

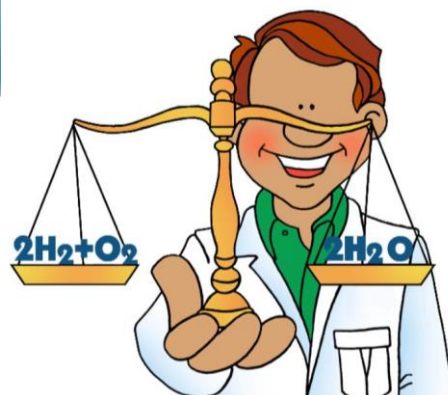
شیمی ۱

رَدِ پای گازها در زندگی

فصل ۲



استاد: دکتر حسن پلویی



هواکره (اتمسفر)



۱- هواکره که معمولاً به آن «هوا» یا جو نیز می‌گوییم، لایه‌ای فیروزه‌ای یا آبی رنگ با ارتفاعی حدود ۵۰۰ km اطراف کرده زمین را پوشانده است. اگر کره زمین را سیبی در نظر بگیریم، ضخامت هواکره نسبت به کل زمین، به نازکی پوست سیب است.

۲- اغلب گازها نامرئی و بی‌رنگ هستند،

بنابراین گازهای موجود در اتمسفر دیده نمی‌شوند. هرچند در اثر ایجاد باد، وجود هوا را حس می‌کنیم.

۳- جاذبه زمین گازهای موجود در اتمسفر را پیرامون خود نگه می‌دارد.

۴- اتمسفر علاوه بر تامین گازهایی برای حیات ساکنان زمین، گرمای خورشید را در خود نگه می‌دارد و ساکنان زمین را از پرتوهای خطرناک کیهانی محافظت می‌کند و نیز آب را در سرتاسر سیاره ما توزیع می‌کند.

۵- انرژی گرمایی مولکول‌ها سبب می‌شود پیوسته در حال جنبش باشند و در سرتاسر هواکره توزیع شوند.

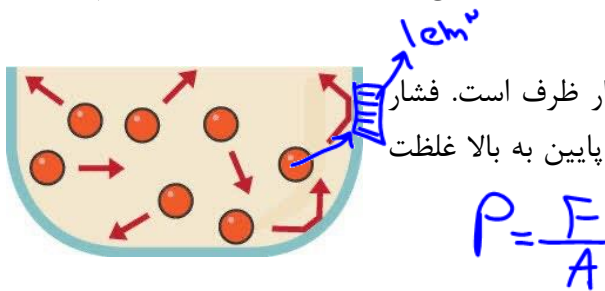
۶- میان گازهای هواکره واکنش‌های شیمیایی گوناگون رخ می‌دهد که «اغلب» آن‌ها برای ساکنان این سیاره سودمند هستند.

۷- بررسی دانشمندان روی هوای به دام افتاده در بلورهای یخ در یخچال‌های قطبی و سنگ‌های آتشفشانی نشان می‌دهد که از ۲۰۰ میلیون سال قبل تاکنون نسبت گازهای سازنده هواکره تقریباً ثابت مانده است.

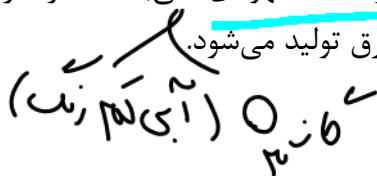
۸- در میان سیاره‌های سامانه خورشیدی، تنها زمین اتمسفری دارد که امکان زندگی و حیات روی آن را فراهم می‌کند.

۹- اتمسفر خود از چند لایه‌ی به نسبت مجزا تشکیل شده است که نوع گازها و ذرات این لایه‌ها کم و بیش متفاوت است و نیز روند تغییر دمای آن‌ها نیز تفاوت دارد.

۱۰- فشار هر گاز ناشی از برخورد مولکول‌های آن با جدار ظرف است. فشار هواکره نیز در تمام جهات وارد می‌شود. در کل هواکره از پایین به بالا غلظت گازها و فشار رو به کاهش است.

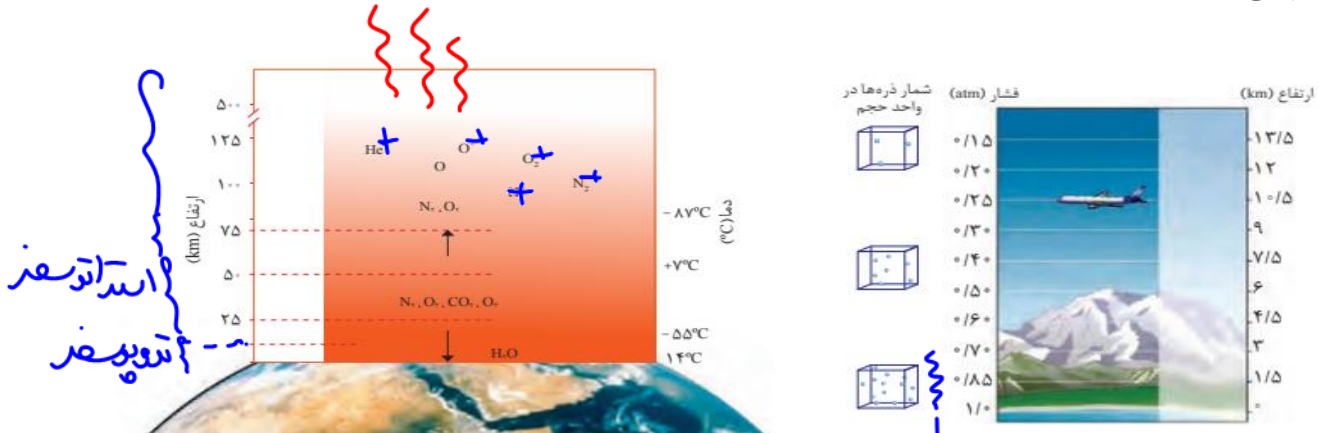


نکته: هرچند اغلب گازها بی‌رنگ و نامرئی هستند اما ~~بعضی~~ گاز اشاره شده در کتاب درسی که رنگی هستند شامل گاز کلر یا Cl_2 (زرد)، بخارات ید یا I_2 (بنفش) و نیز گاز NO_2 (قهوه‌ای) می‌باشند. دو گاز اول در هواکره وجود ندارند و اما از NO_2 مقدار بسیار کمی در اثر رعد و برق تولید می‌شود.

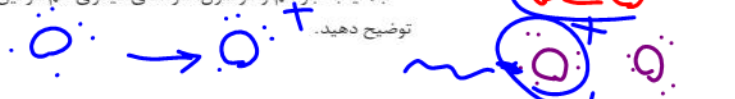


لایه‌های اتمسفر

تغییرات دما در قسمت‌های مختلف هواکره متفاوت است، بنابراین دانشمندان بر این اساس هواکره را به ۴ لایه تقسیم می‌کنند.



آیا روند تغییر دما در هواکره را می‌توان دلیلی بر لایه‌ای بودن آن دانست؟ توضیح دهید.
 ب) آیا به جز اتم و مولکول، ذره‌های دیگری هم در این لایه‌ها هست؟ علت ایجاد آنها را توضیح دهید.



لایه	ارتفاع از سطح زمین (KM)	فشار یا افزایش ارتفاع	دما با افزایش ارتفاع (C)	گازهای فراوان تر
چهارم	۵۰ تا ۷۵	کاهشی	افزایشی -۸۷° تا بالاتر	N_2, O_2, O کاتیون‌های تک یا چند اتمی
سوم	۷۵ تا ۵۰	کاهشی	کاهشی -۸۷° تا ۷°	N_2, O_2
دوم (استراتوسفر)	۵۰ تا ۱۲	کاهشی	افزایشی -۵۵° تا ۷°	N_2, O_2, O_3
اول (تروپوسفر)	۱۲ تا ۰	کاهشی	کاهشی -۵۵° تا ۱۴°	N_2, O_2, Ar گازهای نجیب و H_2O

لایه تروپوسفر

۱- قسمتی از اتمسفر که از سطح زمین تا ارتفاع حدود ۱۰-۱۲ کیلومتر امتداد دارد.

۲- آب و هوا نتیجه برهم‌کنش زمین، هواکره، آب و خورشید است. تغییر آب و هوا در لایه تروپوسفر اتفاق می‌افتد.

۳- زندگی موجودات زنده فقط در این لایه امکان‌پذیر است.

۴- پرواز اکثر هواپیماهای مسافری در این لایه انجام می‌شود.



Handwritten notes and diagrams related to atmospheric conditions and weather.

۵- در همه لایه‌های اتمسفر، فشار با افزایش ارتفاع کاهش می‌یابد، از جمله تروپوسفر که در سطح زمین فشار هوا 1 atm و در بالاترین قسمت تروپوسفر فشار هوا به 0.2 atm کاهش می‌یابد.

۶- در این لایه (تروپوسفر) به ازای هر 1 km افزایش ارتفاع، دما به اندازه 6°C کاهش می‌یابد. بطوری که در سطح زمین میانگین دما 14°C و در انتهای تروپوسفر میانگین دما به 55°C- کاهش می‌یابد. (طبق رابطه $T = 273 + \theta$ دمای تروپوسفر بین 287 تا 218 کلوین می‌باشد.)

۷- با توجه به رقیق بودن دیگر لایه‌های هواکره، حدود 75٪ جرم هواکره در تروپوسفر وجود دارد.
۸- درصد حجمی گازهای هوای خشک در تروپوسفر به شکل زیر است. (البته بخار H₂O هم در تروپوسفر وجود دارد که با توجه به متفاوت بودن آن در مناطق مختلف، هوای بدون بخار آب را بررسی می‌کنیم):



لایه استراتوسفر:

- ۱- از ارتفاع 12 تا 50 کیلومتری از سطح زمین را شامل می‌شود.
- ۲- برخلاف لایه زیرین خود (تروپوسفر)، با افزایش ارتفاع، دمای آن افزایش می‌یابد.
- ۳- با افزایش ارتفاع، فشار هوا کاهش می‌یابد (همانند کل اتمسفر)
- ۴- به بخشی از آن که غلظت گاز اوزون (O₃) بیشتر است، «لایه اوزون» می‌گویند. این گاز با جذب پرتوهای خطرناک فرابنفش، امکان حیات در سطح زمین را فراهم می‌کند.

تست ۱: چه تعداد از موارد زیر دست‌اند؟

- در میان سیاره‌های سامانه خورشیدی، فقط کره زمین دارای اتمسفر است. **X**
- تروپوسفر تا حدود 10 تا 12 کیلومتری از سطح زمین امتداد داشته و فاقد بخار آب است. **X**
- در هر 4 لایه هواکره گازهای O₂، N₂ و کاتیون‌های گازی وجود دارند. **X**
- در لایه استراتوسفر برخلاف تروپوسفر روند تغییرات دما همانند تغییرات فشار، کاهش می‌یابد. **X**
- فراوانترین گاز نجیب تروپوسفر، هلیوم می‌باشد. **X**

۰ (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴)

تست ۲: دمای اتمسفر در یک سیاره فرضی از رابطه $\theta = -6 - 2\sqrt{h}$ به دست می‌آید. دمای هوا در ارتفاع 4 کیلومتری از سطح سیاره چند کلوین می‌باشد؟ (h بر حسب کیلومتر است) (تجربی - 98)

۲۵۹ (۱) ۲۶۳ (۲) ۲۸۳ (۳) ۲۸۷ (۴)

$\theta = -6 - 2\sqrt{4} = -6 - 2 \times 2 = -10^\circ C \rightarrow T = 273 + \theta = 263$

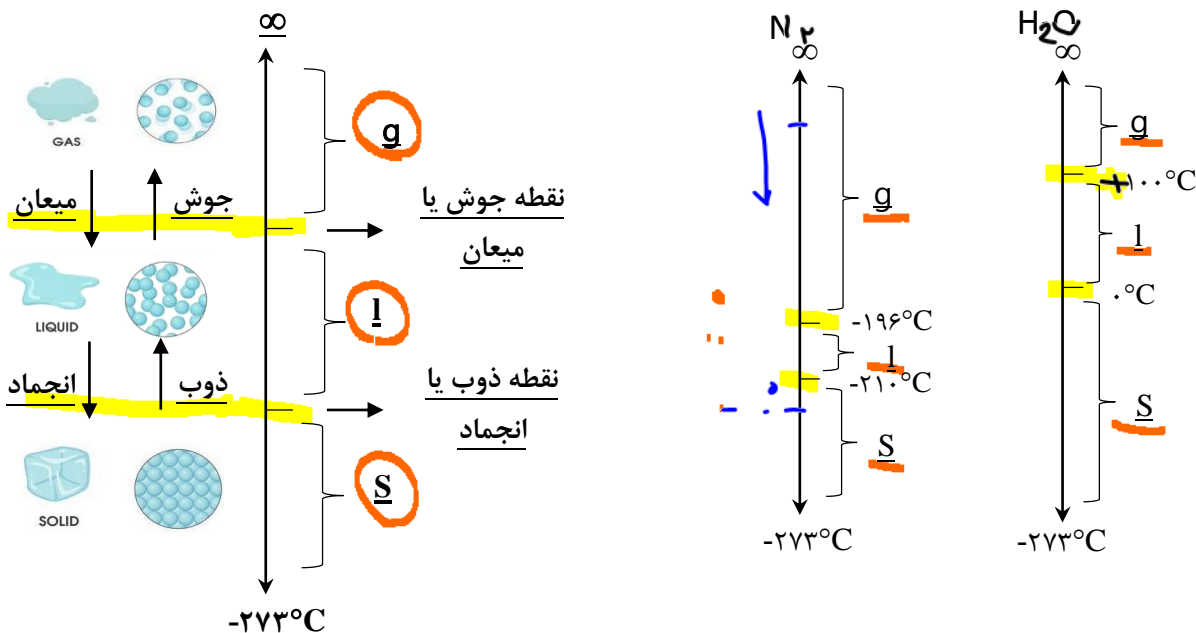
دما
افزایش
تروپوسفر
استراتوسفر

در سطح زمین

حالت‌های فیزیکی یک ماده با تغییر دما

۱- با تغییر دما، میانگین جنبش ذرات یک ماده تغییر کرده به نوعی که هر ماده در دماهایی معین تغییر حالت فیزیکی خواهد داشت. نمودار زیر روند کلی تغییرات فیزیکی مواد و نیز به عنوان مثال H_2O و N_2 را نشان می‌دهد:

Nad
↑
↓
Nad



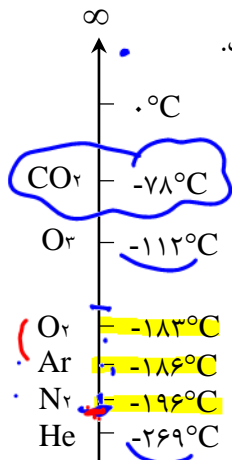
مثال ۱: در ظرفی در بسته مقداری گاز N_2 با دمای $25^\circ C$ وجود دارد، با کاهش دمای آن تا $-220^\circ C$:

با کاهش دما جنبش مولکول‌های N_2 کاهش می‌یابد و با رسیدن دما به $-196^\circ C$ ، این مولکول‌ها از حالت گاز به مایع تبدیل می‌شوند (میعان). با ادامه کاهش دما به $-210^\circ C$ جنبش مولکول‌ها به حدی کم می‌شود که به حالت فیزیکی جامد در می‌آیند (انجماد). به عبارتی نقطه میعان گاز نیتروژن $-196^\circ C$ و نقطه انجماد آن $-210^\circ C$ می‌باشد.

مثال ۲: افزایش دمای نیتروژن $-220^\circ C$:

با رساندن دمای نیتروژن جامد $-220^\circ C$ به دمای $-210^\circ C$ ، مولکول‌های N_2 امکان لغزش روی یکدیگر را پیدا کرده و از جامد به مایع تبدیل می‌شوند (ذوب)، با افزایش دما، مولکول‌های N_2 در دمای $-196^\circ C$ کاملاً از یکدیگر جدا شده و به حالت گاز در می‌آیند (تبخیر). به عبارتی نقطه ذوب N_2 دمای $-210^\circ C$ و نقطه جوش آن $-196^\circ C$ می‌باشد.

۲- هر ماده‌ای در دماهای بالاتر از نقطه جوش (میعان) خود حالت فیزیکی گازی دارد و در دماهای بین نقطه جوش (میعان) و نقطه ذوب (انجماد) خود حالت فیزیکی مایع (L) دارد و در دماهای کمتر از نقطه ذوب (انجماد) خود حالت فیزیکی جامد (S) دارد.



۳- نقطه جوش (میعان) چند گاز فراوان تروپوسفر و نیز گاز اوزون (O_3) به شکل روبرو است.

۴- گاز CO_2 حالت فیزیکی مایع نداشته و با کاهش دمای این گاز در دمای $-78^\circ C$ از حالت گاز به جامد تبدیل می‌شود. (چگالش)
 (به $CO_2(s)$ یخ خشک گویند)

۵- اگر دمای مخلوط دو یا چند ماده گازی را کاهش دهیم، ماده‌ای که نقطه میعان (جوش) بالاتر دارد، زودتر به حالت مایع در می‌آید.

مثال ۱: دمای مخلوطی از سه گاز فراوان هوا (Ar, O_2, N_2) را از $25^\circ C$ به $-200^\circ C$ می‌رسانیم.

با کاهش دما به $-183^\circ C$ گاز O_2 به حالت مایع در می‌آید و از مخلوط گازی جدا می‌شود. با ادامه کاهش دما، در $-186^\circ C$ گاز Ar نیز به حالت مایع در می‌آید و نهایتاً در $-196^\circ C$ گاز نیتروژن نیز مایع می‌شود.

۶- اگر دمای مخلوط دو یا چند ماده مایع را افزایش دهیم، ماده‌ای که نقطه جوش (میعان) کمتر دارد، زودتر به حالت گاز در می‌آید.

مثال ۲: اگر دمای مخلوط مایعی از سه گاز فراوان هوا (Ar, O_2, N_2) در دمای $-200^\circ C$ را به تدریج افزایش دهیم، ابتدا N_2 مایع در دمای $-196^\circ C$ به حالت گاز از مخلوط مایع جدا می‌شود. با افزایش دما به $-186^\circ C$ مولکول‌های Ar مایع نیز به حالت گاز درآمده و نهایتاً در دمای $-183^\circ C$ مولکول‌های O_2 مایع نیز به جوش آمده و گازی می‌شود.



۷- به فرآیند هم‌زمان تبخیر و میعان «تقطیر» می‌گویند.

(آن‌بیک وسیله ساده‌ای است که جابر بن حیان برای تقطیر مواد طراحی کرد.)

نکته: برای جداسازی گازهای هوا از یکدیگر، از روش مثال ۲ استفاده می‌شود که به آن «تقطیر جزء به جزء» هوای مایع می‌گویند.

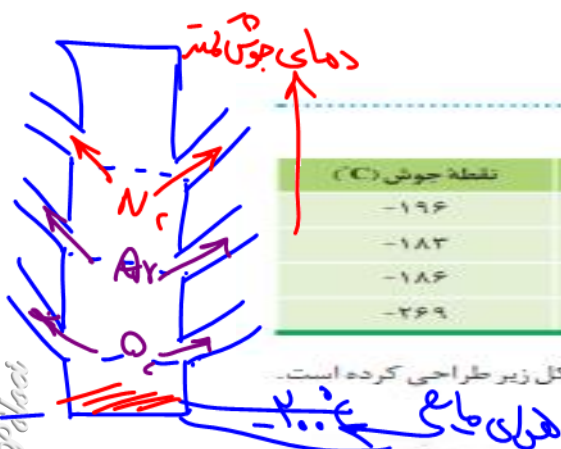
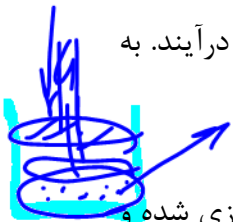
۸- کم هزینه‌ترین روش برای پایین آوردن دمای یک گاز، فشرده کردن (افزایش فشار) گاز می‌باشد.

تقطیر جزء به جزء هوای مایع

- مقرون به صرفه‌ترین روش برای تولید گازهای N_2 و O_2 و Ar تهیه آن‌ها از هوا می‌باشد، زیرا این سه گاز بیشترین درصد حجمی در هوا را دارند.
- جداسازی این سه گاز در ستونی به نام « برج تقطیر» انجام می‌شود. این برج ده‌ها متری دارای خروجی یا طبقات مختلفی است. هوای مایع ($-200^{\circ}C$) وارد آن می‌شود و با افزایش تدریجی دما گازی که کمترین (منفی‌ترین) نقطه جوش را دارد از قسمت‌های فوقانی به حالت گاز خارج می‌شود (N_2) و گازی که نقطه جوش بیشتر دارد از طبقات پایین‌تر به حالت گاز خارج می‌شود.

مراحل تهیه گازهای N_2 و O_2 و Ar از هوا

- مرحله ۱: ابتدا گرد و غبار هوا با عبور از صافی جدا می‌شود.
- مرحله ۲: با افزایش تدریجی فشار، هوا را فشرده و دمای آن را کاهش می‌دهند تا در دمای $0^{\circ}C$ رطوبت هوا (H_2O) به شکل جامد (یخ) درآمده و جدا می‌شود.
- مرحله ۳: با ادامه کاهش دمای مخلوط گازی، در دمای $-78^{\circ}C$ گاز CO_2 به حالت جامد درآمده (یخ خشک) و از مخلوط گازی جدا می‌شود.
- مرحله ۴: دمای هوا را تا $-200^{\circ}C$ کاهش می‌دهند تا گازهای N_2 و O_2 و Ar به حالت مایع درآیند. به این مخلوط «هوای مایع» می‌گویند.
- بدیهی است گازهای دیگر هوا که نقطه جوش کمتر از $-200^{\circ}C$ دارند، هنوز به حالت گازی هستند.
- مرحله ۵: هوای مایع را وارد «ستون تقطیر» کرده و با بالا رفتن تدریجی دما از $-200^{\circ}C$ ابتدا N_2 گازی شده و در طبقه بالاتر جداسازی می‌شود و سپس Ar در طبقه میانی ستون تقطیر جدا می‌شود و در نهایت O_2 در پایین‌ترین طبقه برج به حالت گاز خارج می‌شود.



با هم ببیندیشیم

۱- با توجه به جدول روبه‌رو به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

آ) نمونه‌ای از هوای مایع با دمای $-200^{\circ}C$ تهیه شده است، اگر این نمونه تقطیر شود، ترتیب جداسازی گازها را مشخص کنید.

ب) دانش‌آموزی جداشدن برخی گازها را از هوای مایع مطابق شکل زیر طراحی کرده است. مشخص کنید هر گوی رنگی، نشان دهنده کدام گاز است؟ چرا؟

گاز	نقطه جوش ($^{\circ}C$)
نیتروژن	-196
اکسیژن	-183
آرگون	-186
هلیوم	-269

حالت (۱) $-200^{\circ}C$ حالت (۲) $-195^{\circ}C$ حالت (۳) $-185^{\circ}C$

من اول N_2 Ar O_2 -200°

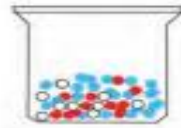
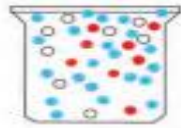
Dr. Hossein P. Looei

سوال: چرا فضا نوریان لباس فضایی می پوشند؟
سوال: چرا غذا در فضا زود پز سرخ می شود؟

ب) در دمای -80°C ، اجزای سازنده هوای مایع به کدام شکل وجود دارند؟ چرا؟

حالت ۱

زیر دمای -80°C ، بالاتر از نقطه جوش هر N_2 ، O_2 ، Ar می باشد ← هر سه به حالت گاز می باشند



ت) توضیح دهید چرا تهیه اکسیژن صد درصد خالص در این فرایند دشوار است؟

۱-۲) هر گاه یک لوله آزمایش خشک و سرد را مطابق شکل های زیر درون یک مایع با دمای -200°C قرار دهیم، مایع بی رنگی درون لوله آزمایش جمع می شود. این مایع چگونه تشکیل

هون در دمای -200°C ، هر سه گاز N_2 ، O_2 ، Ar مایع هستند،

قطره جوش Ar و O_2 بسیار نزدیک است (3°C) عملیات در مخلوط بازی هدایت، از دستگیری هم بردارند

مخلوطی از این سه گاز به حالت مایع ایجاد می شود (هوای مایع)



ب) اگر لوله آزمایش را از درون این مایع بسیار سرد بیرون آورده و در هوای اتاق قرار دهیم و بلافاصله یک کبریت شعله ور را به دهانه آن نزدیک کنیم، شعله خاموش می شود. از این مشاهده چه نتیجه ای می گیرید؟ زبردادریجات اولیه، فقط N_2 از لوله خارج می شود (برای سوختن، ب) اگر پس از گذشتن چند دقیقه کبریت نیمه افروخته را به دهانه لوله نزدیک کنیم، کبریت شعله ور می شود. چرا؟

10°C
 Ar
 18°C
 -20°C

زبردادریجات اولیه، تقریباً فقط N_2 از لوله خارج می شود
سرعت واکنش کبریت با غلظت O_2 بالاتر، بیشتر است

نکته ۱: در تقطیر جزء به جزء هوای مایع، تهیه اکسیژن صد درصد خالص دشوار است، زیرا دمای جوش آن (-183°C) فقط سه درجه با دمای جوش آرگون (-186°C) فاصله داشته و عملاً گاز آرگون نیز به شکل ناخالصی همراه اکسیژن وجود خواهد داشت.

نکته ۲: تهیه گازهای دیگر که در هوا کره وجود دارند بخاطر درصد حجمی بسیار کم و عوامل دیگر از طریق تقطیر جزء به جزء هوا مقرون به صرفه نمی باشد.

نکته ۳: تقطیر جزء به جزء هوا، در ایران در کارخانه های پتروشیمی ماهشهر و شیراز انجام می شود.

تست ۱: با توجه به شکل زیر که جدا شدن برخی گازها از مخلوط هوای مایع نشان می دهد، کدام گزینه

نادرست است؟ (۶)

- ۱) در حالت ۱ مخلوط مایع شامل N_2 و O_2 و Ar و H_2O می باشد.
- ۲) در حالت ۲ فراوان ترین جزء تروپوسفر به حالت گازی در حال جدا شدن از مخلوط است.
- ۳) در حالت ۳ ماده ای تک اتمی و واکنش ناپذیر در حال تبخیر است.
- ۴) اگر دما به -180°C برسد، همه هوای مایع به حالت گاز از ظرف خارج می شوند.

Dr. Hossein Plooyi

تست ۲: چه تعداد از موارد زیر درباره عملیات آماده‌سازی هوا برای تقطیر جزء به جزء و نیز تقطیر جزء به جزء هوای مایع درست است؟

- ترتیب عملیات: جداسازی رطوبت ← عبور از صافی ← جداسازی یخ خشک ← ورود به ستون تقطیر X
- هوای مایع که وارد برج تقطیر می‌شود مخلوط سه ماده می‌باشد. ✓
- در برج تقطیر O_2 در بالاترین طبقه به حالت گاز خارج می‌شود. X
- CO_2 و H_2O قبل از ورود به برج تقطیر از هوا جدا شده‌اند. ✓
- تولید گازهایی مانند He و Ne از هوا مقرون به صرفه نیست. ✓

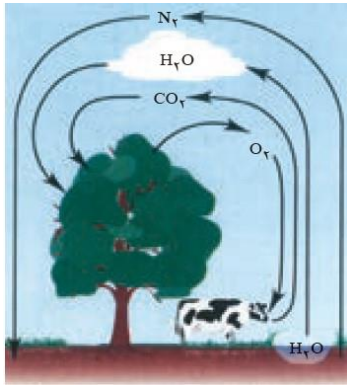
۵ (۴)

۴ (۳)

۳ (۲)

۲ (۱)

زیست کره:



- ۱- به قسمت‌هایی از اتمسفر، دریاها و اقیانوس و سطح زمین که در آن امکان زندگی موجودات زنده فراهم است، "زیست کره" گویند.
- ۲- زندگی جانداران در "زیست کره" با گازهای موجود در هوا، گره خورده است. N_2 و O_2 و CO_2 و H_2O از جمله گازهایی هستند که در زندگی روزانه نقش حیاتی دارند.
- ۳- جانداران ذره‌بینی نیتروژن را برای مصرف گیاهان در خاک تثبیت می‌کنند. زیرا گیاهان نمی‌توانند این عنصر را به شکل گازی از هوا دریافت کنند.

گاز نیتروژن (N_2)

۱- فراوان ترین گاز تروپوسفر می باشد (۷۸٪ حجمی)

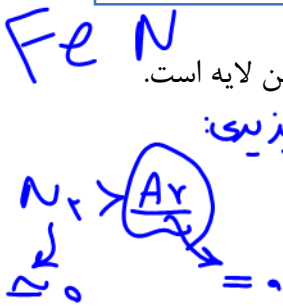


شکل ۴- از گاز نیتروژن، (آ) برای پر کردن تایر خودروها، (ب) در صنعت سرماسازی برای انجماد مواد غذایی و (پ) برای نگهداری نمونه های بیولوژیک در پزشکی استفاده می شود.

- ۲- این گاز واکنش پذیری بسیار کمی دارد. زیرا برای انجام واکنش آن باید پیوند سه گانه بین اتم های نیتروژن شکسته شود که در شرایط معمول این اتفاق نمی افتد: $N \equiv N$
- ۳- در محیط های که گاز O_2 به دلیل واکنش پذیری زیاد باعث انجام واکنش ناخواسته می شود، از جوّی که فقط گاز N_2 دارد استفاده می شود. به عبارتی گاز N_2 به «جو بی اثر» شهرت یافته است.
- ۴- علت ایجاد کهنگی و تغییر طعم موادی مانند مغز گردو، تخمه و ... واکنش گازی مانند O_2 با آنهاست. بنابراین از گاز N_2 (جو بی اثر) برای بسته بندی مواد خوراکی نیز استفاده می شود.
- ۵- از گاز نیتروژن در صنعت برای سرماسازی جهت انجماد مواد غذایی و برای نگهداری نمونه های بیولوژیکی در پزشکی استفاده می شود.

گاز آرگون (Ar)

۱- فراوان ترین گاز نجیب تروپوسفر با درصد حجمی ۱٪ و سومین گاز فراوان در هوای خشک این لایه است.



فانس پذیری:



استفاده از آرگون در جوشکاری



بی اثر
کمیاب

- ۲- همه گازهای نجیب از جمله آرگون (گاز تنبل) بی رنگ، بی بو و غیر سمی بوده و واکنش پذیری ناچیزی دارند.
- ۳- این گاز را از تقطیر جزء به جزء هوای مایع به دست می آورند و در پتروشیمی شیراز نیز با خلوص بسیار زیاد این گاز تهیه می شود.
- ۴- از آرگون به عنوان محیط بی اثر در جوشکاری، برش فلزها و لامپ رشته ای استفاده می شود.
- ۵- به کلیه گازهای نجیب به دلیل کم بودن در هوا کره، گازهای کمیاب هم می گویند.

گاز هلیوم (He) $4\alpha\text{mv}$

CH_4

2amu

2amu

- ۱- همانند دیگر گازهای نجیب بی‌رنگ، بی‌بو و غیرسمی است.
- ۲- سبک‌ترین و کمترین واکنش‌پذیری میان گازهای نجیب را داراست.
- ۳- کاربردهای هلیوم:
 - a) پر کردن بالن‌های هواشناسی، تفریحی و تبلیغاتی، (ب) جوشکاری، (c) کپسول غواصی، (d) خنک کردن قطعات الکترونیکی



- ۴- هلیوم در کره زمین و هواکره به مقدار خیلی کم یافت می‌شود (۰/۰۰۰۵ درصد حجمی تروپوسفر)
- ۵- هلیوم در اعماق زمین از طریق واکنش‌های هسته‌ای تولید شده و وارد میدان‌های گازی می‌شود. بطور میانگین ۷ درصد حجمی از مخلوط گاز طبیعی را هلیوم تشکیل می‌دهد.
- در اثر سوختن گاز طبیعی گاز هلیوم بدون مصرف به همراه فراورده‌های سوختن گاز طبیعی، وارد هوا کره می‌شود.
- ۶- روش صنعتی تولید گاز هلیوم، جداسازی آن از گاز طبیعی به روش تقطیر جزء به جزء گاز طبیعی است که در کشور ما امکان این جداسازی وجود ندارد.

تست: در میان موارد زیر، کدام عبارت‌ها نادرست هستند؟

- الف- زیست کره، قسمتی از هواکره است که در آن امکان زندگی جانداران ممکن است.
 - ب- در صنعت هلیوم را از تقطیر هوای مایع و یا از گاز طبیعی تهیه می‌کنند.
 - پ- از جمله کاربردهای هلیوم در بالن‌ها، دستگاه MRI و لامپ‌های رشته‌ای می‌باشد.
 - ت- گازهای نیتروژن، هلیوم و آرگون همگی بی‌رنگ، بی‌بو و غیرسمی هستند.
- (۱) الف، ب، پ (۲) الف، ب (۳) ب، پ (۴) ب، پ، ت

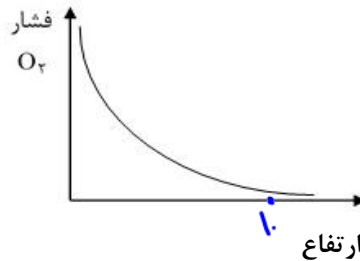
Dr. Hassan Palooi

اکسیژن، گازی واکنش پذیر

- ۱- بسیاری از واکنش‌های شیمیایی مانند فرسایش سنگ‌ها، زنگ زدن، فساد مواد غذایی و ... به دلیل تمایل زیاد گاز O_2 برای انجام واکنش می‌باشد. زیرا O_2 با اکثر مواد و عنصرها واکنش می‌دهد.
- ۲- این عنصر (O) علاوه بر آب کره، در ساختار همه مولکول‌های زیستی مانند کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و چربی‌ها وجود دارد. H_2O ، O_2 محلول در آب
- ۳- این عنصر در حالت آزاد بیشتر به شکل مولکول دو اتمی (O_2) و اندکی هم به شکل O_3 (اوزون) در هوا کره وجود دارد.
- ۴- با افزایش ارتفاع از سطح زمین و رقیق شدن هوا، غلظت و فشار O_2 همانند مابقی گازهای تروپوسفر کاهش می‌یابد. (علت استفاده از کیپسول اکسیژن در ارتفاعات و نیز هواپیما)



چرا هواپیماها یا خود اتاکی از گاز اکسیژن حمل می‌کنند؟



ترکیب اکسیژن با فلزات

- ۱- اکسیژن علاوه بر اینکه به حالت عنصری (آزاد) در طبیعت یافت می‌شود (O_2 و O_3)، به شکل اکسید با فلزات و شبه فلزات و نافلزات نیز وجود دارد.
- ۲- اغلب فلزات در طبیعت فقط به شکل ترکیب یافت می‌شوند. البته فلزاتی مانند طلا (Au) و پلاتین (Pt) به حالت عنصری (آزاد) وجود دارند. فلز مس نیز گاهی به حالت آزاد هم وجود دارد.
- ۳- فلزاتی که فقط یک نوع یون پایدار دارند یک نوع اکسید نیز ایجاد می‌کنند. مانند فلز Al که فقط به شکل Al_2O_3 یافت می‌شود (به سنگ معدن Al_2O_3 همراه با ناخالصی بوکسیت می‌گویند).
- ۴- فلزاتی که بیش از یک نوع یون پایدار دارند، بیش از یک نوع اکسید ایجاد می‌کنند مانند فلز Fe که دو نوع اکسید ایجاد می‌کند و به هر دو شکل در طبیعت وجود دارد:

آهن II اکسید: FeO

آهن III اکسید: Fe_2O_3

فرمول	نام	فرمول	نام
Na_2O	سدیم اکسید	Fe_2O_3	آهن (III) اکسید
MgO	منیزیم اکسید	Cu_2O	مس (I) اکسید
FeO	آهن (II) اکسید	CuO	مس (II) اکسید

۵- ترکیب فلزات با اکسیژن و دیگر نافلزات، ترکیب یا ماده یونی می باشد.

یادآوری: کاتیون فلزات و مواد یونی در فصل اول بررسی شده اند.

نکته: سیلیسیم شبه فلزی است که به شکل سیلیس SiO_2

در طبیعت وجود داشته و با حالت عنصری

یافت نمی شود. سیلیسی



(ا)



(ب)

(آ) سنگ معدن آلومینیم و (ب) سیلیس

SiO_2

تست چه تعداد از موارد زیر درست است؟

- اکسیژن در ساختار همه ی مولکول های زیستی مانند چربی ها و هیدروکربن ها وجود دارد.
- با افزایش ارتفاع از سطح زمین، فشار O_2 بطو خطی کاهش می یابد.
- نام شیمیایی CaO و CUO به ترتیب مس II اکسید و کلسیم اکسید است.
- نسبت کاتیون به آنیون در آهن III اکسید برابر با نسبت آنیون به کاتیون در منیزیم نیتريد است.
- در اثر تولید $0.1/0$ مول سدیم فسفید، $0.3/0$ الکترون مبادله می شود.

۳ (۴)

۲ (۳)

۱ (۲)

۰ (۱)

ترکیب اکسیژن با نافلزات

۱- اکسیژن با نافلزات نیز واکنش داده و تولید "اکسید نافلزی" می کند مانند CO_2 ، SO_2 ، SO_3 و NO_2 و



مدل فضا پرکن چند مولکول

۲- «اکسیدهای نافلزی» ترکیب مولکولی بوده و برای نامگذاری آنها از روش نامگذاری ترکیبات مولکولی استفاده می شود (فصل ۱) دی نیتروژن پنتا اکسید: N_2O_5

خود را بیاز مایید

نام ترکیب ها در ستون نخست و فرمول شیمیایی ترکیب ها در ستون دوم را بنویسید.

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| (ا) NO_2 : نیتروژن دی اکسید | (ب) CO : کربن دی سولفید |
| (ج) کربن دی سولفید | (پ) SO_2 : گوگرد تری اکسید |
| (خ) گوگرد تری اکسید | (ت) PCl_5 : کربن تترا کلرید |
| (د) نیتروژن تری فلوئورید | (ث) $SiBr_4$: نیتروژن تری فلوئورید |

کربن مونوکسید

سیلیسی

۳- عنصر نیتروژن با اکسیژن اکسیدهایی با فرمول مولکولی مختلف می تواند ایجاد کند.



تست: کدام گزینه درست است؟



۴

(۱) نام NF₃ و AlF₃ به ترتیب آلومینیوم تری فلئورید و نیتروژن تری فلئورید است.

(۲) در ترکیبات مولکولی و یونی دوتایی، زیروند هر عنصر الزاماً نشان دهنده تعداد آن می باشد.

(۳) در ترکیبات مولکولی و یونی دوتایی زیروند هر عنصر الزاماً نشان دهنده ظرفیت عنصر دیگر است.

(۴) نام NO نیتروژن مونوکسید و ZnO روی مونوکسید می باشد.

اکسیدها در فرآورده های سوختن مواد

واکنش گاز اکسیژن (O₂) با عنصرها و ترکیب های شیمیایی به دو شکل سوختن و یا اکسایش می تواند انجام شود. **اکسایش:** اگر واکنش جسم با O₂ آهسته باشد، تولید نور مرئی نکرده و به این واکنش، اکسایش می گویند. مانند زنگ زدن فلزات در شرایط معمولی و یا اکسایش چربی و قند در سلول ها:

انرژی + آب + کربن دی اکسید → اکسیژن + چربی و قند

سوختن: اگر واکنش جسم با O₂ سریع انجام شود، بخشی از انرژی آزاد شده به شکل گرما و نور آزاد می شود. به این واکنش «سوختن» می گویند.

شکل ۹- اغلب فلزها در شرایط مناسب با گاز اکسیژن می سوزند.
(ا) سوختن پودر آهن، (ب) سوختن سدیم



(ا)

(ب)

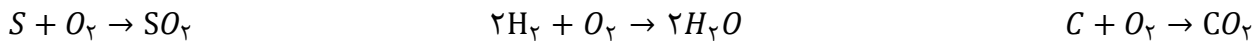
(ج)

(د)

شکل ۱۰- سوختن (ا) منیزیم، (ب) گوگرد

مواد زیر با گاز اکسیژن می سوزند:

الف) نافلزات گوگرد (S)، هیدروژن (H₂)، زغال (C) و فسفر سفید (P₄) در شرایط مناسب با اکسیژن می سوزند:



ب) فلزات گروه ۱ و ۲ غیر از Be و اغلب فلزات در شرایط مناسب با اکسیژن سریع واکنش داده و می سوزند.



پ) مواد مرکبی مانند سوخت های فسیلی نیز در شرایط مناسب می سوزند:

بخار آب + گوگرد دی اکسید + کربن دی اکسید → اکسیژن + زغال سنگ

نکته ۱: در واکنش سوختن سوخت‌های فسیلی اگر مقدار اکسیژن در دسترس کافی باشد، گاز CO_2 تولید می‌شود و واکنش «سوختن کامل» انجام شده و تولید نور آبی می‌شود. اما اگر مقدار اکسیژن کم باشد، گاز CO تولید می‌شود و واکنش «سوختن ناقص» نامیده می‌شود که تولید نور زرد خواهد شد.

سوختن کامل گاز شهری: نور و گرما $CH_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

سوختن ناقص گاز شهری: نور و گرما $CH_4 + O_2 \rightarrow CO + H_2O$

نکته ۲: در صنعت برای تولید سولفوریک اسید (H_2SO_4) نخست گوگرد را با O_2 واکنش می‌دهند تا گاز SO_2 تولید شود و سپس در مراحل بعد H_2SO_4 تولید می‌کنند.

جدول رنگ شعله سوختن برخی مواد شیمیایی

لیتیم	قرمز	مس	سبز
سدیم	زرد	گوگرد	آبی
آهن	نارنجی	سوختن کامل	آبی
منیزیم	سفید	سوختن ناقص	زرد

گاز کربن مونوکسید (CO)



۱- گازی بی‌رنگ، بی‌بو و بسیار سمی است.

۲- ساختار لوویس: $C \equiv O:$

۳- این گاز از سوختن ناقص ترکیبات کربن‌دار مانند زغال (C)، گاز طبیعی (CH_4) و ... تولید می‌شود.

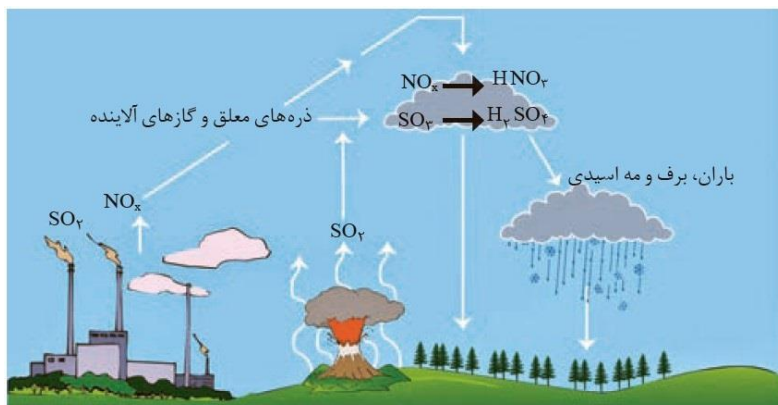
۴- چگالی این گاز کمتر از هوا بوده، بنابراین قابلیت انتشار آن در محیط بسیار زیاد است.

۵- میل ترکیبی هموگلوبین خون با این گاز ۲۰۰ برابر بیشتر از اکسیژن است، بنابراین وجود آن در هوا امکان رسیدن اکسیژن به سلول‌ها را گرفته و باعث مسمومیت و فلج سامانه عصبی می‌شود.

رفتار اکسیدهای فلزی و نافلزی

اسیدها و اکسیدهای اسیدی

- ۱- اسیدها مواد مولکولی هستند که در آب تولید H^+ کرده و این یون خاصیت خوردگی و واکنش با اکثر مواد را داراست. فرمول کلی اسیدهای معدنی H_nA می باشد:
- ۲- این اسیدها در اثر واکنش اکسید نافلزات با آب تولید می شوند:
- ۳- به اکسید نافلزات، اکسید اسیدی می گویند.
- ۴- محلول اسیدها و اکسید نافلزات در آب، $PH < 7$ داشته و رنگ کاغذ PH در محلول آنها «سرخ» می شود.



روند تولید باران اسیدی

- ۵- در اثر واکنش اکسیدهای نافلزی تولید شده در صنایع و خودروها و ... و واکنش آنها با باران، «باران اسیدی» تولید می شود. که آثار مخرب زیادی در طبیعت و بر روی پوست و چشم و دستگاه تنفس انسان و جانوران به جای می گذارد (خشکی و ترک خوردگی پوست) همچنین باران اسیدی با تغییر PH خاک، آثار مخربی برای گیاهان دارد.

بازها و اکسیدهای فلزی

- ۱- بازها اکثراً ترکیبات یونی هستند که در آب با آزاد کردن یون OH^- (هیدروکسید) باعث واکنش و خوردگی بسیاری می شوند. فرمول کلی بازهای معدنی: $فلز + OH^-$ مثال $NaOH, Ca(OH)_2, \dots$
- ۲- بازهای معدنی در اثر واکنش اکسید فلزات با آب تولید می شود:
- ۳- به اکسید فلزات، «اکسید بازی» می گویند.
- ۴- محلول بازها و اکسید فلزات در آب، $PH > 7$ داشته و رنگ کاغذ PH را آبی می کنند.
- ۵- اسیدها و بازها در واکنش با یکدیگر، اثر یکدیگر را خنثی می کنند. آب + نمک \rightarrow باز + اسید

کلسیم اکسید (CaO):

- ۱- کلسیم اکسید یا همان آهک، اکسید بازی بوده و در واکنش با آب تولید «آب آهک» یا Ca(OH)_2 می‌کند (کلسیم هیدروکسید)
- ۲- برای کاهش میزان اسیدی آب دریاچه‌ها، آهک به دریاچه اضافه می‌توان کرد.
- ۳- برای تغییر مقدار و نوع مواد در دسترس گیاهان و افزایش بهره‌وری زمین‌های کشاورزی، می‌توان آهک به خاک افزود.



شکل ۱۵-۱: مرجان‌های سالم و ب) اثر CO_2 بر مرجان‌ها

- ۴- مرجان‌ها گروهی از کیسه‌تنان با اسکلت آهکی هستند. این جانداران با افزایش CO_2 در آب از بین می‌روند. چون CO_2 در آب تولید اسید کرده و با اسکلت مرجان‌ها واکنش داده و اسکلت آنها تخریب می‌شود.

تست ۱: چه تعداد از موارد زیر درست است؟

- طول موج نور ایجاد شده در سوختن کامل متان کمتر از سوختن ناقص آن است.
- در ساختار زغال سنگ عناصری مانند H, C, S وجود دارند.
- اغلب فلزات در واکنش با اکسیژن در شرایط معمولی تولید نور و گرما می‌کنند.
- تمایل اتصال کربن مونوکسید به هموگلوبین ۲۰۰ برابر اکسیژن بوده و چگالی آن بیشتر از هواست.
- برای تولید سولفوریک اسید در آزمایشگاه، ابتدا گوگرد را می‌سوزانند و در مراحل بعد این اسید را تولید می‌کنند.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

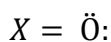
تست ۲: کدام گزینه درست است؟

- ۱) منیزیم اکسید، کربن دی‌اکسید و نیتروژن دی‌اکسید، «اکسید اسیدی» هستند.
- ۲) برای کاهش PH خاک‌های کشاورزی، به خاک، آهک افزوده می‌شود.
- ۳) اسکلت مرجان‌ها از اکسید اسیدی ساخته شده که توسط اکسیدهای بازی تخریب می‌شود.
- ۴) CO_2 , SO_3 , NO_x اکسیدهایی هستند که باعث ایجاد باران اسیدی می‌شوند.

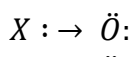
رسم ساختار لوویس مولکول‌ها

مرحله ۱: تعیین اتم مرکزی و ترسیم آرایش الکترون - نقطه‌ای آن: معمولاً اتم مرکزی اولین اتم در فرمول مولکولی (غیر از H) می‌باشد. در اطراف آن در چهار فضا، به اندازه شماره‌ی یکان گروه‌اش، الکترون قرار می‌دهیم.
 مرحله ۲: اتصال اتم‌های کناری غیر از اکسیژن تنها: اتم‌هایی مانند هالوژن‌ها و هیدروژن به دلیل داشتن یک تک الکترون، با پیوند یگانه به تک الکترون اتم مرکزی متصل می‌شوند.
 مرحله ۳: اتصال اکسیژن تنها (:Ö:): بعد از اتصال اتم‌های کناری دیگر، نوبت به اکسیژن تنها می‌رسد که دو حالت متصور است:

الف) اگر برای اتم مرکزی ۲ الکترون منفرد (تک الکترون) مانده باشد، اکسیژن پیوند دوگانه با آن ایجاد می‌کند:

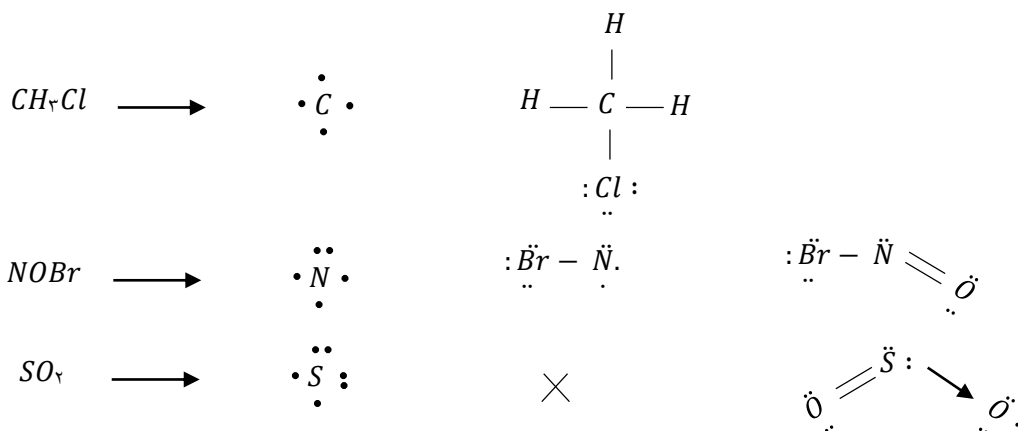


ب) اگر برای اتم مرکزی فقط جفت الکترون مانده باشد، اتم اکسیژن یکی از تک الکترون‌های خود را به تک الکترون دیگر خود منتقل می‌کند و با ایجاد یک فضای خالی، جفت الکترون اتم مرکزی به طور نسبی وارد این فضا شده و پیوندی مشابه کووالانسی (پیوند داتیو) ایجاد می‌شود.



نکته: هر چند شرط اولیه‌ی پیوند داتیو با پیوند کووالانسی متفاوت است (زیرا هر دو الکترون پیوندی متعلق به یک اتم است)، اما بعد از تشکیل، کاملاً همانند پیوند کووالانسی خواهد بود.

مثال: مراحل ترسیم ساختار لوویس مولکول‌های CH_3Cl ، $NOBr$ و SO_2 :



نکته ۱: بعد از اتمام رسم مولکول، اتم‌های اطراف باید هشتایی (اکتت) باشند، غیر از H که به گاز نجیب He می‌رسد اما اکتت نمی‌شود.

نکته ۲: اتم مرکزی ممکن است به آرایش اکتت نرسد Be ، Al و B اگر اتم مرکزی باشند، اکتت نمی‌شوند مگر در آنیون آنها. به عنوان مثال در BF_3 ، $AlCl_3$ یا BeF_2 اتم‌های مرکزی اکتت نیستند اما در BF_4^- ، $AlCl_4^-$ و BeF_4^{2-} اکتت می‌شوند.

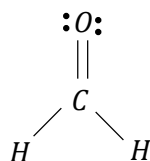
نکته ۳: در مولکول‌ها، تعداد الکترون‌های مشخص شده در ساختار لوویس می‌بایست برابر با مجموع الکترون‌های لایه ظرفیت اتم باشد.

به عنوان مثال در مولکول CO_2 مجموع الکترون‌های لایه ظرفیت اتم‌ها در ساختار لوویس آن برابر ۱۶ می‌باشد. ($\ddot{O} = C = \ddot{O}$) که برابر با مجموع الکترون‌های لایه ظرفیت اتم‌هاست. ($6 + 4 + 6 = 16$)

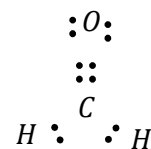
نکته ۴: هیچ مولکول یا یون چند اتمی نباید دارای تک الکترون (الکترون منفرد) باشد، غیر از NO و NO_2

نکته ۵: ساختار لوویس را می‌توان به دو شکل زیر ترسیم کرد. به عنوان مثال در مولکول CH_2O :

مدل الکترون - خطی



مدل الکترون - نقطه‌ای



مثال: با توجه به ساختار لوویس مولکول‌های $CHCl_3$ ، BF_3 و NO_2Br به سوالات زیر پاسخ دهید:

- ۱- تعداد جفت الکترون پیوندی (کووالانسی)
- ۲- تعداد جفت الکترون ناپیوندی:
- ۳- تعداد جفت الکترون ناپیوندی اتم مرکزی:
- ۴- تعداد اتم رسیده به گاز نجیب:
- ۵- تعداد اتم اکتت شده:
- ۶- تعداد الکترون لایه ظرفیت اتم مرکزی:
- ۷- تعداد الکترون لایه ظرفیت اتم‌ها:

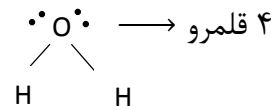
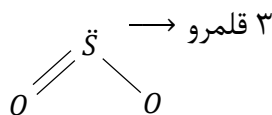
قلمرو الکترونی:



فضایی بادکنک مانند که جفت الکترون‌های اتم مرکزی در آن حرکت می‌کنند.

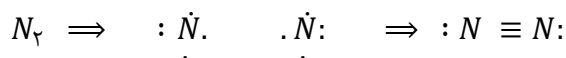
هر پیوند یگانه یا پیوند دوگانه یا پیوند سه‌گانه: ۱ قلمرو محسوب می‌شوند.

هر جفت الکترون ناپیوندی: ۱ قلمرو محسوب می‌شود.



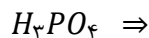
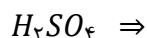
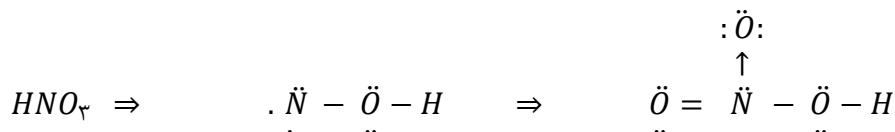
نکته: با توجه به اینکه قلمروهای الکترونی به دلیل حرکت الکترون‌ها بر یکدیگر دافعه وارد می‌کنند، شکل واقعی مولکول و زاویه پیوندی، وابسته به تعداد قلمرو الکترونی اتم مرکزی است.


رسم مولکول‌های دو اتمی (فاقد اتم مرکزی): مدل الکترون - نقطه‌ای دو اتم را ترسیم کرده و با توجه به این اصل که الکترون منفرد نباید وجود داشته باشد، پیوند یگانه، دوگانه یا سه‌گانه بین دو اتم ایجاد می‌شود:

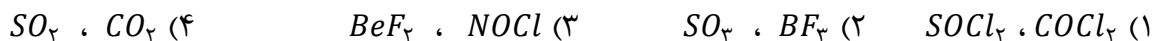


رسم اسیدهای اکسیژن‌دار: در مرحله دوم رسم لوویس، به تعداد H ، گروه $H - \ddot{O} -$ را با پیوند یگانه به تک

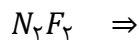
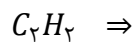
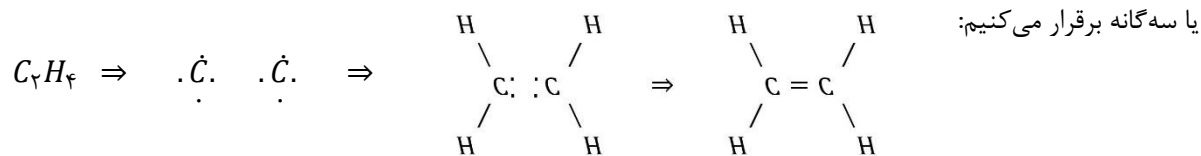
الکترون اتم مرکزی متصل می‌نماییم:




تست: در کدام گزینه، دو مولکول شکل یکسانی دارند؟ 



رسم مولکول‌هایی با دو اتم مرکزی: مدل الکترون - نقطه‌ای دو اتم مرکزی را ترسیم کرده و اتم‌های کناری را به طور مساوی (معمولاً) به دو اتم مرکزی متصل می‌کنیم و با توجه به تعداد الکترون‌های منفرد باقی مانده، پیوند بین دو اتم مرکزی را یگانه، دوگانه



نکته ۱: NO و NO_2 تنها مولکول‌هایی هستند که دارای الکترون منفرد می‌باشند: 

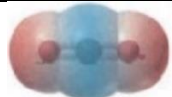
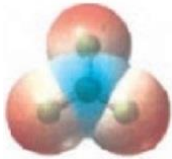
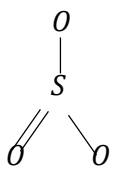

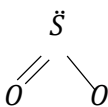
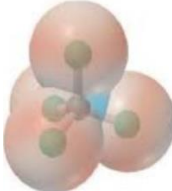
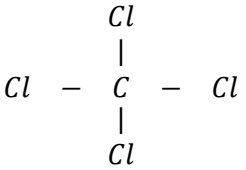

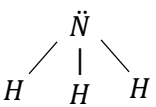

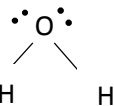


نکته ۲: شکل دو مولکول CO و N_2O حفظ شود:



نکته ۳: گوگرد (S) و نیتروژن (N) معمولاً اتم مرکزی هستند. در مواردی که اتم کناری هستند، به ترتیب پیوند دو گانه و سه گانه با اتم مرکزی خود برقرار می کنند:



شکل و زاویه واقعی مولکول ها و بنیان ها					
مدل فضا پر کن	مثال	زاویه پیوندی	شکل مولکول	جفت e ناپیوندی	تعداد قلمرو
	$O = C = O$	180°	خطی	۰	۲
		120°	مثلث مسطح	۰	۳
		$\approx 120^\circ$	خمیده	۱	
		109°	چهار وجهی منتظم	۰	۴
		$\approx 109^\circ$	هرمی	۱	
		$\approx 109^\circ$	خمیده	۲	

تست ۱: شمار پیوندها بین اتم‌ها، در کدام دو مولکول برابر است؟

(۱) CS_2 ، CH_2O (۲) NO_2 ، HCN (۳) SCO ، N_2O (۴) N_2 ، CO

تست ۲: در چه تعداد از مولکول‌های زیر، قاعده اکتت برقرار نیست؟

(۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۵
 $CS_2 - NO - N_2O_4 - NO_2 - BCl_3 - N_2O - CO$

تست ۳: چه تعداد از مطالب زیر در مورد کربنیک اسید (H_2CO_3) درست است؟

- نسبت تعداد الکترون‌های پیوندی به ناپیوندی در آن، ۱ می‌باشد.
 - همه اتم‌ها در آن به آرایش گاز نجیب رسیده، اکتت هستند.
 - تعداد پیوند کووالانسی برابر با مولکول C_2H_2 دارد.
 - شکل مولکول آن مشابه POF_3 است.
 - شمار جفت الکترون ناپیوندی آن برابر با شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی OCl_2 است.
- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

تست ۴: با توجه به ساختار لوویس مولکول $M = \begin{matrix} :O: \\ / \\ :O = M \\ \backslash \\ :O: \end{matrix}$ اتم M متعلق به کدام گروه جدول

دوره‌ای است و در حالت گازی در لایه ظرفیت خود چند الکترون دارد؟

(۱) ۴ - ۶ (۲) ۴ - ۱۶ (۳) ۶ - ۶ (۴) ۶ - ۱۶

تست ۵: کدام مولکول، شکل متفاوتی با مولکول‌های دیگر دارد؟

(۱) CH_3OH (۲) NO_2Cl (۳) SO_2F_2 (۴) H_2SO_4

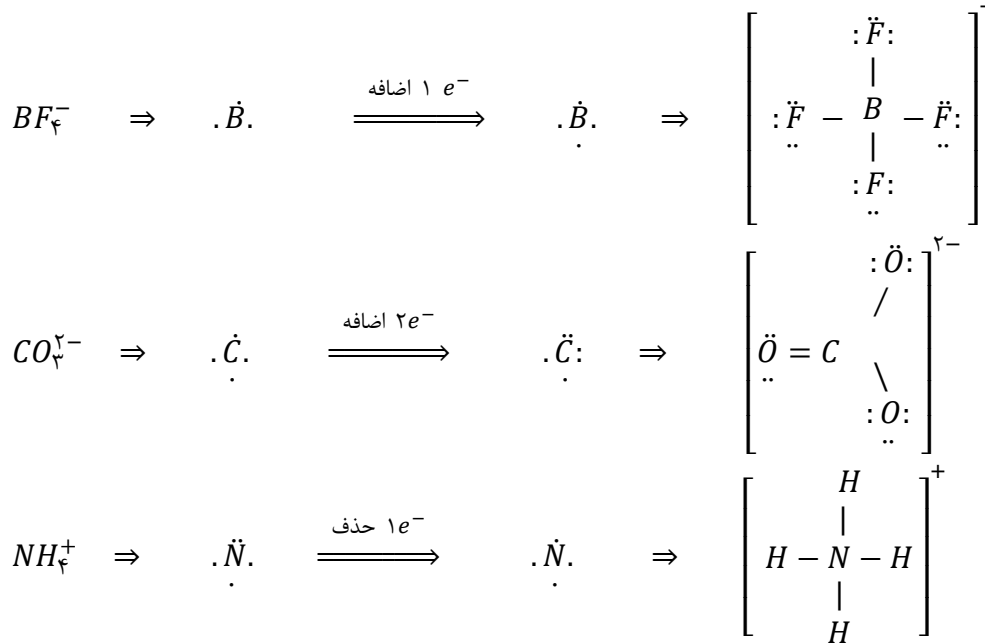
نکته: در حد کتاب درسی، اتم مرکزی یا هشتایی می‌شود یا در مواردی کمتر از ۸ الکترون در لایه ظرفیت خواهد داشت. اما لازم به ذکر است که در مواردی اتم مرکزی اکتت را رد کرده و بیشتر از ۸ الکترون در لایه ظرفیت خود خواهد داشت:


SF_6 :

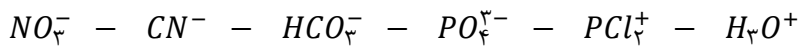
PCl_5 :


رسم ساختار لوویس یون‌ها

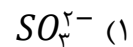
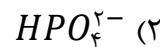
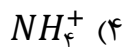
کافی است در مرحله ۱ (رسم ساختار الکترون نقطه‌ای اتم مرکزی)، به تعداد بار منفی آنیون به اتم مرکزی الکترون اضافه کنیم و یا به تعداد بار مثبت کاتیون از اتم مرکزی الکترون جدا کرده و مابقی مراحل را همانند رسم مولکول‌ها پیش برویم و در انتها با قرار دادن گروه دو طرف یون، مقدار بار را به کل آن نسبت دهیم:



مثال: ساختار لوویس یون‌های زیر را رسم کنید: 




تست ۱: شکل و ساختار لوویس BeF_4^{2-} شبیه کدام گونه نمی‌باشد؟ 

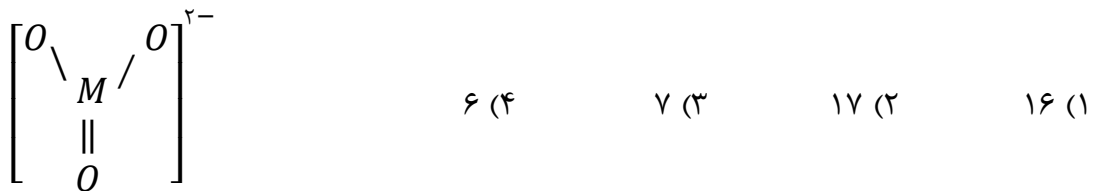


تست ۲: کدام مورد نادرست است؟ (تجربی ۱۴۰۲)

- (۱) در ساختار لوویس $COCl_2$ ، نسبت شمار الکترون‌های ناپیوندی به پیوندی ۲ می‌باشد.
- (۲) آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم همه عنصرهای یک گروه، مشابه است.
- (۳) ساختار لوویس گوگرد دی اکسید و کربن دی سولفید متفاوت است.
- (۴) شمار جفت الکترون‌های پیوندی در یون‌های NO_3^- و CN^- برابر است.

