون نقره	محلول سدیم کلرید	رسوب نقره کلرید	سفید
یون باریم	محلول سدیم سولفات	رسوب باریم سولفات	سفید
یون منیزیم	محلول سدیم هیدروکسید	رسوب منیزیم هیدروکسید	سفید
یون آهن (II)	محلول سدیم هیدروکسید	رسوب آهن (II) هیدروکسید	سبز تیره
یون آهن (III)	محلول سدیم هیدروکسید	رسوب آهن (III) هیدروکسید	قرمز آجری

رسوب های ایجاد شده در این فرایندها، نشان از انجام شدن یک واکنش شیمیایی در محلول دارند.

شیمی یازدهم

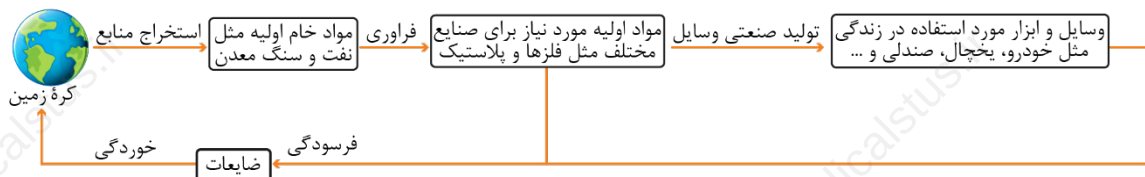


فصل ۱: قدر هدایای زمینی را بدانیم



فصل اول کتاب شیمی یازدهم، به طور عمده از دو قسمت مجزا تشکیل شده است. در قسمت اول این فصل، در رابطه با خواص عناصر مختلف نکاتی بیان شده و در پایان این قسمت، مسائل بازده درصدی و درصد خلوص مطرح شده است. در قسمت دوم این فصل، مبنای شیمی آلی مطرح شده و نکات مهمی در رابطه با هیدروکربن‌ها آمده است. در کنار سال‌های اخیر، فصل اول شیمی یازدهم از جمله فصل‌هایی بوده که نسبت به سایر فصل‌ها بیشترین حجم سؤالات را داشته است. در کنار اغلب سال‌ها از مطالب حفظی این فصل ۲ سؤال مطرح می‌شود. خیلی سریع، بریم سراغ نکات مقدماتی این فصل ...

- انسان‌های پیشین فقط از برخی مواد طبیعی مانند چوب، سنگ، خاک، پشم و پوست برای ساخت وسایل مورد نیاز خود بهره می‌بردند اما با گذشت زمان، توانستند موادی مانند سفال را تولید و برخی فلزها را نیز استخراج کنند که خواص مناسب‌تری داشتند.
- گسترش فناوری، به میزان دسترسی به مواد مناسب وابسته است؛ به طوری که کشف و درک خواص مواد جدید، پرچم‌دار توسعه فناوری است. به همین خاطر است که امروزه رشد و گسترش تمدن بشری را در گرو کشف و شناخت مواد جدید می‌دانیم.
- با گسترش دانش تجربی، شیمی‌دان‌ها دریافته‌اند که گرما دادن به مواد و افزودن آن‌ها به یکدیگر، سبب تغییر و گاهی بهبود خواص می‌شود.
- گسترش صنعت خودرو مدیون شناخت و دسترسی به فولاد (آلیاژی از فلز آهن) است. پیشرفت صنعت الکترونیک نیز بر اجزایی مبتنی است که از موادی به نام نیمه‌رساناها ساخته می‌شوند. توجه داریم که نیمه‌رساناها، جریان الکتریسیته را به مقدار کمی از خود عبور می‌دهند.
- همه مواد طبیعی و ساختگی از کره زمین به دست می‌آیند. به طور مثال، برای تهیه یک دوچرخه بر روی موادی که منشا اصلی آن‌ها کره زمین است فناوری‌هایی انجام شده و اجزای دوچرخه ایجاد می‌شوند.
- موادی که از طبیعت به دست می‌آوریم، از طریق پسماندها و زباله‌ها و یا در ترکیب با اجزای هواکره و آب‌کره، به طبیعت باز می‌گردند. به طور کلی، روند تغییر مواد مختلف به صورت زیر است:

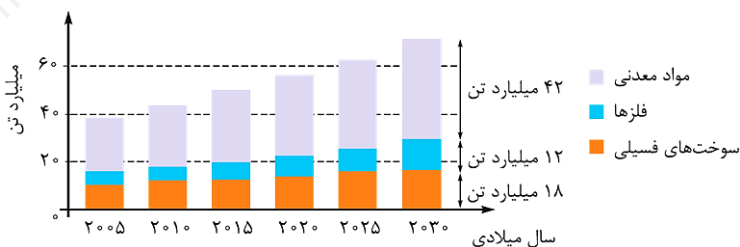


طبق قانون پایستگی جرم، مجموع جرم کل مواد در کره زمین به تقریب ثابت است.

هر چه میزان بهره‌برداری از منابع مختلف در یک کشور بیشتر

باشد، آن کشور توسعه یافته‌تر است. نمودار مقابل برآورد میزان

تولید یا مصرف نسبی برخی مواد را در جهان نشان می‌دهد:



نکته در رابطه با نمودار داده شده، به نکات زیر توجه کنید:

در سال ۲۰۱۵، به تقریب ۷ میلیارد تن فلز در جهان استخراج و مصرف شده است. این مقدار در طول زمان افزایش یافته است.

پیش‌بینی می‌شود که در سال ۲۰۳۰، به تقریب در مجموع بیش از ۷۰ میلیارد تن از این مواد استخراج و مصرف شوند.

مقایسه میزان تولید و مصرف مواد مختلف در طی سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۳۰ به صورت: مواد معدنی < سوخت فسیلی < فلزها است.

ظروف شیشه‌ای با استفاده از شن و ماسه ساخته می‌شوند. ظروف چینی نیز با استفاده از خاک چینی تهیه و تولید می‌شوند.

بعضی از قاشق‌ها با استفاده از فولاد زنگ‌نزن ساخته شده‌اند. این ماده پس از طی مراحل طولانی از سنگ معدن آهن به دست می‌آید.

سبزیجات و میوه‌ها با استفاده از کودهای حاوی عناصر پتاسیم، نیتروژن و فسفر رشد می‌کنند. این کودها به کودهای N-P-K معروف هستند!

منابع مختلف به صورت یکنواخت در سطح کره زمین پخش نشده‌اند. پراکندگی مواد در کره زمین، دلیلی بر پیدایش تجارت جهانی است.

هدف از انجام تعداد زیادی از بررسی‌های دانشمندان، یافتن اطلاعات بیشتر و دقیق‌تر درباره ویژگی‌ها و خواص مواد است. البته، توجه داریم که برقراری

ارتباط میان داده‌ها و اطلاعات حاصل از آزمایشات و یافتن الگوها و روندها، گامی مهم‌تر و مؤثرتر در پیشرفت علم به شمار می‌آید؛ زیرا بر اساس این

روندها، الگوها و روابط می‌توان به رمز و راز هستی پی‌برد.

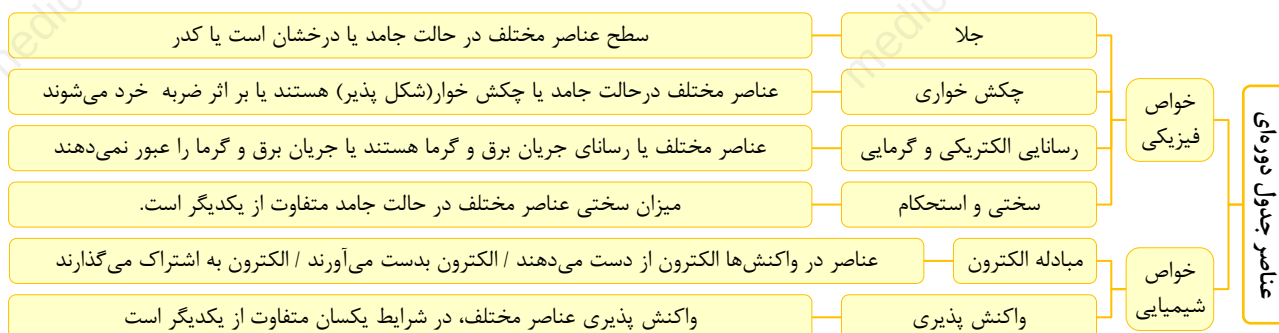


فصل اول: قدر هدایای زمینی را بدانیم

- دانشمندان برجسته و بزرگ، دانشمندانی هستند که می‌توانند با بررسی دقیق اطلاعات و یافته‌های موجود درباره مواد و پدیده‌های گوناگون، الگوها، روندها و روابط بین آن‌ها را درک کنند و توضیح دهند. مندلیف یکی از این افراد است که جدول دوره‌ای را طراحی کرده است.
- علم شیمی مطالعه هدف‌دار، منظم و هوشمندانه رفتار عنصرها و مواد برای یافتن روندها و الگوهای رفتار فیزیکی و شیمیایی آن‌ها است.
- نکات مهمی از جدول دوره‌ای رو در فصل ۱ دهم مرور کردیم و در این فصل، نکات تکمیلی در رابطه با این جدول رو خواهیم خواند...
- عنصرها در جدول دوره‌ای بر اساس بنیادی‌ترین ویژگی آن‌ها یعنی عدد اتمی (Z) در کنار هم چیده شده‌اند. در این جدول، عنصرهایی که آرایش الکترونی لایه ظرفیت اتم آن‌ها مشابه هم است، در یک گروه (ستون) جای گرفته‌اند.
- توجه داریم که برخی از عناصر موجود در گروه‌های متفاوت، دارای تعداد الکترون‌های ظرفیتی برابر هستند. به عنوان مثال، عناصر موجود در گروه‌های شماره ۶ و ۱۶ جدول دوره‌ای تعداد الکترون‌های ظرفیتی برابری دارند.
- جدول دوره‌ای امروزی، شامل ۷ دوره و ۱۸ گروه است. تعیین موقعیت (دوره و گروه) یک عنصر در جدول دوره‌ای، کمک شایانی به پیش‌بینی خواص و رفتار آن عنصر خواهد کرد. این جدول شامل عناصری با عدد اتمی ۱ تا ۱۱۸ شده و از بین عناصر موجود در آن، ۲۶ عنصر به صورت ساختگی تولید شده و ۹۲ عنصر به صورت طبیعی وجود دارند.
- هلیوم با اینکه در گروه ۱۸ جدول دوره‌ای عنصرها جای دارد، آرایش الکترونی لایه ظرفیت آن با دیگر گازهای نجیب متفاوت است. توجه داریم که این عنصر، برخلاف دیگر عناصر موجود در گروه گازهای نجیب، در دسته s جدول دوره‌ای قرار می‌گیرد.
- عنصرهای جدول دوره‌ای را بر اساس رفتار فیزیکی و شیمیایی آن‌ها می‌توان در سه دسته شامل فلزها، نافلزها و شبه‌فلزها جای داد.
- بیشتر عنصرهای جدول دوره‌ای را فلزها تشکیل می‌دهند که به طور عمده در سمت چپ و مرکز جدول قرار دارند. در نقطه مقابل، نافلزها در سمت راست و بالای جدول چیده شده‌اند.
- شبه‌فلزها همانند مرزی بین فلزها و نافلزها قرار دارند. خواص فیزیکی شبه‌فلزها بیشتر شبیه فلزها بوده و رفتار شیمیایی آن‌ها اغلب همانند نافلزها است.
- سیلیسیم و ژرمانیم، دو عضو مهم از خانواده شبه‌فلزها هستند که در گروه ۱۴ جدول دوره‌ای قرار دارند.
- جدول زیر، برخی از ویژگی‌های دسته‌های مختلف جدول تناوبی را نشان می‌دهد:

دسته جدول دوره‌ای	s	p	d	f
شمار عناصر	۱۴	۳۶	۴۰	۲۸
شماره تناوب‌های حاوی این دسته	اول تا هفتم	دوم تا هفتم	چهارم تا هفتم	ششم و هفتم
شماره گروه‌های حاوی این دسته	اول، دوم و هجدهم	سیزدهم تا هجدهم	سوم تا دوازدهم	سوم
نوع عناصر	فلز و نافلز	فلز، شبه‌فلز و نافلز	فلز	فلز
حالت فیزیکی عناصر	جامد و گاز	جامد، مایع و گاز	جامد و مایع	جامد
تعداد الکترون‌های ظرفیتی	۱ تا ۲	۳ تا ۸	۳ تا ۱۲	***
آخرین زیرلایه الکترونی در عناصر	ns	np	ns	ns
عدد اتمی اولین عنصر	۱	۵	۲۱	۵۷
عدد اتمی آخرین عنصر	۸۸	۱۱۸	۱۱۲	۱۰۲

نمودار زیر، خواص مختلف مواد را نشان می‌دهد:





- رفتارهای فیزیکی فلزها شامل داشتن جلا، رسانایی الکتریکی و گرمایی، خاصیت چکش خواری و شکل پذیری (مانند قابلیت ورقه و مفتول شدن) است؛ در حالی که رفتار شیمیایی فلزها به میزان توانایی اتم آن‌ها به از دست دادن الکترون و تشکیل کاتیون وابسته است.
- هر چه اتم فلزی در شرایط معین آسان‌تر الکترون از دست بدهد (اکسایش پیدا کند و به کاتیون تبدیل شود)، خصلت فلزی بیشتری داشته و فعالیت شیمیایی آن بیشتر است.
- خصلت فلزی در یک دوره از چپ به راست کاهش یافته و در یک گروه از بالا به پایین افزایش می‌یابد. این روند در همه گروه‌ها و دوره‌ها مشاهده می‌شود. به عبارت دیگر، خواص فیزیکی و شیمیایی عناصرها به صورت دوره‌ای تکرار می‌شود که به قانون دوره‌ای عناصرها معروف است.
- بجز هلیوم و هیدروژن، سایر عناصر موجود در دسته s جدول دوره‌ای فلز هستند. فلزها در سایر دسته‌های جدول دوره‌ای نیز یافت می‌شوند.
- نافلزها در واکنش‌های شیمیایی تمایل دارند با گرفتن الکترون به آنیون تبدیل شوند. برای مثال نافلزهای گروه ۱۷ (هالوژن‌ها) با گرفتن یک الکترون به آنیون با یک بار منفی (یون هالید) تبدیل می‌شوند.
- هر چه یک اتم نافلزی در شرایط معین آسان‌تر الکترون بگیرد (کاهش پیدا کند و به یک آنیون پایدار تبدیل شود)، خصلت نافلزی بیشتری داشته و فعالیت شیمیایی آن بیشتر است.
- خصلت نافلزی در یک دوره از چپ به راست افزایش یافته و در یک گروه از بالا به پایین کاهش می‌یابد. توجه داریم که نافلزها فقط در دسته‌های s (هیدروژن و هلیوم) و p جدول دوره‌ای یافت می‌شوند.
- ویژگی‌های زیر از عناصر گروه ۱۴ جدول دوره‌ای را به خاطر داشته باشید:

عنصر	ویژگی‌ها
کربن (C)	یک نافلز است / سطح آن تیره است / در واکنش با دیگر اتم‌ها الکترون به اشتراک می‌گذارد / در اثر ضربه خرد می‌شود / در قالب گرافیت، رسانای جریان الکتریسیته است اما گرما را عبور نمی‌دهد / یون تک اتمی تشکیل نمی‌دهد
سیلیسیم (Si)	شبه‌فلز هستند / رسانایی الکتریکی کمی دارند / در واکنش با دیگر اتم‌ها الکترون به اشتراک می‌گذارند / شکننده بوده و در اثر ضربه خرد می‌شوند / دارای سطح صیقلی و درخشان هستند
ژرمانیم (Ge)	
قلع (Sn)	یک فلز است / رسانایی گرمایی و الکتریکی بالایی دارد / در واکنش با دیگر اتم‌ها الکترون از دست می‌دهد / در اثر ضربه شکل آن تغییر می‌کند اما خرد نمی‌شود
سرب (Pb)	فلزی شکل پذیر است / رسانای خوب گرما و الکتریسیته است / در واکنش با دیگر اتم‌ها الکترون از دست می‌دهد

ویژگی‌های زیر از عناصر تنلوب سوم از جدول دوره‌ای را به خاطر داشته باشید:

عنصر	ویژگی‌ها
آلومینیم (Al)	رسانایی گرمایی و الکتریکی بالایی دارند / در واکنش با دیگر اتم‌ها الکترون از دست داده و کاتیون ایجاد می‌کنند / در اثر ضربه تغییر شکل می‌دهند ولی خرد نمی‌شوند / سطح درخشانی دارند
منیزیم (Mg)	
سدیم (Na)	جریان برق و گرما را عبور نمی‌دهند / در واکنش با دیگر اتم‌ها الکترون به اشتراک می‌گذارند یا الکترون می‌گیرند / در اثر ضربه خرد می‌شوند / سطح آن‌ها درخشان نبوده و کدر است
کلر (Cl)	
گوگرد (S)	عناصر نافلزی
فسفر (P)	

- به طور کلی ۳ نوع آلوتروپ (دگرشکل) فسفر وجود دارد که عبارت هستند از: ۱) فسفر قرمز که در ساخت چوب کبریت کاربرد دارد ۲) فسفر سفید که بسیار واکنش پذیر بوده و آن را در زیر آب نگهداری می‌کنند ۳) فسفر سیاه
- همهٔ ۱۱۸ عنصر موجود در جدول دوره‌ای امروزی توسط آیوپاک تأیید شده است، به طوری که هیچ خانه‌ای در این جدول خالی نیست. در چنین شرایطی، تنها راه افزایش شمار عناصرها، تهیه و تولید آن‌ها به صورت ساختگی است.
- ساخت و شناسایی عنصرهایی با عدد اتمی ۱۲۰ یا ۱۲۱ در آزمایشگاه‌های تحقیقاتی و مدرن انجام شده است. شناسایی عنصرهایی با عدد اتمی بیشتر از ۱۱۸، سبب شده تا طبقه‌بندی تازه‌ای از عناصرها ارائه شود، زیرا در جدول دوره‌ای امروزی، جایی برای آن‌ها پیش‌بینی نشده است.
- شارل ژانت، با کنار هم چیدن عناصرهای شناخته شده در زمان خود، الگویی ارائه کرد که بر اساس آن می‌توان عناصرهای با عدد اتمی بزرگ‌تر از ۱۱۸ را



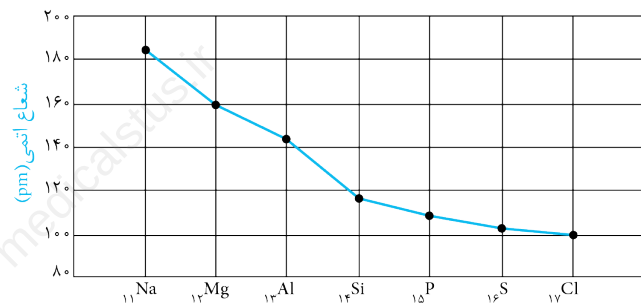
فصل اول: قدر هدایای زمینی را بدانیم

نیز طبقه بندی کرد. جدول پیشنهادی شارل ژانت با مدل کوانتومی همخوانی دارد. در دو ردیف جدید جدول ژانت، زیر لایه g (زیر لایه ای با عدد کوانتومی فرعی (l) برابر با 4) به عنوان زیر لایه پنجم پس از زیر لایه های s، p، d و f پر می شود.

در جدول شارل ژانت، برخلاف جدول دوره ای امروزی، عناصر دسته ی s در دو ستون موجود در انتهای هر تناوب قرار گرفته اند.

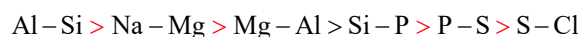
مطابق مدل کوانتومی، اتم را مانند کره ای در نظر می گیرند که الکترون ها پیرامون هسته و در لایه های الکترونی در حال حرکت هستند. بنابراین، می توان برای هر اتم شعاعی در نظر گرفت و آن را اندازه گیری کرد.

در یک گروه از جدول تناوبی با افزایش شماره دوره (یا به عبارت دیگر، با حرکت از سمت چپ به سمت راست)، با افزایش مقدار جاذبه هسته بر الکترون ها، شعاع اتمی کاهش می یابد. نمودار مقابل، تغییر شعاع اتمی در دوره سوم جدول دوره ای را نشان می دهد:



در یک دوره از جدول تناوبی با افزایش شماره گروه عناصر (یا به عبارت دیگر، با حرکت از سمت چپ به سمت راست)، با افزایش مقدار جاذبه هسته بر الکترون ها، شعاع اتمی کاهش می یابد. نمودار مقابل، تغییر شعاع اتمی در دوره سوم جدول تناوبی را نشان می دهد:

اگر بخواهیم تفاوت شعاع اتمی عنصرهای پشت سر هم را در دوره سوم جدول تناوبی بررسی کنیم، تفاوت شعاع آن ها به شکل زیر است:



همانطور که مشخص است، تفاوت شعاع اتمی عناصر آلومینیم و سیلیسیم در مقایسه با سایر عناصر بیشتر است.

تولید نور، آزادسازی گرما، تشکیل رسوب و خروج گاز، نشانه هایی از تغییر شیمیایی هستند. هرچه شدت نور یا آهنگ خروج گاز آزاد شده بیشتر باشد، واکنش شیمیایی سریع تر و شدیدتر بوده و واکنش دهنده های مصرف شده نیز فعالیت شیمیایی بیشتری دارند. بر این اساس، می توان گفت هرچه ماده ای سریع تر و شدیدتر واکنش بدهد، فعالیت شیمیایی بیشتری دارد.

در یک گروه، هرچه شعاع اتمی یک عنصر بیشتر باشد، خاصیت فلزی آن عنصر نیز بیشتر است، زیرا هرچه شعاع اتمی یک عنصر بزرگ تر باشد، آن عنصر آسان تر الکترون از دست می دهد.

فلز سدیم نرم است و با چاقو بریده می شود. جلای نقره ای رنگ فلز سدیم در مجاورت هوا به سرعت از بین می رود و سطح آن کدر می شود. ویژگی های فلز سدیم به شرح نمودار زیر هستند:

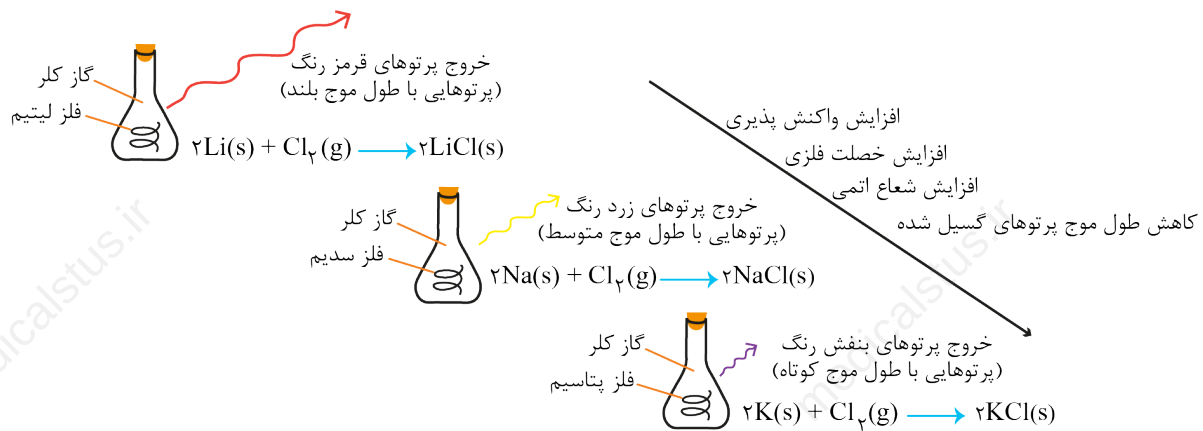
بخار آن در لامپ های زرد موجود در آزادراه ها وجود دارد	
رنگ شعله این فلز و ترکیب های مختلف آن زرد است	
در شرایط مناسب، با گاز اکسیژن واکنش داده و می سوزد	
کاتیون حاصل از آن، دومین یون فراوان موجود در آب دریا است	
کاتیون حاصل از آن در سرم فیزیولوژی و محلول شست و شوی دهان یافت می شود	
در سمت کاتد سلول برق کافت سدیم کلرید مذاب تولید می شود	
جلای نقره ای آن در مجاورت هوا به سرعت از بین می رود	
یک فلز نرم بوده و با چاقو بریده می شود	سدیم
در مقایسه با آهن، مس و کربن واکنش پذیرتر است	
با یک نمونه از آب سرد به شدت واکنش می دهد	
در واکنش با آب، محلول سود به همراه گاز هیدروژن را تولید می کند	
کاتیون آن در ساختار صابون های جامد وجود دارد	
در طبیعت به حالت آزاد یافت نشده و در ترکیب های خود فقط به صورت کاتیون وجود دارد	
همانند منیزیم و آلومینیم، از جمله فلزهای فعال است	
کاتیون حاصل از آن نسبت به اتم این فلز پایدارتر است	

آهن فلزی محکم است و از آن برای ساخت وسایل مختلف از جمله در و پنجره فلزی استفاده می شود. این فلز با اکسیژن در هوای مرطوب به کندی واکنش می دهد و به زنگ آهن تبدیل می شود.



از مهم ترین بحث های فصل ۱ شیمی یازدهم، مقایسه واکنش پذیری عناصر فلزی و تأثیر واکنش پذیری این عناصر بر سایر ویژگی های این مواد هست! حتما مطالبش رو خیلی دقیق مرور کنید ...

تصویر زیر، نمایی از واکنش میان سه عنصر اول از گروه فلزهای قلیایی (عناصر فلزی موجود در گروه اول جدول دوره ای) با گاز کلر را نشان می دهد:



با توجه به تصاویر بالا، می توان گفت با افزایش عدد اتمی فلزهای قلیایی، مقدار واکنش پذیری این عناصر افزایش پیدا می کند.

بدون در نظر گرفتن گازهای نجیب، در یک گروه و یا یک تناوب، هرچه شعاع اتمی یک عنصر نافلزی کمتر باشد، خاصیت نافلزی آن عنصر نیز بیشتر است، زیرا هرچه شعاع اتمی یک عنصر نافلزی کوچک تر باشد، آن عنصر آسان تر الکترون می گیرد. به عنوان مثال، در هر تناوب از جدول دوره ای، هالوژن ها دارای بیشترین خاصیت نافلزی هستند.

در تولید لامپ چراغ های جلوی خودروها، از هالوژن ها (عناصر موجود در گروه ۱۷ جدول دوره ای) استفاده می شود. توجه داریم که از گازهای نجیب نیز برای ساختن برخی از انواع تابلوهای تبلیغاتی استفاده می شود. به عنوان مثال، از لامپ نئون برای ایجاد نوشته های **سرخ رنگ** در تابلوهای تبلیغاتی استفاده می شود. ویژگی های مهم عنصر نئون، به شرح نمودار زیر هستند:

دومین عضو از خانواده گازهای نجیب است	نئون
در هسته هر اتم آن ۱۰ پروتون وجود دارد	
در آرایش الکترونی آن ۳ زیرلایه پر از الکترون وجود دارد	
سومین گاز نجیب فراوان موجود در سیاره مشتری است	
از لامپ های تبلیغاتی محتوی آن برای ساخت تابلوهای تبلیغاتی استفاده می شود	
لامپ های محتوی آن نور سرخ از خود گسیل می کنند	
طیف نشری خطی آن شامل ۲۲ طول موج در ناحیه مرئی می شود	
دومین گاز نجیب فراوان موجود در هواکره است	

در جدول زیر، شرایط واکنش هالوژن ها با گاز هیدروژن نشان داده شده است:

نام هالوژن	شرایط واکنش با گاز هیدروژن
فلوئور	حتی در دمای -200°C به سرعت واکنش می دهد.
کلر	در دمای اتاق به آرامی واکنش می دهد.
برم	در دمای 200°C واکنش می دهد.
ید	در دمای بالاتر از 400°C واکنش می دهد.

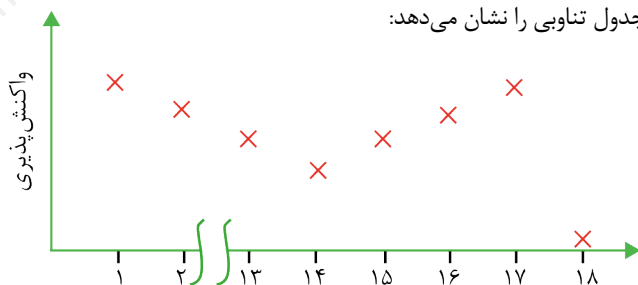
کاهش واکنش پذیری

توجه داریم که در دمای اتاق (دمای 25°C درجه سانتی گراد)، فلوئور و کلر با گاز هیدروژن واکنش می دهند اما سرعت واکنش های انجام شده متفاوت است.



فصل اول: قدر هدایای زمینی را بدانیم

نمودار زیر، روند کلی تغییر واکنش پذیری عنصرهای موجود در دوره دوم جدول تناوبی را نشان می دهد:



کمترین واکنش پذیری در دوره دوم مربوط به عنصر گازی موجود در گروه ۱۸ است. پس از این عنصر، کربن دارای کمترین واکنش پذیری است.

همه فلزها در حالت های کلی رفتارهای مشابهی از جمله داشتن جلا و رسانایی الکتریکی دارند، اما هر فلز رفتارهای ویژه خود را نیز دارد.

فلزهای دسته d رفتارهای کلی شبیه به فلزهای دسته s و p دارند. این فلزها رسانای جریان الکتریکی و گرما هستند، چکش خوار بوده و قابلیت ورقه شدن دارند. فلزهای دسته d، به فلزهای واسطه معروف هستند، در حالی که فلزهای دسته s و p به فلزهای اصلی شهرت دارند.

گردن بندی با دانه های شیشه ای آبی رنگ متعلق به هزاران سال پیش که در شمال غربی ایران کشف شده و قطعات شیشه ای مایل به سبزی که طی کاوش های باستان شناسی در لرستان و شوش به دست آمده است، نشان از وجود صنعت شیشه گری در گذشته دارد.

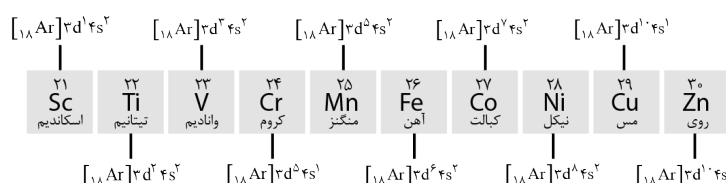
سنگ فیروزه، آبی متمایل به سبز رنگ است. یاقوت نیز قرمز رنگ بوده و زمرد نیز سبز رنگ است. این رنگ ها، نشان از وجود برخی ترکیب های فلزهای واسطه در این سنگ های قیمتی دارد. توجه داریم که در این سنگ های قیمتی، کاتیون های حاصل از فلزهای واسطه یافت شده و اتم های خنثای این فلزها وجود ندارند.

عناصر دسته d، همگی فلز بوده و دسته ای از عنصرهای جدول دوره ای هستند که زیر لایه d اتم آن ها در حال پر شدن است. نخستین سری از این فلزها در دوره چهارم جدول جای دارند. بجز جیوه، سایر عناصر موجود در دسته d همگی در شرایط اتاق حالت جامد دارند. توجه داریم که جیوه یک عنصر فلزی بوده و در شرایط اتاق، حالت مایع دارد.

فلزهای واسطه اغلب در طبیعت به شکل ترکیب های یونی همچون اکسیدها، کربنات ها و سولفات ها یافت می شوند.

آرایش الکترونی اغلب یون های پایدار حاصل از فلزهای واسطه از جمله کاتیون های حاصل از آهن و مس، مشابه به آرایش الکترونی یک گاز نجیب نیست. البته، یون پایدار حاصل از اسکاندیم (Sc³⁺) به آرایش گاز نجیب آرگون می رسد. اسکاندیم نخستین عنصر واسطه بوده و در وسایل خانه مانند تلویزیون رنگی و برخی شیشه ها وجود دارد.

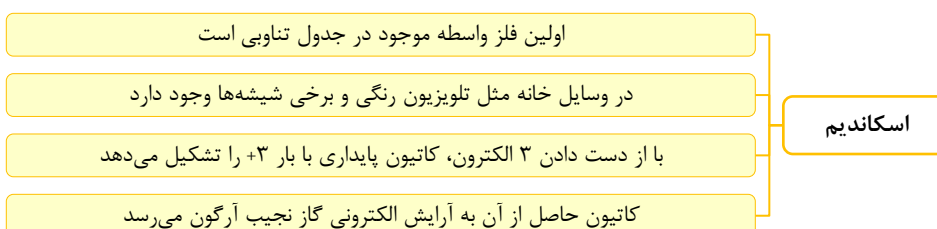
تصویر زیر، آرایش الکترونی عناصر واسطه موجود در تناوب چهارم را نشان می دهد:



برخی از فلزهای واسطه بیش از یک نوع کاتیون پایدار دارند. جدول زیر، برخی از یون های حاصل از این عناصر را نشان می دهد:

عنصر		وانادیم (۲۳ V)		کروم (۲۴ Cr)		آهن (۲۶ Fe)		مس (۲۹ Cu)	
نماد کاتیون ها		V ³⁺	V ²⁺	Cr ³⁺	Cr ²⁺	Fe ³⁺	Fe ²⁺	Cu ²⁺	Cu ⁺
آرایش الکترونی		$[18Ar]3d^2$	$[18Ar]3d^3$	$[18Ar]3d^3$	$[18Ar]3d^4$	$[18Ar]3d^5$	$[18Ar]3d^6$	$[18Ar]3d^9$	$[18Ar]3d^{10}$

ویژگی های کلی عنصر اسکاندیم به شرح نمودار زیر هستند:





تیتانیوم، دومین فلز واسطه بوده و عدد اتمی آن برابر با ۲۲ است. این عنصر، فلزی محکم، با چگالی کم و مقاوم در برابر خوردگی است. یکی از کاربردهای آن استفاده در ساخت بدنه دوچرخه است. این فلز در صنایع متفاوت از جمله ساخت هواپیما نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

طلا، عنصری با واکنش‌پذیری بسیار کم است. این عنصر فلزی، در گذر زمان جلای فلزی خود را حفظ می‌کند و همچنان خوش‌رنگ و درخشان باقی می‌ماند. با توجه به ویژگی‌های مهم طلا، در معماری اسلامی گنبد و گلدسته شماری از اماکن مقدس را با ورقه‌های نازکی از طلا تزیین می‌کنند.

نکته: در رابطه با فلز طلا، ویژگی‌های زیر را به خاطر بسپارید:

فلز طلا به اندازه‌ای چکش‌خوار و نرم است که چند گرم از آن را می‌توان با چکش‌کاری به صفحه‌ای با مساحت چند متر مربع تبدیل کرد.

با توجه به چکش‌خواری بالای طلا، ساخت برگه‌ها و رشته سیم‌های بسیار نازک (نخ طلا) به راحتی امکان پذیر است.

رسانایی الکتریکی بالای طلا و حفظ این رسانایی در شرایط دمایی گوناگون، همچنین واکنش ندادن آن با گازهای موجود در هواکره و مواد موجود در بدن انسان همراه با بازتاب زیاد پرتوهای خورشیدی از جمله ویژگی‌های خاص طلا است که سبب شده کاربردهای این فلز گسترش یافته و تقاضای جهانی آن روز به روز افزایش یابد.

طلا در طبیعت به شکل فلزی و عنصری خود نیز یافت می‌شود، اما مقدار آن در معادن طلا بسیار کم است؛ به طوری که برای استخراج مقدار کمی از آن باید از حجم انبوهی خاک معدن استفاده کرد. برای مثال، در تولید مقدار طلای مورد نیاز برای ساخت یک عدد حلقه عروسی، حدود سه تن پسماند ایجاد می‌شود. از این رو استخراج طلا همانند دیگر فعالیت‌های صنعتی آثار زیان‌بار زیست محیطی بر جای می‌گذارد.

در میان فلزهای مختلف، تنها طلا به شکل کلوخه‌ها یا رگه‌های زرد لابه‌لای خاک یافت می‌شود.

مجموع طلای موه در اصفهان و زرشوران در آذربایجان غربی، از منابع استخراج طلا در ایران هستند.

جدول زیر، کاربردهای ویژه‌ی طلا در ساخت وسایل مختلف را نشان می‌دهد:

طلا در لباس فضانوردی	به دلیل توانایی زیاد طلا در بازتاب نور خورشید
طلا در ساختار ویلچر برقی	به دلیل رسانایی بالا و مقاومت بالا در برابر خوردگی
طلا در کامپیوتر	به دلیل رسانایی بالا و حفظ این ویژگی در دمای بالا
سکه‌هایی از جنس طلا	به دلیل چکش‌خواری بالای طلا و درخشندگی آن

اغلب عناصرها در طبیعت به شکل ترکیب یافت می‌شوند. البته، برخی نافلزها مانند اکسیژن، نیتروژن و گوگرد، به شکل آزاد در طبیعت وجود دارند و وجود نمونه‌هایی از فلزهای نقره، مس، پلاتین نیز در طبیعت گزارش شده است. البته همانطور که گفتیم، در میان فلزها تنها طلا به شکل کلوخه‌ها یا رگه‌های زرد لابه‌لای خاک یافت می‌شود.

واکنش‌پذیری هر عنصر به معنای تمایل اتم آن به انجام واکنش شیمیایی است. هرچه واکنش‌پذیری اتم‌های یک عنصر فلزی بیشتر باشد، در شرایط یکسان تمایل آن فلز برای تبدیل شدن به ترکیب بیشتر است.

هرچه فلز فعال‌تر باشد، میل بیشتری به ایجاد ترکیب دارد و ترکیب‌های حاصل از آن فلز پایدارتر از خودش است. بر این اساس، هرچه واکنش‌پذیری فلزی بیشتر باشد، استخراج آن فلز از ترکیب‌های حاوی آن دشوارتر است.

در شرایط یکسان، میزان واکنش‌پذیری چند مورد از عناصر مهم به صورت مقابل است:

یکی از واکنش‌هایی که در صنعت جوشکاری از آن به منظور تولید آهن مذاب استفاده می‌شود، واکنش ترمیت است. معادله این واکنش شیمیایی به صورت $2\text{Al(s)} + \text{Fe}_2\text{O}_3\text{(s)} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3\text{(s)} + 2\text{Fe(l)}$ است. از آهن مذاب تولید شده در واکنش ترمیت، برای جوش دادن خطوط راه آهن استفاده می‌شود. با توجه به معادله‌ی این واکنش، می‌توان گفت واکنش‌پذیری آلومینیم بیشتر از آهن است.

فلزها از جمله هدایای زمینی هستند که اغلب در طبیعت به شکل سنگ معدن یافت می‌شوند. در کشور ما فولاد مبارکه، مس سرچشمه، آلومینیم اراک و منیزیم خراسان جنوبی از جمله مجتمع‌های صنعتی هستند که برای استخراج فلزها از سنگ معدن بنا شده‌اند.

یکی از روش‌های بیرون کشیدن فلز از لابه‌لای خاک، استفاده از گیاهان است. در این روش، ^۱ در معدن یا خاک دارای فلز، گیاهانی را می‌کارند که می‌توانند آن فلز را جذب کنند ^۲ گیاهان را برداشت می‌کنند ^۳ گیاهان را می‌سوزانند و از خاکستر حاصل، فلز را جداسازی می‌کنند.

روش گیاه‌پالایی، برای استخراج فلزهای روی و نیکل مقرون به صرفه نیست، اما برای استخراج طلا و مس از این روش استفاده می‌شود.

خب نوبت میرسد به یکی از فلزهای بسیار مهم و تأثیرگذار در زندگی ما، یعنی آهن...

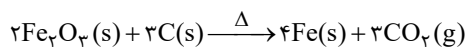
آهن فلزی است که در سطح جهان بیشترین مصرف سالانه را در بین صنایع گوناگون دارد و اغلب در طبیعت به شکل اکسید یافت می‌شود.

چون فلز سدیم و عنصر کربن هر دو نسبت به آهن واکنش‌پذیری بیشتری دارند، برای استخراج فلز آهن از ساختار Fe_2O_3 ، می‌توان از واکنش Fe_2O_3 با

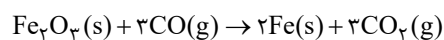


فصل اول: قدر هدایای زمینی را بدانیم

فلز سدیم و یا عنصر کربن استفاده کرد. معادله واکنش فلز سدیم با Fe_2O_3 به صورت مقابل است: $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 6\text{Na}(\text{s}) \xrightarrow{\Delta} 2\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{Na}_2\text{O}(\text{s})$ از آنجا که دسترسی به کربن در مقایسه با سدیم آسان تر بوده و صرفه اقتصادی بیشتری دارد، در فولاد مبارکه مانند همه شرکت های فولاد جهان، برای استخراج آهن از کربن استفاده می شود. معادله واکنشی که منجر به تولید آهن می شود، به صورت زیر است:

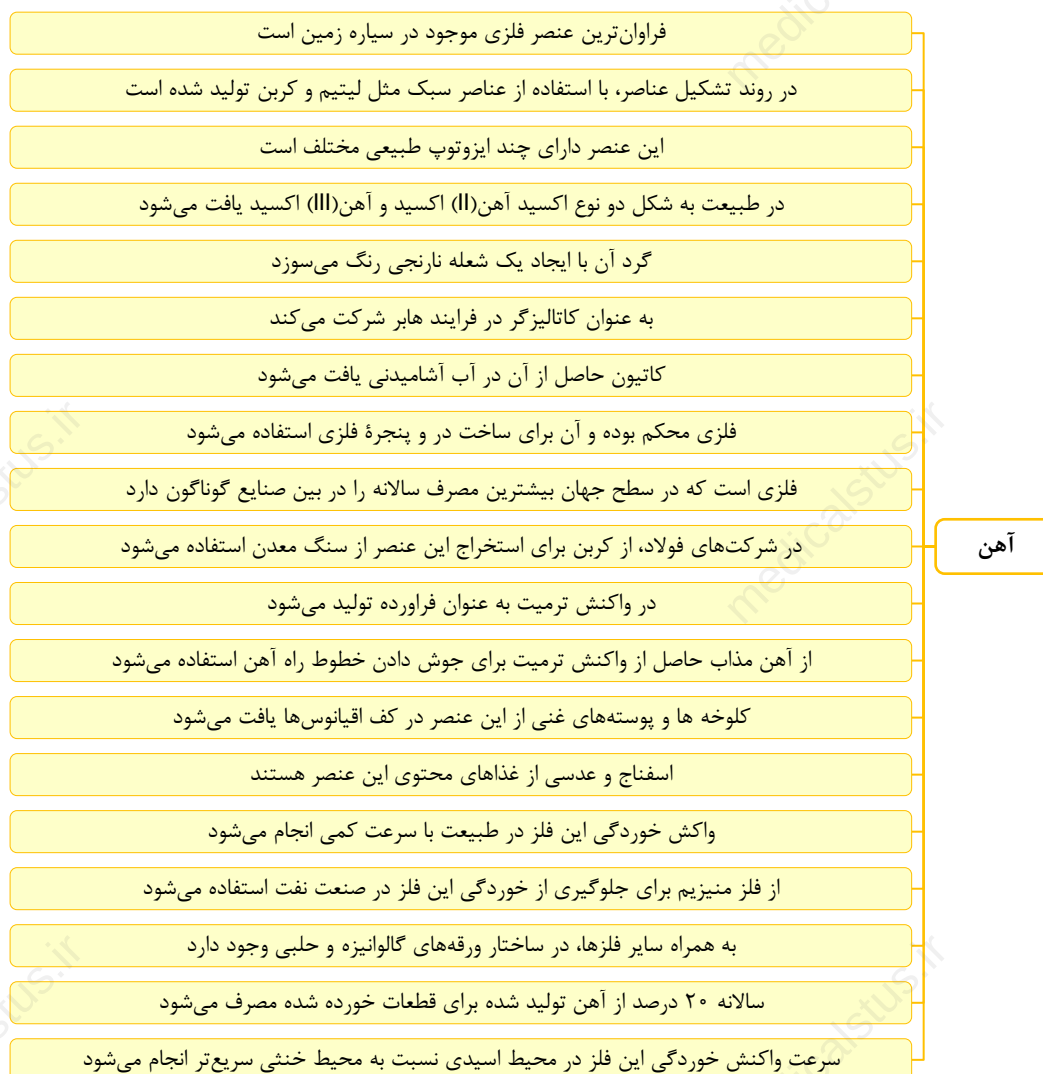


البته، برای استخراج آهن از Fe_2O_3 از واکنش این ماده با گاز کربن مونوکسید بر اساس معادله ی زیر نیز می توان استفاده کرد:



آهن (III) اکسید مصرف شده در مراحل استخراج آهن از سنگ معدن، قرمز رنگ بوده و از آن به عنوان رنگ قرمز در نقاشی به کار می رود. این ماده، یک رنگدانه معدنی قرمز رنگ به شمار می رود.

ویژگی های مهم فلز آهن به شرح نمودار زیر هستند:



سالانه صدها میلیون تن فلز از دل زمین استخراج می شود. سپس از این فلزها، ابزار، وسایل و مواد گوناگونی تهیه می شود.

سیلیسیم، عنصر اصلی سازنده سلول های خورشیدی است که طی واکنش $\text{SiO}_2(\text{s}) + 2\text{C}(\text{s}) \rightarrow \text{Si}(\text{l}) + 2\text{CO}(\text{g})$ تهیه می شود. با توجه به معادله این واکنش، می توان گفت کربن واکنش پذیرتر از سیلیسیم است. دقت کنید که فراورده حاصل از این واکنش، گاز CO است نه گاز CO_2 !

معدن مس سرچشمه کرمان، یکی از بزرگ ترین مجتمع های صنعتی معدنی جهان به شمار می رود و بزرگترین تولیدکننده مس ایران است. برای تهیه مس خام از سنگ معدن آن، واکنش $\text{Cu}_2\text{S}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{Cu}(\text{s}) + \text{SO}_2(\text{g})$ در این معدن انجام می شود.

برای شناسایی نوع یون فلزی موجود در یک سنگ معدن، ابتدا این یون فلزی را به حالت محلول (aq) در می آوریم و پس از آن، با مخلوط کردن این محلول با یک محلول معین، به کمک رنگ رسوب ایجاد شده، نوع کاتیون موجود در محلول اول را شناسایی می کنیم.



فصل اول: قدر هدایای زمینی را بدانیم



آهن در طبیعت به شکل دو اکسید متفاوت وجود دارد. برای شناسایی نوع کاتیون موجود در نوعی از اکسید آهن، از واکنش های مقابل مطابق مراحل داده شده استفاده می کنیم:

بستر اقیانوس ها منبعی غنی از منابع فلزی گوناگون است. به دلیل نیاز روزافزون جهان به منابع شیمیایی و کاهش میزان این منابع در سنگ کره، شیمی دان ها در جستجوی این منابع در اقیانوس ها هستند.

اقیانوس ها در برخی مناطق، محتوی سولفید چندین فلز واسطه بوده و در برخی از مناطق آن ها نیز موادی به صورت کلوخه ها و پوسته هایی غنی از فلزهایی مانند منگنز، کبالت، آهن، نیکل و مس یافت می شوند.

غلظت بیشتر گونه های فلزی موجود در کف اقیانوس در مقایسه با ذخایر زمینی آن ها، بهره برداری از منابع اقیانوسی را نوید می دهد. پیش بینی می شود اکتشاف و بهره برداری از منابع شیمیایی بستر دریا، به یکی از صنایع کلیدی و تأثیرگذار در روابط کشورها تبدیل شود.

بحث بازده درصدی و درصد خلوص، هرچند که اغلب به صورت مساله در کتاب مطرح میشن اما مفاهیم تئوریک مهمی هم دارن که حتما باید اون رو بلد باشید ...

واکنش های شیمیایی همیشه مطابق آنچه انتظار می رود به پیش نمی روند، زیرا ممکن است واکنش دهنده ها ناخالص باشند یا واکنش به طور کامل انجام نشود و یا حتی گاهی هم زمان با آن واکنش، واکنش های ناخواسته دیگری انجام شود. با این توصیف مقدار واقعی فراورده های تولید شده (مقدار عملی) از مقدار مورد انتظار (مقدار نظری) کمتر است. در واقع بازده درصدی واکنش های شیمیایی از صد درصد کمتر است.

برای محاسبه بازده درصدی واکنش ها با توجه به مقدار عملی و نظری فراورده تولید شده، از رابطه زیر استفاده می شود:

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

در صنعت و آزمایشگاه اغلب واکنش دهنده های مصرف شده ناخالص هستند. در واقع علاوه بر ماده اصلی مورد نیاز ما، مقداری ناخالصی نیز در نمونه مورد نظر یافت می شود. برای بیان میزان خلوص بودن یک ماده از درصد خلوص استفاده می شود. درصد خلوص یک ماده از رابطه زیر محاسبه می شود:

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

منظور از جرم ماده ناخالص در این رابطه، جرم کل ماده مصرف شده است که مقدار آن برابر با مجموع جرم ماده خالص و جرم ناخالصی موجود در نمونه خواهد بود. توجه داریم که اگر درصد خلوص ماده ای برابر با ۱۰۰ درصد نباشد، همواره جرم مقدار ناخالص ماده مصرف شده در واکنش مورد نظر، بیشتر از جرم ماده خالص است.

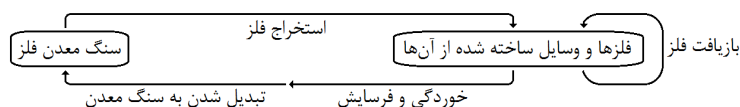
بر اساس اصول توسعه پایدار، باید در تولید یک ماده یا عرضه خدمات، همه هزینه ها و ملاحظات (۱) اقتصادی (۲) اجتماعی (۳) زیست محیطی را در نظر گرفت، به طوری که اگر مجموع هزینه های بهره برداری از یک معدن با در نظر گرفتن این ملاحظه ها کمترین مقدار ممکن باشد، در آن صورت در مسیر پیشرفت پایدار حرکت می کنیم.

در استخراج ۱۰۰۰ کیلوگرم آهن، تقریباً ۲۰۰۰ کیلوگرم سنگ معدن آهن و ۱۰۰۰ کیلوگرم از منابع معدنی دیگر استفاده می شود.

در استخراج فلزها از سنگ معدن آن ها، تنها درصد کمی از سنگ معدن به فلز تبدیل می شود. طی این فرایند، باقیمانده سنگ معدن به مواد دیگر تبدیل شده و اغلب مورد استفاده قرار نمی گیرد.

فلزها از جمله منابع تجدیدناپذیر هستند. در حال حاضر، آهنک مصرف و استخراج فلزها بیشتر از آهنک بازگشت آن ها به طبیعت به شکل سنگ معدن است. بر این اساس، می توان گفت میزان ذخایر فلزی موجود در جهان در حال کاهش یافتن است.

بازیافت فلزها از جمله آهن، ردپای کربن دی اکسید را کاهش می دهد، سبب کاهش سرعت گرمایش جهانی می شود و به توسعه پایدار کشورها نیز کمک می کند. تصویر زیر، نمایی از چرخه فلزها در جهان امروز را نشان می دهد:



از بازگردانی هفت قوطی فولادی آنقدر انرژی ذخیره می شود که می توان یک لامپ ۶۰ واتی را در حدود ۲۵ ساعت روشن نگه داشت.

تا اینجا، داشتیم در رابطه با شیمی معدنی صحبت می کردیم. از این به بعد، میریم سراغ مباحث پایه ای و مهم شیمی آلی ...



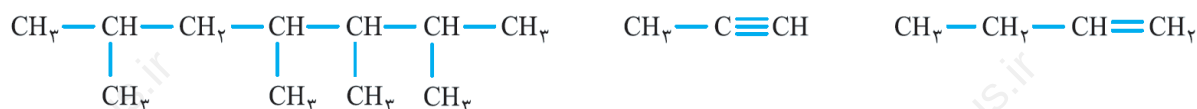
فصل اول: قدر هدایای زمینی را بدانیم

- نفت، یکی از سوخت‌های فسیلی است که به شکل مایع غلیظ سیاه رنگ یا قهوه‌ای متمایل به سبز از دل زمین بیرون کشیده می‌شود.
- پژوهش‌هایی با هدف یافتن کاربردهای جدید و مناسب برای مواد موجود در نفت خام انجام شده است. نتیجه این پژوهش‌ها، حل مشکل حمل و نقل از شهری به شهر دیگر یا از کشوری به کشور دیگر و ساخت داروهای تازه برای درمان بیماری‌های گوناگون بوده است.
- نفت خام در دنیای کنونی دو نقش اساسی ایفا می‌کند. نقش نخست آن، به عنوان منبع تأمین انرژی بوده و در نقش دوم، ماده اولیه برای تهیه بسیاری از مواد و کالاهایی است که در صنایع گوناگون از آن‌ها استفاده می‌شود.

نکته در این کادر به بررسی برخی از ویژگی‌های طلای سیاه (نفت خام) می‌پردازیم:

- حدود نیمی از نفتی که از چاه‌های نفت بیرون کشیده می‌شود، به عنوان سوخت در وسایل نقلیه استفاده می‌شود. بخش اعظم نیم دیگر آن نیز برای تأمین گرما و انرژی الکتریکی مورد نیاز ما به کار می‌رود.
- کمتر از ده درصد از نفت خام مصرفی در دنیا برای تولید الیاف و پارچه، شوینده‌ها، مواد آرایشی و بهداشتی، رنگ، پلاستیک، مواد منفجره و لاستیک به کار می‌رود.
- به طور کلی، موارد استفاده از نفت به این شکل تقسیم بندی می‌شوند:
- حدود ۵۰٪ به عنوان سوخت - حدود ۴۰٪ برای گرما و انرژی الکتریکی - کمتر از ۱۰٪ برای تهیه مواد
- با توجه به توضیحات بالا، می‌توان گفت مجموعاً بیش از ۹۰ درصد نفت خام به عنوان منبعی برای تأمین انرژی کاربرد دارد.
- روزانه بیش از 8×10^7 بشکه نفت خام در دنیا به شکل‌های گوناگون مصرف می‌شود. هر بشکه نفت خام، هم‌ارز با ۱۵۹ لیتر نفت است.