نکته: مجموع الکترون‌ها در شکل لوویس - مجموع الکترون‌های لایه ظرفیت اتم‌ها = باریون (q) 

تست ۳: عدد اتمی عنصر M چند می‌تواند باشد؟ (اتم‌ها اکتت هستند)



تست ۴: اگر همه اتم‌ها در $[N \equiv N - N - N = N]^q$ اکتت باشند، مقدار q چند است؟

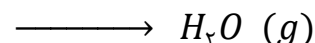
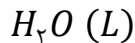
- ۱) (۱) -۱ ۲) (۲) -۲ ۳) (۳) +۱ ۴) (۴) +۲

تست ۵: کدام گزینه در مورد مولکول حاصل از x و عنصر y که دارای ۱۰ الکترون با $L = 1$ می‌باشد، نادرست است؟

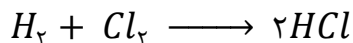
- (۱) مدل الکترون نقطه‌ای آن به شکل $\cdot \ddot{y} :: x :: y \cdot \ddot{y}$ می‌باشد.
- (۲) تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت این مولکول، دو برابر الکترون‌های پیوندی NO_3^- است.
- (۳) شکل آن همانند HCN است.
- (۴) زاویه پیوندی آن برابر با زاویه پیوندی O_3 است.

فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی

فرآیند فیزیکی: تغییری است که فقط حالت ظاهری و فیزیکی جسم تغییر می‌کند و ماهیت و ساختار ماده تغییر نمی‌کند و به راحتی می‌توان آن را به حالت اولیه تبدیل کرد، به عبارتی به راحتی فرآیند برگشت انجام می‌شود مانند ذوب، انجماد، تبخیر، میعان، فرازش و چگالش.



فرآیند شیمیایی (واکنش): تغییری است که ساختار ذرات و ماهیت آنها تغییر کرده و ماده یا موادی با خواص کاملاً متفاوت تولید می‌شود.



معنا	نماد
تولید می‌کند یا می‌دهد.	→
واکنش دهنده‌ها بر اثر گرم شدن واکنش می‌دهند.	→ Δ
واکنش در فشار ۲۰ اتمسفر انجام می‌شود.	→ ۲۰ atm
واکنش در دمای ۱۲۰۰ درجه سلسیوس انجام می‌شود.	→ ۱۲۰۰°C
برای انجام شدن واکنش، از فلز پالادیم (Pd) به عنوان کاتالیزگر استفاده می‌شود.	→ Pd(s)

● معنای برخی نمادها در معادله‌های شیمیایی

معنا	نماد
جامد	(s)
مایع	(l)
گاز	(g)
محللول آبی	(aq)

● نمادهای به کار رفته برای نمایش حالت فیزیکی مواد در معادله‌های شیمیایی.

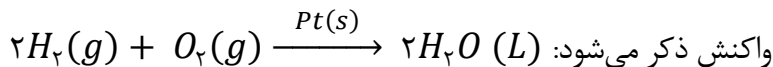
واکنش شیمیایی می‌تواند برگشت‌ناپذیر (مانند رسیدن میوه‌ها یا پختن غذا) و یا برگشت‌پذیر (مانند تبدیل O_2 به O_3) باشد.

نشانه‌های احتمالی واکنش شیمیایی: ۱- ایجاد نور ۲- تشکیل رسوب ۳- تغییر رنگ ۴- ایجاد صوت ۵- تولید گاز به عنوان مثال در اثر حرارت دادن به شکر ابتدا ذوب می‌شود (فیزیکی) ولی به تدریج رنگ آن عوض شده و دچار تغییر شیمیایی می‌شود.

نمادها و معنای آنها در یک معادله: ←

معادله‌ی نوشتاری: در آن نام واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌های یک فرآیند ذکر می‌شود:

نور و گرم + کربن دی اکسید + گوگرد دی اکسید + بخار آب → اکسیژن + زغال سنگ
 معادله نمادی: به جای نام مواد شرکت کننده، فرمول شیمیایی آنها به همراه حالت فیزیکی آنها و نیز شرایط انجام



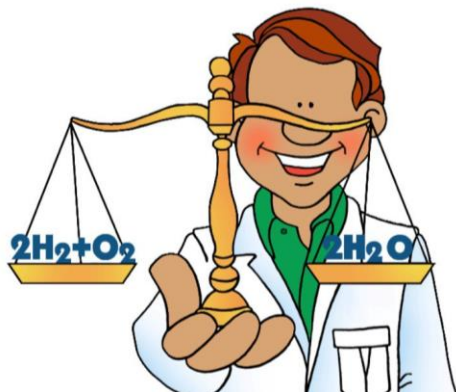
انواع واکنش های شیمیایی

واکنش های شیمیایی را می توان به ۵ دسته تقسیم کرد:



1. Combination or Synthesis Reaction
 $A + B \longrightarrow A-B$
2. Decomposition Reaction
 $A-B \longrightarrow A + B$
3. Single-replacement Reaction
 $A + B-C \longrightarrow A-C + B$
4. Double-replacement Reaction
 $A-B + C-D \longrightarrow A-D + C-B$
5. Combustion Reaction
 $C_xH_y + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O + \text{Fire}$

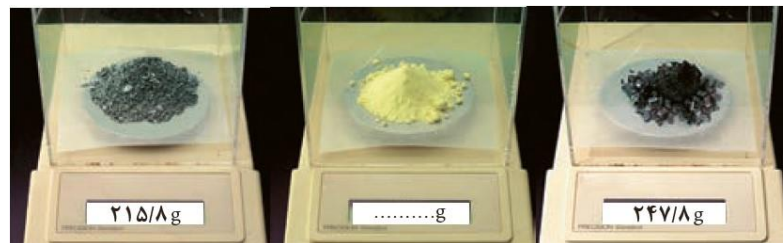
قانون پایستگی جرم در واکنش و موازنه واکنش



قانون پایستگی جرم در واکنش‌های شیمیایی:

- تعریف ۱: در یک واکنش شیمیایی مجموع جرم واکنش دهنده‌ها برابر با مجموع جرم فرآورده‌هاست.
- تعریف ۲: در یک واکنش شیمیایی هیچ اتمی از بین نمی‌رود و یا به وجود نمی‌آید، بلکه شیوه و چگونگی اتصال اتم‌ها تغییر می‌کند.
- تعریف ۳: در یک واکنش شیمیایی، تعداد اتم هر عنصر در دو طرف واکنش برابر است.

مثال واکنش شیمیایی: $\text{نقره سولفید} \rightarrow \text{گوگرد} + \text{نقره}$

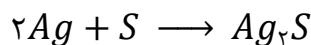


نکته: در فرآیندهای هسته‌ای، قانون پایستگی جرم صادق نیست زیرا در این فرآیندها جرم و انرژی طبق رابطه $E = m \cdot c^2$ به یکدیگر تبدیل می‌شوند. بنابراین واکنش‌های شیمیایی و فرآیند هسته‌ای، دو فرآیند کاملاً متفاوت هستند.

موازنه‌ی واکنش‌ها

برای لحاظ کردن قانون پایستگی جرم در یک معادله شیمیایی، می‌بایست واکنش را موازنه کرد. منظور از موازنه‌ی یک واکنش این است که تعداد اتم‌های هر عنصر دو طرف برابر شوند.

مثال: در واکنش $Ag + S \rightarrow Ag_2S$ با قرار دادن ضریب استوکیومتری ۲ در پشت فلز نقره موازنه می‌شود:

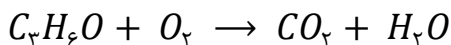


(ضریب S و Ag_2S برابر با ۱ است که از نوشتن ۱ صرف‌نظر می‌شود.)

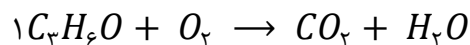
(A) موازنه واکنش‌ها به روش وارسی:

ساده‌ترین روش برای موازنه یک واکنش، روش وارسی است که حدود ۹۵٪ واکنش‌های مطرح شده در کنکور سراسری را می‌توان با این روش موازنه کرد:

مرحله ۱: انتخاب اولین عنصر برای شروع موازنه: عنصری که در دو طرف واکنش تکرار نشده باشد (در هر طرف فقط یکجا آمده باشد) البته ترجیحاً این عنصر بهتر است در جسم پیچیده‌تر آمده باشد و زیروند آن بزرگتر باشد (مانند عنصر H در C_3H_6O)



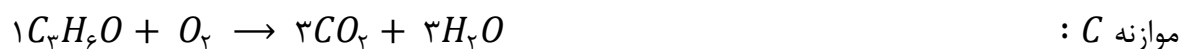
مرحله ۲: قرار دادن ضریب ۱: در پشت ترکیب عنصر انتخاب شده در مرحله ۱، عدد ۱ قرار می‌دهیم:



مرحله ۳: تعداد این عنصر را در طرف دیگر برابر می‌کنیم (به عبارتی دومین ضریب به دست می‌آید)



مرحله ۴: موازنه دومین عنصر را با توجه به دو ضریب به دست آمده انجام می‌دهیم:



مرحله ۵: به همین شکل عناصر دیگر را موازنه می‌نماییم و کلیه ضرایب مواد شرکت کننده به دست می‌آید:



نکته ۱: در انتهای موازنه، می‌بایست تعداد اتم‌های هر عنصر (نه تعداد مولکول‌های آن) در دو طرف برابر باشد وگرنه موازنه به درستی انجام نشده است. به عنوان مثال در واکنش بالا تعداد اتم‌ها در دو طرف در انتهای موازنه به شکل زیر است:

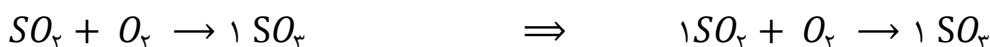
$$O \text{ تعداد: } 9 \qquad H \text{ تعداد: } 6 \qquad C \text{ تعداد: } 3$$

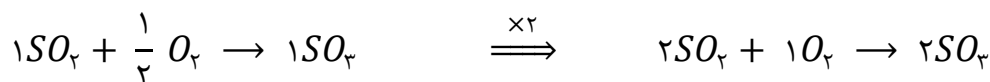
نکته ۲: دقت شود در طول موازنه فقط حق دادن اولین ضریب ۱ را داریم و مابقی ضرایب می‌بایست با توجه به موازنه عناصر دو طرف به دست آیند.

نکته ۳: اگر در طول موازنه، ضریب جسمی ۱ شد، ۱ را قرار می‌دهیم. هر چند در انتهای موازنه می‌توان ضرایب ۱ را نوشت.

نکته ۴: هرگاه در طول انجام موازنه با ضریب کسری مواجه شدیم، کلیه ضرایب به دست آمده تا آن لحظه را ضربدر مخرج کسر می‌نماییم.

نکته ۵: ضرایب نهایی باید کوچکترین ضرایب غیر کسری باشند:

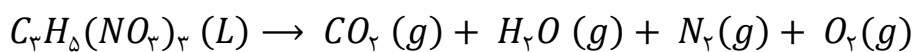




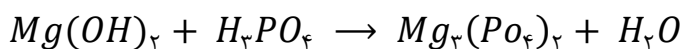
نکته ۶: اگر در فرمول شیمیایی جسمی اطراف دو یا چند عنصر پرانتز بود، به تعداد زیروند پرانتز، عناصر داخل



سوال ۱: در واکنش زیر مجموع ضریب فرآورده‌ها چند برابر واکنش دهنده می‌باشد؟



سوال ۲: در واکنش زیر، بعد از موازنه نسبت تعداد آنیون‌ها در فرآورده‌ها به تعداد H_2O چند است؟



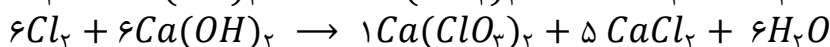
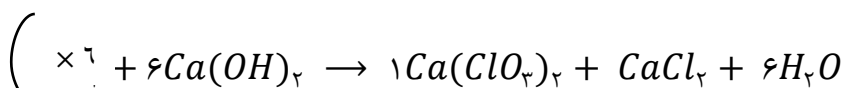
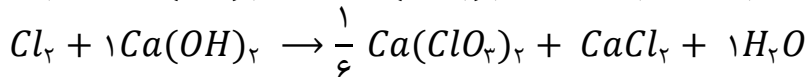
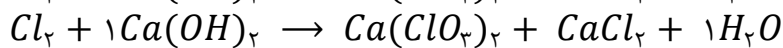
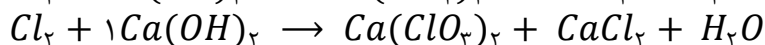
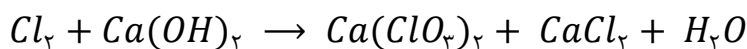
نکته ۷: ضرایب نشان دهنده‌ی نسبت تعدادی مواد شرکت کننده و همچنین نسبت مولی مواد شرکت کننده می

باشد. به عنوان مثال در واکنش $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$ می‌توان گفت به ازای یک عدد مولکول H_2 ، یک

عدد مولکول Cl_2 مصرف شده و دو عدد مولکول HCl تولید می‌شود. و یا گفت به ازای مصرف ۱ مول مولکول

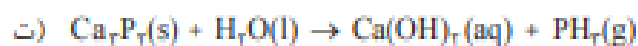
H_2 ، یک مول مولکول Cl_2 مصرف و دو مول مولکول HCl تولید می‌شود.

مثال: جمع‌بندی کلیه نکات موازنه به روش وارسی با موازنه واکنش زیر:

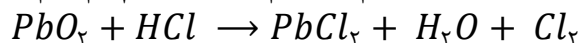
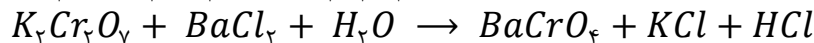
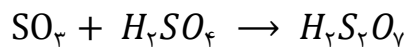


خود را بیازمایید

معادله واکنش‌های زیر را موازنه کنید:



سوال: واکنش‌های زیر را موازنه کنید:

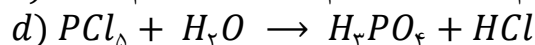
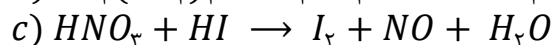
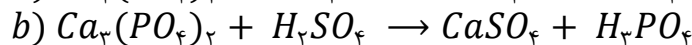
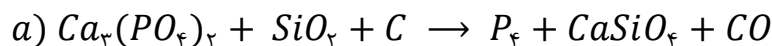


تست ۱: چه تعداد از مطالب با توجه به قانون پایستگی جرم نادرست است؟

- تعداد مول و ضریب مواد شرکت کننده در واکنش در دو طرف برابر است.
- تعداد اتم‌های یک عنصر در دو طرف واکنش برابر است.
- مجموع جرم اتم‌های یک عنصر در دو طرف واکنش برابر است.
- تعداد مولکول‌ها در دو طرف واکنش برابر است.
- جرم کل مواد موجود در مخلوط واکنش ثابت است.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

تست ۲: مجموع ضرایب استوکیومتری مواد در معادله واکنش‌های a و d کدام است و در چند واکنش از چهار واکنش فقط ماده مولکولی وجود دارد؟ (ریاضی ۱۴۰۰)



۱ ، ۱۴ (۱) ۲ ، ۱۴ (۲) ۳ ، ۲۴ (۳) ۴ ، ۲۴ (۴)

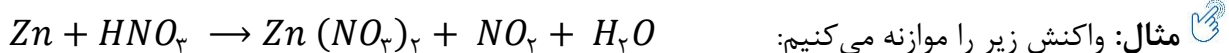
تست ۳: مقداری گرد سدیم به جرم ۲۳۰ گرم در مجاورت هوا قرار می‌گیرد و بعد از چند روز همه اتم‌های آن، اکسید شده و جرم مخلوط به ۳۱۰ گرم می‌رسد. چند مول گاز اکسیژن با اتم‌های سدیم واکنش داده‌اند؟



۱ (۵) ۲ (۲/۵) ۳ (۸۰) ۴ (۱۶۰)

(B) موازنه‌ی واکنش به کمک پارامتری

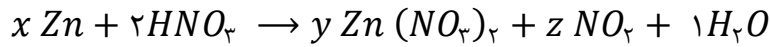
در تعداد کمی از واکنش‌های کنکور سراسری، صرفاً به کمک روش واری نمی‌توان واکنش را موازنه کرد. در این واکنش‌ها از روش‌های دیگر مانند تغییر عدد اکسایش و یا قرار دادن ضریب x ، y و ... (متغیر) واکنش را موازنه می‌کنیم. در ادامه موازنه به کمک روش آخر (پارامتری) را بررسی می‌کنیم:



موازنه را می‌توان از H و یا Zn شروع کرد، اما نمی‌توان ضرایب دیگر را به دست آورد، اگر H شروع کنیم خواهیم داشت:

$$Zn + 2HNO_3 \rightarrow Zn(NO_3)_2 + NO_2 + 1H_2O$$

در اینگونه موارد پشت سه جسم دیگر متغیر (x ، y و z) قرار می‌دهیم.



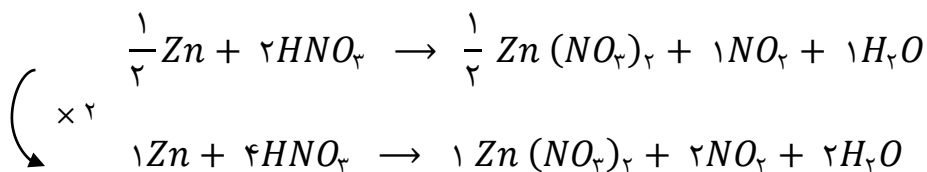
حال تعداد عناصر Zn ، N و H در دو طرف را برحسب این سه متغیر حساب می‌کنیم و به ۳ معادله می‌رسیم، با حل این معادلات، مقدار عددی این سه متغیر به دست می‌آید:

تعداد اتم Zn در دو طرف $x = y$

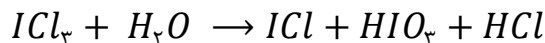
$$\left. \begin{array}{l} \text{تعداد اتم N در دو طرف} : 2 = 2y + z \\ \text{تعداد اتم O در دو طرف} : 6 = 6y + 2z + 1 \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} z = 2 - 2y \\ 6 = 6y + 2z + 1 \end{array} \right\} \Rightarrow$$

$$6 = 6y + 2(2 - 2y) + 1 \Rightarrow y = \frac{1}{2} \Rightarrow x = \frac{1}{2} \Rightarrow z = 1$$

این مقادیر را در واکنش کلی قرار می‌دهیم:

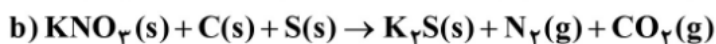
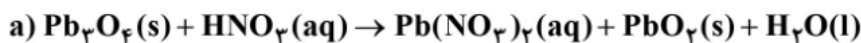


سوال: در واکنش زیر مجموع ضرایب فرآورده‌ها چند است؟



تست: تفاوت مجموع ضرایب استوکیومتری مواد در واکنش های a و b . پس از موازنه معادله آنها کدام

است؟ (تجربی داخل اردیبهشت ۱۴۰۳)



۴(۴)

۳(۳)

۲(۲)

۱(۱)

چه بر سر هواکره می آوریم؟

در سده گذشته با تحول صنعتی ، افزایش ماشین آلات ، تولید وسایل الکتریکی و تغییر سبک زندگی انسان ها، نیاز به سوخت های فسیلی برای تولید انرژی های مختلف از جمله انرژی الکتریکی افزایش یافت. بر اثر سوزاندن این سوخت ها انواع آلاینده ها از جمله : CO_2 ، SO_2 ، NO ، NO_2 و هیدروکربن های نسوخته ($CxHy$) تولید شده که اثرات جبران ناپذیری بر محیط زیست به جای می گذارد. از جمله این اثرات نامطلوب تولید باران اسیدی و گرم شدن کره زمین می باشد. به طوریکه میانگین دمای کره زمین در سده گذشته افزایش یافته است و دانشمندان پیش بینی می کنند دمای کره زمین تا سال ۲۱۰۰ بین ۱/۸ تا ۴ درجه سلسیوس افزایش یابد. قطعا سبک زندگی ما بر میزان تولید این آلاینده ها موثر است. از طرفی هوای آلوده با این آلاینده ها بوی بد داشته و باعث سوزش چشم ، سردرد ، تهوع و ایجاد بیماری های تنفسی مانند سرطان ریه می شود.



تعریف ردپا: اصطلاحی است که بیانگر میزان اثرگذاری است که هر یک از انسان ها بر کره زمین و هواکره به جای می گذرد.

ردپای CO_2 : نشان می دهد در تولید یک محصول یا بر اثر انجام یک فعالیت چه مقدار از این گاز تولید و وارد هواکره می شود.

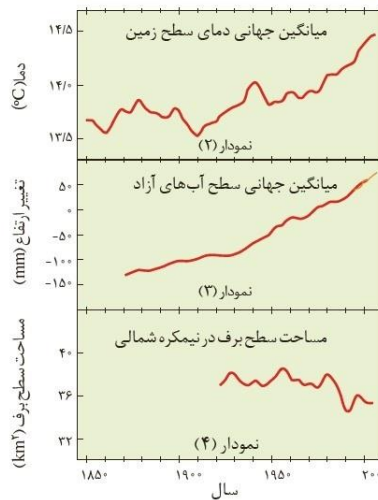
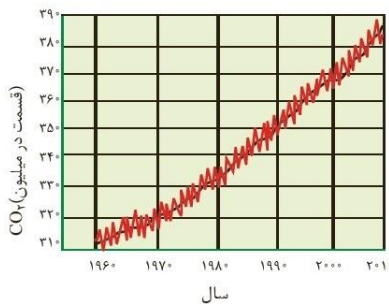
۱- سالانه میلیاردها تن CO_2 وارد هواکره می شود. اثر گلخانه ای این گاز باعث افزایش دمای جو و در نتیجه ذوب برف ها و بالا آمدن سطح آب اقیانوس ها و آب های آزاد می شود.

۲- میزان ردپای کربن دی اکسید فرد به عواملی مانند میزان و نحوه استفاده از وسایل گرمایش، میزان برق مصرفی، نوع وسیله نقلیه، سبک زندگی، میزان و نوع غذای مصرفی و... وابسته است.

۳- به دلیل بالا رفتن دمای سطح زمین، فصل بهار در نیمکره شمالی نسبت به ۵۰ سال گذشته یک هفته زودتر آغاز می شود.

۴- تولید برق به روش های گوناگون

مقدار CO_2 در هوا:



انجام می شود که مقدار CO_2 تولیدی در هر روش متفاوت است. زیرا در استفاده از هر کدام از منابع انرژی (مانند زغال سنگ، نفت خام، متان و ...) واکنش ها و فرآیندهای متفاوتی به کار برده می شود .

۵- مطابق جدول کتاب درسی، ترتیب مقدار CO_2 تولید شده به ازای تولید مقدار مشخصی برق به شکل زیر است.

باد > گرمایش زمین > انرژی خورشیدی > گاز طبیعی > نفت خام > زغال سنگ

نکته: در این ترتیب مقدار CO_2 تولید شده برای تولید تجهیزات نیز در نظر گرفته شده است. به عنوان مثال در توربین‌های بادی برای تولید برق نیاز به سوزاندن سوخت نمی‌باشد ولی در فرآیند تولید تجهیزات مورد استفاده CO_2 تولید می‌شود.

اندازه قطر درخت (سانتی متر)	≤ 3	4-7	8-13	14-21	22-28	29-34	≥ 35
مقدار کربن دی‌اکسید مصرفی (کیلوگرم در سال)	1/0	4/4	9/4	19/1	34/6	55/3	92/7

۶- یکی از روش‌های کاهش مقدار CO_2 هواکره، کاشت گیاهان و درختان است. زیرا گیاهان در فرآیند فتوسنتز CO_2 را جذب می‌کنند. هرچه قطر درخت بیشتر باشد جذب CO_2 توسط آن

بیشتر است. یک درخت تنومند سالانه حدود 50 Kg کربن دی‌اکسید را مصرف می‌کند.

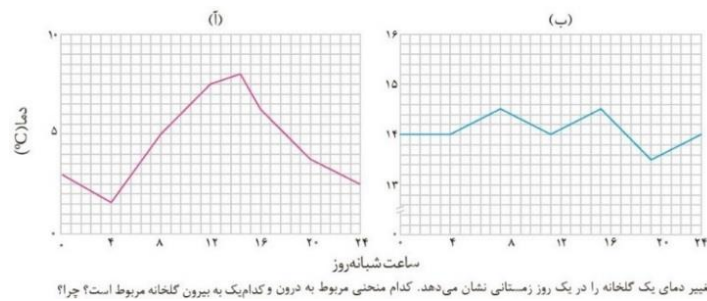
سوال: برای از بین بردن ردپای CO_2 تولیدی یک خودرو که روزی 100 km طی می‌کند، به چند درخت با قطر حدود ۲۲ تا ۲۸ سانتی‌متر نیاز است؟ (هر خودرو به طور متوسط به ازای هر 1 km مقدار 250 گرم CO_2 تولید می‌کند).

اثر گلخانه‌ای

۱- 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 گوناگون پرورش می‌دهند (به خصوص در زمستان)

۲- نور خورشید وارد گلخانه می‌شود اما سقف پلاستیکی یا شیشه‌ای شفاف مانع از خروج کامل نور و گرمای خورشید شده، در نتیجه دمای داخل گلخانه بالاتر از محیط خارج آن می‌شود و نوسانات دمایی نیز در داخل گلخانه کمتر از محیط بیرون آن می‌باشد.

۳- گازهای H_2O ، CO_2 و... در هواکره همانند سقف پلاستیکی گلخانه عمل کرده و مانع از خروج کامل پرتوهای



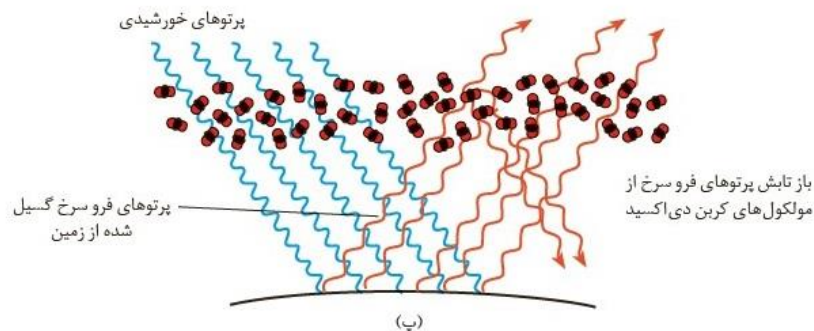
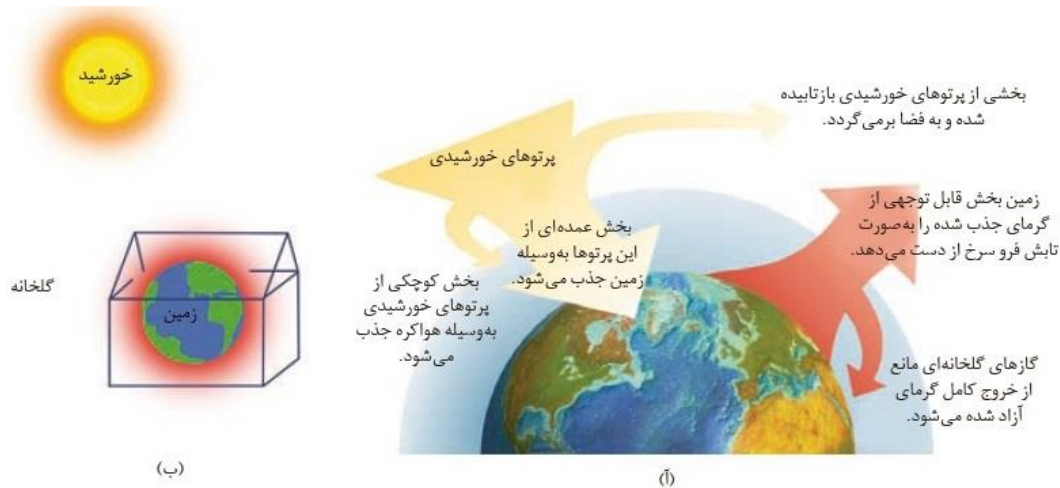
الکترومغناطیس وارد شده به کره زمین شده و باعث گرم شدن تدریجی کره زمین می‌شوند به این مکانیسم ((اثر گلخانه)) و به گازهایی مانند H_2O و CO_2 ((گاز های گلخانه‌ای)) گویند.

Dr. Hossein Plooyi

نکته: اگر گازهای گلخانه‌ای در هوا کره وجود نداشتند، میانگین دمای کره زمین به جای ۱۴ درجه سلسیوس به ۱۸- درجه سلسیوس کاهش می‌یافت.

برای پرتوهای گسیل شده از خورشید، سه حالت پیش می‌آید:

- (a) بخش کوچکی از آنها توسط ذرات هوا کره جذب می‌شوند.
 (b) بخشی از آنها توسط ذرات هوا کره بازتابیده می‌شوند.
 (c) بخش عمده‌ای از آنها از هوا کره رد شده و به وسیله‌ی زمین جذب می‌شوند.



رفتار زمین در برابر پرتوهای خورشیدی، (آ) نمایی از گرمای جذب و بازتاب شده به وسیله زمین،
 (ب) مقایسه هواکره زمین و لایه محافظ گلخانه و (پ) عملکرد مولکول‌های CO_2 در برابر تابش خورشیدی

نکته: پرتوهایی از خورشید که به زمین می‌رسند، باعث گرم شدن سطح زمین شده و زمین مانند یک جسم داغ از خود پرتوهای الکترومغناطیس گسیل می‌کنند. این پرتوها نسبت به پرتوهای دریافتی اولیه، دارای طول موج بلندتر و انرژی کمتری هستند و عمدتاً از نوع پرتو فرو سرخ (گرمایی) می‌باشند. برای پرتوهای فرو سرخ تولید شده توسط زمین دو حالت پیش می‌آید:

- (a) بیشتر آنها از هوا کره خارج می‌شوند.
 (b) بخشی از آنها توسط مولکول‌های CO_2 و H_2O و... باز تابش شده و مجدد سمت زمین برگشته و باعث گرم تر شدن زمین می‌شوند.



تست ۱: چه تعداد از موارد زیر درست است؟

- در هیچ یک از آلاینده‌های حاصل از سوختن سوخت‌های فسیلی، نیتروژن ۸ تایی نمی‌باشد.
- ((ردپا)) اصطلاحی است که بیانگر میزان اثرگذاری هر ماده شیمیایی روی کره زمین و هواکره است.
- سالانه میلیاردها تن کربن مونواکسید وارد هواکره می‌شود که اثرات گلخانه‌ای آن در کل کره زمین تاثیرگذار است.
- بخش عمده پرتوهای گسیل شده از خورشید به سمت زمین، توسط هوا کره بازتاب می‌شود.
- پرتوهای الکترومغناطیس رسیده به کره زمین، با طول موج و انرژی بیشتر مجدد از آن خارج می‌شوند.
- مقدار CO₂ تولیدی در اثر تولید ۱۰۰ کیلووات ساعت برق از گاز طبیعی، بیشتر از CO₂ تولیدی برای تولید همین مقدار برق از انرژی خورشید است.

۵ (۴)

۴ (۳)

۳ (۲)

۲ (۱)

تست ۲: کدام مورد درست است؟ (ریاضی داخل اردیبهشت ۱۴۰۳)

- (۱) مجموع انرژی گسیل شده از خورشید به سمت زمین، کمتر از مجموع انرژی گسیل شده از سطح زمین است.
- (۲) سهم گرمای گسیل شده از سطح زمین به خارج از جو، در مقایسه با گرمای برگشت داده شده به سطح زمین، اندک است.
- (۳) سهم پرتوهای خورشیدی جذب شده توسط هواکره در مقایسه با پرتوهای جذب شده توسط کره زمین، اندک است.
- (۴) میزان ورود انرژی ناشی از تابش پرتوهای خورشیدی به هواکره و خروج انرژی گسیل شده از زمین به هواکره، به مقدار گازهای گلخانه‌ای وابسته است.

تست ۳: کدام دو مورد با یکدیگر رابطه مستقیم ندارند؟

- (۱) «میانگین سطح آب‌های آزاد زمین» و «مقدار گاز کربن دی‌اکسید هوا کره»
- (۲) «میانگین جهانی دمای سطح زمین» و «میانگین سطح آب‌های آزاد زمین»
- (۳) «مساحت برف در نیمکره شمالی زمین» و «مقدار گاز کربن دی‌اکسید هوا کره»
- (۴) «مقدار گاز کربن دی‌اکسید هوا کره» و «میانگین جهانی دمای سطح زمین»

شیمی سبز



تعریف: شاخه ای از علم شیمی است که هدف آن یافتن فرآیندها و فرآورده‌هایی است که به کمک آنها بتوان با بهره‌گیری از منابع طبیعی، کیفیت زندگی را افزایش داده و از طرفی از طبیعت محافظت کرد. در این راستا باید تولید و مصرف مواد شیمیایی که ردپای سنگین روی کره زمین می‌گذارند را کاهش داد یا متوقف کرد.

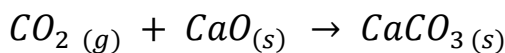
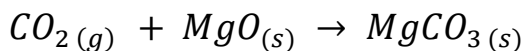
از جمله اقداماتی که در حیطه شیمی سبز انجام می‌گیرد:

۱- تولید سوخت سبز:

- سوخت سبز سوختی است که در ساختار خود علاوه بر کربن و هیدروژن، اکسیژن نیز دارد.
- این سوخت از پسماندهای گیاهی مانند شاخ و برگ سویا، نیشکر و دانه‌های روغنی به‌دست می‌آیند. این سوخت‌ها زیست تخریب‌پذیر بوده و توسط جانداران ذره‌بینی به مواد ساده‌تر تبدیل می‌شوند.
- اتانول و روغن‌های گیاهی نمونه‌هایی از این سوخت‌ها هستند.
- ✓ مزایای سوخت سبز: آلودگی کمتری برای محیط‌زیست دارند و از طرفی بر خلاف سوخت‌های فسیلی، جزو منابع تجدیدپذیرند.
- ✓ معایب سوخت سبز: مقدار برابر (مثلاً یک لیتر) از آنها نسبت همان مقدار سوخت‌های فسیلی، گران‌تر بوده و انرژی کمتری تولید می‌کنند. از طرفی برای تولید آنها نیاز به تامین و تغییر کاربری زمین‌هایی برای کاشت گیاهان مورد نظر می‌باشد.

۲- تبدیل CO₂ به مواد معدنی:

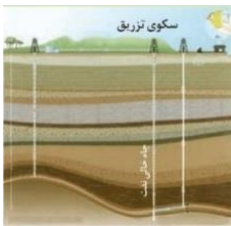
می‌توان CO₂ تولیدی در نیروگاه‌ها و مراکز صنعتی را با منیزیم اکسید و کلسیم اکسید واکنش داد تا فرآورده جامد حاصل تولید شود.



به این شکل گاز CO₂ وارد هوا کره نمی‌شود، اما مشکل این روش تامین MgO و CaO می‌باشد چرا که برای تولید آنها نیز گاز CO₂ تولید می‌شود.

۳- پلاستیک‌های سبز (پلاستیک‌های زیست تخریب‌پذیر):

- نوعی پلاستیک هستند که از مواد گیاهی مانند نشاسته تولید می‌شوند (مثال: پلی لاکتیک اسید)
- در مدت زمان نسبتاً کوتاه تجزیه می‌شوند.
- دارای اکسیژن هستند.
- این پلاستیک‌ها نسبت به پلاستیک‌های معمولی گران‌تر هستند.



۴- دفن کردن CO₂:

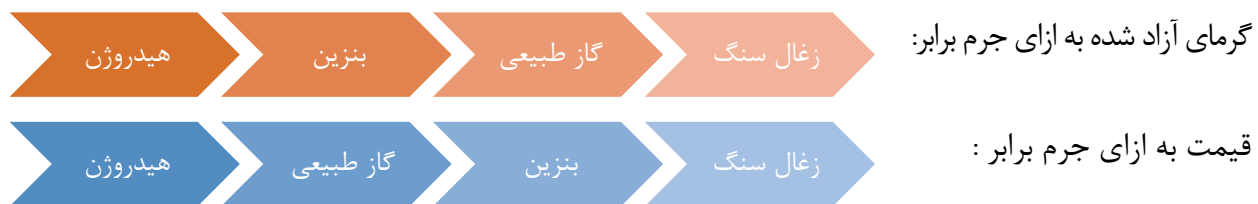
میتوان گاز CO₂ را در میداین قدیمی گاز و نفت یا سنگ‌های متخلخل در زیر زمین دفن کرد.

۵- تولید سوخت و خودرو با کیفیت بهتر:

انتخاب سوخت مناسب به عواملی مانند قیمت، مقدار انرژی حاصل از سوختن آن، نوع فرآورده‌های حاصل از سوختن و شرایط نگهداری و حمل و نقل آن دارد. در ادامه چهار سوخت عمده در صنایع و خودروها از نظر این شاخص‌ها مقایسه می‌شوند:

❖ بررسی و مقایسه چهار سوخت هیدروژن، متان، بنزین و زغال سنگ:

نام سوخت	بنزین	زغال سنگ	هیدروژن	گاز طبیعی
گرمای آزاد شده (کیلوژول بر گرم)	۴۸	۳۰	۱۴۳	۵۴
فرآورده‌های سوختن	CO, CO ₂ , H ₂ O	CO, CO ₂ , H ₂ O, SO ₂	H ₂ O	CO, CO ₂ , H ₂ O
قیمت (ریال به ازای یک گرم)	۱۴	۴	۲۸۰۰	۵



الف) هیدروژن (H₂): با آنکه عنصر هیدروژن فراوان ترین عنصر جهان است اما به دلیل فعالیت شیمیایی زیاد به حالت عنصری (H₂) وجود نداشته و برای تولید گاز هیدروژن می‌بایست آن را از ترکیبات آن (مانند H₂O) به دست آورد که هزینه بالایی دارد. از طرفی این گاز انفجارپذیر بوده و تولید، حمل و نقل و نگهداری آن دشوار و پرهزینه است و از نظر اقتصادی به صرفه نیست، هر چند به دلیل ملاحظات زیست محیطی (از سوختن آن فقط H₂O تولید می‌شوند) و ملاحظات اجتماعی، مطلوب بوده و در برخی کشورها روی تولید آن سرمایه‌گذاری می‌شود.

ب) بنزین (C₈H₁₈): بنزین مخلوطی از چند هیدروکربن ۵ تا ۱۲ کربنه می‌باشد و می‌توان فرمول آن را C₈H₁₈ در نظر گرفت. از سوختن بنزین H₂O، CO₂، CO تولید می‌شود. بنزین به نسبت گاز H₂ ارزان تر و حمل و نقل و نگهداری آسان تری دارد. اما گرمای آزاد شده در اثر سوختن آن کمتر بوده و از دید محیط‌زیست (تولید CO₂ و CO) نیز سوخت پاک محسوب نمی‌شود.

پ) گاز طبیعی (CH₄): بخش عمده گاز طبیعی را متان (CH₄) تشکیل می‌دهد.

در اثر سوختن متان همانند بنزین H₂O، CO₂ و CO تولید می‌شود.

(ت) زغال سنگ: ماده‌ای بسیار ناخالص که بیشتر آن کربن (C) می‌باشد. اما دارای هیدروکربن‌ها و گوگرد و نیتروژن نیز می‌باشد. در نتیجه از سوختن آن H_2O ، CO_2 ، CO و SO_2 و NO_2 تولید شده و بدترین سوخت از دید محیط‌زیستی می‌باشد.

توسعه پایدار



تعریف: توسعه پایدار یعنی در تولید هر فرآورده، همه هزینه‌ها و ملاحظات اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی آن در نظر گرفته شود.

• به عبارتی توسعه پایدار بیان می‌کند که هرگاه در مجموع، شرکت‌ها و کارخانه‌ها کالاهای را تولید کنند که قیمت تمام شده تولید کالا برای کل کشور کاهش یابد، این توسعه سبب رشد واقعی کشور می‌شود و در دراز مدت سبب حفظ یا کاهش مصرف منابع طبیعی می‌شود.

• تولید گاز هیدروژن و پلاستیک‌های زیست تخریب‌پذیر که گران‌تر از موارد مشابه هستند و یا تولید خودرو و یا هواپیماهایی که موتورهایی با انتشار مقدار کمتری CO_2 همراه هستند، همگی در جهت توسعه پایدار کشورها می‌باشند.

تست ۱: چه تعداد از موارد زیر درست است؟

- هدف شیمی سبز این است که کیفیت زندگی را با بهره‌گیری از مواد شیمیایی مصنوعی افزایش داد و همزمان از طبیعت محافظت کرد.
- سوخت سبز سوختی است که علاوه بر کربن و هیدروژن، اکسیژن هم دارد و نسبت به سوخت‌های فسیلی ارزان‌تر است.
- پلاستیک‌های سبز از پسماندهای گیاهی مانند شاخ و برگ سویا و نیشکر به‌دست‌آمده و زیست تخریب‌پذیرند.
- برای کاهش ردپای CO_2 در خودروها می‌توان آنها را با CaO و MgO واکنش داد تا فرآورده‌های جامد ایجاد شود.

۳ (۴)

۲ (۳)

۱ (۲)

صفر (۱)

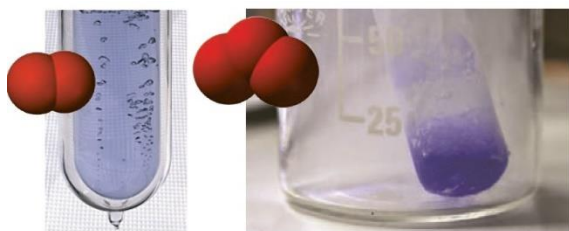
تست ۲: کدام موارد زیر در مورد سوخت‌های مختلف نادرست اند؟

- (الف) گرمای آزاد شده از سوختن یک گرم هیدروژن نسبت به یک گرم سوخت‌های فسیلی بیشتر می‌باشد هر چند قیمت آن بیشتر است.
- (ب) در مقایسه بنزین و گاز طبیعی، نوع فرآورده‌های حاصل از سوختن هر دو یکسان است اما انرژی آزاد شده به ازای جرم برابر در گاز طبیعی بیشتر است.

پ) گاز طبیعی و بنزین بر خلاف زغال سنگ ماده‌ی خالص هستند.
ت) در فرآورده‌های حاصل از سوختن زغال سنگ، نسبت به مابقی سوخت‌ها، زیان بیشتری برای محیط‌زیست دارند.

(۱) پ (۲) الف، ب، پ (۳) الف، ب (۴) پ، ت

اوزون ، دگرشکلی از اکسیژن در هوا کره



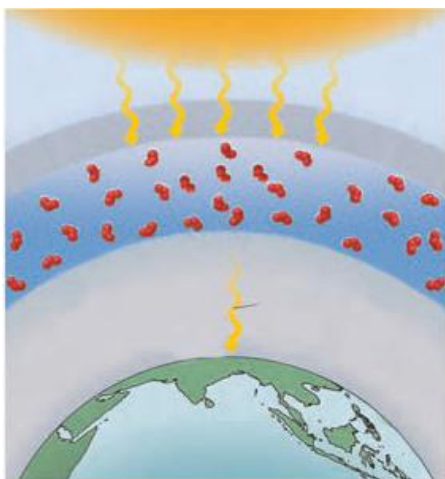
تعریف دگرشکل یا آلوتروپ: به شکل‌های مختلف مولکولی یا بلوری یک عنصر ، دگرشکل یا آلوتروپ گویند.
عنصر اکسیژن به دو شکل مولکولی O_2 (گاز اکسیژن) و O_3 (اوزون) در هوا کره وجود دارد و نیز عنصر کربن به دو شکلی بلوری الماس (C) و گرافیت (C) در طبیعت یافت می شود.

خواص	دگر شکل	O_2	O_3
ساختار لوویس			
حالت فیزیکی در دمای معمولی	گاز	گاز	گاز
نقطه جوش	-۱۸۳C	-۱۱۲C	
رنگ در حالت گازی	بی رنگ	آبی روشن	
رنگ در حالت مایع	آبی روشن	آبی تیره	
بیشترین غلظت در هوا کره	تروپوسفر	قسمتی از استراتوسفر به نام لایه اوزون	
سطح انرژی (آنتالپی)	کمتر	بیشتر	
پایداری	بیشتر	کمتر	
واکنش پذیری	کمتر	بیشتر	
سمیت در اثر تماس	غیر سمی	سمی و خطرناک	
قطبیت مولکول	نا قطبی	قطبی	
انحلال پذیری در آب	کمتر	بیشتر	

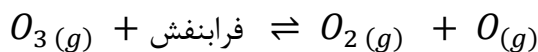
واکنش برگشت ناپذیر (کامل): واکنشی است که فقط امکان تبدیل واکنش دهنده‌ها به فرآورده‌ها وجود دارد نه برعکس، مانند سوختن اکثر مواد، رسیدن میوه‌ها، پختن غذا و....
واکنش برگشت پذیر (دو طرفه): واکنشی است که هم امکان تبدیل واکنش دهنده‌ها به فرآورده‌ها وجود دارد و هم برعکس. مانند واکنش‌هایی که در باتری‌های قابل شارژ و یا تبدیل گاز اکسیژن و اوزون به یکدیگر:

تبدیل O_2 و O_3 به یکدیگر در لایه اوزون

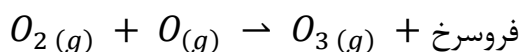
- ۱- لایه اوزون که مانند پوششی کره زمین را احاطه کرده است. به قسمت مشخصی از لایه استراتوسفر می‌گویند که بیشترین مقدار اوزون در آن محدوده می‌باشد.
- ۲- مولکول‌های اوزون مانع ورود بخش عمده‌ای (بالای ۹۵٪) از تابش‌های فرابنفش خورشید به سطح زمین می‌شوند تا موجودات زنده از این پرتوهای خطرناک در امان باشند.



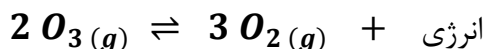
۳- با برخورد پرتوهای فرابنفش یکی از سه پیوند اشتراکی مولکول O_3 شکسته و تولید O_2 و O می‌شود:



با توجه به وجود دو الکترون منفرد در O ، بلافاصله واکنش برگشت انجام می‌شود و مجدد O_3 تولید می‌شود ولی انرژی آزاد شده به شکل پرتو بی‌خطر فروسرخ آزاد می‌شود:



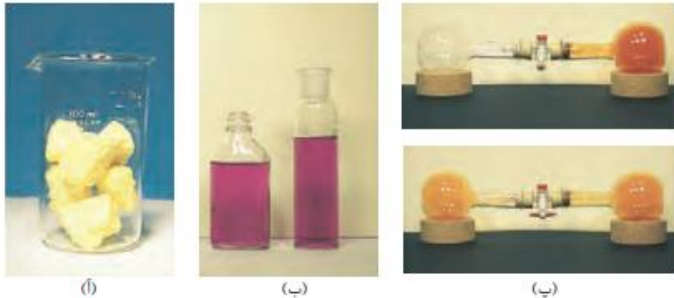
در کل می‌توان واکنش‌های انجام شده را به شکل زیر نمایش داد:



- نکته ۱:** وجود O_3 در لایه استراتوسفر برای از بین بردن پرتوهای فرابنفش بسیار مفید و محافظتی است اما این گاز در لایه تروپوسفر نیز به مقدار کم یافت می‌شود و به دلیل واکنش‌پذیرتر بودن از O_2 ، آلاینده‌ای سمی و خطرناک به شمار می‌رود و تنفس در مجاورت قرار گرفتن با این گاز سبب آسیب ریه‌ها و سوزش چشم می‌شود.
- نکته ۲:** به دلیل واکنش‌پذیرتر بودن O_3 نسبت به O_2 ، در صنعت از گاز اوزون برای گندزدایی میوه‌ها و سبزیجات و از بین بردن جانداران ذره‌بینی آب استفاده می‌شود.
- نکته ۳:** با توجه به تفاوت ساختار و خواص دو دگرشکل اکسیژن (O_2 و O_3) می‌توان گفت: ساختار هر ماده، تعیین کننده خواص و رفتار آن است.

رفتار گازها

مقایسه حالت فیزیکی مختلف مواد



شکل ۲۲. (ا) شکل و حجم یک ماده جامد به شکل ظرف بستگی ندارد، (ب) مایع‌ها به شکل ظرف محتوی آنها درمی‌آیند و (پ) به محض باز کردن شیر در لوله رابط بین دو ظرف، گاز در هر دو محفظه پخش می‌شود.

ذرات یک ماده جامد (مولکول‌ها یا یون‌ها و...) قابلیت جابجایی ندارند و فقط در جای خود دارای لرزش هستند و فاصله آنها کمترین مقدار ممکن می‌باشد. با تبدیل جامد به مایع، ذرات آن امکان جابجایی و لغزش روی یکدیگر را پیدا می‌کنند و فاصله بین ذرات اندکی افزایش می‌یابد. اما در حالت گازی، نیروی بین ذرات ماده تقریباً به صفر

رسیده و در نتیجه امکان جابجایی ذرات به حداکثر و فاصله آن‌ها ده‌ها و صدها برابر بیشتر از حالت جامد و مایع خواهد رسید. به همین دلیل بوی مواد گازی یا گل‌ها به راحتی منتشر می‌شوند.

ویژگی حالت	فاصله بین ذرات	نیروی بین ذرات	جابجایی ذرات	شکل مشخص	حجم مشخص	تابع شکل ظرف	امکان تراکم
جامد (S)	حداقل	حداکثر	صفر	دارد	دارد	نیست	ندارد
مایع (L)	اندکی بیشتر	زیاد	وجود دارد	ندارد	دارد	است	ندارد
گاز (g)	بسیار زیاد	ناچیز	حداکثر	ندارد	ندارد	است	دارد

همانگونه که ذکر شد، حجم یک نمونه گاز با حجم ظرف آن (ظرفی که امکان تغییر حجم ندارد)، برابر است (برخلاف مایعات و جامدات). حال اگر مقداری گاز را به ظرفی با قابلیت تغییر حجم وارد کنیم (مانند سرنگ یا سیلندری با پیستون روان)، حجم سامانه (V) تابع سه عامل فشار (P)، دما بر حسب کلوین (T) و مقدار مول گاز (n) خواهد بود:

$$P \cdot V \simeq n \cdot T$$

یا

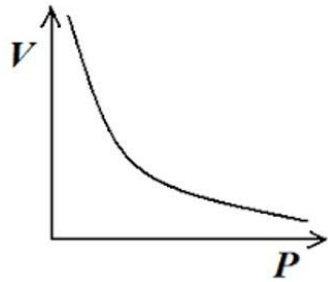
$$V \simeq \frac{n \cdot T}{P}$$

،

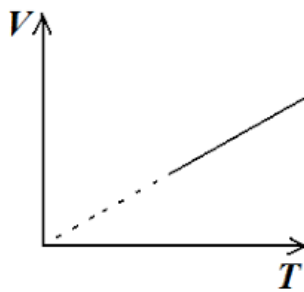
$$\frac{P_1 \cdot v_1}{n_1 \cdot T_1} = \frac{P_2 \cdot v_2}{n_1 \cdot T_2}$$

به عبارتی حجم یک نمونه گاز با تعداد مول (n) آن و دمای کلوین (T) رابطه مستقیم و با فشار سامانه (P) رابطه عکس دارد.

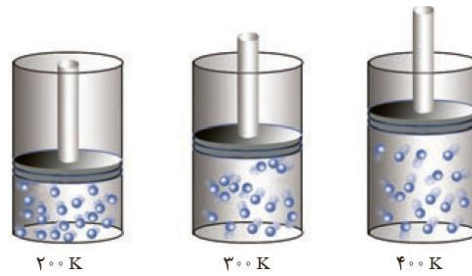
۱- رابطه بین فشار و حجم یک گاز (در دمای ثابت):



۲- رابطه بین دما و حجم یک گاز (در فشار ثابت):



قرار دادن بادکنک‌های پر شده از هوا، درون نیتروژن مانع سبب می‌شود که حجم آنها به شدت کاهش یابد (چرا؟).

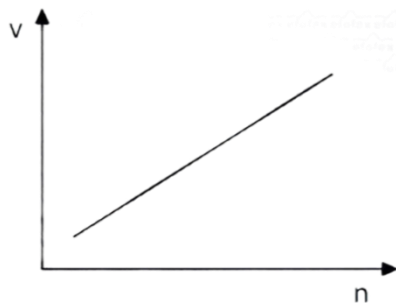



به عبارتی با افزایش دما به یک سامانه که امکان تغییر حجم در آن وجود دارد، جنبش ذرات بیشتر شده و حجم سامانه افزایش می‌یابد.

نکته ۱: در سیلندر با پیستون متحرک که بر روی پیستون آن وزنه‌ای اضافه نشده‌است، فشار درون سامانه در حالات مختلف برابر یکدیگر و برابر محیط خواهد بود. اما اگر وزنه‌ای بر روی پیستون قرار داده‌شود، با توجه به تعداد وزنه، فشار متفاوت خواهد بود.

نکته ۲: اگر نمونه گاز در سامانه‌ای با حجم غیر قابل تغییر (مانند یک بشکه در بسته) قرار داده‌شود و دمای سامانه افزایش یابد، اجباراً به جای افزایش حجم، افزایش فشار اتفاق می‌افتد.

۳- رابطه بین مقدار مول گاز با حجم (در دما و فشار ثابت):



تست: کدام گزینه درست است؟ 

- (۱) توصیف مناسب یک نمونه گاز یعنی ذکر دما و فشار آن
- (۲) اگر دمای یک مول گاز افزایش یابد، حتما حجم آن افزایش می‌یابد.
- (۳) در دما و فشار برابر، دو مول گاز CO_2 دو برابر یک مول از آن حجم اشغال می‌کند.
- (۴) حجمی که یک گاز اشغال می‌کند رابطه مستقیم با دما، مقدار و فشار آن دارد.






آووگادرو (قانون حجم مولی گازها)


تعریف: در دما و فشار ثابت و برابر، یک مول (یا تعداد مول برابر) از گازهای مختلف حجم ثابت و برابری دارند.

۱- طبق قانون آووگادرو، حجمی که n مول گاز اشغال می‌کند هرگز ارتباطی با فرمول شیمیایی و تعداد اتم‌های مولکول آن ندارد. عنوان مثال 0.5 مول از هر یک از گازهای C_3H_6 , CH_4 , CO_2 , O_3 , He اگر دما و فشار برابری داشته باشند، حجم‌های برابری خواهند داشت، هر چند تعداد اتم‌های هر سامانه متفاوت است.

۲- شیمی دان‌ها فشار 1atm (760mmHg) و در دمای 0°C (273K) را شرایط استاندارد (متعارفی) برای گازها در نظر گرفته (شرایط STP) و یک مول از هر گازی در این شرایط $22/4\text{L}$ یا 22400ml حجم خواهد داشت، به $22/4 \frac{\text{L}}{\text{mol}}$ حجم مولی استاندارد گازها می‌گویند.

در شرایط STP: مولکول گاز $6/02 \times 10^{23} = 22/4\text{L} = 1\text{mol}$ گاز

شماره نمونه	۱	۲	۳	۴	۵
گاز	H_2	Ne	CO_2	O_2	He
ظرف محتوی گاز					
مول (mol)	0.25	0.25	0.50	0.50	1.0
حجم (L)	$5/6$	$5/6$	$11/2$	$11/2$	$22/4$
جرم (g)	0.50	5.0	22.0	16.0	4.0

تست ۱: کدام گزینه درست است؟ 

- (۱) حجم مولی گازها در دما و فشار ثابت $22/4$ لیتر است.
- (۲) در دما و فشار برابر، تعداد اتم‌های موجود در 10 لیتر CO_2 ، $1/5$ برابر تعداد اتم‌های 10 لیتر گاز N_2 است.
- (۳) در شرایط استاندارد 10 گرم هیدروژن، حجمی برابر با حجم 10 گرم گاز اکسیژن دارد.
- (۴) تعداد مولکول در 5L گاز CO برابر با تعداد مولکول‌ها در 5L گاز CO_2 است.

- تست ۲: کدام مطلب زیر درست است؟ ($N = 14$ ، $O = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)
- الف) در $22/4$ لیتر گاز C_2H_6 تعداد $8N_A$ اتم وجود دارد.
- ب) در شرایط STP تعداد مولکولها در $20L$ از گازهای O_3 و Cl_2 برابر است.
- پ) در دما و فشار ثابت و برابر نسبت جرم $\frac{\text{NO}_2}{\text{N}_2}$ در 7 لیتر از هر دو گاز حدود $1/65$ می باشد.
- ت) در دما و فشار ثابت و برابر تعداد اتمها در 10 لیتر CH_4 برابر با تعداد اتمها در 25 لیتر N_2 است.
- (۱) الف، ب، پ (۲) ب، پ (۳) ب، پ، ت (۴) پ، ت

به دست آوردن چگالی یک گاز ($\frac{g}{L}$):

$$d_{\text{(چگالی گاز)}} = \frac{m_{\text{(جرم گاز)}}}{v_{\text{(حجم گاز)}}$$

یا

$$d_{\text{(چگالی گاز)}} = \frac{M_{\text{(جرم مولی گاز)}}}{V_{\text{(حجم مولی گاز)}}$$

مثال: چگالی گاز اکسیژن را در حالت زیر: ($O = 16 \frac{g}{mol}$)

الف) در شرایط STP: $d = \frac{\text{جرم مولی}}{\text{حجم مولی}} = \frac{32}{22/4} = 1/43 \frac{g}{L}$

ب) حجم مولی $24 \frac{L}{mol}$: $d = \frac{\text{جرم مولی}}{\text{حجم مولی}} = \frac{32}{24} = 1/33 \frac{g}{L}$

پ) 640 گرم گاز O_2 در ظرف 400 لیتری: $d = \frac{\text{جرم گاز}}{\text{حجم گاز}} = \frac{640}{400} = 1/6 \frac{g}{L}$

حل مسائل گازها

برای حل مسائل گازها می توان از کسرهای تبدیل (زنجیره ای) و یا از کسرهای هم ارز زیر استفاده کرد.

کسر مولی	کسر جرمی	کسر تعدادی	کسر حجمی گاز	کسر حجمی گاز
$\frac{\text{مول}}{\text{مول}}$	$\frac{\text{گرم}}{\text{گرم}}$	$\frac{\text{تعداد}}{\text{تعداد}}$	$\frac{\text{لیتر}}{\text{لیتر}}$	$\frac{\text{چگالی} \times \text{لیتر}}{\text{چگالی} \times \text{لیتر}}$
زیروند	جرم مولی \times زیروند	$6/02 \times 10^{23} \times$ زیروند	حجم مولی \times زیروند	جرم مولی \times زیروند

نکته ۱: چنانچه کسر در مورد کل یک فرمول شیمیایی بیان شود، به جای زیروند ۱ قرار می دهیم. به عنوان

$$\frac{\text{گرم}}{1 \times 30} : \text{C}_2\text{H}_6$$

نکته ۲: یکاهای همه کسرهای فوق نهایتاً ۱ خواهد بود.

نکته ۳: کسر حجمی فقط برای گازها می باشد.

(a) اگر شرایط STP باشد به جای حجم مولی، $22/4$

(b) اگر STP نبود و حجم مولی را بدهند، به جای حجم مولی، حجم مولی داده شده را قرار می دهیم

مثال: در چند لیتر گاز اتان (C_2H_6) در شرایط STP تعداد 1.806×10^{23} اتم هیدروژن وجود دارد؟

$$\text{روش کسر تبدیل: } XL \cdot \text{C}_2\text{H}_6 = 1.806 \times 10^{23} \times \frac{1 \text{ mol H}}{6.02 \times 10^{23}} \times \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_6}{6 \text{ mol H}} \times \frac{22.4 \text{ L C}_2\text{H}_6}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_6} = 1.12 \text{ L C}_2\text{H}_6$$

$$\text{روش کسر هم ارز: } \frac{\text{تعداد H}}{6 \times 6.02 \times 10^{23}} = \frac{\text{L C}_2\text{H}_6}{1 \times 22.4} \Rightarrow X = 1.12 \text{ L C}_2\text{H}_6$$

تست ۱: در ۳۰۰ لیتر گاز CO_2 با چگالی $2/2 \frac{\text{g}}{\text{l}}$ چند گرم اکسیژن وجود دارد؟ ($O = 16$ ، $C = 12$)

$$16 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

۹۶۰ (۴)

۶۶۰ (۳)

۲۴۰ (۲)

۴۸۰ (۱)

تست ۲: شمار مول‌ها در کدام نمونه بیشتر است؟ $(Cl = 35.5, Na = 23, C = 16, H = 1)$
 $35.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

- (۱) ۱/۳۸ گرم فلز سدیم
 (۲) ۲/۳۴ گرم سدیم کلرید
 (۳) ۲ لیتر گاز کلر با چگالی $\frac{2}{84} \frac{\text{g}}{\text{L}}$
 (۴) ۰/۵۶ لیتر گاز هیدروژن در شرایط STP

تست ۳: ۱/۵ گرم گاز NO حجمی برابر ۱/۱ لیتر دارد. در همین شرایط چگالی گاز هیدروژن چند $\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ می‌باشد؟ $(H = 1, N = 14, O = 16 \frac{\text{g}}{\text{mol}})$

- (۱) ۰/۱۱ (۲) ۰/۱ (۳) ۰/۰۹ (۴) ۰/۰۸

تست ۴: در دما و فشار ثابت و برابر، تعداد مولکول‌ها در ۲۰ لیتر گاز NO_2 چند برابر تعداد اتم‌ها در ۵ لیتر گاز NH_3 می‌باشد؟

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

تست ۵: چه تعداد از موارد زیر درست است؟ $(Ne = 20, C = 12, H = 1)$

- شمار اتم‌های کلر ۰/۵۶ لیتر گاز کلر در شرایط STP برابر شمار اتم‌ها در ۱ گرم Ne است.
- چگالی گاز نیتروژن در شرایط STP برابر $\frac{1}{25} \frac{\text{g}}{\text{L}}$ است.
- ۹/۳ لیتر گاز C_2H_2 در شرایط STP حدود ۱۰ گرم کربن دارد.
- با قرار دادن بادکنک پر شده‌ای از هوا در نیتروژن مایع، حجم بادکنک کاهش می‌یابد.

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

تست ۶: اگر تعداد اتم‌های هیدروژن در ۵ لیتر گاز C_3H_x برابر با تعداد اتم‌ها در ۲۰ لیتر گاز Cl_2 باشد، x چند است؟ (حجم مولی برای هر دو گاز برابر $25 \frac{\text{L}}{\text{mol}}$ است)

- (۱) ۸ (۲) ۶ (۳) ۴ (۴) ۲

تست ۷: مخلوط گازی شامل $4/8$ گرم O_3 و $12/8$ گرم O_2 موجود است، درصد حجمی گاز اکسیژن چند درصد است؟ ($O = 16 \frac{g}{mol}$)

۹۰ (۱) ۸۰ (۲) ۷۵ (۳) ۵۰ (۴)

تست ۸: یک نمونه گازی به حجم ۶ لیتر و فشار ۲ atm در اختیار داریم. اگر در دمای ثابت، فشار گازهای سامانه را به اندازه ۲۰ درصد کاهش دهیم، حجم آن‌ها به اندازه چند لیتر افزایش پیدا می‌کند؟

۱ (۱) ۱/۵ (۲) ۲ (۳) ۲/۵ (۴)

جمع‌بندی

(۱) رابطه فشار (P)، حجم (V)، دما (T) و مقدار مول (n) گازها:

$P v \cong n T$ یا $\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2}$


(۲) به دست آوردن چگالی یک گاز:

$d = \frac{m}{v}$ یا $d = \frac{M}{V}$

m: جرم گاز M: جرم مولی گاز v: حجم گاز V: حجم مولی گاز

(۳) رابطه چگالی دو گاز A و B اگر حجم مولی برابر باشد:

$\frac{d_A}{d_B} = \frac{M_A}{M_B}$

نکته ۱: برای تبدیل gr (m) و تعداد از روش فرمول به مول (n) برای کلیه حالات فیزیکی (s، l و g) 

می‌توان از دو رابطه زیر استفاده کرد:

$n = \frac{\text{تعداد ذره}}{N_A}$ $n = \frac{m}{M}$

همچنین برای تبدیل حجم یک گاز (V) به مول آن نیز می‌توان از رابطه زیر کمک گرفت:

$n = \frac{v}{V}$

نکته ۲: طبق قانون آووگادرو، اگر دما و فشار در مورد ۲ یا چند گاز یکسان باشد (حجم مولی برابر)، گازی که تعداد مول مولکول‌هایش بیشتر باشد، قطعاً تعداد مولکول‌ها و حجم آن نیز بیشتر است و برعکس:

اگر حجم مولی یکسان باشد: حجم گاز ↑ ↔ تعداد مولکول‌ها ↑ ↔ مول گاز ↑

تست ۱: در شرایطی که دما و فشار برای همه گازها یکسان باشد، چه تعداد از موارد زیر درست است؟
($o = 16 \text{ g. mol}^{-1}$)






- در ۳۰۰ میلی لیتر گاز CH_4 تعداد مولکولها بیشتر از ۰/۲ لیتر گاز O_3 است.
 - تعداد مولکولها در ۴ لیتر گاز CO_2 ، نصف تعداد مولکولها در ۸ لیتر گاز C_2H_6 است.
 - تعداد مولکول در ۱۰ لیتر گاز N_2 بیشتر از تعداد مولکول در ۱۶ گرم گاز O_2 است.
 - تعداد اتمها در ۳ لیتر گاز CH_4 برابر با تعداد اتمها در ۵ لیتر گاز CO_2 است.
- (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۵

تست ۲: اگر تعداد اتمهای H در ۲/۸ لیتر گاز C_2H_4 برابر با $2/4 \times 10^{23}$ عدد باشد، حجم مولی در شرایط موردنظر چند لیتر است؟

- (۱) ۲۸ (۲) ۱۸/۶ (۳) ۷ (۴) ۲۵

تست ۳: (تجربی داخل اردیبهشت ۱۴۰۳)

با توجه به شکل داده شده که ظرفهای محتوی گازهای مختلف را در دما و فشار یکسان نشان می دهد، کدام مورد درست است؟ (هر ذره، معادل ۰/۱ مول است، $\text{He} = 4, \text{C} = 12, \text{N} = 14, \text{O} = 16, \text{Ne} = 20 \text{ g. mol}^{-1}$)

شماره نمونه	۱	۲	۳	۴	۵
گاز	CO	Ne	CO ₂	N ₂	He
ظرف محتوی گاز					

- (۱) شمار اتمهای نمونه ۴، دو برابر شمار مولکولهای نمونه ۱ است.
 (۲) حجم گاز نمونه ۴، دو برابر حجم گاز نمونه ۱ و برابر ۲۲/۴ لیتر است.
 (۳) مجموع جرم گاز در نمونههای ۱ و ۳، ۲/۹ برابر جرم گاز در نمونه ۲ است.
 (۴) جرم گاز نمونه ۵، ۸۰ درصد جرم گاز نمونه ۲ و حجم آن، ۴ برابر حجم گاز نمونه ۱ است.

تست ۴: (ریاضی داخل اردیبهشت ۱۴۰۳)

کدام مورد درباره توصیف یک نمونه گاز، درست است؟

- (۱) ۱/۶ گرم گاز اکسیژن در دمای 200°C و فشار یک اتمسفر
 (۲) ۱/۴ گرم گاز کربن دی اکسید با چگالی $1/1 \text{ g.L}^{-1}$
 (۳) ۱۰ لیتر مخلوط گازی در عمق ۱۰۰ متری دریا
 (۴) ۰/۲ مول گاز نیتروژن در دمای 400 K

استوکیومتری واکنش

تعریف: بخشی از علم شیمی است که با محاسبات ریاضیاتی، ارتباط کمی بین مواد شرکت کننده در یک واکنش برقرار کرده و مقدار مصرف شده یا تولید شده مواد شرکت کننده با توجه به اطلاعات یک جسم، محاسبه می شود.

نکته: همان گونه که در یک فرمول شیمیایی (به عنوان مثال $C_6H_{12}O_6$)، زیروندها نشان دهنده نسبت تعداد یا نسبت مول هر عنصر در ۱ عدد یا یک مول از جسم است. در یک واکنش نیز ضرایب استوکیومتری نشان دهنده نسبت تعداد یا نسبت مول مصرفی یا تولیدی مواد شرکت کننده است.

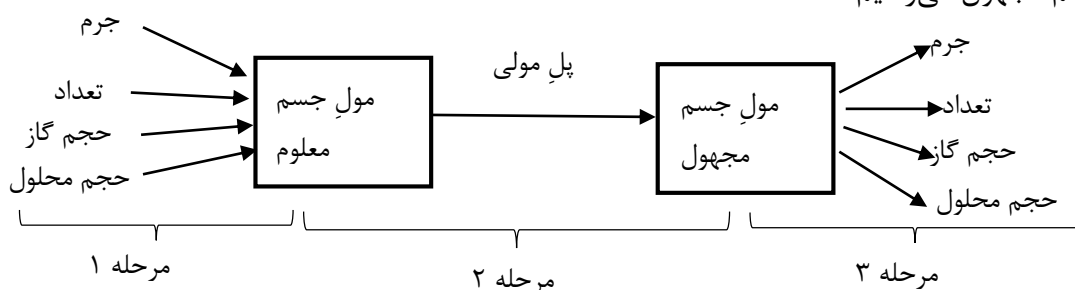
به عنوان مثال در واکنش $1N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$ می توان گفت:

الف) به ازای مصرف ۱ عدد N_2 ، ۳ عدد H_2 مصرف و ۲ عدد NH_3 تولید می شود.

ب) به ازای مصرف ۱ مول N_2 ، ۳ مول H_2 مصرف و ۲ مول NH_3 تولید می شود.

حل مسائل استوکیومتری واکنش

روش ۱: به کمک کسرهای تبدیل: از الگوریتم زیر استفاده کرده و از اطلاعات جسم معلوم به اطلاعات خواسته شده ی جسم مجهول می رسیم:



نکته: منظور از پل مولی، نسبت ضرایب استوکیومتری می باشد.

روش ۲: به کمک کسرهای هم ارز (تناسب): از کسرهای زیر با توجه به یکای معلوم و مجهول استفاده می کنیم:

کسر مولی	کسر جرمی	کسر تعدادی	کسر حجمی گاز	کسر حجمی گاز
مول	گرم	تعداد	لیتر	چگالی × لیتر
ضریب	جرم مولی × ضریب	$6/02 \times 10^{23} \times$ ضریب	حجم مولی × ضریب	جرم مولی × ضریب

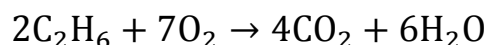
روش ۳: به روش فرمولی: با استفاده از یکی از فرمول‌های زیر، مقدار مول جسم معلوم را به دست آورده و سپس با کمک ضرایب، مقدار مول جسم مجهول را به دست می‌آوریم و در نهایت با استفاده از یکی از فرمول‌های زیر، به اطلاعات خواسته شده جسم مجهول می‌رسیم.

$$n = \frac{m}{M}$$

$$n = \frac{v}{V}$$

$$n = \frac{\text{تعداد}}{N_A}$$

مثال: در اثر سوختن ۰/۳ گرم C_2H_6 ، چند لیتر گاز اکسیژن در شرایط STP مصرف می‌شود؟ ($g \cdot mol^{-1}$)
(C = ۱۲، O = ۱۶)



روش ۱:

$$xL \cdot CO_2 = 0/3gC_2H_6 \times \frac{1 \text{ mol} \cdot C_2H_6}{30 \text{ g} \cdot C_2H_6} \times \frac{7 \text{ mol} \cdot O_2}{2 \text{ mol} \cdot C_2H_6} \times \frac{22/4 \text{ L} \cdot O_2}{1 \text{ mol} \cdot O_2} = 0/874L \cdot O_2$$

روش ۲:

$$\frac{g \cdot C_2H_6}{2 \times 30} = \frac{L \cdot O_2}{7 \times 22/4} \rightarrow L \cdot O_2 = 0/784 \text{ L} \cdot O_2$$

روش ۳:

$$n_{C_2H_6} = \frac{m}{V} = \frac{0/3}{30} = 0/01 \rightarrow \text{mol} \cdot O_2 = \frac{7}{2} \times 0/01 = \frac{7}{200} \rightarrow n_{O_2} = \frac{v}{V}$$

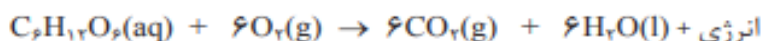
$$\rightarrow \frac{7}{200} = \frac{v}{22/4} \rightarrow v_{O_2} = 0/784 \text{ L} \cdot O_2$$

سؤال: برای سوختن ۱۱/۴ گرم اوکتان (C_8H_{18})، چند لیتر هوا، شامل ۲۰٪ اکسیژن در شرایط STP نیاز است؟ ($C_8H_{18} = 114 \text{ g} \cdot mol^{-1}$)

یادآوری: در اثر سوختن کامل هیدروکربن‌ها، به تعداد کربن CO_2 و نصف تعداد هیدروژن H_2O تولید می‌شود.

با هم بیندیشیم

معادله واکنش اکسایش گلوکز برای تولید انرژی در بدن به صورت زیر است:



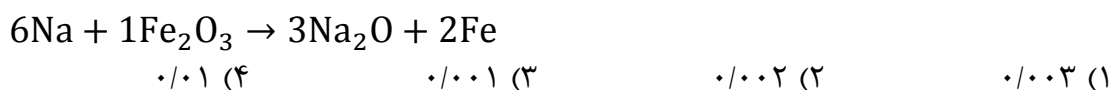
آ) بدن انسان در هر شبانه روز به طور میانگین ۲/۵ مول گلوکز مصرف می‌کند. برای مصرف این مقدار گلوکز به چند مول اکسیژن نیاز است؟

ب) این مقدار اکسیژن هم ارز با چند لیتر گاز اکسیژن در STP است؟

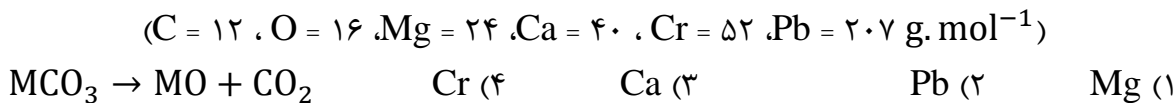
تست ۱: برای تهیه L ۷/۶۸ گاز اکسیژن، چند گرم $KClO_3$ تجزیه می‌شود؟ (چگالی O_2 در شرایط آزمایش $\frac{g}{L}$ ۱/۲۵ است) ($K = ۳۹$ ، $Cl = ۳۵/۵$ ، $O = ۱۶$ g. mol⁻¹) (ریاضی ۹۰)



تست ۲: از واکنش $1/806 \times 10^{21}$ عدد اتم سدیم با مقدار کافی آهن III اکسید، چند مول آهن تولید می‌شود؟



تست ۳: اگر ۱/۱۲ گرم کربنات فلز M را حرارت دهیم، ۰/۲۵ لیتر گاز CO_2 در شرایطی که حجم مولی آن $\frac{L}{mol}$ ۲۵ است، تولید می‌شود. فلز M کدام است؟



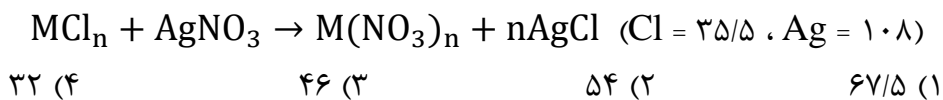
تست ۴: بر اساس واکنش گازی $2NH_3 + 3N_2O \rightarrow 4N_2 + 3H_2O$ مخلوطی از واکنش‌دهنده‌ها به طور کامل با هم واکنش داده و ۲/۸ لیتر فرآورده گازی در شرایط STP تولید می‌کنند. مخلوط دو گاز اولیه در همین شرایط چند لیتر حجم داشته و چند درصد حجمی آن را گاز آمونیاک تشکیل می‌دهد؟ (ریاضی ۹۳)



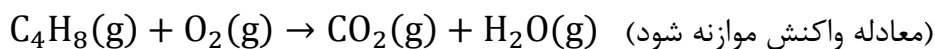
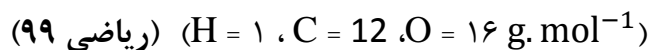
تست ۵: در واکنش $\text{Fe(s)} + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$ در اثر مصرف ۰/۳ لیتر گاز اکسیژن با چگالی $\frac{\text{g}}{\text{L}}$ ۱/۶، چند عدد یون تولید می‌شود؟ ($\text{O} = 16 \text{ g. mol}^{-1}$)

(۱) $3/01 \times 10^{22}$ (۲) $3/01 \times 10^{23}$ (۳) $6/02 \times 10^{21}$ (۴) $6/02 \times 10^{22}$

تست ۶: اگر محلول کلرید فلز M که دارای ۲/۷ گرم از این نمک است با مقدار کافی AgNO_3 ، تولید ۵/۷۴ گرم نقره کلرید کند، نسبت جرم مولی این فلز به ظرفیت آن کدام است؟



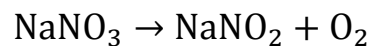
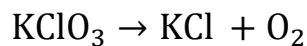
تست ۷: دو ظرف دربسته یکسان با دمای برابر، یکی دارای ۰/۲۴ مول گاز اکسیژن (ظرف I) و دیگری دارای ۱۱/۲ گرم گاز بوتن (ظرف II) است. کدام مطلب درباره آنها نادرست است؟



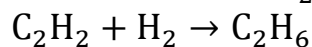
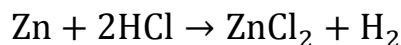
- (۱) فشار گاز در ظرف I در مقایسه با ظرف II بیشتر است.
- (۲) برای واکنش کامل دو گاز با یکدیگر، مقدار کافی از اکسیژن وجود ندارد.
- (۳) شمار اتم‌های سازنده مولکول‌های گاز در ظرف II، ۴ برابر شمار آنها در ظرف I است.
- (۴) مجموع حجم دو گاز اولیه در شرایط STP، برابر حجم ۱۲/۳۲ گرم گاز CO در همان شرایط است.

در واکنش با دو جسم مشترک و هم‌ضریب کردن آن:

تست ۸: مقدار گاز اکسیژن آزاد شده از تجزیه گرمایی $0/3$ مول $KClO_3$ را از تجزیه گرمایی چند گرم $NaNO_3$ می‌توان به دست آورد؟ ($N = 14$ ، $O = 16$ ، $Na = 23$ $g \cdot mol^{-1}$)



تست ۹: گاز آزاد شده از واکنش کامل ۴۰ گرم آلایژ مس و روی با مقدار کافی HCl (مس با HCl واکنش نمی‌دهد)، می‌تواند در شرایط مناسب $0/1$ مول C_2H_2 را به C_2H_6 تبدیل کند. حجم گاز آزاد شده از واکنش این آلایژ با HCl در شرایط متفاوتی چند لیتر بوده و درصد جرمی مس در آلایژ اولیه چند درصد بوده است؟ ($Zn = 65$) (تجربی ۱۴۰۲)



(۴) $2/24$ ، $87/5$

(۳) $2/24$ ، $67/5$

(۲) $4/48$ ، $87/5$

(۱) $4/48$ ، $67/5$

تست ۱۰: گازهای N_2 و O_2 در شرایط مناسب با یکدیگر واکنش کامل می‌دهند. اگر تفاوت جرم دو گاز در آغاز واکنش، برابر $0/125$ گرم باشد، چند گرم گاز NO (به عنوان تنها فرآورده واکنش) تولید می‌شود؟ و از واکنش همین مقدار گاز NO با مقدار کافی اکسیژن، چند لیتر گاز NO_2 در شرایط STP تولید می‌شود؟ ($g \cdot mol^{-1}$)

(ریاضی ۱۴۰۱)

($N = 14$ ، $O = 16$)

(۴) $1/875$ ، $1/4$

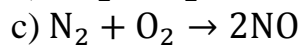
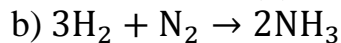
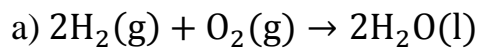
(۳) $1/875$ ، $2/8$

(۲) $3/75$ ، $1/4$

(۱) $3/75$ ، $2/8$

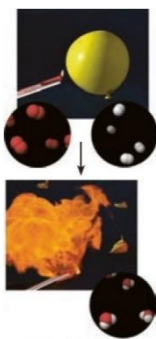
تولید آمونیاک، کاربردی از واکنش گازها در صنعت

یادآوری: سه گاز N_2 ، O_2 و H_2 در شرایط معمول تقریباً با یکدیگر واکنش نمی‌دهند.



واکنش a در حضور کاتالیزگر و جرقه، به شکل انفجاری و سریع انجام می‌شود، اما واکنش b حتی در حضور کاتالیزگر و جرقه نیز انجام نمی‌شود.

(واکنش c در حضور صاعقه یا دمای بالای موتور خودروها انجام می‌شود)



سوختن گاز هیدروژن

اقدامات فریتس هابر برای تولید آمونیاک

۱) بزرگ‌ترین چالش هابر، این بود که واکنش $3H_2(g) + N_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$ در شرایط معمول انجام نمی‌شود (دما و فشار اتاق). وی با آزمایشات مختلف دریافت که شرایط بهینه برای تولید آمونیاک، شرایط زیر است: الف) فشار ۲۰۰ atm، ب) دمای $450^\circ C$ ، پ) ورقه‌های آهن البته با وجود ایجاد شرایط بهینه، همه واکنش‌دهنده‌ها به فرآورده تبدیل نمی‌شوند، زیرا این واکنش برگشت‌پذیر می‌باشد.

۲) چالش دیگر هابر، جداسازی گاز NH_3 از دو گاز دیگر (H_2 و N_2) بود. برای حل این مشکل، با بررسی نقطه جوش (میعان) هر سه گاز، متوجه شد که اگر دما را تا $35^\circ C$ سرد کند، آمونیاک مایع شده و به راحتی از مخلوط گازی جدا می‌شود.



نمای تولید آمونیاک در صنعت به روش هابر

نقطه جوش ($^\circ C$)	ماده
-۲۵۳	H_2
-۱۹۶	N_2
-۳۳	NH_3

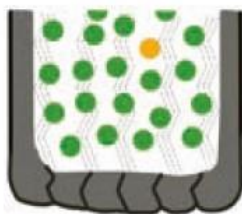
نکته: از جمله کاربردهای آمونیاک در صنعت و کشاورزی، تزریق آن به طور مستقیم به خاک می‌باشد (نوعی کود شیمیایی نیتروژن‌دار). کاربردهای NH_3 به قدری بااهمیت می‌باشد که جایزه نوبل شیمی به فریتس هابر اعطا شد.

تست: کدام مطالب زیر درست‌اند؟

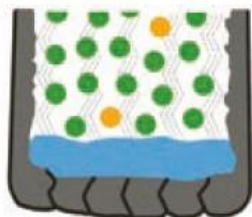
الف) یکی از چالش‌های هابر این بود که N_2 و H_2 حتی در دما و فشار بالا واکنش نمی‌دهند.
 ب) کشاورزان گاز نیتروژن را به طور مستقیم به خاک تزریق می‌کنند.
 پ) گاز نیتروژن واکنش‌پذیری ناچیزی دارد و علت استفاده از آن در بسته‌بندی مواد غذایی، ارزان تر بودن آن نسبت به آرگون است.
 ت) شرایط بهینه‌ای که هابر برای تولید آمونیاک ایجاد کرد، دمای $450^\circ C$ و فشار $200\ atm$ و ورقه‌های آهن بود.

(۱) الف، ب، پ، ت (۲) ب، پ، ت (۳) ب، پ (۴) ب، ت

پر کردن تایر خودرو با گاز نیتروژن



● نیتروژن ۹۵٪
 ● اکسیژن ۵٪



● نیتروژن ۷۸٪
 ● اکسیژن ۲۱٪
 ● آب

گاز نیتروژن برخلاف گاز اکسیژن واکنش‌پذیری ناچیزی دارد. در شرایط معمول، داخل تایر خودرو را با هوا پر می‌کنند که ۷۸٪ حجمی گاز N_2 و ۲۱٪ حجمی گاز اکسیژن دارد. از طرفی گاز اکسیژن می‌تواند با موادی مانند H_2 تولیدشده در تایر واکنش داده و آب تولید کند:

$$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$$

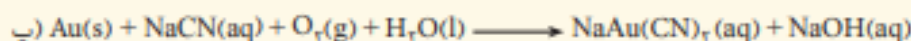
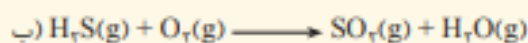
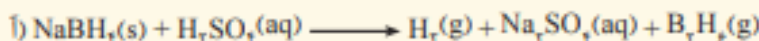
آب تولیدشده باعث کاهش طول عمر لاستیک شده و از طرفی مصرف سوخت را بالا می‌برد. چنانچه باد تایر توسط گاز نیتروژن انجام شود (۹۵٪ حجمی)، تولید آب به حداقل رسیده و طول عمر تایر افزایش و مصرف سوخت کاهش یافته و لرزش‌های نامحسوس خودرو نیز کاهش می‌یابد.

تست: کدام مورد درست است؟ (ریاضی ۱۴۰۲)

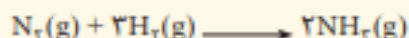
- (۱) بیش از ۷۵ درصد تابش فرابنفش گسیل‌شده از خورشید به زمین، توسط لایه اوزون در استراتوسفر جذب می‌شود.
- (۲) در فرآیند هابر برای جداسازی نیتروژن از هیدروژن، مخلوط شامل فرآورده را تا $200^\circ C$ سرد می‌کنند.
- (۳) نسبت درصد جرمی گاز نیتروژن در هوا به درصد جرمی این گاز در تایر خودرو، به تقریب برابر $0/95$ است.
- (۴) گاز نیتروژن فراوان‌ترین جزء سازنده هواکره است که واکنش‌پذیری و کاربرد صنعتی ناچیزی دارد.

تمرین های دوره ای

۱- واکنش های زیر را موازنه کنید.

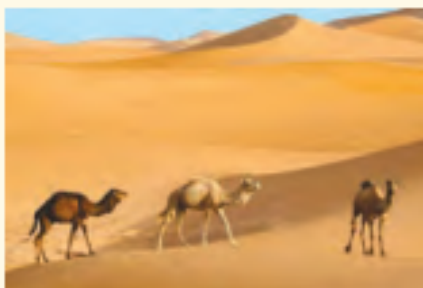


۲- معادله موازنه شده واکنش تولید آمونیاک به صورت زیر است:



ا) برای تهیه ۴۲/۵ کیلوگرم آمونیاک به چند مول گاز هیدروژن نیاز است؟

ب) برای تولید ۳۳۶۰ لیتر آمونیاک در STP به چند گرم گاز هیدروژن و چند گرم گاز نیتروژن نیاز است؟

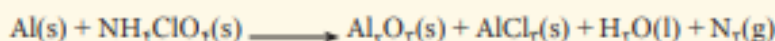


۳- شتر جانوری است که می تواند چندین روز را بدون نوشیدن آب در هوای گرم بیابان سپری کند. در این شرایط، چربی ذخیره شده در کوهان این جانور مطابق واکنش زیر اکسایش یافته و افزون بر تولید انرژی، آب مورد نیاز جانور را نیز تأمین می کند:



جرم آب تولید شده از اکسایش یک کیلوگرم چربی را حساب کنید.

۴- واکنش آلومینیم با آمونیوم پرکلرات مطابق معادله شیمیایی زیر انجام می شود.



(معادله شیمیایی، موازنه نشده است.)

ا) از واکنش ۲/۱۶ کیلوگرم آلومینیم با مقدار کافی از آمونیوم پرکلرات چند لیتر گاز نیتروژن در STP تولید می شود؟

ب) نسبت جرمی آلومینیم کلرید تولید شده به آلومینیم اکسید تولید شده چند است؟

۵- گاز شهری به طور عمده از متان تشکیل شده و در محیطی که اکسیژن کم است به صورت ناقص می سوزد و بخار آب، کربن مونوکسید، نور و گرما تولید می کند.

(ا) معادله واکنش سوختن ناقص متان را بنویسید و موازنه کنید.

(ب) حجم گاز CO حاصل از سوختن ناقص ۴۸ گرم متان در STP چند لیتر است؟

۶- در برخی کشورها از اتانول (C₂H₅OH) به عنوان سوخت سبز به جای سوخت های فسیلی استفاده می شود.

(ا) معادله واکنش سوختن کامل اتانول را بنویسید و موازنه کنید.

(ب) استفاده از اتانول به جای سوخت های فسیلی چه اثری بر میزان آلاینده هایی دارد که به هوا گره وارد می شود؟ توضیح دهید.

۷- جدول زیر داده هایی را درباره خودروهای یک کشور توسعه یافته نشان می دهد.

برچسب آلاینده گی خودرو	A	B	C	D	E	F	G
گستره انتشار گاز کربن دی اکسید (گرم) به ازای طی یک کیلومتر	کمتر از ۱۲۰	۱۲۰-۱۴۰	۱۴۰-۱۵۵	۱۵۵-۱۷۰	۱۷۰-۱۹۰	۱۹۰-۲۲۵	بیشتر از ۲۲۵

(ا) نوعی خودرو در این کشور به ازای طی یک کیلومتر، ۱۰۵ گرم گاز کربن دی اکسید منتشر می کند. برچسب این خودرو را تعیین کنید.

(ب) هر خودرو به طور میانگین سالانه مسافتی حدود ۱۸۰۰۰ کیلومتر طی می کند. حساب کنید سالانه چند کیلوگرم گاز کربن دی اکسید بر اثر استفاده از هر خودرو وارد هوا گره می شود؟

(پ) فرض کنید این کشور در راستای توسعه پایدار سالانه دو نوع مالیات از مالکان خودرو دریافت می کند. مالیات سالانه برابر با ۱۰۰ یورو و مالیات متغیر که به میزان گاز کربن دی اکسید تولید شده از خودرو بستگی دارد. اگر خودروهای دارای برچسب A از پرداخت مالیات متغیر معاف باشند، خودرو با برچسب E سالانه چند یورو مالیات می پردازد؟ (راهنمایی: هر خودرو به ازای تولید هر صد کیلوگرم CO₂ اضافی دو یورو مالیات متغیر می پردازد.)

تست جامع فصل



تست ۱: شمار یون‌های موجود در ۸۴ گرم منیزیم سولفید، چند برابر شمار یون‌های موجود در ۱۶/۶ گرم سدیم

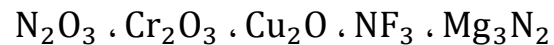
نیتريد است؟ ($N = 14, Na = 23, Mg = 24, S = 32 \text{ g. mol}^{-1}$) (ریاضی ۹۹ خ)

۵ (۴) ۳/۷۵ (۳) ۲/۵ (۲) ۰/۲۷ (۱)

تست ۲: در لایه استراتوسفیر، به ازای هر کیلومتر ارتفاع، به تقریب ۵ درجه سلسیوس افزایش دما رخ می‌دهد. اگر دما در ابتدای این لایه برابر ۲۱۷ کلوین و در انتهای آن، برابر ۷ درجه سلسیوس باشد، ارتفاع تقریبی این لایه چند کیلومتر است؟ (ریاضی ۹۹ خ)

۲۵ (۴) ۲۳ (۳) ۱۲/۶ (۲) ۱۱/۶ (۱)

تست ۳: نام ترکیب‌های زیر به ترتیب از راست به چپ کدام است؟ (ریاضی ۹۹ خ)



(۱) منیزیم نیتريد، نیتروژن تری‌فلوئورید، مس (II) اکسید، دی‌کروم تری‌اکسید، نیتروژن اکسید
 (۲) تری‌منیزیم دی‌نیتريد، نیتروژن تری‌فلوئورید، مس (II) اکسید، کروم (III) اکسید، نیتروژن اکسید
 (۳) منیزیم نیتريد، نیتروژن تری‌فلوئورید، مس (I) اکسید، کروم (III) اکسید، دی‌نیتروژن تری‌اکسید
 (۴) دی‌منیزیم تری‌نیتريد، نیتروژن تری‌فلوئورید، مس (I) اکسید، دی‌کروم تری‌اکسید، دی‌نیتروژن تری‌اکسید

تست ۴: شمار جفت الکترون‌های پیوندی در چند گونه زیر، با هم برابر است و در ساختار چند ترکیب، پیوند سه‌گانه وجود دارد؟ (ریاضی ۹۹ خ)

* C_2H_2	* گوگردی تری‌اکسید	* کربن دی‌سولفید
* هیدروژن سیانید	* کربن مونوکسید	* PO_4^{3-}
۳، ۴ (۱)	۴، ۴ (۲)	۳، ۳ (۳)
		۴، ۳ (۴)

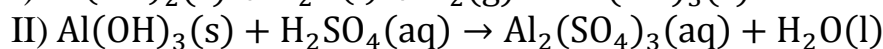
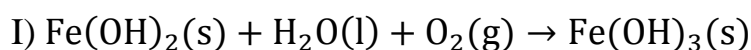
تست ۵: اگر ۱۶ گرم از عنصر A با ۷ گرم عنصر X واکنش کامل داده و ترکیب AX تشکیل دهد و ۱۲ گرم از عنصر Z با ۲/۸ گرم از عنصر X واکنش کامل داده و ترکیب XZ_3 را به وجود آورد، جرم مولی X چند برابر جرم مولی Z و جرم مولی XZ_3 برابر چند گرم است؟ ($A = 128 \frac{g}{mol}$) (تجربی ۱۴۰۰)

۲۶۹، ۰/۷۰ (۱) ۲۹۶، ۰/۷۰ (۲) ۲۹۶، ۰/۸۵ (۳) ۲۶۹، ۰/۸۵ (۴)

تست ۶: هالید فلز A با فرمول AX_2 بر اثر گرما مطابق واکنش زیر تجزیه می‌شود. اگر $1/2$ گرم AX_2 به طور کامل تجزیه شود و $0/72$ گرم AX و $71/25$ میلی‌لیتر گاز X_2 تولید شود، جرم اتمی هالوژن X چند برابر جرم اتمی فلز A است؟ (حجم مولی $28/5$ لیتر بر مول است) (ریاضی ۱۴۰۰)

- (۱) $1/15$ (۲) $1/25$ (۳) $1/5$ (۴) $1/75$

تست ۷: با توجه به واکنش‌های زیر، پس از موازنه معادله آن‌ها، چند مطلب زیر درست است؟



* برای تشکیل 1070 گرم رسوب $Fe(OH)_3$ ، $12/04 \times 10^{23}$ مولکول آب نیاز است.

* واکنش II از نوع خنثی شدن اسید و باز است.

* از واکنش هر مول سولفوریک‌اسید با آلومینیوم هیدروکسید کافی، 36 گرم آب تشکیل می‌شود.

* مجموع ضریب‌های استوکیومتری واکنش‌دهنده‌ها در واکنش I با مجموع ضریب‌های استوکیومتری فرآورده‌ها

در واکنش II برابر است. ($H = 1, O = 16, Fe = 56 \text{ g. mol}^{-1}$) (ریاضی ۹۹)

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

تست ۸: چه تعداد از مطالب زیر نادرست است؟

* در هر دما و فشاری 78% حجم هوای خشکِ تروپوسفر را گاز N_2 تشکیل می‌دهد.

* درصد مولی گازهای O_2 و Ar در هوای خشکِ تروپوسفر به ترتیب حدود 21% و 1% است.

* نسبت درصد جرمی گاز N_2 به O_2 در هوای خشکِ تروپوسفر $\frac{78}{21}$ می‌باشد.

* اگر ارتفاع قله دماوند $5/5$ کیلومتر باشد، میانگین دمای سالیانه در قله آن حدود 254 کلوین است.

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

تست ۹: کدام گزینه نادرست است؟ ($N = 14$ ، $O = 16 \text{ g. mol}^{-1}$)

- (۱) در یک واکنش گازی، در دما و فشار ثابت و برابر، ضرایب استوکیومتری نسبت مول، تعداد و حجم مواد شرکت کننده را نشان می دهد.
- (۲) در دما و فشار برابر، تعداد اتمها در ۷ لیتر گاز C_4H_6 ، دو برابر تعداد اتمها در ۷ لیتر گاز N_2O_3 است.
- (۳) در دما و فشار برابر، نسبت جرم ۷ لیتر N_2 به ۷ لیتر O_2 برابر ۱ می باشد.
- (۴) اگر در دما و فشار برابر و ثابت، چگالی گاز A دو برابر چگالی گاز B باشد، قطعاً جرم مولی A نیز دو برابر B می باشد.

تست ۱۰: چه تعداد از مطالب زیر درست اند؟

- * شکل فضایی SO_3 ، NF_3 و $AlCl_3$ مشابه یکدیگرند.
- * از نظر زاویه پیوندی: $SCO > BeF_4^{2-} = NH_4^+$
- * از نظر نسبت جفت ناپیوندی به پیوندی: $CCl_4 > H_3O^{2+} > C_2H_4$
- * از نظر تعداد اتم اکتت شده: $N_2F_4 > BCl_4^- > HNO_3$
- * از نظر تعداد الکترون لایه ظرفیت کل اتمها: $PO_4^{3-} > CO > CH_3^+$
- (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۵

the 1990s, the number of people in the UK who are employed in the public sector has increased from 1.5 million to 2.5 million. The public sector has become a major employer in the UK, and this has implications for the way in which the public sector is managed and the way in which it is funded.

The public sector is a complex and diverse organisation, and it is difficult to define it precisely. However, it can be defined as the part of the economy that is owned and controlled by the state. This includes a wide range of organisations, from the police and the fire service to the NHS and the local authorities.

The public sector is a major employer in the UK, and it has a significant impact on the economy. It provides a wide range of services, and it is responsible for the provision of many of the public services that we all rely on. The public sector is also a major source of revenue for the state, and it plays a key role in the financing of the public services that we all rely on.

The public sector is a complex and diverse organisation, and it is difficult to define it precisely. However, it can be defined as the part of the economy that is owned and controlled by the state. This includes a wide range of organisations, from the police and the fire service to the NHS and the local authorities.

The public sector is a major employer in the UK, and it has a significant impact on the economy. It provides a wide range of services, and it is responsible for the provision of many of the public services that we all rely on. The public sector is also a major source of revenue for the state, and it plays a key role in the financing of the public services that we all rely on.

The public sector is a complex and diverse organisation, and it is difficult to define it precisely. However, it can be defined as the part of the economy that is owned and controlled by the state. This includes a wide range of organisations, from the police and the fire service to the NHS and the local authorities.

The public sector is a major employer in the UK, and it has a significant impact on the economy. It provides a wide range of services, and it is responsible for the provision of many of the public services that we all rely on. The public sector is also a major source of revenue for the state, and it plays a key role in the financing of the public services that we all rely on.

The public sector is a complex and diverse organisation, and it is difficult to define it precisely. However, it can be defined as the part of the economy that is owned and controlled by the state. This includes a wide range of organisations, from the police and the fire service to the NHS and the local authorities.

The public sector is a major employer in the UK, and it has a significant impact on the economy. It provides a wide range of services, and it is responsible for the provision of many of the public services that we all rely on. The public sector is also a major source of revenue for the state, and it plays a key role in the financing of the public services that we all rely on.

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

اللَّهُمَّ صَلِّ عَلَى مُحَمَّدٍ وَآلِ مُحَمَّدٍ وَعَجِّلْ فَرَجَهُمْ

شیمی (۱)

رشته‌های علوم تجربی - ریاضی و فیزیک

پایه دهم

دوره دوم متوسطه





وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

شیمی (۱) - پایه دهم دوره دوم متوسطه - ۱۱۰۲۱۰
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
دفتر تألیف کتاب‌های درسی عمومی و متوسطه نظری

حسن حذرخانی، علیرضا عابدین، شریف کامیابی، نعمت‌الله ارشدی، سیف‌الله جلیلی، عابد بدریان، راضیه بنکدارسخی، معصومه شاه‌محمدی اردبیلی و منصور مختاری (اعضای شورای برنامه‌ریزی) حسن حذرخانی، علیرضا عابدین، حسین زمانی سیفی کار و معصومه شاه‌محمدی اردبیلی (اعضای گروه تألیف) - نعمت‌الله ارشدی (پیش‌نویس فصل ۱) - راضیه بنکدارسخی و سیف‌الله جلیلی (پیش‌نویس فصل ۲) - منصور مختاری، دوست محمد سمیعی، فرشاد صیرفی‌زاده، فیروزه منتظری و محمدامین نظامی (اعضای گروه مشورتی) - حسن حذرخانی (ویراستار علمی) - محمد دانشگر (ویراستار ادبی)

اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
احمدرضا امینی (مدیر امور فنی و چاپ) - مجید ذاکری یونسی (مدیر هنری) - مهدیه صفایی‌نیا (طراح گرافیک و صفحه‌آرا) - مریم کیوان (طراح جلد) - مریم دهقان‌زاده، فاطمه باقری‌مهر، کبری اجایتی، زهرا رشیدی مقدم، فرشته ارجمند، فریبا سیر، ناهید خیام‌باشی (امور آماده‌سازی)
تهران - خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)
تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
وبگاه: www.chap.sch.ir و www.irtextbook.ir

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروپخش)، تلفن: ۴۴۹۸۵۱۶۱-۵، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۳۷۵۱۵-۱۳۹

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
چاپ هشتم ۱۴۰۲

نام کتاب:

پدیدآورنده:

مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:

شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:

مدیریت آماده‌سازی هنری:

شناسه افزوده آماده‌سازی:

نشانی سازمان:

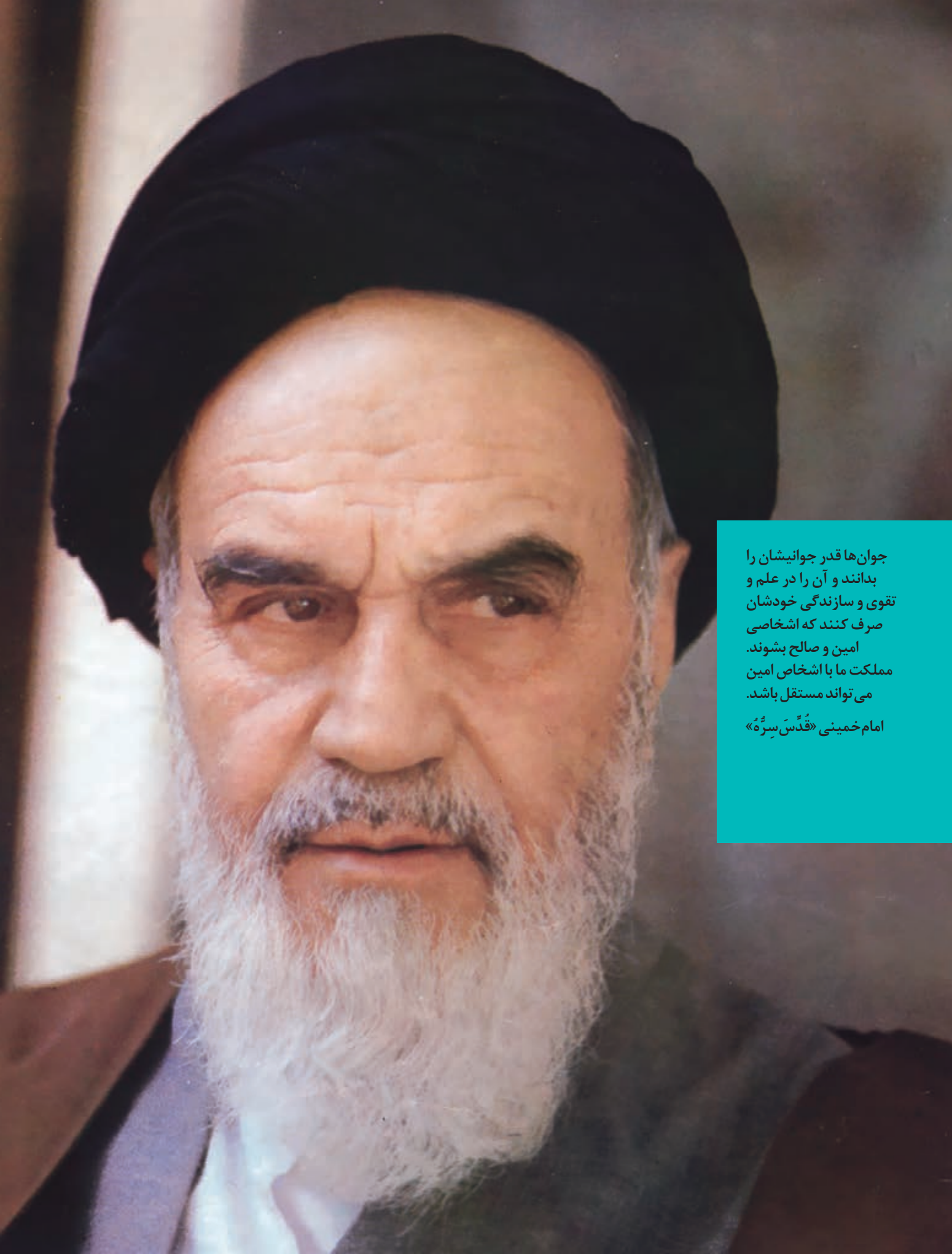
ناشر:

چاپخانه:

سال انتشار و نوبت چاپ:

شابک ۹۷۸-۹۶۴-۰۵-۲۷۳۲-۰

ISBN: 978-964-05-2732-0



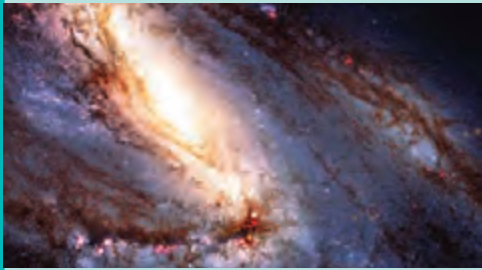
جوان‌ها قدر جوانیشان را
بدانند و آن را در علم و
تقوی و سازندگی خودشان
صرف کنند که اشخاصی
امین و صالح بشوند.
مملکت ما با اشخاص امین
می‌تواند مستقل باشد.
امام خمینی «قُدَسِ سِرَّة»

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس‌برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع، بدون کسب مجوز از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

..... فهرست

مقدمه

فصل اول: کیهان زادگاه الفبای هستی ۱



فصل دوم: رد پای گازها در زندگی ۴۷



فصل سوم: آب، آهنگ زندگی ۸۵



واژه نامه ۱۲۳

منابع ۱۲۶

.... مقدمه

علوم تجربی یکی از حوزه‌های تربیت و یادگیری برنامه‌درسی ملی است که رسالت اصلی آن تربیت افرادی توانمند با ویژگی‌های زیر است:

- مسئولیت‌پذیر، نوع دوست، جمع‌گرا و جهان‌اندیش باشند.
- ضمن بهره‌برداری از منابع طبیعی، آنها را امانت الهی بدانند و این منابع را برای نسل‌های آینده حفظ کنند.
- از آموخته‌های خود در زندگی فردی و اجتماعی بهره‌گیرند تا زندگی سالم و با نشاطی برای خود و جامعه فراهم کنند.
- اخلاق مدار باشند و در همه حال خداوند را ناظر و حاضر بر اعمال خود بدانند.

بر اساس این برنامه، دانش‌آموزان دوره‌دوم متوسطه باید به این شایستگی‌ها برسند:

- با درک ماهیت، روش و فرایند علوم تجربی، این علوم را در حل مسائل واقعی زندگی (حال و آینده) به کار گیرند و محدودیت‌ها و توانمندی‌های این علوم را در حل مسائل گزارش کنند.
- با استفاده از منابع علمی معتبر و بهره‌گیری از علم تجربی، بتوانند اندیشه‌هایی مبتنی بر تجارب شخصی، برای مشارکت در فعالیت‌های علمی ارائه دهند و در این فعالیت‌ها با حفظ ارزش‌ها و اخلاق علمی مشارکت کنند.

علوم تجربی حاصل تلاش انسان برای درک دنیای اطراف، روابط علت و معلولی بین اجزای مادی جهان هستی و در واقع به مثابه کشف مراتبی از فعل خداوند است که با ظهور شواهد و دلایل جدید تغییر می کند. قلمرو علوم تجربی، سامانه‌ای به بزرگی جهان هستی است که خود از سامانه‌های خرد و کلان و گوناگونی تشکیل شده است. هر سامانه از اجزایی ساخته شده است که:

- ساختار و عملکرد ویژه‌ای دارند.
- با هم در ارتباطند و بر یکدیگر اثر می‌گذارند.
- برای حفظ پایداری تغییر می‌کنند.

از این رو برنامه‌درسی نیز به گونه‌ای طراحی و تدوین شده است که مفاهیم اساسی مرتبط با این اندیشه‌های کلیدی را آموزش دهد. درس شیمی یکی از درس‌های این حوزه یادگیری است که به بررسی ساختار، رفتار و تغییر مواد می‌پردازد. این درس در دوره دوم متوسطه برای رشته‌های علوم تجربی و ریاضی و فیزیک به طور مشترک به میزان سه ساعت در پایه دهم، سه ساعت در پایه یازدهم و چهار ساعت در پایه دوازدهم ارائه می‌شود. شایان گفتن است درسی با عنوان «آزمایشگاه علوم» نیز برای رشته‌های علوم تجربی و ریاضی و فیزیک در نظر گرفته شده است که در پایه دهم دو ساعت و در پایه یازدهم یک ساعت خواهد بود.

کتابی که پیش روی شماست، نخستین کتاب شیمی در دوره دوم متوسطه است که با تلاش و کوشش مشتاقانه و دلسوزانه جمعی از استادان، کارشناسان و دبیران، تدوین و تألیف شده است. رسالت اصلی محتوا در این کتاب تربیت افرادی است که با کسب سواد علمی شیمی بتوانند زندگی خود را در همه

سطح‌ها بهبود بخشند. بر همین اساس، رویکرد سازمان‌دهی محتوا در این درس، زمینه محور و ارتباط با زندگی و رویکرد آموزشی محتوا، یادگیری فعال و کشف مفهوم است. گفتنی است انتخاب رویکرد زمینه‌محور، سبب شده است تا از ارائهٔ منسجم و متمرکز تمامی محتوای دوره در یک پایه پرهیز شود. برای نمونه مبحث استوکیومتری و ساختار لوویس در هر سه پایه آموزش داده خواهد شد. ملاک انتخاب و گسترهٔ محتوا در این موارد، ارتباط آن موضوع با زندگی است.

برای تحقق رویکردهای انتخاب شده، در تدوین و تألیف محتوا از عنوان‌های گوناگونی استفاده شده که هر عنوان و نقش آن در فرایند آموزش به شرح زیر است:

● **با هم بیندیشیم:** در این بخش‌ها، دانش‌آموزان در یک فعالیت گروهی و مشارکت فعال و مؤثر، با بهره‌گیری از مهارت‌های ذهنی، دربارهٔ یک یا چند مفهوم می‌اندیشند، گفت و گوی علمی می‌کنند و آن را بررسی، تجزیه و تحلیل می‌کنند و پس از کشف مفهوم، آن را توسعه و تعمیم می‌دهند یا تثبیت می‌کنند.

● **کاوش کنید:** در این محتوا، دانش‌آموزان با انجام فعالیت‌های عملی و آزمایشگاهی، مفهوم علمی قصد شده را کشف و مهارت‌های فرایندی را کسب و تقویت می‌کنند.

● **پیوند با زندگی:** هر چند رویکرد کلی محتوا ارتباط با زندگی و زمینه‌محور است؛ اما به‌منظور نشان دادن جایگاه دانش شیمی در زندگی، مواردی از زندگی روزانه که با مفهوم و موضوع درسی ارتباط دارد، طرح و

درباره آن توضیحات مناسبی ارائه شده است.

● **پیوند با صنعت:** هدف از این عنوان، معرفی پیشرفت‌ها و دستاوردهای صنعتی جهان و نقش شیمی در گردشگری‌ها به ویژه توانمندی‌های صنعتی و بومی کشور ایران است.

● **پیوند با ریاضی:** محتوای ارائه شده در این عنوان از یک سو ارتباط بین حوزه‌های گوناگون علوم را معنادار می‌کند و از سوی دیگر به دانش‌آموزان می‌آموزد که چگونه می‌توان مفاهیم و داده‌های شیمیایی را به کمک روابط ریاضی فرمول‌بندی کرد. این موضوع سبب خواهد شد تا اثربخشی محتوا افزایش یابد، به گونه‌ای که بتوان پیش‌بینی‌های درستی را در موقعیت‌های جدید انجام داد.

● **آیا می‌دانید:** این عنوان شامل اطلاعات و موضوعات گوناگونی مانند تاریخ علم، داده‌های عددی، یافته‌های علمی و فناوری، فرهنگ و تمدن ایرانی – اسلامی، نقش دانشمندان مسلمان در گسترش علم و .. است که به منظور افزایش آگاهی فراگیران تألیف شده است.

● **خود را بیازمایید:** این بخش تمرین‌ها، پرسش‌ها و فعالیت‌هایی هستند که بر اساس پیش‌دانسته‌ها و آموخته‌های دانش‌آموزان از مفاهیم و موضوعات مرتبط با کتاب دهم طراحی شده‌اند. هدف از این بخش‌ها، تثبیت، تعمیق، یادآوری و آماده‌سازی زمینه‌های لازم برای فرایند یادگیری است.

● **ما می‌توانیم:** هدف این عنوان تقویت هویت ملی، فرهنگی، علمی و فناوری، اقتصادی و... است. از این‌رو نمونه‌هایی از توانمندی دانشمندان، پژوهشگران و صنعتگران که نقش بسزایی در توسعه کشورمان داشته‌اند،

بررسی می‌شود تا به نسل‌های جوان این باور را منتقل کند که ما می‌توانیم گام‌های مؤثر و سازنده در جهت استقلال و پیشرفت کشورمان در همهٔ سطح‌ها برداریم.

یکی دیگر از ویژگی‌های کتاب شیمی دهم، تصویرمحور بودن آن است. مؤلفان تلاش کرده‌اند تا حد امکان از تصویرها، نمودارها و شکل‌های گوناگونی استفاده کنند تا افزون بر ایجاد جذابیت و شادابی، یادگیری محتوا را آسان‌تر و ماندگاری آن را بیشتر کنند. همچنین برای آشنایی شما همکاران گرامی با نمونه پرسش‌های ارزشیابی و مرور یافته‌های دانش‌آموزان، در پایان هر فصل تعدادی پرسش با عنوان «تمرین‌های دوره‌ای» طراحی و تألیف شده است.

گفتنی است که یادگیری همهٔ محتوای کتاب و تدریس آن ضروری است، اما ارزشیابی از «آیا می‌دانید» مجاز نیست. در عین حال باید نکات اشاره شده در حاشیهٔ کتاب در خصوص حدود محتوا و ارزشیابی مورد توجه قرار گیرد. گروه شیمی واحد توسعه، تحقیق و آموزش علوم دفتر تألیف کتاب‌های درسی عمومی و متوسطه نظری، امیدوار است که آموزش این کتاب گامی در جهت تحقق اهداف برنامهٔ درسی، تربیت شهروندان مسئول و آگاه و بهبود سطح زندگی باشد. لذا، این گروه همچنین مشتاقانه منتظر پیشنهادهای، انتقادات و نظرهای سازندهٔ شما همکاران گرامی و صاحب‌نظران آموزشی است.

توجه: طرح هر گونه پرسش از محتوای «آیا می‌دانید» و «در میان تارنما» در آزمون‌های هماهنگ کشوری، نهایی و کنکور سراسری ممنوع است.

گروه شیمی دفتر تألیف کتاب‌های درسی عمومی و متوسطه نظری



● ● ● «هُوَ الَّذِي خَلَقَ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ فِي سِتَّةِ أَيَّامٍ» آیه ۴، سوره حدید ● ● ●
او کسی است که آسمان‌ها و زمین را در شش روز آفرید.

● شاید شما هم یکی از شیفتگان آسمان پرستاره شبانگاهی باشید؛ سقفی زیبا و آکنده از اسرار و پرسش‌های بی‌شماری که از گذشته تاکنون ذهن کنجکاو انسان‌های هوشمند را مجذوب خویش ساخته است. در این فضای بی‌کران، ستارگان پرفروغ با نوری که می‌تاباند، پیوسته با ما سخن می‌گویند و پیام آگاه‌باش می‌فرستند؛ پیامی که از گذشته‌های دور، روایت می‌کند؛ از اینکه جهان هستی چگونه پدید آمده است؟ ذره‌های سازنده جهان هستی طی چه فرایندی و چگونه به وجود آمده‌اند؟ پرسش‌هایی که یافتن پاسخ آنها بسیار دشوار است. زمین در برابر عظمت آفرینش همانند آزمایشگاه بسیار کوچکی است که دانشمندان با آزمایش‌های گوناگون در آن، در تلاش برای یافتن پاسخ این پرسش‌ها هستند. شیمی دان‌ها با مطالعه خواص و رفتار ماده، همچنین برهم کنش نور با ماده در این راستا سهم بسزایی داشته‌اند.

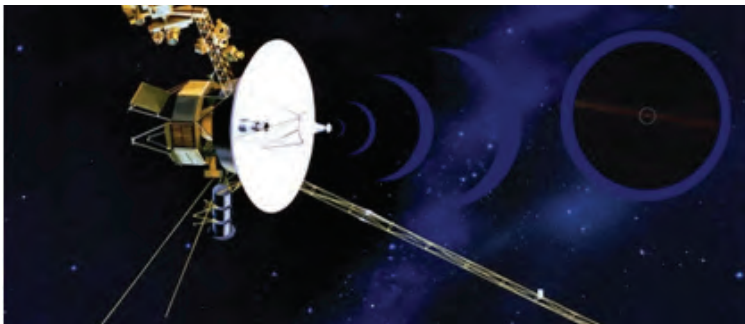


● شواهد تاریخی که از سنگ‌نیشته‌ها و نقاشی‌های دیوار غارها به دست آمده است نشان می‌دهد که انسان اولیه با نگاه به آسمان و مشاهده ستارگان در پی فهم نظام و قانونمندی در آسمان بوده است.

انسان همواره با پرسش‌هایی از این دست که «هستی چگونه پدید آمده است؟ جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟ پدیده‌های طبیعی چگونه و چرا رخ می‌دهند؟» روبه‌رو بوده و پیوسته تلاش کرده است برای این پرسش‌ها، پاسخ‌هایی قانع‌کننده بیابد. پاسخ به نخستین پرسش - که پرسشی بسیار بزرگ و بنیادی است - در قلمرو علم تجربی نمی‌گنجد و آدمی تنها با مراجعه به چارچوب اعتقادی و بینش خویش در پرتو آموزه‌های الهی می‌تواند به پاسخی جامع دست یابد.

اما پس از عبور از این قلمرو، علم تجربی تلاشی گسترده را برای یافتن پاسخ پرسش‌های دوم و سوم انجام داده است. این تلاش‌ها سبب شد تا دانش ما درباره جهان مادی افزایش یابد. امروزه ما درباره کیهان و منشأ آن اطلاعاتی داریم که نیاکانمان حتی نمی‌توانستند آنها را تصور کنند؛ برای نمونه ما به فضا می‌رویم؛ با عنصرهای موجود در نقاط گوناگون کیهان آشنا شده‌ایم؛ در پی یافتن زندگی در دیگر سیاره‌ها هستیم و مسافرت به مریخ را طراحی می‌کنیم. آشکار است که با گذشت زمان، انسان به پیشرفت‌هایی دست خواهد یافت که امروز در ذهن ما نمی‌گنجد.

تلاش دانشمندان برای شناخت کیهان همچنان ادامه دارد. نمونه‌ای از آن، سفر طولانی و تاریخی دو فضاییما به نام‌های **وویجر ۱ و ۲** در سال ۱۹۷۷ میلادی (۱۳۵۶ خورشیدی) برای شناخت بیشتر سامانه خورشیدی است (شکل ۱).



شکل ۱- عکس کره زمین از فاصله تقریبی ۷ میلیارد کیلومتری؛ آخرین تصویری که وویجر ۱ پیش از خروج از سامانه خورشیدی از زادگاه خود گرفت.

دو فضاییما مأموریت داشتند با گذر از کنار سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون، شناسنامه فیزیکی و شیمیایی آنها را تهیه کنند و بفرستند. این شناسنامه‌ها می‌تواند حاوی اطلاعاتی مانند نوع عنصرهای سازنده، ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر آنها و ترکیب درصد این مواد باشد.

عنصرها چگونه پدید آمدند؟

یکی از پرسش‌های مهمی که شیمی‌دان‌ها در پی یافتن پاسخ آن هستند، چگونگی پیدایش عنصرهاست. جالب است بدانید که مطالعه کیهان به ویژه سامانه خورشیدی برای پاسخ به این پرسش، کمک شایانی می‌کند؛ برای نمونه با بررسی نوع و مقدار عنصرهای سازنده برخی سیاره‌های سامانه خورشیدی و مقایسه آن با عنصرهای سازنده خورشید می‌توان به درک بهتری از چگونگی تشکیل عنصرها دست یافت.