- نفت خام، مخلوطی از هزاران ترکیب شیمیایی است که بخش عمده آن را هیدروکربن‌ها تشکیل می‌دهند. بجز هیدروکربن‌ها، مواد دیگری از جمله آب و اسیدها نیز در نفت خام یافت می‌شوند.
- هیدروکربن‌ها ترکیب‌های مولکولی هستند که فقط شامل اتم‌های هیدروژن و کربن در ساختار خود می‌شوند. بر این اساس، می‌توان گفت عنصر اصلی سازنده نفت خام، کربن است. تصویر زیر، ساختار برخی از هیدروکربن‌های موجود در نفت را نشان می‌دهد:



- ویژگی‌های مهم عنصر کربن به شرح نمودار زیر هستند:

- سومین عنصر فراوان موجود در سیاره مشتری است
- در روند تشکیل عناصر، پس از هلیوم تولید شده است
- یکی از ایزوتوپ‌های آن در ایجاد مقیاس amu کاربرد داشته است
- در ساختار سوخت‌های سبز و پلاستیک‌های سبز یافت می‌شود
- صافی‌های ساخته شده به کمک آن در تصفیه آب کاربرد دارد
- الماس و گرافیت، از جمله آلوتروپ‌های آن هستند
- گرافیت سطح کدر داشته و رسانای جریان برق است اما الماس درخشان بوده و رسانای گرما است
- در حالت جامد بر اثر اصابت ضربه خرد می‌شود
- اتم آن توانایی تشکیل یون تک اتمی را ندارد
- در ساختار جامدهای یونی، کووالانسی و مولکولی یافت می‌شود
- عنصر اصلی سازنده نفت خام است
- در ساختار همه هیدروکربن‌ها و سایر مواد آلی یافت می‌شود
- در مقایسه با سیلیسیم، آهن و مس واکنش پذیری بیشتری دارد
- نسبت به سدیم واکنش پذیری کمتری دارد
- پس از نئون، نسبت به سایر عناصر تناوب دوم کمترین واکنش پذیری را دارد
- توانایی تشکیل ۴ پیوند اشتراکی با سایر اتم‌ها را دارد
- اکسیدهای آن از آگزوز خودروهای در حال حرکت خارج می‌شود

کربن



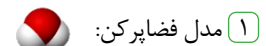
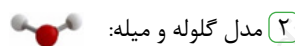
عنصر کربن در خانه شماره ۶ جدول دوره‌ای جای داشته و اتم آن در لایه ظرفیت خود، چهار الکترون دارد. اتم کربن افزون بر تشکیل پیوند اشتراکی یگانه، توانایی تشکیل پیوندهای اشتراکی دوگانه و سه‌گانه را با خود و برخی اتم‌های دیگر دارد، بنابراین اتم‌های کربن می‌توانند میلیون‌ها ترکیب با ساختارهای مختلف را تشکیل بدهند.

کربن توانایی تشکیل زنجیر و حلقه‌های کربنی را دارد. به دیگر سخن، اتم‌های کربن می‌توانند با پیوند اشتراکی به یکدیگر متصل شده و زنجیرها و حلقه‌هایی در اندازه‌های گوناگون بسازند.

اتم کربن می‌تواند با اتم عنصرهای هیدروژن، اکسیژن، نیتروژن و ... به شیوه‌های گوناگون متصل شده و مولکول شمار زیادی از مواد مانند کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها، آمینواسیدها، آنزیم‌ها، پروتئین‌ها و ... را بسازد.

اتم‌های کربن می‌توانند با یکدیگر به روش‌های گوناگون متصل شده و دگرشکل‌های متفاوتی مانند گرافیت، الماس و ... ایجاد کنند. گرافیت ساختاری لایه‌ای دارد و در هر لایه از آن اتم‌های کربن مطابق یک ساختار دوبعدی به هم وصل شده‌اند اما الماس، ساختاری سه‌بعدی دارد.

ساختار ترکیب‌های مختلف را به ۳ روش زیر می‌توان نمایش داد:



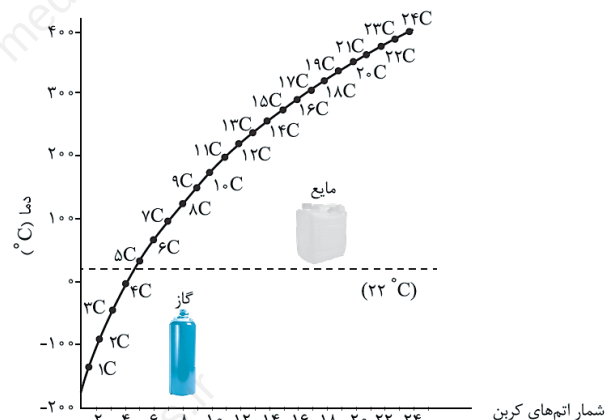
در مدل فضاپرکن، برخلاف مدل گلوله و میله، پیوندهای اشتراکی موجود در ترکیب مشخص نیست. در نقطه مقابل، مدل فضاپرکن ساختار حقیقی مولکول‌ها در واقعیت را نشان می‌دهد.

آلکان‌ها دسته‌ای از هیدروکربن‌ها هستند که در آن‌ها هر اتم کربن با چهار پیوند یگانه به اتم‌های کناری متصل شده است.

در هر آلکان راست زنجیر، هر اتم کربن به یک یا دو اتم کربن دیگر متصل است؛ در حالی که در آلکان‌های شاخه‌دار، برخی از اتم‌های کربن به سه یا چهار اتم کربن دیگر متصل شده‌اند. فرمول مولکولی کلی این مواد به صورت C_nH_{2n+2} است.

بر اساس قواعد آیوپاک، برای نامیدن آلکان‌های راست زنجیر کافی است شمار اتم‌های کربن را با پیشوند معادل بیان کرده و پسوند «ان» را به انتهای آن بیفزاییم. در چهار عضو نخست آلکان‌ها، پیشوندی که شمار اتم‌های کربن را معلوم کند، وجود ندارد و نام این مواد بر اساس این روش انتخاب نشده است. نام اعضای این خانواده به صورت زیر است:

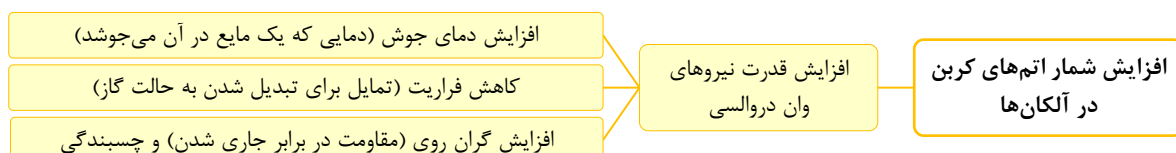
فرمول مولکولی	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	C_5H_{12}	C_6H_{14}	C_7H_{16}	C_8H_{18}	C_9H_{20}	$C_{10}H_{22}$
نام	متان	اتان	پروپان	بوتان	پنتان	هگزان	هپتان	اوکتان	نونان	دکان



شمار اتم‌های کربن، نقش مهمی در رفتار هیدروکربن‌ها دارد؛ به طوری که با تغییر تعداد اتم‌های کربن، اندازه و جرم مولکول‌های هیدروکربن‌ها نیز تغییر یافته و در پی آن، قدرت نیروی بین مولکولی، نقطه جوش و ... در این مواد نیز تغییر می‌کنند. در آلکان‌های راست‌زنجیر، هر چه تعداد اتم‌های کربن موجود در ساختار مولکول بیشتر باشد، اندازه مولکول، نقطه جوش و گرانروی (مقاومت در برابر جاری شدن) بیشتر شده و مقدار فرار بودن (تمایل به تبخیر شدن) ماده مورد نظر نیز کاهش پیدا می‌کند. نمودار مقابل، ترتیب نقطه جوش آلکان‌های راست‌زنجیر را نشان می‌دهد: همان‌طور که مشخص است، با افزایش جرم مولی آلکان‌ها، نقطه جوش این مواد زیاد می‌شود. توجه داریم که مواد مختلف در دمای بالای نقطه‌ی جوش خود به حالت گاز هستند.

آلکان‌های ۱ تا ۴ کربنه، در دما و فشار اتاق به حالت گاز هستند. آلکان‌هایی با تعداد کربن ۵ تا ۱۶ نیز در دمای اتاق مایع هستند. با افزایش تعداد اتم‌های کربن، تفاوت نقطه جوش دو آلکان متوالی کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر، شیب نمودار با افزایش تعداد اتم‌های کربن موجود در ساختار آلکان‌ها، در حال کاهش یافتن است.

نمودار زیر، روند تغییر ویژگی‌های مختلف آلکان‌ها بر اساس تغییر تعداد اتم‌های کربن در این مواد را نشان می‌دهد:





فصل اول: قدر هدایای زمینی را بدانیم

گریس، ماده‌ای با فرمول تقریبی $C_{18}H_{38}$ بوده و وازلین نیز ماده‌ای با فرمول تقریبی $C_{25}H_{52}$ است. با توجه به فرمول شیمیایی این مواد، می‌توان گفت وازلین در مقایسه با گریس چسبنده‌تر است.

سوخت بعضی از فندک‌ها، گاز بوتان (چهارمین عضو خانواده آلکان‌ها) بوده و این فندک‌ها تحت فشار پر شده‌اند.

آلکان‌ها به دلیل ناقطبی بودن ($\mu = 0$)، در آب نامحلول هستند. قرار دادن فلزها در آلکان‌های مایع یا اندود کردن سطح فلزها و وسایل فلزی با آن‌ها، مانع از رسیدن آب به سطح فلز می‌شود و از خوردگی فلز جلوگیری می‌کند.

ویژگی مهم و برجسته آلکان‌ها، این است که در ساختار آن‌ها هر اتم کربن با چهار پیوند اشتراکی به چهار اتم دیگر متصل بوده و این مواد، به اصطلاح سیر شده هستند. از این رو آلکان‌ها تمایل چندانی به انجام واکنش‌های شیمیایی ندارند.

آلکان‌ها بر اساس معادله مقابل می‌سوزند:

$$C_nH_{2n+2} + \frac{3n+1}{2}O_2 \rightarrow (n+1)H_2O + nCO_2$$

چون آلکان‌ها واکنش‌پذیری کمی دارند، استنشاق آن‌ها بر شش‌ها و بدن تأثیر چندانی ندارد و تنها سبب کاهش مقدار اکسیژن در هوای دمی می‌شود. البته، اگر میزان بخارهای وارد شده به شش‌ها زیاد باشد، ممکن است سبب خفگی و مرگ فرد شود.

بنزین، به طور عمده از مخلوط آلکان‌ها ساخته شده است. فرمول تقریبی آلکان‌های موجود در یک نمونه بنزین به صورت C_8H_{18} است. چون بخار بنزین می‌تواند وارد شش‌ها شده و از انتقال گازهای تنفسی در شش‌ها جلوگیری کند، هیچ‌گاه برای برداشتن بنزین از باک خودرو یا بشکه نباید از مکیدن سیلنگ استفاده کرد.

گشتاور دوقطبی مولکول‌های سازنده چربی‌ها حدوداً برابر با صفر است. به همین خاطر، افرادی که با گریس و یا چربی‌ها کار می‌کنند، پس از پایان کار دستشان را با بنزین یا نفت (مخلوطی از هیدروکربن‌ها) می‌شویند. چون هر دو ماده ناقطبی هستند، در هم حل شده و دست تمیز می‌شود. البته، این فرایند چربی‌های پوست را نیز حل کرده و موجب خشکی پوست دست می‌شود.

بعد از بررسی آلکان‌ها، نوبت میرسد به آلکن‌ها و آلکین‌ها...

آلکن‌ها در ساختار خود یک پیوند دوگانه کربن-کربن دارند. فرمول مولکولی کلی این مواد به صورت C_nH_{2n} است.

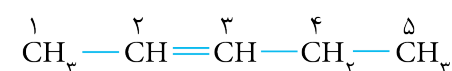
اتن، نخستین عضو خانواده آلکن‌ها است. در گذشته گاز اتن را گاز اتیلن می‌نامیدند. اتن در بیشتر گیاهان وجود دارد. موز و گوجه فرنگی رسیده گاز اتن آزاد می‌کنند. اتن آزاد شده از یک موز یا گوجه فرنگی رسیده به نوبه خود موجب رسیدن سریع‌تر میوه‌های نارس می‌شود.

در کشاورزی، از گاز اتن به عنوان «عمل آورنده» استفاده می‌شود. ساختار این ماده به صورت مقابل است:

وجود پیوند دوگانه در آلکن‌ها سبب شده است تا رفتار این مواد با آلکان‌ها تفاوت زیادی پیدا کند. آلکن‌ها برخلاف آلکان‌ها، واکنش‌پذیری زیادی دارند.

واکنش‌پذیری زیاد آلکن‌ها به این دلیل است که در ساختار آن‌ها دو اتم کربن به سه اتم دیگر متصل بوده و به همین خاطر، این مواد سیر نشده هستند.

برای نام گذاری آلکن‌های راست‌زنجیر، کافی است پسوند «ان» را در نام آلکان راست زنجیر برداشته و به جای آن، پسوند «ن» قرار بدهیم و پس از آن، محل پیوند دو گانه را با شماره نخستین اتم کربنی که به پیوند دوگانه متصل است، مشخص بکنیم. برای مثال، نام آلکن زیر ۲-پنتن است:



نکته همان‌طور که گفتیم، گاز اتن اولین عضو گروه آلکن‌ها است. در این قسمت، کاربردهای گاز اتن را بررسی می‌کنیم:

گاز اتن (C_2H_4) سنگ بنای صنایع پتروشیمی است؛ زیرا در این صنایع با استفاده از گاز اتن، حجم انبوهی از مواد گوناگون تولید می‌شود. برای نمونه با وارد کردن گاز اتن در مخلوطی از آب و اسید در شرایط مناسب، اتانول (C_2H_5OH) را در مقیاس صنعتی مطابق واکنش زیر تولید می‌کنند. معادله این واکنش شیمیایی به صورت $CH_2=CH_2 + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3CH_2OH$ است.

با توجه به واکنش بالا، یکی از پیوندهای میان اتم‌های کربن در مولکول اتن شکسته شده و به یکی از آن‌ها، اتم H و به دیگری، گروه OH متصل شده است. به دیگر سخن، مولکول آب به اتم‌های کربن پیوند دوگانه افزوده شده و فراورده‌ای سیر شده را تولید کرده است.

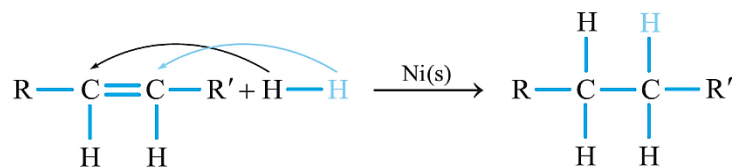
از دیگر واکنش‌های معروف گاز اتن، ترکیب شدن آن با برم مایع و یا بخار برم است؛ به طوری که هر گاه گاز اتن را در مجاورت با برم قرار بدهیم، رنگ قرمز محلول از بین می‌رود. این تغییر رنگ، نشان از انجام واکنش شیمیایی $CH_2=CH_2(g) + Br_2(l) \rightarrow C_2H_4Br_2(l)$ دارد.

همه هیدروکربن‌های سیر نشده، در واکنش با برم شرکت می‌کنند. بجز هیدروکربن‌های آلی سیر نشده (ترکیب‌های آلی که در ساختار خود پیوند دوگانه و یا سه‌گانه کربن-کربن دارند) نیز با بخار برم واکنش می‌دهند. به همین خاطر است که این واکنش، یکی از روش‌های شناسایی مواد آلی سیر نشده از هیدروکربن‌های سیر شده است.

تولید پلی اتن از دیگر واکنش‌های گاز اتن است، به طوری که با شکستن پیوند دوگانه موجود در اتن در گرما و فشار بالا، انواع پلی‌اتن سبک و سنگین به وجود می‌آید. از این پلیمرها در ساختار انواع کالاهای پلاستیکی استفاده می‌کنیم.



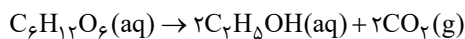
آلکن‌ها در شرایط مناسب با گاز هیدروژن واکنش داده و آلکان‌ها را تولید می‌کنند. طی این فرایند، مولکول‌های هیدروژن به دو اتم هیدروژن مجزا شکسته شده و به پیوند دوگانه‌ای موجود در ساختار آلکن‌ها افزوده می‌شوند. طی این فرایند، پیوند دوگانه موجود در ساختار آلکن‌ها از بین رفته و به پیوند یگانه تبدیل می‌شود. معادله این واکنش به صورت زیر است:



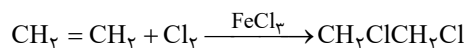
همانطور که مشخص است، در این واکنش از فلز نیکل به عنوان کاتالیزگر استفاده می‌شود.

اتانول، الکلی دو کربنی، بی‌رنگ و فرار است که با توجه به گشتاور دوقطبی بالای خود، به هر نسبتی در آب حل می‌شود. این الکل یکی از مهم‌ترین حلال‌های صنعتی است که در تهیه مواد دارویی، بهداشتی و آرایشی به کار می‌رود. از اتانول در بیمارستان‌ها به عنوان ضدعفونی کننده استفاده می‌شود. اتانول، یکی از انواع سوخت‌های سبز است.

یکی از راه‌های تهیه سوخت سبز، استفاده از بقایای گیاهانی مانند نیشکر، سیب زمینی و ذرت است. واکنش بی‌هوازی تخمیر گلوکز، از جمله واکنش‌هایی است که در این فرایند رخ می‌دهد:



کاتالیزگر واکنش تولید ۲،۱-دی‌کلرواتان با استفاده از واکنش میان گاز اتن و گاز کلر، ترکیب FeCl_3 است. معادله این واکنش به صورت زیر است:



صنعت پتروشیمی یکی از صنایع مهم جهان است. در این صنعت، ترکیب‌ها، مواد و وسایل گوناگون از نفت یا گاز طبیعی به دست می‌آیند. مواد تولید شده در این صنعت، به فرآورده‌های پتروشیمیایی معروف هستند. در شرکت‌های پتروشیمی، سالانه میلیون‌ها تن مواد شیمیایی مانند آمونیاک، پلی‌اتن و سولفوریک اسید تولید می‌شود.

به هیدروکربن‌های سیرنشده با یک پیوند سه گانه کربن-کربن، آلکین گفته می‌شود. فرمول مولکولی کلی این مواد به صورت $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ است. توجه داریم که در ساختار آلکین‌ها فقط و فقط یک پیوند سه‌گانه وجود دارد.

برای نام‌گذاری آلکین‌ها، به جای پسوند «ان» در نام آلکان هم‌کربن، پسوند «ین» قرار می‌گیرد. برای مثال، نام آلکین زیر به صورت ۲-پنتین است:



چون آلکین‌ها سیرنشده هستند، این مواد نیز واکنش‌پذیری زیادی داشته و با مواد شیمیایی مختلف واکنش می‌دهند. برای مثال، آلکین‌ها با بخار برم و یا گاز هیدروژن وارد واکنش می‌شوند.



اتین با فرمول مولکولی C_2H_2 ، ساده‌ترین عضو خانواده آلکین‌ها است. در گذشته گاز اتین را با نام استیلن می‌شناختند. در فرایند جوش کاربیدی، با سوختن یک نمونه از گاز اتین، دمای لازم برای جوش دادن قطعه‌های فلزی مختلف به یکدیگر تأمین می‌شود. ساختار گلوله و میله مولکول اتین به صورت مقابل است:

از آنجا که در ساختار آلکن‌ها و آلکین‌ها فقط اتم‌های هیدروژن و کربن وجود دارند، گشتاور دوقطبی (μ) مولکول‌های سازنده‌ی این مواد تقریباً برابر با صفر بوده و نوع نیروهای بین‌مولکولی در آن‌ها از نوع وان‌دروالسی است.

آلکن‌ها و آلکین‌ها در حلال‌های قطبی از جمله آب و اتانول حل نمی‌شوند.

با افزایش جرم مولی آلکن‌ها و یا آلکین‌ها، قدرت نیروی بین مولکولی وان‌دروالسی در این مواد افزایش یافته و دمای جوش آن‌ها نیز بیشتر می‌شود.

ترکیب‌های آلی که در آن‌ها اتم‌های کربن ساختارهایی حلقوی را به وجود آورده‌اند، هیدروکربن‌های حلقوی می‌نامیم. سیکلوآلکان‌ها، بنزن و نفتالن، از جمله مواد آلی هستند که اتم‌های کربن موجود در آن‌ها در قالب حلقه‌های کربنی به یکدیگر متصل شده‌اند. برخی از این ترکیب‌ها سیرشده بوده و برخی از آن‌ها نیز سیرنشده هستند.



فصل اول: قدر هدایای زمینی را بدانیم

در ساختار سیکلوآلکان‌ها، اتم‌های کربن توسط پیوندهای یگانه به یکدیگر متصل شده و حلقه‌های کربنی با اندازه‌های متفاوت را می‌سازند. جدول زیر، ساختار برخی از اعضای خانواده‌ی سیکلوآلکان‌ها را نشان می‌دهد:

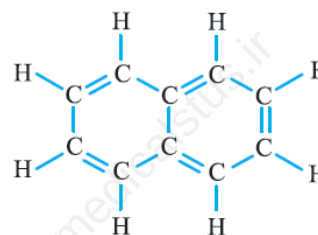
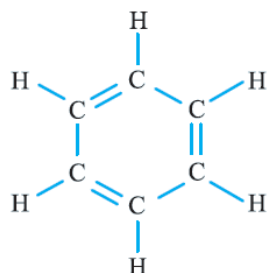
فرمول مولکولی	C_3H_6	C_4H_8	C_5H_{10}	C_6H_{12}
نام	سیکلوپروپان	سیکلوبوتان	سیکلوپنتان	سیکلوهگزان
ساختار				

با توجه به ساختار سیکلوآلکان‌ها، این مواد از جمله هیدروکربن‌های سیرشده بوده و در آن‌ها هیچ پیوند دوگانه‌ای وجود ندارد. فرمول کلی اعضای خانواده سیکلوآلکان به صورت C_nH_{2n} بوده و حداقل مقدار n مورد نیاز برای تشکیل یک سیکلوآلکان، برابر با ۳ است.

بنزن (C_6H_6)، هیدروکربنی سیر نشده است. این ترکیب، سرگروه خانواده مهمی از ترکیب‌های آلی به نام مواد آروماتیک است.

نفتالین ($C_{10}H_8$) از جمله ترکیب‌های آروماتیک است. نفتالین مدت‌ها به عنوان ضدبید برای نگهداری فرش و لباس کاربرد داشته است.

ساختار بنزن و نفتالین به صورت زیر است:



جدول زیر به مهم‌ترین نکات مربوط به خانواده‌های مختلف هیدروکربن‌ها را نشان می‌دهد:

خانواده	فرمول مولکولی	اولین عضو	تعداد پیوند کووالانسی	درصد جرمی هیدروژن	کاربردهای مهم
آلکان‌ها	C_nH_{2n+2}	متان (CH_4)	$3n+1$	$\frac{n+1}{2n+1} \times 100$	سوخت بعضی از فندک‌ها - به عنوان پوشش فلزها
آلکن‌ها	C_nH_{2n}	اتن (C_2H_4)	$3n$	$\frac{2n}{2n} \times 100 = 100\%$	گاز عمل‌آورنده در کشاورزی - تولید اتانول
آلکین‌ها	C_nH_{2n-2}	اتین (C_2H_2)	$3n-1$	$\frac{n-1}{2n-1} \times 100$	انجام جوش کاربیدی با استفاده از گاز اتین
سیکلوآلکان‌ها	C_nH_{2n}	سیکلوپروپن (C_3H_4)	$3n$	$\frac{2n}{2n} \times 100 = 100\%$	-

فرمول‌های زیر، فرمول‌های کلی هستند که برای تمام هیدروکربن‌ها و سایر مواد آلی صدق می‌کنند:

$$H = (\text{تعداد نیتروژن}) + (\text{تعداد هالوژن}) - (\text{تعداد پیوند سه‌گانه}) - 4 \times (\text{تعداد حلقه} + \text{تعداد پیوند دوگانه}) - 2 \times (\text{تعداد اتم H})$$

$$\text{تعداد پیوند کووالانسی} = \frac{(\text{تعداد هالوژن‌ها} \times 1) + (\text{تعداد N} \times 3) + (\text{تعداد O} \times 2) + (\text{تعداد H} \times 1) + (\text{تعداد C} \times 4)}{2}$$

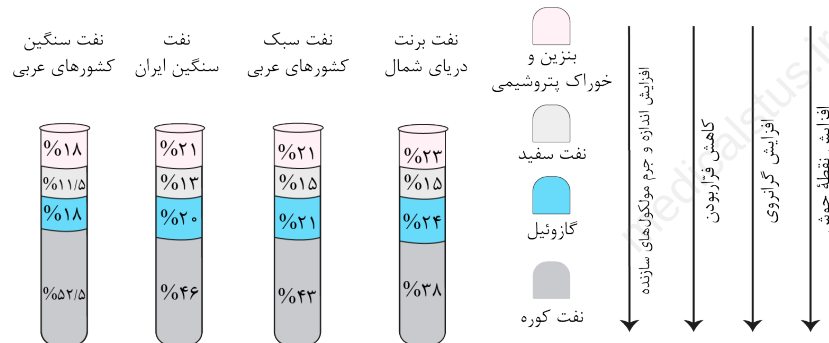


فصل اول: قدر هدایای زمینی را بدانیم

نفت خام خارج شده از چاه‌های نفتی، مخلوطی از هیدروکربن‌های گوناگون، برخی نمک‌ها، اسیدها، آب و ... است. البته توجه داریم که مقدار نمک و اسید در نفت خام کم بوده و در نواحی گوناگون نیز متغیر است.

آلکان‌ها بخش عمده هیدروکربن‌های موجود در نفت خام را تشکیل می‌دهند و به دلیل واکنش پذیری کم، اغلب به عنوان سوخت به کار می‌روند؛ به طوری که بیش از ۹۰ درصد نفت خام صرف سوزاندن و تأمین انرژی می‌شود و تنها مقدار کمی از آن به عنوان خوراک پتروشیمی در تولید مواد پتروشیمیایی سودمند به کار می‌رود.

بنزین، نفت سفید، گازوئیل و نفت کوره، از جمله مواد موجود در نفت خام به شمار می‌روند. در شکل زیر، چهار نوع نفت خام بر اساس درصد اجزای سازنده مقایسه شده‌اند:



نکته: در رابطه با تصویر بالا، به نکات داده شده توجه کنید:

- با کاهش فرار بودن اجزای سازنده نفت خام، اندازه مولکول‌های سازنده این مواد بزرگ‌تر می‌شود.
- ملاک دسته‌بندی نفت خام به دو دسته سبک و سنگین، اندازه مولکول‌های سازنده و چگالی آن نمونه از نفت خام است.
- نفت سفید شامل آلکان‌هایی با ده تا پانزده اتم کربن است. از این ماده به عنوان سوخت هواپیما می‌توان استفاده کرد.
- قیمت نفت برنت دریای شمال در مقایسه با دیگر انواع نفت بیشتر است؛ چرا که بخش اعظم نفت برنت دریای شمال از هیدروکربن‌های سیر نشده و فرار تشکیل شده است و از این هیدروکربن‌ها، می‌توان برای ساختن فراورده‌های پتروشیمیایی استفاده کرد.

پس از جدا کردن نمک‌ها، اسیدها و آب از نفت خام، این ماده را پالایش می‌کنند. توجه داریم که جداسازی آب و اسید از نفت خام اولیه، جزو مراحل پالایش نفت به شمار نمی‌رود.

در برج تقطیر نفت خام، مخلوط‌هایی با نقطه جوش نزدیک به هم با استفاده از تقطیر جزء به جزء، از نفت خام جداسازی می‌شوند. برج تقطیر، برجی است که در آن از پایین به بالا دما کاهش می‌یابد. در این فرایند، موادی که دیرتر و در نقاط بالاتر برج جدا می‌شوند، نقطه جوش کمتری دارند. در نمودار زیر، مراحل پالایش نفت خام را بررسی می‌کنیم:

ذرات فرارتر به تدریج بالاتر رفته، سرد شده و به مایع تبدیل می‌شوند و در سینی‌هایی که در فاصله‌های گوناگون قرار دارند وارد شده و از برج خارج می‌شوند.

با ورود مواد به قسمت پایین برج، مولکول‌های سبک‌تر و فرارتر از جمله مواد پتروشیمیایی، از مایع بیرون آمده و به سوی بالای برج حرکت می‌کنند.

نفت خام را در محفظه‌ای بزرگ گرما داده و آن را به برج تقطیر هدایت می‌کنند.

حمل و نقل هوایی، سریع‌ترین حالت حمل و نقل بوده و مزایای آن شامل عدم نیاز به جاده سازی و تعمیرات آن، مسافرت آسان و خدمات رسانی خوب در مواقع اضطراری می‌شود. بر این اساس، می‌توان گفت ساخت هواپیما و تولید سوخت مورد نیاز آن، از جمله صنایع مهم به شمار می‌رود.

سوخت هواپیما از پالایش نفت خام در برج تقطیر پالایشگاه‌ها تولید می‌شود. این سوخت به طور عمده از نفت سفید تهیه می‌شود. یکی از مسائل مهم در تأمین سوخت، انتقال آن به مراکز توزیع و استفاده آن است. در حدود ۶۶ درصد انتقال سوختن از طریق خطوط لوله و بقیه با استفاده از راه آهن، نفتکش جاده‌پیما و کشتی‌های نفتی انجام می‌شود.

پالایش نفت خام، علاوه بر سوخت ارزان و مناسبی که در اختیار صنایع قرار می‌دهد، منجر به تولید انرژی الکتریکی ارزان قیمت شده است. استخراج و مصرف بی‌حساب نفت خام، سبب شده تا ذخایر این اندوخته به تدریج رو به پایان باشد؛ تا آنجا که پیش‌بینی می‌شود در قرن آینده، دیگر نفتی برای استخراج وجود نخواهد داشت.



فصل اول: قدر هدایای زمینی را بدانیم

زغال سنگ یکی از سوخت‌های فسیلی است. طول عمر زغال سنگ برای استفاده از این ماده در آینده به حدود ۵۰۰ سال می‌رسد؛ از این رو زغال سنگ می‌تواند به عنوان سوخت، جایگزین نفت شود. بر اساس داده‌های موجود در جدول زیر، جایگزینی نفت با زغال سنگ سبب ورود مقدار بیشتری از انواع آلاینده‌ها به هوا کرده و باعث تشدید اثر گلخانه‌ای می‌شود:

نام سوخت	گرمای آزاد شده $(\frac{kJ}{g})$	فراورده‌های سوختن	مقدار CO_2 به ازای هر کیلوژول انرژی تولید شده (g)
بنزین	۴۸	CO_2, CO, H_2O	۰/۰۶۵
زغال سنگ	۳۰	$SO_2, CO_2, NO_2, CO, H_2O$	۰/۱۰۴

گرمای آزاد شده به ازای سوختن یک گرم بنزین، در مقایسه با یک گرم زغال سنگ بیشتر است و علاوه بر این، مقدار کربن دی‌اکسید تولید شده و تنوع فراورده‌های حاصل از سوختن زغال سنگ نیز بیشتر هستند.

از سوختن زغال سنگ، برخلاف بنزین، گازهای NO_2 و SO_2 نیز تولید می‌شود؛ بنابراین باید به دنبال راه‌های بهبود کارایی زغال سنگ باشیم. به طور مثال، می‌توان از (۱) شست‌وشوی زغال سنگ به منظور حذف گوگرد و ناخالصی‌های دیگر و (۲) به دام انداختن گاز گوگرد دی‌اکسید خارج شده از نیروگاه‌ها با عبور گازهای خروجی از روی کلسیم اکسید بر اساس واکنش $SO_2(g) + CaO(s) \rightarrow CaSO_3(s)$ استفاده کرد.

یکی از مشکلات زغال سنگ، شرایط دشوار استخراج آن است؛ به گونه‌ای که در طول ۱۰۰ سال اخیر، بیش از ۵۰۰ هزار نفر در اثر انفجار یا فروریختن معدن جان خود را از دست داده‌اند. این انفجارها اغلب به دلیل تجمع گاز متان آزاد شده از زغال سنگ در معدن رخ می‌دهد.

متان گازی سبک، بی‌بو و بی‌رنگ است و هرگاه مقدار آن در هوای معدن به بیش از ۵٪ برسد، احتمال انفجار وجود دارد. بدیهی است هرچه درصد متان بالاتر برود، احتمال انفجار نیز بیشتر خواهد شد.

غلظت گاز متان در هوای معدن باید به طور پیوسته اندازه‌گیری و کنترل شده و با استفاده از تهویه مناسب و قوی، غلظت این گاز در هوای معدن کاهش پیدا کند.

رنگ برخی از گونه‌ها و مواد داده شده در این فصل از کتاب درسی، به شرح زیر است:

نام ترکیب	رنگ	نام گونه	رنگ
کانی کلسیم کربنات	سفید / زرد	بوتان	بی‌رنگ
بلور سدیم کلرید	سفید	هگزان	بی‌رنگ
کانی منگنز (II) کربنات	صورتی	۱-هگزن	بی‌رنگ
رسوب آهن (III) هیدروکسید	قهوه‌ای	بخار برم	قرمز
رسوب آهن (II) هیدروکسید	سبزه	گاز کلر	زرد مایل به سبز
بلور آهن (III) اکسید	قرمز	بلور جامد گوگرد	زرد
محلول آهن (II) کلرید	سبز	فسفر	سیاه، قرمز، سفید
محلول آهن (III) کلرید	زرد		
محلول مس (II) سولفات	آبی		

و این هم از مطالب حفظی مربوط به فصل اول شیمی یازدهم



فصل ۲: در پی غذای سالم



نوبت میرسد به فصل دوم از کتاب شیمی یازدهم! در ابتدای فصل دوم شیمی یازدهم، در رابطه با مبادله انرژی در واکنش های مختلف صحبت شده و در قسمت دوم این فصل نیز در رابطه با سرعت واکنش های شیمیایی و عوامل مؤثر بر آن سخن به میان آمده است. حجم مطالب حفظی مطرح شده در فصل دوم کتاب شیمی یازدهم نسبت به سایر فصل های کتاب شیمی یازدهم کمتر بوده و در کنار آن نیز اغلب سؤالات مطرح شده از فصل ۲ شیمی یازدهم از بحث مسائل خواهند بود. طبق آمار، در کنار سال های اخیر اغلب ۱ یا ۲ سؤال حفظی یا مفهومی از فصل ۲ شیمی یازدهم مطرح شده اند. البته، توجه کنید که اغلب سؤالات مفهومی مطرح شده از فصل ۲ شیمی یازدهم به نسبت آسان بوده و به راحتی می توان به آن ها پاسخ داد. بریم نکات خودمون رو با مقدمه این فصل شروع کنیم ...

- نیاکان ما به تدریج یاد گرفتند که دانه ها را بکارند و فراورده ها را درو کنند. فرایندی که نخستین انقلاب در کشاورزی بود و باعث شد انسان ها حیوانات، غلات و گیاهان زراعی را به مقدار زیادی تولید کنند.
- یکی از مهم ترین و شاید دشوارترین مسئولیت هر دولت، تأمین غذای افراد جامعه است. مسئولیتی که یکی از چالش های نگران کننده در عصر کنونی است. این مسئولیت در گذشته با قحطی و جنگ غذا تهدید می شد و امروزه، هنوز هم چالشی نگران کننده به شمار می آید.
- پیشرفت دانش و فناوری موجب شده است که تولید فراورده های کشاورزی و دامی افزایش یابد و مواد غذایی به روش صنعتی تولید شود. در تولید انبوه، به دلیل فساد مواد غذایی و دشواری نگهداری آن ها، حفظ کیفیت و ارزش مواد غذایی اهمیت بسزایی دارد.

نکته جدول روبه رو، سرانه مصرف سالانه برخی مواد خوراکی را نشان می دهد. در رابطه با این جدول، نکات مهمی را باید بلد باشید. بر این اساس، داریم:

گوشت قرمز و ماهی افزون بر پروتئین، محتوی انواع ویتامین ها و برخی از مواد معدنی نیز هستند.

شیر و فراورده های آن، منبع مهمی برای تأمین پروتئین و کلسیم مورد نیاز بدن هستند. کارشناسان تغذیه بر مصرف مناسب آن ها برای پیشگیری و ترمیم پوکی استخوان تأکید دارند. البته، می دانیم که مصرف بیش از اندازه شیر و لبنیات، بخاطر وجود کلسیم در این مواد غذایی، باعث ایجاد سنگ های کلیوی می شود.

کارشناسان تغذیه بر مصرف حبوبات مانند نخود، لوبیا و عدس در برنامه غذایی تأکید دارند؛ زیرا این دانه ها سرشار از مواد مغذی هستند.

سرانه مصرف ماده غذایی، مقدار میانگین مصرف آن را به ازای هر فرد در یک گستره زمانی معین نشان می دهد.

دیابت بزرگسالی یکی از بیماری های شایع در ایران است. مصرف بی رویه شکر، نان و برنج در گسترش این بیماری نقش دارد. سرانه مصرف این مواد در ایران در مقایسه با کل جهان بیشتر است.

بیشترین مقدار ماده مصرفی در جهان، شیر است؛ در صورتی که در ایران، این ماده معادل با نان است.

خوراکی	سرانه مصرف (kg)	
	جهان	ایران
نان	۲۵	۱۱۵
برنج	۲۲	۳۷
حبوبات	۲۲	۱۲
سبزیجات	۱۳۰	۱۰۰
میوه	۱۴۵	۹۵
گوشت قرمز	۳۷	۱۹
ماهی	۱۹	۹
تخم مرغ	۲۴	۹
شیر	۳۰۰	۹۰
شکر	۵	۳۰
نمک خوراکی	۳	۶
روغن	۱۴	۱۹

- غذا، انرژی مورد نیاز بدن برای حرکت ماهیچه ها، ارسال پیام های عصبی، جابه جایی یون ها و مولکول ها از دیواره هر یاخته را تأمین می کند. غذا همچنین مواد اولیه برای ساخت و رشد بخش های گوناگون بدن مانند سلول های خونی، استخوان، پوست، مو و ماهیچه ها را فراهم می کند.
- افزایش نامتناسب برخی مولکول ها و یون ها در وعده های غذایی سبب افزایش وزن و دیگر بیماری ها خواهد شد.
- تغذیه درست شامل وعده های غذایی است که مخلوط مناسبی از انواع ذره ها را دربر می گیرد و سوء تغذیه هنگامی خودنمایی می کند که وعده های غذایی مصرف شده توسط یک فرد، با کمبود نوع خاصی از آن ها همراه باشد.
- هنگامی که قند خون پایین باشد می توان با خوردن سیب یا نوشیدن شربت آلبیمو و عسل (محتوی گلوکز) بدن را به حالت طبیعی بازگرداند. علاوه بر این، هنگامی که بدن دچار کمبود آهن باشد، می توان با خوردن اسفناج و عدسی بدن را به حالت طبیعی بازگرداند.
- در طول ماه رمضان، پس از افطار احساس گرمی دلچسبی خواهیم داشت؛ زیرا انرژی مواد غذایی مصرف شده در حال آزاد شدن است. این در حالی است



که پیش از افطار و مصرف مواد غذایی، قند خون بدن فرد مورد نظر افت می‌کند.

دستگاه اندازه‌گیری قند خون گلوکومتر نام دارد. این دستگاه تعداد میلی گرم‌های گلوکز (mg) موجود در هر دسی لیتر (dL معادل با ۱۰ لیتر) خون را نشان می‌دهد. اگر عدد دستگاه گلوکومتر را بر ۱۸۰۰۰ تقسیم کنیم، غلظت مولی قند (گلوکز) در خون بدست می‌آید.

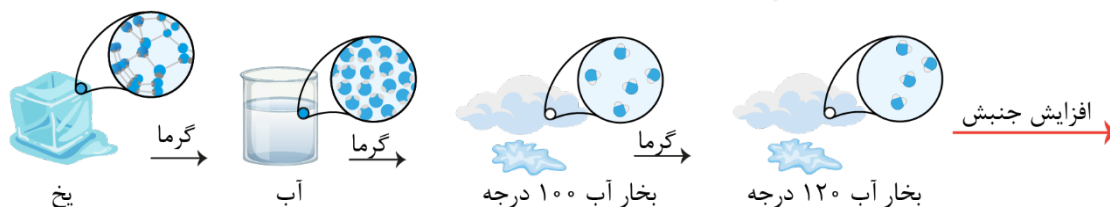
جرم و نوع ماده غذایی که می‌خوریم، در میزان انرژی که در اثر سوختن آن‌ها در بدن تولید می‌شود اثر دارد. در واقع هر ماده غذایی انرژی معینی دارد و میزان انرژی آن به جرمی بستگی دارد که مصرف می‌شود. توجه داریم این انرژی آزاد شده می‌تواند باعث تغییر دمای بدن شود.

تا اینجا، مفاهیم اولیه فصل رو مرور کردیم که احتمال طرح تست از اونا خیلی هم زیاد نیست؛ اما از اینجا به بعد وارد مفاهیم مهم و اصلی این فصل خواهیم شد ...

دانشمندان اجزای بنیادی جهان مادی را ماده و انرژی می‌دانند. انرژی از راه‌های گوناگون با ماده ارتباط دارد؛ آن چنان که کاهش جرم خورشید به عنوان تنها منبع حیات بخش انرژی، تبدیل ماده به انرژی را تأیید می‌کند. در واقع، انرژی خورشید بر اثر انجام واکنش‌های هسته‌ای در این ستاره تولید می‌شود.

یکی از راه‌های آزاد شدن انرژی مواد، سوزاندن آن‌ها است. سوخت‌هایی مانند گاز شهری، بنزین، الکل و زغال سنگ هنگام سوختن انرژی آزاد می‌کنند.

ذرات سازنده یک ماده در سه حالت فیزیکی (حتی حالت جامد!) یکسان بوده و پیوسته در جنب و جوش هستند، اما میزان جنبش ذره‌ها متفاوت از یکدیگر است، به طوری که جنبش‌های نامنظم ذره‌ها در حالت گاز شدیدتر از مایع و آن هم شدیدتر از حالت جامد است. همچنین هرچه دما بالاتر باشد، جنبش‌های نامنظم ذره‌های آن شدیدتر است. تصویر زیر، شرایط مختلف ذرات H_2O را در مقایسه با هم نشان می‌دهد:



به انرژی ذرات سازنده یک ماده که ناشی از حرکت ذرات سازنده آن ماده است، انرژی جنبشی گفته می‌شود.

بوی غذای گرم آسان‌تر و سریع‌تر از غذای سرد به مشام می‌رسد، زیرا جنبش ذرات گاز شدیدتر است. دقیقاً به همین خاطر است که یک قطره جوهر، در آب گرم در مقایسه با آب سرد سریع‌تر پخش می‌شود.

یک ویژگی مشترک مواد با هر حالت فیزیکی، وجود جنبش‌های نامنظم ذره‌های سازنده آن‌ها است. هرچه دمای ماده بالاتر باشد، میانگین تندی و میانگین انرژی جنبشی ذره‌های سازنده آن بیشتر است. به دیگر سخن، دمای یک ماده معیاری برای توصیف میانگین تندی و میانگین انرژی جنبشی ذره‌های سازنده آن است.

مجموع انرژی جنبشی ذره‌های سازنده یک نمونه ماده، هم ارز با انرژی گرمایی آن نمونه از ماده است. بر اساس این تعریف، در دمای یکسان، انرژی گرمایی یک استخر آب بیشتر از یک لیوان آب است، چون تعداد ذرات ماده در استخر بیشتر از لیوان آب است.

میانگین تندی حرکت مولکول‌ها در یک نمونه ماده، به دمای آن ماده بستگی دارد. بر این اساس، انرژی گرمایی یک ماده به جرم و دمای آن بستگی دارد.

یکای رایج دما، درجه سلسیوس ($^{\circ}C$) است، در حالی که یکای دما در مقیاس SI، کلون (K) است. نماد دما برحسب سلسیوس، به صورت « θ » بوده و نماد دما برحسب کلون، به صورت « T » است. رابطه بین این دو مقیاس دمایی به صورت $T(K) = \theta(^{\circ}C) + 273$ است.

ارزش دمایی $1^{\circ}C$ برابر با ارزش دمایی ۱K است؛ از این رو در فرایندهایی که دما تغییر می‌کند، تساوی $\Delta\theta = \Delta T$ برقرار خواهد بود.

تغییر دما برای توصیف یک فرایند به کار می‌رود. در واقع انجام فرایند است که می‌تواند باعث تغییر دما شود.

گرما را می‌توان هم ارز با مقدار انرژی گرمایی دانست که به دلیل تفاوت در دما بین دو جسم و یا دو سامانه مختلف جابه‌جا می‌شود.

دمای ماده با جذب گرما افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر، دما در دو جسم می‌تواند باعث تغییر دما شود. توجه کنید که گرما، برخلاف انرژی گرمایی، از ویژگی‌های یک نمونه ماده نیست و نباید برای توصیف آن به کار رود.

گرما را با نماد Q نشان می‌دهند و یکای اندازه‌گیری آن در SI معادل با ژول است. در رابطه با مقیاس ژول، داریم:

$$1J = 1 \frac{kg \times m^2}{s^2}$$

$$1cal = 4/18J$$

کالری از دیگر یکاهای اندازه‌گیری انرژی است. بین مقیاس ژول و کالری رابطه مقابل برقرار است:

ظرفیت گرمایی (C) هر جسم یا هر ماده، هم ارز با گرمای لازم برای افزایش دمای آن به اندازه یک درجه سلسیوس است. ظرفیت گرمایی یک جسم، به موارد مقابل بستگی دارد: (۱) نوع ماده (۲) مقدار ماده

ظرفیت گرمایی یک گرم از هر ماده، معادل با ظرفیت گرمایی ویژه یا گرمای ویژه (c) آن ماده است. مقدار ظرفیت گرمایی ویژه فقط به نوع ماده بستگی دارد. رابطه مقدار انرژی گرمایی مبادله شده، تغییر دما، گرمای ویژه و ظرفیت گرمایی یک جسم به صورت زیر است:

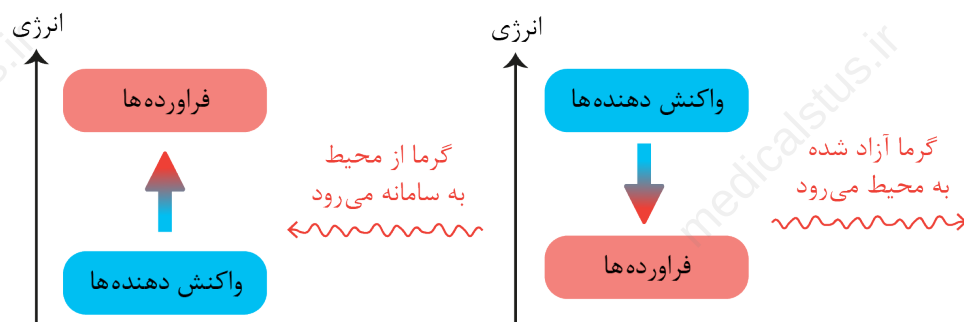
$$Q = C \cdot \Delta\theta \xrightarrow{C=m \cdot c} Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta \rightarrow \Delta\theta = \frac{Q}{m \cdot c}$$



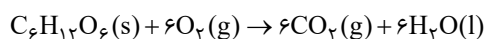
- گرمای ویژه آب بیشتر از روغن است. بر این اساس، برای تغییر دمای جرم یکسان از این مواد به طور مساوی، آب گرمای بیشتری مبادله می کند.
- آب در مقایسه با اغلب مواد، ظرفیت گرمایی ویژه بالاتری دارد. به عنوان مثال، ظرفیت گرمایی ویژه سیب زمینی از نان بیشتر است، زیرا مقدار آب موجود در سیب زمینی بیشتر است. به همین خاطر است که نان، آسان تر از سیب زمینی تغییر دما می دهد.
- در یک آزمایش، می توان یک تخم مرغ را در آب با دمای 75°C و دیگری را در روغن با دمای 75°C انداخت. آب به دلیل داشتن ظرفیت گرمایی ویژه بیشتر، برای رسیدن به دمای 75°C ، گرمای بیشتری جذب کرده است و همین گرمای بیشتر سبب پختن تخم مرغ می شود.
- گرما همواره از یک جسم با دمای بالاتر (جسمی که میانگین تندی حرکت ذرات آن بیشتر است) به یک جسم با دمای پایین تر (جسمی که میانگین تندی حرکت ذرات آن کمتر است) انتقال پیدا می کند.
- جدول زیر گرمای ویژه برخی مواد خالص در دمای 25°C و فشار ۱ اتمسفر را نشان می دهد:

ماده	گرمای ویژه $(\text{Jg}^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1})$	ماده	گرمای ویژه $(\text{Jg}^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1})$
آب	۴/۱۸۴	آلومینیم	۰/۹۰۰
سدیم کلرید	۰/۸۵۰	نقره	۰/۲۳۶
اتانول	۲/۴۳۰	طلا	۰/۱۲۸
کربن دی اکسید	۰/۸۴۰	اکسیژن	۰/۹۲۰

- ترتیب ظرفیت گرمایی ویژه مواد در جدول بالا به صورت $\text{Au} < \text{Ag} < \text{CO}_2 < \text{NaCl} < \text{Al} < \text{O}_2 < \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} < \text{H}_2\text{O}$ است.
- ظرفیت گرمایی ویژه آب به دلیل بیشتر بودن تعداد پیوندهای هیدروژنی آن نسبت به اتانول، در مقایسه با اتانول بالاتر است.
- احتمالاً یکی از سؤالات کنکور تور از همین مباحثی باشد که تا الان خونریز! از لیج به بعد وارد بحث مربوط به مبادله گرما در واکنش های شیمیایی میشیم ...
- هر واکنش شیمیایی ممکن است با تغییر رنگ، تولید رسوب، آزاد شدن گاز و ایجاد نور و صدا همراه باشد، اما یک ویژگی بنیادی در همه واکنش ها داد و ستد گرما با محیط پیرامون است. به همین خاطر، هر واکنش شیمیایی ممکن است گرماده یا گرماگیر باشد.
- دمای محیط درونی بدن انسان برابر با 37°C است. دمای اتاق برابر با 25°C است.
- هنگام خوردن شیر گرم (مثلاً شیر با دمای 60°C)، ابتدا با ورود شیر به بدن، شیر باید مقداری انرژی به شکل گرما از دست دهد تا با بدن هم دما شود. در فرایندهایی از این دست، شیر گرم را سامانه و بدن را محیط پیرامون آن در نظر می گیرند. با این توصیف، در فرایند مورد نظر با جاری شدن انرژی از سامانه به محیط، دمای سامانه کاهش می یابد ($\Delta\theta < 0$) و همچنین $Q < 0$ است. به عبارت دیگر، این فرایند گرماده است.
- بخش عمده انرژی موجود در شیر هنگام فرایند گوارش و سوخت و ساز به بدن می رسد. گوارش، مجموعه ای از فرایندهایی است که با انجام واکنش های شیمیایی گوناگونی همراه هستند. انجام مجموعه این واکنش ها منجر به تولید انرژی و مواد اولیه مورد نیاز سوخت و ساز یاخته ها خواهد شد. در این واکنش ها با اینکه دمای بدن ثابت است، اما باز هم میان سامانه و محیط پیرامون، انرژی داد و ستد می شود.
- فرایند هم دما شدن بستنی در بدن، با جذب انرژی همراه است، در حالی که گوارش و سوخت و ساز آن با آزاد شدن انرژی همراه است.
- با توجه به توضیحات داده شده، واکنش ها در دو دسته گرماده و گرماگیر قرار می گیرند. مقایسه نمودار انرژی واکنش های گرماده (تصویر سمت راست) و گرماگیر (تصویر سمت چپ) به صورت زیر است:



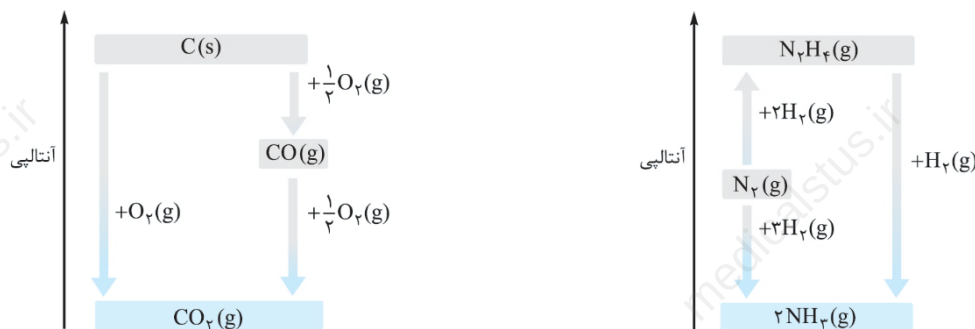
- بررسی و مطالعه گرماده یا گرماگیر بودن واکنش ها، منجر به پیدایش علم ترموشیمی (گرمایشیمی) شده است. ترموشیمی، شاخه ای از علم شیمی است که به بررسی کمی و کیفی گرمای مبادله شده در واکنش های شیمیایی، تغییر آن و تأثیری که بر حالت ماده دارد می پردازد.
- واکنش روبرو، فرایند اکسایش گلوکز برای تولید انرژی در بدن را نشان می دهد:



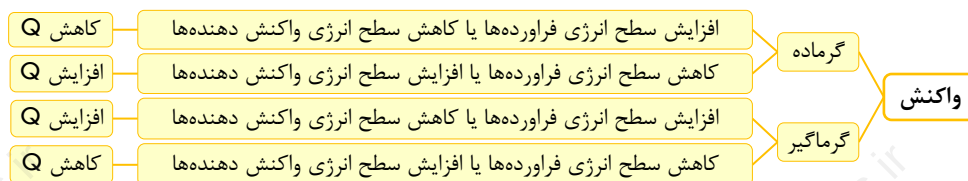


فصل دوم: در پی غذای سالم

- با وجود تولید انرژی در واکنش اکسایش گلوکز، دمای بدن تغییر محسوسی نمی‌کند، زیرا دمای مواد واکنش‌دهنده پیش از آغاز واکنش با دمای مواد فراورده پس از پایان واکنش برابر است. این مقدار گرمای آزاد شده ناشی از تفاوت انرژی گرمایی (مجموع انرژی جنبشی ذره‌ها) در مواد واکنش‌دهنده و فراورده نیست. انرژی آزاد شده در این واکنش را به تغییر در مقدار انرژی پتانسیل ذرات نسبت می‌دهند.
- گرمای جذب یا آزاد شده در هر واکنش شیمیایی، به طور عمده وابسته به تفاوت میان انرژی پتانسیل مواد واکنش‌دهنده و فراورده است. به انرژی نهفته شده در یک نمونه ماده که ناشی از نیروهای نگهدارنده ذرات سازنده آن ماده است، انرژی پتانسیل گفته می‌شود. به عنوان مثال، انرژی نهفته شده در مولکول‌های متان که به هنگام سوزاندن ذرات این ماده آزاد می‌شود، انرژی پتانسیل ذرات سازنده‌ی متان است.
- با انجام یک واکنش شیمیایی و تغییر در شیوه‌ی اتصال اتم‌ها به یکدیگر، تفاوت آشکاری در انرژی پتانسیل وابسته به آن‌ها ایجاد می‌شود. این تفاوت انرژی در واکنش‌ها به شکل گرما ظاهر می‌شود.
- سوختن سوخت‌ها، انرژی لازم برای حمل و نقل و نیز گرمایش محیط‌های گوناگون را فراهم می‌کنند.
- زغال کک، واکنش‌دهنده‌ای رایج در استخراج آهن بوده و علاوه بر آن، تأمین‌کننده انرژی لازم برای انجام این واکنش نیز است.
- واکنش تولید آمونیاک از واکنش‌های مهم کتاب درسی است. معادله این واکنش به صورت $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$ است. این واکنش، به طور کلی گرماده است اما معادله کلی آن از ۲ قسمت تشکیل شده است. واکنش مرحله اول، به صورت $N_2(g) + 2H_2(g) \rightarrow N_2H_4(g)$ است که گرماگیر بوده و منجر به تولید هیدرازین می‌شود. معادله واکنش مرحله دوم، به صورت $N_2H_4(g) + H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$ است. این مرحله از واکنش گرماده بوده و با آزاد شدن انرژی همراه است.
- گرافیت و الماس دو آلوتروپ کربن هستند که فراورده واکنش سوختن کامل آن‌ها، گاز کربن دی‌اکسید است. انرژی آزاد شده‌ی ناشی از سوختن الماس نسبت به گرافیت بیشتر است. بر این اساس، می‌توان گفت گرافیت نسبت به الماس انرژی کمتری داشته و پایدارتر است.
- نمودارهای زیر، مربوط به فرایند تولید آمونیاک و واکنش سوختن گرافیت است. همانطور که مشخص است، این واکنش‌ها دو مرحله‌ای هستند.