آیا می‌دانید

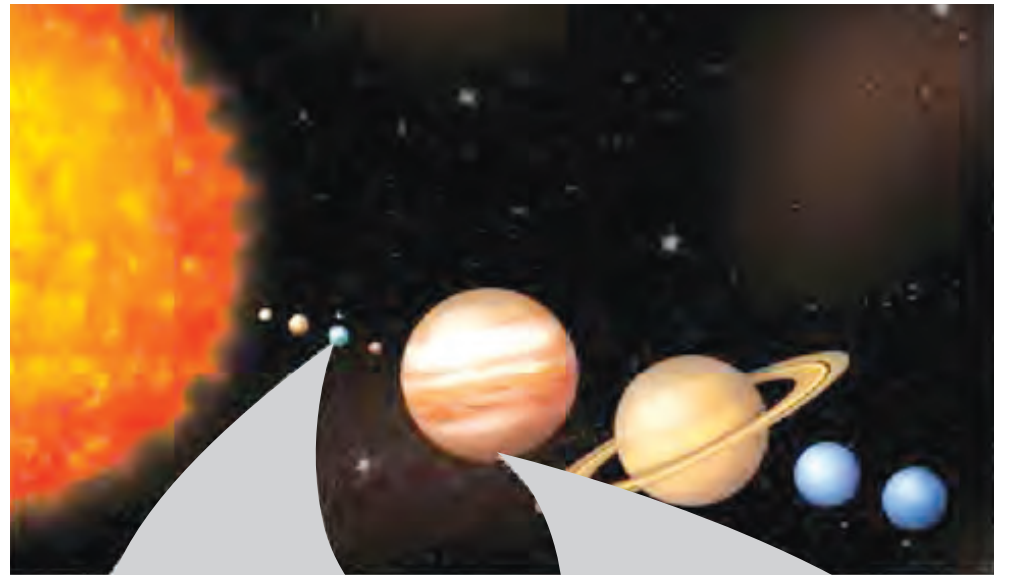
دانشمندان مسلمان علاقه زیاد به آسمان شب و مطالعه ستاره‌ها داشتند. عبدالرحمن صوفی یکی از ستاره‌شناسان ایرانی است که برای اولین بار گزارشی درباره کهکشان «آندرومدا» ارائه داده است. این کهکشان نزدیک‌ترین همسایه به سامانه خورشیدی است. او همچنین درباره موقعیت ستاره‌ها، اندازه و رنگ آنها در صورت‌های فلکی اطلاعات معتبری ارائه داده است.

آیا می‌دانید

اخترشیمی، یکی از شاخه‌های جذاب شیمی است و به مطالعه مولکول‌هایی می‌پردازد که در فضاها بین ستاره‌ای یافت می‌شود. اخترشیمی‌دان‌ها توانسته‌اند وجود مولکول‌های گوناگونی را در مکان‌هایی بسیار دور ثابت کنند که تاکنون پای هیچ انسانی به آنجا نرسیده است.

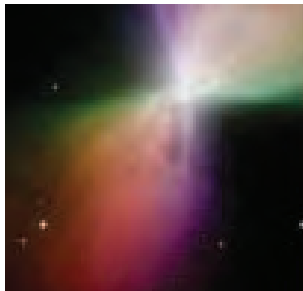
خود را بیازمایید

شکل زیر عنصرهای سازنده دو سیاره مشتری و زمین را نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.



آیا می‌دانید

سحابی بومرنگ، سردترین مکان شناخته شده در جهان هستی با دمای -272°C است که حدود 5000 سال نوری از زمین فاصله دارد و در صورت فلکی سنطوروس (قنطورس) واقع شده است.



(آ) فراوان‌ترین عنصر در هر سیاره، کدام است؟

(ب) عنصرهای مشترک در دو سیاره را نام ببرید.

(پ) در کدام سیاره، عنصر فلزی وجود ندارد؟

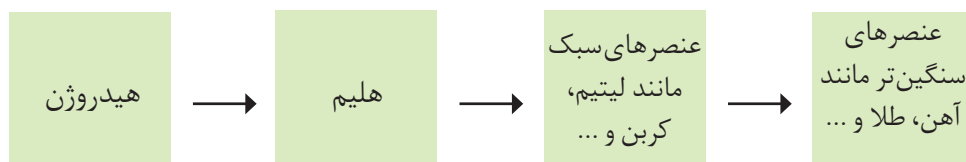
(ت) پیش‌بینی کنید سیاره مشتری بیشتر از جنس گاز است یا سنگ؟ چرا؟

(ث) آیا به جز عنصرهای نشان داده شده در شکل، عنصرهای دیگری در زمین یافت می‌شود؟

چند نمونه نام ببرید.

دریافتید که نوع و میزان فراوانی عنصرها در دو سیاره زمین و مشتری متفاوت است در حالی که عنصرهای مشترکی نیز در این دو سیاره هست. یافته‌هایی از این دست نشان می‌دهد که عنصرها به صورت ناهمگون در جهان هستی توزیع شده‌اند. این یافته‌ها باعث شد تا دانشمندان بتوانند چگونگی پیدایش عنصرها را توضیح دهند به طوری که برخی از آنها بر این باورند که سر آغاز کیهان با انفجاری مهیب (مهبانگ)^۱ همراه بوده که طی آن انرژی عظیمی آزاد شده است. در آن شرایط پس از پدید آمدن ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، پروتون و نوترون، عنصرهای هیدروژن و هلیوم پا به عرصه جهان گذاشتند. با گذشت زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیوم تولید شده، متراکم شد و مجموعه‌های گازی به نام **سحابی**^۲ ایجاد کرد. بعدها این سحابی‌ها سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شد.

درون ستاره‌ها همانند خورشید در دماهای بسیار بالا، واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد؛ واکنش‌هایی که در آنها از عنصرهای سبک‌تر، عنصرهای سنگین‌تر پدید می‌آیند. جالب است بدانید که **ستاره‌ها**^۳ متولد می‌شوند؛ رشد می‌کنند و زمانی می‌میرند. مرگ ستاره اغلب با یک انفجار بزرگ همراه است که سبب می‌شود عنصرهای تشکیل شده در آن در فضا پراکنده شود. به همین دلیل باید ستارگان را کارخانه تولید عنصرها دانست (شکل ۲).

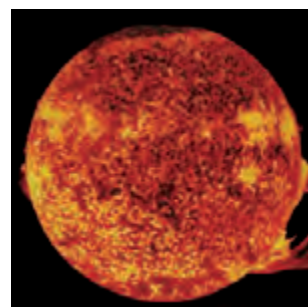


شکل ۲- روند تشکیل عنصرها

خورشید نزدیک‌ترین ستاره به زمین است که دمای بسیار بالایی دارد. انرژی گرمایی و نور خیره‌کننده خورشید به دلیل تبدیل هیدروژن به هلیوم در واکنش‌های هسته‌ای است، واکنش‌هایی که در آنها انرژی هنگفتی آزاد می‌شود. انرژی آزاد شده در واکنش هسته‌ای آن قدر زیاد است که می‌تواند صدها میلیون تن فولاد را ذوب کند. البته توجه داشته باشید که در واکنش‌های شیمیایی که در پدیده‌های طبیعی پیرامون ما و در زندگی روزانه رخ می‌دهند، مقدار انرژی مبادله شده بسیار کمتر است.

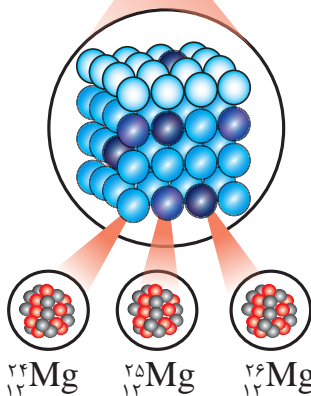
آیا می‌دانید

دمای سطح خورشید به حدود 6000°C و دمای درون آن به حدود 10000000°C می‌رسد. در این ستاره به دلیل انجام واکنش‌های هسته‌ای در هر ثانیه $5000,000,000$ کیلوگرم از جرم کاسته شده و به انرژی تبدیل می‌شود. آلبرت اینشتین رابطه $E=mc^2$ را برای محاسبه انرژی تولید شده در واکنش‌های هسته‌ای ارائه کرد. در این رابطه، m جرم ماده بر حسب کیلوگرم، c سرعت نور بر حسب متر بر ثانیه ($3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$) و E ، انرژی آزاد شده بر حسب ژول است. بر این اساس اگر در یک واکنش هسته‌ای 0.024 گرم ماده به انرژی تبدیل شود، $2/16 \times 10^{11}$ ژول انرژی تولید خواهد شد. با این توصیف برآورد می‌شود که خورشید می‌تواند تا $5000,000,000$ سال دیگر نورافشانی کند.



آیا همه اتم‌های یک عنصر پایدارند؟

شیمی دان‌ها ماده‌ای را عنصر می‌نامند که از یک نوع اتم تشکیل شده باشد، برای نمونه منیزیم و هلیوم عنصر به شمار می‌روند زیرا یک نمونه منیزیم حاوی اتم‌های منیزیم و یک نمونه هلیوم حاوی اتم‌های هلیوم است. جالب است بدانید بررسی‌ها نشان می‌دهد که اغلب در یک نمونه طبیعی از عنصری معین، اتم‌های سازنده، جرم یکسانی ندارند. برای مثال بررسی یک نمونه منیزیم نشان می‌دهد که جرم همه اتم‌های منیزیم در این نمونه یکسان نیست، بلکه مخلوطی از سه هم‌مکان (ایزوتوپ) است (شکل ۳).



شکل ۳- ایزوتوپ‌های منیزیم در یک نمونه طبیعی از آن.

● نماد E، حرف نخست واژه Element به معنای عنصر است.

خود را بیازمایید

۱- می‌دانید که هر عنصر را با نماد ویژه‌ای نشان می‌دهند. در این نماد، شمار ذره‌های زیراتمی را نیز می‌توان مشخص کرد. هرگاه بدانید که اتمی از آهن ۲۶ پروتون و ۳۰ نوترون دارد، با توجه به الگوی زیر مشخص کنید که A و Z هر کدام، چه کمیتی را نشان می‌دهد؟



نماد شیمیایی اتم آهن

نماد همگانی اتم‌ها

۲- با توجه به نماد ایزوتوپ‌های منیزیم (شکل ۳)، جدول زیر را کامل کنید.

ویژگی	A	Z	شمار الکترون	شمار نوترون
نماد ایزوتوپ				

ایزوتوپ‌های یک عنصر دارای Z یکسان اما A متفاوت هستند، به دیگر سخن ایزوتوپ‌ها، اتم‌های یک عنصرند که در شمار نوترون‌ها با یکدیگر تفاوت دارند. از آنجا که خواص شیمیایی اتم‌های هر عنصر به عدد اتمی (Z) آن وابسته است؛ اتم‌های منیزیم همگی خواص شیمیایی یکسانی دارند و در جدول دوره ای عناصر تنها یک مکان را اشغال می‌کنند؛ این در حالی است که همین ایزوتوپ‌ها در خواص فیزیکی وابسته به جرم، مانند چگالی با یکدیگر تفاوت دارند.

آیا می دانید

در میان ایزوتوپ‌های کربن، ^{14}C خاصیت پرتوزایی دارد و با استفاده از آن سن اشیای قدیمی و عتیقه‌ها را تخمین می‌زنند؛ برای نمونه پژوهشگران می‌پنداشتند که کشور مصر مهد صنعت فرش‌بافی بوده است؛ اما با پیدا شدن فرشی به نام پازیریک (Pazyryk) در کوه‌های سبیری و تعیین قدمت آن با استفاده از ^{14}C ، مشخص شد که این فرش به ۲۵۰۰ سال پیش تعلق دارد و مهد آن ایران بوده است.



با هم ببیندیشیم

۱- داده‌های جدول زیر را به دقت بررسی کنید؛ سپس به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.

نماد ایزوتوپ	^1_1H	^2_1H	^3_1H	^4_1H	^5_1H	^6_1H	^7_1H
ویژگی ایزوتوپ							
نیم عمر	پایدار	پایدار	۱۲/۳۲ سال	1.4×10^{-22} ثانیه	9.1×10^{-22} ثانیه	2.9×10^{-22} ثانیه	2.3×10^{-23} ثانیه
درصد فراوانی در طبیعت	۹۹/۹۸۸۵	۰/۰۱۱۴	ناچیز	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)

(آ) چه شباهت‌ها و چه تفاوت‌هایی میان این ایزوتوپ‌ها وجود دارد؟

(ب) یک نمونه طبیعی از عنصر هیدروژن، مخلوطی از چند ایزوتوپ است؟

(پ) نیم عمر هر ایزوتوپ نشان می‌دهد که آن ایزوتوپ تا چه اندازه پایدار است. کدام ایزوتوپ

هیدروژن از همه ناپایدارتر است؟

(ت) هسته ایزوتوپ‌های ناپایدار، ماندگار نیست و با گذشت زمان متلاشی می‌شود. این

ایزوتوپ‌ها پرتوزا هستند و اغلب بر اثر تلاشی افزون بر ذره‌های پرنرژی، مقدار زیادی انرژی

نیز آزاد می‌کنند. انتظار دارید چند ایزوتوپ هیدروژن پرتوزا باشد؟

(ث) اغلب هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آنها برابر یا بیش از ۱/۵ باشد،

ناپایدارند و با گذشت زمان متلاشی می‌شوند. چند ایزوتوپ هیدروژن دارای این ویژگی است؟

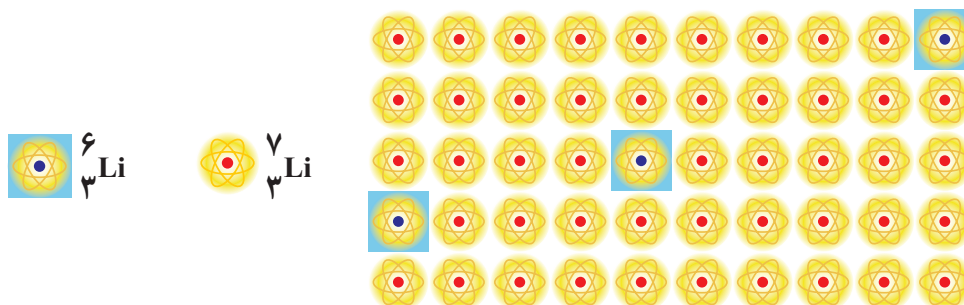
(ج) اگر ایزوتوپ‌های پرتوزا و ناپایدار، **رادایوایزوتوپ**^۱ نامیده شود، چه تعداد از ایزوتوپ‌های

هیدروژن، رادایوایزوتوپ به شمار می‌رود؟

(چ) **درصد فراوانی**^۲ هر ایزوتوپ در طبیعت نشان دهنده چیست؟ توضیح دهید.

۲- شکل زیر شمار تقریبی اتم‌های لیتیم را در یک نمونه طبیعی از آن نشان می‌دهد. با

توجه به آن، درصد فراوانی هر یک از ایزوتوپ‌های لیتیم را حساب کنید.

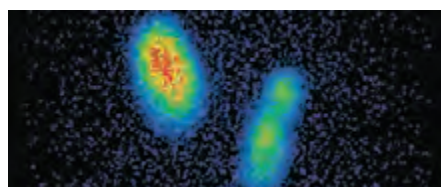


تکنسیم، نخستین عنصر ساخت بشر

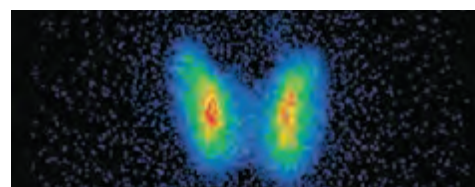
از ۱۱۸ عنصر شناخته شده، تنها ۹۲ عنصر در طبیعت یافت می‌شود؛ این بدان معنا است که ۲۶ عنصر دیگر ساختگی است. شیمی‌دان‌ها همواره با یافتن کاربردهای منحصر به فرد هر عنصر، انگیزه کافی برای ساختن عنصرهای جدید را داشته‌اند. تکنسیم (^{99}Tc) نخستین عنصری بود که در واکنشگاه (راکتور)^۱ هسته‌ای ساخته شد. این رادیوایزوتوپ در تصویربرداری پزشکی کاربرد ویژه‌ای دارد (شکل ۴).



(آ)



(پ)



(ب)

شکل ۴- آ) غده پروانه‌ای شکل تیروئید در بدن انسان (ب) تصویر غده تیروئید سالم

پ) تصویر غده تیروئید ناسالم

همه ^{99}Tc موجود در جهان باید به طور مصنوعی و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای ساخته شود. از آنجا که نیم عمر آن کم است و نمی‌توان مقادیر زیادی از این عنصر را تهیه و برای مدت طولانی نگهداری کرد، بسته به نیاز، آن را با یک مولد هسته‌ای تولید و سپس مصرف می‌کنند.

ما می‌توانیم

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 سوخت در نیروگاه‌های اتمی استفاده می‌شود. اورانیم شناخته شده‌ترین فلز پرتوزایی است که یکی از ایزوتوپ‌های آن، اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می‌رود (شکل ۵).



● نمونه‌ای از یک مولد رادیو ایزوتوپ تکنسیم

● هنگام عکس‌برداری از دندان‌ها در رادیولوژی باید با استفاده از پوشش‌های سری از غده تیروئید در برابر پرتوهای پرنرژی و خطرناک محافظت کرد.

● از تکنسیم (^{99}Tc) برای تصویربرداری غده تیروئید استفاده می‌شود زیرا یون دیدید با یونی که حاوی ^{99}Tc است، اندازه مشابهی دارد و غده تیروئید هنگام جذب دیدید، این یون را نیز جذب می‌کند. با افزایش مقدار این یون در غده تیروئید، امکان تصویربرداری فراهم می‌شود.



شکل ۵- یکی از کاربردهای مواد پرتوزا، استفاده از آنها در تولید انرژی الکتریکی است.

● کیمیاگری (تبدیل عنصرهای دیگر به طلا) آرزوی دیرینه بشر بوده است. با پیشرفت علم شیمی و فیزیک، انسان می‌تواند طلا تولید کند اما هزینه تولید آن به اندازه‌ای زیاد است که صرفه اقتصادی ندارد.

این ایزوتوپ، ^{235}U بوده که فراوانی آن در مخلوط طبیعی از 0.7% درصد کمتر است. دانشمندان هسته‌ای ایران با تلاش بسیار موفق شدند مقدار آن را در مخلوط ایزوتوپ‌های این عنصر افزایش دهند. به این فرایند، غنی‌سازی ایزوتوپی^۱ گفته می‌شود؛ فرایندی که یکی از مراحل مهم چرخه تولید سوخت هسته‌ای است. با این کامیابی ستودنی، نام ایران در فهرست ده‌گانه کشورهای هسته‌ای جهان ثبت شد. با گسترش این صنعت می‌توان بخشی از انرژی الکتریکی مورد نیاز کشور را تأمین نمود (شکل ۶).



آیا می‌دانید

^{59}Fe یک رادیوایزوتوپ است و در تصویربرداری از دستگاه گردش خون به کار می‌رود زیرا یون‌های آن در ساختار هموگلوبین وجود دارند.



شکل ۶- برخی رادیوایزوتوپ‌های تولید شده در ایران

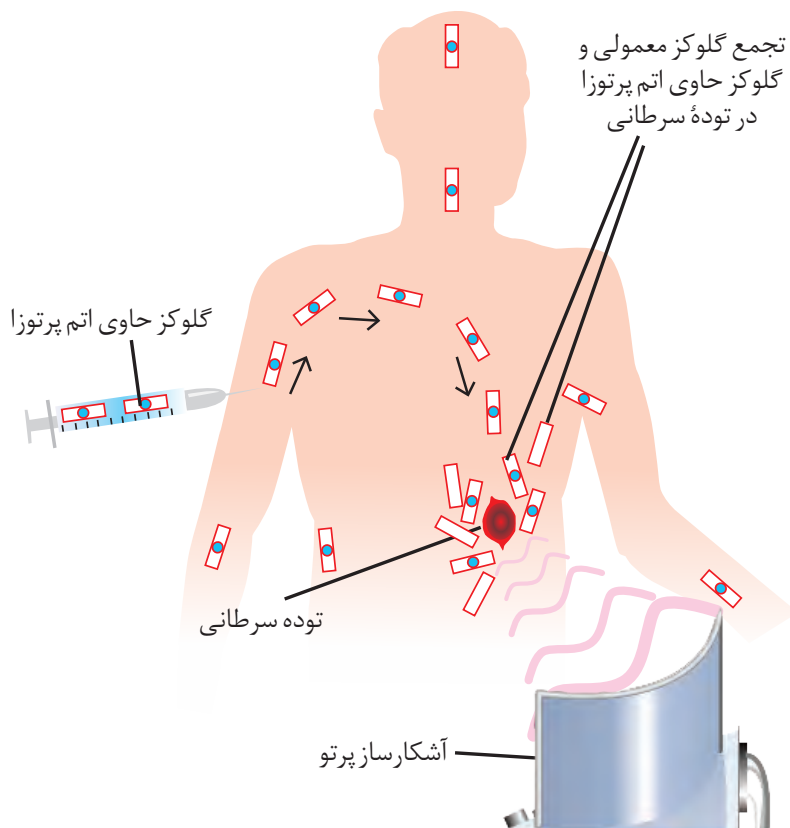
اما جالب است بدانید که پسماند راکتورهای اتمی هنوز خاصیت پرتوزایی دارد و خطرناک است؛ از این رو دفع آنها از جمله چالش‌های صنایع هسته‌ای به شمار می‌آید.

● به گلوکز حاوی اتم پرتوزا، گلوکز نشان دار می گویند.



● دود سیگار و قلیان، مقدار قابل توجهی مواد پرتوزا دارد. از این رو اغلب افرادی که به سرطان ریه دچار می شوند، سیگاری هستند.

توده های سرطانی، یاخته هایی هستند که رشد غیرعادی و سریع تری دارند. شکل زیر اساس استفاده از رادیوایزوتوپ ها را برای تشخیص نوعی توده سرطانی نشان می دهد. با بررسی آن، فرایند تشخیص بیماری را توضیح دهید.



آیا می دانید

پژوهش ها نشان می دهد که مقادیر بسیار کمی از مواد پرتوزا در همه جا یافت می شود. البته میزان پرتوهای تابش شده بسیار اندک است و به طور معمول بر سلامت ما اثری نمی گذارد. یکی از فراوان ترین مواد پرتوزا که در زندگی ما یافت می شود، گاز رادون است. رادون، گازی بی رنگ، بی بو، بی مزه و سنگین ترین گاز نجیب موجود در طبیعت است. این گاز پیوسته در لایه های زیرین زمین در واکنش های هسته ای تولید می شود و به دلیل دما و فشار زیاد در آن لایه ها به منافذ و ترک های موجود در سنگ های سازنده پوسته زمین نفوذ می کند.

طبقه بندی عنصرها

طبقه بندی کردن یکی از مهارت های پایه در یادگیری مفاهیم علمی است که بررسی و تحلیل را آسان تر می کند. در واقع با استفاده از طبقه بندی، یافته ها و داده ها را به شیوه مناسبی سازماندهی می کنند تا بتوان سریع تر و آسان تر به اطلاعات دسترسی یافت. در درس علوم با اساس طبقه بندی عنصرها، مواد و جانداران آشنا شدید. شیمی دان ها نیز ۱۱۸ عنصر شناخته شده را بر اساس یک معیار و ملاک در جدولی با چیدمانی ویژه کنار هم قرار داده اند (شکل ۷). این جدول به آنها کمک می کند تا اطلاعات ارزشمندی از ویژگی های عنصرها را به دست آورند و بر اساس آن، رفتار عنصرهای گوناگون را پیش بینی کنند.

جدول دوره‌های عنصرها

									۱۸ He هلیوم ۴,۰۰۳
			۱۳ B بور ۱۰,۸۰	۱۴ C کربن ۱۲,۰۱	۱۵ N نیتروژن ۱۴,۰۱	۱۶ O اکسیژن ۱۶,۰۰	۱۷ F فلوئور ۱۹,۰۰		
			۱۳ Al آلومینیم ۲۶,۹۸	۱۴ Si سیلیسیم ۲۸,۰۹	۱۵ P فسفر ۳۰,۹۷	۱۶ S گوگرد ۳۲,۰۷	۱۷ Cl کلر ۳۵,۴۵		
۱۰ Ni نیکل ۵۸,۶۹	۱۱ Cu مس ۶۳,۵۵	۱۲ Zn روی ۶۵,۳۹	۳۱ Ga گالیم ۶۹,۷۲	۳۲ Ge ژرمانیم ۷۲,۶۴	۳۳ As آرسنیک ۷۴,۹۲	۳۴ Se سلنیم ۷۸,۹۶	۳۵ Br برم ۷۹,۹۰		۳۶ Kr کریپتون ۸۳,۸۰
			۴۹ In ایندیم ۱۱۴,۸۰	۵۰ Sn قلع ۱۱۸,۷۰	۵۱ Sb آنتیموان ۱۲۱,۸۰	۵۲ Te تلوریم ۱۲۷,۶۰	۵۳ I ید ۱۲۶,۹۰		۵۴ Xe زنون ۱۳۱,۳۰
			۸۱ Tl تالیم ۲۰۴,۳۰	۸۲ Pb سرب ۲۰۷,۲۰	۸۳ Bi بیسموت ۲۰۹,۰۰	۸۴ Po پولونیم [۲۰۹]	۸۵ At استاتین [۲۱۰]		۸۶ Rn رادون [۲۲۲]
			۱۱۳ Nh نیهونیم [۲۸۴]	۱۱۴ Fl فلرویم [۲۸۹]	۱۱۵ Mc مسکوویم [۲۸۸]	۱۱۶ Lv لیورموریم [۲۹۳]	۱۱۷ Ts تنسینه [۲۹۶]		۱۱۸ Og اوگانسون [۲۹۴]

۶۳ Eu اوروپیم ۱۵۲,۰۰	۶۴ Gd گادولینیم ۱۵۷,۳۰	۶۵ Tb تربیم ۱۵۸,۹۰	۶۶ Dy دیسپروزیم ۱۶۲,۵۰	۶۷ Ho هولمیم ۱۶۴,۹۰	۶۸ Er اربیم ۱۶۷,۳۰	۶۹ Tm تولیم ۱۶۸,۹۰	۷۰ Yb ایتربیم ۱۷۳,۰۰
۹۵ Am امرسیم [۲۴۳]	۹۶ Cm کوریم [۲۴۷]	۹۷ Bk برکلیم [۲۴۷]	۹۸ Cf کالیفرنیم [۲۵۱]	۹۹ Es اینشتینیم [۲۵۲]	۱۰۰ Fm فرمیوم [۲۵۷]	۱۰۱ Md مندلیوم [۲۵۸]	۱۰۲ No نوبلیوم [۲۵۹]

شکل ۷- جدول دوره‌های عنصرها. در این جدول هر عنصر با نماد یک یا دو حرفی نشان داده شده است. در هر نماد، حرف اول نام لاتین عنصر به صورت بزرگ نوشته می‌شود؛ برای نمونه نماد سه عنصر آلومینیم، آرگون و طلا به ترتیب Al، Ar و Au است که همگی با حرف A آغاز می‌شود.

عدد اتمی — ۱
 نام — هیدروژن
 نماد شیمیایی — H
 جرم اتمی میانگین — ۱/۰۰۸

۱	۱ H هیدروژن ۱,۰۰۸	۲							
۲	۳ Li لیتیم ۶,۹۴	۴ Be بریلیم ۹,۰۱							
۳	۱۱ Na سدیم ۲۲,۹۹	۱۲ Mg منیزیم ۲۴,۳۱							
۴	۱۹ K پتاسیم ۳۹,۱۰	۲۰ Ca کلسیم ۴۰,۰۸	۲۱ Sc اسکاندیم ۴۴,۹۶	۲۲ Ti تیتانیوم ۴۷,۸۷	۲۳ V وانادیم ۵۰,۹۴	۲۴ Cr کروم ۵۲,۰۰	۲۵ Mn منگنز ۵۴,۹۴	۲۶ Fe آهن ۵۵,۸۵	۲۷ Co کبالت ۵۸,۹۳
۵	۳۷ Rb روبیدیم ۸۵,۴۷	۳۸ Sr استرانسیم ۸۷,۶۲	۳۹ Y ایتیریم ۸۸,۹۱	۴۰ Zr زیرکونیم ۹۱,۲۲	۴۱ Nb نیوبیم ۹۲,۹۱	۴۲ Mo مولیبدن ۹۵,۹۴	۴۳ Tc تکنسیم -	۴۴ Ru روتینیم ۱۰۱,۱	۴۵ Rh رویدیم ۱۰۲,۹۰
۶	۵۵ Cs سزیم ۱۳۲,۹	۵۶ Ba باریم ۱۳۷,۳	۷۱ Lu لوتسیم ۱۷۵,۰۰	۷۲ Hf هافنیم ۱۷۸,۵	۷۳ Ta تانتال ۱۸۰,۹۰	۷۴ W تنگستن ۱۸۳,۸۰	۷۵ Re رنیم ۱۸۶,۲۰	۷۶ Os اسمیم ۱۹۰,۲۰	۷۷ Ir ایریدیم ۱۹۲,۲۰
۷	۸۷ Fr فرانسیم [۲۲۳]	۸۸ Ra رادیوم [۲۲۶]	۱۰۳ Lr لورنسیم [۲۶۲]	۱۰۴ Rf رادرفوردیم [۲۶۷]	۱۰۵ Db دابلیوم [۲۶۸]	۱۰۶ Sg سیبورگیوم [۲۷۱]	۱۰۷ Bh بوریم [۲۷۲]	۱۰۸ Hs هاسیم [۲۷۷]	۱۰۹ Mt مایتنیم [۲۷۶]

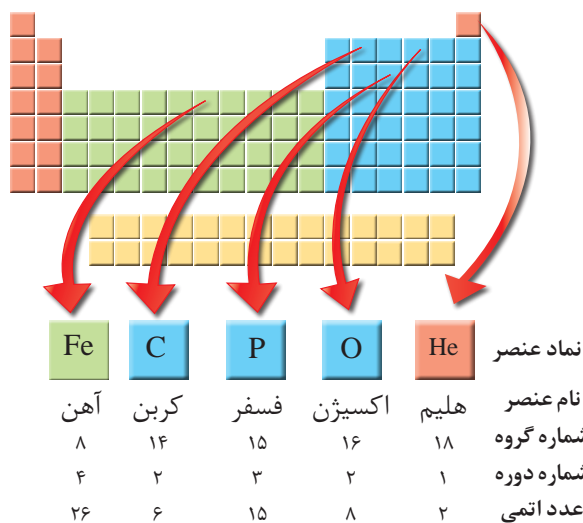
۵۷ La لانتان ۱۳۸,۹۰	۵۸ Ce سریوم ۱۴۰,۱۰	۵۹ Pr پراسئودیمیم ۱۴۰,۹۰	۶۰ Nd نئودیمیم ۱۴۴,۲۰	۶۱ Pm پرومتیم [۱۴۵]	۶۲ Sm ساماریوم ۱۵۰,۴۰
۸۹ Ac اکتینیم [۲۲۷]	۹۰ Th توریم ۲۳۲,۰۰	۹۱ Pa پروتاکتینیم ۲۳۱,۰۰	۹۲ U اورانیم ۲۳۸,۰۰	۹۳ Np نپتونیم [۲۳۷]	۹۴ Pu پلوتونیم [۲۴۴]

در جدول دوره‌ای^۱ (تناوبی) امروزی، عنصرها بر اساس افزایش عدد اتمی^۲ سازماندهی شده‌اند، به طوری که جدول دوره‌ای عنصرها از عنصر هیدروژن با عدد اتمی یک ($Z=1$) آغاز و به عنصر شماره ۱۱۸ ختم می‌شود. این جدول، ۷ دوره^۳ و ۱۸ گروه^۴ دارد. هر ردیف افقی جدول، که نشان دهندهٔ چیدمان عنصرها برحسب افزایش عدد اتمی است، دوره نام دارد؛ در حالی که هر ستون، شامل عنصرها با خواص شیمیایی مشابه است و گروه نامیده می‌شود. بدیهی است خواص شیمیایی عنصرهایی که در یک دوره از جدول جای دارند، متفاوت است. با پیمایش هر دوره از چپ به راست، خواص عنصرها به‌طور مشابه تکرار می‌شود؛ از این رو چنین جدولی را جدول دوره‌ای (تناوبی) عنصرها نامیده‌اند.

هر خانه از جدول به یک عنصر معین تعلق دارد و حاوی برخی اطلاعات شیمیایی آن عنصر است. برای نمونه خانهٔ شمارهٔ هفت به عنصر نیتروژن تعلق دارد که اطلاعات آن به صورت زیر است:

عدد اتمی	۷
نماد شیمیایی	N
نام	نیتروژن
جرم اتمی میانگین	۱۴/۰۱

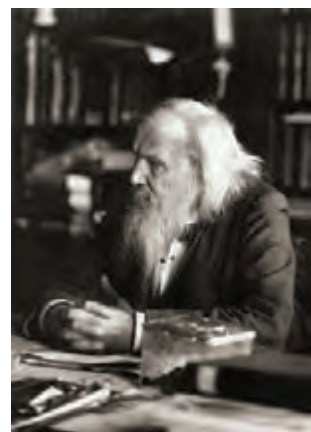
نمادها، داده‌های عددی و خلاصه‌نویسی‌ها در جدول دوره‌ای، اطلاعات مفیدی دربارهٔ عنصرها ارائه می‌کند. با استفاده از این نشانه‌ها و فراگیری مهارت استفاده از جدول می‌توان اطلاعاتی مانند شمارهٔ گروه، دوره، شمار ذره‌های زیراتمی و... را برای یک عنصر به‌دست آورد (شکل ۸).



شکل ۸- ارائهٔ اطلاعات برخی عنصرها با استفاده از جدول دوره‌ای و داده‌های آن

آیا می‌دانید

بزرگ‌ترین پیشرفت در زمینهٔ دسته‌بندی عنصرها با کارهای مندلیف (۱۸۳۴-۱۹۰۷ میلادی) به دست آمد. مندلیف یک معلم شیمی اهل روسیه بود که به وجود روند تناوبی میان عنصرها مشابه با شیوه‌ای که امروز می‌شناسیم، پی‌برد.



در میان تارنماها

با مراجعه به منابع علمی معتبر مانند وبگاه «انجمن شیمی ایران» و وبگاه «آیوپاک» دربارهٔ دسته‌بندی عنصرها به روش‌های دیگر، اطلاعاتی جمع‌آوری و به کلاس گزارش کنید.

خود را بیازمایید

۱- با استفاده از جدول دوره‌ای، موقعیت (دوره و گروه) عنصرهای آلومینیم (Al)، کلسیم (Ca)، منگنز (Mn) و سلنیم (Se) را تعیین کنید.

۲- هلیم (He)، عنصری است که تمایل به انجام واکنش شیمیایی ندارد. پیش‌بینی کنید کدام یک از عنصرهای زیر رفتاری مشابه با آن دارد؟ چرا؟

آ) Ar (ب) C (پ) S

۳- اتم فلئور (F) در ترکیب با فلزها به یون فلئورید (F^-) تبدیل می‌شود. اتم کدام یک از عنصرهای زیر می‌تواند آنیونی با بار الکتریکی همانند یون فلئورید تشکیل دهد؟ چرا؟

آ) Rb (ب) Br (پ) P

۴- از اتم آلومینیم (Al)، یون پایدار Al^{3+} شناخته شده است. پیش‌بینی کنید اتم کدام یک از عنصرهای زیر می‌تواند به کاتیونی مشابه Al^{3+} در ترکیب‌ها تبدیل شود؟

آ) K (ب) Ga (پ) N

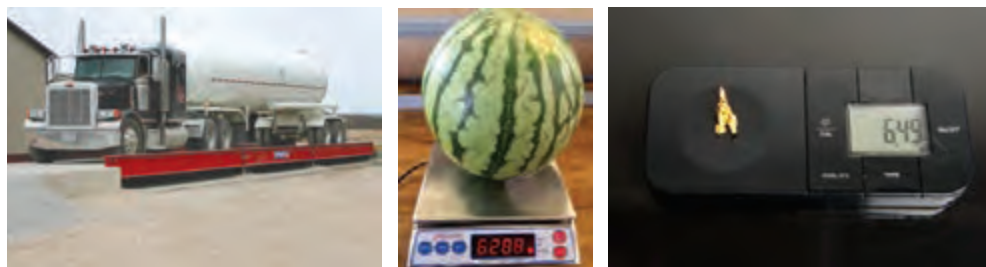
آیا می‌دانید

آیوپاک (IUPAC)، اتحادیهٔ بین‌المللی شیمی محض و کاربردی است که یکاها، نمادها، قراردادهای قواعد فرمول‌نویسی و نام‌گذاری و... را ارائه می‌کند. جدول دوره‌ای عنصرها نیز به تأیید آیوپاک رسیده است.



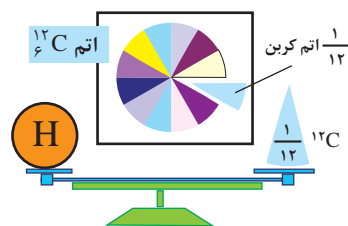
جرم اتمی عنصرها

می‌دانید که جرم اجسام گوناگون را بسته به اندازه و نوع آنها با ترازوهای متفاوتی اندازه‌گیری می‌کنند (شکل ۹).



شکل ۹- جرم یک کامیون را با باسکول و یکای تن، جرم هندوانه را با ترازوی معمولی و یکای کیلوگرم و جرم طلا را با ترازوهای دقیق‌تر و یکای گرم می‌سنجند.

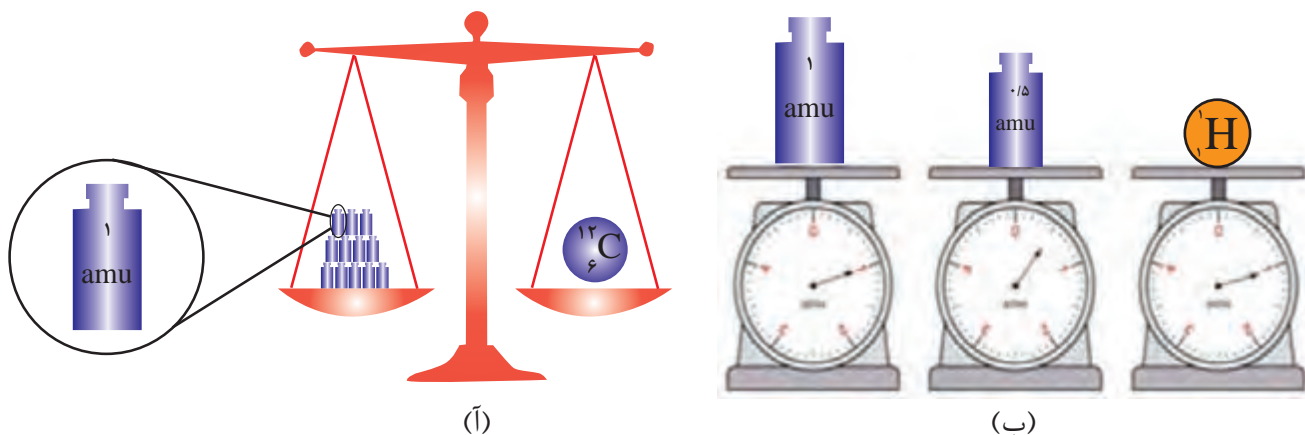
با این توصیف، ترازوهایی که برای اندازه‌گیری جرم مواد گوناگون به کار می‌رود، دقت اندازه‌گیری متفاوتی دارند؛ برای نمونه، دقت باسکول‌های تنی تا یک صدم تن و دقت ترازوی زرگری تا یک صدم گرم است. با استفاده از باسکول چند تنی نمی‌توان جرم یک هندوانه را اندازه‌گیری کرد؛ زیرا جرم هندوانه از دقت اندازه‌گیری این ترازو کمتر است. آیا می‌توان جرم یک دانهٔ برنج را با ترازوی معمولی اندازه‌گیری کرد؟



● الگویی دیگر برای نمایش amu

دانشمندان برای اینکه بتوانند خواص فیزیکی و شیمیایی هر ماده را در محیطی مانند بدن انسان، محیط‌زیست، محیط آزمایش و... بررسی و اثر آن را گزارش کنند، باید بدانند که چه جرمی از اتم‌ها یا مولکول‌های آن ماده وارد محیط شده است؛ از این‌رو آنها همواره در پی یافتن **سنجهای مناسب** و در دسترس برای اندازه‌گیری جرم اتم‌ها بوده‌اند.

اتم‌ها بسیار ریزند به طوری که نمی‌توان آنها را به طور مستقیم مشاهده و جرم آنها را اندازه‌گیری کرد؛ به همین دلیل دانشمندان مقیاس جرم نسبی را برای تعیین جرم اتم‌ها به کار می‌برند. مطابق این مقیاس، جرم اتم‌ها را با وزنه‌ای می‌سنجند که جرم آن $\frac{1}{12}$ جرم ایزوتوپ کربن- 12 است (شکل ۱۰). به این وزنه، **یکای جرم اتمی**^۱ (amu) می‌گویند.



شکل ۱۰-۱ (آ) اگر جرم یک ایزوتوپ کربن- 12 را برابر با عدد ۱۲ در نظر بگیریم، سپس این عدد را به ۱۲ بخش یکسان تقسیم کنیم، هر بخش را ۱ amu می‌نامند؛ به این ترتیب مقیاسی به دست می‌آید که به کمک آن می‌توان جرم همهٔ اتم‌ها را اندازه‌گیری کرد. (ب) اگر در این ترازوی فرضی به جای ایزوتوپ کربن- 12 ، اتم هیدروژن قرار گیرد، جرم $1/0.08$ amu به دست می‌آید.

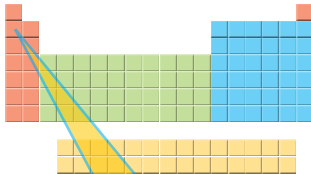
● یکای جرم اتمی را با نماد u نیز نشان می‌دهند. برای نمونه جرم اتمی میانگین هیدروژن برابر با $1/0.08$ amu یا $1/0.08$ u است.

با تعریف amu، شیمی‌دان‌ها موفق شدند جرم اتمی دیگر عنصرها و همچنین جرم ذره‌های زیراتمی را اندازه‌گیری کنند. در این مقیاس جرم پروتون و نوترون در حدود ۱ amu بوده در حالی که جرم الکترون ناچیز و در حدود $\frac{1}{2000}$ amu است (جدول ۱).

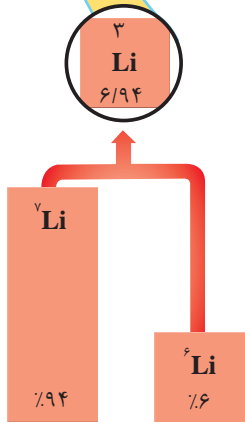
جدول ۱- برخی ویژگی‌های ذره‌های زیراتمی

نام ذره	نماد*	بار الکتریکی نسبی	جرم (amu)
الکترون	${}_{-1}e$	-۱	۰/۰۰۰۵
پروتون	${}_{+1}p$	+۱	۱/۰۰۷۳
نوترون	${}_{0}n$	۰	۱/۰۰۸۷

* در این نماد، عددهای سمت چپ از بالا به پایین به ترتیب جرم نسبی و بار نسبی ذره را مشخص می‌کند.



با این توصیف جرم اتم ${}^7\text{Li}$ را می‌توان 7amu در نظر گرفت. اکنون با مراجعه به جدول، جرم اتمی لیتیم را مشخص کنید. آیا تفاوتی مشاهده می‌کنید؟ به نظر شما علت این تفاوت چیست؟



با هم بیندیشیم

۱- با توجه به شکل به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

آ جدول زیر را کامل کنید.

نماد ایزوتوپ	درصد فراوانی در طبیعت	عدد جرمی (A)	جرم اتمی میانگین

ب) جرم اتمی میانگین هر عنصر همان جرم نشان داده شده در جدول دوره‌ای عنصرهاست.

رابطه‌ای بین جرم اتمی میانگین، درصد فراوانی و جرم اتمی ایزوتوپ‌ها بنویسید.

۲- شکل روبه‌رو ایزوتوپ‌های کلر را

نشان می‌دهد.

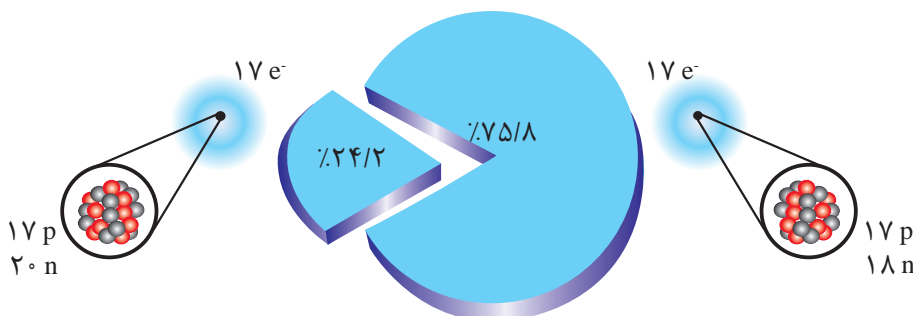
آ) جرم اتمی میانگین کلر را حساب

کنید.

ب) جرم اتمی میانگین به دست آمده

را با جرم اتمی کلر در جدول دوره‌ای

مقایسه کنید.



شمارش ذره‌ها از روی جرم آنها

اگر بخواهید دانه‌های خاکشیر یا برنج موجود در یک نمونه کوچک از آنها را بشمارید، به نظر شما این تلاش چقدر وقت می‌گیرد؟ پس از شمردن دانه‌ها تا چه اندازه به نتیجه شمارش خود اطمینان دارید؟ برای اینکه بتوانید دانه‌های برنج یا خاکشیر در یک کیسه از این مواد را بشمارید (شکل ۱۱)، چه راهکاری پیشنهاد می‌کنید؟



• اگر جرم هر مهره به‌طور میانگین $4/29$ گرم باشد، برآورد کنید در این ظرف چند مهره وجود دارد؟ (جرم ظرف خالی برابر با $3/45\%$ گرم است).



شکل ۱۱- شمارش تک‌تک دانه‌های خاکشیر، برنج و موادی که اندازه دانه‌های آنها بسیار ریز است، کاری دشوار، وقت‌گیر و اغلب، نشدنی است.

با هم بیندیشیم

(آ) جدول زیر را کامل کنید.

جرم ۱ عدد (گرم)	جرم ۵۰ عدد (گرم)	جرم ۱۰۰۰ عدد (گرم)	ماده
.....	۴۵۰۰	کاغذ آ
.....	۵۶	عدس
.....	۲۲	برنج
.....	۲	خاکشیر

(ب) به نظر شما جرم یک عدد از کدام ماده را می‌توان با ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری کرد؟ چرا؟

(پ) روشی برای اندازه‌گیری جرم یک دانه خاکشیر ارائه کنید.

(ت) آیا جرم هر یک از دانه‌های برنج موجود در نمونه با جرم به دست آمده در ستون چهارم

جدول برابر است؟ توضیح دهید.



• برآورد کنید در یک کیسه 40 کیلویی برنج چند دانه برنج وجود دارد؟

آیا می دانید

دانشمندان با استفاده از دستگاهی به نام طیفسنج جرمی^۲، جرم اتم‌ها را با دقت زیاد اندازه‌گیری می‌کنند. به طوری که برخی فضاپیماها با خود طیفسنج جرمی حمل می‌کنند و از آن برای شناسایی عنصرها در نقاط گوناگون فضا بهره می‌گیرند.

آیا می دانید

آمدئو آووگادرو (۱۸۵۶-۱۷۷۶ میلادی) شیمی‌دان پرآوازه ایتالیایی که به افتخار او شمار ذره‌های موجود در یک مول ماده، عدد آووگادرو نام‌گذاری شده است.



آیا می دانید

هر کهکشان در جهان هستی در حدود 400 میلیارد ستاره در خود دارد! همچنین شمار کهکشان‌های جهان هستی حدود 130 میلیارد برآورد می‌شود، در این صورت در جهان هستی حدود $8/0$ مول ستاره وجود دارد (چرا؟).

اتم‌ها به طور باور نکردنی ریز هستند به طوری که نمی‌توان با هیچ دستگاهی و حتی با شمردن تک تک آنها، شمار آنها را به دست آورد؛ اما دریافتید که از روی جرم یک نمونه ماده می‌توان به شمار واحدهای موجود در آن دست یافت، الگویی که نشان می‌دهد چگونه می‌توان شمار اتم‌های موجود در یک نمونه عنصر را تعیین کرد.

پیوند با ریاضی

۱- اگر بدانید که میانگین جرم هر اتم هیدروژن 1.66×10^{-24} g است، حساب کنید نمونه یک گرمی از عنصر هیدروژن، چند اتم دارد؟

۲- به عدد 6.02×10^{23} که در پرسش ۱ به دست آمد، عدد آووگادرو^۱ می‌گویند و آن را با N_A نشان می‌دهند. اگر N_A اتم هیدروژن در یک نمونه موجود باشد، جرم نمونه چند گرم است؟

در زندگی روزانه نیز برای بیان شمارش از یکاهای گوناگونی استفاده می‌شود، برای نمونه استفاده از شانه برای تخم‌مرغ و دست برای قاشق و چنگال، شمارش و محاسبه را آسان‌تر می‌کند (شکل ۱۲).



(آ)



(ب)

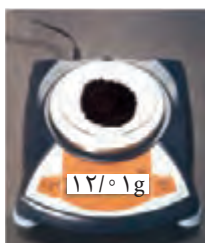
شکل ۱۲- آ) یک شانه تخم‌مرغ و ب) یک دست قاشق و چنگال

نقش N_A در شیمی مانند نقش شانه در شمارش تخم‌مرغ‌هاست با این تفاوت چشمگیر که عدد آووگادرو، عدد بسیار بزرگی است. شیمی‌دان‌ها به 6.02×10^{23} از هر ذره، یک مول از آن ذره می‌گویند به طوری که جرم یک مول ذره بر حسب گرم، جرم مولی آن نامیده می‌شود (شکل ۱۳).



$$= 6.02 \times 10^{23} \text{ atom Fe}$$

$$1 \text{ mol Fe} = 55.85 \text{ g Fe}$$



$$= 6.02 \times 10^{23} \text{ atom C}$$

$$1 \text{ mol C} = 12.01 \text{ g C}$$

شکل ۱۳- جرم و شمار اتم‌های یک مول آهن و کربن

با استفاده از هم‌ارزی میان کمیت‌ها می‌توان آنها را به یکدیگر تبدیل کرد به طوری که برای هر هم‌ارزی می‌توان دو عامل (کسر) تبدیل^۱ نوشت. در این عامل‌ها، صورت و مخرج هر یک شامل عددی همراه با یکااست؛ برای نمونه از هم‌ارزی $1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$ می‌توان این دو عامل تبدیل را نوشت:

$$\frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} \quad \text{و} \quad \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}}$$

از این عامل‌ها می‌توان در تبدیل متر به سانتی‌متر و برعکس استفاده کرد؛ برای نمونه به تبدیل $15 \text{ m} = 1500 \text{ cm}$ توجه کنید:

$$? \text{ cm} = 15 \text{ m} \times \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} = 1500 \text{ cm}$$

به همین ترتیب برای $1 \text{ mol C} = 12.01 \text{ g C}$ ، می‌توان دو عامل تبدیل به صورت زیر نوشت:

$$\frac{1 \text{ mol C}}{12.01 \text{ g C}} \quad \text{و} \quad \frac{12.01 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}}$$

بنابراین برای تبدیل جرم 6 g C به مول‌های آن می‌توان نوشت:

$$? \text{ mol C} = 6 \text{ g C} \times \frac{1 \text{ mol C}}{12.01 \text{ g C}} = 0.5 \text{ mol C}$$

● گرم، رایج‌ترین یکای اندازه‌گیری جرم در آزمایشگاه شناخته می‌شود؛ این در حالی است که یکای جرم اتمی، یکای بسیار کوچکی برای جرم به شمار می‌آید و کار با آن در آزمایشگاه و در عمل ناممکن است.

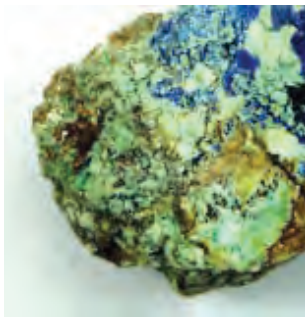
آیا می‌دانید

اگر 6.02×10^{23} دانهٔ برف در سطح ایران ببارد، لایه‌ای از برف به ارتفاع قلهٔ دنا (4500 m) همهٔ کشور را می‌پوشاند.



آیا می دانید

فلز مس گاهی در طبیعت به حالت آزاد یافت می شود. این عنصر اغلب به شکل ترکیب های گوناگون وجود دارد. حدود هفت هزار سال پیش، انسان توانست با گرم کردن سنگ معدن مس همراه با زغال سنگ، فلز مس را به شکل مذاب استخراج کند.



● نور کلیدی است که با استفاده از آن می توان رازهای آفرینش را رمزگشایی کرد و شاید بتوان گفت که نور، کلید قفل صندوقچه رازهای جهان است.

خود را بیازمایید

۱- با استفاده از $1 \text{ mol Al} = 27 \text{ g Al}$ و $1 \text{ mol S} = 32 \text{ g S}$ حساب کنید:

آ) ۵ مول آلومینیم، چند گرم جرم دارد؟

ب) 0.08 g گوگرد، چند مول گوگرد است؟

۲- دانش آموزی برای تعیین شمار اتم های موجود در 2 mol فلز روی، محاسبه زیر را به درستی انجام داده است. هر یک از جاهای خالی را پر کنید.

$$? \text{ atom Zn} = \frac{\dots\dots \text{atom Zn}}{\dots\dots \text{mol Zn}} \times \frac{\dots\dots \text{mol Zn}}{2 \text{ mol Zn}} = \frac{1}{2} \times 10^{23} \text{ atom Zn}$$

۳- حساب کنید $10^{20} \times 9/3 \text{ atom}$ مس، چند مول و چند گرم مس است؟

نور، کلید شناخت جهان

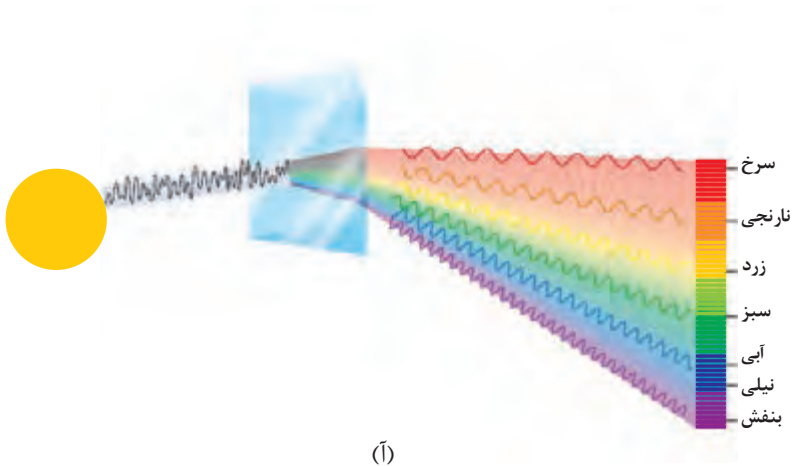
آیا تاکنون با خود اندیشیده اید، چگونه می توان به اجزای سازنده خورشید و ستاره های پی برد؟ چگونه می توان دمای خورشید را اندازه گیری کرد؟ آیا با دماسنج های معمولی می توان دمای خورشید را اندازه گیری کرد؟

به دلیل اینکه خورشید و دیگر اجرام آسمانی از ما بسیار دور هستند، ویژگی های آنها را نمی توان به طور مستقیم اندازه گیری کرد. همچنین دمای اجسام بسیار داغ را نمی توان با ابزاری مانند دماسنج تعیین کرد؛ زیرا دماسنج در این دماها ذوب می شود؛ با این توصیف چگونه می توان دمای خورشید، اجزای سازنده آن و دمای شعله های بسیار داغ را تعیین کرد و اطلاعات ارزشمندی از آنها به دست آورد؟

نور^۱، امکان یافتن پاسخ این پرسش ها را فراهم می آورد. نوری که از ستاره یا سیاره ای به ما می رسد، نشان می دهد که آن ستاره یا سیاره از چه ساخته شده و دمای آن چقدر است؟ دانشمندان با دستگاهی به نام طیف سنج^۲ می توانند از پرتوهای گسیل شده از مواد گوناگون، اطلاعات ارزشمندی درباره آنها به دست آورند. اینکه نور چیست؟ چگونه تولید می شود؟ حامل چه اطلاعاتی است؟ پرسش های مهمی است که در ادامه، پاسخ آنها را خواهید یافت. نور خورشید، اگرچه سفید به نظر می رسد اما با عبور از قطره های آب موجود در هوا که پس از بارش هنوز در هوا پراکنده است، تجزیه می شود و گستره ای پیوسته از رنگ ها را ایجاد می کند. این گستره رنگی، شامل بی نهایت طول موج از رنگ های گوناگون است (شکل ۱۴).

۱- Light

۲- Spectrometer



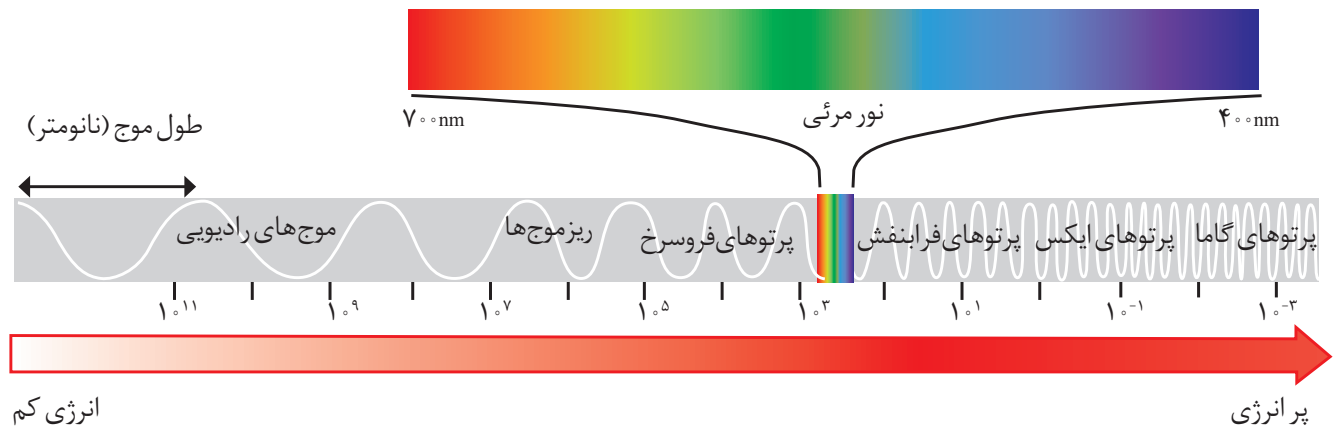
(آ)



(ب)

شکل ۱۴-آ) نور خورشید هنگام عبور از منشور تجزیه می‌شود. ب) رنگین کمان، گستره‌ای از رنگ‌های سرخ تا بنفش را در برمی‌گیرد.

چشم ما تنها می‌تواند گستره محدودی از نور را ببیند. به این گستره که رنگ‌های سرخ، نارنجی، زرد، سبز، آبی، نیلی و بنفش را در برمی‌گیرد، **گستره مرئی^۱** می‌گویند (شکل ۱۵). بررسی‌ها نشان می‌دهد که نور خورشید شامل گستره بسیار بزرگ‌تری از این پرتوهاست. پرتوهایی که از نوع پرتوهای الکترومغناطیسی است و با خود انرژی حمل می‌کند به طوری که هر چه طول موج آن کوتاه‌تر باشد، انرژی بیشتری با خود حمل می‌کند؛ برای نمونه انرژی نور آبی از نور سرخ بیشتر است (شکل ۱۵).



شکل ۱۵- نور مرئی تنها بخش کوچکی از گستره پرتوهای الکترومغناطیسی است. یکی از ویژگی‌های موج، **طول موج^۲** است که آن را با λ نشان می‌دهند. با توجه به شکل آن را تعریف کنید.

۱- Visible Range

۲- Wave Length

خود را بیازمایید

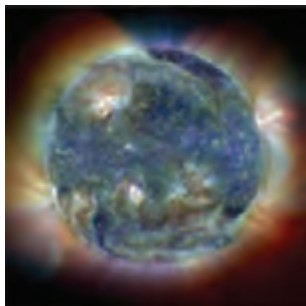
مشاهده کردید که پرتوهای گوناگون، طول موج‌های متفاوتی دارند. با توجه به این ویژگی به نظر شما هریک از دماهای داده شده به کدام شکل مربوط است؟ چرا؟

آ) 175°C ب) 275°C پ) 800°C



آیا می‌دانید

در صورت فلکی شکارچی (Orion)، دمای سطح ستاره سرخ رنگ کمتر از دمای سطح خورشید است، اما دمای سطح ستاره آبی رنگ از دمای سطح خورشید بیشتر است.



تصویری از خورشید که با استفاده از دوربین‌های حساس به پرتوهای فرابنفش گرفته شده است.

کاوش کنید

درباره اینکه «آیا دیگر پرتوهای الکترومغناطیس را می‌توان مشاهده کرد؟» کاوش کنید.

۱- یک کنترل تلویزیون را که باتری آن سالم است، بردارید و از یکی از دوستان خود بخواهید که کلید روشن و خاموش آن را فشار دهد. شما هم به چشمی کنترل نگاه کنید. چه مشاهده می‌کنید؟

۲- قسمت ۱ را تکرار کنید؛ اما این بار با دوربین یک موبایل به چشمی کنترل نگاه کنید. چه مشاهده می‌کنید؟ آن را توصیف کنید.



۳- آزمایش را با فشردن دیگر دکمه‌ها تکرار و مشاهده‌های خود را یادداشت نمایید. چه تفاوتی مشاهده می‌کنید؟ توضیح دهید.

۴- از این مشاهده‌ها چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

آیا می‌دانید

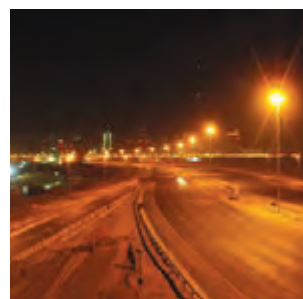
امروزه برای اندازه‌گیری دمای اجسام داغ می‌توان از دماسنج‌هایی استفاده کرد که بدون تماس با جسم، دمای آن را مشخص می‌کند. یکی از این دماسنج‌ها، دماسنج فرورسرخ^۱ نام دارد. این دماسنج با جذب پرتوهای فرورسرخ نشر شده از جسم داغ، دمای آنها را نشان می‌دهد.



۱- Infrared Thermometer

نشر نور و طیف نشری

آتش‌بازی با مواد شیمیایی، نورهای رنگی زیبا، چشم‌نواز و شادی بخشی در آسمان ایجاد می‌کند که از آن در جشن‌های ملی و رویدادهای جهانی مانند بازی‌های المپیک استفاده می‌شود (شکل ۱۶).



● نور زرد لامپ‌هایی که شب‌هنگام، آزادراه‌ها، بزرگراه‌ها و خیابان‌ها را روشن می‌سازد، به دلیل وجود بخار سدیم در آنهاست.



شکل ۱۶- هر یک از این جرقه‌های زیبا، ناشی از وجود یک ماده شیمیایی معین در مواد آتش‌زاست.

کدام جزء از یک ترکیب شیمیایی، این رنگ‌ها را ایجاد می‌کند؟ تجربه نشان می‌دهد که بسیاری از نمک‌ها شعله‌رنگی دارند، به طوری که اگر مقداری از محلول نمک را با افشانه روی شعله بیاشیم، رنگ شعله تغییر می‌کند؛ برای نمونه رنگ شعله فلز سدیم و ترکیب‌های گوناگون آن مشابه و زردرنگ، درحالی‌که رنگ شعله فلز مس و ترکیب‌های گوناگون آن مشابه و سبزرنگ است (جدول ۲).



● از لامپ‌نئون در ساخت تابلوهای تبلیغاتی برای ایجاد نوشته‌های نورانی سرخ فام استفاده می‌شود.

جدول ۲- رنگ شعله برخی فلزها و نمک‌های آنها



سرخ	زرد	سبز
لیتیم نیترات	سدیم نیترات	مس (II) نیترات
لیتیم کلرید	سدیم کلرید	مس (II) کلرید
لیتیم سولفات	سدیم سولفات	مس (II) سولفات
فلز لیتیم	فلز سدیم	فلز مس

● شعله ترکیب‌های سدیم، لیتیم و مس هر یک رنگ منحصر به فردی دارد و رنگ نشر شده از هر یک، فقط باریکه بسیار کوتاهی از گستره طیف مرئی را در بر می‌گیرد.



مطابق جدول، رنگ شعله فلز لیتیم و همه ترکیب‌های آن به رنگ سرخ است؛ از این رو می‌توان نتیجه گرفت که رنگ سرخ ایجاد شده در یک شعله می‌تواند، نشان‌دهنده وجود عنصر لیتیم در آن باشد. در واقع از روی تغییر رنگ شعله می‌توان به وجود عنصر فلزی در آن پی برد.

شیمی‌دان‌ها به فرایندی که در آن یک ماده شیمیایی با جذب انرژی، از خود پرتوهای الکترومغناطیس گسیل می‌دارد، **نشر**^۱ می‌گویند. اگر نور نشر شده از یک ترکیب لیتیم‌دار در شعله را از یک منشور عبور دهیم، الگویی مانند شکل زیر به دست می‌آید که به آن **طیف نشری خطی لیتیم**^۲ می‌گویند (شکل ۱۷).



شکل ۱۷- طیف نشری خطی لیتیم

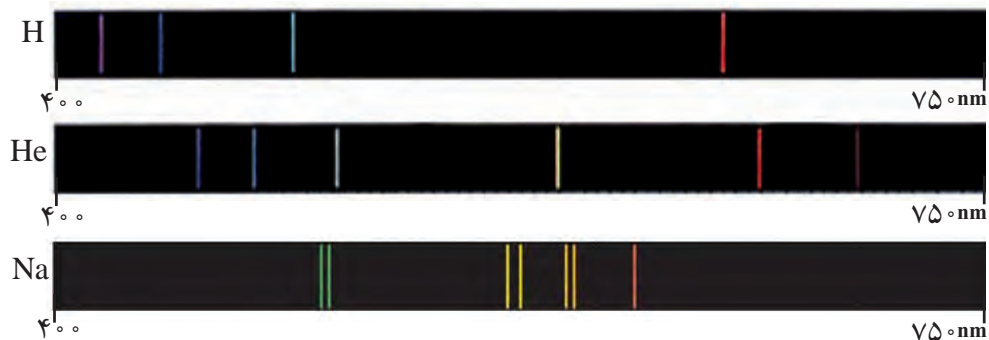
از آنجا که طیف نشری خطی لیتیم در گستره مرئی، تنها شامل چهار خط یا طول موج رنگی است به آن طیف خطی می‌گویند. بررسی‌ها نشان می‌دهد که هر عنصر، طیف نشری خطی ویژه خود را دارد و مانند اثر انگشت ما، می‌توان از آن طیف برای شناسایی عنصر استفاده کرد.

خود را بیازمایید

طیف نشری خطی زیر از یک عنصر تهیه شده است.



با بررسی طیف‌های نشان داده شده در شکل زیر، مشخص کنید که طیف نشری بالا به کدام عنصر تعلق دارد؟ چرا؟



۱- Emission

۲- Linear Emission Spectra of Lithium

۳- Barcode

● کاربرد طیف‌های نشری خطی از برخی جنبه‌ها مانند کاربرد خط **نماد (بارکد)**^۳ روی جعبه یا بسته مواد غذایی و بسیاری کالاهاست. هر نوع کالا، خط نماد ویژه خود را دارد. با خواندن آن به وسیله دستگاه لیزری ویژه‌ای که به رایانه متصل است، نوع و قیمت کالا به سرعت روی صفحه نمایشگر ظاهر می‌شود.

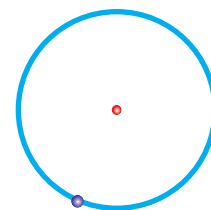
آیا می‌دانید

ستاره‌شناسان در سال ۱۸۶۸ میلادی هنگام بررسی طیف نشری در پدیده خورشیدگرفتگی متوجه یک سری خطوط نشری شدند که با هیچ عنصری تا آن زمان همخوانی نداشت. این خطوط کشف عنصر جدیدی را نوید می‌داد. عنصری که **هلیوم** نام گرفت (واژه یونانی هلیوس به معنای خورشید است). در سال ۱۸۹۴ میلادی، ویلیام رامسی شیمی‌دان اسکاتلندی پس از جداسازی N_2 و O_2 از هوا توانست از باقیمانده هوا، آرگون را به‌عنوان نخستین گاز نجیب کشف کند. یک سال بعد رامسی گاز واکنش‌ناپذیری را درون نمونه‌های اورانیم‌دار یافت که همان خطوط طیفی را نشان می‌داد که در خورشیدگرفتگی سال ۱۸۶۸ مشاهده شده بود. به این ترتیب هلیوم نیز در زمین کشف شد و ویژگی‌های آن مورد مطالعه قرار گرفت.

نیلز بور (۱۹۶۲-۱۸۸۵ میلادی) فیزیک دان دانمارکی در سال ۱۹۲۲ جایزه نوبل در فیزیک را از آن خود کرد.



وی با در نظر گرفتن اینکه الکترون در اتم هیدروژن انرژی معینی دارد، مدلی را برای اتم هیدروژن ارائه کرد.



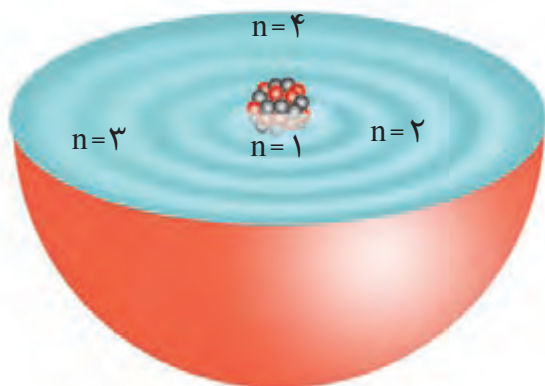
اتم هیدروژن در مدل بور

وی موفق شد با این مدل، طیف نشری هیدروژن را به خوبی توضیح دهد. مدل اتمی وی اگرچه عمر زیادی نداشت ولی گام بسیار مهمی برای بهبود نگرش دانشمندان نسبت به ساختار اتم بود.

ساختار اتم

اتم هیدروژن به عنوان ساده ترین اتم، تنها دارای یک پروتون در هسته و یک الکترون پیرامون آن است. در گستره مرئی از طیف نشری خطی به دست آمده از اتم های آن، وجود چهار خط یا نوار رنگی با طول موج و انرژی معین، تأیید شده است. از آنجاکه هر نوار رنگی در طیف نشری خطی، نوری با طول موج و انرژی معین را نشان می دهد، نیلز بور بر این باور بود که از بررسی تعداد و جایگاه آنها، می توان اطلاعات ارزشمندی از ساختار اتم هیدروژن به دست آورد. او پس از پژوهش های بسیار، توانست مدلی برای اتم هیدروژن ارائه کند. اگرچه مدل بور با موفقیت توانست طیف نشری خطی هیدروژن را توجیه کند اما توانایی توجیه طیف نشری خطی دیگر عناصر را نداشت.

دانشمندان به دنبال توجیه و علت ایجاد طیف نشری خطی دیگر عناصر و نیز چگونگی نشر نور از اتم ها، ساختاری لایه ای برای اتم ارائه کردند (شکل ۱۸). در این مدل، اتم را 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 نمایش می دهند. n ، عدد کوانتومی اصلی^۱ نامیده می شود که برای لایه اول $n=1$ ، برای لایه دوم $n=2$ ، ... و برای لایه هفتم $n=7$ است.



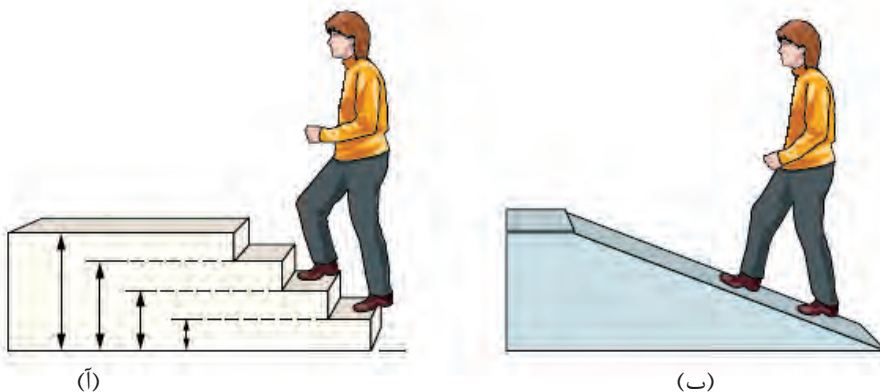
شکل ۱۸- ساختار لایه ای اتم

در ساختار لایه ای اتم مطابق شکل ۱۸، هر بخش پرننگ، 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 به این معنا 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.

نکته مهم و جالب توجه در این مدل، کوانتومی بودن دادوستد انرژی^۱ هنگام انتقال الکترون از یک لایه به لایه دیگر است. در واقع الکترون هنگام انتقال از یک لایه به لایه دیگر، انرژی را به صورت پیمانه‌ای یا بسته‌های معین، جذب یا نشر می‌کند. برای درک بهتر مفهوم کوانتومی بودن انرژی، تصور کنید برای رسیدن به بالای یک بلندی دور راه وجود دارد، (شکل ۱۹).



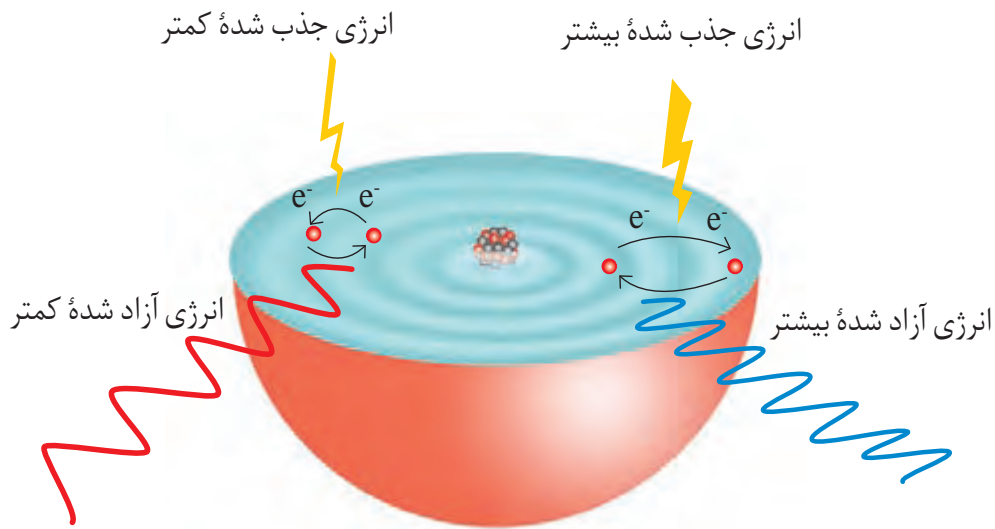
● خرمن گندم از دور به شکل توده‌ای یکپارچه، زرد رنگ و زیباست؛ اما دیدن آن از نزدیک دانه‌های جدا از هم را نشان می‌دهد. پیوستگی توده ماده در نگاه ماکروسکوپی و کوانتومی بودن آن در نگاه میکروسکوپی در این مثال روشن است. انرژی نیز همانند ماده در نگاه ماکروسکوپی، پیوسته اما در نگاه میکروسکوپی، گسسته یا کوانتومی است.



شکل ۱۹- مقایسه مصرف انرژی به صورت (آ) کوانتومی و (ب) پیوسته

در راه اول می‌توان از پلکان بالا رفت. بدیهی است که برای بالا رفتن از پلکان، باید پا روی هر پله گذاشت و با صرف انرژی از یک پله به پله بالایی رفت. توجه کنید که هرگز نمی‌توان جایی میان دو پله ایستاد. همچنین برای بالا رفتن از هر پله باید انرژی معین و کافی صرف کرد تا بدن را از آن پله به پله بعدی بالا بکشد؛ زیرا اگر انرژی به کار رفته کمتر از این مقدار انرژی باشد، دیگر نمی‌توان به پله بالاتر رسید (شکل ۱۹-آ). در راه دوم برای رسیدن به بالای این سربالایی، باید از یک مسیر هموار بالا رفت. در این راه، دیگر مشکل راه اول وجود ندارد، زیرا در هر لحظه و به هر اندازه می‌توان بالا رفت؛ هر جایی که ممکن است، ایستاد و به هر مقدار دلخواهی انرژی صرف کرد (شکل ۱۹-ب)؛ با این توصیف در میان این دو راه، هنگام بالا رفتن از پلکان محدودیت آشکاری وجود دارد.

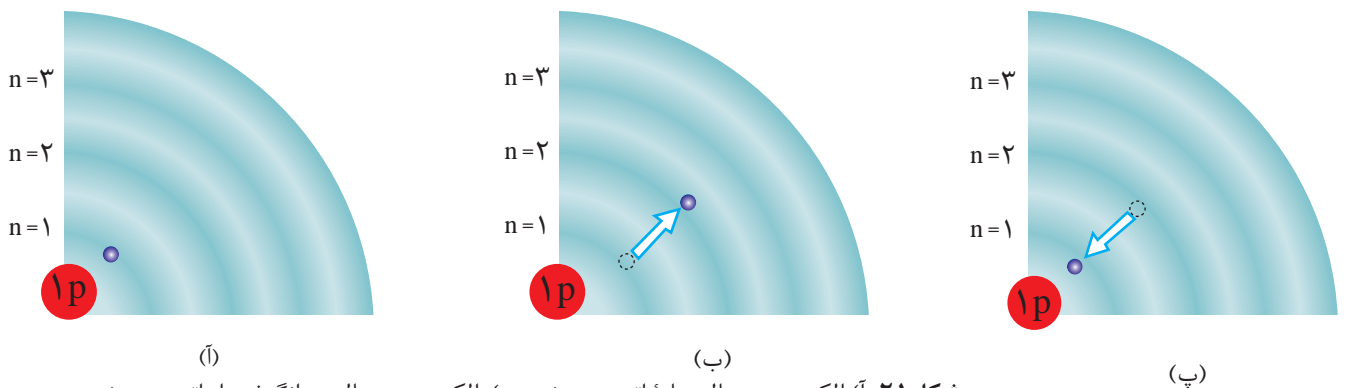
الکترون‌ها در اتم نیز برای گرفتن یا از دست دادن انرژی هنگام انتقال بین لایه‌ها با محدودیت مشابهی همانند بالا رفتن از پلکان روبه‌رو هستند؛ برای نمونه، هنگامی که به اتم‌های گازی یک عنصر با تابش نور یا گرم کردن، انرژی داده می‌شود، الکترون‌ها با جذب انرژی معین از لایه‌ای به لایه بالاتر انتقال می‌یابند. از سوی دیگر هر چه مقدار انرژی جذب شده بیشتر باشد، الکترون‌ها به لایه‌های بالاتری انتقال می‌یابند (شکل ۲۰).



شکل ۲- در نتیجه جابه‌جایی الکترون بین لایه‌ها، انرژی با طول موج معین جذب یا نشر می‌شود.

هیچ کس نمی‌تواند جایی میان پله‌های این نردبان بایستد، همان‌گونه که الکترون‌ها میان دو لایه، انرژی معین و تعریف شده‌ای ندارند. این شیوه نردبانی دریافت یا از دست‌دادن انرژی را شیوه کوانتومی می‌نامند.

با این توصیف انرژی دادوستد شده هنگام انتقال الکترون‌ها در اتم، کوانتومی است و انرژی در پیمانه‌های معینی، جذب یا نشر می‌شود؛ به همین دلیل، چنین ساختاری را برای اتم، **مدل کوانتومی اتم**^۱ نامیده‌اند. براساس این مدل، الکترون‌ها در هر لایه، آرایش و انرژی معینی دارند و اتم از پایداری نسبی برخوردار است به طوری که گفته می‌شود اتم در **حالت پایه** قرار دارد. در این ساختار، انرژی الکترون‌ها در اتم با افزایش فاصله از هسته فزونی می‌یابد. حال اگر به اتم‌ها در حالت پایه انرژی داده شود، الکترون‌های آنها با جذب انرژی به لایه‌های بالاتر انتقال می‌یابد. به اتم‌ها در چنین حالتی، **اتم‌های برانگیخته**^۲ می‌گویند (شکل ۲۱).

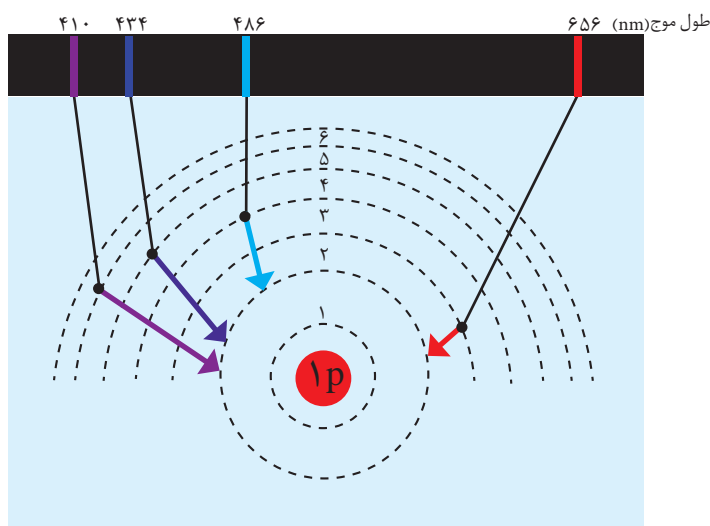


شکل ۲۱- (آ) الکترون در حالت پایه اتم هیدروژن، (ب) الکترون در حالت برانگیخته از اتم هیدروژن و (پ) بازگشت الکترون به حالت پایه

اتم‌های برانگیخته پرنرژی و ناپایدارند؛ از این‌رو تمایل دارند دوباره با از دست دادن انرژی به حالت پایدارتر و در نهایت به حالت پایه برگردند. از آنجاکه برای الکترون، نشر نور مناسب‌ترین شیوه برای از دست دادن انرژی است، الکترون‌ها در اتم برانگیخته، هنگام بازگشت به حالت پایه، نوری با طول موج معین نشر می‌کنند.

اینک می‌توان گفت هر نوار رنگی در طیف نشری خطی هر عنصر، پرتوهای نشر شده هنگام بازگشت الکترون‌ها را از لایه‌های بالاتر به لایه‌های پایین‌تر نشان می‌دهد. از آنجاکه انرژی لایه‌های الکترونی پیرامون هسته هر اتم ویژه همان اتم بوده و به عدد اتمی آن وابسته است، پس انرژی لایه‌ها و تفاوت انرژی میان آنها در اتم عنصرهای گوناگون، متفاوت است و انتظار می‌رود هر عنصر، طیف نشری خطی منحصر به فردی ایجاد کند (شکل ۲۲).

● هنگامی که بسته‌ای به عنوان هدیه دریافت کنید با تکان دادن آن تلاش می‌کنید از محتویات آن آگاه شوید. شیمی‌دان‌ها نیز با دادن انرژی به اتم، آن را تکان می‌دهند تا از درون آن خبردار شوند! با این تفاوت که به جای شنیدن صدا، پرتوهای گسیل شده از اتم را دریافت و مشاهده می‌کنند.



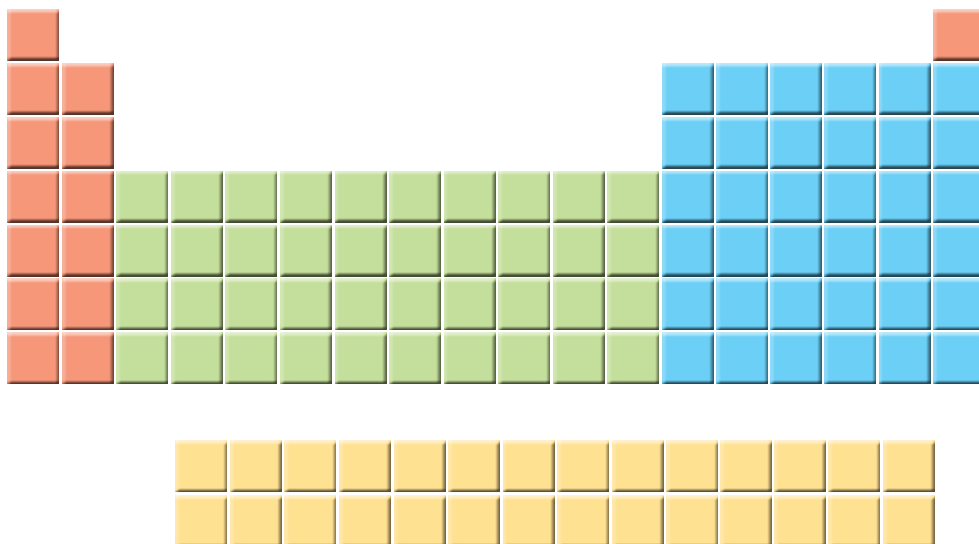
شکل ۲۲- چگونه ایجاد چهار نوار رنگی ناحیه مرئی طیف نشری خطی اتم‌های هیدروژن

با تعیین دقیق طول موج نوارهای یادشده می‌توان به تصویر دقیقی از انرژی لایه‌های الکترونی و در واقع آرایش الکترونی اتم دست یافت.

توزیع الکترون‌ها در لایه‌ها و زیر لایه‌ها

عنصرها در جدول دوره‌ای بر مبنای عدد اتمی یا شمار الکترون‌های اتم خود، چیده شده‌اند. به طوری که اتم هیدروژن با یک الکترون و اتم هلیم با دو الکترون به ترتیب نخستین و دومین عنصر جدول است. این روند تا عنصر ۱۱۸ جدول دوره‌ای ادامه می‌یابد و اتم هر عنصر نسبت به اتم عنصر پیش از خود، یک الکترون بیشتر دارد.

از سوی دیگر اتم، ساختار لایه‌ای دارد و الکترون‌ها در لایه‌های پیرامون هسته با نظم ویژه‌ای حضور دارند به گونه‌ای که در اتم عنصرهای ردیف اول، لایه الکترونی اول و در عنصرهای دوره دوم، لایه دوم از الکترون پر می‌شود. آیا به نظر شما میان شمار عنصرهای موجود در هر دوره و گنجایش لایه‌های الکترونی رابطه‌ای هست؟



همان گونه که در جدول مشاهده می‌کنید در دوره اول فقط ۲ عنصر (هیدروژن و هلیم) وجود دارد که در اتم آنها، لایه الکترونی اول ($n=1$) در حال پر شدن است. این لایه، نزدیک‌ترین لایه به هسته است و تنها می‌تواند ۲ الکترون را در خود جای دهد. از آنجا که لایه اول حداکثر ۲ الکترون گنجایش دارد، شاید بتوان گفت به همین دلیل در دوره اول فقط ۲ عنصر وجود دارد؛ اما اتم عنصرهای دوره دوم، دارای دو لایه الکترونی است ($n=2$). در اتم این عنصرها، هر دو لایه دارای الکترون بوده به طوری که لایه اول پر شده و لایه دوم در حال پر شدن است؛ با این توصیف لایه دوم حداکثر با ۸ الکترون پر می‌شود (چرا؟). آیا می‌توان بین چیدمان ۸ عنصر دوره دوم در جدول و شیوه پر شدن لایه دوم در اتم آنها ارتباطی یافت؟ آیا لایه الکترونی دوم، لایه‌ای یکپارچه است یا از چند بخش تشکیل شده است؟

با هم بیندیشیم

۱- یک دانشجوی رشته شیمی، جدول دوره‌ای را به دقت بررسی و عنصرهای هر دوره را شمارش کرد. او میان شمار عنصرهای یک دوره و شیوه پر شدن لایه‌های الکترونی در اتم عنصرها، ارتباطی کشف کرد. او نخست عنصرها را در چهار دسته قرار داد و هر یک را با رنگی مشخص کرد؛ سپس فرض نمود که هر لایه، خود از بخش‌های کوچک‌تری تشکیل شده است

● برای رمزگشایی از آنچه خدا آفریده است، دانشمندان علوم تجربی، مفاهیم علمی را کشف و روابط بین آنها را فرمول‌بندی می‌کنند تا از آنها بهره‌گیرند. گاهی از روی روابط و فرمول‌های ریاضی، برخی مفاهیم جدید را پیش‌بینی می‌کنند.

به طوری که میان شمار عنصرها در هر دسته رنگی از هر ردیف (مطابق جدول صفحه قبل) با گنجایش الکترونی هر یک از این بخش‌های کوچک‌تر، رابطه‌ای منطقی برقرار است.

آ) در هر دسته از عنصرهای نشان داده شده با رنگ‌های نارنجی، سبز، آبی و زرد در هر ردیف به ترتیب چند عنصر وجود دارد؟

ب) لایه دوم از چند بخش تشکیل شده است؟ گنجایش هر یک از این بخش‌ها چند الکترون است؟

پ) او هر یک از این بخش‌ها را یک زیرلایه^۱ نامید؛ با این توصیف در اتم چند نوع زیرلایه وجود دارد و هر یک چند الکترون گنجایش دارد؟

۲- او گنجایش الکترونی زیرلایه‌ها را به عنوان چهار جمله نخست یک دنباله به صورت زیر در نظر گرفت:

$$۲, ۶, ۱۰, ۱۴, \dots$$

آ) جمله عمومی (a_l) این دنباله را به دست آورید. ($l \geq 0$)

ب) مقدار مجاز l را برای هر زیر لایه تعیین و جدول زیر را کامل کنید.

زیر لایه	۲ الکترونی	۶ الکترونی	۱۰ الکترونی	۱۴ الکترونی
مقدار مجاز l				

● نماد هر زیرلایه معین با دو عدد کوانتومی مشخص می‌شود؛ به دیگر سخن هر زیرلایه را می‌توان با نماد nl نمایش داد؛ برای نمونه در زیر لایه^۲ $2p$ ، $n=2$ و $l=1$ است.

۳- در مدل کوانتومی اتم به هر نوع زیرلایه یک عدد کوانتومی نسبت می‌دهند. این عدد کوانتومی با نماد l نشان داده شده و عدد کوانتومی فرعی^۲ نامیده می‌شود. مقادیر معین و مجاز آن به صورت زیر است:

$$l = 0, 1, \dots, n-1$$

آ) با این توصیف، جدول زیر را کامل کنید.

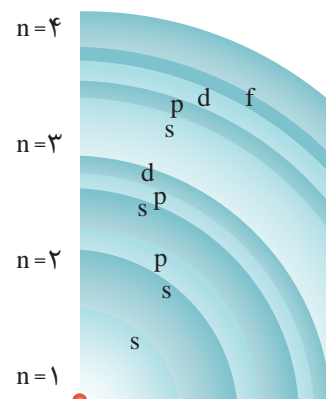
نماد زیر لایه	s	p	d	f
حداکثر گنجایش زیر لایه				۱۴
مقدار مجاز l	۰			

ب) پیش‌بینی کنید پنجمین نوع زیرلایه یک اتم، ظرفیت پذیرش حداکثر چند الکترون را خواهد داشت؟

اتم را می‌توان کره‌ای در نظر گرفت که هسته بسیار کوچک و سنگینی در مرکز آن جای دارد و محل تمرکز پروتون‌ها و نوترون‌هاست. پیرامون هسته، الکترون‌ها در لایه‌های الکترونی حضور دارند. هر لایه، خود از زیرلایه‌های متفاوتی تشکیل شده است به گونه‌ای که لایه اول دارای یک زیرلایه از نوع s با گنجایش ۲ الکترون، لایه دوم دارای دو زیرلایه از نوع s و p با گنجایش ۲ و ۶ الکترون، لایه سوم دارای سه زیرلایه از نوع s، p و d با گنجایش ۲، ۶ و ۱۰ الکترون است (جدول ۳).

جدول ۳- مقدار n و l برای زیر لایه‌ها در سه لایه الکترونی نخست

عدد کوانتومی اصلی	شمار زیر لایه‌ها	عدد کوانتومی فرعی	نماد زیر لایه
n = ۱	۱	l = ۰	۱s
		۲	۲s
n = ۲	۲	l = ۱	۲p
		۳	۳s
n = ۳	۳	l = ۱	۳p
		l = ۲	۳d
		۳	۳f



● زیر لایه‌های موجود در چهار لایه الکترونی

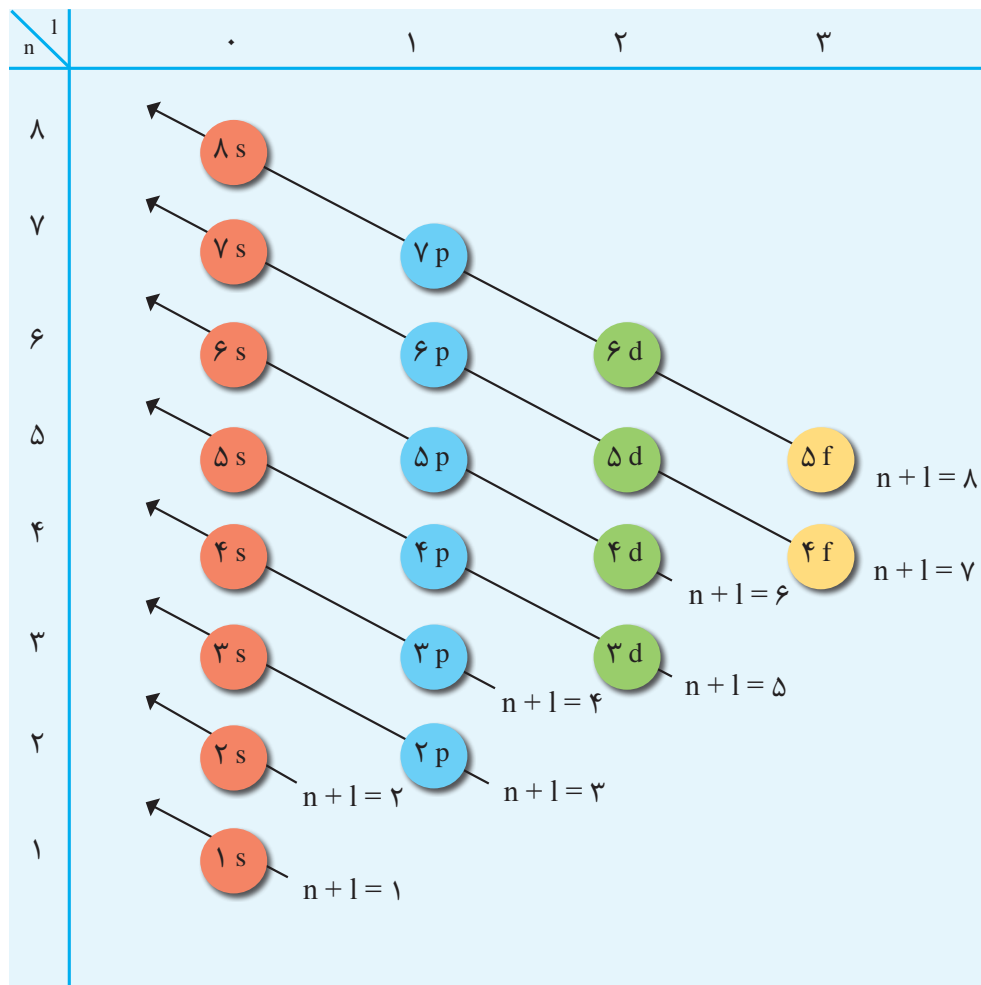
آرایش الکترونی اتم

رفتار و ویژگی‌های هر اتم را می‌توان از روی آرایش الکترونی آن توضیح داد؛ بنابراین یافتن آرایش درست الکترون‌ها در هر اتم از اهمیت بسیاری برخوردار است. مطابق مدل کوانتومی برای به دست آوردن آرایش الکترونی اتم‌ها باید الکترون‌های اتم هر عنصر در زیرلایه‌ها با نظم و ترتیب معینی توزیع شود.

هنگام پر شدن اتم از الکترون، نخست زیر لایه ۱s و سپس زیر لایه‌های ۲s و ۲p از الکترون پر می‌شود؛ با این توصیف باید در اتم عنصرهای دوره سوم زیر لایه‌های ۳s، ۳p و ۳d پر شود. از این رو انتظار می‌رود که این دوره شامل ۱۸ عنصر باشد؛ اما دوره سوم دارای ۸ عنصر است. در واقع در این اتم‌ها تنها دو زیر لایه ۳s و ۳p در حال پر شدن است و زیر لایه ۳d در دوره بعد شروع به پر شدن می‌کند. این روند نشان می‌دهد که پر شدن زیر لایه‌ها تنها به عدد کوانتومی اصلی (n) وابسته نیست بلکه از یک قاعده کلی به نام **قاعده آفبا** پیروی می‌کند.

قاعده آفبا ترتیب پر شدن زیر لایه‌ها را در اتم‌های گوناگون نشان می‌دهد. مطابق این قاعده، هنگام افزودن الکترون به زیر لایه‌ها، نخست زیر لایه‌های نزدیک‌تر به هسته پر می‌شوند که دارای انرژی کمتری هستند و سپس زیر لایه‌های بالاتر پر خواهند شد (شکل ۲۳).

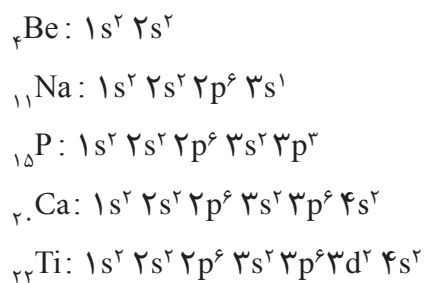
● aufbau واژه‌ای آلمانی به معنای ساختن یا افزایش گام به گام است.



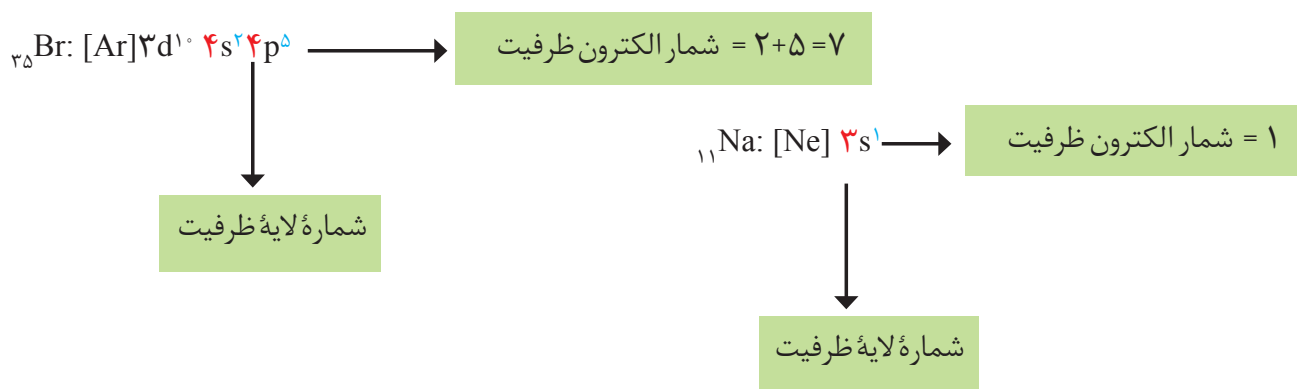
• انرژی زیرلایه‌ها به n و $n+1$ وابسته است به طوری که اگر $n+1$ برای دو یا چند زیرلایه یکسان باشد، زیرلایه با n بزرگ‌تر، انرژی بیشتری دارد.

شکل ۲۳- قاعده آفبا، ترتیب پر شدن زیرلایه‌های الکترونی در اتم را نشان می‌دهد. انرژی هر زیرلایه به $n+1$ وابسته است.

بر این اساس، آرایش الکترونی اتم بریلیم ($Z=4$)، اتم سدیم ($Z=11$)، اتم فسفر ($Z=15$)، اتم کلسیم ($Z=20$) و اتم تیتانیوم ($Z=22$) به صورت زیر خواهد بود:



اتم را تعیین می کند. به الکترون های این لایه، الکترون های ظرفیت اتم می گویند (شکل ۲۴).



شکل ۲۴- آرایش الکترونی و تعیین الکترون های ظرفیت در اتم سدیم و برم

خود را بیازمایید

۱- (آ) با مراجعه به جدول دوره ای عنصرها، جدول زیر را کامل کنید.

نماد عنصر	${}_{35}\text{Br}$	${}_{27}\text{Co}$	${}_{20}\text{Ca}$	${}_{14}\text{Si}$	${}_{10}\text{Ne}$	${}_{8}\text{O}$	${}_{3}\text{Li}$
شماره گروه							
شماره دوره							

(ب) جدول زیر را کامل کنید.

● در عنصرهای دسته d از دوره چهارم، الکترون های ظرفیت شامل الکترون ها در زیر لایه های ۴s و ۳d است.

نماد عنصر	آرایش الکترونی فشرده	شماره بیرونی ترین لایه	شمار الکترون های ظرفیت
${}_{3}\text{Li}$			
${}_{8}\text{O}$			
${}_{10}\text{Ne}$			
${}_{14}\text{Si}$			
${}_{20}\text{Ca}$	$[\text{Ar}] 4s^2$	$n=4$	۲
${}_{27}\text{Co}$			
${}_{35}\text{Br}$			

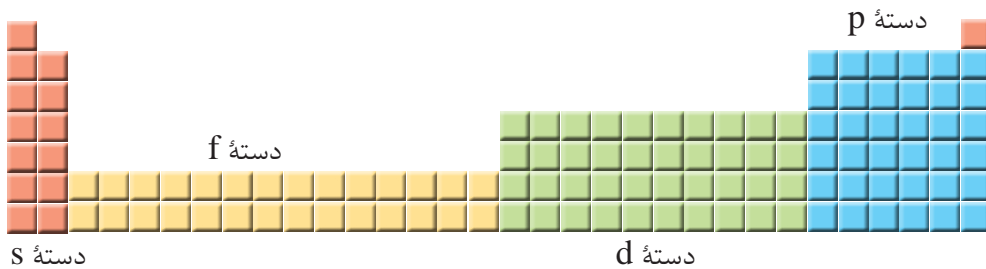
● فقط رسم آرایش الکترونی ۳۶ عنصر نخست جدول دوره‌ای جزو اهداف این کتاب است. بنابراین ارزشیابی برای رسم آرایش الکترونی اتم عنصرهای فراتر از عدد اتمی ۳۶ ممنوع است.

پ) از روی آرایش الکترونی اتم هر عنصر می‌توان موقعیت آن را در جدول تعیین کرد، برای این منظور:

- شماره بیرونی‌ترین لایه را با شماره دوره این عنصرها مقایسه کنید. از این مقایسه چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟
- شماره گروه کدام عنصرها با شمار الکترون‌های ظرفیت آنها برابر است؟
- شماره گروه کدام عنصرها با شمار الکترون‌های ظرفیت آنها برابر نیست؟ در این حالت بین شماره گروه و شمار الکترون‌های ظرفیت چه رابطه‌ای هست؟ توضیح دهید.
- برای عنصرهای دسته d، شماره دوره و گروه را چگونه می‌توان از روی آرایش الکترونی به دست آورد؟ توضیح دهید.

۲- موقعیت عنصرهای کربن (C)، آلومینیم (Al)، آهن (Fe) و روی (Zn) را در جدول دوره‌ای عنصرها تعیین کنید.

۳- عنصرهای جدول دوره‌ای را می‌توان در چهار دسته به صورت زیر جای داد، اساس این دسته‌بندی را توضیح دهید.



ساختار اتم و رفتار آن

از مدت‌ها پیش شیمی‌دان‌ها پی بردند که گازهای نجیب در طبیعت به شکل تک‌اتمی یافت می‌شوند. این واقعیت بیانگر این است که این گازها واکنش‌ناپذیر بوده یا واکنش‌پذیری بسیار کمی دارند، از این رو پایدارند. به نظر شما آیا بین آرایش الکترونی این اتم‌ها، پایداری و واکنش‌ناپذیری آنها رابطه‌ای هست؟ برای یافتن پاسخ این پرسش به آرایش الکترونی چهار گاز نجیب توجه کنید:



در لایه ظرفیت این اتم‌ها، هشت الکترون وجود دارد (به جز هلیم که در تنها لایه الکترونی خود، دو الکترون دارد)؛ با این توصیف می‌توان نتیجه گرفت که بین پایداری و آرایش الکترونی لایه ظرفیت اتم‌ها باید رابطه‌ای باشد به طوری که اگر لایه ظرفیت اتمی، همانند آرایش الکترونی یک گاز نجیب بوده یا هشت تایی^۱ باشد، آن اتم واکنش‌پذیری چندانی ندارد؛ به دیگر سخن اگر لایه ظرفیت اتمی چنین نباشد، آن اتم واکنش‌پذیر است.

لوویس برای توضیح و پیش‌بینی رفتار اتم‌ها، آرایشی به نام آرایش الکترون - نقطه‌ای^۲ ارائه کرد که در آن الکترون‌های ظرفیت هر اتم، پیرامون نماد شیمیایی آن با نقطه نمایش داده می‌شود؛ برای نمونه، آرایش الکترون - نقطه‌ای سدیم به صورت Na است.

برای رسم آرایش الکترون - نقطه‌ای هر اتم، می‌توان نقطه‌گذاری را از یک سمت مانند سمت راست نماد شیمیایی عنصر آغاز کرد و نقطه‌های بعدی را در زیر، سمت چپ و بالای آن قرار داد. الکترون پنجم و پس از آن را باید طوری پیرامون نماد شیمیایی عنصر قرار داد که هر یک به صورت جفت نقطه درآید؛ برای نمونه آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم‌های کربن، فسفر و آرگون به صورت زیر است:



خود را بیازمایید

آ جدول زیر را کامل کنید.

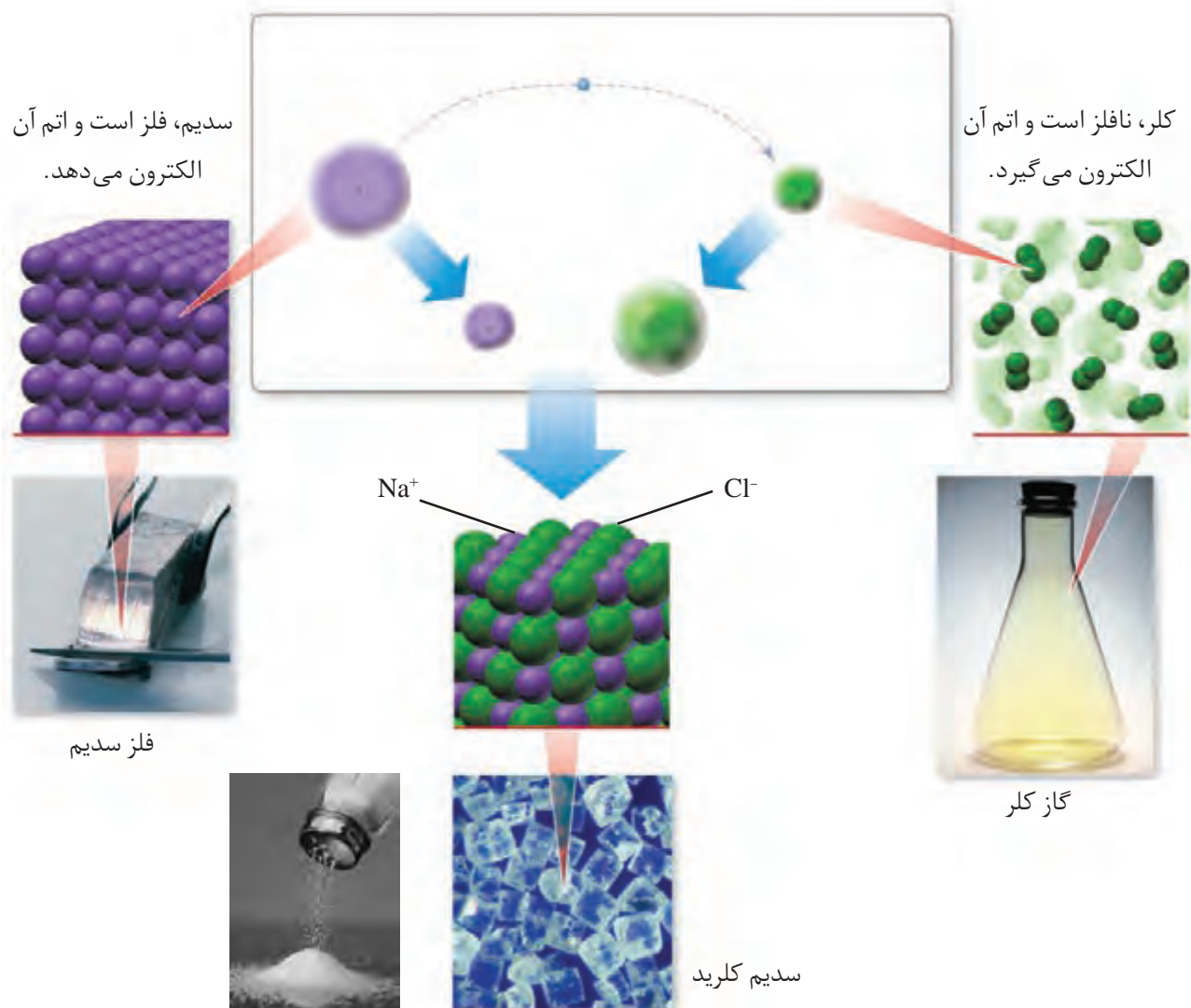
عنصر	${}_{3}\text{Li}$	${}_{4}\text{Be}$	${}_{5}\text{B}$	${}_{6}\text{C}$	${}_{7}\text{N}$	${}_{8}\text{O}$	${}_{9}\text{F}$	${}_{10}\text{Ne}$
آرایش الکترونی فشرده								
شمار الکترون ظرفیت								
آرایش الکترون - نقطه‌ای								
عنصر	${}_{11}\text{Na}$	${}_{12}\text{Mg}$	${}_{13}\text{Al}$	${}_{14}\text{Si}$	${}_{15}\text{P}$	${}_{16}\text{S}$	${}_{17}\text{Cl}$	${}_{18}\text{Ar}$
آرایش الکترونی فشرده								
شمار الکترون ظرفیت								
آرایش الکترون - نقطه‌ای	Na .							

ب) آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم عنصرهای یک گروه چه شباهتی دارد؟ توضیح دهید.

پ) بین شماره گروه و آرایش الکترون - نقطه‌ای چه رابطه‌ای هست؟ توضیح دهید.

● از دست دادن، گرفتن یا به اشتراک گذاشتن الکترون نشانه‌ای از رفتار شیمیایی اتم است.

رفتار شیمیایی هر اتم به شمار الکترون‌های ظرفیت آن بستگی دارد به طوری که می‌توان دستیابی به آرایش گاز نجیب را مبنای رفتار آنها دانست. در واقع اتم‌ها می‌توانند با دادن الکترون، گرفتن الکترون و نیز به اشتراک گذاشتن آن به آرایش یک گاز نجیب برسند یا هشت تایی شوند تا پایدارتر گردند. در درس علوم آموختید که هرگاه اتم‌های سدیم و کلر کنار یکدیگر قرار گیرند، اتم سدیم با از دست دادن یک الکترون به یون سدیم و اتم کلر با گرفتن یک الکترون به یون کلرید تبدیل شده و در این واکنش سدیم کلرید (نمک خوراکی) تولید می‌شود (شکل ۲۵).



شکل ۲۵- واکنش اتم‌های سدیم با کلر، دادوستد الکترون و تشکیل سدیم کلرید

شکل نشان می‌دهد که اتم‌های سدیم با از دست دادن الکترون به آرایش پایدار گاز نجیب پیش از خود (نئون) و اتم‌های کلر با گرفتن الکترون به آرایش پایدار گاز نجیب هم دوره خود (آرگون) می‌رسند.

آیا می دانید

گیلبرت نیوتن لوویس
(۱۸۷۵-۱۹۴۶)

یکی از پیشتازان دانش شیمی و بنیان‌گذار نظریه تشکیل پیوند شیمیایی و نظریه الکترونی اسید-باز بود. او واژه فوتون را برای ذره‌های سازنده نور پیشنهاد کرد.



این شیمی فیزیک‌دان امریکایی ۳۵ بار نامزد دریافت جایزه نوبل شد اما هیچ‌گاه این جایزه را دریافت نکرد. این ناکامی هیچ‌چیز از ارزشمندی، ماندگاری و تأثیرگذاری کارهای علمی لوویس کم نمی‌کند.

با هم ببیندیشیم

۱- جدول زیر را در نظر بگیرید:

۱							۱۸	
H·							He:	
۲							۱۳	
Li·	Be·							۱۴
			·B·	·C·	·N·	·O·	·F·	·Ne:
Na·	Mg·							۱۵
			·Al·	·Si·	·P·	·S·	·Cl·	·Ar:

(آ) آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم‌های داده شده را با اتم‌های نجیب، مقایسه و پیش‌بینی کنید

هر یک از این اتم‌ها در واکنش‌های شیمیایی چه رفتاری خواهد داشت؟

(ب) بررسی‌ها نشان می‌دهد که اغلب این اتم‌ها در طبیعت به صورت یون در ترکیب‌های گوناگون یافت می‌شود. جدول زیر یون‌های شناخته شده از این اتم‌ها را نشان می‌دهد. اکنون با توجه به آن، درستی پیش‌بینی‌های خود را بررسی کنید.

۱							۱۸	
							He	
۲							۱۳	
Li ⁺								۱۴
				N ^{۳-}	O ^{۲-}	F ⁻	Ne	
Na ⁺	Mg ^{۲+}							۱۵
			Al ^{۳+}		P ^{۳-}	S ^{۲-}	Cl ⁻	Ar
K ⁺	Ca ^{۲+}							۱۶
						Br ⁻	Kr	

۲- با توجه به جدول در هر مورد با خط زدن واژه نادرست، عبارت داده شده را کامل کنید.

(آ) اگر شمار الکترون‌های ظرفیت اتمی کمتر یا برابر با $\frac{\text{سه}}{\text{چهار}}$ باشد، آن اتم در شرایط مناسب تمایل دارد که $\frac{\text{شماری از}}{\text{همه}}$ الکترون‌های ظرفیت خود را از دست بدهد و به $\frac{\text{کاتیون}}{\text{آنیون}}$ تبدیل شود.

(ب) اتم عنصرهای گروه ۱ و ۲ در شرایط مناسب با $\frac{\text{از دست دادن}}{\text{گرفتن}}$ الکترون به $\frac{\text{کاتیون}}{\text{آنیون}}$

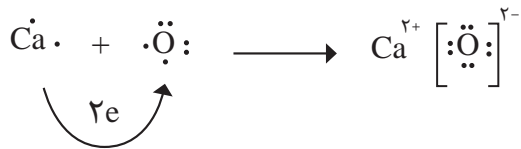
تبدیل می‌شوند که آرایشی همانند آرایش الکترونی گاز نجیب $\frac{\text{پیش}}{\text{پس}}$ از خود را دارند.

پ) اتم عنصرهای گروه ۱۵، ۱۶ و ۱۷ در شرایط مناسب با $\frac{\text{از دست دادن}}{\text{به دست آوردن}}$ الکترون به کاتیون / آنیون هایی تبدیل می شوند که آرایشی همانند آرایش الکترونی گاز نجیب هم دوره خود را دارد.

۳- پیش بینی کنید اتم هریک از عنصرهایی که به ترتیب در خانه های شماره ۷ و ۱۲ جدول دوره ای جای دارد، در شرایط مناسب به چه یونی تبدیل می شود؟

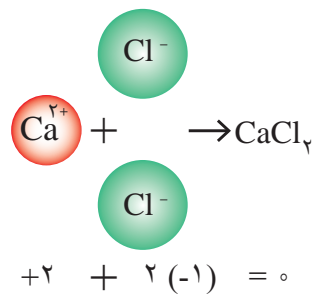
تبدیل اتم ها به یون ها

اتم اکسیژن برای رسیدن به آرایش گاز نجیب پس از خود باید دو الکترون بگیرد در حالی که اتم کلسیم باید دو الکترون ظرفیت خود را از دست بدهد تا به آرایش پایدار گاز نجیب پیش از خود برسد؛ به دیگر سخن هرگاه اتم های این دو عنصر در شرایط مناسب، کنار هم قرار گیرند، با هم واکنش می دهند به طوری که با دادوستد الکترون به یون های Ca^{2+} و O^{2-} تبدیل می شوند. میان یون های تولید شده به دلیل وجود بارهای الکتریکی ناهمنام، نیروی جاذبه بسیار قوی برقرار می شود؛ نیروی جاذبه ای که **پیوند یونی**^۱ نامیده می شود. ترکیب حاصل از این واکنش، کلسیم اکسید نام دارد که آن را با فرمول شیمیایی CaO نشان می دهند. این فرمول شیمیایی نشان می دهد که کلسیم و اکسیژن دو عنصر سازنده این ترکیب اند و نسبت یون های سازنده آن ۱ به ۱ است. ترکیب هایی از این دست که ذره های سازنده آنها یون است، **ترکیب یونی**^۲ نام دارند.



● **یون تک اتمی**، کاتیون یا آنیونی است که تنها از یک اتم تشکیل شده است؛ برای نمونه هریک از یون های Na^+ و Cl^- ، تک اتمی هستند.

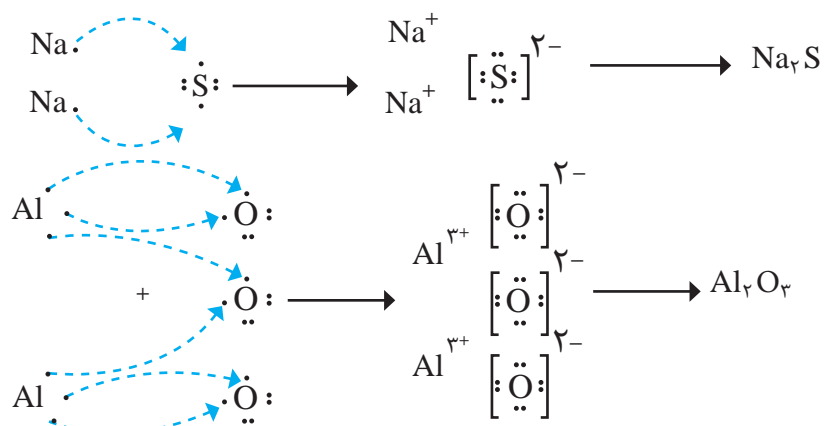
● هر ترکیب یونی که تنها از دو عنصر ساخته شده، **ترکیب یونی دوتایی** نامیده می شود. این ترکیب ها می توانند از واکنش فلزها با نافلزها پدید آیند.



با هم بیندیشیم

هر ترکیب یونی از لحاظ بار الکتریکی خنثی است؛ زیرا مجموع بار الکتریکی کاتیون ها با مجموع بار الکتریکی آنیون ها برابر است. از این ویژگی می توان برای نوشتن فرمول شیمیایی ترکیب های یونی دوتایی بهره برد؛ برای نمونه به چگونگی تشکیل سدیم سولفید و آلومینیم اکسید و نوشتن فرمول شیمیایی آنها توجه کنید.

● فرمول شیمیایی کلسیم کلرید نشان می دهد که نسبت کاتیون به آنیون سازنده آن، ۱ به ۲ است.



۱- روشی برای نوشتن فرمول شیمیایی ترکیب‌های یونی دوتایی ارائه کنید.

۲- فرمول شیمیایی هر یک از ترکیب‌های زیر را بنویسید.

- (آ) کلسیم برمید
 (ب) پتاسیم نیتريد
 (پ) منیزیم سولفید
 (ت) آلومینیم فلئورید

۳- با توجه به داده‌های جدول (آ)، شیوه نام‌گذاری ترکیب‌های یونی دوتایی را مشخص و سپس جدول (ب) را کامل کنید.

جدول (آ)

نام و نماد شیمیایی آنیون		نام و نماد شیمیایی کاتیون	
Br ⁻	یون برمید	Li ⁺	یون لیتیم
I ⁻	یون یدید	K ⁺	یون پتاسیم
N ^{۳-}	یون نیتريد	Mg ^{۲+}	یون منیزیم
S ^{۲-}	یون سولفید	Ca ^{۲+}	یون کلسیم
F ⁻	یون فلئورید	Al ^{۳+}	یون آلومینیم

جدول (ب)

نام ترکیب یونی	نماد یون‌های سازنده	فرمول شیمیایی
	O ^{۲-} , Mg ^{۲+}	MgO
	Cl ⁻ , Ca ^{۲+}	CaCl _۲
	K ⁺ , O ^{۲-}	K _۲ O
سدیم فسفید	Na ⁺ , P ^{۳-}	Na _۳ P
	Li ⁺ , Br ⁻	LiBr

تبدیل اتم‌ها به مولکول‌ها

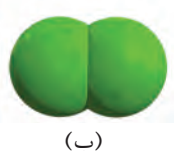
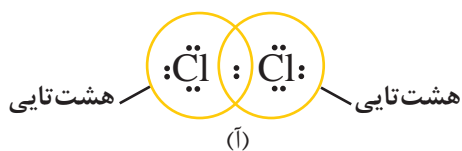
آیا همهٔ اتم‌ها هنگام ترکیب با یکدیگر، الکترون دادوستد می‌کنند؟ در درس علوم آموختید که بسیاری از ترکیب‌های شیمیایی در ساختار خود هیچ یونی ندارند و ذره‌های سازندهٔ آنها مولکول‌ها هستند. حال این پرسش مطرح است که رفتار کدام اتم‌ها سبب تشکیل مولکول‌ها خواهد شد؟ آیا در تشکیل مولکول‌ها رسیدن به آرایش هشت‌تایی ملاکی برای رفتار اتم‌هاست؟ برای یافتن پاسخ این پرسش‌ها به آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم کلر توجه کنید.



گاز کلر که خاصیت رنگ‌بری و گندزدایی دارد از مولکول‌های دو اتمی (Cl_2) تشکیل شده است. با توجه به آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم کلر می‌توان تشکیل این مولکول را به صورت زیر نشان داد:



با این توصیف هر اتم کلر، تک الکترون خود را با دیگری به اشتراک می‌گذارد به طوری که دو الکترون موجود بین دو اتم در آرایش الکترون - نقطه‌ای به هر دوی آنها تعلق دارد. در این وضعیت هر یک از اتم‌ها به آرایش هشت‌تایی رسیده است (شکل ۲۶).



شکل ۲۶- نمایش مولکول کلر (آ) آرایش هشت‌تایی اتم‌ها در مولکول (ب) مدل فضا پرکن

جفت الکترون اشتراکی میان دو اتم کلر در مولکول Cl_2 ، نشان‌دهندهٔ یک پیوند اشتراکی (کووالانسی) است؛ پیوندی که سبب اتصال دو اتم به یکدیگر در مولکول شده است؛ به دیگر سخن اتم نافلزها در شرایط مناسب با تشکیل پیوندهای اشتراکی می‌توانند مولکول‌های دو یا چند اتمی را بسازند (جدول ۴).