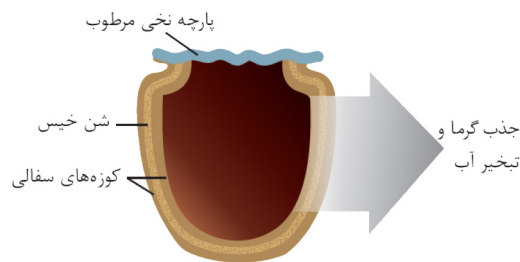
- گرمای یک واکنش در دما و فشار ثابت، به نوع و مقدار واکنش‌دهنده‌ها، نوع فراورده‌ها و حالت فیزیکی آن‌ها بستگی دارد. کمیتی که یکی از ویژگی‌های کاربردی و بنیادی هر واکنش به شمار می‌رود. روند تغییر مقدار گرمای مبادله شده در یک واکنش، با توجه به تغییر سطح انرژی مواد شرکت‌کننده در آن واکنش به صورت زیر است:



- محمد باه‌آبا دستگاهی ساده و ارزان به نام یخچال صحرایی را ساخته است. دستگاهی که همانند یک یخچال، بدون نیاز به انرژی الکتریکی، غذا را خنک کرده و برای مدت طولانی‌تری نگه می‌دارد. برای ساخت این دستگاه، دو ظرف سفالی (ظروف ساخته شده از خاک رس) را درون یکدیگر قرار داده و فضای میان آن‌ها را با شن خیس پر می‌کنند. درپوش این مجموعه، پوششی نخی و مرطوب است که تهویه را به آسانی انجام می‌دهد.
- در یخچال صحرایی، آب موجود در خاک در بدنه سفالی ظرف بیرونی نفوذ کرده و به آرامی تبخیر می‌شود. برای تبخیر یک مول آب به ۴۴/۱ کیلوژول گرما نیاز است. جذب گرما در این فرایند باعث افت دما شده و فضای درونی دستگاه همراه با محتویات آن را خنک می‌کند.
- کوزه، ظرفی سفالی است که ایرانیان از گذشته‌های دور برای نگهداری آب آشامیدنی از آن استفاده می‌کردند. این سفالینه نیز از خاک رس تهیه می‌شود و در بدنه خود روزنه‌های بسیار ریزی دارد که به آب اجازه عبور می‌دهند.
- هنگامی که کوزه حاوی آب باشد، آب به آسانی به دیواره آن نفوذ کرده تا جایی که حتی سطح بیرونی آن را نیز نمناک می‌کند. در این شرایط، به تدریج آب از سطح بیرونی کوزه تبخیر شده و گرمای لازم برای این فرایند از محتویات درون کوزه تأمین می‌شود. فرایندی که باعث کاهش دما و خنک شدن



آب درون کوزه خواهد شد. ساختار یخچال صحرایی به صورت زیر است:



ذره های سازنده ی یک نمونه ماده افزون بر انرژی جنبشی، دارای انرژی پتانسیل نیز هستند. انرژی کل هر سامانه هم ارز با محتوای انرژی (مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل) یا آنتالپی آن است. با این توصیف هر سامانه در دما و فشار ثابت، آنتالپی معینی دارد.

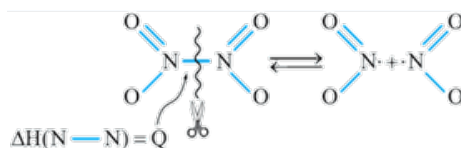
با انجام واکنش شیمیایی گرماگیر در یک سامانه، مواد با محتوای انرژی (آنتالپی) کمتر به موادی با محتوای انرژی (آنتالپی) بیشتر تبدیل می شوند. به طور مثال واکنش فتوسنتز (تولید گلوکز با استفاده از بخار آب و CO_2) نوعی واکنش گرماگیر است. با انجام واکنش شیمیایی گرماده در یک سامانه، مواد با محتوای انرژی (آنتالپی) بیشتر به موادی با انرژی (آنتالپی) کمتر تبدیل می شوند. اکسایش گلوکز، یک فرایند گرماده است.

دادوستد انرژی در واکنش ها به طور عمده به شکل گرما ظاهر می شود. شیمی دان ها تغییر آنتالپی هر واکنش را هم ارز با گرمایی می دانند که در فشار ثابت با محیط پیرامون دادوستد میکند و آن را با Q_p نشان می دهند.

نماد آنتالپی، به صورت H بوده و نماد تغییر آنتالپی به صورت « ΔH » است. برای یک واکنش اغلب به جای تغییر آنتالپی واکنش، واژه آنتالپی واکنش به کار می رود. در این رابطه، داریم:

علامت ΔH برای واکنش های گرماده، منفی و برای واکنش های گرماگیر مثبت است. توجه داریم که مقدار عددی تغییر آنتالپی یک واکنش، بزرگی انرژی مبادله شده را بیان می کنند.

واکنش $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}_2(\text{g})$ یک واکنش گرماگیر است. همانطور که می دانیم، N_2O_4 گازی بی رنگ بوده و NO_2 گازی قهوه ای رنگ است. تصویر زیر، نمایی از انجام شدن این واکنش را نشان می دهد:



واکنش تبدیل اکسیژن به اوزون، جزو واکنش های گرماگیر است. بر این اساس، می توان گفت اوزون ناپایدارتر بوده و سطح انرژی بالاتری دارد. اغلب ورزشکاران برای درمان آسیب دیدگی های خود از بسته هایی استفاده می کنند که به سرعت گرما را انتقال می دهند. اساس کار این بسته ها، انحلال برخی از ترکیب های یونی در آب است.

واکنش $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s}) + 26\text{kJ} \xrightarrow{\text{در آب}} \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$ ، واکنشی گرماگیر است. بر این اساس، از بسته های محتوی آمونیوم نیترات برای سرد کردن محل آسیب دیدگی استفاده می شود.

واکنش $\text{CaCl}_2(\text{s}) \xrightarrow{\text{در آب}} \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Cl}^-(\text{aq}) + 82\text{kJ}$ ، واکنشی گرماده است. به عبارت دیگر، با انحلال کلسیم کلرید در آب، مقداری گرما آزاد می شود. بر این اساس، از بسته های محتوی کلسیم کلرید برای گرم کردن محل آسیب دیدگی استفاده می شود.

انجام یک واکنش شیمیایی نشان از تغییر در شیوه اتصال اتم ها به یکدیگر دارد. تغییر در شیوه اتصال اتم ها به یکدیگر، به تغییر در ساختار و خواص مواد منجر می شود. یکی از خواصی که در واکنش های شیمیایی تغییر می کند، محتوای انرژی مواد است.

حالا که خیلی کامل و جامع در رابطه با بحث آنتالپی صحبت کردیم، می توانیم بریم سراغ مفاهیم کلی از مهم ترین انواع آنتالپی، یعنی آنتالپی پیوند ...

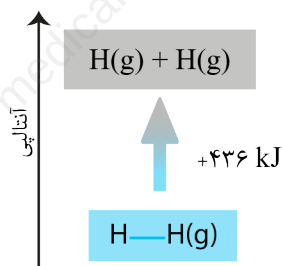
به مقدار انرژی لازم برای شکستن یک مول پیوند اشتراکی (کووالانسی) یکسان در حالت گازی، آنتالپی پیوند گفته می شود. از آنجا که برای شکستن پیوندهای اشتراکی به انرژی نیاز داریم (شکستن پیوند گرماگیر است)، بنابراین مقدار ΔH پیوند همواره مثبت است. برای مثال، به نمودار مقابل توجه کنید:

انرژی مبادله شده در این واکنش، معادل با آنتالپی پیوند $\text{H}-\text{H}$ است.

در برخی از انواع مولکول ها مثل CH_4 ، H_2O و NH_3 ، یک اتم مرکزی به چند اتم کناری یکسان با پیوندهای اشتراکی متصل شده است. بر اساس یافته های تجربی، آنتالپی همه پیوندهای اشتراکی موجود در این مولکول ها یکسان نیست و

به همین خاطر، برای بیان انرژی پیوندهای اشتراکی موجود در آن ها به کاربرد عبارت «میانگین آنتالپی پیوند» مناسب تر از عبارت «آنتالپی پیوند» است.

آنتالپی پیوند کمک می کند تا از یک روش محاسباتی برای تعیین ΔH برخی واکنش ها بهره ببریم. با جمع کردن آنتالپی های همه ی پیوندهای موجود





فصل دوم: در پی غذای سالم

در فراورده‌ها (b) و کم کردن آن از مجموع آنتالپی پیوندهای موجود در واکنش دهنده‌ها (a)، آنتالپی واکنش را بدست می‌آوریم. روش محاسبه آنتالپی واکنش با استفاده از آنتالپی پیوند را می‌توان به صورت مقابل نشان داد:

$$\Delta H = a - b$$

به کار بردن آنتالپی پیوند برای تعیین ΔH واکنش‌هایی مناسب است که همه مواد شرکت کننده در آن‌ها حالت گاز دارند. در چنین واکنش‌هایی، هر چه مولکول‌های مواد شرکت کننده ساده‌تر باشند، آنتالپی واکنش محاسبه شده با داده‌های تجربی همخوانی بیشتری دارد.

استفاده از آنتالپی پیوند برای تعیین ΔH واکنش‌های گازی با مولکول‌های پیچیده‌تر، اغلب در مقایسه با داده‌های تجربی تفاوت آشکاری دارد.

بدن ما از غذا، مواد گوناگونی دریافت می‌کند. این مواد شامل: (۱) کربوهیدرات‌ها (۲) چربی‌ها (۳) پروتئین‌ها (۴) آب (۵) ویتامین‌ها (۶) مواد معدنی هستند. کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها، علاوه بر تأمین مواد اولیه برای یاخته‌ها، در تأمین انرژی آن‌ها نیز نقش دارند.

از بین مواد گفته شده، کربوهیدرات‌ها تنها موادی هستند که در بدن به گلوکز (قند خون با فرمول مولکولی $C_6H_{12}O_6$) شکسته شده و گلوکز حاصل از آن‌ها در خون حل می‌شود. خون این ماده را به یاخته‌ها رسانده و این ماده هنگام اکسایش در یاخته‌ها، انرژی تولید می‌کند.

ارزش سوختی ماده نشان می‌دهد که انرژی حاصل از اکسایش و یا سوختن یک گرم از آن ماده چقدر است. برای محاسبه ارزش سوختی یک نمونه ماده، از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$\text{مقدار انرژی آزاد شده بر حسب کیلوژول} = \frac{\text{ارزش سوختی}}{\text{جرم نمونه‌ی ماده بر حسب گرم}}$$

با اینکه اغلب واکنش‌های سوختن و یا اکسایش گرماده هستند، اما ارزش سوختی در منابع معتبر علمی بدون علامت منفی گزارش شده است. یکای استفاده شده برای گزارش ارزش سوختی مواد مختلف، معادل با kJ.g^{-1} است.

جدول زیر ارزش سوختی سه ماده غذایی مهم را نشان می‌دهد:

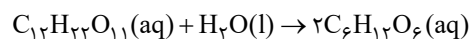
ماده غذایی	کربوهیدرات‌ها	پروتئین‌ها	چربی‌ها
ارزش سوختی (kJ.g^{-1})	۱۷	۱۷	۳۸

چربی ارزش سوختی بیشتری از کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها دارد. توجه داریم که ارزش سوختی کربوهیدرات و پروتئین یکسان است. با توجه به ارزش سوختی بالای چربی‌ها، هر مقدار اضافی از مواد و انرژی دریافتی طور عمد به شکل چربی در بدن ذخیره شده و باعث چاقی می‌شود.

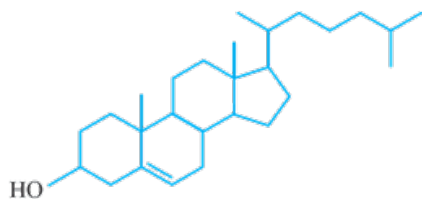
میزان انرژی مورد نیاز بدن هر فرد به سه عامل: (۱) وزن (۲) سن (۳) میزان فعالی‌های روزانه بستگی دارد.

چربی ذخیره شده در کوهان شتر ($C_{27}H_{54}O_2$) هنگام اکسایش افزون بر آب مورد نیاز، انرژی لازم برای فعالیت‌های جانور را نیز تأمین می‌کند.

سمنو که از جوانه گندم تهیه می‌شود، محتوی مواد غذایی گوناگونی از جمله مالتوز است. قند موجود در جوانه گندم (مالتوز)، نوعی کربوهیدرات بوده و مطابق واکنش زیر به گلوکز تبدیل می‌شود:



کلسترول، یکی از مواد آلی موجود در غذاهای جانوری است که مقدار اضافی آن در دیواره رگ‌ها رسوب می‌کند. رسوب کلسترول، فرایندی است که منجر به گرفتگی رگ‌ها و سکت می‌شود. فرمول مولکولی کلسترول به صورت $C_{27}H_{46}O$ است. ساختار این ماده به صورت مقابل است:



سوخت‌های فسیلی مثل نفت خام، بنزین و زغال سنگ، تکیه گاهی برای تأمین انرژی در صنعت، کشاورزی و زندگی روزانه هستند.

گاز متان یک سوخت فسیلی است که بخش عمده گاز شهری را تشکیل می‌دهد. این ماده در حضور مقدار گاز اکسیژن کافی به طور کامل می‌سوزد و افزون بر $H_2O(g)$ و $CO_2(g)$ ، مقدار زیادی انرژی تولید می‌کند. توجه داریم که یکی از فراورده‌های سوختن کامل مواد آلی در دمای اتاق (دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد)، H_2O است که حالت مایع دارد.

جدول زیر، آنتالپی سوختن برخی ترکیب‌های آلی را در 25°C نشان می‌دهد:

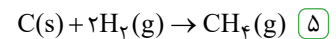
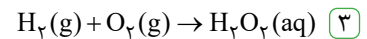
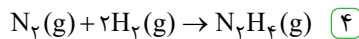
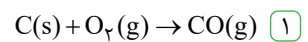
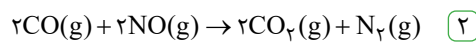
ماده آلی	آنتالپی سوختن (kJ.mol^{-1})	ماده آلی	آنتالپی سوختن (kJ.mol^{-1})
$CH_4(g)$	-۸۹۰	$C_2H_2(g)$	-۱۳۰۰
$C_2H_6(g)$	-۱۵۶۰	$C_3H_4(g)$	-۱۹۳۸
$C_2H_4(g)$	-۱۴۱۰	$CH_3OH(l)$	-۷۲۶
$C_3H_8(g)$	-۲۰۵۸	$C_4H_9OH(l)$	-۱۳۶۸



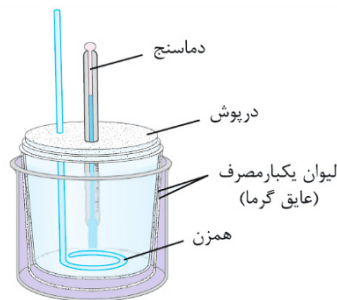
نکته در رابطه با جدول داده شده، به موارد زیر توجه کنید:

- آنتالپی سوختن یک ماده هم ارز با آنتالپی واکنشی است که در آن یک مول از ماده مورد نظر در حضور اکسیژن کافی به طور کامل می‌سوزد.
- در بین ترکیب‌هایی با تعداد کربن برابر، مقایسه آنتالپی سوختن به صورت روبرو است: آلکان < آلکن < الکل < آلکین
- هرچه جرم مولی یک ترکیب آلی بیشتر باشد، لزوماً آنتالپی سوختن آن منفی‌تر نیست! به طور مثال آنتالپی سوختن اتانول از اتان بیشتر (مثبت‌تر) است. البته، بین هیدروکربن‌های مختلف، ترکیبی که جرم مولی بیشتری داشته باشد، آنتالپی سوختن منفی‌تری خواهد داشت.
- به طور کلی با داشتن جرم‌های برابری از هیدروکربن‌های هم‌خانواده، گرمای حاصل از سوختن هیدروکربن سبک‌تر بیشتر است. بر این اساس، می‌توان گفت بین هیدروکربن‌های هم‌خانواده، ترکیبی ارزش سوختی بالاتری دارد که جرم مولی آن کمتر باشد.

- سوخت‌های سبز در ساختار خود هیدروژن، کربن و اکسیژن دارند و از پسماندهای گیاهانی مانند سویا، نیشکر و دیگر دانه‌های روغنی استخراج می‌شوند. به طور مثال، اتانول نوعی سوخت سبز است. استفاده از سوخت سبز به دلیل تولید آلودگی کمتر برای محیط زیست بهتر است.
- آنتالپی بسیاری از واکنش‌های شیمیایی را نمی‌توان به روش تجربی اندازه‌گیری کرد، زیرا برخی از این واکنش‌ها مرحله‌ای از یک واکنش پیچیده هستند و برخی دیگر از آن‌ها نیز به آسانی انجام نمی‌شوند. مثال‌هایی از این واکنش‌ها که در کتاب ذکر شده‌اند، عبارتند از:



- با توجه ناپایداری گاز کربن مونوکسید، به محض تولید این گاز در واکنش $\text{C(s)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CO(g)}$ ، مولکول‌های CO با اکسیژن واکنش داده و به CO_2 تبدیل می‌شوند. به همین دلیل، مقدار گرمای مبادله شده در واکنش مورد نظر را نمی‌توان به طور مستقیم اندازه‌گیری کرد.
- هیدروژن پراکسید (H_2O_2)، ماده‌ای است که با نام تجاری آب اکسیژنه به فروش می‌رسد. تولید این ماده از واکنش مستقیم میان گازهای اکسیژن و هیدروژن امکان‌پذیر نیست. در واقع، چون آب (H_2O) در مقایسه با هیدروژن پراکسید سطح انرژی پایین‌تری دارد (پایدارتر است)، گازهای هیدروژن و اکسیژن بر اساس معادله $2\text{H}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O(l)}$ واکنش داده و آب تولید می‌شود.
- کربن مونوکسید (CO) و نیتروژن مونوکسید (NO)، از جمله گازهای آلاینده‌ای هستند که از آگزوز خودروها خارج می‌شوند. شیمی‌دان‌های هواکره برای تبدیل این گازها به فرآورده‌های پایدارتر و با آلودگی کمتر، واکنش $2\text{NO(g)} + 2\text{CO(g)} \rightarrow 2\text{CO}_2\text{(g)} + \text{N}_2\text{(g)}$ را طراحی کرده‌اند.
- شکل زیر ساختار یک گرماسنج لیوانی را نشان می‌دهد که با استفاده از این وسیله، گرمای برخی از واکنش‌ها به طور مستقیم اندازه‌گیری می‌شود:



- برای تعیین گرمای یک واکنش به کمک گرماسنج لیوانی، مقدار مشخصی از محلول‌ها یا مواد واکنش‌دهنده را در مجاورت با یکدیگر قرار داده و پس از تکمیل شدن واکنش، دمای نهایی محلول موجود در گرماسنج را اندازه‌گیری می‌کنیم. در مرحله بعد، با توجه به تغییر دمای محتویات گرماسنج ($\Delta\theta$) و با استفاده از رابطه $Q = mc\Delta\theta$ ، مقدار گرمای مبادله شده در واکنش مورد نظر را در فشار ثابت بدست می‌آوریم.

نکته در رابطه با گرماسنج لیوانی به مطالب زیر توجه کنید:

- گرماسنج لیوانی دستگاهی است که به کمک آن می‌توان گرمای واکنش را در فشار ثابت به روش تجربی تعیین کرد. این روش، برای محاسبه ΔH فرایند انحلال مواد در آب و واکنش‌هایی که در حالت محلول انجام می‌شوند، مناسب است.
- گرماسنج لیوانی برای اندازه‌گیری گرمای مبادله شده در واکنش‌هایی که در فاز محلول انجام نمی‌شوند، کاربرد ندارد.
- لیوان‌های یکبار مصرفی که در این گرماسنج لیوانی وجود دارند، ۲ عدد هستند که هر دو عایق گرما بوده و از پلی‌استایرن ساخته شده‌اند.
- برای ساختن لیوان‌های یکبار مصرف، از پلی‌استایرن که نوعی پلیمر مصنوعی است، استفاده می‌شود. پلی‌استایرن یا همان پلی‌استیرن، یک پلیمر مشتق شده از هیدروکربن‌ها است که به صورت مصنوعی در صنعت پتروشیمی تولید می‌شود.



فصل دوم: در پی غذای سالم

در روش‌های غیرمستقیم، بدون انجام شدن یک واکنش شیمیایی و با استفاده از داده‌های آزمایشگاهی، می‌توان مقدار گرمای مبادله شده در آن واکنش را محاسبه کرد. استفاده از قانون هس، استفاده از آنتالپی پیوند و استفاده از آنتالپی سوختن، از جمله روش‌های غیر مستقیم محاسبه گرمای یک واکنش هستند. به کمک این روش‌ها، می‌توان مقدار ΔH واکنش‌هایی که مرحله‌ای از یک واکنش پیچیده بوده و یا به آسانی انجام نمی‌شوند را محاسبه کرد.

شیمی‌دان‌ها برای تشخیص گرمای مبادله شده در واکنش‌هایی که نمی‌توان ΔH آن‌ها را به طور مستقیم اندازه‌گیری کرد، از قانون هس استفاده می‌کنند. نخستین بار، هنری هس دریافت که گرمای یک واکنش معین به راهی که برای انجام آن در پیش گرفته می‌شود، وابسته نیست. قانون هس، به جمع‌پذیری گرمای واکنش‌ها معروف است. برای استفاده از این قانون، کل واکنش‌ها باید در شرایط یکسانی انجام شده باشند.

قانون هس بیان می‌کند که اگر معادله واکنشی را بتوان از جمع معادله دو یا چند واکنش دیگر به دست آورد، ΔH آن واکنش نیز از جمع جبری ΔH همان واکنش‌ها به دست می‌آید.

اگر واکنش شیمیایی با ΔH وابسته به آن بیان شود، به آن واکنش گرما (ترموشیمیایی) می‌گویند.

متان، ساده‌ترین هیدروکربن و نخستین عضو خانواده‌ی آلکان‌ها است و بخش عمده‌ی گاز طبیعی را تشکیل می‌دهد. این گاز از تجزیه گیاهان به وسیله باکتری‌های بی‌هوازی نیز در زیر آب تولید می‌شود. سوختن متان در سطح مرداب اتفاق می‌افتد. چون گاز متان نخستین بار از سطح مرداب‌ها جمع‌آوری شده است، از این رو به گاز مرداب نیز معروف است. گاز متان در معادن زغال سنگ نیز تجمع یافته و باعث انفجار در این معادن می‌شود.

ادویه‌ها افزون‌بر طعم‌بخشی به غذا، مصرف دارویی نیز دارند. امروزه این مواد برای جلوگیری از گرسنگی، افزایش سوخت‌وساز، جلوگیری از التهاب، پیشگیری از سرطان و گاهی بهبود یا رفع آن به کار می‌روند. چنین خواصی به طور عمده وابسته به ترکیب‌های آلی موجود در ادویه‌ها است.

بررسی مواد آلی موجود در ادویه‌ها نشان می‌دهد که وجود آرایش ویژه‌ای از اتم‌ها به نام گروه عاملی نقش تعیین‌کننده‌ای در خواص آن‌ها دارد. در هر یک از این گروه‌ها شیوه اتصال اتم‌ها به یکدیگر یا پیوند میان آن‌ها اهمیت ویژه‌ای دارد. در واقع، گروه عاملی آرایش منظمی از اتم‌هاست که به مولکول آلی دارای آن، خواص فیزیکی و شیمیایی منحصر به فردی می‌بخشد.

بدون فوت وقت، بریم سراغ بررسی دقیق‌تر مفاهیم شیمی آلی که در کتاب درسی یازدهم مطرح شدن!

در جدول زیر، گروه عاملی‌های ذکر شده در کتاب را بررسی می‌کنیم:

نام خانواده	فرمول مولکولی کلی در حالت سیر شده و غیر حلقوی	ساختار گروه عاملی
الکل	$C_nH_{2n+1}OH$	$-OH$ (هیدروکسیل)
اتر	$C_nH_{2n+2}O$	$-O-$ (گروه اتری)
آلدهید	$C_nH_{2n}O$	$-CHO$ (کربونیل)
کتون	$C_nH_{2n}O$	$-CO-$ (کربونیل)
کربوکسیلیک اسید	$C_nH_{2n}O_2$	$-COOH$ (کربوکسیل)
استر	$C_nH_{2n}O_2$	$-COO-$ (استر)
آمین	$C_nH_{2n+3}N$	$R-NH_2$ (آمین)
آمید	$C_nH_{2n+1}NO$	$-CO-NH-$ (آمید)

کربوکسیلیک اسیدها خانواده‌ای از مواد آلی هستند که در ساختار هر عضو آن یک یا چند گروه عاملی کربوکسیل ($-COOH$) وجود دارد. آشناترین عضو این خانواده، اتانویک اسید (استیک اسید) با فرمول مولکولی CH_3COOH است. این ماده، در سرکه یافت می‌شود.



جدول زیر، ساختار و ویژگی‌های برخی از ترکیب‌های آلی مطرح شده در این فصل از کتاب درسی را نشان می‌دهد:

ماده	نام ترکیب	گروه عاملی	فرمول مولکولی	ساختار ترکیب	نکات مهم
بادام	بنزالدهید	آلدهید	C_7H_6O		تعداد پیوند دوگانه: ۴ عدد حلقه‌ی بنزنی دارد آروماتیک است
میخک	۲-هپتانون	کتون	$C_7H_{14}O$		تعداد پیوند دوگانه: ۱ عدد
گشنیز	الکل	الکل	$C_{10}H_{18}O$		تعداد پیوند دوگانه: ۲ عدد
رازینانه	اتر	اتر	$C_{10}H_{12}O$		تعداد پیوند دوگانه: ۴ عدد حلقه‌ی بنزنی دارد آروماتیک است
زردچوبه	کتون	کتون	$C_{15}H_{20}O$		تعداد پیوند دوگانه: ۵ عدد حلقه‌ی بنزنی دارد آروماتیک است
دارچین	آلدهید	آلدهید	C_9H_8O		تعداد پیوند دوگانه: ۵ عدد حلقه‌ی بنزنی دارد آروماتیک است
تمشک و توت‌فرنگی	بنزوئیک اسید	کربوکسیلیک اسید	$C_7H_6O_2$		نوعی نگهدارنده است که سرعت واکنش‌های شیمیایی که منجر به فساد غذاها می‌شوند را می‌کاهد. تعداد پیوند دوگانه: ۴ عدد نوعی ترکیب آروماتیک است
هندوانه و گوجه‌فرنگی	لیکوپن		$C_{40}H_{56}$		سبب به دام افتادن رادیکال‌ها و کاهش سرعت واکنش‌های ناخواسته می‌شود. نوعی هیدروکربن به شمار می‌رود تعداد پیوند دوگانه: ۱۳ عدد

بچه‌ها بجز بنزالدهید، ۲-هپتانون و بنزوئیک اسید، نیازی به حفظ کردن فرمول مولکولی دقیق سایر مواد نشان داده شده در جدول نیست! فقط همین‌که اطلاعات کلی مثل نوع گروه عاملی و وجود حلقه آروماتیک و ... رو در رابطه با این ترکیبات بدوین، کافی و بهتون کمک میکنه تا بتوینج هر سوالی از این بخش رو جواب بدین ...

شیمی‌دان‌ها به موادی که فرمول مولکولی یکسان اما ساختار متفاوتی دارند، ایزومر (همپار) می‌گویند. این مواد بخاطر ساختار متفاوت، دارای خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوتی هستند. برای مثال، دو ترکیب زیر نسبت به هم ایزومر هستند:



انسان همواره در طول تاریخ در جست و جوی روش‌هایی بوده که بتواند ماده غذایی را برای مدت‌های طولانی‌تری سالم نگه دارد و ذخیره کند. به طور مثال، برخی روش‌های نگهداری غذاها شامل ۱) خشک کردن میوه‌ها ۲) تهیه ترشی ۳) نمک سود کردن می‌شود.

محیط سرد، خشک و تاریک برای نگهداری انواع مواد غذایی مناسب‌تر از محیط گرم، روشن و مرطوب است. در محیط مرطوب، میکروب‌ها شروع به رشد و تکثیر نموده تا جایی که ماده غذایی کپک زده و فاسد می‌شود. در محیط خشک امکان رشد این جانداران ذره‌بینی وجود ندارد.

مواد غذایی در هوای آزاد و در معرض اکسیژن، سریع‌تر فاسد می‌شوند. وجود پوست و پوشش میوه‌ها و خشکبار، یک عامل طبیعی برای افزایش مدت زمان ماندگاری این مواد است زیرا مانع از ورود اکسیژن و جانداران ذره‌بینی به درون آن‌ها می‌شود.



نکته در موارد زیر، به بررسی مثال‌هایی از عواملی که سرعت واکنش را کاهش می‌دهند می‌پردازیم:

برای نگهداری طولانی مواد گوشتی و پروتئینی، آن‌ها را به حالت منجمد ذخیره می‌کنند؛ زیرا با کاهش دما، سرعت واکنش‌هایی که منجر به فساد مواد غذایی می‌شوند، کاهش می‌یابد.

چون نور خورشید باعث افزایش سرعت فساد مواد غذایی می‌شود، روغن‌های مایع که در ظرف مات و کدر بسته‌بندی شده‌اند، ماندگاری بیشتری دارند.

قاووت گردی مغزی و تهیه شده از مغز آفتاب گردان، پسته و یا بادام است. این سوغات کرمان زودتر از مغز این خوراکی‌ها فاسد می‌شود؛ زیرا سطح تماس آن با اکسیژن در مقایسه با ماده غذایی اولیه بیشتر است.

برای نگهداری سالم برخی خوراکی‌ها، آن‌ها را با خالی کردن هوای درون ظرف، بسته بندی می‌کنند؛ زیرا این فرایند باعث جلوگیری از واکنش اکسیژن با مواد غذایی می‌شود. راهکار دیگر، پر کردن ظروف بسته‌بندی با گاز نیتروژن است.

تهیه کنسرو، بسته‌بندی نوین و افزودن نگهدارنده‌ها از دیگر روش‌های افزایش زمان ماندگاری مواد غذایی و بهبود کیفیت مواد غذایی است.

تهیه و تولید سریع‌تر یا کندتر یک فراورده صنعتی، دارویی یا غذایی بر کیفیت و زمان ماندگاری آن نقش تعیین‌کننده‌ای دارد.

آهنگ واکنش کمیتی است که نشان می‌دهد هر تغییر شیمیایی در چه گستره‌ای از زمان رخ می‌دهد. هر چه گستره زمان انجام واکنش‌ها کوچک‌تر باشد، آهنگ انجام آن‌ها تندتر بوده و واکنش سریع‌تر انجام می‌شود.

جدول زیر، سرعت واکنش برخی از مواد مختلف را نشان می‌دهد:

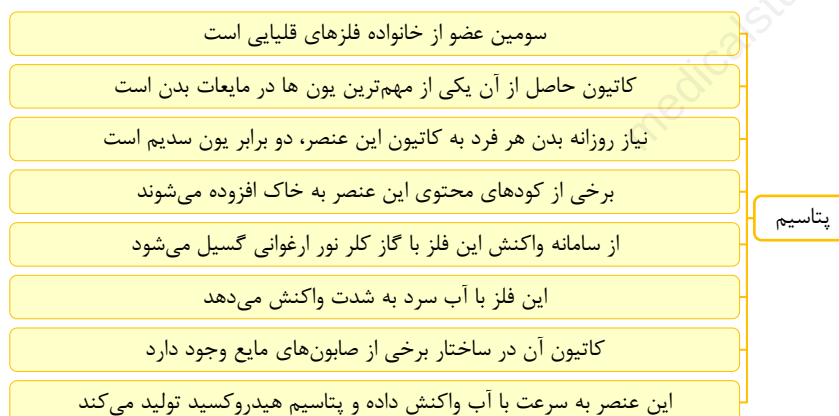
سرعت واکنش	نوع واکنش
بسیار سریع	انفجار، واکنشی است که در آن از مقدار کمی ماده منفجره به حالت جامد یا مایع، حجم زیادی از گازهای داغ تولید می‌شود.
سریع	افزودن محلول سدیم کلرید به محلول نقره نیترات باعث تشکیل رسوب سفید رنگ نقره کلرید می‌شود.
کند	اشیای آهنی در هوای مرطوب زنگ می‌زنند. زنگار تولید شده در این واکنش ترد و شکننده است و فرو می‌ریزد.
بسیار کند	بسیاری از کتاب‌های قدیمی در گذر زمان زرد و پوسیده می‌شود. این پدیده را واکنش تجزیه سلولز کاغذ می‌نامیم.
کند	واکنش محلول بنفش رنگ پتاسیم پرمنگنات با یک اسید آلی در دمای اتاق که منجر به بی‌رنگ شدن محلول می‌شود.
سریع	واکنش محلول بنفش رنگ پتاسیم پرمنگنات با اسید آلی در دمای بالا که منجر به بی‌رنگ شدن سریع‌تر محلول می‌شود.
کند	تجزیه محلول هیدروژن پراکسید (آب اکسیژنه) در دمای اتاق و تبدیل آن به گاز اکسیژن و آب.

بررسی‌ها نشان می‌دهد که زمان انجام واکنش‌ها به عوامل گوناگونی وابسته است؛ به گونه‌ای که برای کاهش یا افزایش سرعت انجام واکنش‌ها می‌توان عواملی مانند دما، غلظت، نوع مواد واکنش‌دهنده، کاتالیزگر و سطح تماس واکنش‌دهنده‌ها را تغییر داد.

افزایش مقدار واکنش‌دهنده‌ها و افزایش سطح تماس میان آن‌ها می‌تواند سرعت انجام شدن واکنش‌های مختلف را افزایش دهد.

واکنش سوختن قند، در صورت آغشته کردن سطح این ماده به مقداری از خاک باغچه، سریع‌تر انجام می‌شود؛ زیرا در خاک باغچه کاتالیزگر مناسب برای این واکنش وجود دارد.

فلزهای قلیایی سدیم و پتاسیم در شرایط یکسان با آب سرد به شدت واکنش می‌دهند، اما به دلیل تفاوت خاصیت فلزی این عناصر، سرعت واکنش‌های انجام شده متفاوت است. توجه داریم که فلز پتاسیم در مقایسه با فلز سدیم واکنش‌پذیری بیشتری دارد. نمودار زیر، ویژگی‌های مهم فلز پتاسیم را به طور خلاصه نشان می‌دهد:





محلول آبی بنفش رنگ پتاسیم پرمنگنات با یک اسیدآلی (مثل استیک اسید، بوتانوئیک اسید، فورمیک اسید و بنزوئیک اسید) در دمای اتاق به کندی واکنش می دهد اما با گرم شدن، محلول با سرعت بیشتری بی رنگ می شود. این مثال اثر دما را در واکنش پذیری نشان می دهد. تصویر مقابل، نمایی از انجام شدن این واکنش در حضور شعله آتش و در عدم حضور شعله آتش را نشان می دهد:

توجه داریم که افزایش دما هم سرعت واکنش های گرماگیر و هم سرعت واکنش های گرماده را افزایش می دهد.

الیاف آهنی داغ و سرخ شده در هوا نمی سوزد، در حالی که همان مقدار الیاف آهن داغ و سرخ شده در یک ارلن پر از اکسیژن به دلیل افزایش غلظت گاز اکسیژن در محیط واکنش می سوزد.



شعله آتش، گرد آهن موجود در کپسول چینی را داغ و سرخ می کند اما آن را نمی سوزاند، در حالی که پاشیدن و پخش کردن گرد آهن بر روی شعله، سبب سوختن آن می شود؛ زیرا این فرایند باعث افزایش سطح تماس گرد آهن با شعله می شود. تصویر مقابل، نمایی از این فرایند را نشان می دهد:

محلول هیدروژن پراکسید در دمای اتاق به کندی تجزیه شده و گاز اکسیژن تولید می کند، در حالی که افزودن دو قطره از محلول پتاسیم یدید، سرعت واکنش را به طور چشمگیری افزایش می دهد. در این فرایند، یون یدید با اثر کاتالیزگری، موجب افزایش سرعت واکنش می شود. توجه داریم که این کاتالیزگر تاثیری در مقدار نهایی فراورده تولید شده در واکنش ندارد.

برخی افراد با مصرف کلم و حبوبات دچار نفخ می شوند، زیرا بدن آن ها فاقد آنزیمی است که مواد موجود در کلم را کامل و سریع هضم کند.

استفاده از مواد شیمیایی با ویژگی های خاص به عنوان افزودنی ها سبب افزایش زمان ماندگاری و کیفیت مواد غذایی می شود. افزودنی ها، مواد شیمیایی مانند نگهدارنده، رنگ دهنده و طعم دهنده هستند که به صورت هدفمند به مواد خوراکی یا غذاها افزوده می شوند.

سرعت مصرف با تولید یک ماده شرکت کننده در واکنش در گستره زمانی قابل اندازه گیری را سرعت متوسط مصرف یا تولید آن ماده می گویند و آن را با نماد $\bar{R}$ نمایش می دهند. از این رو $\bar{R}(A)$ سرعت متوسط تولید یا مصرف ماده A را نشان می دهد.

موارد زیر فرمول های مربوط به آهنگ مصرف یا تولید مواد را نشان می دهند:

$$\bar{R}(\text{واکنش دهنده}) = -\frac{\Delta n(\text{واکنش دهنده})}{\Delta t} \quad \bar{R}(\text{فراورده}) = \frac{\Delta n(\text{فراورده})}{\Delta t}$$

از رابطه زیر، برای محاسبه سرعت متوسط انجام شدن یک واکنش استفاده می شود:

$$R(\text{واکنش}) = +\frac{\Delta n(\text{فراورده})}{\Delta t} = -\frac{\Delta n(\text{واکنش دهنده})}{\Delta t}$$

برای شرکت کننده ها در فاز گاز و محلول، می توان سرعت متوسط مصرف یا تولید را افزون بر یکای مول بر زمان با یکای مول بر لیتر (غلظت) بر زمان نیز گزارش کرد. توجه داریم که غلظت مولی یک ماده را با نوشتن فرمول شیمیایی آن درون یک کروشه نمایش می دهند.

برنامه غذایی محتوی سبزیجات و میوه های گوناگون، نقش بازدارندگی موثری در برابر سرطان ها و پیری زودرس دارند. این خوراکی ها محتوی ترکیب های آلی سیر نشده ای به نام ریز مغذی ها هستند. ریز مغذی ها ترکیب هایی هستند که در حفظ سلامت بافت ها و اندام ها دخالت دارند.

نقش کامل ریز مغذی ها هنوز به طور دقیق مشخص نشده است اما برخی از آن ها به عنوان بازدارنده از انجام واکنش نامطلوب و ناخواسته به دلیل حضور رادیکال ها جلوگیری می کنند. به عنوان مثال، لیکوپن نوعی ریز مغذی است.

رادیکال، گونه فعال و ناپایداری است که در ساختار خود، الکترون جفت نشده دارد. در واقع، این گونه محتوی اتم هایی است که از قاعده هشت تایی پیروی نمی کنند. بدیهی است که رادیکال ها واکنش پذیری بالایی دارند. ذرات NO و NO_2 مثال هایی از رادیکال های آزاد هستند. ساختار مولکولی این دو ماده به صورت زیر است:



در بدن ما به دلیل انجام واکنش های متنوع و پیچیده، رادیکال هایی به وجود می آیند که اگر به وسیله بازدارنده ها جذب نشوند، می توانند با انجام واکنش های سریع به بافت های بدن آسیب برسانند. با این توصیف، مصرف خوراکی های محتوی بازدارنده ها سبب خواهد شد که رادیکال ها به دام بیفتند تا با کاهش مقدار آن ها از سرعت واکنش های ناخواسته کاسته شود.

چون لیکوپن نامحلول در آب و محلول در چربی است، مصرف لیکوپن همراه غذاهای حاوی چربی و روغن قابلیت استفاده بدن از لیکوپن را بالا می برد.

خب بزم سرخ آخرین مفاهیم مهم این فصل، یعنی بحث مربوط به ردپای غذا...

ردپای غذا مانند ردپای کربن دی اکسید و آب، دو چهره آشکار و پنهان دارد.

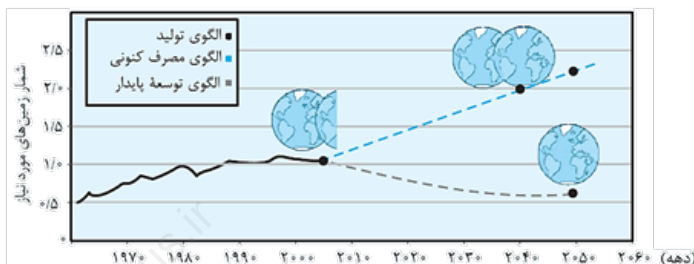
چهره آشکار ردپای غذا نشان می دهد که سالانه حدود ۳۰٪ غذایی که در جهان فراهم می شود، به مصرف نرسیده و به زباله تبدیل می شود و یا از بین می رود. آمارها نشان می دهد که به ازای هر ۷ نفر در جهان، یک نفر گرسنه است. خبری که هدر رفتن منابع اقتصادی را آشکار می سازد.

چهره پنهان ردپای غذا شامل همه منابعی است که در تهیه غذا از آغاز تا سر سفره سهم داشته اند. مدیریت منابع، نیروی انسانی برای تولید و تأمین مواد



فصل دوم: در پی غذای سالم

اولیه و انرژی، فراوری، ابزار و دستگاه‌های مورد نیاز، بسته‌بندی، حمل و نقل، آب و انرژی مصرفی و زمین‌های بایر، از جمله این منابع هستند. چهره پنهان دیگر این ردپا، تولید گازهای گلخانه‌ای به ویژه کربن دی‌اکسید است، آن چنان که سهم تولید این گاز در ردپای غذا به مراتب بیش از سوختن سوخت‌ها در خودروها، کارخانه‌ها و ... است.

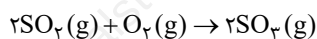


از آنجا که جمعیت جهان، رشد اقتصادی و سطح رفاه رو به افزایش است، تقاضا برای غذا نیز پیوسته افزایش می‌یابد. تقاضایی که برای تأمین آن، منابع آب، انرژی، مواد اولیه و زمین بیشتری را می‌طلبد. بدیهی است که با این روند ردپای غذا روی محیط زیست سنگین‌تر شده و مساحت کل زمین‌های مورد نیاز برای تأمین اقلام ضروری زندگی بیشتر خواهد شد. تصویر مقابل پیش‌بینی مساحت زمین مورد نیاز برای تأمین غذا را نشان می‌دهد:

با در نظر گرفتن و ادامه دادن الگوی مصرفی کنونی، در بازه‌ی سال ۲۰۴۰ تا ۲۰۵۰، به مساحتی معادل با مساحت ۲ کره زمین (از نظر میزان منابع آن) نیاز داریم؛ در صورتی که اگر مسیر توسعه پایدار را پیش ببریم، مساحت زمین‌های مورد نیاز کاهش پیدا می‌کند. ستون سمت راست در جدول زیر چهار الگو برای کاهش ردپای غذا را نشان می‌دهد.

الگوی کاهش ردپای غذا	بیانی از اصل شیمی سبز
خرید به اندازه‌ی نیاز	کاهش تولید زباله و پسماند
کاهش مصرف گوشت و لبنیات	طراحی مواد و فرآورده‌های شیمیایی سالم‌تر
استفاده از غذاهای بومی و فصلی	کاهش مصرف انرژی
کاهش مصرف غذاهای فراوری شده	کاهش ورود مواد شیمیایی ناخواسته به محیط زیست

یکی از آلاینده‌های هوا که باعث تولید باران اسیدی می‌شود، گاز گوگرد تری اکسید است که مطابق واکنش زیر تولید می‌شود.



گوگرد تری‌اکسید تولید شده در واکنش بالا، با آب وارد واکنش شده و سولفوریک اسید (H_2SO_4) موجود در باران‌های اسیدی را تولید می‌کند. ایجاد باران‌های اسیدی، آثار زیان‌باری برای کره زمین ایجاد می‌کند.

گوگرد، یکی از عناصر نافلزی موجود در جدول دوره‌ای بوده ویژگی‌های آن به شرح زیر است:

گوگرد

در سیاره زمین، همانند سیاره مشتری، ششمین عنصر فراوان سازنده است

در مراحل تهیه صنعتی سولفوریک اسید، با اکسیژن وارد واکنش می‌شود

در حضور گاز اکسیژن، در واکنش سوختن شرکت کرده و گوگرد دی اکسید تولید می‌کند

اکسیدی از آن با نام گوگرد دی اکسید بر اثر سوختن زغال سنگ تولید می‌شود

با استفاده از برخی کودهای شیمیایی در اختیار گیاهان قرار می‌گیرد

اکسیدی از آن با نام گوگرد دی اکسید از خروجی کارخانه‌ها و آتشفشان‌ها خارج می‌شود

در حالت جامد، شکننده بوده و به رنگ زرد دیده می‌شود

به شکل آزاد در طبیعت یافت می‌شود

در ساختار برخی از ترکیب‌های آلی موجود در ادویه‌ها یافت می‌شود

ترکیب‌های حاوی آن را برای از بین بردن جوش پوستی به صابون اضافه می‌کنند

از جمله عناصر اکسیژن دوست به شمار می‌رود

معادله واکنش ترمیت به صورت $2\text{Al}(\text{s}) + \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) + 2\text{Fe}(\text{l})$ است. همان‌طور که می‌دانیم، از آهن مذاب تولید شده در این واکنش برای جوش دادن قطعات ریل راه‌آهن استفاده می‌شود.

و این هم از نکات حفظی فصل ۲ شیمی یازدهم ...



فصل ۳: پوشاک، نیازی پایان ناپذیر



بریم سراغ سومین فصل از کتاب شیمی یازدهم! فصلی که در اون کتاب درسی سعی کرده با استفاده از بحث لباس و پوشاک، مطالب مهمی از شیمی آلی و پلیمرها رو به ما بگه! در این فصل با انواع گروه‌های عاملی موجود در ترکیب‌های مختلف به طور دقیق‌تر آشنا خواهیم شد و در خلال این بحث‌ها، با انواع واکنش‌های پلیمری شدن و انواع پلیمرهایی که از آن‌ها در زندگی روزانه استفاده می‌کنیم نیز آشنا خواهیم شد. بخش عمده مطالب این فصل در حیطه حفظیات قرار میگیره و برای جواب دادن به سؤالات این فصل در کنکور، حتما باید تسلط خوبی روی متن کتاب درسی داشته باشید!

انسان نخستین پوشش‌های خود را با استفاده از پشم، مو و پوست جانوران تهیه کرد. او با گذشت زمان از بافت‌های گیاهی نیز برای تهیه برخی از پوشش‌های خود استفاده کرد.

امروزه نوع پوشاک مصرفی توسط افراد به به شرایط آب و هوایی، فرهنگ، آداب و رسوم و باورها در هر جامعه بستگی دارد.

با رشد و گسترش دانش و فناوری در صنایع و ایجاد نیازهای جدید و خاص، پوشاک گوناگونی مانند انواع کلاه ایمنی، کفش پنجه فولادی، عینک ایمنی و ... تولید شده است. به تازگی بشر با تکیه بر دانش و فناوری‌های نو توانسته است انواع تازه‌ای از پوشاک را تولید کند که از بدن در برابر مواد شیمیایی مانند اسیدها، سموم، بخارهای سمی و غلیظ، پرتوها، آلودگی‌های عفونی، آتش و گلوله محافظت می‌کند.

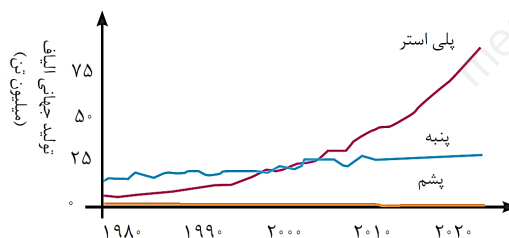
انسان در گذشته پوشاک خود را از مواد طبیعی مانند پشم گوسفند و شتر، پوست و چرم و پنبه تهیه می‌کرد. با رشد جمعیت جهان، مصرف پوشاک به میزان چشمگیری افزایش یافت، به طوری که روش‌های سنتی تولید پوشاک دیگر پاسخگوی نیازهای جامعه نبود. به همین دلیل صنعت نساجی به شکل صنعتی و امروزی پدیدار شد.



موفقیت صنعت نساجی در گرو تأمین الیاف مورد نیاز است. در طول چند دهه، انواع گوناگونی از الیاف ساختگی بر پایه نفت، شناسایی و تولید شدند. الیاف ساختگی، جایگزین الیاف طبیعی شده و امروزه بخش عمده پوشاک را تشکیل می‌دهند. تصویر مقابل، میزان نسبی تولید الیاف را نشان می‌دهد:

الیاف ساختگی، الیافی هستند که در طبیعت یافت نمی‌شوند، بلکه از واکنش بین مواد شیمیایی در شرکت‌های پتروشیمی تولید می‌شوند. در واقع اغلب فراورده‌های پتروشیمیایی برای تولید انواع گوناگون الیاف مانند پلی‌استر و نایلون به کار می‌روند.

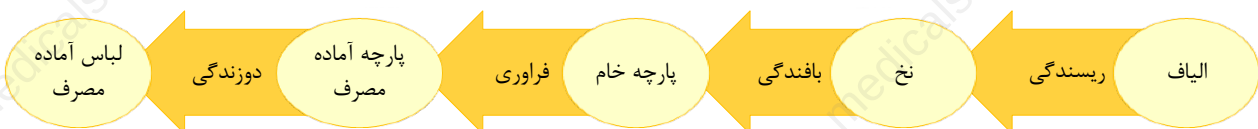
نمودار زیر روند تولید الیاف پشمی، نخی (نمونه‌هایی از الیاف طبیعی) و پلی‌استری (نمونه‌ای از الیاف مصنوعی) را در جهان نشان می‌دهد.



در سال ۲۰۱۴ میلادی نزدیک به صد میلیون تن از انواع الیاف در جهان تولید و مصرف شده که بخشی از آن، شامل الیاف پلی‌استری می‌شده است، پس می‌توان گفت در این سال، کمتر از ۱۰۰ میلیون الیاف ساختگی پلی‌استری در جهان تولید و مصرف شده است.

میزان تولید الیاف پشمی در طول سال‌های اخیر ثابت باقی مانده اما میزان تولید الیاف پنبه‌ای (الیاف نخی) و الیاف پلی‌استری با شیب‌های متفاوتی در حال افزایش یافتن است. توجه داریم که شیب مربوط به الیاف پلی‌استری تندتر از الیاف پنبه‌ای است.