آیا می‌دانید

اخترشیمی‌دان‌ها توانسته‌اند وجود مولکول‌های گوناگونی را در نقاط بسیار دوری از کیهان ثابت کنند. طیف‌سنجی، دانشی است که کمک شایانی به این پژوهش‌ها کرده است. تاکنون بیش از ۱۲۰ مولکول در فضاها بین ستاره‌های شناخته شده است. این مولکول‌ها دو یا چند اتمی است. بسیاری از مولکول‌های یافت شده در زمین نیز هست؛ اما مولکول‌هایی هم شناخته شده است که در زمین وجود ندارد. مولکول‌های یاد شده بر اثر تابش پرتوهای کیهانی از جمله تابش فرابنفش به یون‌های مثبت تبدیل می‌شود؛ بنابراین افزون بر مولکول‌ها، گونه‌هایی با بارالکتریکی مثبت نیز در فضاها بین ستاره‌های وجود دارد.

● مواد شیمیایی خالصی که در ساختار خود مولکول دارند، مواد مولکولی نامیده می‌شوند.

جدول ۴- چگونگی تشکیل و نمایش مولکول‌های اکسیژن و آب

		تشکیل مولکول از اتم‌ها
		آرایش الکترون - نقطه‌ای مولکول
		مدل فضاپرکن
O _۲	H _۲ O	فرمول مولکولی

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



(HCl)



(NH_۳)



(CH_۴)

● مدل فضاپرکن برای برخی مولکول‌ها

خود را بیازمایید

۱- آرایش الکترون - نقطه‌ای را برای هر یک از مولکول‌های زیر رسم کنید.

(آ) هیدروژن کلرید (HCl)

(ب) آمونیاک (NH_۳)

(پ) متان (CH_۴)

۲- جرم مولی هر یک از ترکیب‌های داده شده در پرسش بالا را با استفاده از داده‌های

جدول دوره‌ای به دست آورید.

راهنمایی: جرم مولی یک ماده با مجموع جرم مولی اتم‌های سازنده آن برابر است. برای

نمونه، جرم مولی آب برابر است با: $16 \text{ g mol}^{-1} + (2 \times 1) = 18 \text{ g mol}^{-1}$

تمرین‌های دوره‌ای

- ۱- بررسی نمونه‌ای از یک شهاب‌سنگ نشان داد که در این شهاب‌سنگ ایزوتوپ‌های ^{54}Fe , ^{56}Fe , ^{57}Fe وجود دارد.
 (آ) آرایش الکترونی ^{26}Fe را رسم کنید.
 (ب) موقعیت آهن را در جدول دوره‌ای عناصر مشخص کنید.
 (پ) آهن به کدام دسته از عناصر جدول تعلق دارد؟
 (ت) آیا آرایش الکترونی ایزوتوپ‌های آهن یکسان است؟ چرا؟
- ۲- با استفاده از آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم‌ها در هر مورد، روند تشکیل، نام و فرمول شیمیایی ترکیب یونی حاصل از واکنش اتم‌های داده شده را مشخص کنید.

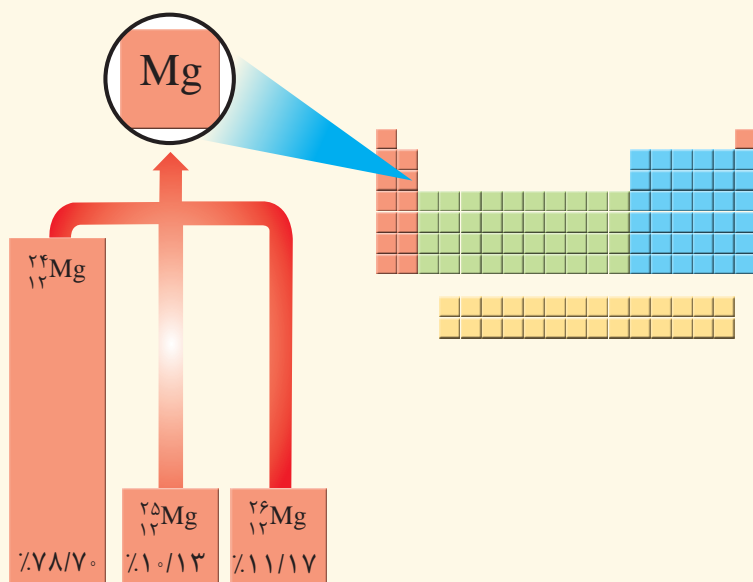
(پ) ^{13}Al با ^9F

(ب) ^{20}Ca با ^{7}N

(آ) ^{19}K با ^9F

۳- با توجه به شکل:

(آ) جرم اتمی میانگین منیزیم را به دست آورید.



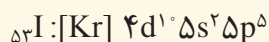
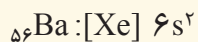
(ب) مفهوم هم‌مکانی را توضیح دهید.

- ۴- هرگاه یک جریان الکتریکی متناوب و 110° ولتی به یک خیار شور اعمال شود، خیار شور مانند شکل زیر شروع به درخشیدن می‌کند. علت ایجاد نور رنگی را توضیح دهید.



● این آزمایش توسط یک شیمی‌دان در شرایط ایمن و درون آزمایشگاه انجام شده است، از انجام چنین آزمایش‌هایی در بیرون از آزمایشگاه و در نبود معلم، خودداری کنید.

۵- آرایش الکترونی اتم‌های باریوم و ید به شما داده شده است؛ با توجه به آن:



(آ) پیش‌بینی کنید که هر یک از اتم‌های باریوم و ید در شرایط مناسب به چه یونی تبدیل می‌شود؟ چرا؟

(ب) فرمول شیمیایی ترکیب یونی حاصل از واکنش باریوم با ید را بنویسید.

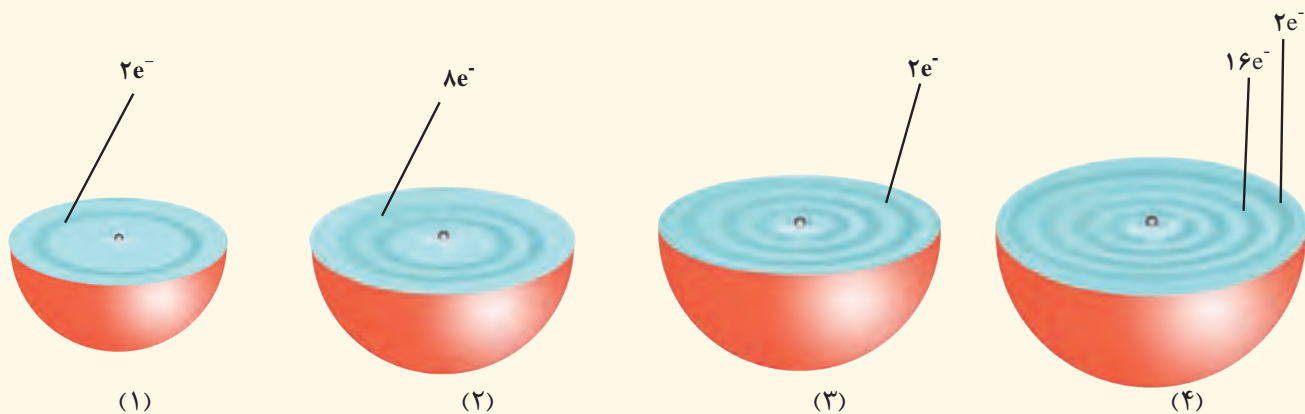
۶- اگر میانگین جرم هر اتم بور (B)، در حدود $10^{-23} \times 1.794$ باشد، جرم مولی آن را حساب و با جدول دوره‌ای مقایسه کنید.

۷- گرافیت دگر شکلی از کربن است. در سده شانزدهم میلادی تکه بزرگی از گرافیت خالص کشف شد که بسیار نرم بود. به دلیل شکل ظاهری آن، مردم می‌پنداشتند که گرافیت از سرب تشکیل شده است. امروزه با آنکه می‌دانیم مغز مداد از جنس گرافیت است، اما این ماده همچنان به سرب مداد معروف است. در $36^\circ/\text{C}$ گرم گرافیت خالص، چند مول کربن و چند اتم کربن وجود دارد؟

۱ H هیدروژن				۱۵ N نیتروژن	۱۶ O اکسیژن	۱۷ F فلوئور	
						۱۷ Cl کلر	
						۳۵ Br برم	
						۵۳ I ید	

۸- در جدول روبه‌رو عنصرهایی نشان داده شده است که در دما و فشار اتاق به شکل ماده مولکولی با مولکول‌های دو اتمی وجود دارند. با استفاده از آرایش الکترون-نقطه‌ای، ساختار این مولکول‌ها را رسم کنید.

۹- هر یک از شکل‌های زیر برشی از اتم یک عنصر را نشان می‌دهد؛ با توجه به آن:

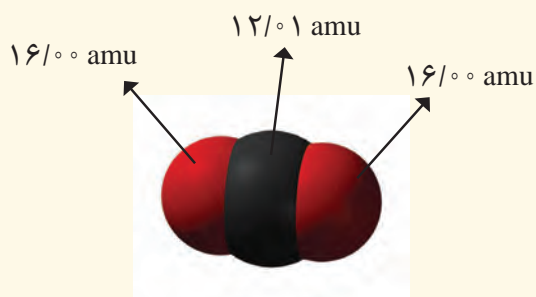


آ) موقعیت هر عنصر را در جدول دوره‌ای تعیین کنید.

ب) کدام اتم (ها) تمایلی به انجام واکنش و ترکیب شدن ندارد؟ چرا؟

پ) آرایش الکترون - نقطه‌ای (۲) و (۳) را رسم و پیش‌بینی کنید هر یک از این اتم‌ها در واکنش با فلئور چه رفتاری دارد؟

ت) در اتم (۴) چند زیر لایه به‌طور کامل از الکترون‌ها پر شده است؟ توضیح دهید.



۱۰- دانش‌آموزی با استفاده از مدل فضاپرکن کربن‌دی‌اکسید

مطابق شکل روبه‌رو توانست، جرم یک مولکول از آن را برحسب amu

به‌درستی محاسبه کند.

آ) روش کار او را توضیح دهید.

ب) جرم یک مول از مولکول نشان داده شده چند گرم است؟ چرا؟

پ) جرم مولی کربن‌دی‌اکسید را با استفاده از داده‌ها در جدول

دوره‌ای به‌دست آورید.

ت) با استفاده از داده‌های جدول دوره‌ای عنصرها، جرم مولی هر یک از ترکیب‌های زیر را برحسب g mol^{-1} به‌دست

آورید. Cl_2 ، HCl ، NaCl ، CaF_2 ، SO_3 ، Al_2O_3

۱۱- به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

آ) پتاسیم سه ایزوتوپ با نمادهای ^{39}K ، ^{40}K ، ^{41}K دارد، با توجه به جرم اتمی میانگین پتاسیم در جدول دوره‌ای عنصرها،

مشخص کنید که بیشترین درصد فراوانی مربوط به کدام ایزوتوپ است؟

ب) برم دو ایزوتوپ با نمادهای ^{79}Br (با جرم اتمی 78.92 amu) و ^{81}Br (با جرم اتمی 80.92 amu) دارد و جرم اتمی

میانگین آن برابر با 79.9 amu است. آیا نتیجه‌گیری زیر درست است؟ چرا؟

«درصد فراوانی ایزوتوپ‌های برم تقریباً برابر است.»

۱۲- با مراجعه به جدول دوره‌ای عنصرها، فرمول چند ترکیب یونی دوتایی را بنویسید که فرمول عمومی آنها به شکل زیر

باشد (X و Y می‌توانند نماینده عنصرهای گوناگون باشند) (توجه: برای پاسخ دادن به این پرسش، ۱۸ عنصر اول جدول

دوره‌ای عنصرها به‌جز بریلیم (Be)، بور (B) و آلومینیم (Al) را در نظر بگیرید.)

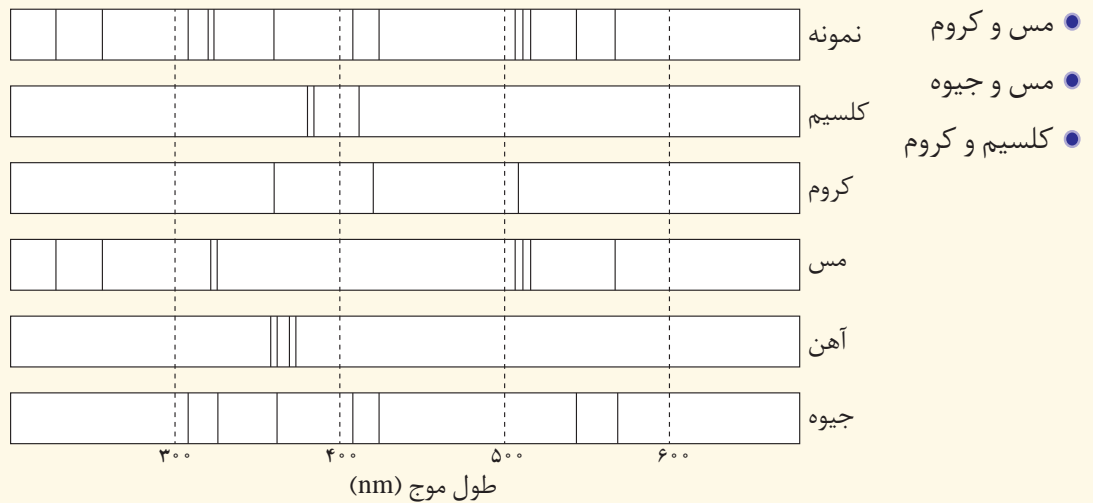
آ) XY

ب) X_2Y

پ) XY_2

ت) X_3Y

۱۳- آ) پژوهشگران در حفاری یک شهر قدیمی، تکه‌ای از یک ظرف سفالی پیدا کردند. آنها برای یافتن نوع عنصرهای فلزی آن به آزمایشگاه شیمی مراجعه کردند و از این نمونه طیف نشری گرفتند. شکل زیر الگویی از طیف نشری خطی این سفال و چند عنصر فلزی را نشان می‌دهد. با توجه به آن پیش‌بینی کنید چه فلزهایی در این سفال وجود دارد؟

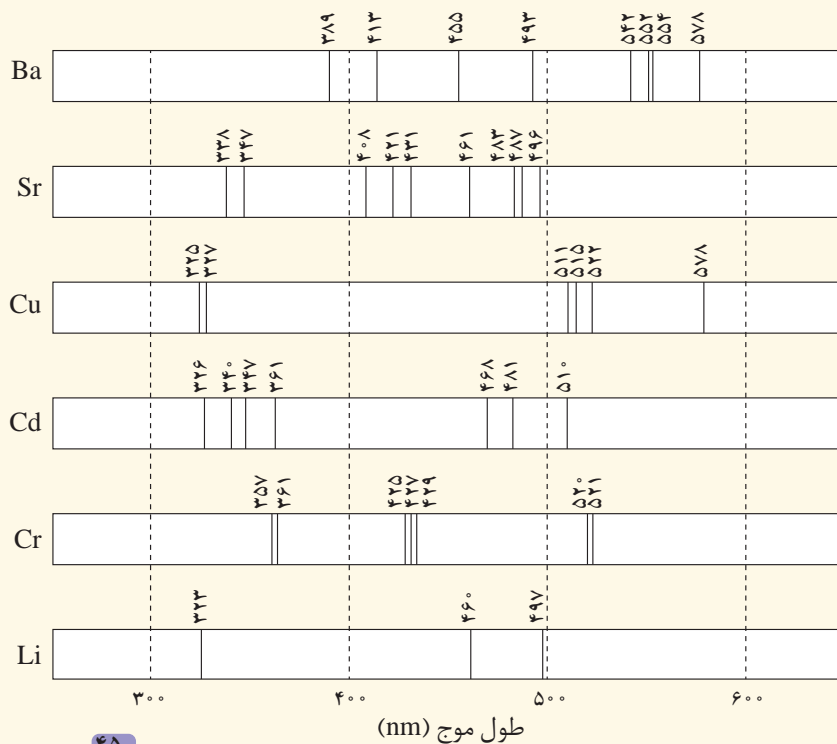


ب) طیف‌های نشری خطی دو نمونه مجهول، طول موج‌های زیر را نشان می‌دهند.

● (نمونه ۱) ۳۶۱، ۴۶۸، ۴۸۱، ۵۱۱، ۵۱۵، ۵۲۲ و ۵۷۸ nm

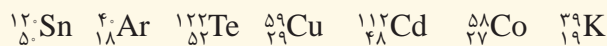
● (نمونه ۲) ۳۵۷، ۳۶۱، ۴۰۸، ۴۲۱، ۴۲۵، ۴۲۷، ۴۲۹، ۴۳۱، ۴۶۱، ۴۸۵، ۴۹۶ و ۵۲۱ nm

با توجه به آنها و طیف نشری خطی عنصرهای داده شده در شکل زیر، پیش‌بینی کنید در هر نمونه چه فلزهایی وجود دارد؟ (گاهی تعدادی از خط‌های طیف نشری خطی عنصرها به دلیل شدت کم مشاهده نمی‌شوند.)

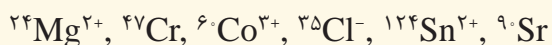


۱۴- عنصر Z یکی از عنصرهای دوره سوم جدول دوره‌ای عنصرهاست که در ساختار آرایش الکترون نقطه‌ای آن سه الکترون تک (جفت نشده) وجود دارد. اتم این عنصر می‌تواند در برخی واکنش‌ها سه الکترون به اشتراک بگذارد و در برخی واکنش‌ها سه الکترون بگیرد. آرایش الکترونی آن را رسم کنید.

۱۵- اتم‌های زیر را برحسب کاهش تعداد نوترون مرتب کنید.



۱۶- با مراجعه به جدول دوره‌ای عنصرها، در کدام گونه‌های شیمیایی زیر تعداد نوترون‌ها برابر با مجموع «تعداد پروتون‌ها و نصف تعداد الکترون‌ها» است؟



- ۱۷- درباره اتم مس (${}_{29}\text{Cu}$) در حالت پایه، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.
- (آ) آرایش الکترونی آن را نوشته و شماره گروه و دوره آن را تعیین کنید.
- (ب) چند الکترون با عدد کوانتومی $l = 0$ و چند الکترون با عدد کوانتومی $l = 2$ دارد؟
- (پ) در بیرونی‌ترین لایه آن چند الکترون وجود دارد؟
- (ت) در بیرونی‌ترین زیرلایه آن چند الکترون وجود دارد؟
- (ث) چند زیرلایه نیمه پر و پر وجود دارد؟



- ● ● «اللَّهُ الَّذِي يُرْسِلُ الرِّيحَ فَتُثِيرُ سَحَابًا فَيَبْسُطُهُ فِي السَّمَاءِ كَيْفَ يَشَاءُ وَ...» آیه ۴۸، سوره روم
- ● ● خداوند همان کسی است که بادهای را می‌فرستد تا ابرها را به حرکت درآورد سپس آنها را در پهنه آسمان آن گونه که بخواهد می‌گستراند و ...

● زمین در فضا همانند گویی فیروزه‌ای درون هاله‌ای از گازها با شکوه فراوان در چرخش است؛ هاله‌ای که سرشار از هوای پاک است؛ گرمای خورشید را در خود نگه می‌دارد؛ ساکنان زمین را از پرتوهای خطرناک کیهانی محافظت و آب را در سرتاسر سیاره ما توزیع می‌کند. بدین ترتیب زمین با چرخش خود، زندگی را دوام می‌بخشد. تداوم زندگی سالم و پایدار در این سیاره در گرو رفتار منطقی ما با ساکنان آن است؛ رفتاری که هماهنگ و سازگار با طبیعت باشد و نظم آن را برهم نزنند.

علم شیمی کمک می‌کند تا با بررسی خواص، رفتار و برهم کنش گازهای این پوشش آبی رنگ، راه‌های تداوم زندگی سالم را بیابیم؛ باشد که رد پای سنگین روی این سیاره زیبا بر جای نگذاریم.



آیا می دانید

جرم کل هواکره در حدود $5/3 \times 10^{18}$ تن
و نزدیک به $1/1000000$ جرم زمین است.

در میان سیاره‌های سامانه خورشیدی، تنها زمین، اتمسفری دارد که امکان زندگی را روی آن فراهم می‌کند. این اتمسفر، مخلوطی از گازهای گوناگون است که تا فاصله 50° 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 می‌دارد و مانع از خروج آنها از اتمسفر می‌شود (شکل ۱). از سوی دیگر، انرژی گرمایی مولکول‌ها سبب می‌شود تا پیوسته آنها در حال جنبش باشند و در سرتاسر هواکره^۱ توزیع شوند.



● اگر زمین را به سیب تشبیه کنیم، ضخامت هواکره نسبت به زمین به نازکی پوست سیب می‌ماند.

شکل ۱- لایه فیروزه‌ای پیرامون زمین، اتمسفر زمین یا همان هواکره است که اغلب هوا نامیده می‌شود.

اغلب گازها نامرئی هستند به طوری که ما هوا را نمی‌توانیم ببینیم و به طور معمول وجود آن را در پیرامون خود 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 فرآورده‌هایی تولید می‌کنند که دلخواه و مطلوب ساکنان سیاره خاکی نیست.

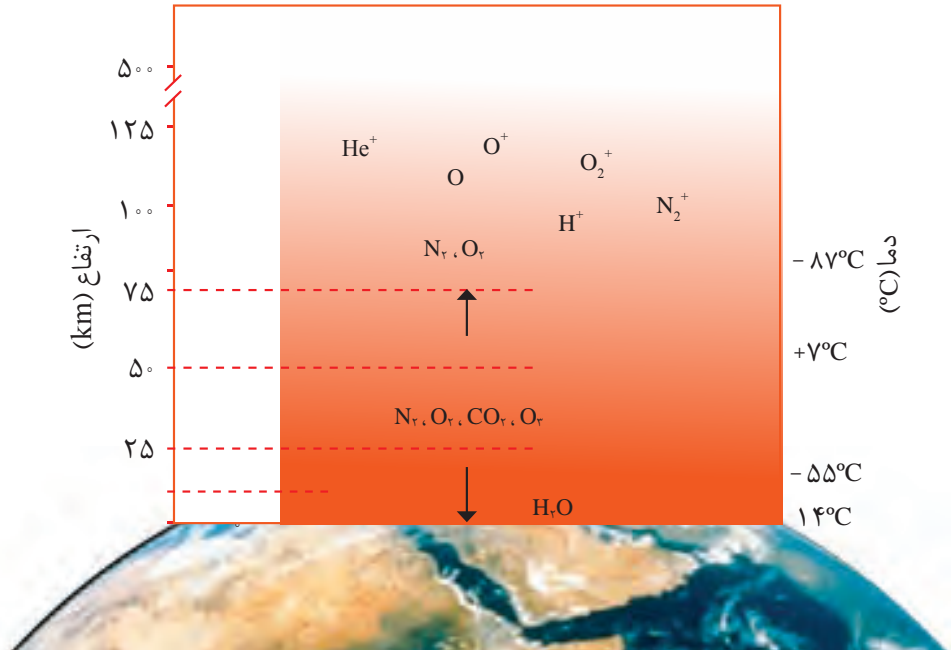
اینک این پرسش‌ها مطرح می‌شود که مواد اصلی پیرامون زمین چیست؟ تا کجاها یافت می‌شود؟ گازها به عنوان بخش عمده این مواد چه رفتارهایی دارند؟ چه واکنش‌هایی میان گازهای هوا رخ می‌دهد؟ این واکنش‌ها بر زندگی ساکنان این سیاره خاکی چه اثری می‌گذارد؟ رفتار انسان‌ها تا چه اندازه بر هواکره و ویژگی‌های آن تأثیر دارد؟ و پرسش‌های دیگری که ممکن است ذهن شما را به خود مشغول کرده باشد. برای یافتن پاسخ این پرسش‌ها با ما در این فصل همراه باشید.

آیا می دانید

آب و هوا نتیجهٔ برهم کنش میان زمین، هواکره، آب و خورشید است. تغییر آب و هوا تا فاصلهٔ ۱۰-۱۲ کیلومتری از سطح زمین (لایهٔ تروپوسفر) رخ می دهد.



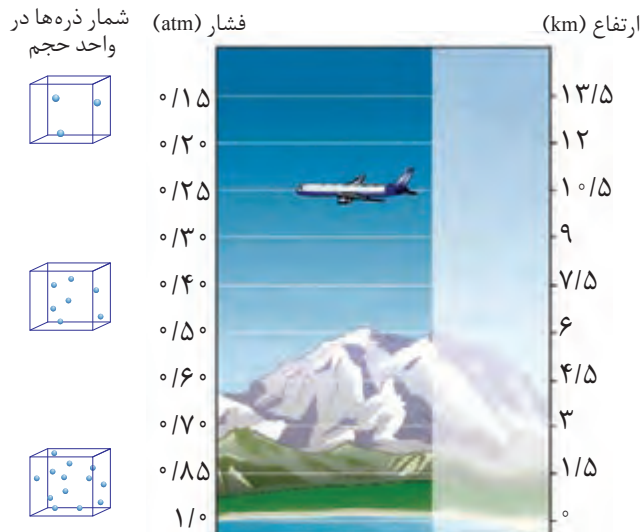
۱- در شکل زیر، تغییر دما و برخی اجزای سازندهٔ هواکره برحسب ارتفاع از سطح زمین نشان داده شده است. با توجه به آن:



● فشار هر گاز، ناشی از برخورد مولکول های آن با دیوارهٔ ظرف است. هواکره نیز به دلیل داشتن گازهای گوناگون فشار دارد. این فشار در همهٔ جهت ها بر بدن ما و به میزان یکسان وارد می شود.

آ) آیا روند تغییر دما در هواکره را می توان دلیلی بر لایه ای بودن آن دانست؟ توضیح دهید.
ب) آیا به جز اتم و مولکول، ذره های دیگری هم در این لایه ها هست؟ علت ایجاد آنها را توضیح دهید.

۲- دما و فشار هواکره، از جمله عوامل مهم در تعیین ویژگی های آن است. با توجه به شکل زیر مشخص کنید با افزایش ارتفاع از سطح زمین، فشار هوا چه تغییری می کند؟ توضیح دهید.



پیوند با ریاضی

تغییر آب و هوای زمین در لایه تروپوسفر^۱ رخ می دهد. در این لایه با افزایش ارتفاع به ازای هر کیلومتر، دما در حدود 6°C افت می کند و در انتهای لایه به حدود 55°C - (۲۱۸ کلوین) می رسد. اگر میانگین دما در سطح زمین در حدود 14°C (۲۸۷ کلوین) در نظر گرفته شود: (آ) ارتفاع تقریبی لایه تروپوسفر را حساب کنید. (ب) رابطه ای برای تبدیل دما، بر حسب درجه سلسیوس به دما بر حسب کلوین پیدا کنید.

هوا معجونی ارزشمند

شاید تجربه کرده باشید که گاهی مغز گردو، بادام، آفتابگردان و ... بو و مزه کهنگی می دهد که دلیل این ویژگی، ماندن آنها در هوای آزاد به مدت طولانی است. امروزه در صنعت با بسته بندی مناسب، می توان زمان ماندگاری مواد غذایی را افزایش داد. جالب است بدانید در بسته بندی برخی مواد خوراکی از گاز نیتروژن استفاده می شود. افزون بر این، گاز نیتروژن کاربردهای دیگری نیز دارد (شکل ۲).



(آ)



(ب)

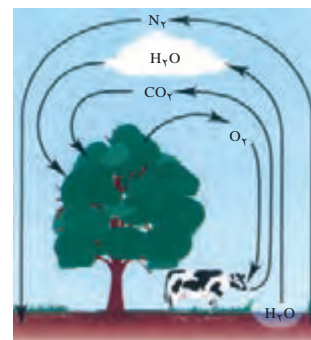


(پ)

شکل ۲- از گاز نیتروژن، (آ) برای پر کردن تایر خودروها، (ب) در صنعت سرماسازی برای انجماد مواد غذایی و (پ) برای نگهداری نمونه های بیولوژیک در پزشکی استفاده می شود.

نیتروژن، اکسیژن و کربن دی اکسید از جمله گازهای هواکره هستند که در زندگی روزانه نقش حیاتی دارند (شکل ۳).

اکنون این پرسش مطرح است که آیا هواکره می تواند منبع ارزشمندی برای تهیه برخی گازها باشد؟ حدود ۷۵ درصد از جرم هواکره، در نزدیک ترین لایه به زمین (تروپوسفر) قرار دارد. این بخش از هواکره، همان بخشی است که ما در آن زندگی می کنیم. پس از تروپوسفر،



شکل ۳- برهم کنش هواکره با زیست کره. زندگی جانداران گوناگون در زیست کره با گازهای موجود در هوا، گره خورده است. گیاهان با بهره گیری از نور خورشید و مصرف کربن دی اکسید هواکره، اکسیژن مورد نیاز جانداران را تولید می کنند. جانداران ذره بینی، گاز نیتروژن هواکره را برای مصرف گیاهان در خاک تثبیت می کنند.

^۱ Troposphere Layer



● بررسی‌های دانشمندان برای هوای به دام افتاده درون بلورهای یخ در یخچال‌های قطبی و نیز سنگ‌های آتشفشانی نشان می‌دهد که از ۲۰۰ میلیون سال پیش تاکنون، نسبت گازهای سازنده هواکره تقریباً ثابت مانده است.

آیا می‌دانید

انبیق، وسیله ساده‌ای است که جابربن حیان برای تقطیر مواد طراحی کرد. این ظرف برای گرم کردن مخلوط‌ها و نیز جمع‌آوری و هدایت بخارهای حاصل به کار می‌رفت.



هواکره رقیق و رقیق‌تر می‌شود. در جدول ۱، درصد حجمی گازهای تشکیل دهنده هوای خشک و پاک در لایه تروپوسفر نشان داده شده است. توجه کنید که رطوبت هوا متغیر بوده و میانگین بخار آب در هوا، حدود یک درصد است. هر چند این مقدار از جایی به جای دیگر، از روزی به روز دیگر و حتی از ساعتی به ساعت دیگر تغییر می‌کند.

جدول ۱- نام و درصد حجمی گازهای سازنده هوای پاک و خشک

درصد گاز در هوا	نام گاز
۷۸/۰۷۹	نیتروژن
۲۰/۹۵۲	اکسیژن
۰/۹۲۸	آرگون
۰/۰۳۸۵	کربن دی‌اکسید
۰/۰۰۱۸	نئون
۰/۰۰۰۵	هلیوم
۰/۰۰۰۱	کریپتون
ناچیز	زنون و دیگر گازها

جدول ۱ نشان می‌دهد 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 به جزء هوا می‌توان تهیه می‌کنند (شکل ۴).



شکل ۴- نمایی از یک برج تقطیر برای جداسازی اجزای هوا در پتروشیمی ماهشهر

در این فرایند، نخست هوا را از صافی‌هایی عبور می‌دهند تا گرد و غبار آن گرفته شود؛ سپس با استفاده از فشار، دمای هوا را پیوسته کاهش می‌دهند. با کاهش دمای هوا تا 0°C (صفر درجهٔ سلسیوس)، رطوبت هوا به صورت یخ از آن جدا می‌شود (چرا؟). در دمای 78°C -، گاز کربن دی‌اکسید هوا نیز به حالت جامد در می‌آید. با سرد کردن بیشتر تا دمای 20°C -، مخلوط بسیار سردی از چند مایع پدید می‌آید که به آن **هوای مایع**^۱ می‌گویند. در پایان، با عبور هوای مایع از یک ستون تقطیر، گازهای سازنده جداسازی و در ظرف‌های جدا ذخیره می‌شوند.



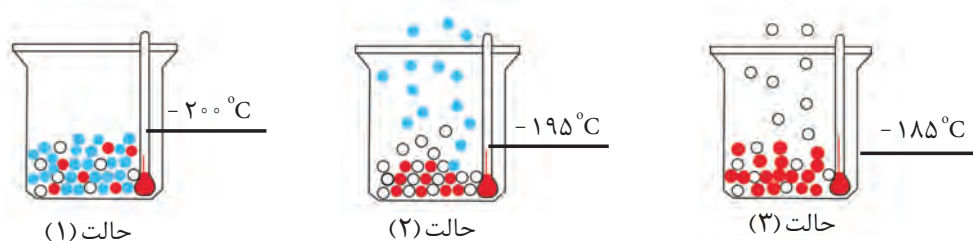
● **آرگون** گازی بی‌رنگ، بی‌بو و غیرسمی است. واژهٔ آرگون به معنای تنبل است؛ زیرا واکنش‌پذیری ناچیزی دارد. این گاز در پتروشیمی شیراز از تقطیر جزء به جزء هوای مایع با خلوص بسیار زیاد تهیه می‌شود. آرگون به عنوان محیط بی‌اثر در جوشکاری، برش فلزها و همچنین در ساخت لامپ‌های رشته‌ای به کار می‌رود.

با هم بیندیشیم

۱- با توجه به جدول روبه‌رو به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:
 (آ) نمونه‌ای از هوای مایع با دمای 20°C - تهیه شده است، اگر این نمونه تقطیر شود، ترتیب جداسازی گازها را مشخص کنید.

نقطهٔ جوش ($^{\circ}\text{C}$)	گاز
-۱۹۶	نیتروژن
-۱۸۳	اکسیژن
-۱۸۶	آرگون
-۲۶۹	هلیوم

ب) دانش‌آموزی جداشدن برخی گازها را از هوای مایع مطابق شکل زیر طراحی کرده است. مشخص کنید هر گوی رنگی، نشان‌دهندهٔ کدام گاز است؟ چرا؟



پ) در دمای 8°C -، اجزای سازندهٔ هوای مایع به کدام شکل وجود دارند؟ چرا؟



ت) توضیح دهید چرا تهیهٔ اکسیژن صددرصد خالص در این فرایند دشوار است؟

آیا می‌دانید

هنگام ریختن هوای مایع درون یک بالن، مخلوط شروع به جوشیدن می‌کند.



۲-آ) هرگاه یک لوله آزمایش خشک و سرد را مطابق شکل‌های زیر درون یک مایع با دمای 20°C قرار دهیم، مایع بی‌رنگی درون لوله آزمایش جمع می‌شود. این مایع چگونه تشکیل شده است؟ توضیح دهید.



(۳)

(۲)

(۱)

ب) اگر لوله آزمایش را از درون این مایع بسیار سرد بیرون آورده و در هوای اتاق قرار دهیم و بلافاصله یک کبریت شعله‌ور را به دهانه آن نزدیک کنیم، شعله خاموش می‌شود. از این مشاهده چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

پ) اگر پس از گذشت چند دقیقه کبریت نیمه افروخته را به دهانه لوله نزدیک کنیم، کبریت شعله‌ور می‌شود. چرا؟



● (برای مشاهده آزمایش به این رمزینه سریع پاسخ مراجعه کنید.)

● مقدار گازهای نجیب در هواکره بسیار کم است. از این رو به گازهای کمیاب نیز معروف هستند.



شکل ۵- از هلیوم، افزون بر پر کردن بالن‌های هواشناسی، تفریحی و تبلیغاتی در جوشکاری، کپسول غواصی و مهم‌تر از همه، برای خنک کردن قطعات الکترونیکی در دستگاه‌های تصویربرداری مانند MRI^۱ استفاده می‌شود.

هلیوم در کره زمین به مقدار خیلی کم یافت می‌شود؛ به طوری که مقدار ناچیزی از آن در هوا و مقدار بیشتری در لایه‌های زیرین پوسته زمین وجود دارد؛ از این رو، منابع زمینی آن از هواکره سرشارتر و برای تولید هلیوم در مقیاس صنعتی مناسب‌ترند.

هلیوم از واکنش‌های هسته‌ای در ژرفای زمین تولید می‌شود. این گاز پس از نفوذ به لایه‌های زمین، وارد میدان‌های گازی می‌شود. یافته‌های تجربی نشان می‌دهد که حدود ۷ درصد حجمی

آیا می‌دانید

مجموع ذخایر هلیوم در جهان ۴۰ میلیارد مترمکعب برآورد می‌شود. بیشتر این ذخایر در آمریکا، الجزایر، روسیه، ایران و قطر یافت می‌شود. سالانه ۱۷۵ میلیون مترمکعب هلیوم در جهان تولید می‌شود. ایران، پس از روسیه، دومین ذخایر گاز طبیعی جهان را دارد. از این رو کشور ما جزو کشورهایی است که از ذخیره هلیوم زیادی برخوردار است.



از مخلوط گاز طبیعی را هلیوم تشکیل می‌دهد. البته مقدار هلیوم در میدان‌های گازی گوناگون، متفاوت است (شکل ۶). هلیوم را می‌توان افزون بر هوای مایع، از تقطیر جزء به جزء گاز طبیعی نیز به دست آورد. تهیه این گاز از کدام روش مقرون به صرفه‌تر است؟ چرا؟

شکل ۶ - هلیوم موجود در گاز طبیعی به همراه سایر فراورده‌های سوختن بدون مصرف وارد هوا کره می‌شود.

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. امید است گسترش دانش علوم پایه و فنی و مهندسی سبب تربیت دانش‌آموختگان و متخصصانی شود تا بتوانیم از منابع خدادادی و ثروت‌های ملی، بهره مناسب ببریم.

اکسیژن، گازی واکنش‌پذیر در هواکره

اکسیژن یکی از مهم‌ترین گازهای تشکیل‌دهنده هواکره است که زندگی روی زمین به وجود آن گره خورده است. به طوری که بسیاری از واکنش‌های شیمیایی مانند فرسایش سنگ و صخره، زنگ‌زدن، فساد مواد غذایی و... که پیوسته پیرامون ما رخ می‌دهند به دلیل تمایل زیاد اکسیژن برای انجام واکنش است. این عنصر در آب کره، در ساختار مولکول‌های آب و در زیست کره در ساختار همه مولکول‌های زیستی مانند کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها یافت می‌شود. در هواکره نیز این گاز به طور عمده به شکل مولکول‌های دو اتمی وجود دارد؛ هر چند مقدار این گاز در لایه‌های گوناگون هواکره با هم تفاوت دارد.

خود را بیازمایید

در جدول زیر، فشار گاز اکسیژن هوا در ارتفاع‌های مختلف از سطح زمین داده شده است:

۰	۰.۳	۰.۶	۱.۱	۲.۴	۳.۰	۳.۶	۴.۲	۴.۸	۶	۶.۷	۷.۳	۷.۹	ارتفاع از سطح زمین (km)
۲۰/۹	۲۰/۱	۱۹/۴	۱۶/۶	۱۵/۴	۱۴/۳	۱۳/۲	۱۲/۳	۱۱/۴	۹/۷	۹	۸/۴	۷/۶	فشار گاز اکسیژن (atm × 10 ⁻²)

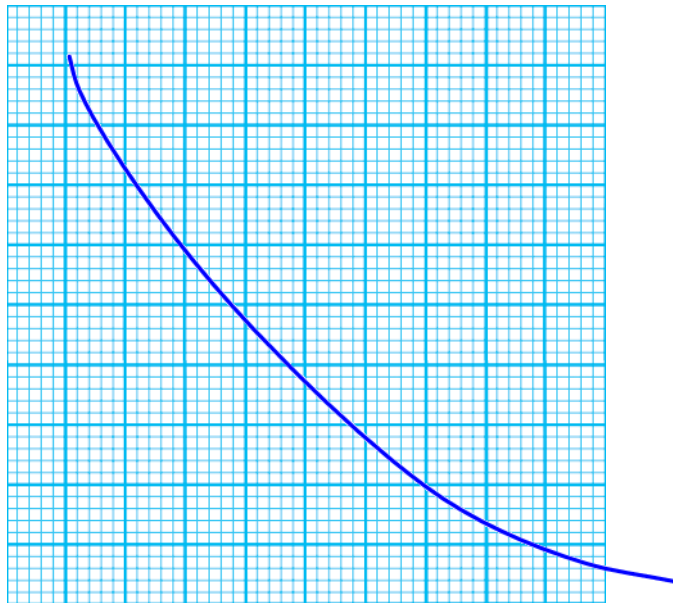


چرا هواپیماها با خود اتاقکی از گاز اکسیژن حمل می‌کنند؟

آ نمودار فشار گاز اکسیژن را بر حسب ارتفاع، روی کاغذ میلی‌متری داده شده رسم کنید.



● کوهنوردان به هنگام صعود به ارتفاعات کپسول اکسیژن حمل می‌کنند.



(ب) با توجه به نمودار، با افزایش ارتفاع در هوا کره فشار گاز اکسیژن چه تغییری می‌کند؟
 (پ) با استفاده از نمودار، فشار این گاز را در ارتفاع ۲/۵ کیلومتری پیش‌بینی کنید.
 (ت) با استفاده از یک نرم‌افزار رسم نمودار، این نمودار را رسم و نتیجه را به کلاس گزارش کنید.

ترکیب اکسیژن با فلزها و نافلزها

اکسیژن در سنگ کره به شکل اکسیدهای گوناگون نیز یافت می‌شود. برای نمونه فلز آلومینیم به شکل بوکسیت (Al_2O_3 به همراه ناخالصی) و سیلیسیم به شکل سیلیس (SiO_2) در طبیعت وجود دارد (شکل ۷).



(ا)



(ب)

شکل ۷- (آ) سنگ معدن آلومینیم و (ب) سیلیس



شکل ۸- سنگ معدن حاوی FeO و Fe_2O_3

شاید تصور کنید که فلزها تنها یک نوع اکسید در طبیعت دارند، جالب است بدانید که افزون بر فلزهایی مانند طلا و پلاتین که به حالت آزاد در طبیعت یافت می‌شوند، فلزهایی نیز وجود دارند که با بیش از یک نوع اکسید در طبیعت شناخته شده‌اند. آهن نمونه‌ای از آنهاست. این فلز در ترکیب با اکسیژن دو نوع اکسید با فرمول‌های شیمیایی FeO، Fe_2O_3 تولید می‌کند (شکل ۸). آیا می‌دانید این ترکیب‌ها را چگونه باید نام‌گذاری کرد؟

با هم ببندیشیم

● عدد‌های رومی

I	یک
II	دو
III	سه
IV	چهار
V	پنج

در جدول زیر، نام و فرمول شیمیایی برخی اکسیدهای فلزی داده شده است.

فرمول	نام	فرمول	نام
Na ₂ O	سدیم اکسید	Fe ₂ O ₃	آهن (III) اکسید
MgO	منیزیم اکسید	Cu ₂ O	مس (I) اکسید
FeO	آهن (II) اکسید	CuO	مس (II) اکسید

۱- با بررسی داده‌های جدول:

آ) کدام فلزها بیش از یک نوع اکسید تشکیل داده‌اند؟

ب) نماد کاتیون را در اکسیدهای آهن و مس مشخص کنید.

پ) چه رابطه‌ای بین نام ترکیب با بار الکتریکی این کاتیون‌ها وجود دارد؟

ت) شیوه نام‌گذاری ترکیب‌های یونی را که در آنها کاتیون بارهای الکتریکی متفاوتی دارد،

توضیح دهید.

۲- جدول زیر را کامل کنید.

نام ترکیب	آلومینیم فلوئورید	پتاسیم سولفید	آهن (III) فلوئورید	فرمول شیمیایی
				Cu ₂ S
				MgBr ₂
				CaO

۳- هرگاه بدانید که اتم عنصر کروم در ترکیب‌های خود اغلب به شکل کاتیون Cr²⁺ یا Cr³⁺

یافت می‌شود، فرمول و نام شیمیایی اکسیدها و کلریدهای آن را بنویسید.

واکنش عنصرها با اکسیژن، تنها به فلزها محدود نمی‌شود بلکه نافلزها نیز با آن واکنش می‌دهند و به اکسید نافلزها تبدیل می‌شوند. در واقع اکسیدهای نافلزی، دسته دیگری از ترکیب‌های شیمیایی هستند که از واکنش نافلزها با اکسیژن تولید می‌شوند. ترکیب‌هایی مانند CO₂، SO₂، SO₃ و NO₂، نمونه‌هایی از اکسیدهای نافلزی هستند. با توجه به اینکه هر زیروند در فرمول شیمیایی، نمایانگر شمار اتم‌های آن عنصر در ترکیب است، شیمی دان‌ها برای بیان شمار هر یک از اتم‌ها، پیشوندهای معرفی شده در جدول روبه‌رو را به کار می‌برند. برای نمونه، به فرمول و نام شیمیایی ترکیب زیر توجه کنید:



دی نیتروژن تترا اکسید

تعداد	پیشوند
۱	مونو
۲	دی
۳	تری
۴	تترا
۵	پنتا
۶	هگزا

نام شیمیایی این ماده، الگویی برای نام گذاری این نوع ترکیب‌ها است. بدین ترتیب که نخست، شمار و نام عنصری گفته می‌شود که در سمت چپ فرمول شیمیایی نوشته شده است. سپس شمار و نام عنصر دوم با پسوند «ید» بیان می‌شود.

خود را بیازمایید

نام ترکیب‌ها در ستون نخست و فرمول شیمیایی ترکیب‌ها در ستون دوم را بنویسید.



SO₃



CO₂



CO

● مدل فضا پرکن چند مولکول

(آ) NO ₂	(ج) دی نیتروژن تری اکسید
(ب) CO	(چ) کربن دی سولفید
(پ) SO ₂	(ح) گوگرد تری اکسید
(ت) PCl ₃	(خ) کربن تترا کلرید
(ث) SiBr ₄	(د) نیتروژن تری فلئورید

با هم بیندیشیم

در آرایش الکترون - نقطه‌ای (ساختار لوویس)، الکترون‌های لایه ظرفیت اتم‌ها طوری کنار آنها چیده می‌شوند که همه اتم‌های سازنده ترکیب از قاعده هشت‌تایی پیروی کنند. اینک با توجه به آرایش الکترون - نقطه‌ای کربن دی اکسید و بررسی موارد زیر، روشی برای رسم ساختار لوویس مولکول‌ها بیابید.



● اگر در فرمول مولکولی یک ترکیب، تنها یک اتم از عنصر سمت چپ وجود داشته باشد، از به کار بردن پیشوند مونو پیش از نام این عنصر چشم‌پوشی می‌شود.

- شمار کل الکترون‌های لایه ظرفیت اتم‌های سازنده را حساب کنید. برای این کار، شمار الکترون‌های لایه ظرفیت اتم‌های سازنده را با هم جمع کنید.
- ساختارهای ممکن که در آنها، اتم‌های کربن و اکسیژن با یک، دو یا سه پیوند اشتراکی به هم متصل شده‌اند به صورت زیر است:



● در فرمول مولکولی، اتمی که سمت چپ نوشته می‌شود (به جز اتم هیدروژن)، اتم مرکزی است و اتم‌های دیگر با یک، دو یا سه پیوند اشتراکی به آن متصل می‌شوند.

- الکترون‌های ناپیوندی روی اتم‌ها را با جفت نقطه نشان دهید، به طوری که پیرامون هر اتم در مجموع، هشت الکترون (پیوندی + ناپیوندی) وجود داشته باشد.

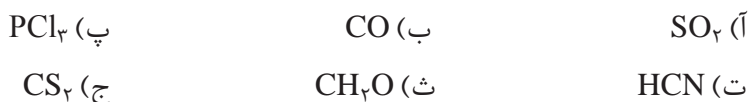
۴- از میان ساختارهایی که رسم کرده‌اید، آنکه ویژگی‌های زیر را دارد، ساختار لوویس درست ترکیب را نشان می‌دهد:

● مجموع الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی در مولکول، برابر با مجموع الکترون‌های لایه ظرفیت اتم‌های سازنده آن باشد.

● همه اتم‌ها به آرایش هشت‌تایی رسیده باشند (اتم هیدروژن همواره یک پیوند تشکیل می‌دهد، از این رو تنها با دو الکترون پایدار می‌شود).

راهنمایی: در رسم ساختار لوویس، هنگامی که اتم‌های یکسانی به اتم مرکزی متصل‌اند، نمایش پیوند دوگانه بر پیوند سه‌گانه مقدم است.

اکنون با روشی که آموخته‌اید، ساختار لوویس هر یک از مولکول‌های زیر را رسم کنید.



● هرگاه اتم عنصرهای گروه ۱۷، اتم کناری باشند، تنها یک پیوند اشتراکی تشکیل می‌دهند.

● بررسی ساختار لوویس گونه‌هایی که از قاعده هشت‌تایی پیروی نمی‌کنند و گونه‌هایی که بیش از یک اتم مرکزی دارند، جزو هدف‌های این کتاب نیست. بنابراین طرح پرسش از این موارد، در ارزشیابی پایانی ممنوع است.

اکسیدها در فرآورده‌های سوختن

دریافتید که اکسیژن، گازی واکنش‌پذیر است و با اغلب عنصرها و مواد واکنش می‌دهد؛ به طوری که شیمی‌دان‌ها از این ویژگی برای تهیه بسیاری از مواد بهره می‌گیرند، برای نمونه در صنعت برای تهیه سولفوریک اسید، نخست گوگرد را در واکنش با اکسیژن به SO₂ تبدیل می‌کنند. واکنشی که به سوختن گوگرد معروف است. جالب است بدانید که برخی عنصرهای فلزی و نافلزی دیگر نیز می‌توانند با اکسیژن بسوزند و به اکسیدهای فلزی و نافلزی تبدیل شوند. شکل‌های ۹ و ۱۰ نمونه‌هایی از این واکنش‌ها را نشان می‌دهند.



(آ) (ب)

شکل ۹- اغلب فلزها در شرایط مناسب با گاز اکسیژن می‌سوزند.

(آ) سوختن پودر آهن، (ب) سوختن سدیم



(آ) (ب)

شکل ۱۰- سوختن (آ) منیزیم، (ب) گوگرد

اینک می‌توان گفت **سوختن**، واکنشی شیمیایی است که در آن، یک ماده با اکسیژن به سرعت واکنش می‌دهد و بخشی از انرژی شیمیایی آن به صورت گرما و نور آزاد می‌شود. افزون بر برخی عناصرها؛ دیگر مواد از جمله سوخت‌های فسیلی نیز در شرایط مناسب می‌سوزند. برای نمونه، زغال سنگ در حضور اکسیژن می‌سوزد و افزون بر تولید گازهای CO_2 ، SO_2 و بخار آب، مقدار زیادی انرژی آزاد می‌کند (شکل ۱۱).

نور و گرما + کربن دی‌اکسید + گوگرد دی‌اکسید + بخار آب → اکسیژن + زغال سنگ



(آ)



(ب)



شکل ۱۱- سوختن زغال سنگ در هوا

شکل ۱۲- آ) رنگ زرد شعله، نشان‌دهنده سوختن ناقص است و ب) رنگ آبی شعله، نشان می‌دهد که وسیله گازسوز به درستی کار می‌کند و اکسیژن کافی در محیط واکنش وجود دارد.

نوع فرآورده‌ها در واکنش سوختن سوخت‌های فسیلی، به مقدار اکسیژن در دسترس بستگی دارد؛ به طوری که اگر اکسیژن کافی باشد، **سوختن کامل**^۱ انجام می‌شود و گاز کربن دی‌اکسید و بخار آب تولید می‌گردد. اما اگر مقدار اکسیژن کم باشد، گاز کربن مونوکسید به همراه دیگر فرآورده‌ها تولید خواهد شد؛ در این حالت گفته می‌شود **سوختن ناقص**^۲ است (شکل ۱۲).

کربن مونوکسید^۳، گازی بی‌رنگ، بی‌بو و بسیار سمی است. چگالی این گاز کمتر از هوا و قابلیت انتشار آن در محیط بسیار زیاد است؛ به طوری که به سرعت در همه فضای اتاق پخش می‌شود.

از آنجا که میل ترکیبی هموگلوبین خون با این گاز بسیار زیاد و بیش از ۲۰۰ برابر اکسیژن است، مولکول‌های آن پس از اتصال به هموگلوبین از رسیدن اکسیژن به بافت‌های بدن جلوگیری می‌کنند. این ویژگی باعث مسمومیت می‌شود و سامانه عصبی را فلج می‌کند به طوری که قدرت هرگونه اقدامی را از فرد مسموم می‌گیرد و بدین ترتیب باعث مرگ می‌شود.

آیا می‌دانید

بر اساس گزارش‌های رسمی کشور، سالانه در حدود ۱۰۰۰ نفر بر اثر گاز گرفتگی، جان خود را از دست می‌دهند. از این رو، ضروری است همه شهروندان درباره راه‌های جلوگیری از گاز گرفتگی در مکان‌های گوناگون، اطلاعات کافی مناسب و کارآمد داشته باشند.

در میان تارنماها

۱- بیشتر مرگ و میرهای ناشی از گاز گرفتگی به دلیل رعایت نکردن اصول ایمنی هنگام استفاده از وسایل گرمایشی است. درباره روش‌های استاندارد انتقال گازهای حاصل از سوختن سوخت‌ها به بیرون از خانه و روش‌های جلوگیری از گاز گرفتگی، اطلاعات جمع‌آوری و در کلاس گزارش کنید.

۲- امروزه در برخی خانه‌ها از دستگاهی برای اعلام نشت گاز کربن مونوکسید استفاده می‌کنند (شکل ۱۳). با مراجعه به منابع علمی معتبر درباره شیوه کار این دستگاه گزارشی تهیه و در کلاس ارائه کنید.



شکل ۱۳- نوعی دستگاه حسگر کربن مونوکسید

خود را بیازمایید

یکی از کاربردهای آرگون ایجاد محیط بی‌اثر هنگام جوشکاری است. به نظر شما این روش بر استحکام و طول عمر فلز جوشکاری شده چه تأثیری خواهد داشت؟ توضیح دهید.



● استفاده از آرگون در جوشکاری

رفتار اکسیدهای فلزی و نافلزی

اکسیدهای فلزی و نافلزی، به دلیل تنوع رفتار، کاربردهای فراوانی در زندگی دارند. برای نمونه برخی کشاورزان کلسیم اکسید (آهک) را به عنوان اکسید فلزی برای افزایش بهره‌وری در کشاورزی به خاک می‌افزایند؛ زیرا افزودن این نوع مواد به خاک سبب می‌شود تا مقدار و نوع مواد معدنی در دسترس گیاه تغییر کند. همچنین از کلسیم اکسید برای کنترل میزان اسیدی بودن آب دریاچه‌ها استفاده می‌شود (شکل ۱۴).



شکل ۱۴- افزودن آهک به زمین‌های کشاورزی و دریاچه‌های اسیدی



● اثر هیدروکلریک اسید بر روی برگ گیاه

در درس علوم آموختید که مرجان‌ها، گروهی از کیسه‌تنان با اسکلت آهکی هستند. پژوهش‌ها نشان می‌دهند که این جانداران با افزایش مقدار کربن دی‌اکسید محلول در آب از بین می‌روند زیرا خاصیت اسیدی آب افزایش می‌یابد (شکل ۱۵).



(آ)

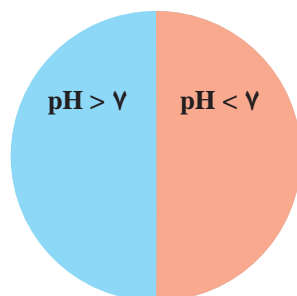
(ب)

شکل ۱۵- (آ) مرجان‌های سالم و (ب) اثر CO_2 بر مرجان‌ها

کاوش کنید

دربارهٔ «رفتار شیمیایی اکسیدهای فلزی و نافلزی» کاوش کنید.

- ۱- درون بشری تا نیمه آب بریزید؛ مقداری آهک به آن بیفزایید و مخلوط را خوب به هم بزنید.
- ۲- یک تکه کاغذ pH بردارید و آن را به محلول آب آهک آغشته نمایید. چه مشاهده می‌کنید؟
- ۳- یک بطری محتوی آب گازدار بردارید و کاغذ pH را به آن آغشته نمایید. چه رنگی می‌شود؟
- ۴- از این آزمایش‌ها چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟ توضیح دهید.
- ۵- پیش بینی کنید با افزودن هر یک از مواد زیر به آب، محلول به دست آمده چه خاصیتی دارد؟ هر ماده را درون دایره و در جای مناسب بنویسید.



(آ) MgO

(ب) SO_2

(پ) CO_2

(ت) Na_2O

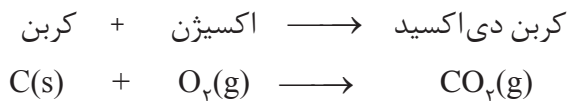
به طور کلی، اکسیدهای فلزی را **اکسیدهای بازی**^۱ و اکسیدهای نافلزی را **اکسیدهای اسیدی**^۲ می‌نامند؛ زیرا از واکنش اغلب آنها با آب به ترتیب باز و اسید تولید می‌شود.

۱- Basic Oxides

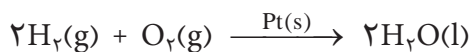
۲- Acidic Oxides

واکنش‌های شیمیایی و قانون پایستگی جرم

در هر تغییر شیمیایی مانند سوختن مواد، فساد مواد غذایی و... از یک یا چند ماده شیمیایی، ماده (مواد) تازه‌ای تولید می‌شود. هر تغییر شیمیایی می‌تواند شامل یک یا چند واکنش شیمیایی باشد که هر یک از آنها را با یک معادله نشان می‌دهند. در این معادله، واکنش دهنده‌ها در سمت چپ و فرآورده‌ها در سمت راست نوشته می‌شوند؛ برای مثال، سوختن کربن را به صورت زیر نمایش می‌دهند:



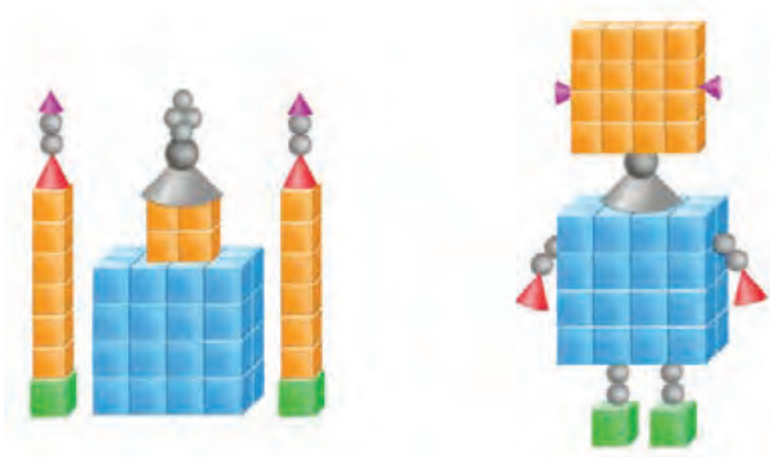
معادله نخست، نوشتاری^۱ و معادله دوم، نمادی^۲ نامیده می‌شود. معادله نمادی، افزون بر نمایش فرمول شیمیایی واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌ها می‌تواند حالت فیزیکی آنها و اطلاعاتی درباره شرایط واکنش نیز ارائه کند؛ برای نمونه، معادله شیمیایی زیر بیان می‌کند که این واکنش در حضور کاتالیزگر پلاتین انجام می‌شود:



یکی از ویژگی‌های مهم واکنش‌های شیمیایی این است که همه آنها از **قانون پایستگی جرم**^۳ پیروی می‌کنند.

با هم بیندیشیم

۱- دو دانش آموز با استفاده از قطعه‌های پلاستیکی، دو دست سازه به شکل‌های زیر درست کرده‌اند. درباره جرم این دو دست سازه گفت و گو کنید و شرط برابری جرم آنها را بنویسید.



تغییر شیمیایی می‌تواند با تغییر رنگ، مزه، بو یا آزاد سازی گاز، تشکیل رسوب و گاهی ایجاد نور و صدا همراه باشد.



هنگامی که به شکر گرما داده می‌شود، دچار تغییر شیمیایی می‌شود و رنگ آن تغییر می‌کند.

معنا	نماد
جامد	(s)
مایع	(l)
گاز	(g)
محللول آبی	(aq)

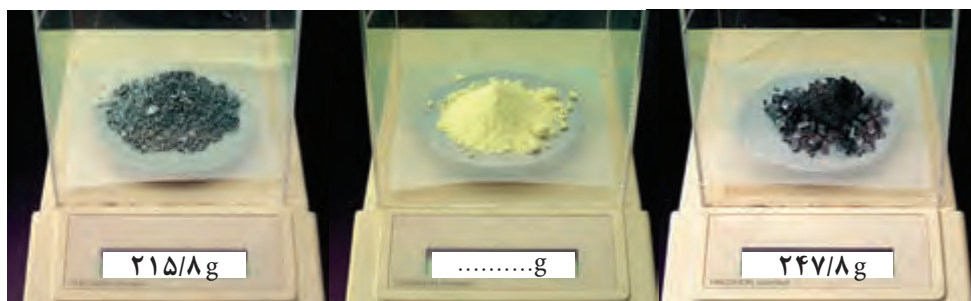
نمادهای به کاررفته برای نمایش حالت فیزیکی مواد در معادله‌های شیمیایی.

در معادله واکنش، رسوب حالت جامد، مذاب حالت مایع و بخار حالت گاز دارد.

۲- جای خالی را پر کنید.

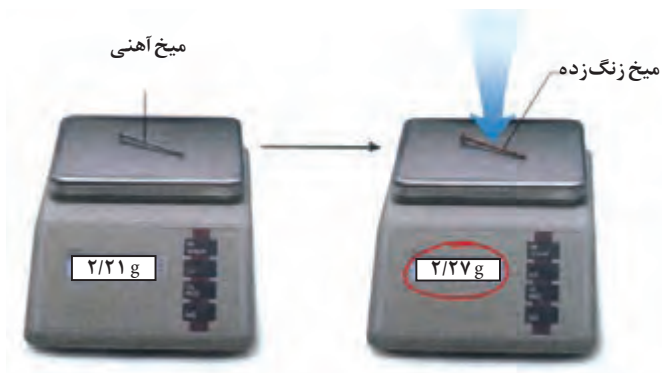
معنا	نماد
تولید می کند یا می دهد.	→
واکنش دهنده ها بر اثر گرم شدن واکنش می دهند.	$\xrightarrow{\Delta}$
واکنش در فشار ۲۰ اتمسفر انجام می شود.	$\xrightarrow{20 \text{ atm}}$
واکنش در دمای ۱۲۰۰ درجه سلسیوس انجام می شود.	$\xrightarrow{1200^\circ \text{C}}$
برای انجام شدن واکنش، از فلز پالادیم (Pd) به عنوان کاتالیزگر استفاده می شود.	$\xrightarrow{\text{Pd(s)}}$

نقره سولفید $\xrightarrow{\Delta}$ گوگرد + فلز نقره



● معنای برخی نمادها در معادله های شیمیایی

۳- میخ آهنی در هوای مرطوب زنگ می زند. با توجه به جرمی که ترازوها نشان می دهند، قانون پایستگی جرم را در این واکنش توضیح دهید.