در نمودار زیر، مراحل تولید لباس را از ابتدا تا زمان مصرف بررسی می‌کنیم:



ماده مولکولی، ماده‌ای است که ذرات سازنده آن مولکول‌ها هستند. برم، متان، آب، آمونیاک، گوگرد تری‌اکسید، اوره $(\text{CO}(\text{NH}_2)_2)$ و هیدروکربن‌ها جزو مواد مولکولی هستند. این مولکول‌ها کوچک بوده و شمار اتم‌های سازنده آن‌ها کم است، در نتیجه جرم مولی آن‌ها کم تا متوسط است.

ماده‌ای با ویژگی‌های روبرو، یک درشت مولکول است: ۱) اندازه مولکول بسیار بزرگ ۲) جرم مولی بسیار زیاد ۳) تعداد اتم بسیار زیاد

واژه پلیمر از واژه یونانی polys به معنای بسیار و meros به معنی پاره گرفته شده است. پلیمرها انواعی از درشت مولکول‌ها هستند که در ساختار آن‌ها واحد تکرار شونده وجود دارد.



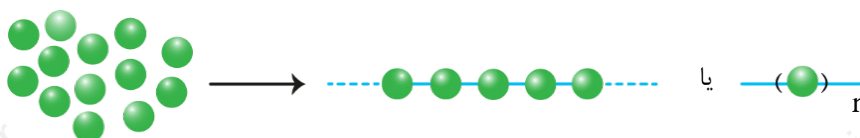
فصل سوم: پوشاک، نیازی پایان ناپذیر

سلولز، نشاسته و پروتئین موجود در پشم و ابریشم، مثال هایی از درشت مولکول های طبیعی هستند که بخاطر وجود واحد تکرارشونده، پلیمر به حساب می آیند. دقت کنید که روغن زیتون، یک درشت مولکول است اما بخاطر نداشتن واحد تکرارشونده در ساختار خود، یک پلیمر به حساب نمی آید. جدول زیر، اطلاعات مهم در رابطه با روغن زیتون را نشان می دهد:

شمار اتم های سازنده	اندازه مولکول	جرم مولی	ساختار مولکول	واحد تکرارشونده	نوع ماده
بسیار زیاد	بسیار بزرگ	بسیار زیاد	$ \begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{O} - \text{C}(=\text{O}) - \text{R} \\ \\ \text{CH} - \text{O} - \text{C}(=\text{O}) - \text{R}' \\ \\ \text{CH}_2 - \text{O} - \text{C}(=\text{O}) - \text{R}'' \end{array} $	ندارد	غیرپلیمر

درشت مولکول های دیگری مانند پلی اتن، نایلون و تفلون نیز وجود دارند که در طبیعت یافت نمی شوند و ساختگی هستند. این مواد از واکنش پلیمری شدن (بسپارش) تهیه می شوند و نوعی پلیمر به حساب می آیند.

پلیمری شدن واکنشی است که در آن مولکول های کوچک در شرایط مناسب به یکدیگر متصل می شوند و مولکول هایی با زنجیرهای بلند و جرم مولی زیاد تولید می کنند. به واکنش دهنده ها در واکنش پلیمری شدن، مونومر (تک پار) می گویند. تصویر زیر، نمایی از واکنش پلیمری شدن را نشان می دهد:



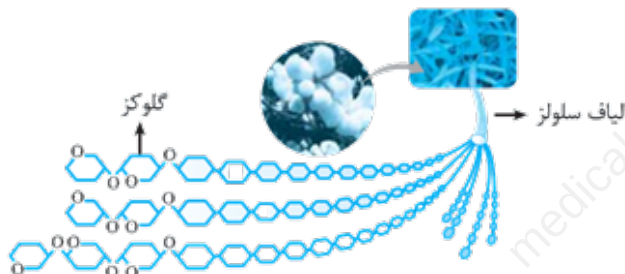
تعیین تعداد دقیق مونومرهای شرکت کننده در یک واکنش پلیمری شدن ممکن نیست و تاکنون هیچ قاعده ای برای اتصال شمار مونومرها به یکدیگر ارائه نشده است. به همین دلیل برای پلیمرها نمی توان فرمول مولکولی دقیقی نوشت.

با تغییر مونومر مصرف شده در واکنش بسپارش، پلیمری جدید با ساختار و خواص متفاوت می توان تهیه کرد.

پنبه یکی از الیاف طبیعی حاوی سلولز است که در تولید پوشاک سهم قابل توجهی دارد. حدود نیمی از لباس های تولیدی در جهان از پنبه تهیه می شود. از پنبه افزون بر تولید پوشاک در تولید رویه مبل، پرده، تور ماهیگیری، گاز استریل و ... استفاده می شود.

الیاف پنبه از سلولز تشکیل شده است. سلولز زنجیری بسیار بلند است که از اتصال شمار بسیار زیادی مولکول گلوکز به یکدیگر ساخته می شود. با این توصیف، شمار اتم های سازنده هر مولکول سلولز، بسیار زیاد بوده و اندازه مولکول آن بزرگ است. توجه داریم که سلولز نوعی درشت مولکول طبیعی است. برای ساخته شدن پلی ساکاریدی مانند سلولز، مولکول های گلوکز به هم متصل می شوند. در مرحله بعد، برای ساخته شدن پنبه، تعدادی مولکول سلولز در کنار هم قرار می گیرند و الیاف سلولزی موجود در پنبه را تشکیل می دهند.

در ساختار سلولز، گروه های اتری بین واحدهای تکرارشونده قرار گرفته است. ساختار سلولز به صورت زیر است:



مولکول های نشاسته در شرایط مناسب مانند محیط مرطوب یا کاتالیزگر یا محیط گرم و مرطوب به آرامی به مونومرهای سازنده (گلوکز) تبدیل می شوند و مزه شیرین ایجاد می کنند. نشاسته هنگام گوارش (که از دهان آغاز می شود) به گلوکز تبدیل می گردد. در واقع گوارش نشاسته شامل واکنش شیمیایی تبدیل آن به گلوکز است که به کمک آنزیم ها تسریع می شود.



در جدول زیر به تفاوت ساختار نشاسته و سلولز دقت کنید:

شمار اتم‌های سازنده	اندازه مولکول	جرم مولی	ساختار مولکول	واحد تکرار شونده	نوع ماده
بسیار زیاد	بسیار بزرگ	بسیار زیاد		واحد تکرار شونده	نشاسته
بسیار زیاد	بسیار بزرگ	بسیار زیاد		واحد تکرار شونده	سلولز

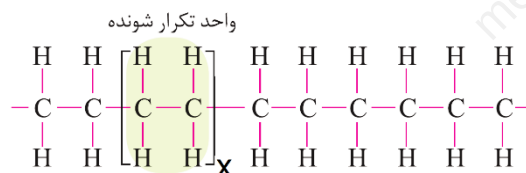
خب بدون فوت وقت، بریم سراغ اولین نوع از پلیمرهای مطرح شده در کتاب درسی، یعنی پلیمرهای افزایشی ...

هر ترکیب آلی که در ساختار خود پیوند دوگانه کربن-کربن در زنجیر کربنی داشته باشد، می‌تواند در واکنش پلیمری شدن شرکت کند. بر همین اساس، ترکیب‌های سیر نشده و حاوی چنین پیوندی در زنجیر کربنی می‌توانند در صنایع پتروشیمی با تأمین شرایط مناسب واکنش داده و پلیمرهای گوناگونی را تولید کنند. تصویر زیر، نمایی از این واکنش پلیمری شدن را نشان می‌دهد:

هرگاه گاز اتن را در فشار بالا گرما دهیم، جامد سفید رنگی به دست می‌آید که پلی‌اتن نام دارد. هر اتم کربن در پلی‌اتن با چهار پیوند اشتراکی یگانه به چهار اتم دیگر متصل است، در حالیکه در یک مولکول اتن هر اتم کربن به سه اتم دیگر متصل است.

طی واکنش بسپارش اتن، یکی از پیوندهای دوگانه در اتن شکسته شده و مولکول‌های اتن از سوی اتم‌های کربن به یکدیگر متصل می‌شوند. شکل زیر واکنش پلیمری شدن اتن را نشان می‌دهد:

ساختار باز شده مولکول پلی‌اتن به عنوان ساده‌ترین نوع از پلیمرهای افزایشی به صورت زیر است:



تفلون نام تجاری پلیمری است که کشف اتفاقی آن، پلانکت را به شهرت و ثروت رساند. پلانکت و گروه پژوهشی او در حال بررسی و مطالعه انواع سردکننده‌ها بودند. یکی از گازهایی که آن‌ها مصرف می‌کردند، تترافلوئورواتن (C_2F_4) بود. یک روز هنگامی که پلانکت شیر کپسول گاز را باز کرد، متوجه شد که گاز از کپسول خارج نمی‌شود. او کپسول را برش داد و داخل آن را مشاهده کرد. لایه نازکی از یک ماده جامد ته کپسول تشکیل شده بود که این ماده جامد از پلیمری شدن تترافلوئورواتن به دست آمده بود.

تفلون، نقطه ذوب بالایی دارد و در برابر گرما مقاوم است. این پلیمر از نظر شیمیایی بی‌اثر است و با مواد شیمیایی واکنش نمی‌دهد. توجه داریم که تفلون، در حلال‌های آلی مثل هگزان حل نمی‌شود و نجسب است. این ویژگی‌ها دلیل کاربرد وسیع این پلیمر است.

تترافلوئورواتن، یک ترکیب ناقطبی است که برخلاف تفلون، در حلال‌های آلی ناقطبی مثل هگزان حل می‌شود.

در جدول زیر به بررسی برخی از نکات مهم در رابطه با پلیمرهای موجود در کتاب می‌پردازیم:

نام پلیمر	ساختار پلیمر	نام مونومر	ساختار مونومر	فرمول مونومر	نکات مهم درباره‌ی مونومر
پلی‌سیانواتن		سیانواتن		$\text{C}_3\text{H}_3\text{N}$	تعداد کل پیوندها: ۹ پیوند دوگانه: ۱ پیوند سه‌گانه: ۱ کاربرد پلیمر: پتو



تعداد کل پیوندها: ۹ پیوند دوگانه: ۱ کاربرد پلیمر: سرنگ	C_3H_6		پروپن		پلی پروپن
تعداد کل پیوندها: ۲۰ پیوند دوگانه: ۴ دارای حلقه بنزنی کاربرد پلیمر: ظروف یکبار مصرف	C_8H_8		استیرن		پلی استیرن
تعداد کل پیوندها: ۶ پیوند دوگانه: ۱ کاربرد پلیمر: نخ دندان	C_2F_4		تترافلوئورواتن		تفلون
تعداد کل پیوندها: ۶ پیوند دوگانه: ۱ کاربرد پلیمر: کیسه خون	C_2H_3Cl		کلرواتن (وینیل کلرید)		پلی وینیل کلرید

پلی اتن یکی از مهم ترین پلیمرهای ساختگی است که سالانه میلیون ها تن از آن در شرکت های پتروشیمی تولید شده و برای ساخت وسایل گوناگون استفاده می شود. اتن با انجام واکنش پلیمری شدن فراورده هایی با ساختار متفاوت به نام های پلی اتن سبک و پلی اتن سنگین پدید می آید. در جدول زیر این دو نوع پلیمر را مقایسه می کنیم:

پلی اتن سنگین	پلی اتن سبک
مولکول های بدون شاخه	مولکول های شاخه دار
همه اتم های کربن به ۲ اتم کربن دیگر متصل هستند	برخی از اتم های کربن به ۳ یا ۴ اتم کربن دیگر متصل هستند
چگالی پلیمر = ۰/۹۷ گرم بر سانتی متر مکعب	چگالی پلیمر = ۰/۹۲ گرم بر سانتی متر مکعب
قدرت نیروهای بین مولکولی بیشتر و استحکام بالاتر	قدرت نیروهای بین مولکولی کمتر و انعطاف پذیری بالاتر
ظاهر کدر	ظاهر شفاف
نیروی بین مولکولی: وان دروالسی	نیروی بین مولکولی: وان دروالسی
کاربرد: لوله های پلاستیکی، دبه های آب یا بطری کدر شیر	کاربرد: تولید کیسه پلاستیک موجود در مغازه ها

واکنش پلیمری شدن اتن در شرایط گوناگون به تولید پلی اتن هایی با جرم مولی میانگین متفاوت منجر می شود. تجربه نشان می دهد که جرم مولی میانگین پلی اتن تولید شده به نسبت جرمی میان مقدار کاتالیزگرهای استفاده شده در واکنش بستگی دارد. دو نوع از کاتالیزگرهای استفاده شده برای



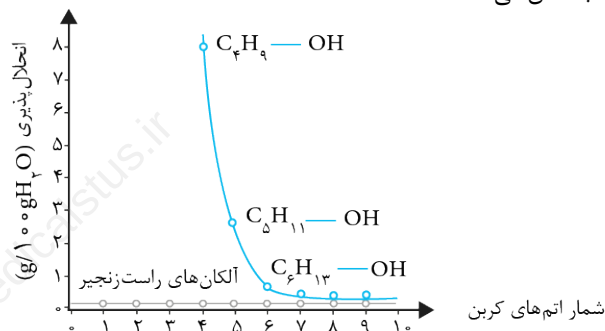
تولید پلی اتن، حاوی اتم‌هایی از عناصر آلومینیم و تیتانیوم در ساختار خود هستند.
همان‌طور که گفتیم، تاکنون هیچ قاعده‌ای برای اتصال شمار مونومرهای مصرف شده برای تولید یک پلیمر مثل پلی اتن به یکدیگر ارائه نشده است. با تغییر نسبت میان دو کاتالیزگر، فقط می‌توان جرم مولی میانگین پلی اتن تولید شده را تغییر داد.
همان‌طور که مشخص است، در واکنش پلیمری شدن از نوع افزایشی، جرم پلیمر تولید شده با مجموع جرم مونومرهای مصرف شده برابر بوده و همه اتم‌های موجود در ساختار مونومرها، در ساختار پلیمر حاصل نیز شرکت می‌کنند.
قبل از شروع بحث در رابطه با پلیمرهای تراکمی، باید ویژگی‌های مهم الکل‌ها و کروکسیلیک اسیدها را مرور کنیم ...

الکل‌ها ترکیب‌هایی هستند که در ساختار آن‌ها یک یا چند گروه هیدروکسیل با یک پیوند اشتراکی به اتم کربن متصل است. الکل‌های یک عاملی را می‌توان با فرمول $R-OH$ نشان داد که در آن، R زنجیر هیدروکربنی است. فرمول کلی الکل‌ها به صورت $C_nH_{2n+2}O$ است.
بخش R الکل‌ها، قسمت ناقطبی آن و گروه هیدروکسیل، معادل با قسمت قطبی الکل‌ها است. ساختار کلی این مواد به صورت زیر است:



بین الکل‌ها با گروه‌های R متفاوت، نیروی بین مولکولی هیدروژنی در بین گروه هیدروکسیل (بخش قطبی مولکول الکل) و نیروی وان‌دروالسی بین گروه R (دم هیدروکربنی یا بخش ناقطبی مولکول) ایجاد می‌شود و با توجه به اندازه گروه R ، یکی از این نیروهای بین مولکولی بر دیگری غلبه می‌کند.
با افزایش طول زنجیر هیدروکربنی در مولکول الکل‌ها، نیروی وان‌دروالسی بر هیدروژنی در این مواد غلبه می‌کند و ویژگی ناقطبی ذرات الکل‌ها افزایش می‌یابد. با افزایش ویژگی ناقطبی الکل‌ها، انحلال‌پذیری این مواد در حلال‌های قطبی مثل آب کاهش یافته و انحلال‌پذیری آن‌ها در حلال‌های ناقطبی مثل هگزان افزایش پیدا می‌کند.

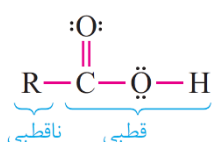
نمودار زیر انحلال‌پذیری الکل‌های مختلف را در مقایسه با هیدروکربن‌ها در آب نشان می‌دهد:



جدول زیر، مقدار انحلال‌پذیری انواع الکل‌های یک عاملی در آب را نشان می‌دهد:

نامحلول در آب	کم محلول در آب	محلول در آب
(انحلال‌پذیری کمتر از ۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب)	(انحلال‌پذیری بین ۱ تا ۱۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب)	(انحلال‌پذیری بیشتر از ۱۰ گرم در ۱۰۰ گرم)
الکل با تعداد کربن‌های بیش از ۸ عدد	الکل با تعداد کربن‌های ۶، ۷ و ۸ عدد	الکل با تعداد کربن‌های بین ۱ تا ۵ عدد

کربوکسیلیک اسیدها دسته‌ای دیگر از ترکیب‌های آلی هستند که در ساختار خود گروه عاملی کربوکسیل ($-COOH$) دارند. این ترکیب‌ها مزه ترش دارند، به طوری که مزه ترش میوه‌هایی مانند انگور، لیمو ترش، کیوی و گوجه سبز ناشی از وجود چنین مولکول‌هایی در آن‌ها است.
متانوئیک اسید (فورمیک اسید) با فرمول مولکولی $HCOOH$ ، اولین عضو خانواده کربوکسیلیک اسیدها است که بر اثر گزش مورچه سرخ وارد بدن شده و باعث سوزش و خارش در محل گزیدگی می‌شود.
اتانوئیک اسید (استیک اسید) یک اسید دو کربنی بوده و یکی از پرکاربردترین اسیدها در زندگی روزانه است. این اسید در سرکه وجود داشته و آشنا ترین عضو خانواده کربوکسیلیک اسیدها است.
فرمول کلی کربوکسیلیک اسیدهای یک عاملی سیرشده و غیر حلقوی به صورت $C_nH_{2n}O_2$ است. در ساختار این ترکیب‌ها، شمار اتم‌های هیدروژن دو برابر شمار اتم‌های کربن است.



کربوکسیلیک اسیدهای یک عاملی را می‌توان با فرمول $R-COOH$ نشان داد که در آن R یک زنجیر هیدروکربنی یا هیدروژن است. بخش R کربوکسیلیک اسیدها، قسمت ناقطبی آن و گروه کربوکسیل، معادل با قسمت قطبی کربوکسیلیک اسیدها است. ساختار کلی این مواد به صورت روبه‌رو است:

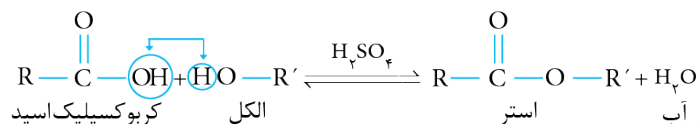


فصل سوم: پوشاک، نیازی پایان ناپذیر

با افزایش طول زنجیر هیدروکربنی در مولکول کربوکسیلیک اسیدها، نیروی وان دروالس بر هیدروژنی در این مواد غلبه می کند و ویژگی ناقطبی (یا همان ویژگی آب گریزی یا چربی دوستی) ذرات اسیدها افزایش می یابد.

با افزایش طول زنجیر هیدروکربنی در کربوکسیلیک اسیدها، انحلال پذیری این مواد در حلال های قطبی از جمله آب کاهش یافته و دمای جوش این مواد نیز افزایش پیدا می کند.

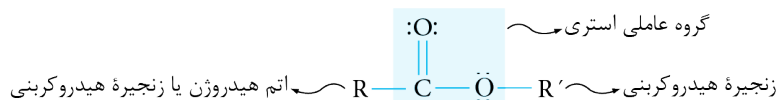
یکی از ویژگی های مهم و کاربردی کربوکسیلیک اسیدها و الکل ها، واکنش میان آن ها است. این مواد در شرایط مناسب واکنش داده و با از دست دادن آب، به استر تبدیل می شوند. فرمول کلی استرها به صورت $C_nH_{2n}O_2$ است. معادله زیر واکنش انجام شده را توصیف می کند:



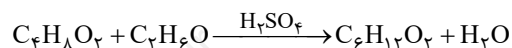
دقت داشته باشید که کاتالیزگر واکنش استری شدن (واکنش میان کربوکسیلیک اسیدها و الکل ها)، H_2SO_4 یا سولفوریک اسید است.

استرها دسته ای از مواد آلی هستند که منشأ بوی خوش شکوفه ها، گل ها، عطرها و نیز بو و طعم میوه ها هستند. برای نمونه، بو و طعم خوش آناناس به دلیل وجود اتیل بوتانوات ($C_4H_8O_2$) در آن است.

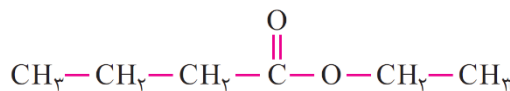
در ساختار گروه استری، دو بخش مختلف به گروه عاملی متصل شده است. در یک سوی این گروه عاملی، بخش هیدروکربنی به اتم اکسیژن و در سوی دیگر آن، یک دم هیدروکربنی یا یک اتم هیدروژن به اتم کربن متصل شده است. نمایش گروه عاملی استری به صورت زیر است.



از واکنش بوتانویک اسید با اتانول، طبق معادله زیر اتیل بوتانوات ($C_4H_8O_2$) بدست می آید. این واکنش را در مقیاس صنعتی انجام داده و از استر تولید شده برای تولید شوینده با بوی آناناس استفاده می کنند.



ساختار مولکول اتیل بوتانوات به صورت زیر است:



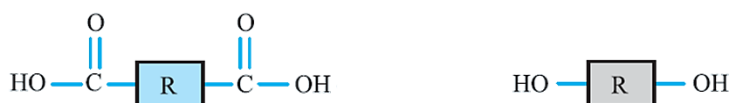
در جدول زیر، تعدادی از میوه هایی که در خود استر دارند را بررسی می کنیم:

نام میوه	نام استر	تعداد کربن اسید سازنده	تعداد کربن الکل سازنده
موز	پنتیل اتانوات	۲	۵
سیب	متیل بوتانوات	۴	۱
انگور	اتیل هپتانوات	۷	۲
آناناس	اتیل بوتانوات	۴	۲

الکل استفاده شده برای تولید استر موجود در آناناس و انگور، یکسان بوده و معادل با اتانول است. اسید استفاده شده برای تولید استر موجود در سیب و آناناس نیز یکسان بوده و معادل با بوتانویک اسید است.

حالا که ویژگی های کلی الکل ها و اسیدها را مرور کردیم، می توانیم بحث مربوط به گروه دوم از پلیمرها، یعنی پلیمرهای ترمال رو شروع کنیم ...

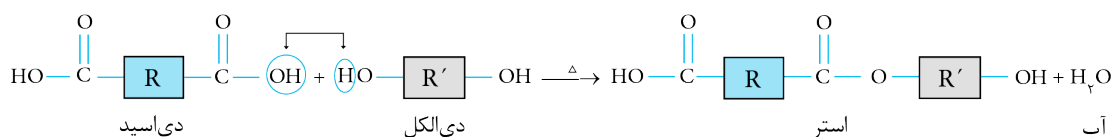
الکل های دو عاملی (دی الکل ها)، دسته ای از ترکیب های آلی هستند که در ساختار آن ها دو گروه عاملی الکی وجود دارد. اسیدهای دو عاملی (دی اسیدها)، دسته ای از ترکیب های آلی هستند که در ساختار آن ها دو گروه عاملی کربوکسیل وجود دارد. تصاویر زیر، ساختار نوعی الکل دو عاملی و نوعی اسید دو عاملی را نشان می دهد:



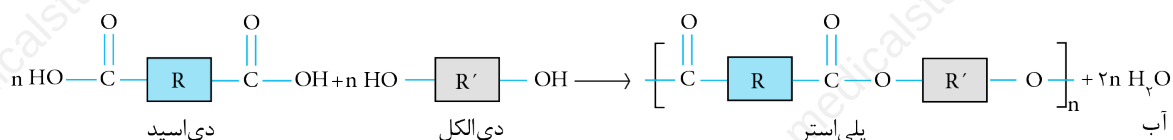
از واکنش یک کربوکسیلیک اسید دو عاملی با یک الکل دو عاملی در شرایط مناسب، یک پلی استر تولید می شود. در مرحله نخست این واکنش، یکی از گروه های هیدروکسیل موجود در الکل با یکی از گروه های کربوکسیل موجود در ساختار مولکولی اسید ترکیب شده و با از دست دادن آب، گروه عاملی

استری را ایجاد می‌کند. ترکیب حاصل از این فرایند، یک عامل استری در ساختار خود دارد.

شکل زیر الگوی، از مرحله اول واکنش استری شدن بین یک کرپوکسیلیک اسید و یک الکحل دو عاملی نشان می دهد:



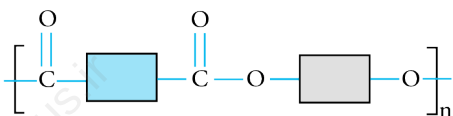
در ساختار فراورده واکنش بالا، همچنان یک گروه عاملی هیدروکسیل و یک گروه عاملی کربوکسیل آزاد وجود دارد. این ساختار نشان می‌دهد که واکنش استری شدن می‌تواند ادامه پیدا کند، آن چنان که از یک سو با عامل اسیدی و از سوی دیگر با عامل الکلی در واکنش شرکت می‌کند. با ادامه این روند مولکول‌های بیشتر و بیشتری با یکدیگر واکنش می‌دهند و سرانجام مولکول‌هایی با زنجیر بلند و شمار زیادی عامل استری تشکیل می‌شود. فراورده‌ای که پله است نامیده می‌شود. این واکنش به صورت زیر است:



به ازای تولید هر گروه استری در این واکنش، ۱ مولکول آب تولید می‌شود. از آنجا که در واحد تکرار شونده پلی‌استر، ۲ گروه استری وجود دارد، در کل مولکول پلی‌استر ۲n گروه استری وجود دارد، بنابراین در واکنش تهیه یک مولکول پلی‌استر، ۲n مولکول آب تولید می‌شود.

در واکنش تولید پلی استرها، همه اتم‌های کربن موجود در مونومرها وارد ساختار پلیمر می‌شوند، اما برخی از اتم‌های هیدروژن و اکسیژن موجود در مونومرها در قالب مولکول‌های آب قرار گرفته و وارد ساختار پلیمر نمی‌شوند و به عنوان یک فراورده جانبی، از ساختار مواد آلی خارج می‌شوند. بر این اساس، می‌توان گفت جرم پلیمر تولید شده طی این فرایند، به اندازه جرم آب تولید شده کمتر از مجموع جرم مونومرهای مصرف شده است.

✓ شکل زیر نمای کلی از فرمول عمومی پلے استرها را نشان می دهد:

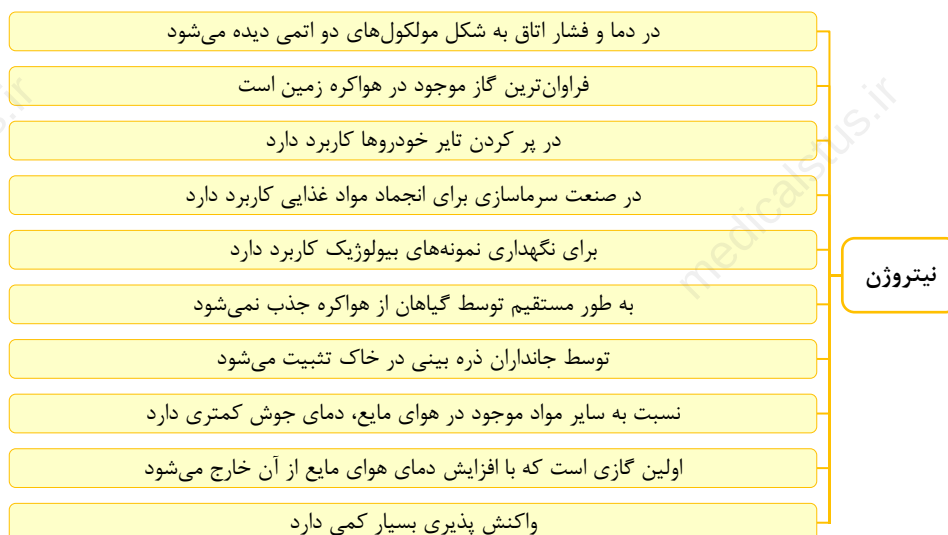


در ساختار واحد تکرارشونده پلی استرها، ۴ اتم اکسیژن و در نتیجه ۸ جفت الکترون ناپیوندی یافت می شود. علاوه بر این، در ساختار بخش مورد نظر ۴ پیوند کربن-اکسیژن یگانه و ۲ پیوند کربن-اکسیژن دوگانه وجود دارد.

چون در ساختار پلی استرها هیچ اتم هیدروژنی که به یکی از اتم‌های اکسیژن، فلوئور و یا نیتروژن متصل باشد وجود ندارد، بین مولکول‌های سازنده این مواد پیوند هیدروژنی برقرار نمی‌شود. بر این اساس، می‌توان گفت نیروی بین مولکولی در پلی استرها از نوع نیروی وان دروالسی است.

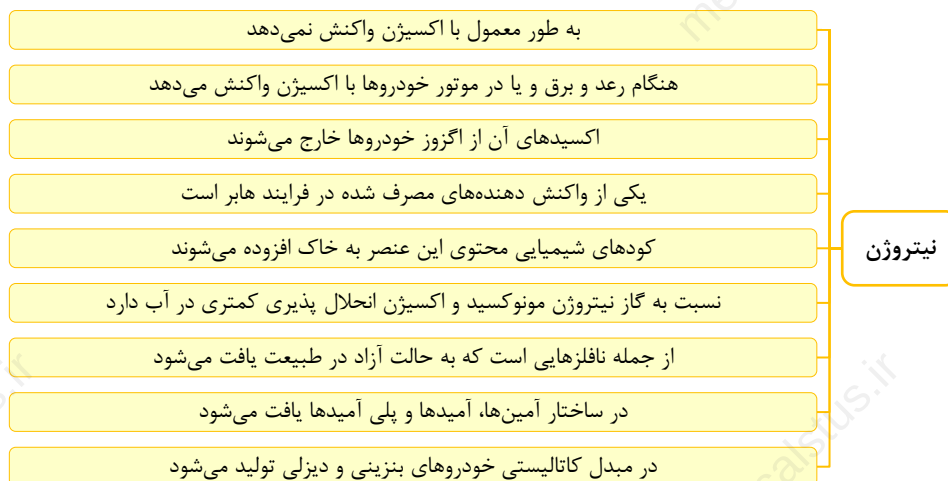
از پلی استرها می‌توان الیاف، نخ و در نهایت پارچه‌های پلی استری تولید کرد. توجه داریم که پلی استرها به صورت مصنوعی و با استفاده از فرآورده‌های پتروشیمیایی، تولید می‌شوند.

✓ آمین‌ها، ترکیب‌های آلی هستند که در ساختار آن‌ها اتم‌های کربن، هیدروژن و نیتروژن وجود دارد. وجود اتم نیتروژن، خواص شیمیایی و فیزیکی منحصر به فردی به آمین‌ها داده است. نمودار زیر، ویژگی‌های کلی عنصر نیتروژن را نشان می‌دهد:





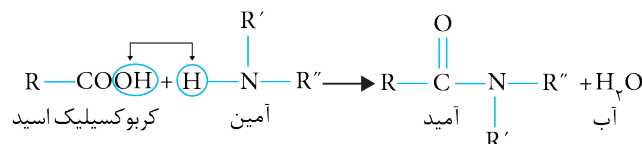
فصل سوم: پوشاک، نیازی پایان ناپذیر



متیل آمین، ساده ترین عضو خانواده آمین ها است. بوی ماهی به دلیل وجود متیل آمین و برخی آمین های دیگر است. ساختار $\text{CH}_3-\text{N}(\text{H})_2$ این ترکیب آمینی به صورت مقابل است:

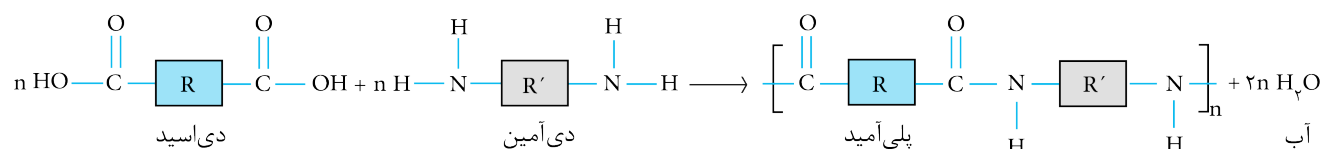
مو، ناخن، پوست بدن، شاخ حیوانات و پشم گوسفند، نمونه ای از پلیمرهای طبیعی هستند که در ساختار آن ها اتم های کربن، هیدروژن، نیترژن و اکسیژن وجود دارد. در این دسته از پلیمرها گروه عاملی آمیدی در طول زنجیر کربنی تکرار شده است.

عامل آمیدی از واکنش اسیدهای آلی با آمین ها به دست می آید. فرمول کلی آمیدهای سیر شده به صورت $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{NO}$ بوده و فرمول مولکولی آمین ها نیز به صورت $\text{C}_n\text{H}_{2n+3}\text{N}$ است. معادله واکنش تولید آمیدها به صورت زیر است:

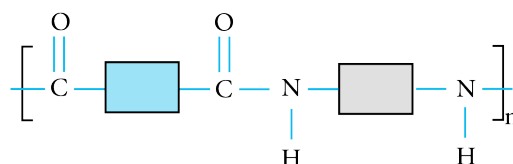


توجه داریم که آمین شرکت کننده در واکنش تولید آمیدها، حداقل باید یک اتم هیدروژن متصل به نیترژن داشته باشد. آمینی که در ساختار آن ۳ زنجیره هیدروکربنی به یک اتم نیترژن متصل شده اند، نمی تواند با اسیدها واکنش بدهد.

واکنش تولید پلی آمید شبیه تولید پلی استر است، با این تفاوت که به جای گروه عاملی الکلی، گروه عاملی آمینی با گروه کربوکسیل واکنش می دهد و آب آزاد می شود. با ادامه واکنش، گروه های آمیدی بیشتری تشکیل شده و سرانجام پلی آمید تولید می شود. معادله واکنش مورد نظر به صورت زیر است:



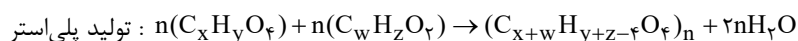
پلی آمیدهای ساختگی در صنعت پتروشیمی از واکنش دی آمین ها و دی اسیدها تولید می شوند. ساختار کلی پلی آمیدها به صورت زیر است:

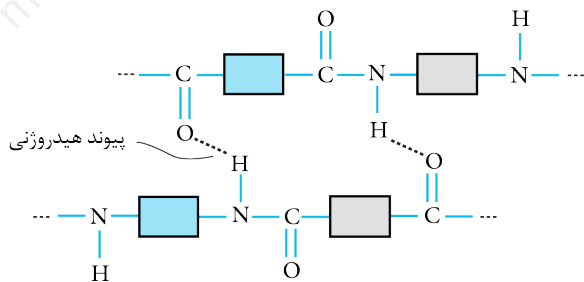


در ساختار واحد تکرار شونده پلی آمیدها، ۲ گروه عاملی آمیدی وجود داشته و به ازای تولید هر مول پلی آمید از واکنش میان آمین ها و اسیدهای دوعاملی، ۲n مولکول آب تولید می شود.

در واکنش تولید پلی آمیدها، برخی از اتم های هیدروژن و اکسیژن موجود در مونومرها در قالب مولکول های آب قرار گرفته و وارد ساختار پلیمر نمی شوند. بر این اساس، می توان گفت جرم پلیمر تولید شده طی این فرایند، به اندازه جرم آب تولید شده کمتر از مجموع جرم مونومرهای مصرف شده است.

معادله واکنش کلی تولید پلی استرها و پلی آمیدها به صورت زیر است:





در یک نمونه از پلی آمیدها، بین اتم های H موجود در گروه های عاملی آمیدی از یک رشته با اتم های O موجود در گروه های عاملی آمیدی از یک رشته مجاور، پیوند هیدروژنی برقرار می شود. تصویر مقابل، نمایی از پیوند هیدروژنی برقرار شده را نشان می دهد:

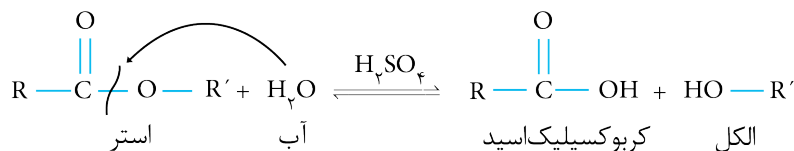
کولار یکی از معروف ترین پلی آمیدها است. این پلیمر از فولاد هم جرم خود پنج برابر مقاوم تر است. از کولار در تهیه تایر اتومبیل، قایق بادبانی، لباس های مخصوص مسابقه ی موتورسواری و جلیقه های ضد گلوله استفاده می شود.

پوشاک دوخته شده از کولار سبک و بسیار محکم بوده و در برابر ضربه، خراش و بریدگی مقاوم است. این پلیمر تاکنون جان میلیون ها انسان را در حوادث گوناگون نجات داده است.

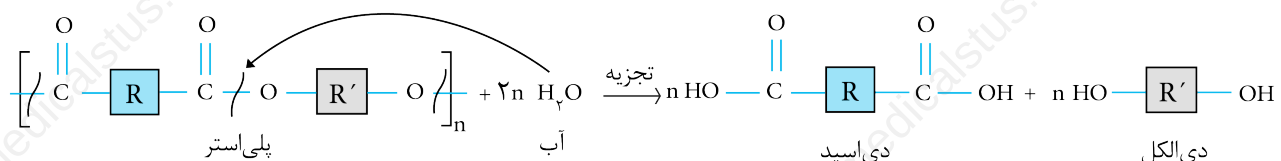
کولار از جمله پلی آمیدهای مصنوعی است اما توجه داریم که برخی از انواع پلی آمیدها به صورت طبیعی نیز یافت می شوند.

استرها، آمیدها، پلی آمیدها و پلی استرها در شرایط مناسب با آب واکنش می دهند و به ترکیب های سازنده خود تبدیل می شوند. به چنین فرایندی، به اصطلاح واکنش آبکافت گفته می شود. در واقع در واکنش آبکافت، مولکول های آب به پیوندهای استری و آمیدی موجود در استرها، آمیدها، پلی آمیدها و پلی استرها حمله کرده و این مواد را تجزیه می کنند.

کاتالیزگر واکنش آبکافت استرها مانند واکنش تشکیل آن ها H_2SO_4 است. معادله واکنش انجام شده به صورت زیر است:



مولکول های سازنده پلی استرها و پلی آمیدها شکسته می شوند، اما آهنگ این واکنش ها به ساختار مونومرهای سازنده بستگی دارد. به طور کلی واکنش آبکافت پلی استرها و پلی آمیدها بسیار کند است. واکنش آبکافت پلی استرها به صورت زیر است:



در فرایند تجزیه یک مولکول پلی استر با n واحد تکرار شونده، 2n مولکول آب مصرف شده و n مولکول دی اسید و n مولکول دی الکل تولید می شود.

بجز الکل ها، اسیدها و آمین های دوعاملی، پلی استرها و پلی آمیدها را با استفاده از ترکیب های دیگری نیز می توان تولید کرد. جدول زیر، مونومرهای مصرف شده برای تولید برخی از انواع پلیمرهای تراکمی را نشان می دهد:

گروه عاملی موجود در پلیمر	اسم پلیمر	مونومر دوم	مونومر اول
استری	پلی استر	دی الکل:	دی اسید:
آمیدی	پلی آمید	دی آمین:	دی اسید:
استری	پلی استر	هیدروکسی اسید:	هیدروکسی اسید:
آمیدی	پلی آمید	آمینو اسید:	آمینو اسید:

مواد زیست تخریب پذیر، موادی هستند که در طبیعت توسط جانداران ذره بینی به مولکول های ساده و کوچک مانند کربن دی اکسید، متان و آب تبدیل



فصل سوم: پوشاک، نیازی پایان ناپذیر

می‌شوند. پلیمرهای طبیعی مثل پروتئین‌ها، نشاسته و سلولز، زیست‌تخریب‌پذیر هستند.

پس از مدتی تار و پود موجود در هر نوع پوشاکی، سست و پوسیده می‌شود؛ زیرا مولکول‌های پلیمر سازنده الیاف موجود در آن، با مولکول‌های موجود در محیط پیرامون واکنش داده و برخی از پیوندهای موجود در ساختار آن‌ها مانند پیوند استری یا آمیدی شکسته می‌شوند.

با شکستن پیوندهای موجود در الیاف سازنده پوشاک، استحکام الیاف پارچه کم شده و تار و پود آن به سادگی گسسته می‌شود. بدیهی است که هرچه آهنگ شکستن این پیوندها سریع‌تر باشد، فرایند پوسیده شدن پارچه سریع‌تر رخ می‌دهد.

لباس‌های پلی‌استری در اثر عوامل محیطی در طول زمان پوسیده می‌شوند. این پوسیده شدن به معنی شکستن پیوندهای استری (پیوند بین اتم‌های کربن و اکسیژن در گروه عاملی استری) و سست شدن تار و پود لباس است. لباس‌های دوخته شده با استفاده از پلی‌آمیدها نیز به طریق مشابه و با شکستن پیوندهای آمیدی (پیوند بین اتم‌های کربن و نیتروژن در گروه عاملی آمیدی) پوسیده می‌شوند.

لباس‌های نخی در محیط‌های گرم و مرطوب زودتر پوسیده می‌شوند، چراکه این عوامل سرعت واکنش‌های مربوط به پوسیدگی را افزایش می‌دهند. استفاده بی‌رویه از شوینده‌ها در شستن لباس‌ها، سبب پوسیده شدن سریع‌تر آن‌ها می‌شود، زیرا شوینده‌ها باعث افزایش سرعت واکنش آبکافت می‌شوند. همچنین اگر لباس‌ها را برای مدت طولانی در محلول آب و شوینده قرار بدهیم، بوی بد و نافذی پیدا می‌کنند. علت ایجاد بوی بد، تجزیه الیاف سازنده لباس‌ها به مواد ساده‌تر است.

لباس‌های تهیه شده از پارچه‌های پلی‌استری یا پلی‌آمیدی برای مدت‌های طولانی قابل استفاده هستند، زیرا الیاف سازنده این لباس‌ها استحکام خود را برای مدت طولانی حفظ کرده و واکنش آبکافت این مواد بسیار کند است.

هرچند پلی‌استرها و پلی‌آمیدها تجزیه می‌شوند، اما آهنگ تجزیه آن‌ها به ساختار مونومرهای سازنده بستگی دارد. بنابراین بسته به جنس لباس، زمان استفاده از لباس‌ها و مدت زمان ماندگاری آن‌ها متفاوت است.

پلیمرهای حاصل از هیدروکربن‌های سیرنشده (مثل پلی‌اتن و پلی‌پروپن)، به انجام واکنش تمایلی ندارند و از این رو پوشاک و پوشش‌های تهیه شده از این مواد در طبیعت تجزیه نمی‌شوند و برای سالیان طولانی دست نخورده باقی می‌مانند. در واقع پلیمرهای مورد نظر ماندگار هستند. علت این است که این پلیمرها، ساختاری شبیه به آلکان‌ها دارند و سیر شده هستند؛ در نتیجه تمایلی به انجام واکنش‌های شیمیایی ندارند.

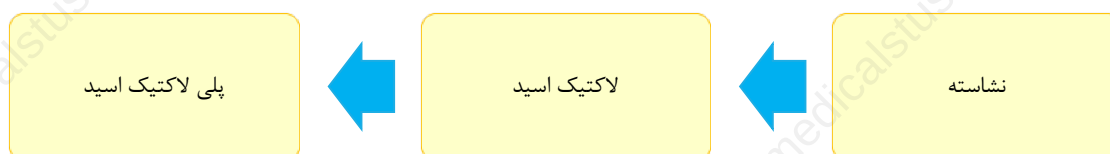
استفاده از پلیمرهای ماندگار صرفه اقتصادی دارد، اما از نگاه پیشرفت پایدار، تولید و استفاده از این پلیمرها الگوی مصرف مطلوبی نیست. در واقع، ماندگاری دراز مدت مواد ساخته شده از این پلیمرها در طبیعت، سبب ایجاد مشکلات فراوانی مانند تبدیل محیط زیست به گورستان زباله، کثیف شدن چهره شهرها و محیط زیست و آسیب زدن به زندگی جانداران می‌شود که هزینه‌های تحمیل شده به اقتصاد یک جامعه را خیلی بالا می‌برد.

برای کاهش آلودگی ناشی از استفاده از پلیمرهای ماندگار، دو راهکار وجود دارد:

۱) بازیافت پلیمرهای استفاده شده ۲) جایگزینی پلیمرهای ساختگی با پایه‌ی نفتی با پلیمرهای زیست‌تخریب‌پذیر مثل: پلی‌مید، پلی‌لاکتیک اسید به منظور آسان‌سازی و افزایش کارایی بازیافت و افزایش کیفیت فرآورده‌های حاصل از بازیافت، برای هر پلیمر نشانه‌هایی را در نظر گرفته‌اند که بر روی کالاهای ساخته شده از آن پلیمر حک می‌شود. این نشانه شامل عددی است که درون یک مثلث قرار دارد. تصویر زیر، نمونه‌ای از این نمادها را نشان می‌دهد که بر روی کالاهای مختلف حک می‌شوند:

شیمی‌دان‌ها، موفق به ساخت دسته‌ای از پلیمرها شده‌اند که توسط جانداران ذره‌بینی تجزیه می‌شوند. هرگاه این پلیمرها و کالاهای ساخته شده از آن‌ها در طبیعت رها شوند، پس از چند ماه به مولکول‌های ساده مانند آب و کربن دی‌اکسید تبدیل می‌شوند. به همین دلیل به پلیمرهای دوستدار محیط زیست یا پلیمرهای سبز معروف هستند.

پلیمرهای سبز را از فرآورده‌های کشاورزی مانند سیب زمینی، ذرت و نیشکر تهیه می‌کنند. مراحل تولید این پلیمرها به صورت زیر است:



با استفاده از پلی‌لاکتیک اسید، انواع ظرف‌های پلاستیکی یکبار مصرف مانند وسایل آشپزخانه، سفره، سطل زباله و کیسه پلاستیکی تولید شده و کاربرد آن‌ها رو به گسترش است. این پلاستیک‌ها امکان تبدیل شدن به کود را داشته به همین دلیل، ردپای کوچک‌تری در محیط زیست برجای می‌گذارند. توجه داریم که شیر ترش شده دارای لاکتیک اسید است.

به پلاستیک‌های تولید شده از پلیمرهای سبز، پلاستیک سبز گفته می‌شود. همانطور که می‌دانیم، مولکول‌های نشاسته از مونومرهای گلوکز و از عناصر H، C و O ساخته شده‌اند؛ پس می‌توان گفت که در ساختار پلاستیک‌های سبز نیز عناصر H، C و O وجود دارند.



ویتامین‌ها، گروهی از مواد غذایی مورد نیاز برای بدن هستند که در خوراکی‌های گیاهی و جانوری یافت می‌شوند. در جدول زیر، ویژگی‌های تعدادی از ویتامین‌ها را با هم مقایسه می‌کنیم:

نام	فرمول مولکولی	ساختار ویتامین	گروه عاملی	محل در آب
ویتامین آ (A)	$C_{20}H_{30}O$		یک گروه هیدروکسیل	×
ویتامین ث (C)	$C_6H_8O_6$		چهار گروه هیدروکسیل + یک گروه استری	✓
ویتامین دی (D)	$C_{28}H_{44}O$		یک گروه هیدروکسیل	×
ویتامین کا (K)	$C_{31}H_{46}O_2$		دو گروه کتون	×

ویتامین‌ها گروهی از ترکیب‌های آلی هستند که سلول‌ها برای انجام دادن برخی از فعالیت‌های خود به آن‌ها نیاز دارند. مولکول‌های سازنده ویتامین‌ها از دو قسمت قطبی و ناقطبی تشکیل شده است. با توجه به اندازه‌ی هر بخش از مولکول ویتامین‌ها، برخی از این مواد در آب و برخی از آن‌ها در چربی محلول هستند. جدول زیر، برخی از اطلاعات مربوط به ساختار ویتامین‌ها را مشخص می‌کند:

نام	تعداد پیوند دوگانه	تعداد پیوند اشتراکی	تعداد حلقه
ویتامین (آ)	۵	۵۶	۱ حلقه شش ضلعی
ویتامین (ث)	۲	۲۲	۱ حلقه پنج ضلعی
ویتامین (دی)	۴	۷۹	۲ حلقه شش ضلعی و ۱ حلقه پنج ضلعی
ویتامین (کا)	۷	۸۷	۲ حلقه شش ضلعی

چون در ساختار مولکول‌های ویتامین (ث) اتم‌های هیدروژن متصل به اتم اکسیژن وجود دارد، مولکول‌های این ماده با آب پیوند هیدروژنی می‌دهند. ویتامین (ث) در برخی از میوه‌ها از جمله مرکباتی مثل نارنج و پرتقال وجود دارد. چون ویتامین (ث) محلول در آب است، مقدار اضافی مصرف شده از آن به کمک کلیه‌ها وارد ادرار شده و از بدن خارج می‌شود؛ پس مصرف بیش از اندازه این ویتامین برای بدن مشکل خاصی ایجاد نمی‌کند. چون ویتامین‌های (آ)، (دی) و (کا) محلول در آب نیستند، مقدار اضافی مصرف شده از آن‌ها به راحتی از بدن دفع نشده و در بافت چربی تجمع پیدا می‌کند؛ پس مصرف بیش از اندازه این ویتامین‌ها باعث ایجاد مشکل برای بدن می‌شود.

شیمی دوازدهم



فصل ۱: مولکول‌ها در خدمت تندرستی



فصل اول کتاب شیمی دوازدهم، شاید گسترده‌ترین فصل کتاب شیمی دوازدهم باشد اما به طور کلی، درصد زیادی از مطالب مطرح شده در این فصل در حیطه مسائل قرار می‌گیرند و در کنار سال‌های اخیر هم اغلب بین ۱ تا ۲ سؤال از مفاهیم و حفظیات این فصل مطرح شده و الباقی سؤالات این فصل، از حیطه مسائل بودن! در ابتدای این فصل مطالب متنوعی در رابطه با انواع پاک‌کننده‌ها و مکانیسم کاری آن‌ها بیان شده که برای متوجه شدن دقیق این مطالب، باید با مبانی شیمی آلی آشنا باشید. در ادامه این فصل و بعد از بخش مربوط به شوینده‌ها، بحث‌های اصلی در رابطه با محلول‌های اسیدی و بازی مطرح شدن! خیلی تند و سریع، بریم سراغ مطالب مهم مطرح شده در مقدمه فصل اول کتاب شیمی دوازدهم ...

پاکیزگی و بهداشت همواره در زندگی جایگاه و اهمیت شایانی داشته است.

از دلایل اسکان انسان در کنار رودخانه موارد مقابل بود: ۱) شست‌وشوی خود توسط آب ۲) تمیز کردن ابزار، ظروف و محیط زندگی

حفاری‌های باستانی از شهر بابل نشان می‌دهد که چند هزار سال پیش از میلاد، انسان‌ها به همراه آب از موادی شبیه به صابون امروزی برای نظافت و پاکیزگی استفاده می‌کردند.

نیاکان ما به تجربه پی بردند که اگر ظرف‌های چرب را به خاکستر آغشته کرده و سپس با آب گرم شست و شو دهند، آسان‌تر تمیز می‌شوند.

در گذشته به دلیل عدم دسترسی، کمبود یا استفاده نکردن از صابون، سطح بهداشت فردی و همگانی بسیار پایین بود؛ به طوری که بیماری‌های گوناگون به سادگی در جهان گسترش می‌یافت.

وبا یک بیماری واگیردار است که به دلیل آلوده شدن آب و نبود بهداشت شایع می‌شود. این بیماری در طول تاریخ بارها در جهان همه‌گیر شد و جان میلیون‌ها انسان را گرفت و هنوز هم می‌تواند برای هر جامعه تهدید کننده باشد. بر این اساس، می‌توان گفت امکان ابتلای مردم به وبا وجود دارد.

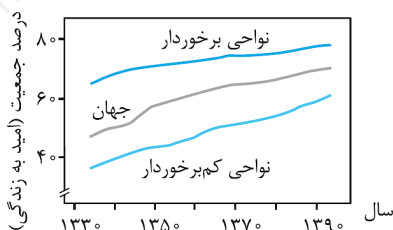
ساده‌ترین و مؤثرترین راه پیشگیری از بیماری وبا، رعایت بهداشت فردی و همگانی در جامعه است.

با گذشت زمان، استفاده از صابون و توجه به نظافت و بهداشت در جوامع گسترش یافته است. این پدیده سبب شد تا میکروب‌ها، آلودگی‌ها و عوامل بیماری‌زا در محیط‌های فردی و همگانی کاهش و سطح بهداشت جامعه افزایش یابد.

شاخص امید به زندگی شاخصی است که نشان می‌دهد با توجه به خطراتی که انسان‌ها در طول زندگی با آن مواجه‌اند، به طور میانگین چند سال در این جهان زندگی می‌کنند. این شاخص در کشورهای گوناگون و حتی در شهرهای یک کشور نیز با هم تفاوت دارد، زیرا به عوامل گوناگونی بستگی دارد.

با افزایش سطح تندرستی و بهداشت فردی و همگانی، شاخص امید به زندگی نیز در جهان افزایش یافته است. پیشگیری و درمان بیماری‌ها نقش مهمی در افزایش شاخص امید به زندگی دارد.

با گذشت زمان، امید به زندگی در سطح جهان افزایش یافته است به طوری که امروزه امید به زندگی برای بیشتر مردم جهان در حدود ۷۰ تا ۸۰ سال است. نمودار مقابل، مقایسه امید به زندگی برای مناطق برخوردار و کم‌برخوردار با میانگین جهانی را نشان می‌دهد.



نکته: در رابطه با نمودار داده شده، به نکات زیر توجه کنید:

نمودار نشان می‌دهد که امید به زندگی در مناطق توسعه یافته و برخوردار در مقایسه با مناطق کم‌برخوردار بیشتر است. توجه داریم که مقدار امید به زندگی در تمام نواحی جهان در حال افزایش یافتن است.

شیب نمودار برای نواحی کم‌برخوردار بیشتر است، به این معنا که سرعت رشد امید به زندگی در این مناطق بیشتر از مناطق برخوردار است.

به مرور زمان، مقدار شاخص امید به زندگی و سطح بهداشت و سلامت در مناطق مختلف جهان در حال نزدیک شدن به هم است.

آلاینده‌ها موادی هستند که بیش از مقدار طبیعی در یک محیط، نمونه ماده یا یک جسم وجود دارند. گل و لای آب، گرد و غبار هوا، لکه‌های چربی و مواد غذایی روی لباس‌ها و پوست بدن نمونه‌هایی از انواع آن‌ها هستند.

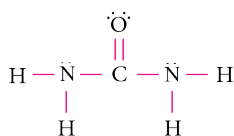
یکی از روش‌های مناسب برای زدودن برخی از آلودگی‌ها، استفاده از پاک‌کننده‌ها است. این مواد، آلودگی‌ها را به حالت محلول در می‌آورند.

آگاهی بیشتر از علم شیمی به ما کمک می‌کند تا با چگونگی عملکرد شوینده‌ها، ساختار شیمیایی آن‌ها، تأثیر آن‌ها بر محیط زیست و تأثیرهایی که بر روی بدن انسان می‌گذارند، آشنا شویم و شوینده‌هایی را بشناسیم که آسیب کم‌تری به محیط زیست وارد می‌کنند.



جدول زیر، اطلاعات مربوط به چند مورد از مواد مختلف را نشان می‌دهد:

نام ماده	فرمول شیمیایی	قطبی	حلال	نکات مهم
اتیلن گلیکول (ضدیخ)	$C_2H_6O_2$	✓	مواد قطبی مثل آب	در دمای اتاق به صورت مایع است. به هر نسبتی در آب حل می‌شود. یک الکل دوعاملی بوده و در تهیه پلی‌استرها کاربرد دارد.
نمک خوراکی	NaCl	✓	مواد قطبی مثل آب	در هنگام انحلال در آب، ویژگی‌های ساختاری خود را حفظ نمی‌کند.
بنزین	C_8H_{18}	✗	مواد ناقطبی مثل هگزان	از جمله فراورده‌های حاصل از پالایش نفت خام است.
اوره	$CO(NH_2)_2$	✓	مواد قطبی مثل آب	نوعی آمید بوده و دارای ۱ پیوند دوگانه $C=O$ است.
روغن زیتون	$C_{57}H_{104}O_6$	✗	مواد ناقطبی مثل هگزان	مولکول‌های آن دو بخش قطبی و ناقطبی دارند. تفاوت آن با چربی موجود در کوهان شتر، وجود ۳ پیوند دوگانه در بخش هیدروکربنی خود است.
وازلین	$C_{28}H_{58}$	✗	مواد ناقطبی مثل هگزان	نوعی آلکان است که در مقایسه با گریس چسبندگی بیشتری دارد.



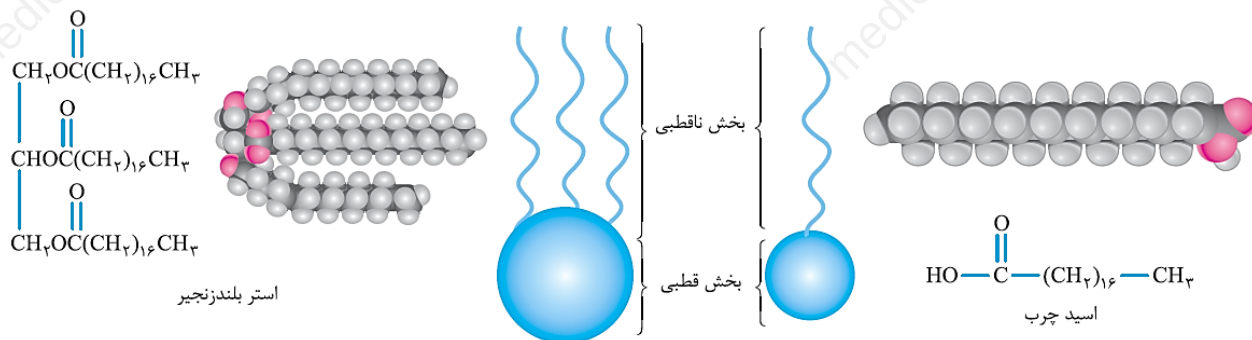
ساختار مولکولی اوره به صورت مقابل است:



ساختار مولکولی اتیلن گلیکول به صورت مقابل است:

مواد قطبی در حلال‌های قطبی و مواد ناقطبی در حلال‌های ناقطبی حل می‌شوند. لکه عسل به راحتی با آب شسته و در آن پخش می‌شود؛ زیرا عسل حاوی مولکول‌های قطبی است که در ساختار خود شمار قابل توجهی گروه هیدروکسیل (گروه عاملی الکلی با ساختار $-OH$) دارند. هنگامی که عسل وارد آب می‌شود، مولکول‌های سازنده آن با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی برقرار می‌کنند و در سرتاسر آن پخش می‌شوند.

چربی‌ها را می‌توان مخلوطی از اسیدهای چرب و استرهای بلند زنجیر (با جرم مولی زیاد) دانست. اسیدهای چرب، کربوکسیلیک اسیدهایی با زنجیر بلند کربنی (بخش R) هستند. نیروی بین مولکولی غالب در چربی‌ها از نوع وان‌دروالسی است، زیرا قسمت ناقطبی آن‌ها بسیار بزرگ است. تصویر زیر، نمای از ساختار چربی‌ها را نشان می‌دهد:

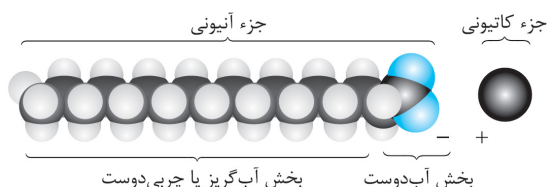


برای زدودن چربی‌ها از یک محیط، باید از صابون‌ها استفاده کنیم.

صابون جامد را می‌توان نمک سدیم اسید چرب دانست. فرمول همگانی این نوع صابون‌ها که جامد هستند، به صورت $R - COONa$ بوده که در آن R یک زنجیر هیدروکربنی بلند است. صابون جامد را از گرم کردن مخلوط روغن‌های گوناگون یا چربی‌ها مانند روغن زیتون، نارگیل و پیه با سدیم هیدروکسید تهیه می‌کنند. توجه داریم که صابون‌های مایع، نمک پتاسیم یا آمونیوم اسیدهای چرب هستند.

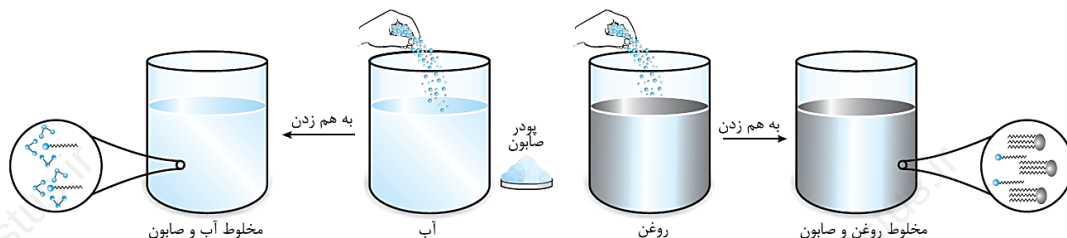
در ساختار $R - COO^- Na^+$ که یک نوع صابون جامد را نشان می‌دهد، بخش قرمز رنگ قطبی (آبدوست) و بخش آبی رنگ به دلیل زنجیره هیدروکربنی، ناقطبی (آب‌گریز یا چربی‌دوست) است. به همین خاطر، صابون ماده‌ای است که هم در آب و هم در چربی حل می‌شود.

ساختار پاک‌کننده‌های صابونی به صورت زیر است:





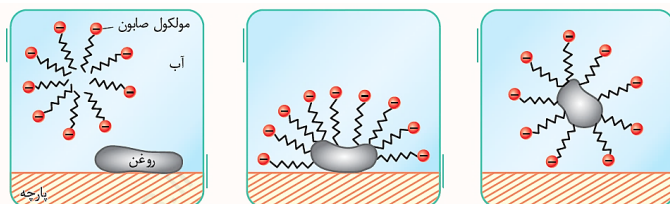
- فرمول شیمیایی پاک‌کننده‌های صابونی جامد به شرط اینکه دم‌هیدروکربنی موجود در آن‌ها کاملاً سیر شده باشد، به صورت $C_nH_{2n+1}COONa$ خواهد بود. برای بدست آوردن صابون‌های مایع، باید کاتیون موجود در صابون‌های جامد را با کاتیون پتاسیم و یا آمونیوم جایگزین کنیم.
- چون ذرات صابون از دو بخش قطبی و ناقطبی تشکیل شده‌اند، این ماده هم در آب (از طریق بخش قطبی خود)، هم در چربی (از طریق بخش ناقطبی خود) حل می‌شود. تصویر زیر، نمایی از این فرایند را نشان می‌دهد:



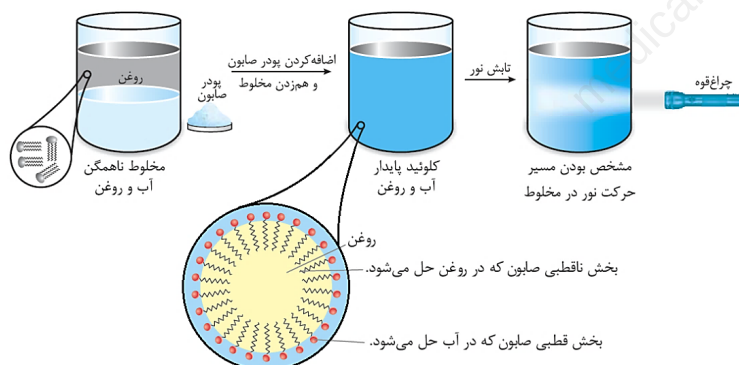
- اغلب موادی که در زندگی روزانه با آن‌ها سروکار داریم، از مخلوط دو یا چند ماده تشکیل شده‌اند. آب دریا، هوا، نوشیدنی‌ها، انواع رنگ‌ها، سرامیک‌ها، چسب‌ها، شوینده‌ها و داروها همگی مخلوط هستند.
- مخلوط آب و روغن یک مخلوط ناپایدار است زیرا به محض اینکه هم زدن آن را متوقف کنید، آب و روغن از هم جدا شده و دولایه مجزا تشکیل می‌دهند. در این حالت، روغن روی سطح آب قرار خواهد گرفت. این در حالی است که اگر مقداری صابون به این مخلوط اضافه کنید و آن را به هم بزنید یک مخلوط پایدار ایجاد می‌شود که به ظاهر همگن است.
- مخلوط آب و روغن و صابون یک نوع کلوئید است. کلوئید نوعی مخلوط است که ناهمگن بوده و حاوی توده‌های مولکولی با اندازه‌های متفاوت است. شیر، ژله، سس مایونز و رنگ نمونه‌هایی از کلوئیدها هستند.
- رفتار کلوئیدها را می‌توان رفتاری بین سوسپانسیون و محلول‌ها در نظر گرفت. در جدول زیر ویژگی‌های کلوئیدها را با سایر مخلوط‌ها مقایسه می‌کنیم:

ویژگی	سوسپانسیون	کلوئید	محلول
پخش کردن نور	✓	✓	✗
همگن بودن	✗	✗	✓
پایدار بودن (ته‌نشین نشدن)	✗	✓	✓
ذره‌های سازنده	ذره‌های ریز ماده	مولکول بزرگ یا توده مولکولی	یون یا مولکول
مثال	شربت معده - آب گل‌آلود	شیر - ژله - سس مایونز - رنگ	هوا - محلول مس (II) سولفات

- هنگامی که صابون وارد آب می‌شود، به کمک سر آب دوست خود در آن حل می‌شود. از سوی دیگر، ذره‌های صابون با بخش چربی دوست خود با مولکول‌های چربی جاذبه برقرار می‌کنند. طی این فرایند، مولکول‌های صابون مانند پلی بین مولکول‌های آب و چربی قرار می‌گیرند. به این ترتیب، ذره‌های چربی کم‌کم از سطح پارچه جدا و در آب پخش می‌شوند. تصویر مقابل، مراحل پاک شدن لکه چربی از لباس را نشان می‌دهد:



- با استفاده از صابون، می‌توان چربی‌ها را در آب حل کرد. تصویر زیر، مراحل انجام شدن این فرایند را نشان می‌دهند:





فصل اول: مولکول‌ها در خدمت تندرستی

✓ قدرت پاک‌کنندگی صابون‌ها به عوامل گوناگونی بستگی دارد. در واقع صابون‌ها همه لکه‌ها را به یک اندازه از بین نمی‌برند؛ زیرا عوامل مختلفی از جمله:

۱) نوع پارچه ۲) دما

۳) نوع آب ۴) وجود آنزیم

۵) مقدار صابون. بر روی قدرت پاک‌کنندگی آن‌ها تأثیر دارد.

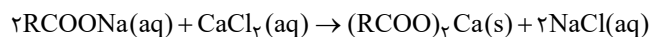
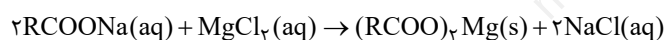
✓ با افزایش دما و اضافه کردن آنزیم، قدرت پاک‌کنندگی صابون بیشتر می‌شود. افزودن آنزیم تأثیری بیشتر از افزایش 10°C دما در قدرت صابون دارد.

✓ چون لکه‌های چربی به الیاف پلی‌استری با قدرت بیشتری نسبت به الیاف نخی می‌چسبند، پس از شست‌وشو، درصد لکه باقیمانده بر روی پارچه‌های نخی در شرایط یکسان، کمتر از پارچه پلی‌استری است.

✓ آب‌دریا و آب‌های مناطق کویری که شور هستند، مقادیر چشمگیری از یون‌های کلسیم و منیزیم دارند. چنین آب‌هایی به آب سخت معروف هستند. البته، این یون‌ها به مقدار خیلی کمتر در آب آشامیدنی هم یافت می‌شوند.

✓ صابون در آب‌های سخت به خوبی کف نمی‌کند و قدرت پاک‌کنندگی آن کاهش می‌یابد، زیرا ذرات صابون با برخی از کاتیون‌های موجود در آب سخت از جمله یون‌های کلسیم و منیزیم رسوب تشکیل می‌دهد.

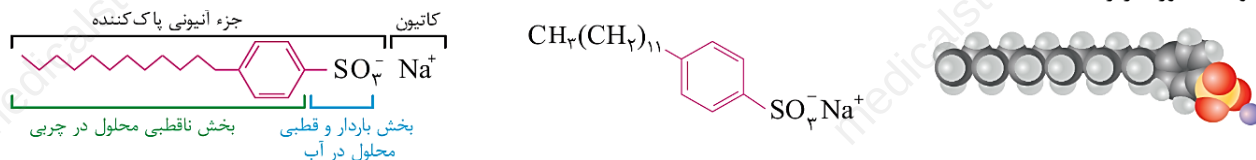
✓ صابون بر اساس معادله‌های زیر با یون‌های موجود در آب سخت (کاتیون منیزیم و کلسیم) واکنش می‌دهد:



✓ لکه‌های سفیدی که پس از شستن لباس با صابون روی آن‌ها باقی می‌ماند، نشان از تشکیل رسوب صابون با یون‌های Ca^{2+} و Mg^{2+} دارد. توجه داریم که در ساختار این ترکیب رسوبی، شمار آنیون‌ها دو برابر شمار کاتیون‌ها است.

✓ دو دلیل مقابل، انسان را وادار به شناسایی و تولید پاک‌کننده‌های غیرصابونی کرد: ۱) نیاز به میزان زیادی چربی برای تولید صابون در حجم انبوه به دلیل افزایش جمعیت جهان ۲) صابون در همه شرایط از جمله سفرهای دریایی و یا صنایع وابسته به آب شور به خوبی عمل نمی‌کند.

✓ با توجه به نیاز بشر برای یافتن یک جایگزین مناسب بجای پاک‌کننده‌های صابونی، شیمی‌دان‌ها توانستند با استفاده از بنزن و دیگر مواد اولیه در صنایع پتروشیمی، مواد پاک‌کننده‌ای با فرمول همگانی $\text{RC}_6\text{H}_4\text{SO}_3^-\text{Na}^+$ تولید کنند. این مواد به پاک‌کننده‌های غیرصابونی مشهور هستند. ساختار این مواد به صورت زیر است:



✓ پاک‌کننده‌های غیرصابونی از مواد پتروشیمیایی طی واکنش‌های پیچیده در صنعت تولید می‌شوند. این مواد قدرت پاک‌کنندگی بیشتری نسبت به صابون دارند و در آب‌های سخت خاصیت پاک‌کنندگی خود را حفظ می‌کنند؛ زیرا با یون‌های موجود در این آب‌ها رسوب تشکیل نمی‌دهند.

✓ صابون طبیعی معروف به صابون مراغه با بیش از ۱۵۰ سال قدمت، معروف‌ترین صابون سنتی ایران است. برای تهیه این صابون، پیه گوسفند و سود سوزآور را در دیگ‌های بزرگ با آب برای چندین ساعت می‌جوشانند و پس از قالب‌گیری آن‌ها را در آفتاب خشک می‌کنند.

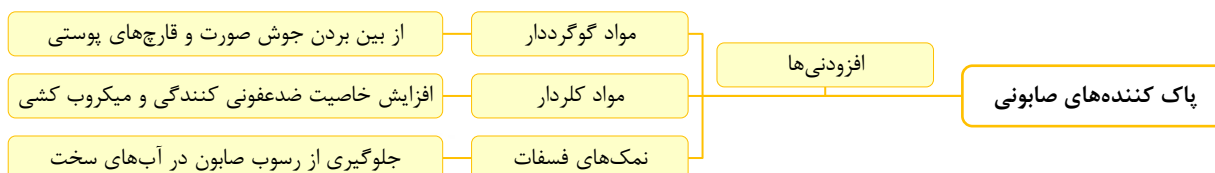
✓ صابون مراغه افزودنی شیمیایی ندارد و به دلیل خاصیت بازی مناسب، برای شست‌وشوی موهای چرب استفاده می‌شود.

✓ سالانه حدود ۲۰۰ تن صابون در شهر مراغه تولید می‌شود. صابون‌های سنتی در شهرهایی مانند آشتیان، رودبار و ... نیز تولید می‌شوند. از نوعی صابون سنتی در تنور نان سنگک برای چرب کردن سطح سنگ‌ها استفاده می‌شود.

✓ امروزه صابون‌ها و شوینده‌های دیگری تولید می‌شوند که افزون بر خاصیت پاک‌کنندگی، خواص ویژه‌ای نیز دارند. این صابون‌ها، افزودنی‌های ویژه‌ای دارند. به طور مثال، ۱) صابون گوگردار برای از بین بردن جوش صورت و همچنین قارچ‌های پوستی استفاده می‌شود. ۲) از صابون کلردار به منظور افزایش

خاصیت ضدعفونی‌کنندگی و میکروب‌کشی استفاده می‌شود. ۳) از افزودن نمک‌های فسفات (PO_4^{3-}) به شوینده‌ها، برای جلوگیری از تشکیل رسوب و ایجاد لکه به واسطه‌ی واکنش صابون‌ها با یون کلسیم و منیزیم استفاده می‌شود.

✓ نمودار زیر، نقش افزودنی‌های مختلف را در پاک‌کننده‌های صابونی نشان می‌دهد:





هر چه شوینده‌ای مواد شیمیایی بیشتری داشته باشد، احتمال ایجاد عوارض جانبی آن بیشتر خواهد بود. به همین دلیل مصرف زیاد شوینده‌ها و تنفس بخار آن‌ها، عوارض پوستی و بیماری‌های تنفسی ایجاد می‌کند. بر این اساس، برای حفظ سلامت بدن و محیط زیست، استفاده از شوینده‌های ملایم، طبیعی و مناسب توصیه می‌شود.

پاک‌کننده‌های صابونی و غیرصابونی بر اساس برهم‌کنش میان ذره‌ها از جمله برقراری پیوند هیدروژنی و نیروی وان‌دروالسی عمل می‌کنند. *خب بریم سراغ پاک‌کننده‌های خورنده! البته، در انتهای این فصل، مطالب بیشتری در رابطه با این پاک‌کننده‌ها خواهیم خواند...*

پاک‌کننده‌های دیگری وجود دارند که در کنار برهم‌کنش میان ذره‌ها، با آلاینده‌ها واکنش شیمیایی نیز می‌دهند. به عنوان مثال، هیدروکلریک اسید (جوهر نمک)، سدیم هیدروکسید (محلول سود)، پتاسیم هیدروکسید (محلول پتاس) و سفیدکننده‌ها از این نوع پاک‌کننده‌ها هستند. همانطور که گفتیم، این مواد با آلاینده‌های موجود در محیط واکنش شیمیایی می‌دهند. این نوع از پاک‌کننده‌ها (پاک‌کننده‌هایی که از نظر شیمیایی فعال هستند و خاصیت خورندگی دارند)، به پاک‌کننده خورنده معروف بوده و نباید با پوست تماس داشته باشند.

رسوب تشکیل شده بر روی دیواره کتری، لوله‌ها، آب راه‌ها و دیگ‌های بخار آن چنان به این سطح‌ها می‌چسبند که با صابون و پاک‌کننده‌های غیرصابونی زدوده نمی‌شوند. برای زدودن این رسوب‌ها به پاک‌کننده‌هایی نیاز است که بتوانند با آن‌ها واکنش شیمیایی بدهند و آن‌ها را به فرآورده‌هایی تبدیل کنند که محلول در آب باشند و با آب شسته شوند.

نوعی پاک‌کننده که به شکل پودر عرضه می‌شود، شامل مخلوط سدیم هیدروکسید و پودر آلومینیم است. این پاک‌کننده برای باز کردن مجاری مسدود شده در برخی وسایل و دستگاه‌های صنعتی استفاده می‌شود و طبق الگوی زیر استفاده می‌شود:

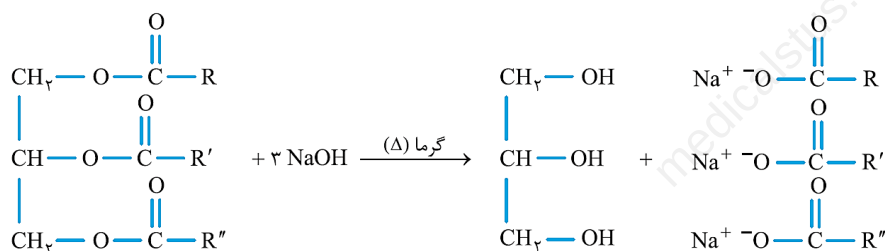
گرما + فرآورده‌های دیگر + گاز هیدروژن → آب + پودر آلومینیم + سدیم هیدروکسید (سود)

این واکنش نوعی واکنش گرماده است و با ایجاد گرما چربی‌ها را ذوب می‌کند که سبب افزایش اثرگذاری پاک‌کننده‌ها می‌شود.

گاز هیدروژن آزاد شده در این واکنش به رسوبات ایجاد شده در لوله‌ها و مجاری ضربه وارد می‌کند و سبب خرد شدن آن‌ها می‌شود.

سود (سدیم هیدروکسید) موجود در این نوع پاک‌کننده می‌تواند با چربی موجود در مجاری مسدود شده واکنش داده و صابون ایجاد کند. تولید صابون طی این فرایند، باعث افزایش قدرت پاک‌کنندگی ماده مورد نظر می‌شود.

صابون‌ها را با استفاده از چربی‌ها، روغن‌ها و اسیدهای چرب تهیه می‌کنند. چربی‌ها بر اساس معادله زیر با سود واکنش داده و صابون‌ها را تولید می‌کنند:



حالا که با مفاهیم مربوط به پاک‌کننده‌ها آشنا شدیم، نوبت میرسد به معرفی اسیدها و بازها ...

هر روز در بخش‌های گوناگون زندگی افزون بر شوینده‌ها و پاک‌کننده‌ها، مقادیر متفاوتی از مواد شیمیایی گوناگون مصرف می‌شود که در اغلب آن‌ها اسیدها و بازها نقش مهمی دارند.

عملکرد بدن انسان به میزان مواد اسیدی و بازی موجود در آن وابسته است. برای مثال، محیط درون معده انسان دارای خاصیت اسیدی است. توجه داریم که اسیدهای خوراکی مزه ترش و بازها مزه تلخ دارند.

اسیدها با اغلب فلزها واکنش می‌دهند و در تماس با پوست، احساس سوزش ایجاد می‌کنند. در حالی که بازها در سطح پوست همانند صابون، احساس لیزی ایجاد می‌کنند. توجه داریم که بازها نیز به پوست بدن آسیب می‌رسانند.

برای کاهش میزان اسیدی بودن خاک، به آن آهک (CaO) می‌افزایند. آهک خاصیت بازی داشته و افزودن این ماده به خاک سبب می‌شود تا مقدار و نوع مواد معدنی در دسترس گیاه تغییر کند. توجه داریم که ورود فاضلاب‌های صنعتی به محیط زیست سبب تغییر pH می‌شود.

اغلب داروها ترکیب‌هایی با خاصیت اسیدی یا بازی هستند. اغلب میوه‌ها نیز دارای اسید هستند و pH آن‌ها کمتر از ۷ است.

پیش از آنکه ساختار اسیدها و بازها شناخته شود، شیمی‌دان‌ها افزون بر ویژگی‌های اسیدها و بازها، با برخی واکنش‌های آن‌ها نیز آشنا بودند.

سوانت آرنیوس نخستین کسی بود که اسیدها و بازها را بر یک مبنای علمی توصیف کرد. او بر روی رسانایی الکتریکی محلول‌های آبی کار می‌کرد. یافته‌های تجربی او نشان داد که محلول اسیدها و بازها رسانای برق هستند، هر چند میزان رسانایی آن‌ها با یکدیگر یکسان نیست.

مواد و ترکیب‌هایی که با حل شدن در آب، غلظت یون‌های هیدروژن (H⁺(aq)) و هیدروکسید (OH⁻(aq)) را افزایش می‌دهند، به ترتیب اسید و باز آرنیوس هستند. بدیهی است هرچه [H⁺] در محلولی بیشتر باشد، آن محلول اسیدی‌تر و هر چه [OH⁻] در محلولی بیشتر باشد، آن محلول بازی‌تر است. اگر در یک سامانه غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید با هم برابر باشد، آن سامانه حالت خنثی دارد.

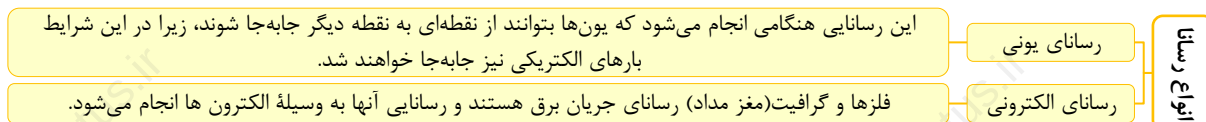


یون $H^+(aq)$ در آب به شکل H_3O^+ یافت می‌شود که به یون هیدرونیوم معروف است. برای آسانی در نوشتن، در منابع علمی به جای $H_3O^+(aq)$ از نماد $H^+(aq)$ برای نشان دادن یون هیدرونیوم استفاده می‌شود.

شیر سالم دارای مقداری یون $H^+(aq)$ است، اما با خراب شدن شیر، به علت تولید مقدار زیادی لاکتیک اسید در این ماده، میزان یون هیدرونیوم در شیر افزایش پیدا می‌کند. ترش شدن شیر طی این فرایند نیز بخاطر افزایش غلظت یون هیدرونیوم در آن است.

حالا که با مفاهیم اولیه اسید و باز آشنا شدیم، میریم سراغ بحث رسانایی الکتریکی محلول‌های آبی ...

مواد رسانا را به دو دسته زیر تقسیم می‌کنیم:



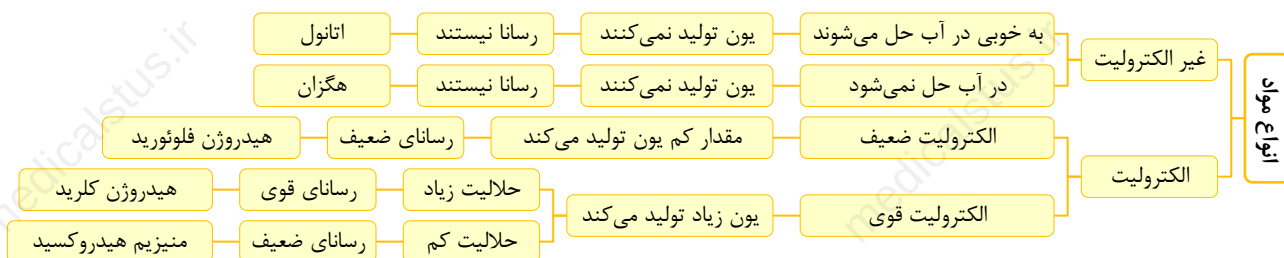
به طور کلی، میزان رسانایی محلول‌های آبی به مجموع غلظت مولی یون‌های موجود در آن‌ها بستگی دارد. با افزایش مجموع غلظت یون‌های موجود در یک محلول، رسانایی محلول بیشتر می‌شود.

هرگاه محلول سدیم کلرید در مدار الکتریکی قرار گیرد، جریان برق در مدار برقرار می‌شود، زیرا یون‌ها به سوی قطب‌های ناهمنام خود حرکت می‌کنند. طی این فرایند، یون‌های $Na^+(aq)$ به سوی قطب منفی و یون‌های $Cl^-(aq)$ به سوی قطب مثبت پیش می‌روند. جابه‌جایی یون‌ها نشان دهنده جابه‌جایی بارهای الکتریکی و در نتیجه، رسانایی الکتریکی محلول سدیم کلرید است.

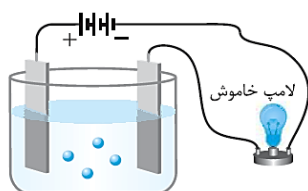
به موادی مانند $NaCl$ ، الکترولیت و به محلول حاصل از این مواد، محلول الکترولیت می‌گویند.

به موادی مانند اتانول و شکر که انحلال آن‌ها در آب به شکل مولکولی است، غیرالکترولیت و به محلول آن‌ها، محلول غیر الکترولیت می‌گویند. این محلول‌ها جریان الکتروسیسته را از خود عبور نمی‌دهند.

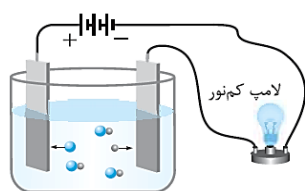
در نمودار زیر، رفتار انواع مواد و محلول‌ها در برابر جریان الکتروسیسته مقایسه شده است:



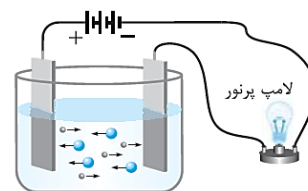
تصویر زیر، رفتار سه محلول مختلف را در مسیر جریان الکتروسیسته نشان می‌دهد:



محلول گلوکز در آب



محلول هیدرو فلوئوریک اسید (اسید ضعیف)



محلول هیدروکلریک اسید (اسید قوی)

به فرایندی که در آن یک ترکیب مولکولی در آب به یون‌های مثبت و منفی تبدیل می‌شود، یونش می‌گویند. توجه داریم که اصطلاح یونش، فقط مختص به ترکیب‌های مولکولی است.

به اسیدی که هر مولکول آن در آب تنها می‌تواند یک یون هیدرونیوم تولید کند، اسید تک‌پروتون‌دار می‌گویند. برای مثال، هیدروکلریک اسید و هیدروفلوئوریک اسید از جمله اسیدهای تک‌پروتون‌دار هستند.

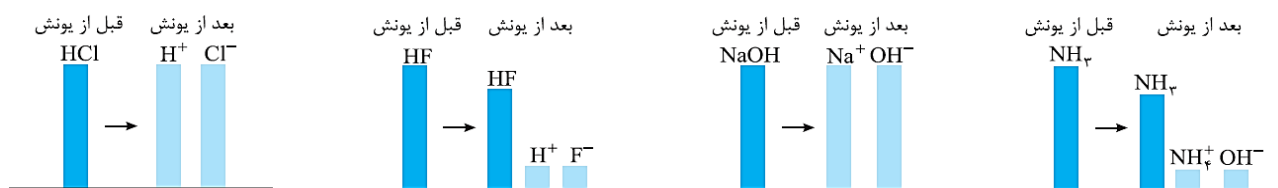
اسیدها را بر اساس میزان درجه یونش آن‌ها می‌توان به دو دسته تقسیم بندی کرد. دسته اول اسیدهای قوی هستند که می‌توان یونش آن‌ها را در آب کامل در نظر گرفت ($\alpha \approx 1$) و دسته دوم، اسیدهای ضعیف هستند که در آب به میزان جزئی یونیده می‌شوند. درجه یونش، مقیاسی است که از آن برای بررسی میزان یونش اسیدها در آب استفاده می‌شود. در این رابطه، داریم:

$$100 \times \text{درجه یونش } (\alpha) = \text{درصد یونش } (\alpha) \quad \text{تعداد کل مولکول‌های (یا مول‌های) یونیده شده} = \text{تعداد کل مولکول‌های (یا مول‌های) حل شده} \times \text{درجه یونش } (\alpha)$$

اسیدهای قوی را می‌توان محلولی شامل یون‌های آب پوشیده دانست، به طوری که در آن‌ها تقریباً مولکول‌های یونیده نشده یافت نمی‌شود. این در حالی است که در محلول اسیدهای ضعیف، افزون بر اندک یون‌های آب پوشیده، مولکول‌های اسید نیز یافت می‌شوند.



نمودارهای زیر، شرایط مربوط به انواع اسیدها و بازهای قوی و ضعیف را نشان می‌دهد:

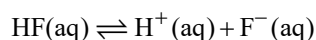


کربوکسیلیک اسیدها از جمله اسیدهای ضعیف هستند که فقط هیدروژن گروه کربوکسیل آن‌ها می‌تواند به صورت یون هیدرونیوم وارد محلول شود. به عنوان مثال، در محلول سرکه، شمار ناچیزی از یون‌های آب پوشیده هم‌زمان با شمار زیادی از مولکول‌های استیک‌اسید یونیده نشده حضور دارند. اسیدهای موجود در سیب، انگور، ریواس و مرکبات مانند پرتقال و لیمو نیز از جمله اسیدهای خوراکی و ضعیف هستند.

واکنش‌های شیمیایی را به طور کلی به دو دسته برگشت‌ناپذیر و برگشت‌پذیر تقسیم‌بندی می‌کنند. در واکنش‌های برگشت‌ناپذیر، فقط واکنش‌دهنده‌ها می‌توانند به فراورده‌ها تبدیل شوند؛ در حالی که در این واکنش‌ها امکان تبدیل فراورده‌ها به واکنش‌دهنده‌ها وجود ندارد. به عبارتی، این واکنش‌ها فقط در جهت رفت انجام می‌شوند. در نقطه مقابل، واکنش‌های برگشت‌پذیر وجود دارند که در آن‌ها امکان انجام شدن واکنش‌های رفت و برگشت وجود دارد. واکنش تعادلی، واکنش برگشت‌پذیری است که در شرایط مناسب، هم‌زمان در هر دو جهت رفت و برگشت انجام می‌شود، تا اینکه سرانجام لحظه‌ای فرا می‌رسد که غلظت واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها در آن ثابت می‌ماند. این ویژگی تنها هنگامی رخ می‌دهد که سرعت واکنش رفت با برگشت برابر شود. در این شرایط، هر مقداری از فراورده‌ها که در واحد زمان تولید می‌شود، هم‌زمان به همان مقدار از آن‌ها نیز مصرف می‌شود. سامانه‌های تعادلی با استفاده از نماد $\rightleftharpoons$ نشان داده می‌شوند.

حضور هم‌زمان واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها در مخلوط واکنش را می‌توان نشانه‌ای از برگشت‌پذیر بودن واکنش‌ها دانست. در شیمی به چنین سامانه‌هایی، سامانه تعادلی می‌گویند. واکنش‌های رفت و برگشت در سامانه‌های تعادلی به طور پیوسته و با سرعت برابر انجام می‌شوند و به همین دلیل، مقدار مواد شرکت‌کننده در سامانه ثابت می‌ماند.

نمونه‌ای از سامانه‌های تعادلی، محلول بازها و یا اسیدهای ضعیف در آب است. در این محلول‌ها به دلیل یونش ناچیز مولکول‌های بازی یا اسیدی، میان اندک یون‌های حاصل از یونش و مولکول‌های یونیده نشده، تعادل برقرار می‌شود. برای نمونه در محلول هیدروفلوئوریک اسید تعادل زیر برقرار است:



سامانه‌های تعادلی را از دیدگاه کمی نیز می‌توان بررسی کرد، به طوری که این سامانه‌ها با کمیتی به نام ثابت تعادل (K) توصیف می‌شوند. ثابت تعادل هر واکنش برابر با نسبت حاصل ضرب غلظت تعادلی فراورده‌های گازی یا محلول، هر یک به توان ضریب آن‌ها به حاصل ضرب غلظت تعادلی واکنش‌دهنده‌های گازی یا محلول، هر یک به توان ضریب آن‌ها است. به عنوان مثال، در رابطه با واکنش $2\text{A(g)} + 3\text{C(g)} \rightleftharpoons \text{D(g)} + 3\text{B(g)}$ داریم:

$$K = \frac{[\text{D}] \times [\text{B}]^3}{[\text{A}]^2 \times [\text{C}]^3}$$

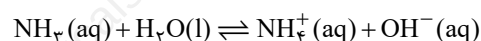
با قراردادن غلظت تعادلی گونه‌های شرکت‌کننده در واکنش یونش اسیدهای ضعیف در رابطه ثابت تعادل، مقدار K برای این واکنش به صورت زیر به دست می‌آید:

$$K = K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = \frac{\text{غلظت آنیون حاصل از اسید} \times \text{غلظت یون هیدروژن}}{\text{غلظت اسید یونیده‌نشده}}$$

به ثابت تعادل فرایند یونش اسیدها (K_a)، به اصطلاح ثابت یونش اسیدی می‌گویند که یکای آن معادل با mol.L^{-1} است.

مقدار ثابت تعادل (K) برای یک واکنش تعادلی در دمای معین، مقداری ثابت بوده و با تغییر غلظت مواد شرکت‌کننده در تعادل، دچار تغییر نمی‌شود. گفتیم که ثابت تعادل برای اسیدها به ثابت یونش اسیدی معروف است.

بازهای ضعیف نیز به هنگام انحلال در آب، طی فرایند تعادلی یونش پیدا کرده و یا تفکیک یونی می‌شوند. به عنوان مثال، معادله یونش آمونیاک به صورت زیر است:



به ثابت تعادل فرایند یونش بازها (K_b)، به اصطلاح ثابت یونش بازی می‌گویند که یکای آن معادل با mol.L^{-1} است.

ثابت یونش، بیانی از میزان پیشرفت فرایند یونش تا زمان رسیدن به تعادل است، به طوری که هرچه ثابت یونش اسیدی در دمای معین بزرگ‌تر باشد، آن اسید بیشتر یونیده شده و غلظت یون‌های موجود در محلول آن بیشتر است.

ترتیب مقدار ثابت یونش برخی از ترکیب‌های اسیدی معرفی شده در کتاب درسی به شرح زیر است:



هیدرویدیک اسید، هیدروبرمیک اسید، هیدروکلریک اسید، سولفوریک اسید و نیتریک اسید، از جمله اسیدهای قوی ($\alpha = 1$) هستند.

اگر دو قطعه نوار منیزیم یکسان را با حجم برابر از محلول دو اسید متفاوت (از لحاظ قدرت اسیدی)، در دما و غلظت یکسان وارد واکنش کنیم، اسید



فصل اول: مولکول‌ها در خدمت تندرستی

قوی‌تر با منیزیم سریع‌تر واکنش می‌دهد و سرعت تولید گاز هیدروژن در ظرف مربوط به این اسید بیشتر خواهد بود. البته، توجه داریم که چون مقدار اسید موجود در دو محلول یکسان است، میزان نهایی گاز H_2 تولید شده در هر دو ظرف نیز یکسان خواهد بود.

باران اسیدی حاوی نیتریک اسید و سولفوریک اسید است، در حالی که باران معمولی حاوی کربنیک اسید است. بنابراین غلظت یون $H^+(aq)$ در باران‌های اسیدی بیشتر است.

در جدول زیر، محدوده pH محیط در بعضی از قسمت‌های بدن را مشاهده می‌کنیم:

روده	خون	بازو دهان	معدة در حالت فعالیت
۸/۵	۷/۴	۵/۲ تا ۷/۱	۱/۶ تا ۱/۸

آمونیاک از جمله بازهای ضعیف است که در محلول‌های شیشه‌پاک‌کن وجود دارد.

سدیم هیدروکسید (سود) از بازهای قوی است که در لوله بازکن‌ها استفاده می‌شود. تماس محلول سدیم هیدروکسید با بدن و تنفس بخارات آن، آسیب‌های جدی به دنبال دارد.

گستره تغییر pH در محلول‌های آبی و در دمای اتاق از ۰ تا ۱۴ است. توجه داریم که در سامانه‌های خنثی رابطه $[H^+] = [OH^-]$ برقرار است.

آب خالص رسانایی الکتریکی ناچیزی دارد و جریان الکتریسیته را به مقدار کمی از خود عبور می‌دهد. این ویژگی بیانگر وجود مقدار بسیار کمی از یون‌های

هیدرونیوم و هیدروکسید است. در دمای اتاق، برای آب و محلول‌های آبی، رابطه زیر همواره برقرار است:

برای بدست آوردن pH و ثابت یونش اسیدی در محلول‌های آبی از فرمول‌های زیر استفاده می‌کنیم.

$$pH = -\log[H^+] \quad \bullet \quad K_a = \frac{M \times \alpha^2}{1 - \alpha} \quad \bullet \quad [H^+] = M \times \alpha = \sqrt{K_a \times M \times (1 - \alpha)}$$

اگر در محلول مورد نظر $\alpha \leq 0.05$ و یا $\frac{K_a}{M} < 0.002$ باشد، می‌توان از دو فرمول زیر استفاده کرد: $10^{-pH} = \sqrt{K_a \times M}$ • $K = M \times \alpha^2$

برای محاسبه غلظت یون هیدروژن در یک محلول با pH مشخص، از رابطه زیر استفاده می‌شود:

واکنش خنثی شدن اسید و باز، مبنایی برای کاربرد شوینده‌ها و پاک‌کننده‌ها است. به عبارت دیگر، اغلب شوینده‌ها از جمله شوینده‌ها خورنده بر اساس خواص اسیدی و بازی مواد کار می‌کنند.

معادله کلی واکنش خنثی شدن اسیدها و بازها را به صورت مقابل نشان می‌دهند:

اگر مسیر لوله‌ای با مخلوطی از اسیدهای چرب مسدود شود، برای باز کردن این لوله باید از محلول غلیظ سدیم هیدروکسید استفاده کرد. معادله

واکنش‌هایی که انجام می‌شود را می‌توان به شکل کلی $RCOOH(s) + NaOH(aq) \rightarrow RCOONa(aq) + H_2O(l)$ نمایش داد. فرآورده چنین

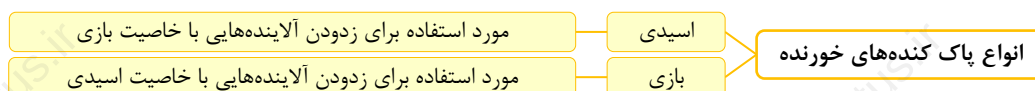
واکنش‌هایی، خود نوعی پاک‌کننده است که در آب حل می‌شود و می‌تواند چربی‌های اضافی را بزداید.

موادی که سبب گرفتگی بعضی لوله‌ها و مجاری می‌شوند، خاصیت بازی دارند، به طوری که روی دیواره لوله‌ها و مجاری به شکل رسوب به جای مانده‌اند.

رسوب کلسیم کربنات جامد، نمونه‌ای از این مواد است. در این حالت، لوله بازکن اسیدی در واکنش با این رسوب‌ها، فرآورده‌های محلول در آب یا گازی

تولید می‌کند و از این راه سبب جرم‌گیری آن‌ها می‌شود.

با توجه به توضیحات داده شده، می‌توان گفت پاک‌کننده‌های خورنده مطابق با نمودار زیر، به دو گروه اسیدی و بازی تقسیم می‌شوند:



به عنوان آخرین مبحث مهم از این فصل، در رابطه با اسید معده و داروهای ضد اسید صحبت خواهیم کرد ...

دلیل سوزش معده که درد شدیدی در ناحیه سینه ایجاد می‌کند، برگشت مقداری از محتویات اسیدی معده به لوله مری است. یاخته‌های دیواره معده

با ورود مواد غذایی به آن، هیدروکلریک اسید ترشح می‌کنند. این اسید افزون بر فعال کردن آنزیم‌ها برای تجزیه مواد غذایی، جانداران ذره‌بینی موجود

در غذا را نیز از بین می‌برد.

در بدن انسان بالغ روزانه بین دو تا سه لیتر شیره معده تولید می‌شود که غلظت یون هیدرونیوم در آن حدود 0.03 mol.L^{-1} (معادل با pH = ۱/۵) است.

توجه داریم که در زمان استراحت، pH محیط درون معده برابر ۳/۷ است.

درون معده یک محیط بسیار اسیدی است و حتی می‌تواند فلز روی را در خود حل کند!

خوردن غذا سبب می‌شود که غده‌های موجود در دیواره معده، هیدروکلریک اسید ترشح کنند. دیواره داخلی معده به طور طبیعی مقدار کمی از یون‌های

هیدرونیوم را دوباره جذب می‌کند. این جذب سبب نابودی سلول‌های سازنده دیواره معده می‌شود.

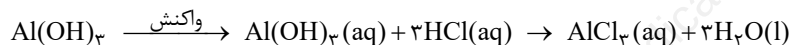
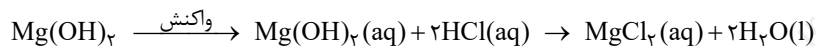


اگر مقدار اسید معده به هر دلیل بیش از اندازه باشد، شمار یون‌های هیدرونیوم جذب شده توسط سلول‌های دیواره‌ی معده افزایش یافته و این فرایند، سبب درد، التهاب و گاهی خونریزی معده می‌شود.

ضداسیدها داروهایی هستند که برای جلوگیری از درد، التهاب و خونریزی معده توسط پزشکان تجویز می‌شوند. شیر منیزی یکی از رایج‌ترین آن‌ها است که شامل منیزیم هیدروکسید می‌شود.

داروهای ضد اسید، خاصیت بازی داشته و با ورود به معده، سبب خنثی کردن اسید معده (HCl) و افزایش مقدار pH محتویات معده می‌شوند.

مواد مؤثر موجود در ضداسیدهای مختلف، شامل منیزیم هیدروکسید ($Mg(OH)_2$)، آلومینیم هیدروکسید ($Al(OH)_3$) و سدیم هیدروژن کربنات (جوش شیرین یا $NaHCO_3$) می‌شود. این مواد براساس معادله‌های زیر با اسید معده واکنش می‌دهند:



برای افزایش قدرت پاک‌کنندگی چربی‌ها، به شوینده‌ها جوش شیرین می‌افزایند. جوش شیرین (سدیم هیدروژن کربنات) نوعی ترکیب بازی بوده و باعث افزایش خاصیت بازی شوینده‌ها می‌شود.

رنگ گل ادریسی به میزان pH خاک بستگی دارد. این گل در محیط **اسیدی** به رنگ **آبی** و در محیط **بازی** به رنگ **سرخ** شکوفا می‌شود.
 خب مطالب حفظی فصل اول شیمی دوازدهم هم به همین سادگی به پایان رسید ...



فصل ۲: آسایش و رفاه در سایه شیمی



نوبتی هم که باشه، نوبت میرسه به فصل دوم شیمی دوازدهم! در این فصل در رابطه با انرژی الکتریکی، روش های تولید آن به کمک واکنش های شیمیایی و تأثیرهای آن بر واکنش های شیمیایی صحبت خواهیم کرد. در واقع، الکترون ذره زیراتمی هست که علم شیمی و علم الکترونیک رو به هم مربوط کرده و اگر با ویژگی های مهم این ذره زیراتمی به طور کامل آشنا باشیم، میانی مربوط به الکترون شیمی را نیز به خوبی درک خواهیم کرد. در خلال مطالب این فصل، با مباحث خیلی مهمی از جمله عدد آسایش، فرایند خوردگی فلزها، آلودگی، استخراج عناصر فلزی از ساختار ترکیب ها و ... آشنا خواهیم شد.

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

پدیده های طبیعی همچون تندر و آذرخش از ماهیت الکتریکی ماده سرچشمه می گیرند و شامل داد و ستد الکترون می شوند. در این پدیده ها، بخشی از انرژی آزاد شده در قالب انرژی الکتریکی مبادله می شود.

علم الکتروشیمی دارای دستاوری های زیادی بوده که از جمله ی آن ها می توان به موارد روبرو اشاره کرد:

۱) تولید انرژی الکتریکی پاک و ارزان ۲) افزایش سطح رفاه و آسایش در جهان ۳) تهیه مواد جدید ۴) پیاده کردن اصول شیمی سبز

اتاق باتری، سمک، انتقال ایمن آب و قطار برقی، نمونه هایی از فناوری هایی هستند که نقش الکتروشیمی را در رفاه و آسایش نشان می دهند. دو رکن اساسی تحقق فناوری های وابسته به الکتروشیمی، موارد روبرو است:

۱) دستیابی به مواد مناسب ۲) تأمین انرژی

پر کاربرد ترین شکل انرژی در به کارگیری فناوری های مختلف انرژی الکتریکی است. در نمودار زیر به بررسی برخی از قلمروهای الکتروشیمی می پردازیم:

تأمین انرژی (باتری ها، سلول سوختی و سوخت آن ها)

تولید مواد (مانند برق کافت و آبکاری)

اندازه گیری و کنترل کیفی (اطمینان از کیفیت فراورده)

الکتروشیمی

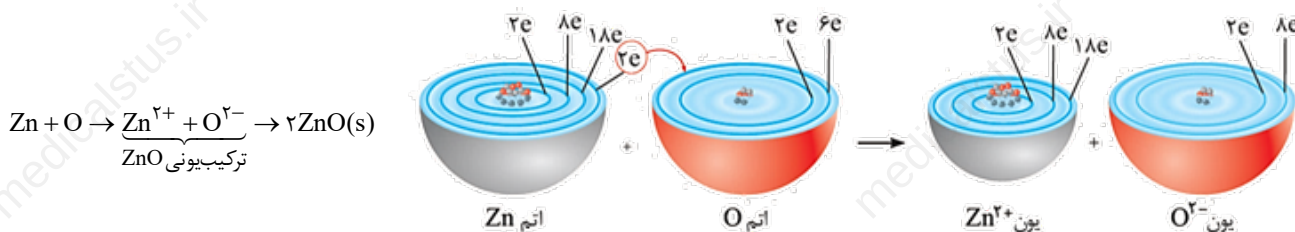
باتری یکی از فراورده های مهم صنعتی است که در محل مورد نیاز با انجام واکنش های شیمیایی، الکتریسیته تولید می کند. برای نمونه تأمین انرژی الکتریکی برای تنظیم کننده ضربان قلب، سمک، تلفن همراه، اندام مصنوعی، دوربین دیجیتال، رایانه قابل حمل و خودروی الکتریکی به باتری وابسته است. در ساختار باتری ها، بخشی از انرژی شیمیایی ذخیره شده در مواد در قالب انرژی الکتریکی آزاد می شود.

ساخت لوله های فلزی انتقال آب، قوطی های محتوی مواد غذایی، لوازم آشپزی که در برابر خوردگی مقاوم هستند و مانع از آلوده شدن آب و مواد غذایی می شوند، همچنین کسب اطمینان از کیفیت تولید فراورده های دارویی، بهداشتی و غذایی، چهره های دیگری از استفاده های علم الکتروشیمی هستند.

باتری، مولدی است که در آن واکنش های شیمیایی رخ می دهد تا بخشی (نه همه) از انرژی شیمیایی مواد به انرژی الکتریکی تبدیل شود. انرژی حاصل از این فرایند، می تواند یک موتور الکتریکی را به حرکت در بیاورد.

اکسیژن نافلزی فعال است که با اغلب فلزها واکنش می دهد و آن ها را به اکسید فلز تبدیل می کند، در حالیکه با برخی فلزها مانند طلا و پلاتین واکنش نمی دهد. اتم اکسیژن حین واکنش با فلزات ۲ عدد الکترون از فلز گرفته و به لایه آخر خود اضافه می کند و به آرایش پایدار می رسد. طی این فرایند، مولکول اکسیژن به یون اکسید تبدیل می شود.

روی، از جمله فلزهایی است که با اکسیژن واکنش می دهد. تصویر زیر نمایی از این واکنش را نشان می دهد:



در واکنش های الکتروشیمیایی، گرفتن الکترون را کاهش و از دست دادن الکترون را اکسایش می نامیم. در این شرایط، گونه ای که الکترون از دست می دهد را کاهنده و گونه ای که الکترون دریافت می کند را اکسنده می نامیم. آند الکترودی است که در آن نیم واکنش اکسایش انجام شده و کاتد الکترودی است که در آن نیم واکنش کاهش رخ می دهد.