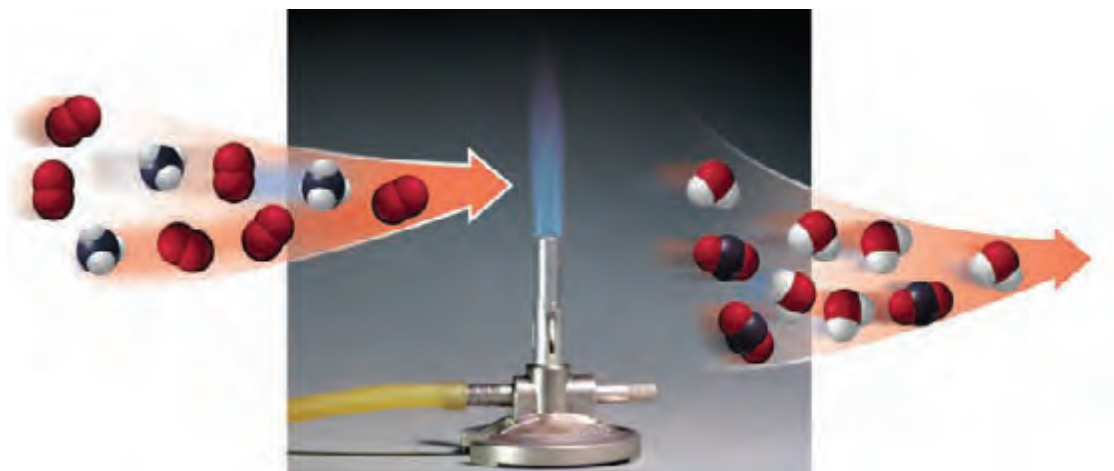


۴- درباره درستی جمله زیر در کلاس گفت و گو کنید.

«جرم کل مواد موجود در مخلوط واکنش ثابت است.»

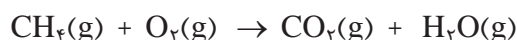
موازنه کردن معادله واکنش های شیمیایی

در واکنش های شیمیایی، اتمی از بین نمی رود و به وجود هم نمی آید، بلکه پس از انجام واکنش، اتم های واکنش دهنده ها به شیوه های دیگری به هم متصل می شوند و فرآورده ها را به وجود می آورند. این ویژگی نشان می دهد که جرم مواد، پیش از واکنش برابر با جرم مواد، پس از واکنش است؛ به دیگر سخن، جرم مواد شرکت کننده در یک واکنش شیمیایی، ثابت است. مطابق قانون پایستگی جرم، شمار اتم های هر عنصر در یک واکنش شیمیایی ثابت است. (شکل ۱۶).



شکل ۱۶- سوختن متان. برابری شمار اتم‌های کربن، هیدروژن و اکسیژن در واکنش دهنده‌ها با فرآورده‌ها

برای این واکنش می‌توان معادلهٔ نمادی به صورت زیر نوشت:



در این معادله، شمار اتم‌های کربن در واکنش دهنده‌ها (متان) برابر با ۱ و در فرآورده‌ها (کربن دی‌اکسید) نیز با ۱ برابر است؛ اما شمار اتم‌های هیدروژن و اکسیژن در دو سوی معادله، برابر نیست. حال برای اینکه شمار اتم‌های این دو عنصر نیز در دو سوی معادله، برابر شود، باید به O_2 و H_2O ضریب ۲ داده شود؛ در این صورت، معادلهٔ موازنه شده به دست می‌آید.



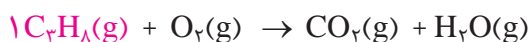
با توجه به معادلهٔ موازنه شده می‌توان نتیجه گرفت که برای موازنه کردن هر معادلهٔ نمادی، باید برای هر یک از واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌ها ضریبی قرارداد تا شمار اتم‌های هر عنصر در دو سوی معادله برابر شود.

بر اساس یکی از ساده‌ترین روش‌های موازنه (روش وارسی^۱) اغلب به ترکیبی که دارای بیشترین شمار اتم است؛ ضریب ۱ می‌دهند سپس با توجه به شمار اتم‌های این ترکیب، ضرایبی را به دیگر مواد می‌دهند تا شمار اتم‌های هر عنصر در دو سوی معادله برابر شود.

برای نمونه، معادلهٔ نمادی سوختن کامل پروپان به صورت زیر است:

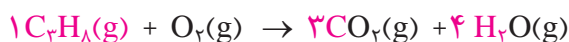


برای موازنه، به C_3H_8 ضریب ۱ بدهید.



اینک شمار اتم‌های کربن و هیدروژن در سمت چپ مشخص شده است. حال اگر به H_2O

ضریب ۴ و به CO_2 ضریب ۳ بدهید، شمار اتم‌های C و H در دو طرف برابر می‌شود.



● در معادله‌های شیمیایی موازنه شده، نیازی به نوشتن ضریب ۱ نیست.

در پایان، چون شمار اتم‌های اکسیژن در سمت راست، تعیین شده و برابر با ۱۰ اتم است، اگر به اکسیژن در سمت چپ، ضریب ۵ بدهید، شمار اتم‌های همهٔ عناصرها در دو سوی معادله برابر می‌شوند.

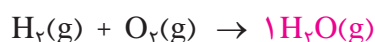


همان‌طور که مشاهده کردید، هنگام موازنه کردن، نباید زیروندها را در فرمول شیمیایی واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها تغییر داد. همچنین توجه به این نکته ضروری است که هر یک از ضریب‌ها در معادلهٔ موازنه‌شده، باید کوچک‌ترین عدد طبیعی ممکن باشد.

برای نمونه به روش موازنهٔ معادلهٔ واکنش سوختن گاز هیدروژن دقت کنید.

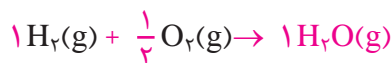


در اینجا برای موازنه به H_2O ، ضریب ۱ می‌دهیم.



حال شمار اتم‌های H و O در سمت راست معادله مشخص شده است. اگر به H_2 ضریب ۱

و به O_2 ضریب $\frac{1}{2}$ بدهیم، شمار اتم‌های هر دو عنصر در دو سوی معادله برابر می‌شود.



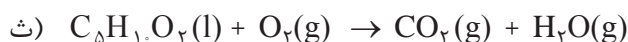
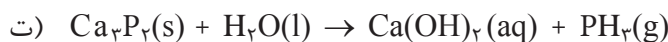
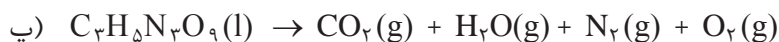
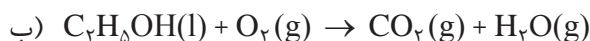
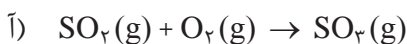
در پایان برای از بین بردن ضریب کسری اکسیژن، همهٔ ضریب‌ها را در عدد ۲ ضرب

می‌کنیم.



خود را بیازمایید

معادلهٔ واکنش‌های زیر را موازنه کنید:



چه بر سر هوا کره می آوریم؟

سبک زندگی انسان، نوع وسایلی که در زندگی استفاده می کند و رفتارهایی که در شرایط مختلف محیطی انجام می دهد، روی هوا کره تأثیر می گذارد؛ برای مثال، نوع وسیله نقلیه ای که برای رفتن به مدرسه، محل کار، سفر و... استفاده می کنیم، غذایی که می خوریم، وسایل گرمایشی و حتی مدت زمانی که موهای خود را با ششوار خشک می کنیم به دلیل مصرف انرژی الکتریکی، مقداری کربن دی اکسید وارد هوا کره می کند و درصد گازهای هوا کره را تغییر می دهد. در واقع سبک زندگی می تواند بیانگر میزان اثرگذاری هر یک از انسان ها بر کره زمین و هوا کره باشد. رد پا^۱ اصطلاحی است که به این اثر نسبت داده اند. یکی از این رد پاها، رد پای کربن دی اکسید است. برای اینکه مقدار کربن دی اکسید در هوا کره از مقدار طبیعی آن فراتر نرود، باید مقدار اضافی کربن دی اکسید به وسیله گیاهان یا دیگر پدیده های طبیعی مصرف شود. حال هر چه مقدار کربن دی اکسید وارد شده به طبیعت زیادتر باشد، رد پای ایجاد شده سنگین تر و اثر آن ماندگارتر خواهد بود؛ زیرا زمان لازم برای تعدیل این اثر به وسیله پدیده های طبیعی طولانی تر است.



شکل ۱۷- سوزاندن سوخت فسیلی در هواپیماها، حجم انبوهی کربن دی اکسید تولید می کند.



● در اثر سوزاندن سوخت های فسیلی، انواع آلاینده ها وارد هوا کره می شود.

● کربن دی اکسیدی که وارد هوا کره شده، در آن جابه جا می شود و می تواند هوای شهرهای دیگر را نیز آلوده کند. بنابراین هر رفتار ما بر زندگی همه مردمان جهان اثر خواهد گذاشت.



● هوای آلوده بوی بدی دارد و چهره شهر را زشت می کند. این هوا باعث سوزش چشم، سردرد، تهوع و به وجود آمدن انواع بیماری های تنفسی مانند سرطان ریه می شود. وظیفه ما در برابر کاهش و از بین بردن این آلودگی ها چیست؟

با هم بیندیشیم

در جدول زیر روش به دست آوردن مقدار کربن دی اکسید وارد شده به هوا کره بر حسب برق مصرفی نشان داده شده است. با این فرض که برق خانگی شما را می توان به روش های گوناگون تأمین کرد (y میزان برق مصرفی خانه شما را نشان می دهد که از روی قبض برق می توانید آن را مشخص کنید). فرض کنید مصرف برق سالانه در خانه شما ۴۸۰۰ کیلووات ساعت است.

ستون ۱	ستون ۲	ستون ۳	ستون ۴	ستون ۵
برق مصرفی در سال (کیلووات ساعت)	منبع تولید برق	مقدار کربن دی اکسید تولید شده در ماه (کیلوگرم)	مقدار کربن دی اکسید تولید شده در سال (کیلوگرم)	شمار درخت لازم برای پاک سازی هوا کره
y=۴۸۰۰	زغال سنگ	$0.9 \times y = \dots\dots\dots$	$\dots\dots\dots$	$\dots\dots\dots$
	نفت خام	$0.7 \times y = \dots\dots\dots$	$\dots\dots\dots$	$\dots\dots\dots$
	گاز طبیعی	$0.36 \times y = \dots\dots\dots$	$\dots\dots\dots$	$\dots\dots\dots$
	باد	$0.1 \times y = \dots\dots\dots$	$\dots\dots\dots$	$\dots\dots\dots$
	گرمای زمین	$0.3 \times y = \dots\dots\dots$	$\dots\dots\dots$	$\dots\dots\dots$
	انرژی خورشید	$0.5 \times y = \dots\dots\dots$	$\dots\dots\dots$	$\dots\dots\dots$

آ) ستون های یک، سه و چهار جدول را کامل کنید.

ب) استفاده از کدام منبع برای تولید برق، کربن دی اکسید بیشتری تولید خواهد کرد؟

پ) چرا میزان کربن دی اکسید تولید شده از منابع گوناگون انرژی با هم تفاوت دارد؟ توضیح دهید.



● یک درخت تنومند سالانه در حدود ۵۰ کیلوگرم کربن دی اکسید مصرف می‌کند.



● ردپای کربن دی اکسید نشان می‌دهد در تولید یک محصول یا بر اثر انجام یک فعالیت چه مقدار از این گاز تولید و وارد هواکره می‌شود.

● شکستن شاخه درختان مانند شکستن بال فرشتگان است. پیامبر گرامی اسلام (ص)

آیا می‌دانید

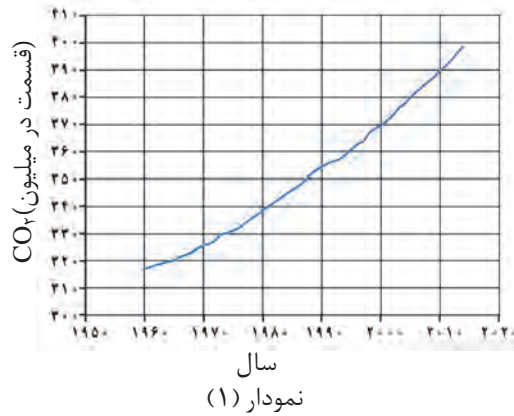
بویه‌ها تجهیزات شناوری هستند که به منظور تشخیص مسیرهای ایمن دریایی، تعیین دمای آب، سرعت و جهت وزش باد و ... در مسیرهای آبی قرار داده می‌شوند. آنها داده‌های ثبت شده را از طریق ارتباطات ماهواره‌ای به مراکز هواشناسی ارسال می‌کنند.



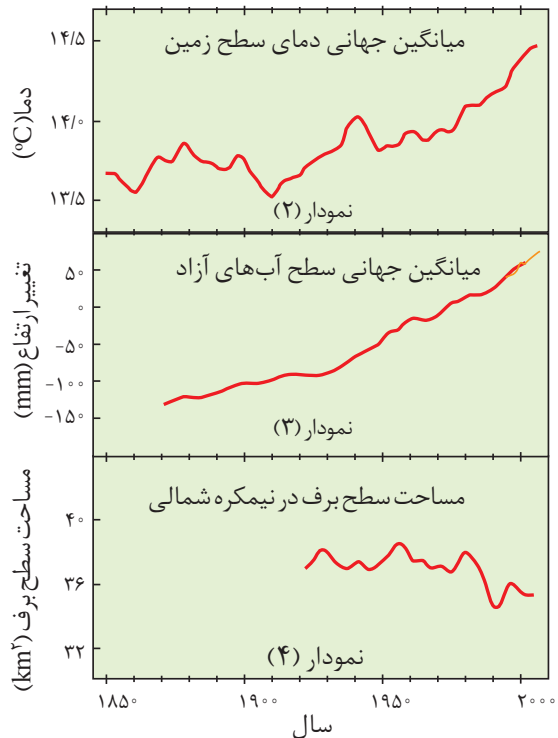
ت) حساب کنید که چند درخت تنومند نیاز است تا کربن دی اکسید وارد شده به هواکره در اثر برق مصرفی خانه شما، مصرف و هوا پاک‌سازی شود.

دانشمندان با استفاده از بالون‌های هواشناسی، ماهواره‌ها، کشتی‌های اقیانوس‌پیما و گویچه‌های شناور در دریاها که به حسگرهای دما مجهز هستند، پیوسته دمای کره زمین را در سرتاسر نقاط آن رصد می‌کنند. شواهد نشان می‌دهند که در طول سده گذشته میانگین دمای کره زمین افزایش یافته است. این افزایش دما سبب شده تا شرایط آب و هوایی در نقاط گوناگون زمین تغییر کند. اکنون می‌پرسید چه عواملی سبب ایجاد این تغییر می‌شود؛ آیا گازهای موجود در هواکره در آن نقش دارند؟ آیا رفتار و سبک زندگی ما سبب این تغییرها شده یا پدیده‌های طبیعی عامل آن هستند؟

با هم بیندیشیم



آمارها نشان می‌دهند که سالانه میلیاردها تن کربن دی اکسید به هواکره وارد می‌شود به طوری که مقدار این گاز در سده اخیر در هواکره به میزان قابل توجهی افزایش یافته است. نمودارهای روبه‌رو تغییر مقدار میانگین کربن دی اکسید در هواکره، میزان بالا آمدن سطح آب دریاها، تغییر میانگین دمای کره زمین و میانگین مساحت سطح برف در نیمکره شمالی را نشان می‌دهند.



آیا می دانید

دانشمندان پیش بینی می کنند دمای کره زمین تا سال ۲۱۰۰ بین ۱/۸ تا ۴ درجه سلسیوس افزایش خواهد یافت.

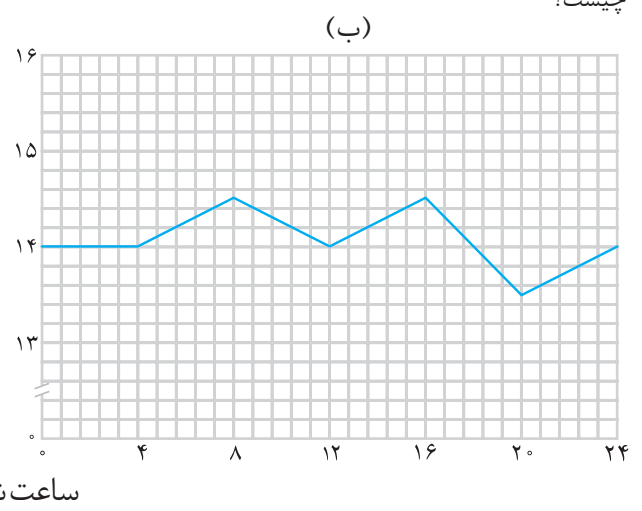
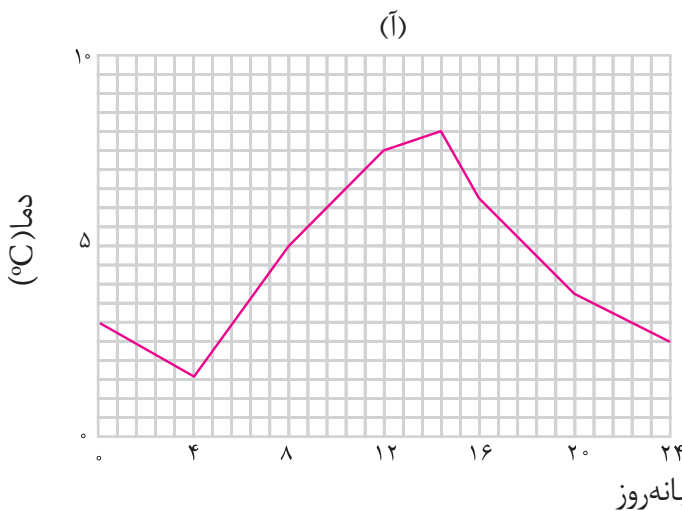


● گلخانه، گیاه یا میوه را از آسیب های ناشی از تغییر دما و آفت ها حفظ می کند. آیا می دانید نقش لایه پلاستیکی در گرم نگه داشتن گلخانه چیست؟

آ) توضیح دهید بین نمودار (۱) با نمودارهای (۲)، (۳) و (۴) چه ارتباطی وجود دارد؟
 ب) شواهد نشان می دهند که فصل بهار در نیمکره شمالی زمین، نسبت به ۵۰ سال گذشته در حدود یک هفته زودتر آغاز می شود. علت را توضیح دهید.
 ● شما نیز درباره آثار گرم شدن کره زمین در شهر یا منطقه محل سکونت خود با بزرگ ترها گفت و گو و اطلاعاتی در این باره جمع آوری و به کلاس گزارش کنید.

اثر گلخانه ای

آیا می دانید گلخانه و کشت گلخانه ای چیست؟ گلخانه برای چه هدفی و چگونه ساخته می شود؟ گلخانه ها، زمین های کشاورزی ویژه ای هستند که دور تا دور آنها را تا ارتفاع معینی با لایه ای از پلاستیک های شفاف می پوشانند و در آنها گیاهان و میوه های گوناگونی پرورش می دهند. در گلخانه ها در چهار فصل سال به ویژه در زمستان، فراورده های کشاورزی مانند قارچ، خیار، گوجه فرنگی، توت فرنگی و... کشت می شود (نمودار ۱).



نمودار ۱- تغییر دمای یک گلخانه را در یک روز زمستانی نشان می دهد. کدام منحنی مربوط به درون و کدام یک به بیرون گلخانه مربوط است؟ چرا؟

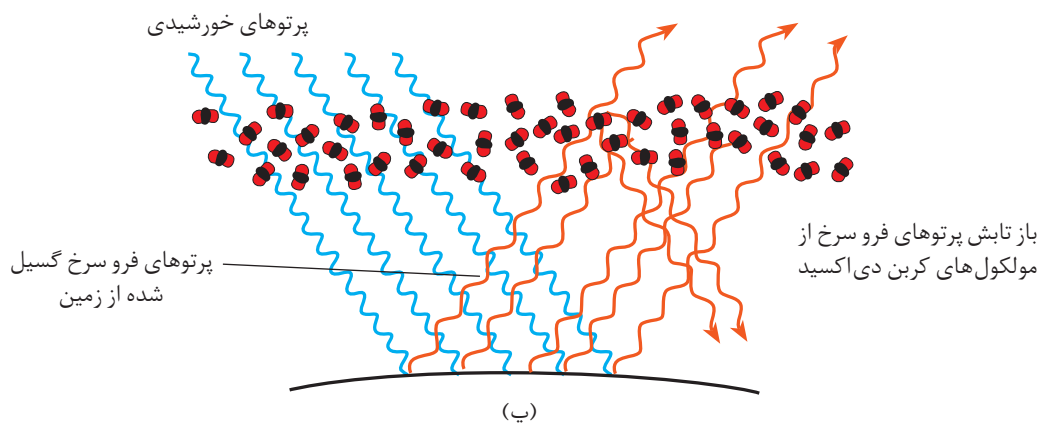
نور خورشید هنگام گذر از هوا کره با مولکول ها و دیگر ذره های آن برخورد می کند و تنها بخشی از آن به سطح زمین می رسد. از این رو، زمین گرم می شود و مانند یک جسم داغ از خود پرتوهای الکترومغناطیس گسیل می دارد؛ با این تفاوت که انرژی پرتوهای گسیل شده، کمتر

و طول موج آنها بلندتر است (شکل ۱۸). اکنون می‌توانید توضیح دهید چگونه لایه پلاستیکی سبب گرم شدن گلخانه می‌شود. همان‌طور که دریافتید 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 میانگین دمای کره زمین به 18°C - کاهش می‌یافت. با این توصیف 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 ... مانع از خروج آنها می‌شوند و بدین ترتیب زمین را گرم‌تر می‌کنند. هرچه مقدار این گازها در هواکره بیشتر باشد، دمای زمین بالاتر خواهد رفت.



(آ)



(ب)

شکل ۱۸- رفتار زمین در برابر پرتوهای خورشیدی، (آ) نمایی از گرمای جذب و بازتاب شده به وسیله زمین، (ب) مقایسه هواکره زمین و لایه محافظ گلخانه و (پ) عملکرد مولکول‌های CO_2 در برابر تابش خورشیدی

شیمی سبز، راهی برای محافظت از هوا کره

شیمی سبز شاخه‌ای از شیمی است که در آن شیمی دان‌ها در جستجوی فرایندها و فرآورده‌هایی هستند که به کمک آنها بتوان کیفیت زندگی را با بهره‌گیری از منابع طبیعی افزایش داد و هم‌زمان از طبیعت محافظت کرد. در این راستا بایستی تولید و مصرف مواد شیمیایی را که ردپاهای سنگینی روی کره زمین برجای می‌گذارند، کاهش داد یا متوقف کرد.

تولید سوخت سبز

سوخت سبز، سوختی است که در ساختار خود افزون بر کربن و هیدروژن، اکسیژن نیز دارد و از پسماندهای گیاهی مانند شاخ و برگ گیاه سویا، نیشکر و دانه‌های روغنی به دست می‌آید. این مواد زیست تخریب پذیرند، از این رو به وسیله جانداران ذره بینی به مواد ساده تر تجزیه می‌شوند. اتانول و روغن‌های گیاهی نمونه‌هایی از این نوع سوخت‌ها هستند.



مزارع سویا در کشور استرالیا که برای تولید سوخت سبز زیر کشت می‌روند.

شیمی

آیا می‌دانید

شرکت‌های بزرگ خودروسازی در دنیا با بهره‌گیری از دانش علوم پایه و مهندسی، کربن دی‌اکسید تولید شده از خودروها را به ازای طی یک کیلومتر از ۱۶۵ گرم به ۱۳۰ گرم کاهش داده‌اند. آنها در تلاش‌اند تا این مقدار را به ۱۰۵ گرم کاهش دهند. امید است متخصصان کشور ما نیز با تکیه بر دانش و فناوری بتوانند به موفقیت‌های خوبی در این زمینه دست‌یابند.

تبدیل CO₂ به مواد معدنی

برای این منظور کربن دی‌اکسید تولید شده در نیروگاه‌ها و مراکز صنعتی را با منیزیم اکسید یا کلسیم اکسید واکنش می‌دهند.



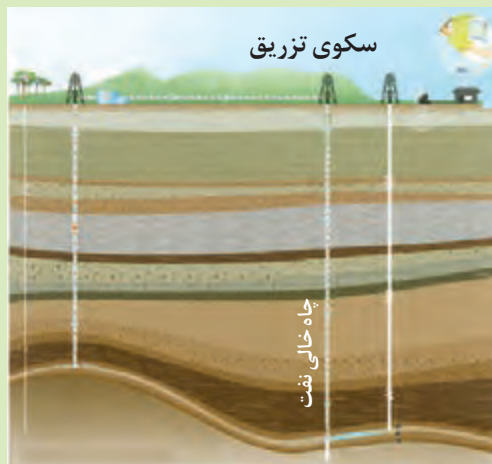
تولید پلاستیک‌های سبز

پلاستیک‌های سبز (زیست تخریب پذیر)، 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.



دفن کردن کربن دی‌اکسید

کربن دی‌اکسید را می‌توان به جای رها کردن در هواکره 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.



راه‌های پیشنهادی گوناگون محافظت از هواکره. هر یک از راه‌های پیشنهادی چه مزایا، معایب و مشکلاتی دارند؟

سبز

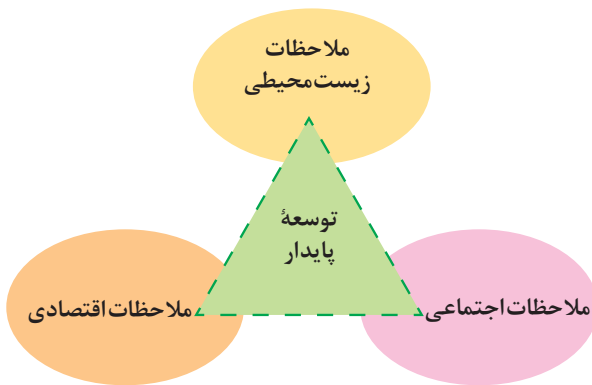
تولید خودرو
و سوخت با
کیفیت بسیار خوب

با مراجعه به منابع علمی معتبر مانند تارنمای انجمن شیمی ایران و دیگر کشورها درباره ۱۲ اصل شیمی سبز، اطلاعاتی جمع‌آوری و نتیجه را به کلاس گزارش کنید.

شیمی سبز مجموعه‌ای از اصول و روش‌ها با هدف کاهش استفاده و تولید مواد خطرناک در واکنش‌های شیمیایی است. در واقع، این شاخه از علم شیمی هماهنگ با اهداف سه‌گانه محیط‌زیست پایدار، اقتصاد پایدار و جامعه پایدار است.

با هم بیندیشیم

با توجه به تصویر زیر:



توسعه پایدار یعنی اینکه در تولید هر فرآورده، همه هزینه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی آن در نظر گرفته شود.

آ) چرا برخی از کشورها در پی تولید پلاستیک‌های زیست‌تخریب پذیرند در حالی که قیمت تمام شده تولید پلاستیک‌ها با پایه نفتی در کارخانه کمتر است؟

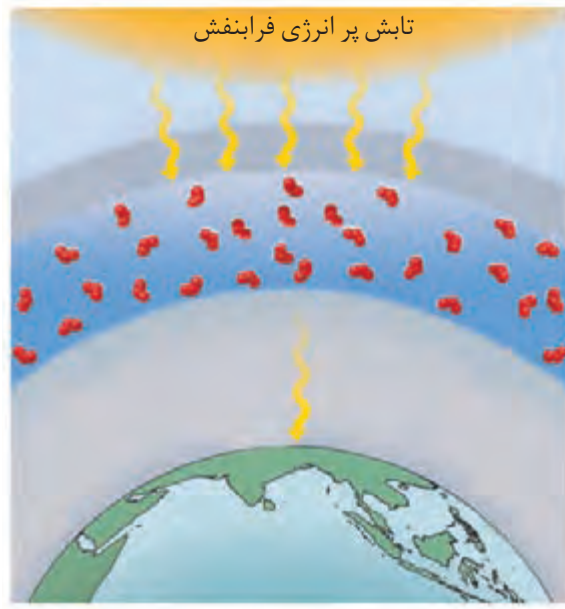
ب) توضیح دهید چرا طراحان و متخصصان در شرکت‌های بزرگ تولید خودرو و هواپیما، هزینه‌های هنگفتی صرف می‌کنند تا موتورهایی با انتشار کمترین مقدار CO₂ بسازند؟

اقتصاد اتمی یکی از اصول دوازده‌گانه شیمی سبز است که با توجه به قانون پایستگی جرم، به دنبال کاهش پسماندهای ناشی از واکنش‌های شیمیایی است؛ پسماندهایی که منجر به افزایش هزینه‌های اقتصادی و زیست محیطی می‌شود. برای مثال، ایوپروفن یک داروی ضد درد است که سال‌هاست در یک فرایند شش مرحله‌ای و با بازده کمتر از ۴۰ درصد تولید می‌شود. به تازگی شیمی‌دانان سبز، روشی سه‌مرحله‌ای برای تولید این دارو پیشنهاد داده‌اند که نه تنها سبب کاهش مصرف مواد اولیه شده، بلکه بازده واکنش را به ۹۹ درصد رسانده است. در این روش، تمام پسماندهای تولید شده یا بازیافت می‌شوند یا به‌عنوان فرآورده‌های جانبی سودمند به فروش می‌رسند. بنابراین، آموزش شیمی سبز می‌تواند دانش و آگاهی مورد نیاز برای دستیابی به جهانی پایدار را فراهم کند.

اوزون، دگر شکلی از اکسیژن در هواکره

بررسی‌ها نشان می‌دهد که عنصر اکسیژن به شکل دیگری نیز در هواکره یافت می‌شود که به اوزون شهرت دارد. اوزون، گازی با مولکول‌های سه اتمی در لایه‌های بالایی هواکره (استراتوسفر) مانند پوششی کره زمین را احاطه کرده، هر چند که مقدار آن در هواکره ناچیز است (شکل ۱۹).





● اصطلاح لایه اوزون^۱ به منطقه‌
مشخصی از استراتوسفر می‌گویند که
بیشترین مقدار اوزون در آن محدوده
قرار دارد.

شکل ۱۹- مولکول‌های اوزون مانع ورود بخش عمده‌ای از تابش فرابنفش خورشید به سطح زمین می‌شود تا
موجودات زنده از آثار زیانبار این تابش در امان بمانند.

خود را بیازمایید

با توجه به دگر شکل‌های اکسیژن به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:
(آ) ساختار لوویس هر یک را رسم کنید.

(ب) با توجه به شکل و جدول زیر خواص فیزیکی آنها را مقایسه کنید.

● دگر شکل (آلوتروپ)^۲ به هر
یک از شکل‌های مولکولی یا
بلوری یک عنصر گفته می‌شود.



نام دگر شکل	فرمول شیمیایی	جرم مولی	نقطه جوش (°C)
اکسیژن	O _۲	۳۲	-۱۸۳
اوزون	O _۳	۴۸	-۱۱۲

پ) در صنعت از گاز اوزون برای گندزدایی میوه‌ها، سبزیجات و از بین بردن جانداران ذره‌بینی درون آب استفاده می‌شود. آیا از این موضوع می‌توان نتیجه گرفت که اوزون از اکسیژن واکنش پذیرتر است؟ چرا؟

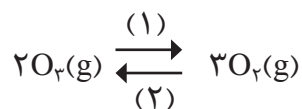
ت) توضیح دهید آیا تفاوت رفتار این دو ماده را می‌توان به این موضوع نسبت داد که:

«**ساختار هر ماده، تعیین کننده خواص و رفتار آن است.**»

همان‌طور که دیدید در مولکول اوزون سه پیوند اشتراکی وجود دارد. هنگامی که تابش پرانرژی فرابنفش به این مولکول می‌رسد، پیوند اشتراکی بین دو تا از اتم‌های اکسیژن می‌شکند و مولکول اوزون به یک اتم اکسیژن و یک مولکول اکسیژن تبدیل می‌شود. ذره‌های تولید شده می‌توانند دوباره در واکنش با یکدیگر، مولکول اوزون را تولید کنند اما در این واکنش، مقداری انرژی به شکل تابش فرسرخ آزاد می‌شود. با تکرار پیوسته این دو واکنش، لایه اوزون بخش قابل توجهی از تابش فرابنفش را جذب می‌کند و تابش‌های کم انرژی تر فرسرخ را به زمین گسیل می‌دارد.

با هم بیندیشیم

مجموعه واکنش‌های لایه اوزون را می‌توان با معادله زیر نمایش داد:



آ) شیمی‌دان‌ها به واکنش در جهت (۱)، واکنش رفت^۱ و به واکنش در جهت (۲)، واکنش برگشت^۲ می‌گویند. اگر در لایه اوزون تنها واکنش (۱) یا (۲) انجام شود، چه فاجعه‌ای رخ می‌دهد؟ توضیح دهید.

ب) واکنش تبدیل اوزون به اکسیژن برگشت پذیر است. با این توصیف، واکنش برگشت پذیر^۳ و برگشت ناپذیر^۴ را تعریف و چند مثال از آنها در زندگی بیان کنید.

پ) با توجه به برگشت پذیری واکنش تبدیل اوزون به اکسیژن، نقش محافظتی و ثابت ماندن مقدار اوزون را در لایه استراتوسفر توضیح دهید.



● در باتری‌های قابل شارژ، واکنش‌های شیمیایی برگشت پذیر رخ می‌دهد.

جالب است بدانید که اوزون در لایه تروپوسفر نیز یافت می‌شود. از آنجا که اوزون از اکسیژن واکنش پذیرتر است، این ماده، آلاینده‌ای سمی و خطرناک به شمار می‌آید به طوری که وجود آن

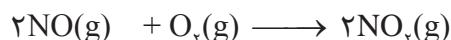
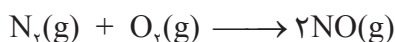
۱- Forward Reaction
۳- Reversible Reaction

۲- Reverse Reaction
۴- Irreversible Reaction

آیا می دانید

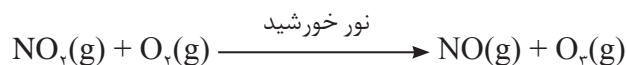
شیمی دان هواکره، متخصصی است که ترکیب شیمیایی هواکره را می شناسد؛ همچنین از برهم کنش گازها، مایع ها و جامدهای موجود در هواکره با سطح زمین و موجودات زنده ای که روی آن زندگی می کنند، آگاه است.

در هوایی که تنفس می کنیم، سبب سوزش چشمان و آسیب دیدن ریه ها می شود. به دیگر سخن در تروپوسفر با نقش زیانبار و مضر اوزون مواجه هستیم در حالی که در استراتوسفر، نقش مفید و محافظتی اوزون آشکار است. اکنون این پرسش مطرح است که اوزون تروپوسفری از کجا می آید؟ گاز نیتروژن به عنوان اصلی ترین جزء سازنده هواکره، واکنش پذیری بسیار کمی دارد و به طور معمول با اکسیژن واکنش نمی دهد. تنها هنگام رعد و برق این دو گاز در هوا ترکیب شده و به اکسیدهای نیتروژن تبدیل می شوند (شکل ۲۰).



شکل ۲۰- جایی که رعد و برق ایجاد شده، دما به اندازه ای بالاست که اکسیدهای نیتروژن تشکیل می شوند.

از سوی دیگر در هوای آلوده شهرهای صنعتی و بزرگ، به مقدار قابل توجهی اکسیدهای نیتروژن وجود دارد. در واقع این گازها از واکنش گازهای نیتروژن و اکسیژن درون موتور خودرو در دمای بالا به وجود می آیند. از آنجا که گاز نیتروژن دی اکسید به رنگ قهوه ای است، هوای آلوده کلان شهرها اغلب به رنگ قهوه ای روشن دیده می شود (شکل ۲۱). در این هوای آلوده و در حضور نور خورشید، واکنش زیر رخ می دهد و مقداری گاز اوزون تولید می گردد. این اوزون، همان اوزون تروپوسفری است.



شکل ۲۱- نمایی از هوای آلوده شهر تهران

برای شناخت بهتر هواکره و یافتن راه حل های مناسب برای محافظت از آن باید رفتار و ویژگی های ذره های سازنده هوا کره و واکنش میان آنها را به خوبی مطالعه کرد.

رفتار گازها



● بوی گل‌های رز و محمدی ناشی از انتشار مولکول‌های گازی از آنها است.

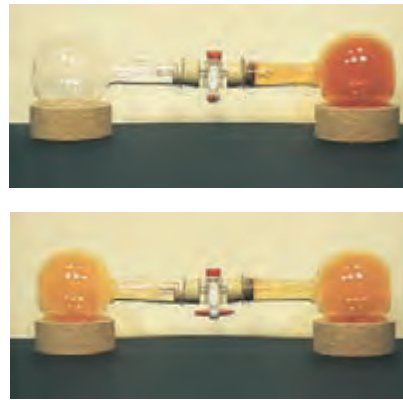
پخش شدن بوی نان تازه، گلاب و دود اسپند در فضای خانه، نشان می‌دهد که مولکول‌های یک ماده گازی در هوا منتشر شده و به یاخته‌های بویایی ما رسیده است. ماده به حالت گاز شکل و حجم معینی ندارد، بلکه به شکل ظرف محتوی آن درمی‌آید و همه فضای ظرف را اشغال می‌کند. از این رو، حجم یک نمونه گاز با حجم ظرف محتوی آن برابر است (شکل ۲۲).



(آ)



(ب)



(پ)

آیا می‌دانید

ابن سینا دانشمند مسلمان ایرانی، افزون بر فعالیت‌های پزشکی، بر روی استخراج عطر گل محمدی و گل رز که بوی دلپذیری دارد کار می‌کرد. فعالیت‌های این دانشمند سبب شد تا فرایند استخراج عطرهای گیاهی از گل‌های دیگر نیز مورد بررسی قرار گیرد.

شکل ۲۲- آ) شکل و حجم یک ماده جامد به شکل ظرف بستگی ندارد، (ب) مایع‌ها به شکل ظرف محتوی آنها درمی‌آیند و (پ) به محض باز کردن شیر در لوله رابط بین دو ظرف، گاز در هر دو محفظه پخش می‌شود.

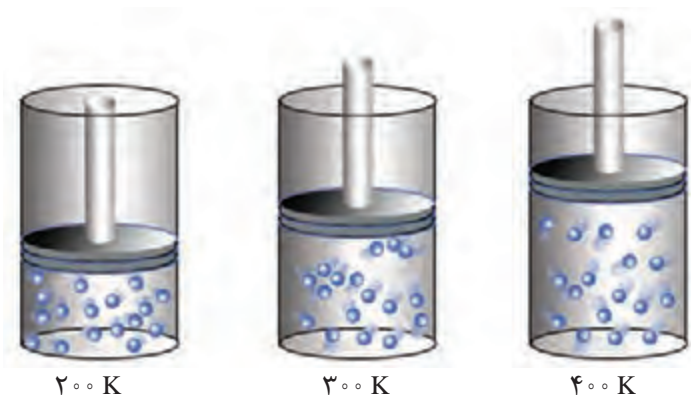
در درس علوم دریافتید که گاز برخلاف جامد و مایع تراکم‌پذیر است. به طوری که اگر به یک نمونه گاز درون سرنگ یا سیلندری با پیستون روان، فشار وارد کنیم، گاز فشرده‌تر و حجم آن کمتر می‌شود (شکل ۲۳).



شکل ۲۳- گاز بر اثر فشار متراکم می‌شود اما اگر فشار کاهش یابد، فاصله بین مولکول‌های آن افزایش می‌یابد.

● 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.

۱- شکل زیر یک نمونه گاز را درون سیلندری با پیستونی متحرک در دماهای گوناگون نشان می‌دهد.



(آ) با افزایش دما، حجم گاز چه تغییری می‌کند؟ چرا؟

(ب) بین حجم یک نمونه گاز و دمای آن در فشار ثابت چه رابطه‌ای هست؟ توضیح دهید.

۲- شکل زیر دو نمونه از یک گاز را در دما و فشار ثابت نشان می‌دهد. تفاوت حجم این دو

را توضیح دهید.



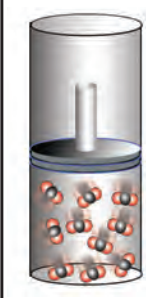




● قرار دادن بادکنک‌های پر شده از هوا، درون نیتروژن مایع سبب می‌شود که حجم آنها به شدت کاهش یابد (چرا؟).

دریافتید که حجم یک نمونه گاز به مقدار، دما و فشار آن وابسته است. بنابراین، با تغییر هر یک از این کمیت‌ها، حجم گاز تغییر می‌کند. برای یافتن رابطه بین حجم و مقدار یک نمونه گاز باید دما و فشار ثابت باشد. براساس قرارداد، شیمی‌دان‌ها دمای صفر درجهٔ سلسیوس و فشار یک اتمسفر را به عنوان **شرایط استاندارد (STP)**^۱ در نظر گرفته‌اند. در جدول ۲، حجم چند نمونه گاز در این شرایط نشان داده شده است.

^۱ - Standard Temperature and Pressure

جدول ۲- برخی ویژگی‌های چند نمونه گاز در STP

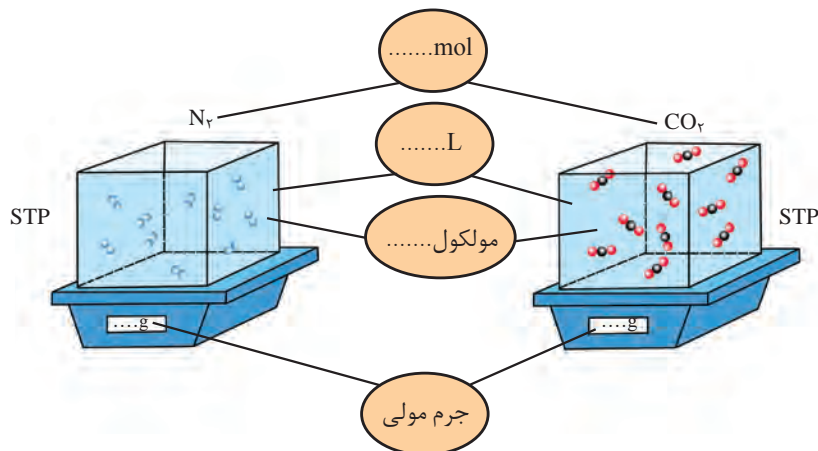
شماره نمونه	۱	۲	۳	۴	۵
گاز	H _۲	Ne	CO _۲	O _۲	He
ظرف محتوی گاز					
مول (mol)	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۵۰	۰/۵۰	۱/۰
حجم (L)	۵/۶	۵/۶	۱۱/۲	۱۱/۲	۲۲/۴
جرم (g)	۰/۵۰	۵/۰	۲۲/۰	۱۶/۰	۴/۰

● در دما و فشار یکسان، حجم یک مول از گازهای گوناگون با هم برابر است. این بیان نخستین بار در سال ۱۸۱۱ توسط آووگادرو ارائه و بعدها به قانون آووگادرو^۱ مشهور شد.

مطابق داده‌های جدول در این شرایط با افزایش شمار مول‌های هر گاز، حجم آن افزایش می‌یابد. از این رو حجم یک نمونه گاز با شمار مول‌های آن رابطه‌ای مستقیم دارد. طبق این رابطه حجم یک مول گاز در STP برابر با ۲۲/۴ لیتر است؛ به دیگر سخن، حجم مولی گازها در STP برابر با ۲۲/۴ لیتر است.

خود را بیازمایید

۱- هر ذره را هم‌ارز با ۱/۰ مول در نظر بگیرید و در شکل زیر جاهای خالی را پر کنید.
 (N = ۱۴/۰۱, C = ۱۲/۰۱, O = ۱۶/۰۰ g mol^{-۱})

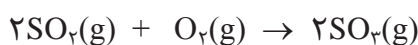


۲- هر فرد بالغ به طور میانگین ۱۲ بار در دقیقه نفس می‌کشد و هر بار ۵/۰ لیتر هوا به ریه‌ها وارد می‌شود.

(آ) در یک شبانه روز چند لیتر هوا و چند لیتر اکسیژن وارد شش‌ها می‌شود؟
 (ب) چند مول اکسیژن در یک شبانه‌روز وارد شش‌ها می‌شود؟ (شرایط را STP فرض کنید).

از هر گاز چقدر؟

واکنش گازها در صنعت، اهمیت و کاربردهای بسیاری دارد به طوری که هر یک از فرایندهای تهیه سولفوریک اسید و نیتریک اسید شامل چندین واکنش گازی متوالی است. یکی از این واکنش‌ها، تبدیل گاز گوگرد دی اکسید به گوگرد تری اکسید است.



در معادله موازنه شده این واکنش، دو مول گاز گوگرد دی اکسید با یک مول گاز اکسیژن واکنش می‌دهد و دو مول گاز گوگرد تری اکسید تولید می‌شود؛ با این توصیف می‌توان گفت نسبت مولی اکسیژن مصرف شده به گوگرد تری اکسید تولید شده، ۱ به ۲ است؛ به دیگر سخن نسبت‌های کمی زیر برقرار است:

$$\frac{1 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol SO}_3} \quad \text{و} \quad \frac{2 \text{ mol SO}_3}{1 \text{ mol O}_2}$$

به هر یک از این نسبت‌ها یک عامل (کسر) تبدیل می‌گویند که می‌توان با استفاده از آنها شمار مول‌های هر ماده شرکت کننده در واکنش را از شمار مول‌های دیگری به دست آورد.

نمونه حل شده

برای تولید ۸ مول گاز گوگرد تری اکسید به چند مول گاز اکسیژن نیاز است؟

پاسخ:

$$? \text{ mol O}_2 = 8 \text{ mol SO}_3 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol SO}_3} = 4 \text{ mol O}_2$$

به بخشی از دانش شیمی که به ارتباط کمی میان مواد شرکت کننده (واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها) در هر واکنش می‌پردازد، **استوکیومتری** واکنش می‌گویند. دانشی که کمک می‌کند تا شیمی دان‌ها و مهندسان در آزمایشگاه و صنعت با بهره‌گیری از آن، مشخص کنند که برای تولید مقدار معینی از یک فراورده به چه مقدار از هر واکنش دهنده نیاز است.

آیا می‌دانید

جابرین حیان بنیان‌گذار علم شیمی است. او در سال ۱۰۰ هجری شمسی (۷۲۱ میلادی) در شهر طوس از توابع خراسان دیده به جهان گشود. پدر جابر داروسازی مشهور بود، از این‌رو، وی به داروسازی و کیمیاگری علاقه‌مند شد. جابر برای فراگیری قرآن و بهره‌بردن از محضر پرفیض امام جعفر صادق (ع) به کوفه مهاجرت کرد. سفری که بی‌تردید موجب شکوفایی استعدادهای وی شد.

جابر همواره بر اجرای نظام‌مند فعالیت‌های تجربی و آزمایشگاهی تأکید داشت. او انواع ابزار آزمایشگاهی راطراحی و فرایندهای اساسی مانند تقطیر و تبلور را پایه‌گذاری کرد. از او رساله و کتاب‌های گوناگونی مانند «رنگ‌ها»، «کتاب جامع خواص شیمیایی»، «جرم‌ها و اندازه‌گیری‌ها» و «ترکیب شیمیایی» به‌جای مانده است. این کتاب‌ها سال‌ها پس از جابر به‌عنوان منابع معتبر علمی در اروپا بررسی و ترجمه شد. بسیاری از دانشمندان بر این باورند که محتوای کتاب‌های جابر اثر ژرفی بر دیدگاه کیمیاگران اروپایی داشت و بعدها سبب تحولات شگرفی در دانش شیمی شد.

● به هر یک از ضرایب مواد شرکت کننده در یک معادله موازنه شده، ضریب استوکیومتری می‌گویند.

● به واکنش آرام مواد با اکسیژن که با تولید انرژی همراه است، واکنش اکسایش می‌گویند.

با هم ببیندیشیم

معادله واکنش اکسایش گلوکز برای تولید انرژی در بدن به صورت زیر است:



آ) بدن انسان در هر شبانه روز به طور میانگین $2/5$ مول گلوکز مصرف می‌کند. برای مصرف

این مقدار گلوکز به چند مول اکسیژن نیاز است؟

ب) این مقدار اکسیژن هم ارز با چند لیتر گاز اکسیژن در STP است؟

راهنمایی: برای حل می‌توان یکی از عامل‌های تبدیل زیر را به کار برد:

$$\frac{1 \text{ mol O}_2}{22/4 \text{ LO}_2} \quad \text{و} \quad \frac{22/4 \text{ LO}_2}{1 \text{ mol O}_2}$$

پ) این مقدار اکسیژن هم ارز با چند گرم اکسیژن است؟

راهنمایی: برای حل می‌توان یکی از عامل‌های تبدیل زیر را به کار برد:

$$\frac{1 \text{ mol O}_2}{32 \text{ g O}_2} \quad \text{و} \quad \frac{32 \text{ g O}_2}{1 \text{ mol O}_2}$$

ت) دانش‌آموزی برای یافتن جرم آب تولید شده از اکسایش $2/5$ مول گلوکز از عامل‌های

تبدیل در روند زیر استفاده کرده است. هر یک از جاهای خالی را با کمیت مناسب پر کنید.

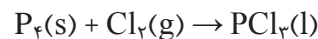
$$? \text{ g H}_2\text{O} = 2/5 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \times \frac{\dots\dots\dots \text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \times \frac{\dots\dots\dots \text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 270 \text{ g H}_2\text{O}$$

ث) گاز حاصل از اکسایش کامل این مقدار گلوکز در STP چند لیتر حجم دارد؟

خود را بیازمایید

فسفر تری کلرید یک ماده تجاری مهم است که در تهیه حشره کش‌ها کاربرد فراوانی دارد. این

ترکیب مطابق معادله شیمیایی زیر تهیه می‌شود.



آ) معادله شیمیایی را موازنه کنید.

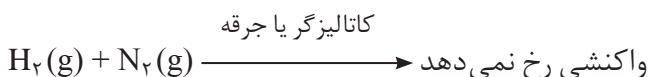
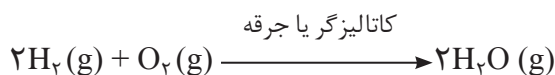
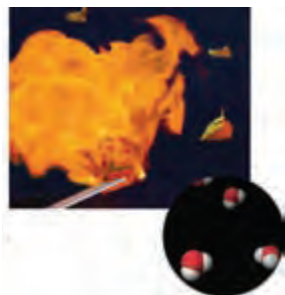
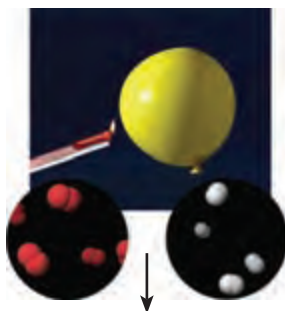
ب) از واکنش 992 گرم فسفر (P_4) با مقدار کافی از گاز کلر، چند گرم فسفر تری کلرید

به دست می‌آید؟

پ) برای واکنش کامل 620 گرم فسفر (P_4) چند لیتر گاز کلر در شرایط STP نیاز است؟

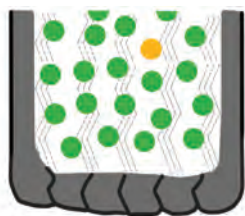
تولید آمونیاک، کاربردی از واکنش گازها در صنعت

گاز نیتروژن فراوان‌ترین جزء سازنده هوا کره بوده که در مقایسه با اکسیژن از نظر شیمیایی غیرفعال و واکنش ناپذیر است؛ برای نمونه مخلوطی از گازهای اکسیژن و هیدروژن در حضور کاتالیزگر یا جرقه در یک واکنش سریع و شدید، منفجر می‌شود و آب تولید می‌کند (شکل ۲۴) اما در مخلوطی از گازهای نیتروژن و هیدروژن حتی در حضور کاتالیزگر یا جرقه، هیچ واکنشی رخ نمی‌دهد.



از این رو گاز نیتروژن به جوّ بی‌اثر شهرت یافته و در محیط‌هایی که گاز اکسیژن، عامل ایجاد تغییر شیمیایی است به جای آن از گاز نیتروژن استفاده می‌کنند.

شکل ۲۴- سوختن گاز هیدروژن



نیتروژن ۹۵%
اکسیژن ۵%



نیتروژن ۷۸%
اکسیژن ۲۱%
آب ۱%

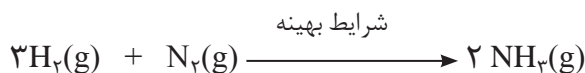


● در درس علوم دیدید که کشاورزان کودهای شیمیایی نیتروژن دار را به خاک می‌افزایند. یکی از این کودها، آمونیاک است که به‌طور مستقیم به خاک تزریق می‌شود.

خود را بیازمایید

۱- شاید دیده باشید که برای پر کردن و تنظیم باد تایر خودرو به جای هوا مطابق شکل روبه‌رو از گاز نیتروژن استفاده می‌کنند. توضیح دهید استفاده از این گاز به جای هوا چه فایده‌ای دارد؟
۲- گاز نیتروژن دارای مولکول‌های دو اتمی است. ساختار لوویس مولکول آن را رسم کنید.

هر چند گاز نیتروژن واکنش‌پذیری ناچیزی دارد، اما امروزه در صنعت، مواد گوناگونی از آن تهیه می‌کنند که آمونیاک یکی از مهم‌ترین آنهاست. اکنون این پرسش مطرح است که از نیتروژن با واکنش‌پذیری ناچیز، چگونه شیمی‌دان‌ها آمونیاک و ترکیب‌های دیگر را تهیه می‌کنند. یافتن پاسخ این پرسش به اندازه‌ای اهمیت داشت که دانشمندی به نام **فریتس هابر** در سال ۱۹۱۸ میلادی به دلیل تهیه آمونیاک از گازهای H_2 و N_2 ، برنده جایزه نوبل شیمی شد. هابر واکنش زیر را مبنای پژوهش‌های خود قرار داد:



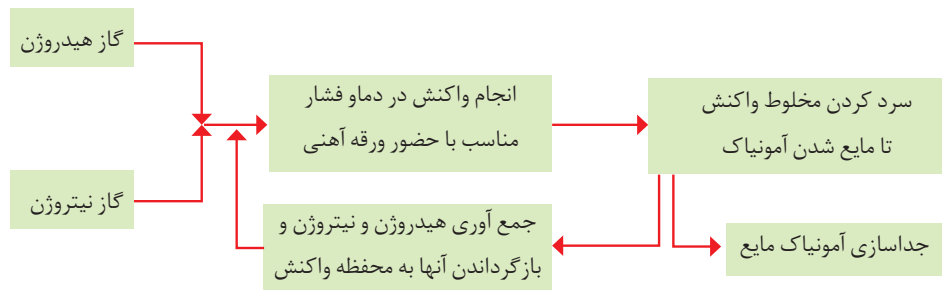
بزرگ‌ترین چالش هابر، یافتن شرایط بهینه برای انجام این واکنش بود، به طوری که:
● واکنش در دما و فشار اتاق انجام نمی‌شد.

هابر واکنش میان گازهای هیدروژن و نیتروژن را بارها در دماها و فشارهای گوناگون انجام داد تا بتواند شرایط بهینه آن را پیدا کند. سرانجام دریافت که اگر مخلوط این گازها از روی یک ورقه آهنی (کاتالیزگر) در دما و فشار مناسب عبور داده شود با انجام واکنش، مقدار قابل

توجهی آمونیاک تولید می‌شود؛ اما همه واکنش دهنده‌ها به فراورده تبدیل نخواهد شد؛ زیرا این واکنش برگشت پذیر است؛ با این توصیف در ظرف واکنش مخلوطی از سه گاز هیدروژن، نیتروژن و آمونیاک وجود دارد. اکنون هابر با مشکل دیگری روبه‌رو بود:

● چگونه می‌توان فراورده واکنش (آمونیاک) را از مخلوط واکنش جدا کرد.

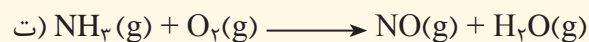
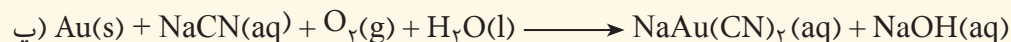
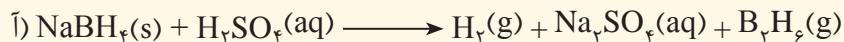
او با بررسی نقطه جوش این مواد، راه حلی را برای جداسازی آمونیاک پیدا کرد. طرح زیر، راه حل هابر را نشان می‌دهد (نمودار ۲).



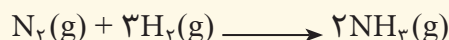
نقطه جوش (°C)	ماده
-۲۵۳	H _۲
-۱۹۶	N _۲
-۳۳	NH _۳

نمودار ۲- نمای تولید آمونیاک در صنعت به روش هابر

۱- واکنش‌های زیر را موازنه کنید.



۲- معادله موازنه شده واکنش تولید آمونیاک به صورت زیر است:

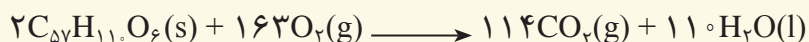


آ) برای تهیه ۴۲/۵ کیلوگرم آمونیاک به چند مول گاز هیدروژن نیاز است؟

ب) برای تولید ۳۳۶۰ لیتر آمونیاک در STP به چند گرم گاز هیدروژن و چند گرم گاز نیتروژن نیاز است؟

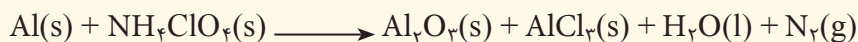


۳- شتر جانوری است که می‌تواند چندین روز را بدون نوشیدن آب در هوای گرم بیابان سپری کند. در این شرایط، چربی ذخیره شده در کوهان این جانور مطابق واکنش زیر اکسایش یافته و افزون بر تولید انرژی، آب مورد نیاز جانور را نیز تأمین می‌کند:



جرم آب تولید شده از اکسایش یک کیلوگرم چربی را حساب کنید.

۴- واکنش آلومینیم با آمونیوم پرکلرات مطابق معادله شیمیایی زیر انجام می‌شود.



(معادله شیمیایی، موازنه نشده است.)

آ) از واکنش ۲/۱۶ کیلوگرم آلومینیم با مقدار کافی از آمونیوم پرکلرات چند لیتر گاز نیتروژن در STP تولید می‌شود؟

ب) نسبت جرمی آلومینیم کلرید تولید شده به آلومینیم اکسید تولید شده چند است؟

۵- گاز شهری به طور عمده از متان تشکیل شده و در محیطی که اکسیژن کم است به صورت ناقص می سوزد و بخار آب، کربن مونوکسید، نور و گرما تولید می کند.

(آ) معادله واکنش سوختن ناقص متان را بنویسید و موازنه کنید.

(ب) حجم گاز CO حاصل از سوختن ناقص ۴۸ گرم متان در STP چند لیتر است؟

۶- در برخی کشورها از اتانول (C_2H_5OH) به عنوان سوخت سبز به جای سوخت های فسیلی استفاده می شود.

(آ) معادله واکنش سوختن کامل اتانول را بنویسید و موازنه کنید.

(ب) استفاده از اتانول به جای سوخت های فسیلی چه اثری بر میزان آلاینده هایی دارد که به هوا کره وارد می شود؟ توضیح دهید.

۷- جدول زیر داده هایی را درباره خودروهای یک کشور توسعه یافته نشان می دهد.

G	F	E	D	C	B	A	برچسب آلاینده گی خودرو
بیشتر از ۲۲۵	۱۹۰-۲۲۵	۱۷۰-۱۹۰	۱۵۵-۱۷۰	۱۴۰-۱۵۵	۱۲۰-۱۴۰	کمتر از ۱۲۰	گستره انتشار گاز کربن دی اکسید (گرم) به ازای طی یک کیلومتر

(آ) نوعی خودرو در این کشور به ازای طی یک کیلومتر، ۱۰۵ گرم گاز کربن دی اکسید منتشر می کند. برچسب این خودرو را تعیین کنید.

(ب) هر خودرو به طور میانگین سالانه مسافتی حدود ۱۸۰۰۰ کیلومتر طی می کند. حساب کنید سالانه چند کیلوگرم گاز کربن دی اکسید بر اثر استفاده از هر خودرو وارد هوا کره می شود؟

(پ) فرض کنید این کشور در راستای توسعه پایدار سالانه دو نوع مالیات از مالکان خودرو دریافت می کند. مالیات سالانه برابر با ۱۰۰ یورو و مالیات متغیر که به میزان گاز کربن دی اکسید تولید شده از خودرو بستگی دارد. اگر خودروهای دارای برچسب A از پرداخت مالیات متغیر معاف باشند، خودرو با برچسب E سالانه چند یورو مالیات می پردازد؟ (راهنمایی: هر خودرو به ازای تولید هر صد کیلوگرم CO_2 اضافی دو یورو مالیات متغیر می پردازد).