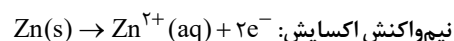
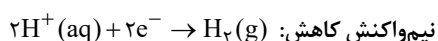
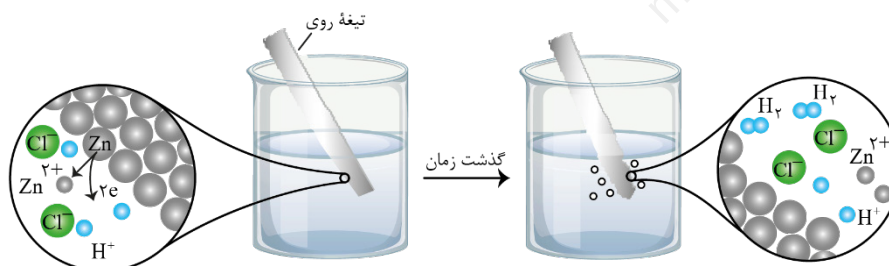
در جدول زیر به بررسی خلاصه‌ای از ویژگی‌های گونه کاهنده و اکسنده می‌پردازیم:

اکسنده	کاهنده
الکترون می‌گیرد	الکترون از دست می‌دهد
کاهش می‌یابد	اکسید می‌شود
گونه دیگر را اکسید می‌کند	گونه دیگر را کاهش می‌دهد

شیمی دان‌ها هریک از فرایندهای گرفتن و از دست دادن الکترون را با یک نیم‌واکنش نمایش می‌دهند. توجه داریم که هر نیم‌واکنش باید از لحاظ جرم (تعداد اتم‌ها) و بار الکتریکی موازنه باشد.

اغلب فلزها در واکنش با نافلزها تمایل دارند یک یا چند الکترون خود را به نافلزها داده و ضمن اکسایش به کاتیون تبدیل شوند. نافلزها نیز با گرفتن یک یا چند الکترون کاهش یافته و به آنیون تبدیل می‌شوند. از این رو فلزها اغلب کاهنده و نافلزها اغلب اکسنده هستند.

اغلب فلزها در واکنش با محلول اسیدها، گاز هیدروژن و نمک تولید می‌کنند. تصویر زیر، نمایی از این واکنش را نشان می‌دهد:



می‌دانیم که همه واکنش‌ها با مبادله انرژی همراه هستند. در برخی واکنش‌های اکسایش-کاهش افزون بر داد و ستد الکترون، انرژی نیز آزاد می‌شود. به عنوان مثال، فلزهایی مانند منیزیم و سدیم در حضور گاز اکسیژن می‌سوزند و نور و گرما تولید می‌کنند.

در گذشته برای عکاسی از فرایند سوختن منیزیم به عنوان منبع نور استفاده می‌شده است. در این واکنش، فلز منیزیم با نور خیره کننده‌ای در حضور $O_2(g)$ می‌سوزد و به منیزیم اکسید تبدیل می‌شود. در واکنش مورد نظر، منیزیم کاهنده و اکسیژن اکسنده است. نمودار زیر، مجموعه‌ای از ویژگی‌های مختلف فلز منیزیم را نشان می‌دهد:

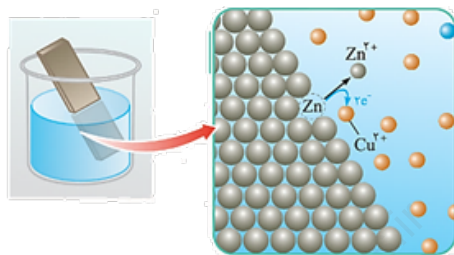
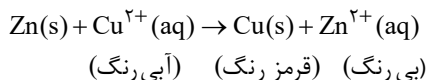
دومین عضو از خانواده فلزهای قلیایی خاکی است	منیزیم
چهارمین عنصر فراوان موجود در سیاره زمین است	
یک نمونه طبیعی از آن شامل ۳ ایزوتوپ می‌شود	
رنگ شعله آن سفیدرنگ است	
اکسید آن خاصیت بازی داشته و در جذب گاز کربن‌دی‌اکسید تولید شده در نیروگاه‌ها کاربرد دارد	
کاتیون حاصل از آن چهارمین یون فراوان موجود در آب دریا است	
در تهیه آلیاژها و شربت معده کاربرد دارد	
کاتیون حاصل از آن در آب‌های سخت یافت می‌شود	
در گذشته برای ایجاد منبع نور در عکاسی کاربرد داشته است	
برای جلوگیری از خوردگی فلز آهن کاربرد دارد	

چراغ خورشیدی یک ابزار روشنایی است که با استفاده از لامپ LED، سلول خورشیدی (نوعی مولد که در ساختار آن سیلیسیم وجود داشته و با استفاده از نور خورشید، انرژی الکتریکی تولید می‌کند) و باتری قابل شارژ تشکیل شده است. توجه داریم که در باتری‌های قابل شارژ، واکنش‌های شیمیایی برگشت پذیر انجام می‌شوند.



فصل دوم: آسایش و رفاه در سایه شیمی

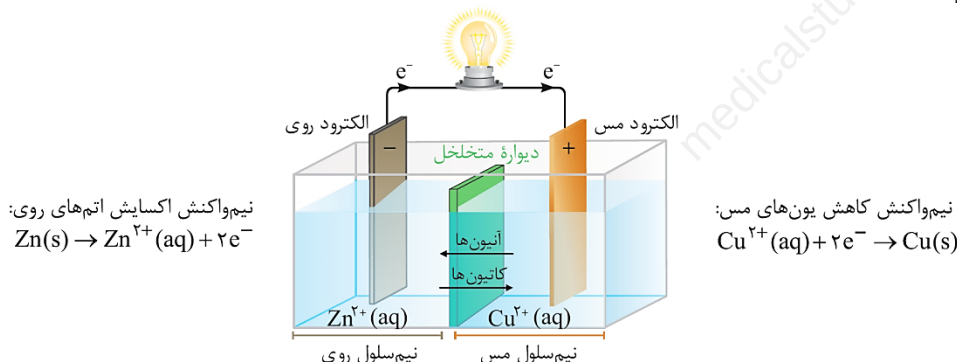
تمایل فلزها برای از دست دادن الکترون در محلول‌های آبی یکسان نیست. به دیگر سخن، فلزها قدرت کاهندگی متفاوتی دارند. برای نمونه فلز روی کاهنده‌تر از مس است. در واکنش‌هایی از این دست که به صورت خودبه‌خودی انجام می‌شوند، مخلوط واکنش گرم‌تر می‌شود زیرا سامانه واکنش بخشی از انرژی خود را به شکل گرما به محیط می‌دهد. به عنوان مثال، واکنش میان محلول مس (II) سولفات با فلز روی به صورت زیر است:



در واکنش محلول مس (II) سولفات با فلز روی، هیچ جریان الکتریکی بدست نمی‌آید چون واکنش مورد نظر در سطح تیغه انجام می‌شود. یکی از راه‌های بهره‌گیری از انرژی ذخیره شده در فلزها، اتصال آن‌ها در شرایط مناسب به یکدیگر است. برای نمونه با یک تیغه مسی و تیغه‌ای دیگر مانند روی و با میوه‌ای مانند لیمو می‌توان نوعی باتری ساخت و با آن یک لامپ LED را روشن کرد که در آن روی نقش آند و مس نقش کاتد را ایفا می‌کند. ساختار این باتری‌ها به صورت مقابل است:

برای ایجاد جریان الکتریکی باید الکترون‌ها را از یک مسیر معین عبور داد یا از نقطه‌ای به نقطه دیگر جابه‌جا نمود. بنابراین برای استفاده از جریان الکتریکی حاصل از واکنش‌های اکسایش-کاهش، از سلول‌های گالوانی استفاده می‌کنیم.

سلول گالوانی، سلولی است که شامل دو نیم‌سلول می‌شود. به طور مثال، در سلول روی-مس، تیغه روی درون محلولی از روی سولفات (نیم سلول روی) و تیغه مس درون محلولی از مس (II) سولفات (نیم سلول مس) قرار می‌گیرد. در این سلول، روی نقش کاهنده و مس نقش اکسند را دارد. نیم سلول‌ها توسط سیم (مدار خارجی) به یکدیگر وصل می‌شوند و الکترون‌ها در مدار بیرونی جابه‌جا شده و جریان الکتریکی ایجاد می‌شود. تصویر زیر، نمایی از این سلول را نشان می‌دهد:



در سلول گالوانی روی-مس، پس از مدتی جرم تیغه روی کم و جرم تیغه مس زیاد شده، زیرا به دلیل بیشتر بودن واکنش‌پذیری روی نسبت به مس، در طی واکنش، هر اتم روی دو الکترون از دست می‌دهد و به شکل یون روی وارد محلول می‌شود. الکترون‌های تولید شده در سطح الکتروود روی، از طریق مدار بیرونی (سیم رابط) به سوی کاتد (الکتروود مس) روانه می‌شوند. هر یون مس موجود در محلول کاتدی، این دو الکترون را می‌گیرد و به شکل اتم مس بر سطح تیغه می‌نشیند و باعث افزایش جرم تیغه می‌شود.

برای ادامه واکنش اکسایش-کاهش در سلول‌های گالوانی، محلول‌های موجود در دو نیم‌سلول باید از نظر بار الکتریکی خنثی بمانند. بین دو نیم‌سلول موجود در یک سلول گالوانی، یک دیواره متخلخل وجود دارد که از طریق آن، آنیون‌های موجود در کاتد به سمت آند می‌رود و کاتیون‌های موجود در محلول آند به سمت کاتد می‌رود. این فرایند، باعث خنثی شدن بار الکتریکی تجمع یافته در هر نیم‌سلول می‌شود.

در سلول گالوانی، به دلیل تولید الکترون در سمت الکتروود آندی، این الکتروود را با علامت منفی نشان می‌دهند.

حالا که با مفاهیم اولیه در رابطه با سلول‌های گالوانی آشنا شدیم، وقتشه که بییم سرانجام بحث نیروی الکتروموتوری این سلول‌ها و مقایسه قدرت کاهندگی نیم سلول‌های مختلف ...

اگر در سلول گالوانی به جای لامپ، یک عدد ولت‌سنج قرار گیرد، ولتاژی که ولت‌سنج نشان می‌دهد، معادل با اختلاف پتانسیل میان دو نیم‌سلول است. این اختلاف پتانسیل به نیروی الکتروموتوری معروف است و با نماد emf نمایش داده می‌شود.

هر سلول گالوانی ولتاژ معینی دارد. در این سلول‌ها با تغییر هر یک از اجزای سلول، مقدار ولتاژ خروجی تغییر می‌کند.

اندازه‌گیری پتانسیل یک نیم‌سلول به طور جداگانه ممکن نیست و این کمیت باید به طور نسبی اندازه‌گیری شود.



برای مقایسه پتانسیل الکتریکی نیم سلول های مختلف، نیم سلول استاندارد هیدروژن (SHE) را به عنوان مبنا انتخاب کردند و پتانسیل آن را برابر با صفر در نظر گرفتند و با تشکیل سلول گالوانی از هر نیم سلول با SHE، توانستند پتانسیل استاندارد بسیاری از نیم سلول ها را اندازه گیری کرده و در جدولی ثبت کنند. شکل زیر، نمایی از این جدول را که به سری الکتروشیمیایی معروف است، نشان می دهد:

نیم واکنش کاهش			$E^{\circ}(V)$
ولتاژ	گونه کاهنده	الکترون	گونه اکسند
+۱/۵۰	Au(s)	$+3e^{-} \rightarrow$	$Au^{3+}(aq)$
+۱/۲۰	Pt(s)	$+2e^{-} \rightarrow$	$Pt^{2+}(aq)$
+۰/۸۰	Ag(s)	$+e^{-} \rightarrow$	$Ag^{+}(aq)$
+۰/۳۴	Cu(s)	$+2e^{-} \rightarrow$	$Cu^{2+}(aq)$
۰/۰۰	$H_2(g)$	$+2e^{-} \rightarrow$	$2H^{+}(aq)$
-۰/۴۴	Fe(s)	$+2e^{-} \rightarrow$	$Fe^{2+}(aq)$
-۰/۷۶	Zn(s)	$+2e^{-} \rightarrow$	$Zn^{2+}(aq)$
-۱/۶۶	Al(s)	$+3e^{-} \rightarrow$	$Al^{3+}(aq)$
-۲/۳۷	Mg(s)	$+2e^{-} \rightarrow$	$Mg^{2+}(aq)$

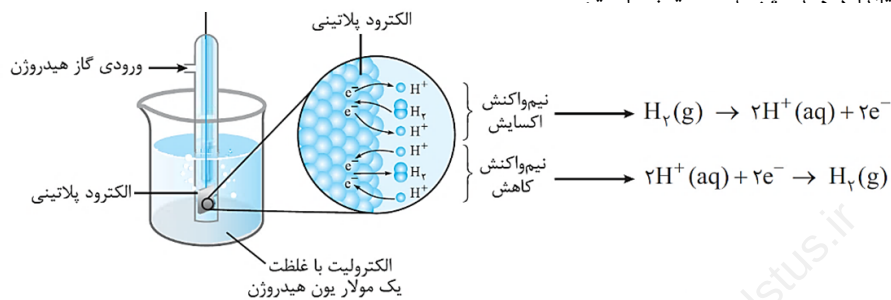
اکسند قوی تر

کاهنده قوی تر

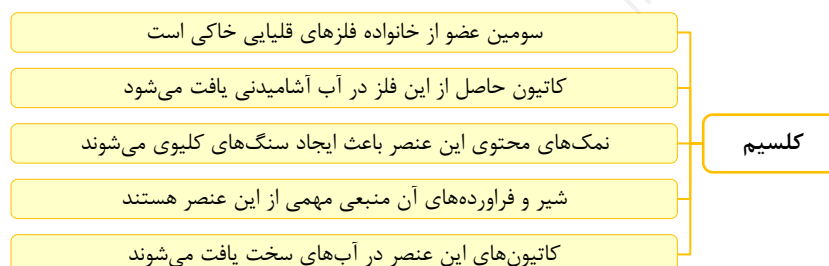
در جدول نشان داده شده، نیم واکنش ها به شکل کاهش نوشته شده اند و این پیشنهاد آیوپاک است که برای هماهنگی در همه منابع علمی معتبر به کار می رود. در هر نیم واکنش، گونه کاهنده در سمت راست و گونه اکسند در سمت چپ نوشته می شود.

اندازه گیری های پتانسیل استاندارد نیم سلول ها در شرایط روبرو انجام شده است: (۱) دمای $25^{\circ}C$ (۲) فشار ۱ اتمسفر (۳) غلظت یک مولار برای محلول الکترولیت ها. در این شرایط، پتانسیل اندازه گیری شده را پتانسیل کاهشی استاندارد نیم سلول می نامند و با E° نمایش می دهند.

ساختار نیم سلول استاندارد هیدروژن



فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی، از جمله عناصری هستند که مقدار E° آن ها منفی است. برای مثال، فلز کلسیم عضوی از خانواده فلزهای قلیایی خاکی است که مقدار E° آن منفی است. نمودار زیر، ویژگی های فلز کلسیم را نشان می دهد:





رتبه بندی فلزها بر اساس کاهش مقدار E° آن ها در یک جدول، سری الکتروشیمیایی نامیده می شود. در شکل زیر، از چپ به راست عناصری که دارای قدرت کاهندگی کمتری هستند را مشاهده می کنید.

Mg	Al	Mn	Zn	Fe	Sn	هیدروژن	Cu	Ag	Pt	Au
----	----	----	----	----	----	---------	----	----	----	----

برای ایجاد یک سلول گالوانی، عنصری با E° بیش تر، نقش کاتد و عنصری با E° کمتر، نقش آند را ایفا می کند و مقدار emf (نیروی الکتروموتوری) سلول نیز طبق رابطه روبرو محاسبه می شود:

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

در فناوری ساخت باتری های جدید، نقش فلز لیتیم پررنگ است. زیرا لیتیم در میان فلزها، کمترین چگالی و پایین ترین مقدار E° را دارد. این ویژگی های لیتیم سبب شد راه برای ساخت باتری های سبک تر، کوچک تر و با توانایی ذخیره بیش تر انرژی هموار شود.

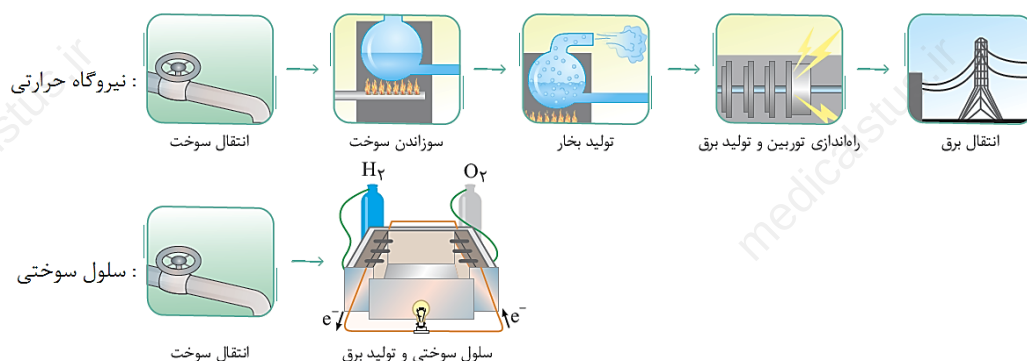
دسته ای از باتری های لیتیمی آن هایی هستند که در تلفن و رایانه همراه به کار می روند و می توان آن ها را بارها شارژ کرد. باتری های لیتیمی از نوع دگمه ای نیز در شکل ها و اندازه های گوناگون به کار می روند.

باتری روی-نقره از جمله باتری های دگمه ای است که در آن واکنش: $Zn(s) + Ag_2O(s) \rightarrow ZnO(s) + 2Ag(s)$ انجام می شود. در این واکنش، فلز Zn نقش آند را داشته و Ag نیز نقش کاتد را دارد.

سالانه از میلیاردها باتری لیتیمی درون دستگاه های الکترونیک در سرتاسر جهان استفاده می شود و سرانجام این دستگاه ها به همراه باتری های درون خود به شکل پسماند دور ریخته می شوند. به این ترتیب، حجم انبوهی از پسماندهای الکترونیکی تولید می شود.

پسماندهایی مانند تلفن و رایانه همراه، دارای باتری های لیتیمی بوده و به دلیل داشتن مواد شیمیایی گوناگون، سمی هستند و نباید در طبیعت رها یا دفن شوند؛ زیرا محیط زیست را آلوده می کنند. از سوی دیگر، برخی از این پسماندها به دلیل داشتن مقدار قابل توجهی از مواد و فلزهای ارزشمند و گران قیمت، منبعی برای بازیافت این مواد هستند.

سوخت های فسیلی رایج ترین سوخت برای خودروها و نیروگاه ها به شمار می روند. در هر یک از روش های زیر، مراحل تبدیل انرژی شیمیایی موجود در یک سوخت به انرژی الکتریکی نشان داده شده است.



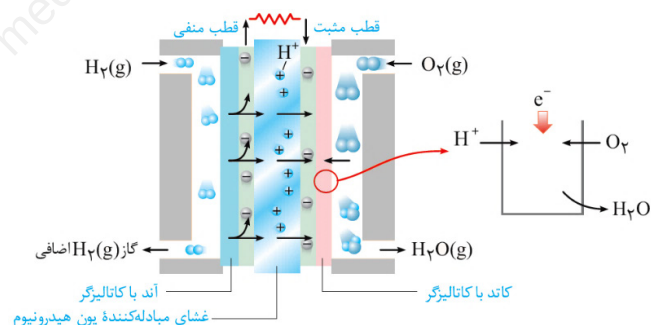
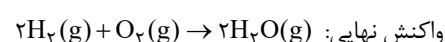
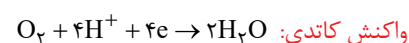
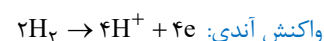
در روش اول اتلاف انرژی به روش گرما بیشتر است زیرا برخلاف روش دوم، انرژی شیمیایی مستقیماً به انرژی الکتریکی تبدیل نمی شود. روند تبدیل انرژی در روش اول به صورت (شیمیایی) ← گرمایی ← گرمایی ← مکانیکی ← الکتریکی است؛ در صورتی که در روش دوم انرژی شیمیایی مستقیماً به انرژی الکتریکی تبدیل می شود.

سوزاندن گاز H_2 در موتور درون سوز، بازدهی نزدیک به ۲۰٪ دارد؛ در حالی که اکسایش آن در سلول سوختی بازدهی را تا ۳ برابر افزایش می دهد. سلول سوختی نوعی سلول گالوانی است که شیمی دان ها برای گذر از تنگنای تأمین انرژی و کاهش آلودگی محیط زیست پیشنهاد می دهند. این سلول ها افزون بر کارایی بیشتر، می توانند رد پای کربن دی اکسید را کاهش دهند به طوری که دوستدار محیط زیست بوده و منبع انرژی سبز به شمار می روند. فرایند تولید انرژی در این سلول ها تا زمانی ادامه پیدا می کند که تزریق سوخت به سلول در حال انجام شدن باشد.

رایج ترین سلول سوختی، سلول هیدروژن-اکسیژن است. دستگاهی که در آن گاز هیدروژن با گاز اکسیژن به صورت کنترل شده واکنش می دهد و بخش قابل توجهی از انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می شود. در این

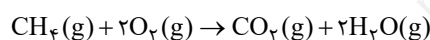
سلول گاز هیدروژن به عنوان سوخت پیوسته وارد می شود.

معادله های زیر، واکنش های صورت گرفته در سلول را نشان می دهند:





- هر سلول سوختی سه جزء اصلی دارد به طوری که شامل یک غشاء، الکتروود آند و الکتروود کاتد می‌شود. در این سلول، آند و کاتد دارای کاتالیزگرهایی هستند که به نیم واکنش‌های اکسایش و کاهش سرعت می‌بخشند.
- چون گونه‌های شرکت‌کننده در برخی از واکنش‌های اکسایش - کاهش، مولکول‌های خنثی هستند و شمار الکترون‌های ظرفیت اتم‌ها در واکنش تغییر نمی‌کند، شیمی‌دان‌ها با معرفی عدد اکسایش، راه حل مناسبی برای مشخص کردن گونه‌های اکسند و کاهنده، مشخص کردند.
- افزایش عدد اکسایش به معنای از دست دادن الکترون و فرایند اکسایش است، در حالی که کاهش عدد اکسایش به معنای به دست آوردن الکترون و فرایند کاهش است.
- برای تأمین انرژی الکتریکی مورد نیاز برای فعالیت‌های مختلف بشر، می‌توان از واکنش‌های اکسایش - کاهش در سلول‌های گالوانی مانند باتری‌ها و سلول‌های سوختی بهره برد.
- سلول‌های سوختی برخلاف باتری‌ها، انرژی شیمیایی را ذخیره نمی‌کنند، اما در آن‌ها نیز پیوسته سوخت در شرایط کنترل شده، مصرف و جریان الکتریکی برقرار می‌شود. در این سلول‌ها با قطع جریان ورودی سوخت، جریان الکتریکی نیز قطع می‌شود.
- با پیشرفت علم و فناوری، سلول‌های سوختی تازه‌ای طراحی شده‌اند که در آن‌ها به جای گاز خطرناک هیدروژن، گاز متان مصرف می‌شود. واکنش کلی زیر، واکنش صورت گرفته در این سلول سوختی را نشان می‌دهد که در آن، کربن نقش کاهنده و اکسیژن نقش اکسند را دارد.



- طی این فرایند، عدد اکسایش اتم‌های کربن از ۴- به ۴+ رسیده و عدد اکسایش اتم‌های اکسیژن نیز از صفر به ۲- می‌رسد.
- عدد اکسایش هیدروژن و اکسیژن در حالت آزاد برابر با صفر است. عدد اکسایش دیگر عنصرها نیز به حالت آزاد برابر با صفر خواهد بود. این در حالی است که عدد اکسایش یون‌های تک اتمی برابر با بار الکتریکی آن‌ها است.
 - اغلب نافلزها و فلزهای واسطه عدد اکسایش گوناگونی در ترکیب‌های خود دارند. برای نمونه عدد اکسایش آهن می‌تواند برابر با ۲+ یا ۳+ باشد. بازه کلی تغییرات عدد اکسایش نافلزهای موجود در گروه‌های ۱۴ تا ۱۷ را در جدول زیر مشاهده می‌کنید:

شماره‌ی گروه	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
بیشترین عدد اکسایش (یکان شماره گروه)	+۴	+۵	+۶	+۷
کمترین عدد اکسایش (۱۸ - شماره گروه)	-۴	-۳	-۲	-۱

- فلوئور نافلزترین عنصر جدول تناوبی است و عدد اکسایش آن در ترکیب با سایر عناصر برابر ۱- می‌شود.
- بعد از فلوئور، اکسیژن نافلزترین عنصر جدول تناوبی است؛ پس به جز فلوئور، عدد اکسایش اتم‌های اکسیژن در ترکیب با سایر عناصر برابر ۲- است. برای مثال، عدد اکسایش اکسیژن در ترکیب با گوگرد، منیزیم، کلسیم، سیلیسیم و ... همواره برابر با ۲- است. جدول زیر، موارد استثنای عدد اکسایش اتم‌های اکسیژن را نشان می‌دهد:

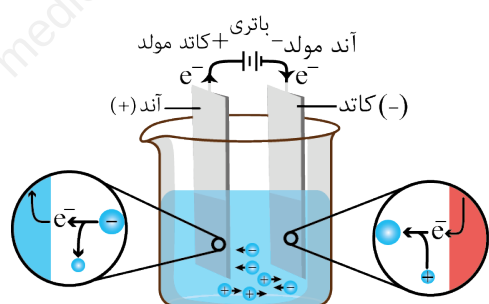
گونه شیمیایی	OF ₂	O ₂ F ₂	HO ₂	O ₂ ⁻	O ₂ ²⁻	H ₂ O ₂
عدد اکسایش اکسیژن	+۲	+۱	۰	-۵/۰	-۱	-۱

- یکی از چالش‌هایی که در کاربرد سلول‌های سوختی هیدروژن-اکسیژن خودنمایی می‌کند، تأمین سوخت آن‌ها است. برق‌کافت آب، یکی از راه‌های تولید سوخت مورد نیاز این سلول‌ها است.
- غالب بدون فوت وقت، بریم سر نوع دوم از سلول‌های الکتروشیمیایی، یعنی سلول‌های الکترولیتی ...
- نوع دیگری از سلول‌های الکتروشیمیایی وجود دارند که با اعمال یک ولتاژ بیرونی و عبور جریان الکتریکی از درون محلول الکترولیت، می‌توان یک واکنش شیمیایی را در خلاف جهت طبیعی پیش راند. این سلول‌ها به سلول‌های الکترولیتی معروف هستند.
- در سلول‌های الکترولیتی آند به قطب مثبت باتری (منبع انرژی) و کاتد به قطب منفی آن متصل می‌شود.
- در سلول گالوانی، انجام یک واکنش اکسایش-کاهش منجر به تولید انرژی الکتریکی شده اما در سلول الکترولیتی با اعمال ولتاژ بیرونی معین، یک واکنش اکسایش-کاهش دلخواه انجام می‌شود.



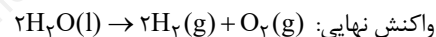
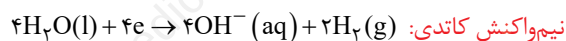
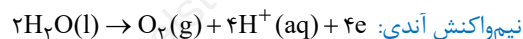
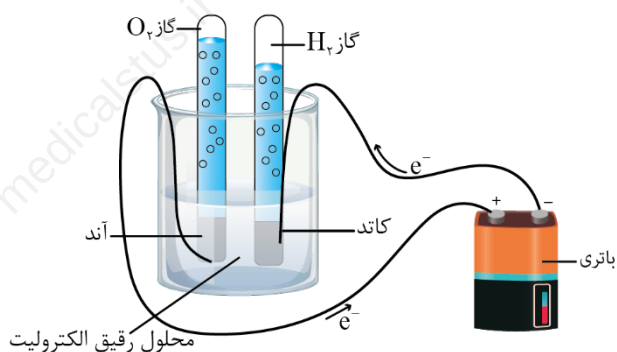
در جدول زیر به مقایسه سلول گالوانی با الکترولیتی می پردازیم.

سلول الکترولیتی	سلول گالوانی	
قطب (-)	قطب (+)	کاتد
قطب (+)	قطب (-)	آند
به سمت کاتد	به سمت کاتد	جهت حرکت کاتیون ها
به سمت آند	به سمت آند	جهت حرکت آنیون ها
از آند به سمت کاتد	از آند به سمت کاتد	جهت حرکت الکترون ها در مدار خارجی
- (واکنش غیر خودبه خودی)	+ (واکنش خودبه خودی)	علامت E° سلول



در سلول الکترولیتی، دو الکتروود درون یک الکترولیت قرار دارند. الکتروودهای این سلول ها اغلب (نه همیشه!) گرافیتی هستند. در این سلول ها، کاتد الکتروودی است که به قطب منفی باتری متصل بوده و آند الکتروودی است که به قطب مثبت باتری متصل شده و الکترولیت نیز محتوی یون هایی است که آزادانه جابه جا می شوند. تصویر مقابل، نمایی از این سلول ها را نشان می دهد: الکترولیت، یک محلول یونی یا یک ترکیب یونی مذاب است. هنگامی که به سلول های الکترولیتی ولتاژ معینی اعمال شود، یون ها به سوی الکتروود با بار ناهم نام حرکت می کنند؛ به طوری که کاتیون ها به سوی کاتد و آنیون ها به سوی آند روانه می شوند تا به سطح الکتروودها برسند و در نیم واکنش اکسایش و کاهش شرکت کنند.

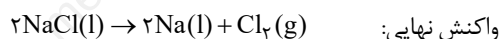
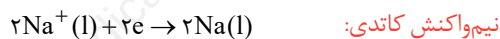
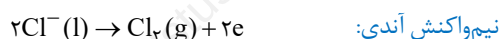
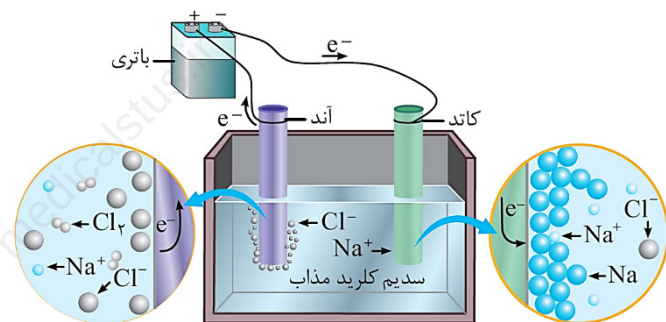
برقکافت آب یک نمونه از واکنش هایی است که در سلول های الکترولیتی انجام می شود. واکنش های انجام شده در آن به صورت زیر است:



در سلول برقکافت آب، نیم واکنش کاتدی محیط را قلیایی می کند و نیم واکنش آندی سبب اسیدی شدن محیط می شود.

آب خالص رسانایی الکتریکی ناچیزی دارد از این رو برای برقکافت آن باید اندکی الکترولیت به آب افزود.

برقکافت $NaCl(l)$ نمونه دیگری از کاربردهای سلول الکترولیتی است. تصویر زیر، نمایی از سلول برقکافت سدیم کلرید را نشان می دهد:



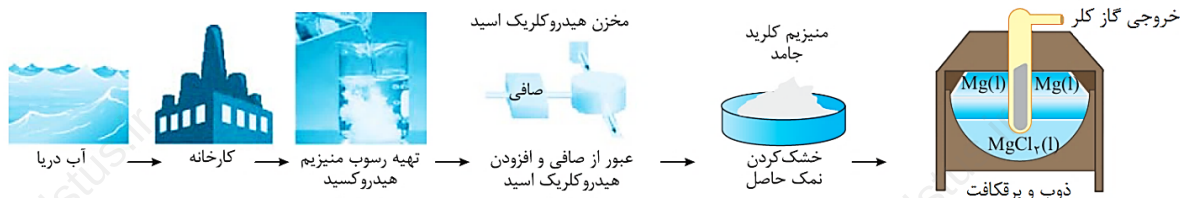
همان طور که در شکل مشاهده می کنید، برقکافت $NaCl(l)$ شامل ۲ نیم واکنش آندی و کاتدی مجزا است.

توجه داریم که از $NaCl(aq)$ نمی توان در سلول الکترولیتی مربوط به تهیه فلز سدیم استفاده کرد. در واقع با وجود آب در سلول، این ماده در رقابت

کاتدی با سدیم پیروز می شود و واکنش برقکافت سدیم کلرید انجام نمی شود. از آنجا که دیگر فلزهای فعال مثل آلومینیوم و منیزیم نیز کاهنده های قوی هستند، باید آن ها را همانند سدیم از برقکافت نمک مذاب آن ها تهیه کرد.



فلز سدیم یک کاهنده قوی است که در طبیعت به حالت آزاد یافت نمی‌شود. این عنصر در ترکیب‌های طبیعی و گوناگون خود تنها به شکل یون سدیم وجود دارد. یون‌های سدیم بسیار پایدارتر از اتم‌های آن هستند و به همین دلیل، برای تهیه فلز سدیم باید انرژی زیادی مصرف کرد. سدیم کلرید خالص در دمای 801°C ذوب می‌شود. افزودن مقداری کلسیم کلرید (CaCl_2) به این ماده، دمای ذوب را تا حدود 587°C پایین می‌آورد. بر این اساس، می‌توان گفت برای مصرف انرژی کمتر، از کلسیم کلرید استفاده می‌کنیم. فلز منیزیم را در صنعت از برق‌کافت منیزیم کلرید مذاب تهیه می‌کنند. شکل زیر مراحل تهیه فلز منیزیم را از آب دریا نشان می‌دهد:

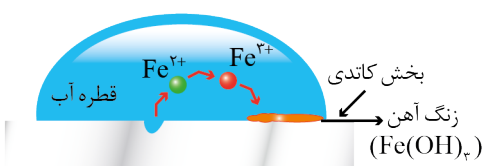


توجه داریم که چگالی منیزیم مذاب در مقایسه با منیزیم کلرید مذاب کمتر است.

قسمت عمده‌ای از مباحث مربوط به سلول‌های الکترولیتی رو پشت سر گذاشتیم و حالا نوبت میرسد به بحث خوردگی آهن...

سالانه صدها میلیون تن از فلزهای گوناگون به ویژه آهن برای ساختن اسکله نفتی، اسکلت ساختمان، پل، کشتی، لوکوموتیو و راه آهن، خودرو و هواپیما مصرف می‌شود. هنگامی که فلزها در مجاورت با هوا قرار می‌گیرند، اغلب اکسایش یافته و به شکل اکسید در می‌آیند. در فلزهایی مانند آهن، با ادامه فرایند اکسایش، لایه‌ای ترد و شکننده تشکیل می‌شود که به تدریج فرو می‌ریزد. در این حالت می‌گویند فلز خورده شده است. خوردگی به فرایند ترد شدن، خرد شدن و فروریختن فلزها بر اثر واکنش اکسایش-کاهش گفته می‌شود. زنگ زدن آهن و ایجاد زنگار سبز بر سطح فلز مس، نمونه‌هایی از فرایند خوردگی هستند. از آنجا که آهن پر مصرف‌ترین فلز در جهان است، خوردگی آن خسارت‌های هنگفتی به اقتصاد کشورها وارد می‌کند، به طوری که سالانه حدود ۲۰٪ از آهن تولیدی برای جایگزینی قطعه‌های خورده شده مصرف می‌شود.

پتانسیل کاهشی اغلب فلزها منفی بوده اما پتانسیل کاهشی اکسیژن مثبت است. با این توصیف، اکسیژن به عنوان اکسنده تمایل دارد با گرفتن الکترون از فلزها، آن‌ها را اکسید کند. هنگامی که وسایل آهنی در هوای مرطوب قرار گیرند، یک واکنش اکسایش-کاهش انجام می‌شود. واکنش‌های انجام گرفته در فرایند خوردگی آهن به صورت زیر است:



با توجه به معادله واکنش‌های بالا، برای تولید زنگ آهن، فلز آهن ابتدا به Fe(OH)_2 که سبز رنگ است تبدیل می‌شود و سپس به دلیل واکنش پذیری بالای گاز اکسیژن موجود در محیط، این ترکیب مجدداً با اکسیژن و آب واکنش داده و به Fe(OH)_3 قهوه‌ای رنگ تبدیل می‌شود. تصویر مقابل، نمایی از فرایند خوردگی آهن را نشان می‌دهد:

فلزهای نجیبی مانند طلا و پلاتین حتی در محیط‌های اسیدی اکسایش نمی‌یابند، اما وسایل آهنی در هوای مرطوب دچار خوردگی می‌شوند. توجه داریم که خوردگی فلزات در محیط اسیدی بیشتر رخ می‌دهد. نمودار زیر، ویژگی‌های مختلف فلز طلا را نشان می‌دهد:

چکش خواری و نرمی زیادی دارد	از طلا می‌توان برای ساخت برگه‌ها و رشته‌های نازک استفاده کرد
رسانایی بالایی داشته و آن را در شرایط دمایی گوناگون حفظ می‌کند	استفاده از طلا در ساخت وسایل الکترونیکی مثل لپ تاپ‌ها
واکنش ندادن طلا با گازهای موجود در هواکره	استفاده از طلا به عنوان جواهرات و استفاده‌ی زینتی از آن
واکنش ندادن طلا با مواد موجود در بدن انسان	استفاده از طلا برای ساختن دندان مصنوعی
بازتاب زیاد پرتوهای خورشید توسط طلا	استفاده از طلا برای ساختن لباس‌های فضانوردی
این فلز حتی در محیط‌های اسیدی هم اکسایش پیدا نمی‌کند	
همانند مس، پلاتین و نقره، با یون هیدروژن اسیدها واکنش نمی‌دهد	



فصل دوم: آسایش و رفاه در سایه شیمی

قدرت اکسندگی اکسیژن در محیط‌های اسیدی افزایش می‌یابد، پس محیط اسیدی باعث افزایش سرعت فرایند خوردگی آهن می‌شود. ساده‌ترین راه برای جلوگیری از خوردگی آهن، ایجاد یک پوشش محافظ است تا از رسیدن اکسیژن و رطوبت به آهن جلوگیری کند. پوششی که با روش‌هایی مانند رنگ زدن، قیراندود کردن و روکش دادن ایجاد می‌شود.

توجه داریم که روش‌هایی مانند رنگ زدن، قیراندود کردن و روکش دادن، نمی‌توانند به طور کامل از خوردگی آهن پیشگیری کنند، زیرا به تدریج رطوبت و اکسیژن از روزنه‌های این پوشش‌ها به درون پوشش نفوذ کرده و به سطح آهن می‌رسند و خوردگی دوباره آغاز می‌شود.

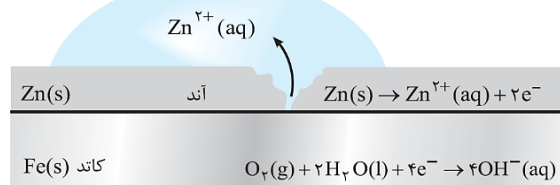
هنگامی که دو فلز در هوای مرطوب با هم در تماس باشند، برای اکسایش یافتن با یکدیگر رقابت می‌کنند. بدیهی است که فلز کاهنده‌تر (فلزی که پتانسیل کاهشی استاندارد منفی تری داشته و تمایل بیشتری به اکسید شدن دارد) در این رقابت برنده می‌شود. پس یکی از راهکارهای حفاظت از یک فلز، استفاده از فلز کاهنده‌تر برای برنده شدن در رقابت برای از دست دادن الکترون است. به چنین فرایندی، به اصطلاح حفاظت کاتدی گفته می‌شود.



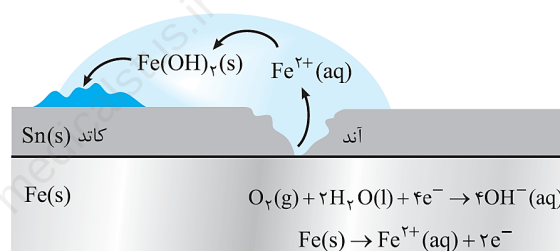
در زندگی روزمره، نمونه‌های مختلفی از حفاظت فلز آهن به وسیله منیزیم دیده می‌شود؛ به طور مثال در بدنه کشتی و یا لوله‌های نفتی، قطعاتی از فلز منیزیم به فلز آهن متصل شده و چون این فلز در مقایسه با آهن پتانسیل کاهشی استاندارد منفی تری دارد، فلز آهن در مقابل خوردگی محافظت می‌شود. در چنین شرایطی، فلز منیزیم اکسید شده و مصرف می‌شود. تصویر مقابل، نمایی از حفاظت کاتدی آهن توسط منیزیم در بدنه کشتی را نشان می‌دهد:

پتانسیل کاهشی استاندارد روی کمتر از آهن است. بر این اساس، می‌توان گفت فلز روی از دیگر عناصری است که می‌تواند از آهن حفاظت کند.

فداکاری فلز روی برای حفاظت از آهن سبب شد تا در صنعت ورقه‌های آهنی با پوششی از فلز روی تهیه شود. این نوع آهن به آهن گالوانیزه (آهن سفید) معروف است. آهن گالوانیزه در ساخت تانکر آب و کانال کولر به کار می‌رود.

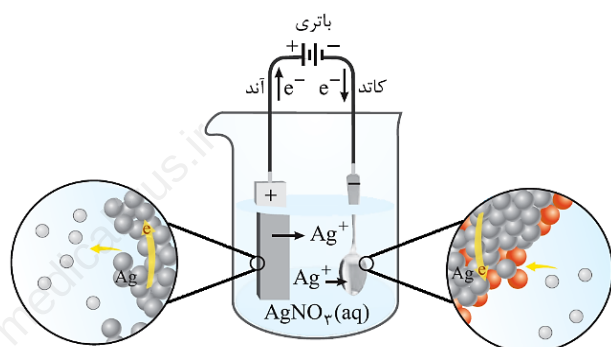


هنگامی که خراشی در سطح آهن گالوانیزه پدید می‌آید، هر دو فلز آهن و روی در مجاورت اکسیژن و رطوبت قرار می‌گیرند و برای اکسایش رقابت می‌کنند. بدیهی است که فلز روی به دلیل داشتن E° کمتر، اکسید شده و آهن محافظت می‌شود. تصویر مقابل نمایی از این فرایند را نشان می‌دهد:



اگر ورقه آهنی با لایه نازکی از قلع پوشیده شود، به این نوع آهن، حلبی می‌گویند. از ورقه‌های حلبی برای ساختن قوطی‌های روغن نباتی و کنسرو استفاده می‌شود. چون پتانسیل کاهشی استاندارد آهن کمتر از قلع است، در اثر ایجاد خراش در سطح این نوع آهن، فلز آهن خورده می‌شود. توجه داریم که قوطی‌هایی از جنس حلبی در اثر خراش زودتر و آسان‌تر دچار خوردگی می‌شوند. تصویر مقابل، نمایی از فرایند خوردگی حلبی را نشان می‌دهد:

چون فلز روی با اسید موجود در برخی غذاها واکنش می‌دهد، برخلاف حلبی از آهن گالوانیزه نمی‌توان برای ساخت ظروف بسته‌بندی غذا استفاده کرد. در زندگی روزانه از وسایل و ابزار گوناگونی مانند وسایل آشپزخانه، شیرآلات ساختمان و دستگیره در استفاده می‌شود که فلز اصلی سازنده آن‌ها آهن یا مس است. برای جلوگیری از خوردگی این فلزات، سطح اغلب این وسایل 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. فرایند آبکاری در سلول‌های الکترولیتی انجام می‌شود. شکل مقابل آبکاری یک قاشق فولادی را با فلز نقره نشان می‌دهد: در سلول الکترولیتی نشان داده شده، تیغه نقره در نقش آند و قاشق فلزی نیز در نقش کاتد است.

در این سلول، جسمی که به عنوان کاتد است باید رسانای جریان برق باشد و محلول الکترولیت برای آبکاری نیز باید دارای یون‌های فلزی باشد که قرار است لایه نازکی از آن روی جسم قرار بگیرد. به طور مثال، در مثال بالا محلول حاوی یون Ag^{+} است.

در فرایند آبکاری، آن جسمی که قرار است توسط گونه‌ی دیگر آبکاری شود به قطب منفی باتری متصل می‌شود. طی این فرایند، اگر جنس تیغه‌ی آندی مشابه به جنس کاتیون‌های موجود در الکترولیت باشد، غلظت کاتیون در الکترولیت ثابت باقی می‌ماند.

در سلول مربوط به آبکاری، همانند سلول‌های گالوانی، جرم تیغه متصل به آند به مرور زمان کاهش پیدا می‌کند (تیغه آندی لاغرتر می‌شود) و جرم جسم متصل به کاتد نیز به مرور زمان افزایش پیدا می‌کند.

برای آبکاری یک جسم، از فلزات گروه ۱ و ۲ و آلومینیم نمی‌توان استفاده کرد زیرا این فلزها در رقابت کاتدی با آب، در برابر آب بازنده می‌شود.

$$2\text{Al}_2\text{O}_3(\text{l}) + 3\text{C}(\text{s}) \longrightarrow 4\text{Al}(\text{l}) + 3\text{CO}_2(\text{g})$$

درجه اکسایش: $+3$ (Al در Al_2O_3) به 0 (Al در Al) کاهش می‌یابد.
 درجه اکسایش: 0 (C در C) به $+4$ (C در CO_2) افزایش می‌یابد.

```
graph TD; A[آلومینیم] --> B[خواص آلومینیم]; A --> C[کاربردهای آلومینیم]; B --> B1[به شکل سنگ معدن بوکسیت در طبیعت وجود دارد]; B --> B2[به عنوان واکنش دهنده در واکنش ترمیت مصرف می شود]; B --> B3[در مقایسه با آهن و مس واکنش پذیری بیشتری دارد]; B --> B4[در یکی از کاتالیزگرهای واکنش تولید پلی اتن یافت می شود]; B --> B5[در ساختار نوعی پاک کننده که به شکل پودر عرضه شده و برای زدودن رسوب چربی ها کاربرد دارد یافت می شود]; C --> C1[در طبیعت فقط به شکل ترکیب یافت می شود]; C --> C2[طی فرایند هال، از برق کافت آلومینیم اکسید بدست می آید]; C --> C3[از جمله فلزهایی است که در مقابل خوردگی مقاوم است]; C --> C4[با هیدروژن اسیدها واکنش داده و گاز هیدروژن آزاد می کند]; C --> C5[از مدل دریای الکترونی پیروی می کند];
```

آلومینیم

خواص آلومینیم

- به شکل سنگ معدن بوکسیت در طبیعت وجود دارد
- به عنوان واکنش دهنده در واکنش ترمیت مصرف می شود
- در مقایسه با آهن و مس واکنش پذیری بیشتری دارد
- در یکی از کاتالیزگرهای واکنش تولید پلی اتن یافت می شود
- در ساختار نوعی پاک کننده که به شکل پودر عرضه شده و برای زدودن رسوب چربی ها کاربرد دارد یافت می شود

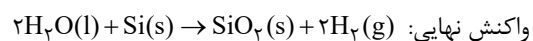
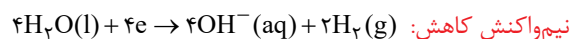
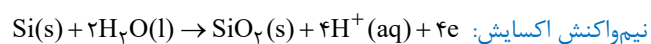
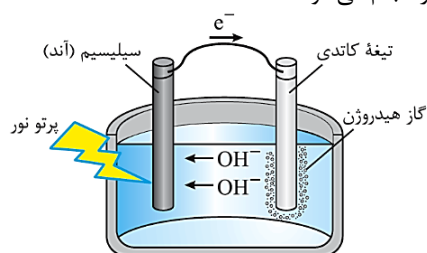
کاربردهای آلومینیم

- در طبیعت فقط به شکل ترکیب یافت می شود
- طی فرایند هال، از برق کافت آلومینیم اکسید بدست می آید
- از جمله فلزهایی است که در مقابل خوردگی مقاوم است
- با هیدروژن اسیدها واکنش داده و گاز هیدروژن آزاد می کند
- از مدل دریای الکترونی پیروی می کند



فصل دوم: آسایش و رفاه در سایه شیمی

در برخی سلول‌های الکتروشیمیایی، برای انجام واکنش اکسایش - کاهش، می‌توان از نور بهره برد. این سلول‌ها را سلول نور الکتروشیمیایی می‌نامیم. به طور مثال نمونه‌ای از آن‌ها برای تهیه گاز هیدروژن از آب به کار می‌رود که در آن نیم‌واکنش‌های زیر انجام می‌شود:



این سلول دارای emf، بازده و سرعت انجام کمی است اما به دلایل زیست‌محیطی، از آن در تهیه گاز هیدروژن استفاده می‌شود.

جدول زیر، مقایسه برخی از انواع سلول‌های الکتروشیمیایی را نشان می‌دهد:

نام سلول	نوع سلول	گونه‌ی اکسنده	گونه‌ی کاهنده	علامت E°
سلول سوختی هیدروژن-اکسیژن	گالوانی	O_2	H_2	+
باتری روی-نقره	گالوانی	Ag_2O	Zn	+
سوختن منیزیم در عکاسی	گالوانی	O_2	Mg	+
برقکافت آب	الکتrolیتی	H_2O	H_2O	-
برقکافت سدیم کلرید (سلول دانز)	الکتrolیتی	Na^+	Cl^-	-
برقکافت منیزیم کلرید	الکتrolیتی	Mg^{2+}	Cl^-	-
آبکاری با نقره	الکتrolیتی	Ag^+	Ag	-
فرایند هال	الکتrolیتی	Al^{3+}	C	-

و نکات حفظی مربوط به فصل دوم شیمی دوازدهم هم به پایان رسید ...



فصل ۳: شیمی جلوه‌ای از هنر، زیبایی و ماندگاری



در فصل ۳ شیمی دوازدهم، در رابطه با ویژگی‌های مختلف مواد صحبت خواهیم کرد. این فصل به طور عمده از مطالب حفظی و مفهومی تشکیل شده و اغلب سؤالات طرح شده از آن در کنکور سراسری، به شکل موردی و یا چندموردی خواهند بود. در ابتدای این فصل، در رابطه با جامدهای کووالانسی از جمله الماس و گرافیت بحث شده و در ادامه آن، در رابطه با مواد مولکولی مثل آب، هگزان، کلروفرم و ... مطالبی به میان آمده است. بعد از مواد مولکولی نیز مطالبی در رابطه با ترکیب‌های یونی و مواد فلزی گفته شده است. برای پاسخ دادن به سؤالات این فصل در کنکور، علاوه بر تسلط کافی به متن کتاب درسی، باید به نکات بیان شده در شکل‌های مختلف این فصل نیز دقت کنید.

مواد اولیه برای ساخت آثار به جای مانده از گذشتگان، دارای ویژگی‌های خاصی هستند. از جمله این ویژگی‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

ویژگی‌های مواد اولیه مورد نیاز برای ساختن آثار به جا مانده از زمان‌های گذشته

پایداری مناسب	استحکام زیاد	واکنش پذیری کم	در دسترس بودن	فراوانی
---------------	--------------	----------------	---------------	---------

عمر طولانی این آثار، تأییدی بر این ویژگی‌ها است.

شیمی‌دان‌ها در قدم اول نوع، مقدار، ساختار و رفتار مواد سازنده آثار به جا مانده را بررسی کردند و سپس با بهره‌گیری از دانش شیمی توانستند به مواد جدیدتری دست یابند. موادی با خواص ویژه که کاربردهای معین داشتند.

برخی از دانشمندان بر این باور هستند که موادی با کاربردهای ویژه را می‌توان مبنای کار و کلید موفقیت طراحان، هنرمندان و مهندسان برای خلق سازه‌های زیبا و ماندگار امروزی دانست.

خاک رس مخلوطی از مواد گوناگون است. این خاک، مخلوطی از اکسیدهای گوناگون را در برمی‌گیرد. جدول زیر درصد جرمی مواد سازنده نوعی خاک رس را نشان می‌دهد که از یک معدن طلا استخراج شده است.

ماده	SiO_2	Al_2O_3	H_2O	Na_2O	Fe_2O_3	MgO	Au و دیگر مواد
ترتیب فراوانی	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷

نکته در رابطه با این نوع از خاک رس، به مطالب زیر دقت کنید:

سرخ فام بودن این نوع خاک رس به دلیل وجود Fe_2O_3 در ساختار آن است.

هنگام پختن سفالینه‌های تهیه شده از خاک رس، با افزایش دما، مقداری از آب موجود در آن تبخیر شده و به همین خاطر، درصد جرمی آب در این نوع از خاک کاهش می‌یابد. طی این فرایند، درصد جرمی سایر اجزای سازنده خاک رس افزایش می‌یابد.

همان طور که در جدول بالا مشاهده می‌کنید، در یک نمونه خاک رس، SiO_2 (سیلیسیم دی‌اکسید) بیش‌ترین درصد جرمی را دارد.

ترکیب SiO_2 افزون بر خاک‌های رس، یکی از سازنده‌های اصلی بسیاری از سنگ‌ها، صخره‌ها و نیز شن و ماسه است. وجود این ماده باعث استحکام و ماندگاری سازه‌های سنگی و نقش‌کننده‌های روی آن‌ها شده است.

فراوان‌ترین عناصر سازنده کره زمین به ترتیب Fe، O و Si هستند. از طرفی، فراوان‌ترین عناصر سازنده پوسته جامد زمین به ترتیب O و Si هستند. به همین خاطر است که ترکیب‌های گوناگون دو عنصر O و Si، بیش از ۹۰٪ پوسته جامد زمین را تشکیل می‌دهند. بر این اساس، می‌توان گفت سیلیس (SiO_2) فراوان‌ترین اکسید در این لایه از سیاره ما به شمار می‌رود.

کوارتز از جمله نمونه‌های خالص و ماسه از جمله نمونه‌های ناخالص سیلیس است. در واقع، ماسه نمونه‌ای از سیلیس به همراه ناخالصی است.

سیلیس خالص به دلیل داشتن خواص نوری ویژه در ساخت منشورها و عدسی‌ها به کار می‌رود.

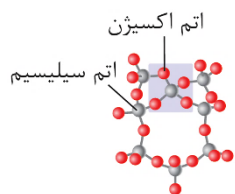
پختن نان سنگک بر روی دانه‌های درشت سنگ را می‌توان نشانه‌ای از مقاومت گرمایی بالای سیلیس دانست.

مواد کووالانسی مجموعه‌ای از اتم‌های بسیار هستند که با هم پیوندهای اشتراکی داشته و یک شبکه‌ی غول‌آسا را ایجاد می‌کنند. برای مثال، سیلیس، سیلیسیم، گرافیت و الماس از جمله جامدهای کووالانسی هستند. مواد کووالانسی به دلیل وجود پیوند اشتراکی میان همه‌ی اتم‌های خود، نسبت به مواد مولکولی دارای نقطه ذوب بالاتر و درجه سختی بیش‌تری هستند.



مولکول‌های H_2O در ساختار یخ، در یک آرایش منظم و سه‌بُعدی با تشکیل حلقه‌های شش گوشه، شبکه‌ای همانند کندوی زنبور عسل با استحکام ویژه پدید می‌آورند. در این ساختار، هر اتم اکسیژن به دو اتم هیدروژن با پیوند اشتراکی و به دو اتم هیدروژن از مولکول‌های دیگر با پیوندهای هیدروژنی متصل است. این در حالی است که در ساختار سیلیس، همه اتم‌ها (اتم‌های سیلیسیم و اکسیژن) با پیوندهای اشتراکی به یکدیگر متصل شده‌اند.

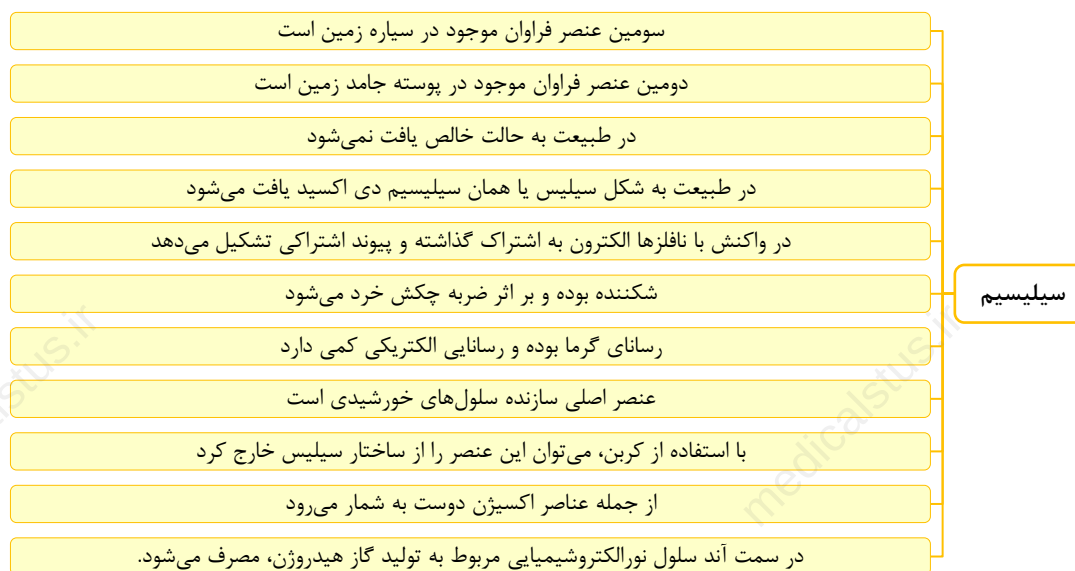
سیلیس، شامل شمار بسیار زیادی از اتم‌های سیلیسیم و اکسیژن با پیوندهای اشتراکی $Si-O-Si$ بوده و دارای ساختاری به هم پیوسته و غول آسا است. ساختاری که دلیلی بر سختی بالا و دیرگداز بودن چنین موادی است. ساختار سیلیس به صورت مقابل است:



همه اعضای خانواده مواد کووالانسی از جمله الماس، گرافیت و سیلیس، در دما و فشار اتاق به حالت جامد هستند؛ بنابراین، مواد مورد نظر را با نام جامد کووالانسی نیز می‌خوانند.

عنصرهای اصلی سازنده جامدهای کووالانسی در طبیعت، کربن و سیلیسیم هستند. از این دو عنصر تاکنون یون تک اتمی در هیچ ترکیبی شناخته نشده است، زیرا اتم‌های C و Si با تشکیل پیوندهای اشتراکی به آرایش الکترونی هشت‌تایی می‌رسند. البته، اتم‌های سیلیسیم و کربن در ساختار برخی از یون‌های چنداتمی مثل یون‌های کربنات و سیلیکات یافت می‌شوند.

ویژگی‌های مهم عنصر سیلیسیم به شرح نمودار زیر هستند:



در جدول زیر، به بررسی تعدادی از جامدهای کووالانسی می‌پردازیم:

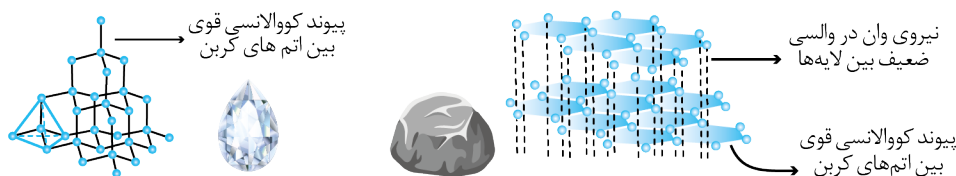
موارد استفاده	شفافیت	تعداد بعد در شبکه بلوری	اتم‌های تشکیل دهنده	
ساخت منشور و عدسی	✓	۳	Si و O	سیلیس
-	✗	۳	فقط Si	سیلیسیم
ساخت سنباده	✗	۳	C و Si	سیلیسیم کربید
ساخت مغز مداد	✗	۲	فقط C	گرافیت
-	✓	۲	فقط C	گرافن
ساخت مته و ابزار برش شیشه	✓	۳	فقط C	الماس

گرافیت و الماس از جمله دگرشکل‌های طبیعی کربن بوده که جزو جامدهای کووالانسی هستند. گرافیت به دلیل ساختار لایه‌ای خود، دارای چگالی کم‌تری نسبت به الماس است. همچنین این ویژگی چند لایه بودن گرافیت، سبب شده که گرافیت در مقایسه با الماس درجه‌ی سختی کم‌تری داشته باشد و با کشیدن آن بر روی کاغذ، لایه‌هایی از گرافیت جدا شده و بر روی کاغذ باقی بمانند.

گرافیت و الماس، از مهم‌ترین جامدهای کووالانسی هستند که در اغلب تکنورها از ویژگی‌های اونا سؤال طرح میشه ...

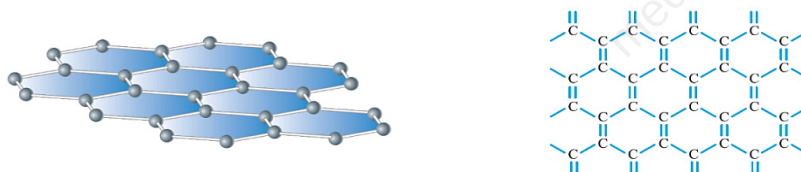


تصاویر زیر، نمایی از ساختار گرافیت و الماس را نشان می‌دهد:



گرافن، تک لایه‌ای از گرافیت است که در آن، اتم‌های کربن با پیوندهای اشتراکی، حلقه‌های شش گوشه تشکیل داده‌اند. چنین ساختاری با الگویی مانند کندوی زنبور عسل، استحکام ویژه‌ای دارد به طوری که مقاومت کششی آن حدود ۱۰۰ برابر فولاد است.

یک روش ساده برای تهیه گرافن، استفاده از گرافیت و نوار چسب نازک برای جدا کردن لایه‌هایی از آن است. در این روش، نخست مقداری گرد گرافیت را بین دو تکه نوار چسب فشار می‌دهند و سپس، یکی از نوار چسب‌ها را جدا می‌کنند. با ادامه این فرایند، لایه‌ای به ضخامت نانومتر در برخی قسمت‌های نوار چسب باقی می‌ماند که همان گرافن است. ساختار گرافن به صورت زیر است:



توجه داریم که در ساختار گرافیت و گرافن، حدود یک سوم از پیوندهای کربن-کربن دوگانه بوده و الباقی پیوندها یگانه هستند. این در حالی است که در ساختار الماس، همه پیوندهای کربن-کربن یگانه هستند.

در قرن ۱۶ میلادی، قطعه بزرگی از گرافیت خالص کشف شد که بسیار نرم بود. به دلیل شکل ظاهری این ماده، مردم آن زمان می‌پنداشتند که گرافیت از سرب تشکیل شده‌است. امروزه با آن‌که می‌دانیم مغز مداد از جنس گرافیت است، اما این ماده هنوز به سرب مداد معروف است.

در جدول زیر، به مقایسه جامدهای کووالانسی حاصل از کربن می‌پردازیم.

گرافیت	گرافن	الماس
✓	✓	×
✓	✓	×
×	×	✓
✓	✓	✓
×	✓	✓
بیشتر	بیشتر	کمتر

برای ذوب کردن یا خرد کردن سیلیس و سایر جامدهای کووالانسی، باید بر پیوندهای اشتراکی بین اتم‌های موجود در این مواد غلبه کنیم. بر این اساس، جامدهای کووالانسی دیرگداز بوده و علاوه بر سختی زیاد، نقطه ذوب بالایی دارند.

سیلیسیم در طبیعت به حالت خالص یافت نمی‌شود و به طور عمده به شکل سیلیس (SiO_2) وجود دارد. در واقع چون آنتالپی پیوند Si-O بزرگ‌تر از آنتالپی پیوند Si-Si است، یک نمونه از سیلیس پایداری بیشتری در مقایسه با سیلیسیم خالص دارد و به همین خاطر، اغلب اتم‌های سیلیسیم موجود در طبیعت در ساختار سیلیس جای می‌گیرند.

ساختار الماس مانند ساختار سیلیسیم خالص است، اما نقطه ذوب این جامد کووالانسی بالاتر از نقطه ذوب سیلیسیم است. در واقع برای ذوب کردن الماس و سیلیسیم، باید به ترتیب بر نیروی پیوندهای C-C و Si-Si موجود در بلور این مواد غلبه کنیم و از آن‌جا که آنتالپی پیوند C-C بیشتر از آنتالپی پیوند Si-Si است، پس برای ذوب کردن الماس به انرژی بیشتری نیاز بوده و نقطه ذوب این ماده بالاتر است.

سیلیسیم کربید با فرمول شیمیایی SiC ، یک ساینده ارزان قیمت است که در دسته جامدهای کووالانسی قرار می‌گیرد. سیلیسیم کربید، ساختاری مشابه الماس و سیلیسیم دارد و از آن در تهیه سنباده استفاده می‌شود.

دومین گروه از مواد که قراره نکات مهمی از اون رو مرور کنیم، جامدهای مولکولی هستند ...



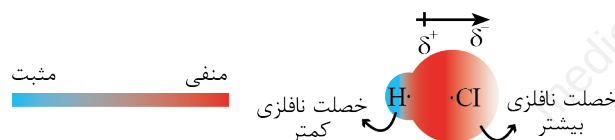
- به موادی که در ساختار خود مولکول‌های مجزا دارند، مواد مولکولی می‌گویند. برای مثال، H_2O و CO_2 از جمله مواد مولکولی هستند.
- اغلب ترکیب‌های آلی جزو مواد مولکولی هستند. توجه داریم که واژه‌های شیمیایی رایج مانند ماده مولکولی، فرمول مولکولی و نیروهای بین مولکولی را صرفاً برای مواد مولکولی به کار می‌بریم و برای جامدهای کووالانسی و ترکیب‌های یونی، نمی‌توان از این واژه‌ها استفاده کرد.
- همه ترکیب‌هایی که در دما و فشار اتاق به حالت مایع و یا گاز هستند را در دسته مواد مولکولی قرار می‌دهیم.
- رفتار فیزیکی مواد مولکولی به نوع و قدرت نیروهای بین مولکولی آن‌ها بستگی دارد؛ در حالی که رفتار شیمیایی این مواد به طور عمده به پیوندهای اشتراکی (جفت الکترون‌های پیوندی) و جفت الکترون‌های ناپیوندی موجود در مولکول آن‌ها وابسته است.
- رفتارهای فیزیکی و شیمیایی مواد مولکولی به شرح جدول زیر هستند:

رفتار فیزیکی مواد	آنتالپی تبخیر - نقطه ذوب و جوش - چگالی مواد - حالت فیزیکی مواد (جامد، مایع، گاز)
رفتار شیمیایی مواد	آنتالپی سوختن - واکنش‌پذیری

- هر اتم بر اساس توزیع جفت الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی از قاعده هشت تایی پیروی می‌کند. البته، اتم هیدروژن در ترکیب‌های خود تنها یک جفت الکترون پیوندی داشته و تنها یک پیوند اشتراکی پیرامون آن نمایش داده می‌شود. رادیکال‌هایی مانند NO و NO_2 نیز دارای اتم‌هایی هستند که از قاعده هشت تایی پیروی نمی‌کنند.
- توزیع جفت الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی در هر مولکول نقش مهمی در تعیین رفتار آن به ویژه در میدان الکتریکی دارد.
- ساده‌ترین مولکول‌ها، دواتمی هستند. مولکول‌هایی مانند H_2 و Cl_2 که از دو اتم یکسان تشکیل شده‌اند، مولکول دواتمی جور هسته نامیده می‌شوند. چنین مولکول‌هایی در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کنند. به عبارت دیگر، گشتاور دو قطبی آن‌ها برابر با صفر بوده و مولکول‌های ناقطبی هستند. نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی این مولکول‌ها به صورت زیر است:



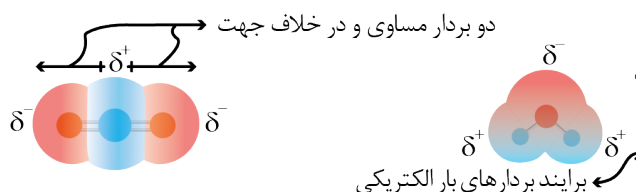
- مولکول‌های دواتمی مانند HCl ، HF و NO ، مولکول دواتمی ناجور هسته بوده و قطبی هستند. برای مثال، نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی مولکول‌های هیدروژن کلرید به صورت زیر است:



نکته: در رابطه با نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی مولکول‌ها، به موارد زیر توجه کنید:

- نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی نمایش احتمال حضور الکترون‌ها در مولکول‌ها را نشان می‌دهد. در این ساختار، رنگ سرخ تراکم بیش‌تر و رنگ آبی تراکم کمتر بار الکتریکی منفی را نشان می‌دهد.
- در مولکول‌های ناجور هسته مانند HCl ، احتمال حضور جفت الکترون پیوندی پیرامون هسته اتمی با خاصیت نافلزی بیشتر (اتم کلر)، بیشتر است. به همین خاطر، می‌توان گفت در این مولکول‌ها احتمال حضور الکترون‌های پیوندی روی هسته‌ی اتم‌ها، یکسان و متقارن نیست.
- به اتمی که تراکم بار الکتریکی روی آن بیش‌تر است، بار جزئی منفی (δ^-) و به اتم دیگر، بار جزئی مثبت (δ^+) نسبت می‌دهند.
- در مولکول‌های جور هسته، احتمال حضور جفت الکترون پیوندی در فضای بین دو هسته بیش‌تر است. الکترون‌های پیوندی در این مولکول‌ها بیش‌تر وقت خود را در فضای بین دو هسته می‌گذرانند. به همین خاطر، احتمال حضور الکترون‌ها روی هسته‌ها یکسان و متقارن است.

- یکی از عواملی که می‌تواند تقارن و توزیع یکنواخت بارهای الکتریکی را در مولکول‌های چند اتمی به هم بزند، وجود جفت الکترون‌های ناپیوندی روی اتم مرکزی است. هر مولکولی که اتم مرکزی آن دارای جفت الکترون ناپیوندی باشد، حتماً قطبی خواهد بود.
- در یک مولکول، در صورتی که برآیند حاصل از بارهای جزئی مثبت و منفی صفر شود، آن مولکول ناقطبی است و در غیر این صورت، آن مولکول قطبی است. به عنوان مثال، مولکول آب قطبی و مولکول کربن دی‌اکسید ناقطبی است. به ساختارهای زیر توجه کنید:





- مواد قطبی دارای حداقل یکی از شروط مقابل هستند: ۱) اتصال دو اتم ناهم‌جور به یکدیگر
- ۲) وجود جفت الکترون ناپیوندی روی اتم مرکزی ۳) اتصال اتم‌هایی از عناصر متفاوت به اتم مرکزی
- کلروفرم (CHCl_3)، برخلاف کربن تتراکلرید (CCl_4)، به دلیل اتصال اتم مرکزی آن به اتم‌های متفاوت، یک ماده قطبی است.
- دی‌متیل اتر ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$)، یک ترکیب قطبی است، در حالی که پروپان (C_3H_8)، همانند سایر هیدروکربن‌ها، یک ترکیب ناقطبی است.
- در جدول زیر، به بررسی تعدادی از ترکیب‌های معرفی شده در کتاب درسی می‌پردازیم:

نام ترکیب	آب	کربن دی‌اکسید	اتین	کربنیل سولفید	گوگرد تری‌اکسید	آمونیاک
فرمول ترکیب	H_2O	CO_2	C_2H_2	SCO	SO_3	NH_3
نقشه‌ی پتانسیل الکتروستاتیکی						
نوع ساختار	سه اتمی غیر خطی (شکل V)	سه اتمی خطی	چهار اتمی خطی	سه اتمی خطی	چهار اتمی مسطح (مثلی شکل)	چهار اتمی غیر مسطح
قطبی	✓	✗	✗	✓	✗	✓
دلیل قطبیت	وجود جفت الکترون ناپیوندی بر روی اتم مرکزی	-	-	اتصال اتم‌های متفاوت به اتم مرکزی	-	وجود الکترون ناپیوندی روی اتم مرکزی

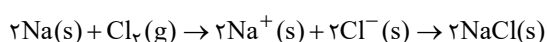
مولکول‌هایی با گشتاور دوقطبی بزرگ‌تر از صفر، در میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا کرده و یک باریکه مایع از آن‌ها توسط میله باردار از مسیر خود منحرف می‌شود.

خیلی سریع، بریم سراغ سومین گروه از مواد بلوری، یعنی ترکیب‌های یونی ...

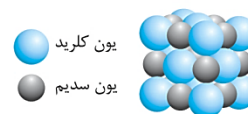
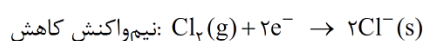
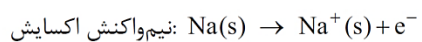
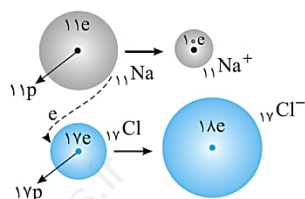
هر ترکیب یونی دوتایی را می‌توان فرآورده واکنش یک فلز با یک نافلز دانست. در این واکنش، اتم‌ها با یکدیگر الکترون دادوستد می‌کنند. در واکنش‌هایی از این دست، اتم فلز با از دست دادن الکترون و اتم نافلز با به دست آوردن الکترون، به ترتیب به کاتیون و آنیون تبدیل می‌شوند.

از واکنش فلز سدیم با گاز کلر، جامد یونی سفید رنگی بر جای می‌ماند که همان نمک خوراکی است. نور زرد رنگ و گرمای زیاد آزاد شده در این واکنش نشان می‌دهد که واکنش مورد نظر بسیار گرماده است.

معادله کلی واکنش تولید نمک خوراکی (سدیم کلرید) از عناصر سازنده آن به صورت زیر است:



تصویر زیر، نمایی از واکنش تولید سدیم کلرید را نشان می‌دهد:



پس از دادوستد الکترون و تشکیل یون‌ها، میان یون‌های ناهم‌نام، نیروی جاذبه و میان یون‌های هم‌نام، نیروی دافعه پدید می‌آید. اگر هر یک از یون‌ها همانند کره‌ای باردار باشد، انتظار می‌رود نیروهای جاذبه و دافعه از همه جهات به آن وارد شود. به عبارت دیگر، این نیروها به شمار معینی از یون‌ها محدود نشده بلکه میان همه آن‌ها و در فاصله‌های گوناگون وارد می‌شود.

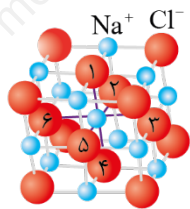
وجود سدیم کلرید و دیگر جامدهای یونی در طبیعت نشان می‌دهد که نیروهای جاذبه میان یون‌های ناهم‌نام بر نیروهای دافعه میان یون‌های هم‌نام غالب است؛ آن چنان که شمار بسیار زیادی از یون‌ها به سوی یکدیگر کشیده می‌شوند. چنین روندی، دلیل پدید آمدن آرایش منظمی از یون‌ها در سه بعد و تشکیل شبکه بلوری جامد یونی است.

واژه شبکه بلوری برای توصیف آرایش سه‌بعدی و منظم اتم‌ها، مولکول‌ها و یون‌ها در حالت جامد به کار می‌رود.

آرایش یون‌ها در سرتاسر یک شبکه بلوری از یک الگوی تکراری پیروی می‌کند، به طوری که هر کاتیون با شمار معینی آنیون و هر آنیون با شمار معینی کاتیون احاطه شده است.



فصل سوم: شیمی جلوه‌های از هنر، زیبایی و ماندگاری



شکل مقابل آرایش یون‌ها در شبکه بلوری سدیم کلرید را نشان می‌دهد:

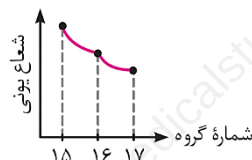
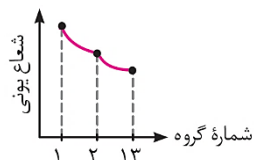
به شمار نزدیک‌ترین یون‌های ناهمنام موجود پیرامون هر یون در شبکه بلور، عدد کوئوردیناسیون می‌گویند. به طور مثال با توجه به شکل مقابل، عدد کوئوردیناسیون یون‌های Na^+ و Cl^- در بلور سدیم کلرید برابر با ۶ است.

بار کاتیون α عدد کوئوردیناسیون کاتیون $\equiv$ شمار نزدیک‌ترین یون‌های ناهمنام پیرامون هر کاتیون

بار آنیون α عدد کوئوردیناسیون آنیون $\equiv$ شمار نزدیک‌ترین یون‌های ناهمنام پیرامون هر آنیون

می‌دانیم که شعاع اتم‌ها در یک دوره با افزایش شماره گروه کاهش یافته و همچنین در یک گروه با افزایش شماره دوره، شعاع اتم‌ها افزایش می‌یابد.

برای مقایسه‌ی شعاع یون‌هایی با تعداد الکترون یکسان (یون‌های هم‌الکترون)، یونی که تعداد پروتون کم‌تری در ساختار هسته خود دارد، شعاع بیش‌تری دارد، زیرا جاذبه هسته بر آخرین لایه الکترونی آن کم‌تر می‌شود. برای مثال، مقایسه شعاع چند یون هم‌الکترون به صورت زیر است:



به طور کلی آنیون‌ها اندازه‌ای بیشتر از اتم خنثای خود دارند و کاتیون‌ها در مقایسه با اتم خنثای خود، کوچک‌تر هستند.

اگر هر یون را کره‌ای باردار در نظر بگیریم، چگالی بار هم ارز با نسبت بار به حجم آن یون است. چگالی بار، کمیتی است که می‌تواند برای مقایسه‌ی میزان برهمکنش میان یون‌ها به کار رود. نسبت ساده‌تری که می‌توان به کاربرد، نسبت مقدار بار یون به شعاع آن است.

در زیر به مقایسه‌ی اندازه‌ی شعاع و چگالی بار جدول دوره‌ای می‌پردازیم.

شعاع یون: $\text{K}^+ > \text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+}$

چگالی بار یون: $\text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{K}^+$

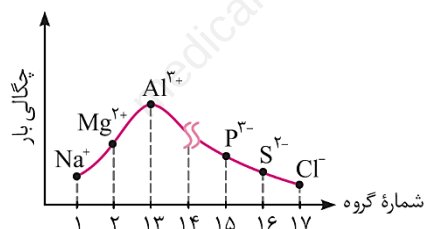
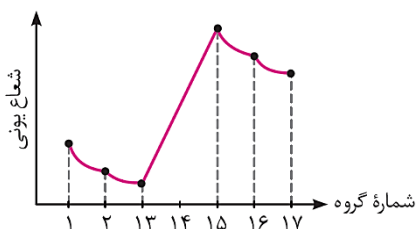
اکنون به مقایسه‌ی اندازه‌ی شعاع و چگالی بار می‌پردازیم:

شعاع یون: $\text{S}^{2-} > \text{Cl}^- > \text{O}^{2-} > \text{F}^-$

چگالی بار یون: $\text{O}^{2-} > \text{S}^{2-} > \text{F}^- > \text{Cl}^-$

بین ترکیب‌های یونی ایجاد شده از عناصر بالا، ترکیب یونی MgO بیشترین نیروی جاذبه و KCl کمترین نیروی جاذبه میان یون‌ها را دارد.

در نمودار زیر تغییرات شعاع یون‌ها و چگالی بار یون‌های دوره‌ی سوم جدول را بررسی می‌کنیم:

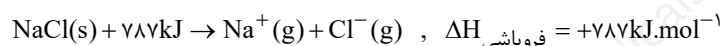


بر اساس نمودارهای بالا، در دوره‌ی سوم، یون فسفید بیش‌ترین شعاع را داشته و یون آلومینیم نیز دارای بیش‌ترین چگالی بار است.

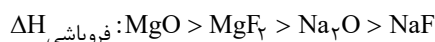
نوع و بار یون‌ها و در نتیجه قدرت نیروی جاذبه میان آن‌ها در شبکه بلوری، کلیدی برای درک رفتار ترکیب‌های یونی است. هر چه نیروی جاذبه میان یون‌ها قوی‌تر باشد، استحکام شبکه یونی بیش‌تر بوده و برای فروپاشی آن به انرژی بیش‌تری نیاز است.

هرچه چگالی بار یون‌های سازنده یک شبکه یونی بیش‌تر باشد، انرژی لازم برای فروپاشی آن شبکه بیش‌تر است.

گرمای مصرف شده در فشار ثابت برای فروپاشی یک ترکیب یونی (تبدیل یک مول از شبکه‌ی بلوری یک ترکیب یونی جامد به یون‌های گازی مجزا) را آنتالپی فروپاشی شبکه می‌نامند و آن را با ΔH فروپاشی نمایش می‌دهند. به طور مثال آنتالپی واکنش زیر، فروپاشی ΔH سدیم کلرید است:



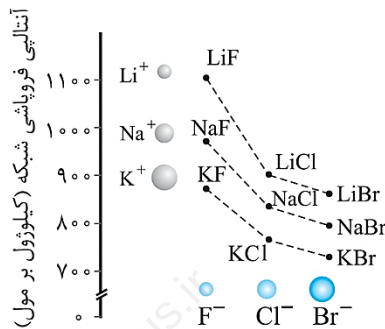
برای مقایسه آنتالپی فروپاشی ترکیب‌های یونی، به ترتیب روبرو عمل می‌کنیم: (۱) هرچه مجموع قدرمطلق بار یون‌های موجود در ترکیب بیش‌تر باشد، آنتالپی فروپاشی آن ترکیب بیش‌تر است. (۲) در صورت برابر بودن مجموع قدرمطلق بار یون‌ها، چگالی بار آنیون و کاتیون موجود در بلور دو ترکیب را با هم مقایسه می‌کنیم. ترکیبی که دارای یون‌هایی با چگالی بار بالاتر باشد، فروپاشی ΔH بالاتری دارد. برای مثال، داریم:



در ترکیب اول، مجموع قدرمطلق بارهای آنیون و کاتیون مساوی ۴ است، پس این ترکیب بیشترین فروپاشی ΔH را دارد. سپس برای مقایسه‌ی فروپاشی ΔH در Na_2O و MgF_2 ، به سراغ چگالی بار می‌رویم، زیرا مجموع قدرمطلق بارهای آنیون و کاتیون در این دو ترکیب برابر با ۳ است. از طرفی، چون در NaF مجموع قدرمطلق بارهای آنیون و کاتیون برابر با ۲ است، این ترکیب کمترین فروپاشی ΔH را دارد.



میان آنتالپی فروپاشی شبکه و نقطه ذوب جامدهای یونی رابطه‌ای مستقیم وجود دارد. ترکیبی با فروپاشی ΔH بالاتر، دمای ذوب بیشتری دارد. نمودار مقابل، آنتالپی فروپاشی شبکه بلور هالیدهای فلزهای قلیایی را مقایسه می‌کند:



با افزایش شعاع کاتیون فلزهای قلیایی، آنتالپی فروپاشی شبکه کاهش پیدا می‌کند. همچنین با افزایش شعاع آنیون هالید، آنتالپی فروپاشی شبکه کاهش پیدا می‌کند.

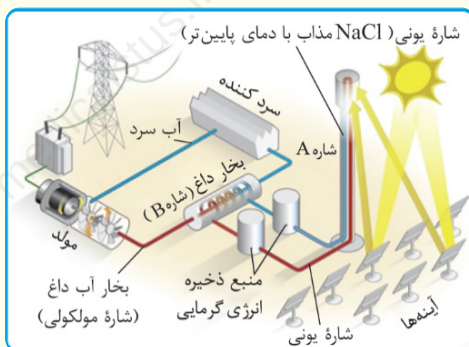
بالا بودن نقطه ذوب و جوش ترکیب‌های یونی، از جمله ویژگی‌های مهم این مواد است. در این ترکیب‌ها، بخاطر قوی بودن جاذبه میان یون‌ها، نقطه ذوب و جوش تفاوت زیادی داشته و به همین خاطر، از این مواد در برخی از نیروگاه‌های خورشیدی استفاده می‌شود.

مطابق یک قاعده کلی، هر چه تفاوت بین نقطه ذوب و جوش یک ماده خالص بیشتر باشد، آن ماده در گستره دمایی بیشتری به حالت مایع بوده و نیروهای جاذبه میان ذره‌های سازنده مایع قوی‌تر است.

نکته در رابطه با نیروگاه‌های خورشیدی، به مطالب زیر توجه کنید:

خورشید بزرگ‌ترین منبع انرژی برای زمین است. منبعی تجدیدپذیر که انرژی خود را با استفاده از پرتوهای الکترومغناطیسی به سوی ما گسیل می‌دارد. بدیهی است که بهره‌گیری بیش‌تر از این انرژی پاک، کاهش ردپای زیست محیطی را به دنبال خواهد داشت. همانطور که می‌دانیم، انرژی خورشید توسط انجام واکنش‌های هسته‌ای در آن تولید می‌شود. 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. این نیاز، به ویژه در هنگام شب بیش‌تر احساس می‌شود. تبدیل پرتوهای پراثری خورشیدی به انرژی الکتریکی، به دانش و فناوری پیشرفته نیازمند است و به همین خاطر، این فرایند فقط در برخی از کشورهای توسعه یافته انجام می‌شود.

شکل زیر نمایی از فناوری پیشرفته برای تولید انرژی الکتریکی از پرتوهای خورشیدی را نشان می‌دهد:



در این فرایند پرتوهای خورشیدی پس از بازتاب از سطح آینه‌ها، به بالاترین نقطه برج متمرکز شده و انرژی خود را به سیال A (سدیم کلرید مذاب) که در حال عبور کردن از این قسمت است منتقل می‌کنند و موجب افزایش دمای این ماده می‌شوند. شاره A پس از افزایش دما به سمت منبع ذخیره انرژی گرمایی جریان پیدا کرده در این مخزن باقی می‌ماند.

در هنگام نیاز به انرژی الکتریکی، شاره A از منبع ذخیره انرژی گرمایی به طرف محل انتقال حرارت جاری شده و بخشی از انرژی خود را به شاره B (آب) می‌دهد و آن را به بخار تبدیل می‌کند. پس از انتقال حرارت، دمای شاره A مجدداً کاهش پیدا کرده و این ماده دوباره به سمت برج گیرنده جاری می‌شود. در این فرایند، وظیفه شاره A رساندن حرارت خورشید به شاره B است.

بخار آب تولید شده در مخزن انتقال حرارت، به سمت یک توربین (مولد) حرکت کرده و با چرخاندن آن سبب تولید انرژی الکتریکی می‌شود. پس از به حرکت درآوردن توربین، بخار آب به سمت سردکننده جاری می‌شود تا دوباره در چرخه تولید بخار قرار بگیرد.

ماده‌ای که به عنوان شاره A انتخاب می‌شود، باید ظرفیت گرمایی بالایی داشته و در گستره دمایی بزرگی به حالت مایع باشد تا بتواند انرژی گرمایی خورشید را برای مدت طولانی‌تری نگه دارد. از سدیم کلرید مذاب که یک شاره یونی است، به عنوان این شاره استفاده می‌کنیم.

گستره تغییرات دمایی NaCl مذاب در این فناوری بین 1350°C تا 850°C است. مواد مولکولی در این گستره دمایی نمی‌توانند به حالت مایع باشند.

از آن‌جا که مجموع بار الکتریکی کاتیون‌ها و آنیون‌ها در هر ترکیب یونی با هم برابر است، ترکیبات یونی از لحاظ بار الکتریکی خنثی هستند.

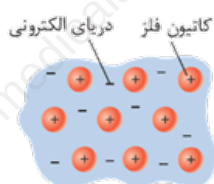
ترکیب‌های یونی در حالت جامد رسانای جریان برق نیستند اما با ذوب کردن این مواد یا انحلال آن‌ها در آب، یک محلول الکترولیت به دست می‌آید.

شبکه بلور ترکیبات یونی شامل تعداد زیادی یون می‌شود که با یک آرایش ویژه و منظم در کنار هم قرار گرفته‌اند. در این حالت، نیروهای جاذبه ایجاد شده بین یون‌های ناهم‌نام سبب حفظ پیوستگی بلور جامد یونی می‌شود. با وارد شدن یک نیروی خارجی (مثل ضربه) به بلور ترکیب یونی، لایه‌های سازنده این ترکیب جابه‌جا شده و یون‌های هم‌نام موجود در آن در مقابل یکدیگر قرار می‌گیرند. در چنین شرایطی، نیروی دافعه ایجاد شده میان یون‌های هم‌نام باعث شکستن شبکه بلور و جداسازی قطعات آن از هم می‌شوند.

تنوع و شمار مواد مولکولی (مثل آب و متان) بیشتر از مواد یونی (مثل سدیم کلرید و کلسیم اکسید) است و تنوع و شمار مواد یونی نیز بیشتر از مواد کووالانسی (مثل گرافیت و سیلیسیم کربید) است.

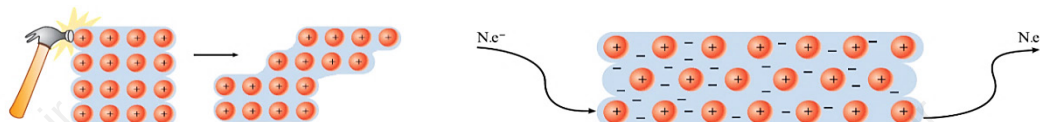


- به کمک آزمون شعله، می‌توانیم نوع کاتیون فلزی موجود در یک ترکیب یونی را پیدا کنیم. برای این منظور، مقداری از محلول نمک موردنظر را با افشانه روی شعله می‌پاشیم و با توجه به تغییر رنگ شعله، نوع کاتیون فلزی موجود در آن ترکیب را پیدا می‌کنیم.
- تمدن‌های آغازی بر اساس گستره کاربری فلزها که همواره برای زندگی انسان و ادامه آن ضروری و ارزشمند بوده‌اند، نام‌گذاری شده‌اند.
- پس از دوره سنگی، در دوره برنز (آلیاژی از قلع و مس) و سپس در دوره آهن، جوامع دچار دگرگونی و رشد چشمگیری شدند.
- فلزها هنوز هم کلید رشد، گسترش و ارتقای کیفیت زندگی به شمار می‌روند؛ آن‌چنان که بسیاری باور دارند پایداری جامعه پیشرفته با فناوری کارآمد به گستردگی استفاده از عنصرهای فلزی وابسته است.
- فلزها بخش عمده عنصرهای جدول دوره‌ای را تشکیل می‌دهند. این عناصر در هر ۴ دسته s، p، d و f جدول دوره‌ای جای داشته و به طور کلی، خواص مشابهی دارند. البته، برخی از رفتارهای فیزیکی و شیمیایی فلزها متنوع و متفاوت از هم است.
- داشتن جلا، رسانایی الکتریکی، رسانایی گرمایی و شکل پذیری، از جمله رفتارهای فیزیکی فلزها هستند، در حالی که واکنش پذیری و تنوع اعداد اکسایش از جمله رفتارهای شیمیایی آن‌ها است.



- شکل مقابل یک الگوی ساده از شبکه بلوری فلزها را نشان می‌دهد که برای توجیه برخی رفتارهای فیزیکی (نه رفتارهای شیمیایی) آن‌ها ارائه شده و به مدل دریای الکترونی معروف 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 که همان الکترون‌های لایه ظرفیت هستند، دریایی را ساخته و در آن آزادانه جابه‌جا می‌شوند.
- در مدل دریای الکترونی، به دلیل حرکت آزادانه الکترون‌ها، نمی‌توان هر الکترون موجود در بلور فلز را تنها متعلق به یک اتم معین دانست.
- دریای الکترونی عاملی است که چیدمان کاتیون‌ها را به دلیل جاذبه‌ای که با آن‌ها ایجاد می‌کند، در شبکه بلوری فلز حفظ می‌کند. همچنین این الکترون‌ها هستند که باعث خاصیت چکش‌خواری و رسانایی الکتریکی فلزات می‌شوند. تصاویر زیر، نمایی از توجیه این دو ویژگی را نشان می‌دهد:



- فلزها افزون بر رفتارهای مشابه، تفاوت‌های آشکاری در برخی رفتارها نشان می‌دهند. در واقع، هر فلز افزون بر رفتارهای مشترک، رفتارهای ویژه خود را نیز دارد. برای نمونه فلزهای دسته d همانند فلزهای دسته s و p، دارای ویژگی‌هایی مانند جلا، رسانایی الکتریکی، رسانایی گرمایی و شکل‌پذیری هستند، اما در ویژگی‌هایی مانند سختی، نقطه ذوب و تنوع اعداد اکسایش با آن‌ها تفاوت دارند.
- در میان عنصرهای دسته d از دوره چهارم جدول تناوبی، تیتانیوم (Ti ۲۲) با ویژگی‌های باورنکردنی، فلزی فراتر از انتظار است. ماندگاری و استحکام مناسب از جمله این ویژگی‌ها است. جدول زیر برخی ویژگی‌های تیتانیوم را با فولاد زنگ نزن مقایسه می‌کند:

ویژگی	ماده	تیتانیوم	مقایسه	فولاد
نقطه ذوب (°C)		۱۶۶۷	<	۱۵۳۵
چگالی (g.mL ^{-۱})		۴/۵۱	>	۷/۹۰
واکنش با ذره‌های موجود در آب دریا		ناچیز	>	متوسط
مقاومت در برابر خوردگی		عالی	<	ضعیف
مقاومت در برابر سایش		عالی	≈	عالی

- در جدول زیر به چند مورد از موارد مصرف تیتانیوم و علت استفاده‌ی آن می‌پردازیم.

مورد استفاده	دلیل استفاده
ساخت برخی از اجزای ثابت و متحرک موتور جت	بالا بودن نقطه ذوب تیتانیوم
ساخت پروانه کشتی اقیانوس پیما	مقاومت در برابر خوردگی و واکنش‌پذیری کم
پوشش بیرونی بناهای هنرمندانه، زیبا و ماندگار همانند موزه گوگنهایم	مقاومت بالا در برابر خوردگی

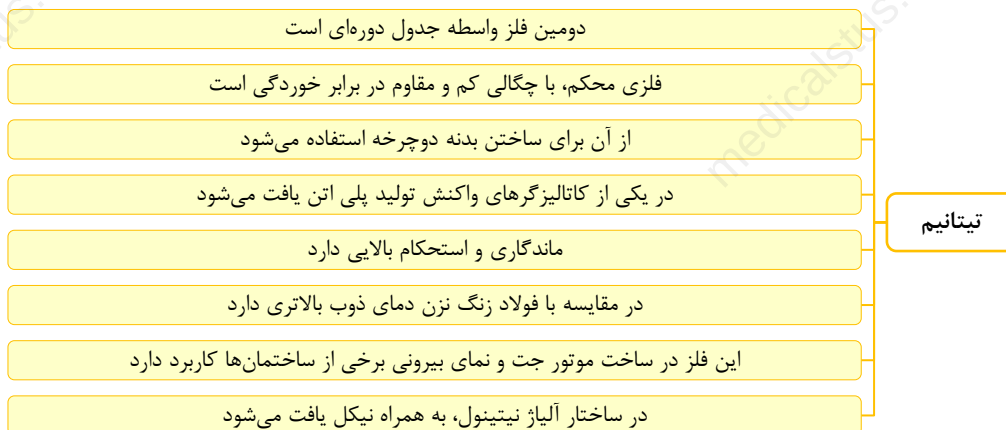


آلیاژ نیتینول، در ساخت فراورده‌های صنعتی و پزشکی	شرکت در ساختار آلیاژهای هوشمند
بدنه دوچرخه	چگالی کم و مقاومت در برابر خوردگی و سایش

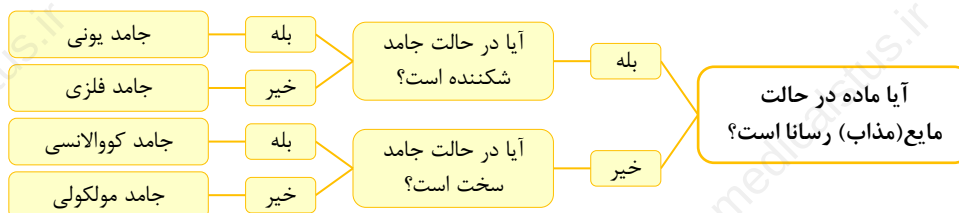
نیتینول آلیاژی از نیکل و تیتانیوم است که به آلیاژ هوشمند معروف است. از این آلیاژ در ساخت فراورده‌های صنعتی و پزشکی مانند استنت برای رگ‌ها، سازه ارتودنسی و قاب عینک کاربرد دارد. واکنش تهیه صنعتی تیتانیوم به صورت $\text{TiCl}_4 + 2\text{Mg} \rightarrow \text{Ti} + 2\text{MgCl}_2$ است.

واکنش استخراج آهن به وسیله تیتانیوم به صورت $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{Ti} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{TiO}_2$ است. دلیل انجام شدن این واکنش شیمیایی، کاهنده‌تر بودن Ti نسبت به Fe است.

ویژگی‌های کلی فلز تیتانیوم، مطابق با نمودار زیر خواهد بود:



برای تشخیص نوع مواد مختلف، می‌توانیم طبق نمودار زیر عمل کنیم:



ترتیب تنوع مواد ذکر شده در جدول بالا در طبیعت به صورت روبرو است: مواد مولکولی < مواد یونی < فلزات < مواد کووالانسی

احساس و درک رنگ به دلیل نورهایی است که از محیط پیرامون به چشم ما می‌رسد. در واقع، این نورها همان پرتوهای الکترومغناطیسی بوده که طول موج آن‌ها در گستره بین ۴۰۰nm تا ۷۰۰nm است و چشم ما آن‌ها را می‌بیند.

اگر در محیطی نور مرئی نباشد، انسان نمی‌تواند پیرامون خود را ببیند. رفتار نور در برخورد با اجسام مختلف، تفاوت دارد. در جدول زیر، رفتار مختلف نور را بررسی می‌کنیم.

نور جذب شده	نور بازتاب شده	
-	همه طول موج‌های مرئی	جسم سفید
همه طول موج‌های مرئی	-	جسم سیاه
همه طول موج‌های مرئی بجز رنگ خود جسم	رنگ جسم	جسم رنگی

سازنده اصلی یک ماده رنگی که به آن رنگ می‌بخشد، رنگ‌دانه نام دارد. برای نمونه، TiO_2 سفید رنگ بوده و Fe_2O_3 قرمز رنگ است. دوده نیز یک رنگدانه به رنگ سیاه است. این مواد، از جمله رنگ‌دانه‌های معدنی هستند. در گذشته انسان، این مواد رنگی را از منابع طبیعی همچون گیاهان، جانوران و برخی کانی‌ها تهیه می‌کرد.

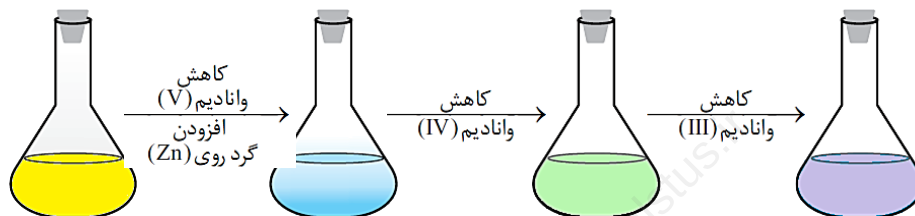
امروزه پیشرفت و گسترش تولید فراورده‌های صنعتی آن چنان سریع و چشمگیر است که این فراورده‌ها در رقابتی اقتصادی افزون بر جنبه‌های کمی و کیفی، از دیدگاه زیباشناختی، باید رنگ و رنگ آمیزی مناسب و جذابی نیز داشته باشند. چنین اهمیتی باعث تولید رنگ‌های ساختگی گوناگونی شده است. رنگ‌هایی که در صنایع غذایی، نساجی و ساختمانی به کار می‌روند.



فصل سوم: شیمی جلوه‌ای از هنر، زیبایی و ماندگاری

رنگ‌هایی که برای پوشش سطح استفاده می‌شوند (رنگ‌های پوششی)، نوعی کلوئید هستند که لایه نازکی روی سطح ایجاد می‌کنند تا افزون بر زیبایی، مانع خوردگی در برابر اکسیژن، رطوبت و مواد شیمیایی گردد. همان‌طور که می‌دانیم، این مواد به طور کامل از خوردگی فلزها جلوگیری نمی‌کنند. به یاد داریم که کلوئیدها از جمله مخلوط‌های پایدار هستند که از توده‌های مولکولی ساخته شده‌اند.

وانادیم یک عنصر از دسته‌ی d است که اعداد اکسایش متفاوتی دارد. در جدول زیر محلول نمک‌های مختلف وانادیم در شرایطی با اعداد اکسایش متفاوت را بررسی می‌کنیم:



محلول	محلولی از نمک وانادیم (V)	محلولی از نمک وانادیم (IV)	محلولی از نمک وانادیم (III)	محلولی از نمک وانادیم (II)
رنگ محلول	زرد	آبی	سبز	بنفش
آرایش الکترونی وانادیم	وانادیم در این محلول به شکل یون چنداتی است.	وانادیم در این محلول به شکل یون چنداتی است.	$[\text{Ar}]3d^2$	$[\text{Ar}]3d^3$

با افزودن مقدار کافی گرد Zn به محلول نمک وانادیم، با اکسایش Zn و مشاهده‌ی تغییر رنگ محلول، می‌توانیم عدد اکسایش وانادیم در محلول ایجاد شده را تشخیص دهیم.

و هم‌اینک، پایان سومین فصل از کتاب شیمی دوازدهم ...



فصل ۴: شیمی، راهی به سوی آینده روشن تر

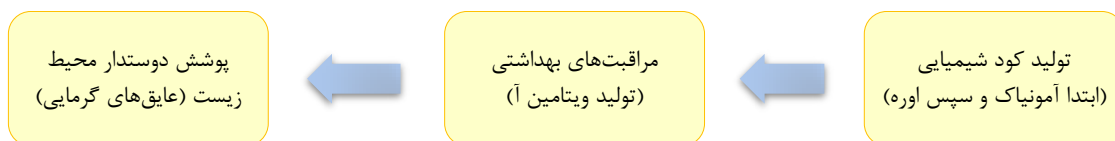


و نوبت میرسد به آخرین فصل از کتاب شیمی دوازدهم! در ابتدای فصل ۴ شیمی دوازدهم، در رابطه با انرژی فعال سازی واکنش ها و مقایسه سرعت انجام واکنش های مختلف بحث شده است. در ادامه این فصل، در رابطه با ثابت تعادل واکنش های شیمیایی و عوامل مؤثر بر تعادل ها سخن به میان آمده و در همین قسمت، در رابطه با روش های مهم و صنعتی استفاده شده برای تولید آمونیاک به روش هابر نیز بحث شده است. در انتهای این فصل از کتاب شیمی دوازدهم نیز مطالب مهمی در رابطه با شیمی آلی و فرایند تولید پلیمرهای مهم مصنوعی آورده شده است. به طور کلی، مطالب مطرح شده در این فصل پرانرژی بالایی داشته و حجم زیادی از این مطالب، در حیطه حفظیات قرار می گیرند.

- انسان همواره برای زندگی و ادامه آن با چالش ها و مشکلات گوناگونی روبه رو بوده است، اما با بهره گیری از هوش، خرد و الهام از طبیعت توانسته برای هر پرسش در ذهن خود پاسخی بیابد.
- انسان برای حل مسئله در هر زمان و مکان، راهکاری عملی یافته است. هرچند که برخی از پاسخ های ارائه شده و راهکارهای استفاده شده ساده و برخی دیگر پیچیده اند، اما هر یک از آن ها در جای خود نوآورانه و کارآمد بوده اند.
- مجموعه تلاش های انسان در گذر زمان منجر به تولید و انباشت دانش و فناوری شده است. یکی از این موارد، دانش شیمی و فناوری های آن است که نقش پررنگی برای گذر از تنگناها و رسیدن به زندگی مدرن داشته است. جدول زیر برخی از دستاوردهای مهم شیمی را در این راستا نشان می دهد:

نام فناوری	نمونه های استفاده از فناوری
تصفیه آب	جلوگیری از گسترش بیماری هایی از جمله وبا در جهان
تولید پلاستیک	تحول در صنعت پوشاک و صنعت بسته بندی (غذا، دارو و ...)
شناسایی و تولید مواد بی حس کننده و آنتی بیوتیک	هموار کردن راه برای برای جراحی های گوناگون
شناسایی و تولید کودهای شیمیایی مناسب	تأمین غذای جمعیت جهان
تولید بنزین	سرعت بخشیدن به حمل و نقل و کاهش آلودگی توسط مبدل های کاتالیستی

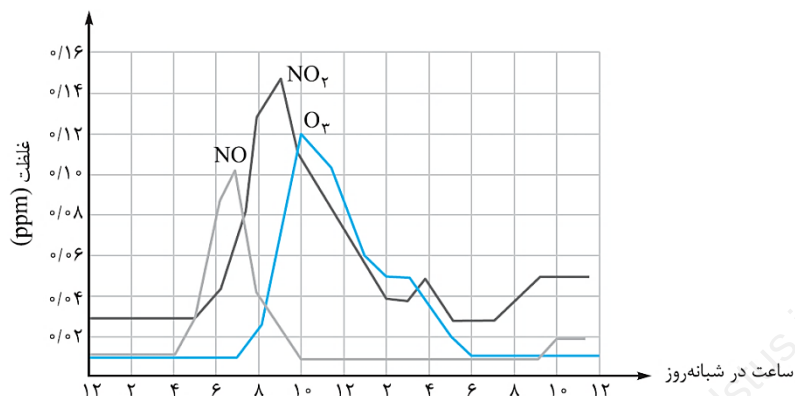
- استفاده بهینه و درست از دانش و فناوری، آسایش و رفاه را در زندگی تأمین می کند، اما استفاده نادرست از آن، آثار مخرب تر و زیانبارتری به دنبال خواهد داشت. برای نمونه تولید سلاح های شیمیایی استفاده نادرست از دانش و فناوری را نشان می دهد.
- در نمودار زیر، ترتیب زمانی تولید برخی از فناوری های شیمیایی در سال های پس از انقلاب صنعتی نشان داده شده است:



- تماشای آسمان آبی و تنفس در هوای پاک، همیشه لذت بخش و شادی آفرین است، اما گاهی در آسمان به ویژه در زمستان، شاهد لایه قهوه ای روشن هستیم که سطح شهرهای بزرگ جهان و کشورمان را می پوشاند. این لایه ی قهوه ای رنگ ناشی از وجود گاز NO_2 در هواکره است.
- هوای خشک و پاک مخلوطی از گازهای گوناگون است که به طور یکنواخت در هواکره پخش شده اند. گازهای نیتروژن، اکسیژن، کربن دی اکسید و آرگون، از جمله مواد موجود در هوای پاک و خشک هستند. این در حالی است که هوای آلوده افزون بر این گازها، حاوی گازهای گوناگونی مانند SO_2 ، O_3 ، NO ، CO و ذره های معلق و مواد آلی فرار است.
- به دلیل وجود آلاینده های مختلف، هوای آلوده بوی بدی دارد، چهره شهر را زشت می کند، فرسودگی ساختمان ها و پوسیدگی خودروها را سرعت می بخشد و سبب ایجاد و تشدید بیماری های تنفسی از جمله برونشیت، آسم، سرطان ریه و حتی مرگ می شود.
- هوای پاک و خشک، مخلوط همگنی است که شامل گازهای نیتروژن (۷۸ درصد حجمی)، اکسیژن (۲۱ درصد حجمی)، آرگون (۰/۹۳ درصد حجمی)، کربن دی اکسید (۰/۰۳۸۵ درصد حجمی)، نئون (۰/۰۰۱۸ درصد حجمی)، هلیم، کریپتون، زنون و دیگر گازها می شود. توجه داریم که اصلی ترین گاز سازنده هواکره، نیتروژن است.
- گاز SO_2 یکی از آلاینده های موجود در هوا است که بر اثر فعالیت های صنعتی و فعالیت های آتشفشانی وارد هواکره می شود. این گاز براساس معادله $\text{S(s)} + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{SO}_2(\text{g})$ و بر اثر سوختن گوگرد موجود در سوخت های بی کیفیت تولید می شود.



نمودار زیر، روند تغییر غلظت برخی از آلاینده‌ها را در نمونه‌ای از هوای یک شهر بزرگ نشان می‌دهد:



رنگ در رابطه با نمودار داده شده، به مطالب زیر توجه کنید:

در ابتدای صبح به دلیل فعالیت زیاد خودروها، گاز NO از موتور خودروها خارج می‌شود، پس این گاز حدود ساعت ۷ صبح دارای بیشترین غلظت خود است.

البته، گاز NO در شرایط دیگری مانند دمای بسیار بالا و یا رعد و برق، طی واکنش میان گازهای اکسیژن و نیتروژن نیز تولید می‌شود.

با گذشت زمان، طبق واکنش $2\text{NO}(g) + \text{O}_3(g) \rightarrow 2\text{NO}_2(g)$ ، غلظت گاز NO کاهش یافته و حدود ساعت ۹ صبح، گاز NO_۲ به حداکثر غلظت خود در شبانه

روز می‌رسد. این گاز سبب ایجاد لایه‌ای قهوه‌ای در آسمان می‌شود که در زمستان، این رنگ با شدت بیش‌تری نمایان می‌شود. توجه داریم که حداکثر غلظت گاز

NO_۲ در هواکره، بیشتر از حداکثر غلظت گاز NO در هواکره است.

گازهای NO و NO_۲ جزو رادیکال‌های آزاد هستند و باعث بیماری‌های تنفسی می‌شوند.

گاز O_۳ از دیگر آلاینده‌های موجود در هوا است که به واسطه‌ی واکنش $\text{NO}(g) + \text{O}_3(g) \xrightarrow{\text{نور خورشید}} \text{NO}_2(g) + \text{O}_2(g)$ (واکنش تولید اوزون تروپوسفری) تولید

می‌شود. در حوالی ساعت ۱۰ صبح گاز O_۳ بیشترین غلظت در بین ساعات شبانه روز را دارد.

گاز O_۳ یک آلاینده سمی و خطرناک است؛ به طوری که حضور آن در هوای تنفسی سبب سوزش چشم‌ها و آسیب دیدن ریه می‌شود.

در طول شب غلظت هیچ‌کدام از آلاینده‌ها به صفر نمی‌رسد و ترتیب غلظت آن‌ها در طول شب به صورت $\text{NO}_2 > \text{NO} > \text{O}_3$ است. به عبارت دیگر، در طول شب

گاز NO_۲ فراوان‌ترین آلاینده موجود در هواکره است.

تعدادی از آلاینده‌هایی که در خروجی آگروز خودروها وجود دارند، عبارت از: CO، SO_۲، NO و C_xH_y هستند.

آلاینده‌های خارج شده از آگروز، در کسری از ثانیه از موتور خودرو خارج و وارد هواکره می‌شوند. علاوه بر این، دمای آن‌ها در این زمان بسیار کوتاه به سرعت

کاهش می‌یابد.

دلیل وجود هیدروکربن‌ها در آگروز خودرو، این است که این هیدروکربن‌ها بسیار فرار بوده و قبل از واکنش با اکسیژن از آگروز خارج شدند.

مقایسه مقدار چند مورد از آلاینده‌های تولید شده در آگروز خودرو به ازای طی یک کیلومتر به صورت $\text{CO} > \text{C}_x\text{H}_y > \text{NO}$ است. گاز CO، ماده‌ای بی‌رنگ و بی‌بو

بوده و بسیار سمی است.

هوای آلوده حاوی آلاینده‌هایی است که اغلب بی‌رنگ هستند و نمی‌توان به آسانی وجود آن‌ها را تشخیص داد. همچنین نوع آلاینده‌ها و مقدار هریک از

آن‌ها در شهرهای گوناگون متفاوت است. یکی از روش‌هایی که با توجه به آن می‌توانیم نوع و غلظت آلاینده‌ها را تشخیص دهیم، برهم‌کنش این مواد با

پرتوهای الکترومغناطیسی است.

در فصل ۳ شیمی دوازدهم، مفاهیم مهمی در رابطه با نور و بررسی کردیم و در این قسمت، به بررسی جنبه دلیلی از نور و پرتوهای الکترومغناطیسی می‌پردازیم...

هرگاه یک نمونه ماده در برابر پرتوهای الکترومغناطیسی قرار گیرد، ممکن است گستره معینی از آن‌ها را جذب کرده و پرتوهای باقی مانده را بازتاب کند

یا عبور دهد. اینکه یک جسم چه پرتوهایی را جذب کرده و چه پرتوهایی را بازتاب می‌کند، به رنگ آن جسم بستگی دارد. شیمی‌دان‌ها با استفاده از

برهم‌کنش‌های پرتوهای مرئی، فروسرخ و فرابنفش و پرتوهای الکترومغناطیسی، روش‌های گوناگون طیف‌سنجی را برای شناسایی ساختار مواد پایه گذاری

کرده‌اند. به عنوان مثال، تصویر زیر برهم‌کنش دو ماده با نور را نشان می‌دهد:



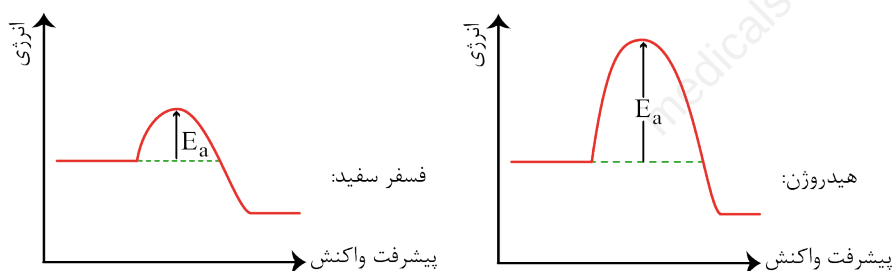


- یکی از رایج ترین روش های طیف سنجی که برای شناسایی گروه های عاملی به کار می رود، طیف سنجی فروسرخ (نوعی پرتو الکترومغناطیسی با طول موج بلندتر از ۷۰۰ نانومتر) نام دارد. با توجه به اینکه شمار و نوع اتم های سازنده هر گروه عاملی متفاوت از دیگری است، موادی که شامل هر نوع گروه عاملی می شوند، تنها گستره معین و منحصر به فردی از پرتوهای فروسرخ را جذب می کنند.
- طیف سنجی فروسرخ برای تشخیص موارد دیگری از جمله برخی آلاینده های هواکره (کربن مونوکسید و اکسیدهای نیتروژن) و نیز شناسایی برخی از انواع مولکول ها در فضای بین ستاره ای به کار می رود.
- افزون بر طیف سنجی فروسرخ، می توان از برهم کنش پرتوهای فرابنفش، مرئی و یا امواج رادیویی نیز برای شناسایی مواد گوناگون بهره برد. دستگاه ام.آر.آی (MRI)، نمونه ای از کاربرد طیف سنجی در علم پزشکی است.
- در جدول زیر، به تمام انواع طیف سنجی های بررسی شده در کتاب شیمی دبیرستان می پردازیم:

طیف سنج جرمی	اندازه گیری جرم اتم های مختلف با دقت زیاد
طیف سنج اتمی	کسب اطلاعات از پرتوهای گسیل شده از مواد و سیاره ها و ستاره ها
طیف سنجی پیشرفته	تعیین آرایش الکترونی اتم هایی که از قاعده آفبا پیروی نمی کنند
طیف سنجی فروسرخ	تشخیص گروه های عاملی و گروهی از گازهای آلاینده

بعد از بحث طیف سنجی، بریم سراغ یکی از سوال خیزترین مباحث فصل ۶ شیمی دوازدهم، یعنی بحث انرژی فعال سازی واکنش ها...

- واکنش های شیمیایی با سرعت های گوناگون انجام می شوند. برای نمونه واکنش زنگ زدن آهن کُند است، در حالی که واکنش سوختن متان، تند است. افزایش دما سبب افزایش سرعت واکنش های شیمیایی می شود. برای نمونه گاز نیتروژن با گاز اکسیژن در دمای اتاق واکنش نمی دهد اما درون موتور خودرو که دمایی بیش تر از 1000°C دارد، اندکی از این گازها به نیتروژن مونوکسید تبدیل می شود.
- هر واکنش شیمیایی برای انجام شدن به حداقلی از انرژی نیاز دارد. در واقع برای اینکه یک واکنش آغاز شود، باید واکنش دهنده ها مقدار معینی انرژی داشته باشند. به این حداقل انرژی مورد نیاز، انرژی فعال سازی واکنش (E_a) می گویند و آن را با یکای کیلوژول نشان می دهند.
- یکی از روش های تأمین انرژی فعال سازی، گرما دادن به واکنش دهنده ها است.
- واکنش های شیمیایی صرف نظر از اینکه گرماده یا گرماگیر باشند، برای آغاز شدن به انرژی فعال سازی نیاز دارند. به طور مثال برای روشن شدن کبریت، هنگامی که نوک آن روی سطح زبر قوطی کبریت کشیده شود، گرما تولید می شود. این گرما انرژی فعال سازی واکنش را تأمین می کند. پس از تأمین انرژی فعال سازی اولیه، ادامه واکنش سوختن کبریت به طور خودبه خودی پیش می رود.
- هرچه انرژی فعال سازی واکنشی بیش تر باشد، تأمین این مقدار انرژی دشوارتر بوده و سرعت آن واکنش کم تر است. چنین واکنشی در شرایط دشوارتر و دمای بالاتری انجام می شود.
- با افزایش دما، انرژی واکنش دهنده ها بیش تر می شود؛ به طوری که انرژی فعال سازی واکنش تأمین شده و شمار ذره هایی که در واحد زمان می توانند به فراورده ها تبدیل شوند، افزایش یافته و در نتیجه سرعت واکنش افزایش می یابد.
- اگر محتوای انرژی فراورده ها (آنتالپی) پایین تر از واکنش دهنده ها باشد، واکنش مورد نظر گرماده است و اگر محتوای انرژی فراورده ها از واکنش دهنده ها بالاتر باشد، واکنش مورد نظر نوعی واکنش گرماگیر است. در هر واکنش تفاوت سطح انرژی واکنش دهنده ها و فراورده ها، نشان دهنده ΔH واکنش و تفاوت سطح انرژی واکنش دهنده ها با قله نمودار نیز نشان دهنده مقدار انرژی فعال سازی واکنش است.
- فسفر سفید، برخلاف گاز هیدروژن در هوا و در دمای اتاق می سوزد. علت این پدیده، انرژی فعال سازی کمتر واکنش سوختن فسفر سفید در مقایسه با گاز هیدروژن است. به همین خاطر است که فسفر سفید را در زیر آب نگهداری می کنند. نمودار انرژی-پیشرفت این دو واکنش به صورت زیر است:





نمودار زیر، ویژگی های مهم عنصر فسفر را نشان می دهد:



برخی واکنش ها در صنعت فقط در دما و فشار بالا انجام می شوند و تولید فراورده ها در آن ها صرفه اقتصادی ندارد. به همین دلیل، برای انجام اینگونه واکنش ها از کاتالیزگرهای مختلفی استفاده می کنند.

کاتالیزگرها در واکنش شرکت می کنند، اما در پایان واکنش باقی می مانند. از این رو می توان آن ها را بارها و بارها به کار برد. همچنین استفاده از کاتالیزگرها در صنایع گوناگون، سبب کاهش آلودگی محیط می شود. در مثال های زیر، کاتالیزگر برخی از واکنش های مهم بررسی شده است:



هر کاتالیزگر می تواند به شمار معدودی واکنش سرعت ببخشد. این مواد اغلب اختصاصی و انتخابی عمل می کنند. در نقطه مقابل، مواد بازدارنده سرعت انجام واکنش شیمیایی را برخلاف کاتالیزگرها کاهش می دهند.

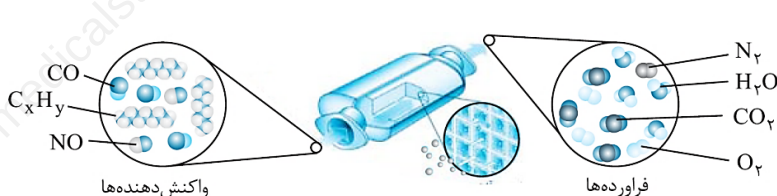
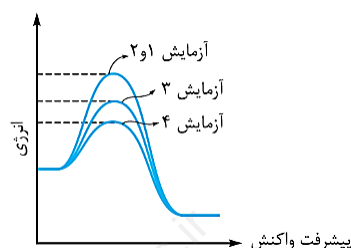
در حضور کاتالیزگر استفاده شده در یک فرایند، نباید واکنش های ناخواسته دیگری انجام شود. همچنین، کاتالیزگر در شرایط انجام واکنش باید پایداری شیمیایی و گرمایی مناسبی داشته باشد.

کاتالیزگر را می توان به تونلی در جاده کوهستانی تشبیه کرد. تونل با کوتاه کردن مسیر، سبب زودتر رسیدن مسافران به مقصد می شود. کاتالیزگر نیز با تغییر مسیر واکنش، مقدار انرژی فعال سازی را کاهش داده و سبب می شود واکنش دهنده ها سریع تر به فراورده تبدیل شوند اما توجه داریم که در حضور کاتالیزگر آنتالپی واکنش ثابت مانده و تغییر نمی کند.

افزایش دما، گرما دادن به مواد و یا زدن جرقه در مخلوط واکنش دهنده ها، باعث کاهش انرژی فعال سازی واکنش نمی شود، اما این عوامل با تامین انرژی فعال سازی، توانایی افزایش سرعت واکنش را دارند.

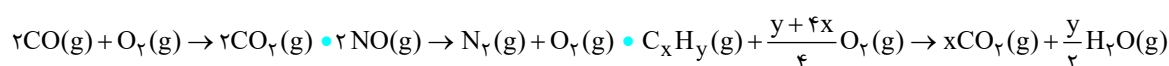
گازهای هیدروژن و اکسیژن با یکدیگر واکنش داده و بخار آب را تولید می کنند. در جدول و نمودار زیر، سرعت واکنش گاز هیدروژن و اکسیژن در دمای اتاق (دمای 25°C) با شرایط مختلف را بررسی می کنیم:

آزمایش	شرایط آزمایش	سرعت واکنش	ΔH واکنش
۱	بدون حضور کاتالیزگر	ناچیز	-572 kJ
۲	ایجاد جرقه در مخلوط	انفجاری	-572 kJ
۳	در حضور پودر روی	سریع	-572 kJ
۴	در حضور توری پلاتینی	انفجاری	-572 kJ



یکی از راهکارهای مهم برای حذف آلاینده های تولید شده توسط خودروها (گازهای CO ، NO ، SO_2 و C_xH_y)، گذاشتن قطعه ای به نام مبدل کاتالیزیتی در مسیر خروج گازها از اگزوز خودروها است. تصویر مقابل، ساختار این مبدل ها را نشان می دهد:

آلاینده های مختلف با عبور از قطعه ای که بر سر راه خروج آن ها قرار دارد، در واکنش های مختلفی شرکت کرده و به فراورده هایی کم خطر تبدیل می شوند. معادله این واکنش ها به صورت زیر است:





واکنش‌های بالا، مقدار E_a بالایی دارند. این حقیقت، نشان می‌دهد که این واکنش‌ها در دماهای بالا انجام می‌شوند و یا اگر هم در دمای پایین انجام شوند، سرعت واکنش بسیار کند است. به همین خاطر است که در روزهای سرد زمستان، آلاینده‌های بیش‌تری از آگروز خارج می‌شوند.

نکته میزان اثر گذاری مبدل کاتالیستی در رابطه با آلاینده‌های مختلف به صورت زیر است:

ترتیب میزان آلاینده‌های خارج شده از خودرو در غیاب مبدل کاتالیستی: $CO > C_xH_y > NO$

ترتیب میزان آلاینده‌های خارج شده از خودرو در حضور مبدل کاتالیستی: $CO > C_xH_y > NO$

ترتیب میزان اثر مبدل کاتالیستی بر روی حذف آلاینده‌های خارج شده از خودرو: $NO > C_xH_y > CO$

در ساختار مبدل‌های کاتالیستی، یک قطعه سرامیکی وجود دارد. بر روی سطح این قطعه که به شکل توری به کار می‌رود، فلزهای رودیم (Rh)، پالادیم (Pd) و پلاتین (Pt) به عنوان کاتالیزگر نشانده شده است. این فلزها E_a واکنش‌های انجام شده در مبدل را کاهش می‌دهند.

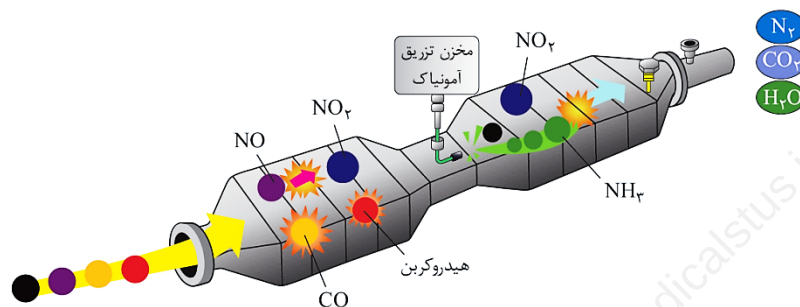
در سطح سرامیک‌های درون مبدل کاتالیستی، توده‌های فلزی با قطر ۲ تا ۱۰ نانومتر وجود دارند.

برای افزایش کارایی مبدل کاتالیستی، گاهی سرامیک را به شکل مش (دانه‌های ریز در می‌آورند و کاتالیزگرها را روی سطح آن می‌نشانند. این فرایند، با افزایش سطح تماس میان کاتالیزگرها و آلاینده‌ها سبب افزایش قدرت مبدل می‌شود.

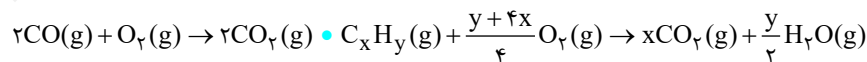
با اینکه مبدل کاتالیستی برای مدت طولانی کار می‌کند، اما کارایی این قطعه پس از مدت معینی کاهش یافته و دیگر قابل استفاده نیست.

مبدل کاتالیستی ذکر شده صرفاً برای استفاده در خودروهای بنزینی طراحی شده است، زیرا با استفاده از این مبدل‌ها نمی‌توان گازهای NO و NO_2 خروجی از خودروهای دیزلی را حذف کرد. بر این اساس، برای حذف آلاینده‌های خودروهای دیزلی از روشی دیگر استفاده می‌کنند.

شکل زیر مبدل کاتالیستی را در خودروهای دیزلی نشان می‌دهد:



این مبدل در برخورد با گازهای CO و C_xH_y ، مشابه به مبدل کاتالیستی خودروهای بنزینی رفتار می‌کند. معادله واکنش‌های انجام شده به صورت مقابل است:



در مبدل مخصوص خودروهای دیزلی، با ورود آمونیاک و انجام واکنش $NO(g) + NO_2(g) + 2NH_3(g) \rightarrow 2N_2(g) + 3H_2O(g)$ ، گازهای NO و NO_2 به گاز N_2 تبدیل شده و تا حدود زیادی (نه به طور کامل) از ورود آلاینده‌های NO و NO_2 به هواکره جلوگیری می‌شود.

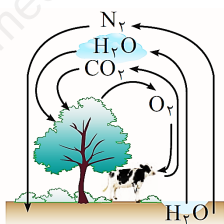
چون در واکنش مربوط به حذف اکسیدهای نیتروژن در خودروهای دیزلی گاز آمونیاک مصرف می‌شود، پس می‌توان گفت تعداد اتم‌های نیتروژن خارج شده از آگروز خودرو دیزلی بیش‌تر از تعداد اتم نیتروژن خارج شده از موتور این خودروها است.

حالا که مطالب مربوط به انرژی فعال سازی و مبدل کاتالیستی رو مرور کردیم، می‌تونیم با خیال راحت بحث تعداد اتم‌های شیمیایی ...

غذا به عنوان محور رشد و سلامتی، یکی از ضرورت‌های زندگی برای ادامه آن به شمار می‌رود، اما محدودیت منابع و روند رو به افزایش جمعیت جهان سبب شده تا تأمین غذا به یکی از چالش‌های زندگی تبدیل شود.

بهترین راه‌حل برای مسئله تأمین غذا، افزایش بهره‌وری در تولید فراورده‌های کشاورزی است. در این راستا شناسایی، تولید و افزودن کودهای شیمیایی مناسب به خاک راهگشا خواهد بود.

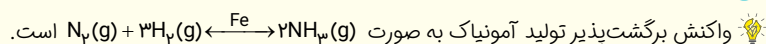
گیاهان با جوی سرشار از گاز نیتروژن احاطه شده‌اند، اما نمی‌توانند این عنصر ضروری برای رشد خود را به طور مستقیم از هوا جذب کنند. به همین خاطر، گیاهان باید نیتروژن را به شکل ترکیب‌های نیتروژن‌دار از جمله آمونیاک و اوره از خاک جذب کنند. گیاهان برای رشد افزون بر کربن دی‌اکسید و آب، به عنصرهایی مانند N ، P و K نیز نیاز دارند. تصویر مقابل، نمایی از مبادله مواد بین گیاه و سایر اجزای طبیعت را نشان می‌دهد:



در برخی از کشورها برای افزایش بازده تولید فراورده‌های کشاورزی، آمونیاک مایع را به عنوان کود شیمیایی مستقیماً به خاک تزریق می‌کنند.



نکته فرایند هابر (واکنش تولید آمونیاک) از مهم ترین واکنش های مطرح شده در کتاب درسی است. در رابطه با این واکنش، به نکات زیر دقت کنید:



در دمای اتاق، واکنش میان گازهای نیتروژن و هیدروژن حتی در حضور کاتالیزگر یا جرقه پیش نمی رود، زیرا انرژی فعال سازی این واکنش بسیار بزرگ است. بر این اساس، فریتس هابر با تلاش فراوان شرایط بهینه برای انجام شدن این واکنش را یافت.

شرایط بهینه واکنش تولید آمونیاک (شرایطی که در آن واکنش دهنده ها تا حد ممکن به فراورده ها تبدیل شوند)، دمای 450°C و فشار 200 اتمسفر در حضور کاتالیزگر آهن است.

واکنش انجام شده در فرایند هابر، برگشت پذیر است و می تواند در شرایط مناسب به تعادل برسد. تعادلی که در دمای معین، شامل مخلوطی از گازهای واکنش دهنده و فراورده با غلظت ثابت می شود.

تولید فراورده بیش تر در شرایط معین، به میزان پیشرفت واکنش در آن شرایط بستگی دارد. به عبارت دیگر، هر چه میزان پیشرفت واکنش بیش تر باشد، درصد بیش تری از واکنش دهنده ها به فراورده ها تبدیل می شوند.

مقدار ثابت تعادل هر واکنش، معیاری برای سنجش میزان پیشرفت آن واکنش است. در واقع مقدار ثابت تعادل هر واکنش برابر با نسبت میان حاصل ضرب غلظت تعادلی فراورده های گازی یا محلول، هر یک به توان ضریب استوکیومتری آن ها به حاصل ضرب غلظت تعادلی واکنش دهنده های گازی و محلول هر یک به توان ضریب استوکیومتری آن ها است. برای مثال، ثابت تعادل واکنش انجام شده در فرایند هابر طبق رابطه
$$K = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2] \times [\text{H}_2]^3}$$
 بدست می آید.

اصل لوشاتلیه بیان می کند که اگر تغییری سبب به هم خوردن یک سامانه تعادلی شود، تعادل در جهتی جابه جا می شود که تا حد امکان اثر آن تغییر را جبران کند. از این اصل، برای بررسی عوامل موثر بر واکنش های تعادلی استفاده می شود.

هنگامی که در دمای ثابت، غلظت یکی از مواد شرکت کننده در سامانه تعادلی افزایش یابد، واکنش در جهت مصرف آن ماده تا حد امکان پیش می رود تا به تعادل جدیدی برسد. در نقطه مقابل، اگر غلظت یکی از مواد شرکت کننده در سامانه تعادلی کاهش یابد، واکنش در جهت تولید آن ماده تا حد امکان پیش می رود تا به تعادل جدیدی برسد. توجه داریم که طی این جابه جایی، مقدار K واکنش ثابت می ماند.

برای افزایش غلظت مواد، می توان میزان مول آن ها را افزایش داد و یا حجم ظرف محتوی آن ها را کاهش داد. به طور مثال، در واکنش هابر، با افزودن مقداری از گازهای نیتروژن و یا هیدروژن به ظرف واکنش، واکنش در جهت مصرف این گازها (در جهت تولید آمونیاک بیشتر) پیش می رود.

به شرط یکسان نبودن تعداد مول های گازی در دو سمت معادله ی یک واکنش تعادلی، کاهش حجم ظرف محتوی سامانه در دمای ثابت، تعادل را در جهت مول های گازی کم تر جابه جا می کند. بر این اساس، می توان گفت کاهش حجم ظرف، باعث افزایش سرعت واکنش رفت و برگشت می شود اما سرعت واکنشی که منجر به تولید تعداد مول های گازی کمتری می شود را به مقدار بیشتری افزایش می دهد.

اگر در یک واکنش تعادلی، شمار مول های گازی موجود در دو سمت معادله واکنش با همدیگر برابر باشند، با افزایش و یا کاهش حجم ظرف واکنش، تعادل جابه جا نمی شود و شمار مول های هر یک از گونه های شرکت کننده در واکنش نیز ثابت باقی می ماند.

در جدول زیر اثر تغییر حجم و تغییر فشار بر روی واکنش های تعادلی را بررسی می کنیم:

مول های گازی واکنش دهنده > مول های گازی فراورده				مول های گازی واکنش دهنده < مول های گازی فراورده				
غلظت فراورده	غلظت واکنش دهنده	مول فراورده	مول واکنش دهنده	غلظت فراورده	غلظت واکنش دهنده	مول فراورده	مول واکنش دهنده	
↓	↓	↑	↓	↓	↓	↓	↑	افزایش حجم (کاهش فشار)
↑	↑	↓	↑	↑	↑	↑	↓	کاهش حجم (افزایش فشار)

بر اساس داده های موجود در جدول بالا، روند تغییر غلظت واکنش دهنده ها و فراورده ها در تعادل جدید برقرار شده در مقایسه با تعادل اولیه، با تغییرات حجم رابطه عکس و با تغییرات فشار رابطه مستقیم دارد.

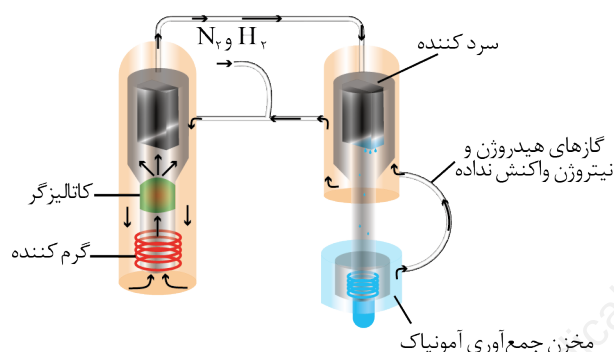
در برخی از سامانه های تعادلی، تغییر غلظت ایجاد شده در سامانه، با جابه جایی تعادل به صورت کامل جبران می شود. به عنوان مثال، در تعادل شیمیایی با معادله
$$\text{MgCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{MgO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}); K = [\text{CO}_2]$$
، با خارج کردن مقداری گاز CO_2 از سامانه تعادل، واکنش در جهت رفت جابه جا می شود تا غلظت این گاز را به مقدار اولیه آن برساند.



- تغییر دما از دیگر عواملی است که باعث جابه‌جایی تعادل می‌شود، اما این عامل برخلاف بقیه موارد، باعث تغییر میزان K واکنش نیز می‌شود. اثر تغییر دما بر تعادل‌های گوناگون، یکسان نیست و به گرماده یا گرماگیر بودن آن‌ها بستگی دارد.
- هنگامی که دمای یک سامانه تعادلی افزایش می‌یابد، تعادل در جهت مصرف گرما پیش می‌رود. به عبارتی با افزایش دمای یک سامانه تعادلی، سرعت واکنش‌های رفت و برگشت به طور همزمان افزایش می‌یابد اما میزان افزایش سرعت برای واکنشی که با مصرف گرما همراه است، بیش‌تر خواهد بود.
- در اغلب واکنش‌های تعادلی، نماد Q (گرما) در سمتی از معادله واکنش قرار دارد که مجموع تعداد مول‌های گازی و یا محلول آن کم‌تر باشد.
- در جدول زیر اثر دما را بر جابه‌جایی تعادل بررسی می‌کنیم.

تعادل‌های گرماده ($\Delta H < 0$)			تعادل‌های گرماگیر ($\Delta H > 0$)			
مقدار K	غلظت فراورده	غلظت واکنش‌دهنده	مقدار K	غلظت فراورده	غلظت واکنش‌دهنده	
↓	↓	↑	↑	↑	↓	افزایش دما
↑	↑	↓	↓	↓	↑	کاهش دما

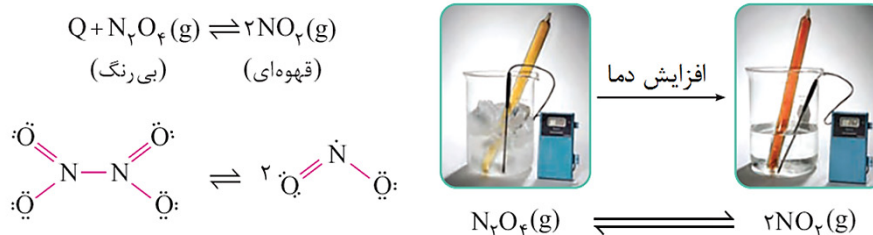
- هابر به دنبال شرایط بهینه‌ای برای انجام واکنش تولید آمونیاک بود. او می‌دانست که با افزایش دما و تأمین انرژی فعال‌سازی، سرعت واکنش افزایش خواهد یافت. از این رو واکنش را در دماهای بالاتر بررسی کرد.
- در دماهای بالا، واکنش تولید آمونیاک با سرعت چشمگیری انجام می‌شد، اما چون معادله این واکنش گرماده بود، با درصد پیشرفت کمی به تعادل می‌رسید؛ به طوری که سامانه محتوی مخلوطی از هر سه گاز بوده و مقدار زیادی آمونیاک تولید نمی‌شد. هابر هر چه دما را بالاتر می‌برد، درصد مولی آمونیاک در مخلوط واکنش کاهش می‌یافت. هابر دریافت که افزایش دما نمی‌تواند برای تولید آمونیاک بیش‌تر ثمربخش باشد؛ چراکه با افزایش دما، واکنش در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود.
- هابر با استفاده از کاتالیزگر مناسب (ورقه‌های آهنی)، توانست واکنش تولید آمونیاک را در دماهای پایین‌تر و با سرعت مناسب انجام دهد؛ هر چند که هنوز هم درصد مولی آمونیاک در مخلوط واکنش مطلوب نبود. هابر برای رفع این مشکل، از افزایش فشار بر سامانه واکنش بهره برد.
- در فرایند هابر، با افزایش فشار در دمای ثابت، درصد مولی آمونیاک در سامانه افزایش پیدا می‌کند. به این ترتیب، هابر توانست شرایط بهینه برای تولید آمونیاک را بیابد. شرایطی که در آن، تنها ۲۸ درصد مولی مخلوط واکنش را آمونیاک تشکیل می‌دهد.
- در پایان واکنش، در ظرف مخلوطی از گازهای آمونیاک، هیدروژن و نیتروژن را داریم که برای جداسازی آن‌ها از تفاوت نقطه جوش آن‌ها بهره می‌بریم. چون نقطه جوش آمونیاک (-34°C) اختلاف زیادی با نقطه جوش هیدروژن (-253°C) و نیتروژن (-196°C) دارد، با رساندن دمای سامانه به نقطه جوش آمونیاک، این ماده میعان شده و از مخلوط خارج می‌شود.
- شکل زیر، نمایی از فناوری تولید آمونیاک به روش هابر را نشان می‌دهد:



- سردکننده‌ی موجود در دستگاه تولید آمونیاک، دما را تا حدود -40°C کاهش می‌دهد تا آمونیاک میعان شده و از سایر مواد جدا شود.
- استفاده از کاتالیزگر (تیغه آهن) در این واکنش، در درصد پیشرفت واکنش نقشی ندارد و فقط سرعت واکنش را افزایش می‌دهد.
- هرچند تولید آمونیاک به روش هابر باعث طولانی‌تر شدن جنگ جهانی اول گردید؛ اما به دنبال آن شرایط تولید کودهای شیمیایی و افزایش بازدهی فراورده‌های کشاورزی فراهم شد.



به معادله‌ی تعادل گازی زیر و روند تغییر رنگ مخلوط تعادلی توجه کنید:



با افزایش دمای محیط در واکنش تعادلی فوق، واکنش در جهت رفت(در جهت مصرف گرما) به پیش رفته و رنگ مخلوط گازی مورد نظر تیره می‌شود. خب بحث مربوط به واکنش‌های تعادلی هم به پایان رسید و دیگه میتونیم بریم سراغ بحث‌های پایانی از آخرین فصل کتاب شیمی ...

نفت خام، گاز طبیعی، زغال سنگ و معادن مس، آهن، طلا، مرمر و فیروزه از جمله منابع شیمیایی ارزشمندی هستند که به طور یکسان در جهان توزیع نشده‌اند. به همین دلیل برخی کشورها صادر کننده این منابع و برخی دیگر وارد کننده آن‌ها هستند.

برخی از کشورهای دنیا با کسب درآمد از فروش منابع خود، زمینه آسایش، رشد و توسعه را فراهم می‌کنند. این فروش منابع می‌تواند به روش‌های مختلفی صورت بگیرد. بسیاری از کشورها منابع طبیعی خود را کم و بیش بدون فراوری و به همان صورتی که از طبیعت بدست می‌آید، می‌فروشند. این فرایند به خام فروشی معروف است. برای نمونه فروش نفت خام ساده‌ترین راه بهره‌برداری از این منبع طبیعی است.

خام فروشی برای منابع معدنی مانند سنگ معدن آهن، مس، روی و حتی منابع کشاورزی مانند پنبه نیز صادق است. برای نمونه قیمت یک تن مس خالص در بازارهای جهانی به هزاران برابر قیمت یک تن سنگ معدن مس می‌رسد. این تفاوت چشمگیر نشان می‌دهد که دانش و فناوری استخراج و خالص سازی تا چه اندازه ارزشمند است. نمودار زیر، ویژگی‌های مهم فلز مس را نشان می‌دهد:

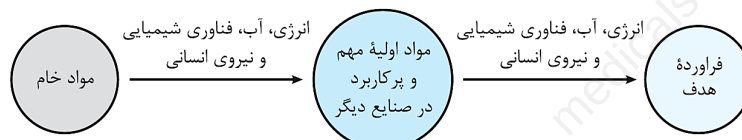


در برخی از کشورها، به کمک فناوری‌های شیمیایی، مواد خام و اولیه را به فرآورده‌های دیگر تبدیل می‌کنند تا بتوان آن‌ها را به قیمت بالاتری به فروش رساند. به عنوان مثال، نفت خام را پس از پالایش، به فرآورده‌های پتروشیمیایی مانند آمونیاک و سولفوریک اسید تبدیل می‌کنند.

هر چه درصد خلوص یک ماده شیمیایی بیش‌تر باشد، قیمت آن ماده نیز بیش‌تر خواهد بود. به همین دلیل، فناوری‌های جداسازی و خالص سازی مواد یکی از فناوری‌های پیشرفته، گران، پرکاربرد و در عین حال کارآفرین و درآمدزا به شمار می‌رود.

به کارگیری فناوری و تبدیل مواد خام به مواد فرآوری شده، سبب رشد و بهره‌وری اقتصاد یک کشور می‌شود. از نفت خام می‌توان چند فرآورده‌ی نفتی مانند بنزین، پلی‌اتن، اتانول، متانول و اتیلن گلیکول تهیه کرد.

فناوری را می‌توان به کار بردن دانش برای حل یک مسئله در صنعت یا زندگی روزانه برای رسیدن به هدفی خاص دانست. تصویر زیر، نمایی از کاربرد فناوری را نشان می‌دهد:



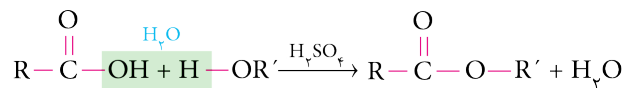
شیمی‌دان‌ها با استفاده از دانش شیمی، مواد جدیدی می‌سازند یا روشی برای ساخت آسان‌تر و بصرفه‌تر آن‌ها ارائه می‌کنند. آن‌ها همچنین به دنبال یافتن روش و یا طراحی و ساخت دستگاه‌هایی برای شناسایی دقیق ساختار مواد هستند. این موارد بیانی از فناوری شیمیایی هستند.

مواد خام، موادی مانند نمک، سنگ معدن، نفت خام و هوا هستند که فرآوری نشده‌اند و با استفاده از آن‌ها می‌توان مواد شیمیایی جدید تولید کرد. یکی از لذت‌بخش‌ترین فناوری‌های شیمیایی، سنتز مواد نو از جمله رنگ‌دانه‌ها، خوشبوکننده‌ها، داروهای ضدسرطان، الیاف، سوخت‌های دوستدار

محیط زیست و مواد هوشمند است. سنتز، کانون بسیاری از پژوهش‌های شیمیایی است که باعث طراحی و تولید مواد جدید می‌شود.



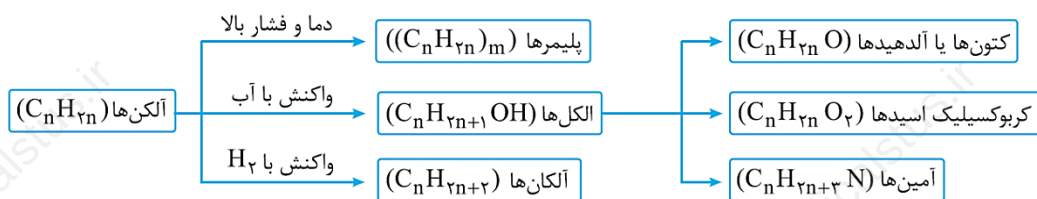
سنتز یک فرایند شیمیایی هدفمند است که در آن با استفاده از مواد ساده تر، مواد شیمیایی دیگر را تولید می کنند. به طور مثال، برای سنتز یک استر می توان از واکنش یک اسید آلی با یک الکل در شرایط مناسب بهره برد. شکل زیر، واکنش کلی تولید استر را نشان می دهد:



گاز اتن (C_2H_4) یکی از مهم ترین خوراک ها در صنایع پتروشیمی است. از این گاز، مواد آلی گوناگون، پرمصرف و اغلب ارزشمند می توان تهیه کرد. در جدول زیر، برخی از موادی را که با استفاده گاز اتن تولید می شوند بررسی می کنیم:

نام واکنش	معادله واکنش	کاربرد فراورده تولید شده
واکنش تولید گاز اتان	$C_2H_4(g) + H_2(g) \xrightarrow{Ni} C_2H_6(g)$	سوخت
واکنش تولید کلرواتان	$C_2H_4(g) + HCl(g) \rightarrow C_2H_5Cl(g)$	افشانه بی حس کننده موضعی
واکنش تولید پلی اتن	$C_2H_4(g) \xrightarrow{\text{فشار و دما}} (C_2H_4)_n(s)$	سازنده اصلی برخی لوازم پلاستیکی
واکنش تولید اتانول	$C_2H_4(g) + H_2O(g) \xrightarrow{H_2SO_4} C_2H_5OH(l)$	ضد عفونی کننده - حلال صنعتی
واکنش تولید اتیل استات	$C_2H_4(g) + H_2O(g) \xrightarrow{H_2SO_4} C_2H_5OH(l)$ $C_2H_5OH(l) + C_2H_3O_2(l) \xrightarrow{H_2SO_4} C_4H_8O_2(l) + H_2O(l)$	حلال چسب

الکل ها با استفاده از آلکن ها تولید می شوند. نمودار زیر، فرایند تبدیل الکل ها به سایر ترکیب های آلی را نشان می دهد:



با استفاده از مواد مناسب و واکنش های شیمیایی ویژه، می توان مواد آلی گوناگون را به یکدیگر تبدیل کرد.

هر چه نوع و شمار گروه های عاملی در مولکول هدف (فراورده آلی تولید شده) بیش تر باشد، ساخت آن مولکول دشوار تر بوده و به دانش پیشرفته تر و فناوری کارآمدتری نیاز دارد.

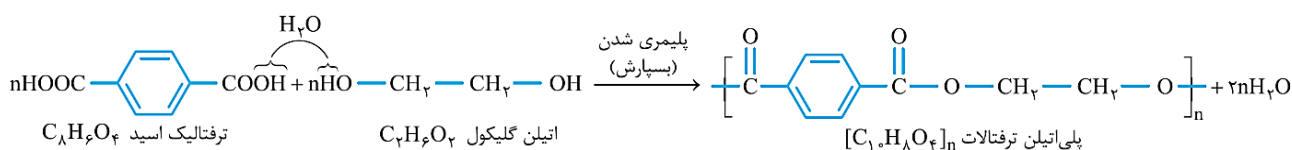
بازده واکنش، هزینه مواد و انرژی مصرفی برای تولید ماده هدف، به نوع واکنش و فناوری به کاررفته بستگی دارد. شیمی دان ها در پی یافتن مواد مناسب، ارزان و دوستدار محیط زیست، همچنین واکنش های شیمیایی آسان و پربازده هستند تا هزینه تمام شده سنتز را کاهش دهند. در این صورت، جامعه در مسیر توسعه پایدار پیش رفته و هزینه های مربوط به تولید هر کالا کاهش پیدا می کند.

سالانه شمار بسیار زیادی بطری پلاستیکی برای نگهداری و بسته بندی آب آشامیدنی تولید می شود. بطری آب، از پلیمری به نام پلی اتیلن ترفتالات (PET) ساخته می شود. فرمول مولکولی پلی اتیلن ترفتالات به صورت $(C_{10}H_8O_4)_n$ است.

برای ساخت بطری هایی از جنس پلی اتیلن ترفتالات، نخست پلیمر آن ها را تهیه می کنند. سپس این پلیمرها را به همراه برخی افزودنی ها در قالب های ویژه ای می ریزند تا به شکل بطری مورد نظر در آید.

پلی اتیلن ترفتالات پلیمری از خانواده پلی استرها است که از واکنش میان یک الکل دو عاملی به نام اتیلن گلیکول با فرمول مولکولی $C_2H_6O_2$ و یک اسید دو عاملی به نام ترفتالیک اسید با فرمول مولکولی $C_8H_6O_4$ تهیه می شود.

در واکنش تولید یک نمونه از پلی اتیلن ترفتالات، به ازای مصرف هر مول از هر یک از واکنش دهنده ها (دی اسید و دی الکل)، ۲ مول آب تولید می شود. شکل زیر فرایند تشکیل این پلیمر را نشان می دهد:



مونومرهای مورد نیاز برای تولید پلی اتیلن ترفتالات (اتیلن گلیکول و ترفتالیک اسید)، در نفت خام وجود ندارند و به همین خاطر، نمی توان آن ها را به



فصل چهارم: شیمی، راهی به سوی آینده روشن تر

طور مستقیم از نفت خام به دست آورد. در چنین شرایطی، با بهره گیری از دانش شیمی می توان این مواد را با استفاده از مواد خام و اولیه که از نفت خام جداسازی می شوند، سنتز کرد.

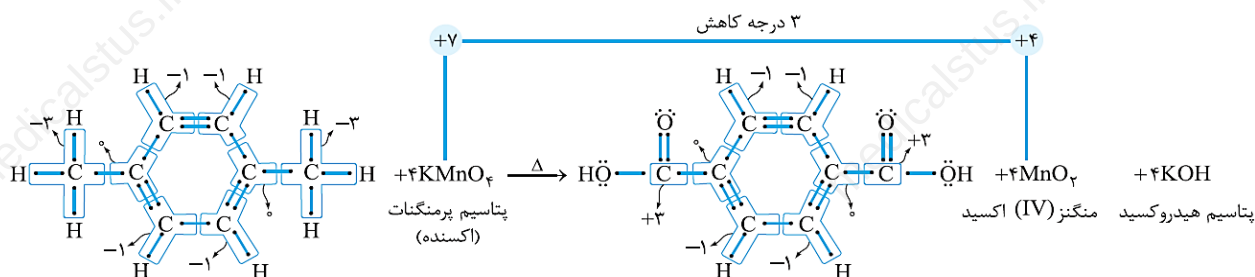
پارازایلن یک هیدروکربن حلقوی با فرمول C_8H_{10} است که به طور مستقیم از نفت خام بدست آمده و می توان از آن در تهیه ترفتالیک اسید استفاده کرد.

این ماده، یک ترکیب آروماتیک بوده و همانند بنزوئیک اسید، استیرن، نفتالن و ... یکی از ترکیب های مشتق شده از بنزن به شمار می رود. ساختار این ماده به صورت مقابل است:



ترفتالیک اسید را می توان از اکسایش پارازایلن به دست آورد. در این واکنش، پتاسیم پرمنگنات اکسنده ای است که

محلول غلیظ آن در شرایط مناسب پارازایلن را با بازده نسبتاً خوب بر اساس معادله $C_8H_{10} + 4KMnO_4 \rightarrow C_8H_6O_4 + 4MnO_2 + 4KOH$ به ترفتالیک اسید تبدیل می کند. معادله این واکنش به صورت زیر است:

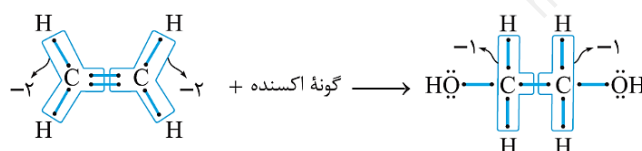


در واکنش تبدیل پارازایلن به ترفتالیک اسید، یون پرمنگنات به مگنز (IV) اکسید تبدیل شده و عدد اکسایش مگنز از +7 به +4 می رسد.

فرایند اکسایش پارازایلن به ترفتالیک اسید دشوار است و انرژی فعال سازی بالایی دارد. با وجود غلظت بالای یون پرمنگنات، باز هم شرایط تبدیل پارازایلن به ترفتالیک اسید تأمین نمی شود؛ مگر آنکه دمای مخلوط واکنش افزایش یابد. با افزایش دما اگرچه شرایط انجام واکنش تأمین شده است، اما بازده همچنان مطلوب نیست.

شیمی دان ها دریافتند که با استفاده از اکسیژن هوا و کاتالیزگر مناسب، می توان پارازایلن را در شرایط آسان تری به ترفتالیک اسید تبدیل کرد.

اتیلن گلیکول، از دیگر واکنش دهنده های مصرف شده در واکنش تولید پلی اتیلن ترفتالات است. این ماده را همانند ترفتالیک اسید، نمی توان به طور مستقیم از نفت خام به دست آورد. برای تولید اتیلن گلیکول، از اتن (ماده ای که به طور مستقیم از تقطیر نفت خام حاصل می شود) استفاده می کنیم. گاز اتن در اثر واکنش با محلول آبی و رقیق پتاسیم پرمنگنات در شرایط مناسب به اتیلن گلیکول تبدیل می شود. پتاسیم پرمنگنات در این واکنش نقش اکسنده را بر عهده دارد. معادله این واکنش به صورت زیر است:



در واکنش های تولید ترفتالیک اسید و اتیلن گلیکول، از یک اکسنده یکسان استفاده می شود. اکسنده ای واکنش تولید ترفتالیک اسید محلول غلیظ پتاسیم پرمنگنات است، اما اکسنده واکنش تولید اتیلن گلیکول محلول رقیق پتاسیم پرمنگنات است.

پلی اتیلن ترفتالات، همانند پلیمرهای سنتزی، ماندگاری زیادی دارد و در طبیعت به کندی تجزیه می شود. به همین دلیل، پسماندهای حاصل از این ماده، تهدیدی جدی برای زندگی روی کره زمین به شمار می آید.

پلاستیک ها به دلیل ویژگی هایی روبرو، کاربردهای وسیعی در زندگی پیدا کرده اند:

- ۱ چگالی کم ۲ نفوذناپذیری نسبت به هوا و آب ۳ ارزان بودن ۴ مقاومت در برابر خوردگی
- استفاده بی رویه و بیش از حد از مواد پلاستیکی در صنایع گوناگون، به همراه زیست تخریب ناپذیری این مواد، سبب شده که پلاستیک ها در جای جای کره زمین یافت شوند. به همین خاطر است که گفته می شود بازیافت پلاستیک ها اجتناب ناپذیر است.
- یکی از مواد پلاستیکی قابل بازیافت، پلی اتیلن ترفتالات است. برای این منظور، باید اجسام ساخته شده از این پلیمر را جداگانه جمع آوری و سپس با انجام فرایندهای فیزیکی و شیمیایی، به مواد قابل استفاده تبدیل کرد.

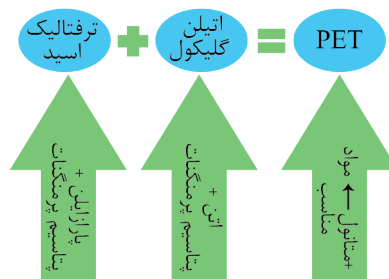
از آنجا که سالانه حجم انبوهی از پسماندهای پلی اتیلن ترفتالات تولید می شود، بازیافت شیمیایی آن بسیار ضروری و ارزشمند است.

صنعت بازیافت به یکی از کلیدی ترین صنایع در قرن آینده تبدیل خواهد شد. بدیهی است هر کشوری که از دانش و فناوری پیشرفته تری برخوردار باشد، سهم قابل توجهی از این بازار جهانی را به خود اختصاص خواهد داد. بازیافت پلی اتیلن ترفتالات انواع مختلفی دارد.

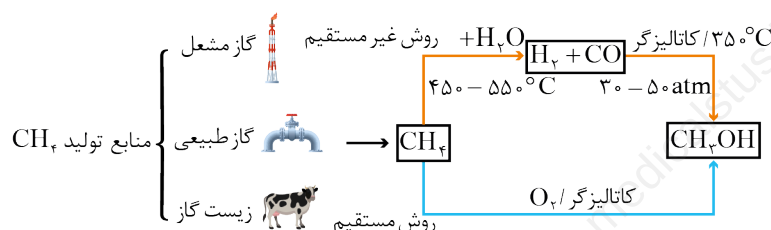
در روش اول بازیافت پلی اتیلن ترفتالات، مواد ساخته شده از این پلیمر را پس از شست و شو و تمیز کردن، ذوب کرده و دوباره از آن ها برای تولید وسایل و ابزار دیگر استفاده می کنند.



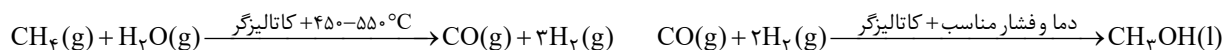
- در روش دوم بازیافت پلی اتیلن ترفتالات، پس از شست و شوی مواد پلاستیکی آن ها را خرد کرده و به تکه های کوچک به نام پرک تبدیل و در تولید مواد پلاستیکی دیگر استفاده می کنند.
- در روش سوم بازیافت پلی اتیلن ترفتالات، پسماندهای این پلیمر را به مونومرهای سازنده یا مواد اولیه مفید و ارزشمند تبدیل می کنند.
- سطح فناوری هر کشور یا گروه صنعتی تعیین می کند کدام روش بازیافت را باید انتخاب کرد، زیرا برگرداندن پسماندهای حاصل از پلی اتیلن ترفتالات به مونومرهای سازنده کاری بسیار دشوار است.
- پلی اتیلن ترفتالات (PET)، در شرایط مناسب با متانول (ساده ترین عضو خانواده الکل ها با فرمول مولکولی CH_3OH) واکنش داده و به مواد مفیدی تبدیل می شود که می توان آن ها را برای تولید پلیمرهای جدید به کار برد.
- شکل های زیر نمایی کلی درباره سنتز و تجزیه PET نشان می دهند:



- متانول مایعی بی رنگ، بسیار سمی و ساده ترین عضو خانواده الکل ها است که می توان آن را از چوب تهیه کرد. از آنجا که این الکل کاربردهای زیادی در صنایع گوناگون دارد، باید آن را در مقیاس صنعتی تولید کرد.
- متانول در مقیاس صنعتی، از دو روش مستقیم و غیرمستقیم تولید می شود. متان مورد استفاده در این واکنش ها را با استفاده از زیست گاز، گاز طبیعی و یا گاز مشعل تهیه می کنند. تصویر زیر، نمایی از واکنش های انجام شده را نشان می دهد:



- در روش تولید مستقیم متانول از متان، گاز متان طبق واکنش $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{کاتالیزگر}} \text{CH}_3\text{OH}$ اکسایش پیدا می کند. گاز متان، سازنده اصلی گاز طبیعی است و در میدان های نفتی به فراوانی یافت می شود. در این میدان ها برای افزایش ایمنی، بخش قابل توجهی از گاز متان خارج شده را می سوزانند. گاز متان واکنش پذیری بسیار کمی دارد و تبدیل آن به متانول فرایندی دشوار است.
- واکنش های زیر، مراحل مختلف روش تولید غیرمستقیم متانول از متان را نشان می دهند.



- واکنش کلی تولید غیرمستقیم متانول از متان به صورت $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) + \text{H}_2(\text{g})$ است.
- واکنش کلی تولید مستقیم متانول از متان به صورت $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{کاتالیزگر}} \text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$ است.
- شیمی سبز با طراحی مواد و فرایندهای شیمیایی مناسب، سبب حذف یا کاهش مواد زیان آور و سمی و حرکت در مسیر توسعه پایدار می شود. توسعه پایدار، به معنی بهره برداری هوشمندانه و مناسب از منابع برای تأمین نیازهای امروز بدون تحمیل هزینه به آیندگان تعریف می شود.
- همچنین شیمی سبز به دنبال طراحی واکنش هایی با کم ترین آسیب به محیط زیست و بیشترین بازده است.
- یک واکنش شیمیایی هنگامی از دیدگاه اتمی به صرفه تر است که شمار بیش تری از اتم های واکنش دهنده به فرآورده های سودمند تبدیل شود.

و این هم از پایان فصل ۴ شیمی دوازدهم!