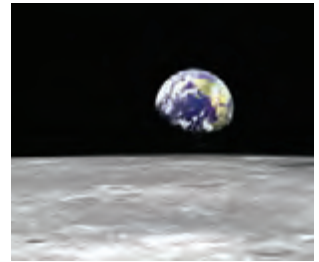
● ● ● «أَفْرَأَيْتُمُ الْمَاءَ الَّذِي تَشْرَبُونَ» آیه ۶۸، سوره واقعه ● ● ●

آیا به آبی که می نوشید، اندیشیده اید؟

● سیاره ما با جوّی سرشار از اکسیژن و سطحی پوشیده از آب فراوان همانند سفینه‌ای مجهز و بسیار بزرگ است. سفینه‌ای که میلیاردها مسافر خود را با منابع عظیم آب و آذوقه که در سرتاسر آن گسترده شده است، رایگان به سفر آفاق می برد. این مروراید آبی در سامانه خورشیدی، امن ترین جا برای زندگی ما و دیگر جانداران و نیز پهناورترین زیستگاه برای آبزیان به شمار می رود. در این سیاره آبی رنگ یکی از زیباترین جلوه‌های آفرینش، آب است. آبی که با گذر از هر راهی در زمین از روی هزاران هزار سنگ و سنگریزه بی هیچ منتهی همراهی را با خود تا دور دست می برد و در گذر پر پیچ و خم خود به هر جا، حتی درون یاخته‌های موجودات زنده نیز راه می یابد.

با اینکه آب در جای جای گیتی، نماد زندگی است، اما امروزه این واژه یک زنگ خطر و بیدار باش برای اصلاح رفتار ما در راستای حفظ و مصرف بهینه از منابع آن است.





شکل ۱- تصویر کره زمین که از سطح کره ماه گرفته شده است.

آیا می دانید

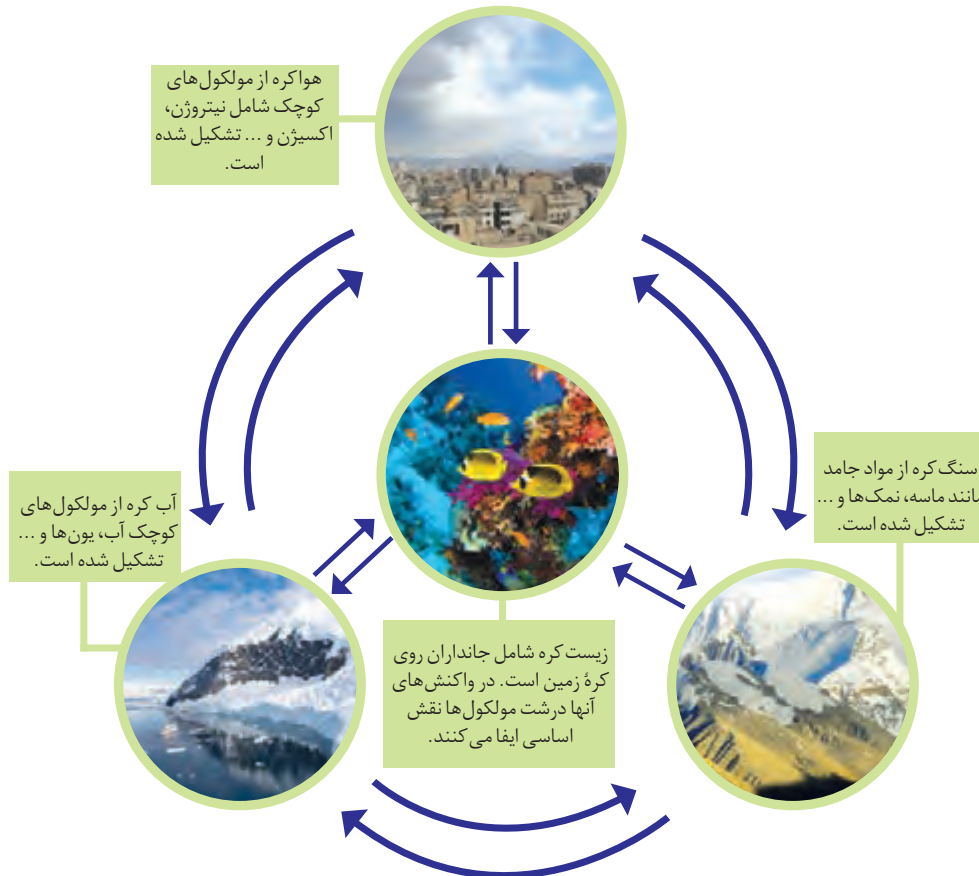
جرم زمین در حدود 6×10^{21} تن است، در حالی که جرم آب روی سطح زمین در حدود $\frac{1}{4000}$ برابر جرم زمین است.

آیا می دانید

چرخه آب سالانه $4/2 \times 10^{14}$ تن آب را در سراسر کره زمین جابه جا می کند.



زمین در فضا به رنگ آبی دیده می شود؛ زیرا نزدیک به ۷۵ درصد سطح آن را آب پوشانده است؛ به گونه ای که جرم کل آب های روی کره زمین در حدود $1/5 \times 10^{18}$ تن برآورد می شود (شکل ۱). 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، زیرا مقدار قابل توجهی از نمک های گوناگون در آن حل شده است. برآوردها نشان می دهند که 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. از آنجا که جرم کل مواد حل شده در آب های کره زمین تقریباً ثابت است، پس باید همین مقدار ماده نیز از آب دریاها و اقیانوس ها خارج شوند. کره زمین را می توان سامانه ای بزرگ در نظر گرفت که شامل چهار بخش هواکره، آب کره، سنگ کره و زیست کره است (شکل ۲).



شکل ۲- زمین از دیدگاه شیمیایی پویاست و بخش های گوناگون آن با یکدیگر برهم کنش های فیزیکی و شیمیایی دارند.

درون این سامانه و بین این چهار بخش، پیوسته مواد گوناگونی مبادله می شود؛ برای نمونه سالانه حجم عظیمی از آب دریاها بخار و وارد هواکره می شود و به صورت بارش در آب کره یا

سنگ کره فرود می‌آید. جانداران آبی سالانه میلیاردها تن کربن دی‌اکسید را وارد هوا کره و مقدار بسیار زیادی از گاز اکسیژن محلول در آب را مصرف می‌کنند. فعالیت‌های آتشفشانی سبب می‌شود گازهای گوناگون و مواد شیمیایی جامد به صورت گرد و غبار وارد هوا کره شوند. لاشه جانوران و گیاهان بر اثر واکنش‌های شیمیایی تجزیه شده و به صورت مولکول‌های کوچک‌تری وارد آب کره، هوا کره یا سنگ کره می‌شوند. همچنین جانداران سالانه مقدار بسیار زیادی از ترکیب‌های کربن‌دار را وارد بخش‌های گوناگون کره زمین می‌کنند.

خود را بیازمایید

آیا می‌دانید

شیمی‌دان دریا به بررسی واکنش‌های شیمیایی که در اقیانوس‌ها و آب‌های ساحلی روی می‌دهد، توجه دارد. او با استفاده از دانش شیمی به مطالعه تولید مواد شیمیایی طبیعی از آب دریا، تأثیر آنها بر چرخه اقیانوس، معادن، کانی‌ها و اثر فعالیت‌های انسانی می‌پردازد. شیمی‌دان دریا می‌تواند از این دانش برای مطالعه حیات در دیگر سیاره‌ها نیز بهره‌برد.

۱- در مورد مواد موجود در آب دریا به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

آ) چند نمونه از این مواد را نام ببرید.

ب) این مواد از کجا می‌آیند؟ توضیح دهید.

۲- این عبارت را که «زمین از دیدگاه شیمیایی پویاست» توضیح دهید.

۳- در جدول زیر نام، نماد شیمیایی و مقدار برخی یون‌های حل شده در آب دریا نشان داده شده است.

نام یون	کلرید	سدیم	سولفات	منیزیم	کلسیم	پتاسیم	کربنات	برمید
نماد یون	Cl^-	Na^+	SO_4^{2-}	Mg^{2+}	Ca^{2+}	K^+	CO_3^{2-}	Br^-
میلی‌گرم یون در یک کیلوگرم آب دریا	۱۹۰۰۰	۱۰۵۰۰	۲۶۵۵	۱۳۵۰	۴۰۰	۳۸۰	۱۴۰	۶۵

آ) کاتیون عنصرهای کدام گروه‌های جدول دوره‌ای در آب دریا وجود دارند؟

ب) مقدار کدام آنیون در آب دریا از دیگر آنیون‌ها بیشتر است؟

پ) مقدار کدام کاتیون در آب دریا از دیگر کاتیون‌ها بیشتر است؟

ت) وجود انواع یون‌ها در آب دریا به دلیل انحلال نمک‌های گوناگون در آن است. نام و فرمول چند ترکیب شیمیایی دوتایی را بنویسید که انحلال آنها باعث ورود یون‌های کلرید و سدیم در آب دریا می‌شود.

۴- اگرچه ۷۵ درصد سطح زمین را آب پوشانده است، اما ۵ درصد جمعیت جهان از کم‌آبی

رنج می‌برند و ۶۶ درصد از مردم جهان تا سال ۲۰۲۵ با کمبود آب روبه‌رو خواهند شد. با توجه به شکل صفحه بعد دلیل کمبود آب برای مردم جهان را توضیح دهید.

آیا می دانید

آسیا پهناورترین قاره با داشتن بیش از ۶۰ درصد جمعیت جهان، خشک‌ترین قاره است. کشور ما با داشتن حدود یک درصد از جمعیت جهان، تنها ۰/۲۶ درصد از منابع آب شیرین جهان را در اختیار دارد. پژوهش‌ها و برآوردها نشان می‌دهند که یکی از مهم‌ترین چالش‌های کشور ما در آینده‌ای نزدیک، کمبود آب شیرین خواهد بود؛ چالشی که با مدیریت درست منابع آب می‌توان پیامدهای آن را کاهش داد. امروزه در جهان نزدیک به ۱,۲۰۰,۰۰۰,۰۰۰ نفر به آب آشامیدنی سالم دسترسی ندارند.



بیشتر آب‌های روی زمین شور است و نمی‌توان از آنها در کشاورزی، مصارف خانگی و صنعتی استفاده کرد؛ از این رو تهیه آب شیرین و آشامیدنی، همچنین آب قابل استفاده در کشاورزی، صنعت و دیگر حوزه‌هایی از چالش‌های اساسی در سطح جهان است. از سوی دیگر اقیانوس‌ها، دریاها، دریاچه‌ها و ... منابع ارزشمندی برای تهیه و استخراج مواد شیمیایی گوناگون، تولید فرآورده‌های پروتئینی، مواد و وسایل تزئینی، تهیه داروهای گوناگون و ... هستند. بنابراین ضروری است با افزایش دانش شیمی خود بتوان پاسخ پرسش‌های زیر را یافت.

خواص فیزیکی و شیمیایی آب چیست؟ چرا برخی نمک‌ها در آب دریا حل می‌شوند اما، برخی دیگر حل نمی‌شوند؟ آیا مواد شیمیایی موجود در آب دریا با یکدیگر، آبزیان و جانداران دریایی واکنش می‌دهند؟ مواد حل شده در آب دریا از کجا می‌آیند؟ کدام ویژگی آب سبب شده است تا زندگی در آب کره در زمستان و با وجود یخ زدن آب ادامه یابد؟ امید است با آموزش شیمی، شهروندانی آگاه و مسئولیت‌پذیر تربیت شوند که با تکیه بر دانش، از منابع خدادادی به طور مناسب بهره‌برداری و استفاده نموده و در عین حال از ایجاد ردپاهای سنگین و بزرگ بر روی بخش‌های گوناگون کره زمین جلوگیری نمایند.



● آب باران در هوای پاک تقریباً خالص است، زیرا هنگام تشکیل برف و باران، تقریباً همه مواد حل شده در آب از آن جدا می‌شود. این فرایند، الگویی برای تهیه آب خالص است. فرایندی که تقطیر^۱ و فرآورده آن آب مقطر نام دارد.

همراهان ناپیدای آب

دریاها مخلوطی همگن از انواع یون‌ها و مولکول‌ها در آب هستند. نوع و مقدار مواد حل شده در دریاها با یکدیگر تفاوت دارند، زیرا آب‌هایی که به دریاها می‌ریزند در مسیر خود از زمین‌هایی گذر می‌کنند که مواد شیمیایی گوناگون دارند.

اغلب چشمه‌ها، قنات‌ها و رودخانه‌ها، آبی زلال و شفاف دارند که شیرین، گوارا و آشامیدنی است (شکل ۳). آیا این آب‌ها خالص اند یا ناخالص؟ آیا آب‌های معدنی که از رشته‌کوه‌های البرز و زاگرس تهیه می‌شوند، ناخالصی دارند؟



شکل ۳- دو نمونه از آب‌های شیرین

کاوش کنید

درباره «وجود برخی یون‌ها در آب» کاوش کنید.

ابزار، وسایل و مواد مورد نیاز: چند لوله آزمایش، قطره چکان، قاشقک، آب مقطر، نقره

نیتрат، سدیم فسفات، سدیم کلرید، سدیم سولفات، باریم کلرید و کلسیم کلرید.

آزمایش ۱- (آ) یک لوله آزمایش بردارید و تا یک سوم حجم آن آب مقطر بریزید. سپس با استفاده از قاشقک چند بلور کوچک سدیم کلرید به آن بیفزایید. لوله آزمایش را تکان دهید. مشاهده خود را بنویسید.

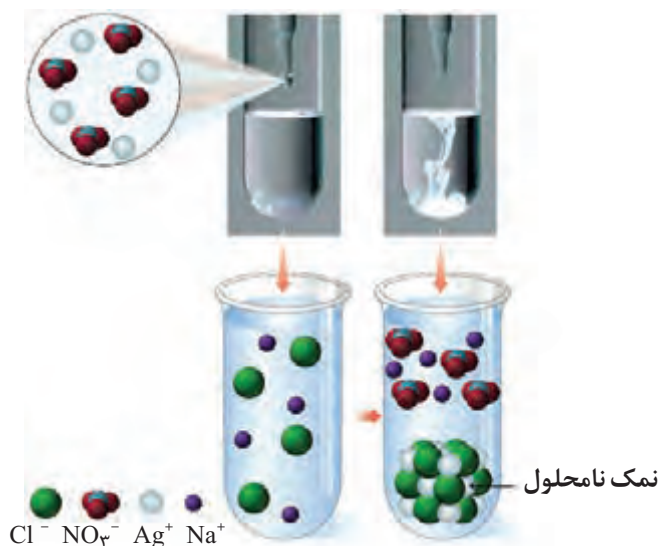
(ب) لوله آزمایش دیگری بردارید و تا یک سوم حجم آن آب مقطر بریزید. سپس با استفاده از قاشقک چند بلور نقره نیترات به آن بیفزایید. لوله آزمایش را تکان دهید. مشاهده خود را بنویسید.

(پ) اکنون با استفاده از قطره چکان، چند قطره از محلول نقره نیترات تهیه شده را درون محلول سدیم کلرید بریزید. مشاهده خود را بنویسید. از این آزمایش چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

(ت) با توجه به شکل زیر، معادله شیمیایی واکنش را بنویسید و آن را موازنه کنید.



● رسوب سفید نقره کلرید از واکنش محلول نقره نیترات با محلول سدیم کلرید تشکیل می‌شود.



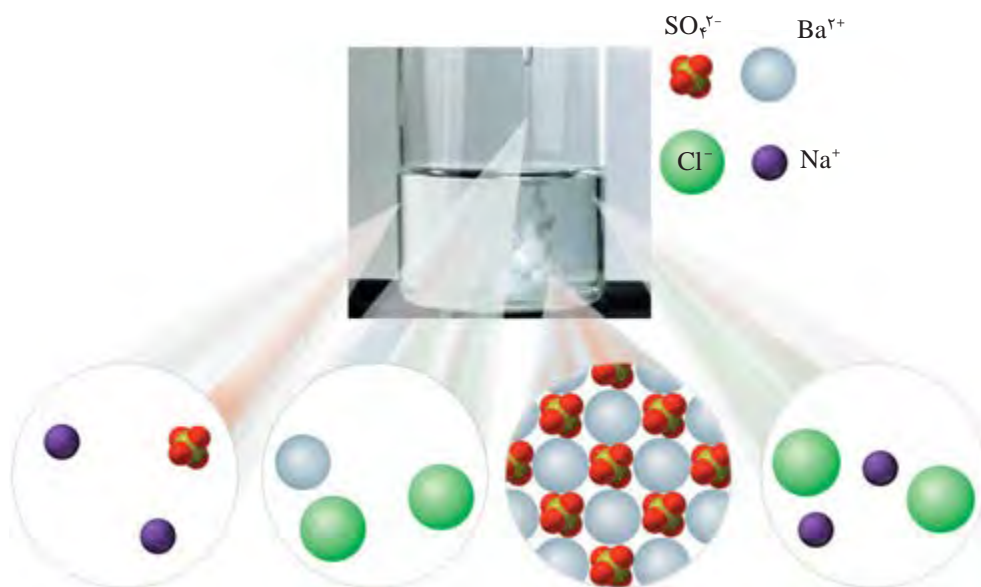
آزمایش ۲-آ) آزمایش ۱ را با سدیم فسفات (Na_3PO_4) و کلسیم کلرید تکرار کنید. مشاهده خود را بنویسید.

ب) هرگاه بدانید که کلسیم فسفات، $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ و سدیم کلرید فرآورده‌های واکنش هستند، معادله شیمیایی واکنش انجام شده را بنویسید و موازنه کنید.

آزمایش ۳- دانش آموزی برای شناسایی یون باریم در محلول آبی، آزمایشی طراحی کرده است. شکل زیر نمایی از آن را نشان می‌دهد.

آ) این آزمایش را انجام دهید.

ب) معادله شیمیایی واکنش انجام شده را بنویسید و موازنه کنید.



آزمایش ۴- از یک منبع آب آشامیدنی (آب شیر، آب معدنی، آب چشمه یا آب قنات) دو نمونه تهیه کنید، سپس با انجام آزمایش، وجود یون‌های کلرید و کلسیم را در آنها بررسی کنید.

آب آشامیدنی، مخلوطی زلال و همگن بوده که حاوی مقدار کمی از یون‌های گوناگون است (شکل ۴). برخی از این یون‌ها به طور طبیعی در آب حل شده و برخی دیگر در مراکز تأمین آب آشامیدنی سالم به آن افزوده می‌شود. برای نمونه به آب آشامیدنی، مقدار بسیار کم و مناسب یون فلوئورید می‌افزایند زیرا وجود این یون سبب حفظ سلامت دندان‌ها می‌شود.

● در برخی از آب‌های آشامیدنی مقدار یون‌های حل شده به قدری زیاد است که مزه آب را تغییر می‌دهد.

● تفاوت آب آشامیدنی و دیگر آب‌ها در نوع و مقدار حل‌شونده‌های آنها است.



شکل ۴- برخی یون‌های موجود در آب‌های آشامیدنی و شیرین. مقدار و نوع یون‌های موجود در آب‌های شیرین از محلی به محل دیگر تفاوت دارد.

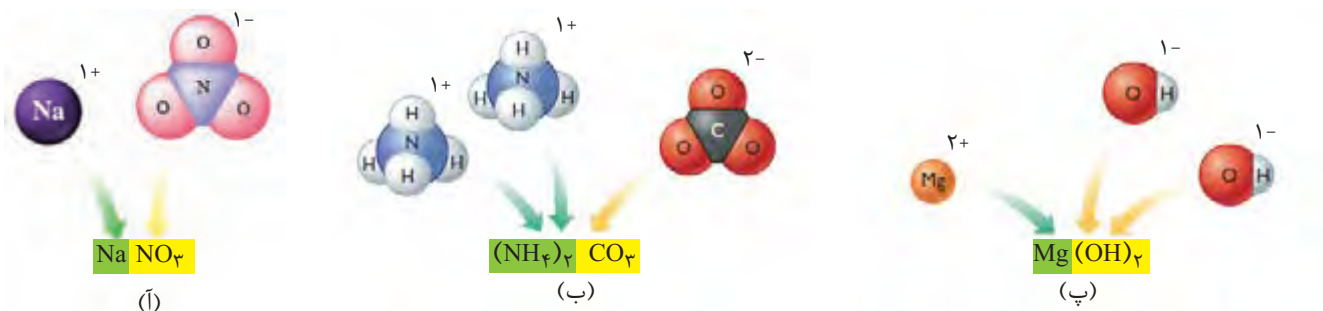
● یونی که از اتصال دو یا چند اتم تشکیل شده است، یون چنداتمی نام دارد.

برخی از یون‌های موجود در آب آشامیدنی، مانند Na^+ ، Cl^- ، Ca^{2+} و F^- تک‌اتمی هستند، در حالی که برخی دیگر مانند یون نیترات (NO_3^-) و یون سولفات (SO_4^{2-}) از چند اتم تشکیل شده‌اند. این یون‌ها را **یون‌های چند اتمی**^۱ می‌نامند. پتاسیم سولفات، ترکیبی یونی است که هر واحد آن شامل دو یون تک‌اتمی پتاسیم و یک یون چند اتمی سولفات است (شکل ۵).



شکل ۵- یون‌های سازنده پتاسیم سولفات و فرمول شیمیایی آن (توجه کنید در یون چند اتمی SO_4^{2-} ، بار الکتریکی 2^- به اتم خاصی تعلق ندارد بلکه متعلق به کل یون است).

برای نوشتن فرمول شیمیایی این ترکیب‌ها، نخست نماد کاتیون را سمت چپ و فرمول شیمیایی آنیون را در سمت راست می‌نویسند. با توجه به اینکه یک ترکیب یونی خنثی است، بر این اساس شمار کاتیون‌ها و آنیون‌ها را مشخص می‌کنند و به صورت زیروند در سمت راست هر یون قرار می‌دهند (شکل ۶).



شکل ۶- نام و فرمول شیمیایی (آ) سدیم نیترات، (ب) آمونیوم کربنات و (پ) منیزیم هیدروکسید

خود را بیازمایید

۱- جدول زیر را کامل کنید.

آنیون کاتیون	Cl^- یون کلرید	NO_3^- یون نیترات	SO_4^{2-} یون سولفات	CO_3^{2-} یون کربنات	OH^- یون هیدروکسید
Li^+ یون لیتیم			Li_2SO_4 لیتیم سولفات		
Mg^{2+} یون منیزیم					$\text{Mg}(\text{OH})_2$ منیزیم هیدروکسید
Fe^{2+} یون آهن (II)					
Al^{3+} یون آلومینیم					
NH_4^+ یون آمونیوم				$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ آمونیوم کربنات	NH_4OH آمونیوم هیدروکسید

۲- گیاهان برای رشد مناسب، افزون بر CO_2 و H_2O به عنصرهایی مانند N، P، S و ... نیاز دارند. آمونیوم سولفات یکی از کودهای شیمیایی است که دو عنصر نیتروژن و گوگرد را در اختیار گیاه قرار می دهد.

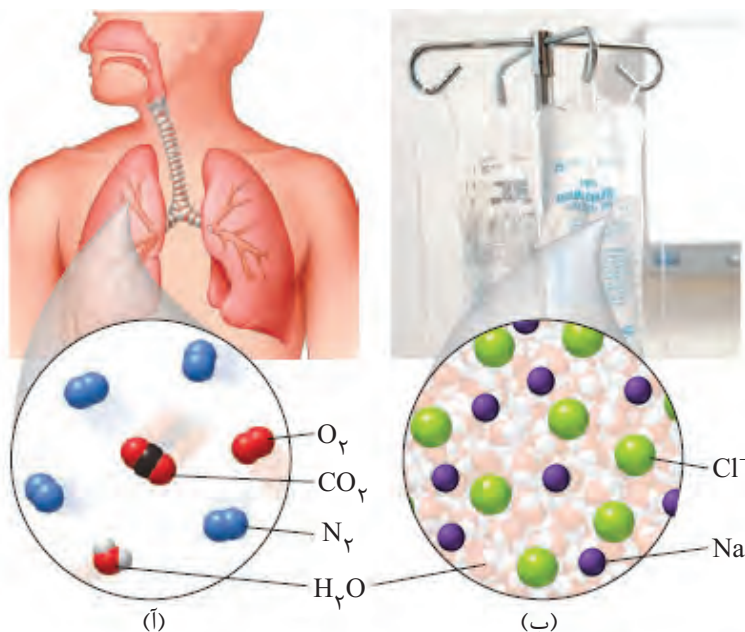
(آ) از انحلال هر واحد آمونیوم سولفات در آب، چند یون تولید می شود؟ توضیح دهید.

(ب) ساختار لوویس یون های آمونیوم و سولفات را رسم کنید.

محلول و مقدار حل شونده‌ها

● همه ساله خانه‌خدا را با گلاب ناب کاشان شست و شومی دهند.

محلول^۱، مخلوطی همگن از دو یا چند ماده بوده که حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی در سرتاسر آن یکسان و یکنواخت است. محلول‌ها کاربردهای فراوانی در زندگی ما دارند (شکل ۷).



(پ)



(ت)

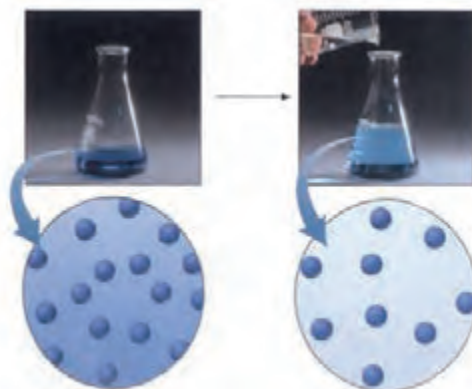
شکل ۷- برخی محلول‌ها و کاربرد آنها. (آ) هوای پاک که تنفس می‌کنیم، محلولی از گازهاست، (ب) سرم فیزیولوژی محلول نمک در آب است، (پ) ضد یخ، محلول اتیلن گلیکول در آب است و (ت) گلاب مخلوطی همگن از چند ماده‌آلی در آب است.

● در محلول آبی ضد یخ، حالت فیزیکی در سرتاسر آن مایع و ترکیب شیمیایی مانند رنگ، غلظت و... در سرتاسر آن یکسان و یکنواخت است.

برخی محلول‌ها مانند سرم فیزیولوژی رقیق و برخی مانند گلاب دو آتشه غلیظ هستند. هنگامی که گفته می‌شود محلولی غلیظ است یعنی مقدار حل شونده (ها) در آن زیاد است (شکل ۸). برای مثال شاید امروز صبح هنگام خوردن صبحانه گفته باشید که چای شیرین من خیلی غلیظ است. این گفته نشان می‌دهد که یا مقدار شکر موجود در چای شما زیاد بوده یا چای شما بسیار پررنگ بوده است (شکل ۹).



شکل ۹- در چای غلیظ، شمار ذره‌های حل شونده در واحد حجم بیشتر است.



شکل ۸- نمای ذره‌ای از محلول آبی رقیق و غلیظ مس(II) سولفات

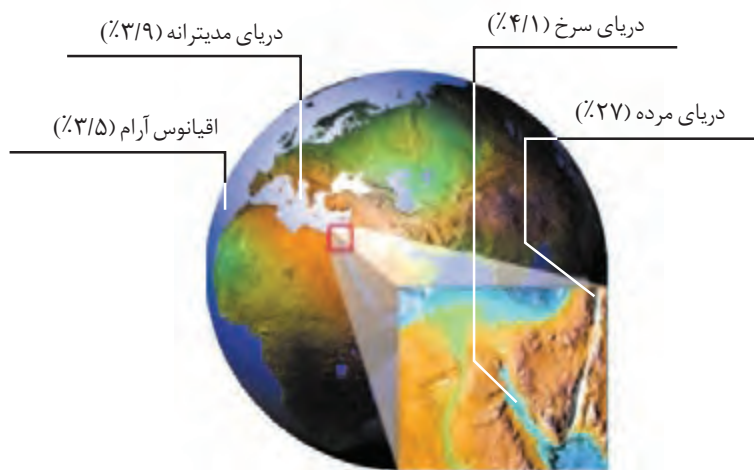
آیا می دانید

دریاچه ارومیه دومین دریاچه شور دنیاست که در هر کیلوگرم از آب آن، بیش از ۲۰۰ گرم از انواع حل شونده‌ها وجود دارد. چگالی آب دریاچه ارومیه در زمان پر آبی ۱/۱۴۸ گرم بر سانتی متر مکعب و با $\text{pH}=7/5$ گزارش شده است.

کاتیون‌های موجود در آب این دریاچه به طور عمده شامل Na^+ ، K^+ ، Ca^{2+} ، Li^+ و Mg^{2+} و آنیون‌های موجود در آن به طور عمده شامل Cl^- ، SO_4^{2-} و HCO_3^- است. مقدار Na^+ و Cl^- در آب دریاچه ارومیه حدود چهار برابر آب‌دریاهای آزاد است. به همین علت آن را می‌توان منبعی غنی برای تولید نمک خوراکی دانست. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که متأسفانه این حوزه آبی دچار خشکی شده است و اگر این روند ادامه یابد، خسارت‌های جبران‌ناپذیر و ردپای سنگینی بر زیست بوم منطقه برجای خواهد گذاشت.



مقدار نمک‌های حل شده در آب دریاهای گوناگون نیز با هم تفاوت دارد (شکل ۱۰). برای نمونه در هر 10° گرم از آب دریای مرده (بحرالمیت)، حدود ۲۷ گرم حل شونده (انواع نمک‌ها) وجود دارد؛ از این رو آب این دریا محلول غلیظی است که انسان می‌تواند به راحتی روی آن شناور بماند. دریاچه ارومیه نیز یکی از دریاچه‌های شور دنیاست که مقدار نمک‌های حل شده در آن بسیار زیاد است. محلول آبی این دریاچه نیز بسیار غلیظ است؛ از این رو دریاچه ارومیه منبع غنی از مواد شیمیایی گوناگون به شمار می‌آید.



شکل ۱۰- مقدار نمک‌های حل شده در آب دریاهای گوناگون

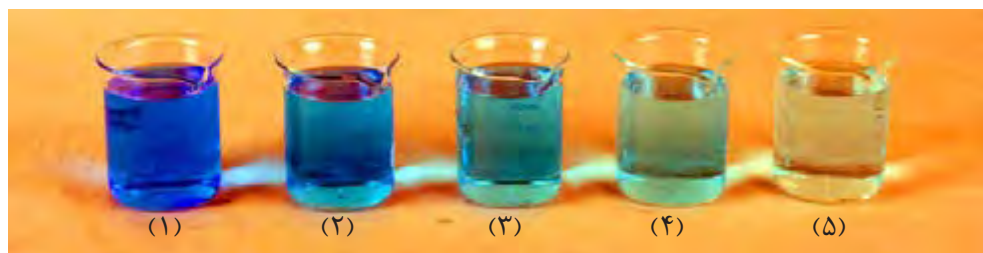
در درس علوم آموختید که هر محلول از دو جزء، **حلال**^۱ و **حل شونده**^۲ تشکیل شده است. در واقع، حلال جزئی از محلول است که حل شونده را در خود حل می‌کند و شمار مول‌های آن بیشتر است. خواص محلول‌ها به خواص حلال، حل شونده و مقدار هر یک از آنها بستگی دارد. بنابراین دانستن اینکه چه مقدار حل شونده در یک محلول وجود دارد، می‌تواند به درک خواص، رفتار و کاربرد آن محلول کمک کند.

شیمی دان‌ها **غلظت** یک محلول را مقدار حل شونده در مقدار معینی از حلال یا محلول تعریف می‌کنند. آنها در آزمایشگاه با محلول‌های گوناگونی سروکار دارند که مقدار حل شونده در آنها در گستره‌ای از مقدار بسیار کم تا مقدار بسیار زیاد متغیر است. از این رو غلظت محلول‌ها را به روش‌های گوناگون بیان می‌کنند. در اینجا سه مورد از انواع غلظت محلول‌ها بررسی می‌شود.

قسمت در میلیون

هر گاه $5/5$ گرم مس (II) سولفات را در $99/5$ گرم آب حل کنید، محلولی زیبا به رنگ آبی به دست می‌آید. حال اگر این محلول را با افزودن آب، چندین مرتبه رقیق‌تر کنیم، محلولی

بسیار کم رنگ پدید می‌آید که گویی رنگ ندارد. ظاهر بی‌رنگ آن نشان می‌دهد که محلول بسیار رقیق بوده و مقدار حل‌شونده در آن بسیار کم است (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- در هر ۱۰۰ گرم محلول شماره ۵، حدود ۰/۰۰۰۰۵ گرم مس (II) سولفات وجود دارد.

برای بیان ساده‌تر غلظت محلول‌های بسیار رقیق مانند غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌ها در آب معدنی، آب آشامیدنی، آب دریا، بدن جانداران، بافت‌های گیاهی و مقدار آلاینده‌های هوا از کمیتی به نام **قسمت در میلیون (ppm)** استفاده می‌شود. این کمیت نشان می‌دهد که در یک میلیون گرم از محلول، چند گرم حل‌شونده وجود دارد. ppm از رابطه زیر به دست می‌آید:

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

توجه کنید در این رابطه، یکای جرم در صورت و مخرج کسر باید یکسان باشد.

نمونه حل شده

در یک نمونه آب آشامیدنی به جرم ۲۰۰ گرم، ۰/۰۵ میلی‌گرم یون فلوئورید وجود دارد. غلظت یون F^- در این نمونه چند ppm است؟

پاسخ:

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 = \frac{5 \times 10^{-5} \text{ g}}{200 \text{ g}} \times 10^6 = 0/25 \text{ ppm}$$

در میان تارنماها

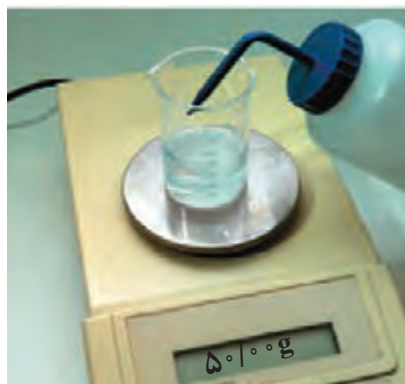
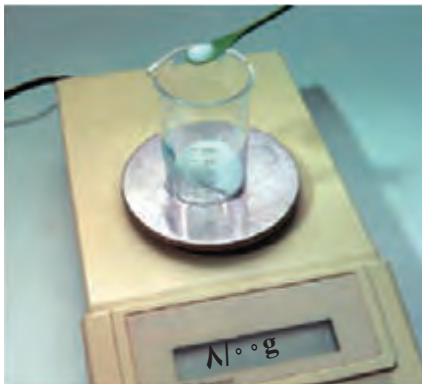
با مراجعه به منابع معتبر علمی، درباره اینکه «غلظت یون نیترات (NO_3^-) در آب آشامیدنی باید کمترین مقدار ممکن باشد» اطلاعاتی جمع‌آوری و در کلاس گزارش کنید.

آیا می‌دانید

سازمان بهداشت جهانی مقدار مجاز یون فلوئورید را در آب آشامیدنی $1/22 - 0/7$ ppm اعلام کرده است. اگر مقدار یون فلوئورید از این گستره کمتر باشد، کارایی خود را از دست می‌دهد. از سوی دیگر، مصرف بیش از اندازه یون F^- باعث ایجاد خال یا لکه‌هایی به رنگ سفید مات بر سطح مینای دندان می‌شود. با ادامه مصرف یون فلوئورید، لکه‌ها قهوه‌ای شده، به تدریج فرو رفتگی ایجاد می‌شود.

با هم بیندیشیم

مربی آزمایشگاه پس از قرار دادن بشر روی ترازو، جرم آن را روی صفر تنظیم کرده و سپس با افزودن مقدار معینی پتاسیم کلرید (حل شونده) و آب (حلال)، محلولی تهیه می‌کند. با توجه به شکل‌های زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.



آ) جرم حل شونده، محلول و حلال را تعیین کنید.

ب) برای تهیه ۱۰۰ گرم از این محلول به چند گرم حل شونده و چند گرم حلال نیاز است؟

پ) غلظت پتاسیم کلرید در این محلول ۱۶ درصد جرمی است. با این توصیف، مفهوم درصد

جرمی را توضیح دهید.

ت) رابطه‌ای برای محاسبه درصد جرمی محلول بیابید.

ث) بر روی ظرف حاوی محلول شست‌وشوی دهان عبارت «محلول استریل سدیم کلرید ۰/۹

درصد» نوشته شده است. معنی این عبارت را توضیح دهید.

• درصد جرمی را با نماد %w/w نشان می‌دهند که هم ارز با شمار قسمت‌های حل شونده در ۱۰۰ قسمت از محلول است.

آیا می‌دانید

بستر اقیانوس‌ها و دریاها مقدار قابل توجهی از مواد شیمیایی گوناگون را دارد. پژوهش‌ها نشان می‌دهند که کلوخه‌های کف اقیانوس‌ها تا ۲۴ درصد منگنز (Mn)، ۱۴ درصد آهن (Fe) و مقدار کمتری مس (Cu)، نیکل (Ni) و کبالت (Co) دارد. به همین دلیل گروه‌های اکتشافی زیادی در سراسر دنیا وجود دارند که به بررسی ترکیب شیمیایی بستر اقیانوس‌ها و دریاها می‌پردازند. همچنین جالب است بدانید که اکتشاف این منابع به مرز آبی کشورها محدود نمی‌شود.

خود را بیازمایید

۱- جدول زیر غلظت برخی یون‌ها را در یک نمونه از آب دریا نشان می‌دهد، آن را کامل کنید.

نام یون	نماد یون	میلی‌گرم یون در یک کیلوگرم آب دریا	غلظت یون	
			%w/w	ppm
یون کلرید	Cl ⁻	۱۹۰۰۰	.....	.....
یون سدیم	Na ⁺	۱۰۵۰۰	.....	.....
یون سولفات	SO ₄ ^{۲-}	۲۶۵۵	.....	.....
یون منیزیم	Mg ^{۲+}	۱۳۵۰	.....	.....
یون کلسیم	Ca ^{۲+}	۴۰۰	.....	.....
یون پتاسیم	K ⁺	۳۸۰	.....	.....



۲۹ g

۱۰۸ g

۲- جرم کل آب‌های زمین در حدود $10^{18} \times 1/5$ تن است. اگر مقدار نمک‌های حل شده در این آب‌ها برابر با $3/5$ درصد باشد، حساب کنید چند تن از انواع نمک در آنها وجود دارد؟
۳- با توجه به شکل، درصد جرمی قند موجود در هر یک از نوشابه‌های گازدار را تعیین کنید.

پیوند با صنعت

دریا یکی از نعمت‌های خدادادی است که منبعی سرشار از مواد شیمیایی است. در آب دریا در حدود $10^{16} \times 5$ تن از انواع مواد گوناگون وجود دارد (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- گرمای شدید، سبب تبخیر آب دریاچه‌ها و دریاها شده، در نتیجه بلورهای جامد زیبایی تشکیل می‌شود. بلورهایی که 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^۱ از آب دریا جداسازی و استخراج می‌شود (شکل ۱۳).

آیا می‌دانید

سالانه ۱۵۰ میلیون تن نمک خوراکی در جهان و در صنایع گوناگون مصرف می‌شود. این نمک را از آب دریا یا معادن نمک تهیه می‌کنند. یکی از مهم‌ترین منابع سدیم کلرید، صحرایی بزرگ از نمک واقع در کشور بولیوی است. این صحرای تبخیر آب دریاچه^۱ مین چین به جای مانده است. مساحت این صحرای حدود 10^25 کیلومتر مربع است. برآورد شده است که در این صحرای 10^8 تن نمک وجود دارد که سالانه ۲۵۰۰۰ تن نمک از آن استخراج می‌شود.

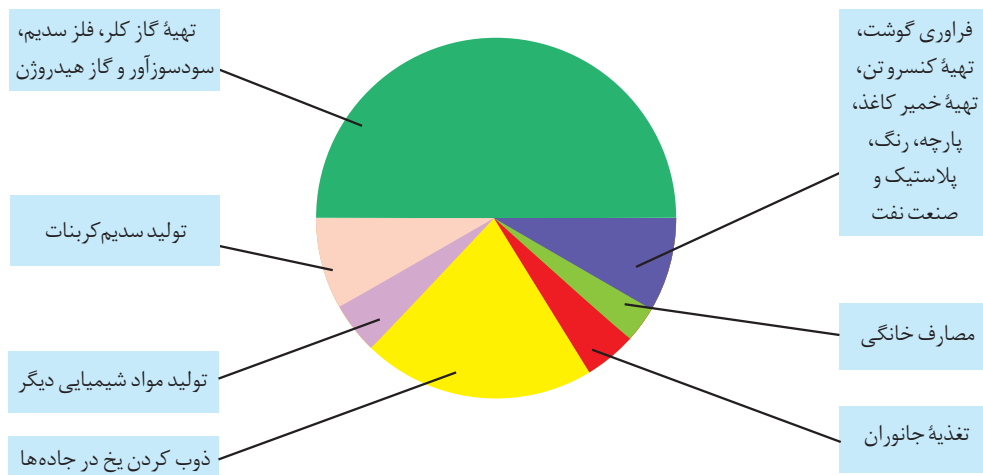


● جداسازی حل‌شونده از محلول به شکل بلورهای جامد را تبلور می‌نامند.



شکل ۱۳- استخراج و جداسازی سدیم کلرید به روش تبلور

نمک خوراکی در زندگی روزانه و صنایع گوناگون کاربردهای فراوانی دارد (نمودار ۱).



نمودار ۱- کاربردهای NaCl

فلز منیزیم ماده ارزشمند دیگری است که در تهیه آلیاژها، شربت معده و ... کاربرد دارد. یکی از منابع تهیه این فلز آب دریاست. منیزیم در آب دریا به شکل $Mg^{2+}(aq)$ وجود دارد. برای استخراج و جداسازی آن، در مرحله نخست منیزیم را به صورت ماده جامد و نامحلول $Mg(OH)_2$ رسوب می دهند، سپس آن را به منیزیم کلرید تبدیل می کنند. در پایان با استفاده از جریان برق، منیزیم کلرید مذاب را به عنصرهای سازنده آن تجزیه می کنند.



غلظت مولی (مولار)

غلظت بسیاری از محلول‌ها در صنعت، پزشکی، داروسازی، کشاورزی و زندگی روزانه با درصد جرمی بیان می شود، برای نمونه سرکه خوراکی با خاصیت اسیدی ملایم که به عنوان چاشنی در غذاها مصرف می شود، محلول ۵ درصد جرمی استیک اسید در آب است. همچنین محلول غلیظ نیتریک اسید در صنعت با غلظت ۷۰ درصد جرمی تولید و بسته به کاربرد آن، به محلول‌های رقیق تر تبدیل می شود.

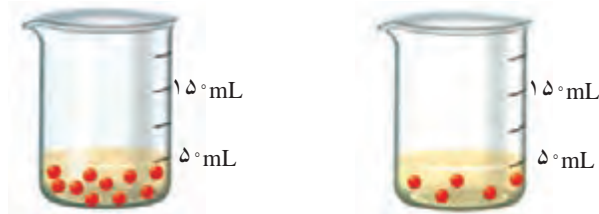
با این توصیف نباید چنین تصور شود که تهیه محلول‌ها به حالت مایع، با درصد جرمی معین کار آسانی است. تجربه نشان می دهد که اندازه گیری حجم یک مایع به ویژه در آزمایشگاه، آسان تر از جرم آن است (چرا؟).

از سوی دیگر شیمی دان‌ها مقدار ماده را برحسب مول بیان می کنند در واقع مبنای محاسبه های کمی در شیمی، مول است. اینک چنین به نظر می رسد بیان غلظتی از محلول پر کاربردتر خواهد بود که با مول‌های ماده حل شونده و حجم محلول ارتباط داشته باشد. چنین غلظتی را **غلظت مولی^۱ (مولار)** می نامند.

● هنگام بیماری، توازن غلظت برخی گونه‌ها در خون به هم می خورد. از این رو انجام آزمایش‌های پزشکی و تعیین غلظت گونه‌های موجود در خون و دیگر محلول‌های بدن از ضروری ترین کارها در مراکز درمانی برای رسیدگی به یک بیمار است.

با هم بیندیشیم

۱- شکل زیر دو محلول از یک نوع حل شونده را در آب نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید.



(آ) کدام کمیت در این محلول‌ها یکسان است؟

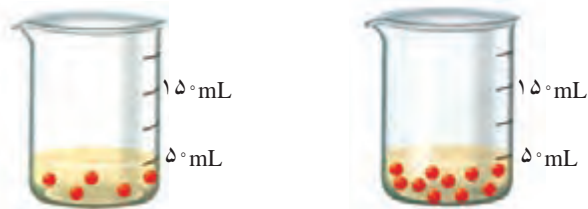
(ب) کدام کمیت در این محلول‌ها متفاوت است؟

(پ) اگر هر ذره حل شونده در شکل هم‌ارز با 1×10^{-6} مول باشد، نسبت مول‌های حل شونده به حجم محلول (برحسب لیتر) را برای هریک از دو محلول به دست آورید.

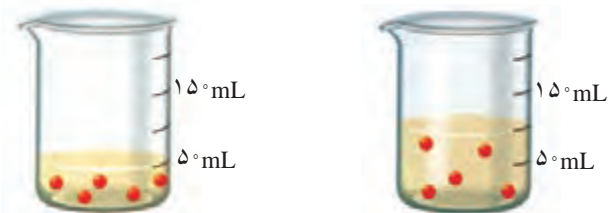
(ت) کمیت به دست آمده در قسمت «پ»، غلظت مولی نام دارد. آن را در یک سطر تعریف و یکای آن را مشخص کنید.

(ث) براساس غلظت مولی محاسبه شده، کدام محلول رقیق‌تر است؟ چرا؟

۲- با توجه به شکل، هریک از جمله‌های زیر را با خط‌زدن واژه‌های نادرست کامل کنید.
 (آ) با افزودن مقداری حلال به یک محلول در حجم ثابت، غلظت محلول کاهش می‌یابد. حل شونده



(ب) با افزودن مقداری حلال به محلولی با غلظت معین، غلظت محلول کاهش می‌یابد. حل شونده



● محلول مولار سدیم هیدروکسید نشان می‌دهد که در هر لیتر از این محلول، 1 mol سدیم هیدروکسید حل شده است. از این رو در 1 L لیتر از این محلول، 1 mol سدیم هیدروکسید از آن، 1 mol سدیم هیدروکسید حل شده وجود دارد.



● دستگاه اندازه‌گیری قند خون (گلوکومتر). این دستگاه میلی‌گرم گلوکز را در هر دسی‌لیتر (dL) از خون نشان می‌دهد. غلظت مولی گلوکز در این نمونه از خون چند مولار است؟

$$(1 \text{ dL} = 100 \text{ mL})$$

نمونه حل شده

برای تهیه ۲۵۰ mL محلول پتاسیم یدید ۰/۲ مول بر لیتر (مولار) به چند مول حل شونده نیاز است؟

پاسخ:

$$\text{روش نخست: } \frac{n(\text{mol})}{V(\text{L})} = \frac{\text{مول های حل شونده}}{\text{حجم محلول}} = \text{غلظت مولی}$$

$$0.2 \text{ mol L}^{-1} = \frac{n(\text{KI})}{0.25 \text{ L}} \rightarrow n = 0.2 \text{ mol L}^{-1} \times 0.25 \text{ L} = 0.05 \text{ mol}$$

روش دوم: محلول ۰/۲ مولار پتاسیم یدید نشان می دهد که در هر لیتر از محلول آن ۰/۲ مول KI حل شده است که از آن می توان به عامل تبدیل $\frac{0.2 \text{ mol KI}}{1 \text{ L KI(aq)}}$ دست یافت.

$$? \text{ mol KI} = 0.25 \text{ L KI(aq)} \times \frac{0.2 \text{ mol KI}}{1 \text{ L KI(aq)}} = 0.05 \text{ mol KI}$$

آیا نمک ها به یک اندازه در آب حل می شوند؟

آمارها نشان می دهند که نزدیک به ۳ درصد از جمعیت کشورمان سنگ کلیه دارند. این بیماری افزون بر زمینه ژن شناختی 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. آیا بین میزان حل شدن نمک ها در آب و تشکیل سنگ کلیه رابطه ای وجود دارد؟ برای پاسخ به این پرسش، دانستن و درک مفهوم انحلال پذیری ضروری است.

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، محلولی که نمی تواند حل شونده بیشتری را در خود حل کند. جدول ۱، انحلال پذیری برخی مواد را در آب و ۲۵°C نشان می دهد.

جدول ۱- انحلال پذیری برخی مواد در آب (۲۵°C)

نام حل شونده	فرمول شیمیایی	انحلال پذیری (گرم حل شونده / ۱۰۰g H ₂ O)
شکر	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	۲۰۵
سدیم نیترات	NaNO ₃	۹۲
سدیم کلرید	NaCl	۳۶
کلسیم سولفات	CaSO ₄	۰/۲۳
کلسیم فسفات	Ca ₃ (PO ₄) ₂	۵×۱۰ ^{-۴}
نقره کلرید	AgCl	۲/۱×۱۰ ^{-۴}
باریم سولفات	BaSO ₄	۱/۹×۱۰ ^{-۴}

آیا می دانید

بیماری نقرس به دلیل رسوب کردن نمک متبلور سدیم اورات در مفاصل به ویژه انگشتان دست‌ها و پاهاست. این نمک دارای بلورهای تیز و سوزنی شکل است که باعث ایجاد درد شدیدی در این مفاصل می‌شود. این عیوب هنگامی پدید می‌آید که مقدار این نمک از انحلال‌پذیری آن در 37°C و در خوناب (پلاسمای خون) بیشتر باشد.



آیا می دانید

در برخی نقاط جهان چشمه‌های آب گرم برای رسیدن به سطح زمین با عبور از میان سنگ‌های آهکی مقداری از این سنگ‌ها را در خود حل می‌کند. آب این چشمه‌ها با رسیدن به سطح زمین و کاهش دمای آن، چشم‌اندازهای زیبایی پدید می‌آورند، زیرا انحلال‌پذیری CaCO_3 در آب و دمای 25°C در حدود 7×10^{-4} گرم است و هر مقدار بیشتر از آن به صورت جامد از محلول سیر شده جدا می‌شود.



جدول ۱، نشان می‌دهد که در 25°C در 100g آب، هر مقدار کمتری از 36g سدیم کلرید می‌تواند در آب حل شود، اما یک محلول سیر نشده پدید می‌آید. در حالی که در این دما، حداکثر 36g سدیم کلرید می‌تواند در 100g آب حل شود تا 136g محلول سیر شده به دست آید. بدیهی است که در این دما برای تهیه محلول سیر شده‌ای از کلسیم سولفات باید $23\text{g}/100\text{g}$ از آن را در 100g آب حل نمود.

خود را بیازمایید

۱- اگر 19g سدیم نیترات را در 25°C درون 200g آب بریزیم، پس از تشکیل محلول سیر شده:

(آ) چند گرم محلول به دست می‌آید؟

(ب) چند گرم سدیم نیترات در ته ظرف باقی می‌ماند؟

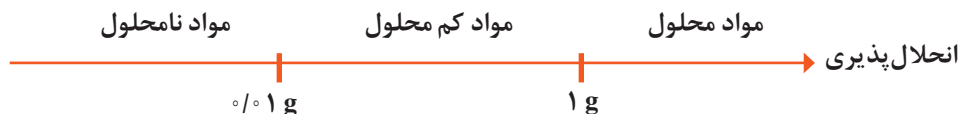
۲- اغلب سنگ‌های کلیه از رسوب کردن برخی نمک‌های کلسیم‌دار در کلیه‌ها تشکیل می‌شوند، با این توصیف:

(آ) مقدار این نمک‌ها در ادرار افراد سالم از انحلال‌پذیری آنها کمتر است یا بیشتر؟ چرا؟

(ب) در افرادی که به تشکیل سنگ کلیه مبتلا می‌شوند، مقدار این نمک‌ها در ادرار از

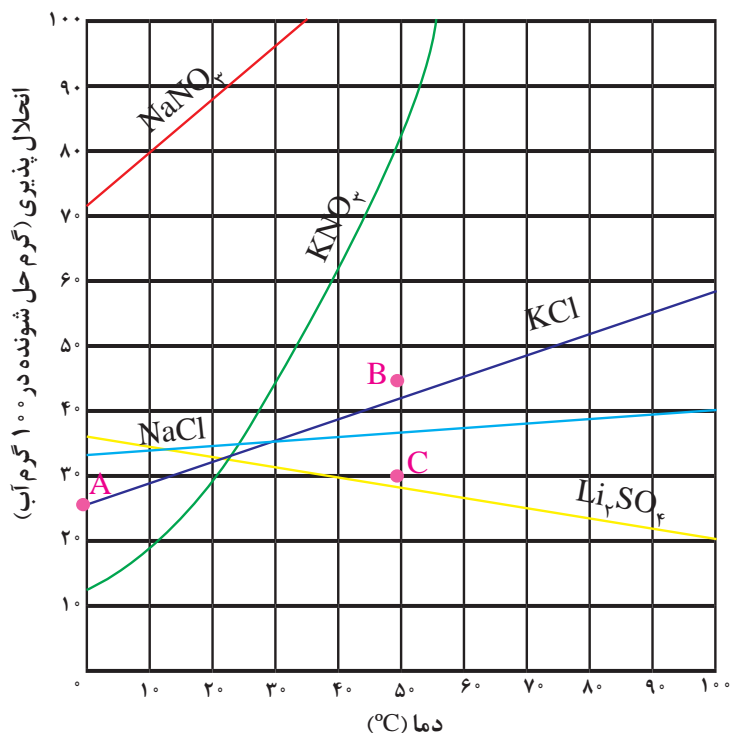
انحلال‌پذیری آنها کمتر است یا بیشتر؟ چرا؟

۳- شیمی‌دان‌ها مواد حل‌شونده جامد را براساس انحلال‌پذیری در آب و دمای اتاق به صورت زیر دسته‌بندی می‌کنند:



هر یک از ترکیب‌های جدول ۱ را در این دسته‌بندی جای دهید.

دریافتید که انحلال‌پذیری نمک‌ها به نوع آنها و دما بستگی دارد اما تأثیر دما بر میزان انحلال‌پذیری آنها یکسان نیست به طوری که انحلال‌پذیری برخی نمک‌ها با افزایش دما، افزایش یافته و برخی دیگر کاهش می‌یابد (نمودار ۲).



نمودار ۲- انحلال پذیری برخی ترکیب‌های یونی در آب بر حسب دما

نمودار ۲، نمودار «انحلال‌پذیری - دما» نامیده می‌شود که برای هر نمک براساس آزمایش و از داده‌های تجربی آن به دست آمده است. مطابق این نمودار با افزایش دما، انحلال‌پذیری اغلب نمک‌ها افزایش می‌یابد.

با هم بیندیشیم

با توجه به نمودار ۲، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

آ) انحلال‌پذیری لیتیم سولفات در 85°C چند گرم است؟ در چه دمایی انحلال‌پذیری آن برابر با 28g است؟

ب) هریک از نقطه‌های B و C نسبت به منحنی انحلال‌پذیری KCl نشان‌دهنده چه نوع محلولی است؟ توضیح دهید.

پ) هنگامی که 133g محلول سیرشده لیتیم سولفات را از دمای 2°C تا دمای 7°C گرم می‌کنیم، چه رخ می‌دهد؟ توضیح دهید.

ت) انحلال‌پذیری کدام ترکیب یونی کمتر به دما وابسته است؟ چرا؟

ث) نقطه A روی نمودار انحلال‌پذیری KCl، عرض از مبدأ آن نام دارد. این نقطه نشان‌دهنده چیست؟ توضیح دهید.

● حرف S از واژه Solubility به معنای انحلال پذیری گرفته شده است.

۱- دانش آموزی از منابع علمی، انحلال پذیری (S) سدیم نیترات را در دماهای گوناگون (θ) مطابق جدول زیر استخراج کرده است.

$\theta(^{\circ}\text{C})$	۰	۱۰	۲۰	۳۰
$S\left(\frac{\text{g NaNO}_3}{100\text{g H}_2\text{O}}\right)$	۷۲	۸۰	۸۸	۹۶

او توانست با استفاده از داده‌های این جدول، معادله $S = 0.8\theta + 72$ را به دست آورد.
 (آ) توضیح دهید او چگونه به این معادله دست یافته است؟
 (ب) انحلال پذیری سدیم نیترات را در 7°C پیش بینی کنید.

۲- با توجه به جدول زیر، معادله‌ای برای انحلال پذیری پتاسیم کلرید بر حسب دما به دست آورید.

$\theta(^{\circ}\text{C})$	۰	۲۰	۴۰	۶۰
$S\left(\frac{\text{g KCl}}{100\text{g H}_2\text{O}}\right)$	۲۷	۳۳	۳۹	۴۶

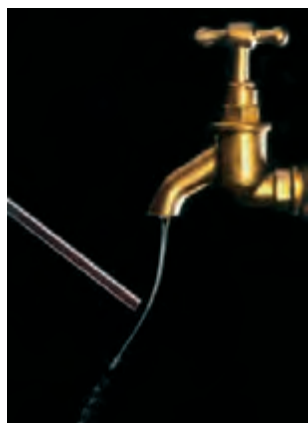
۳- با مقایسه دو معادله به دست آمده برای سدیم نیترات و پتاسیم کلرید:
 (آ) تأثیر دما بر انحلال پذیری این دو ماده را مقایسه کنید.

(ب) توضیح دهید چرا در هر دمایی، انحلال پذیری سدیم نیترات بیشتر از پتاسیم کلرید است؟

رفتار آب و دیگر مولکول‌ها در میدان الکتریکی

آب تنها ماده‌ای است که به هر سه حالت جامد، مایع و گاز (بخار) در طبیعت یافت می‌شود. وجود و تبدیل این حالت‌ها به یکدیگر زندگی را در سیاره‌ای ممکن و دلپذیر ساخته است. آب ویژگی‌های گوناگون و شگفت‌انگیزی دارد. از جمله آنها توانایی حل کردن اغلب مواد، افزایش حجم هنگام انجماد و داشتن نقطه جوش بالا و غیر عادی است. اما دلیل این ویژگی‌ها چیست و چه اثری بر زندگی موجودات زنده دارد؟ برای پاسخ به این پرسش‌ها، بررسی ساختار مولکولی آب ضروری به نظر می‌رسد.

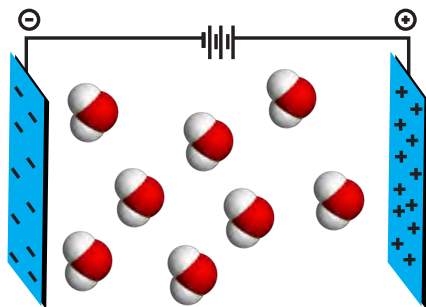
در درس علوم با آزمایش انحراف باریکه آب به وسیله شانه یا میله شیشه‌ای مالش داده شده به موهای خشک آشنا شدید (شکل ۱۴)؛ آزمایشی که در آن باریکه آب از راستای طبیعی خود منحرف می‌شود. آیا دلیل این انحراف را به یاد دارید؟ میله شیشه‌ای از لحاظ بار الکتریکی خنثی است، اما بر اثر مالش به موی خشک، دارای بار الکتریکی منفی خواهد شد. در این شرایط مولکول‌های آب به سوی آن جذب می‌شوند (چرا؟).



شکل ۱۴- انحراف باریکه آب به وسیله میله شیشه‌ای مالش داده شده به موی سر.

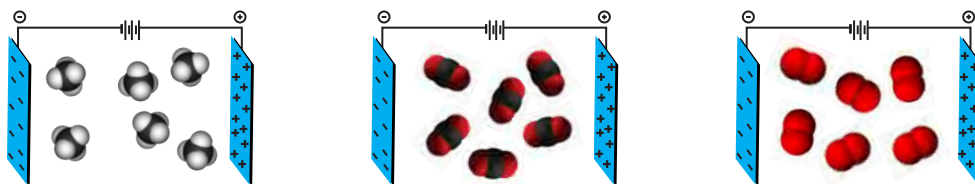
این رفتار مولکول‌های آب از ویژگی‌های ساختاری آن سرچشمه می‌گیرد. شکل مولکول آب خمیده (V شکل) بوده و در آن هر اتم هیدروژن با یک پیوند اشتراکی یگانه به اتم مرکزی (اکسیژن) متصل است.

نوع اتم‌های سازنده و ساختار خمیده مولکول آب، نقش تعیین‌کننده‌ای در خواص آن دارد. هنگامی که این مولکول‌ها در یک میدان الکتریکی قرار می‌گیرند، جهت‌گیری می‌کنند (شکل ۱۵).



شکل ۱۵- جهت‌گیری مولکول‌های آب در میدان الکتریکی

نحوه جهت‌گیری مولکول‌های آب در میدان الکتریکی نشان می‌دهد که اتم اکسیژن، سر منفی و اتم‌های هیدروژن، سر مثبت مولکول را تشکیل می‌دهند. شیمی دان‌ها به مولکول‌هایی مانند آب که در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند، **مولکول‌های دو قطبی** یا **قطبی** می‌گویند. این درحالی است که مولکول‌های سازنده ترکیب‌هایی مانند گاز اکسیژن (O_2)، کربن دی‌اکسید (CO_2) و متان (CH_4) در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کنند (شکل ۱۶). چنین مولکول‌هایی، **ناقطبی** نامیده می‌شوند.

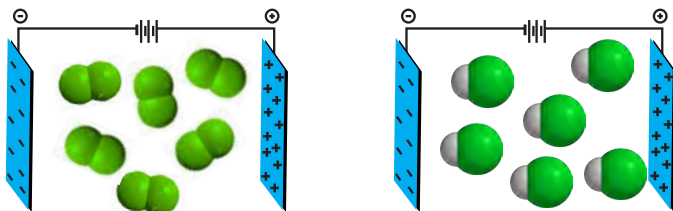


شکل ۱۶- رفتار مولکول‌های O_2 ، CO_2 و CH_4 در میدان الکتریکی

با هم بیندیشیم

۱- شکل زیر مولکول‌های F_2 و HCl با جرم مولی نزدیک به یکدیگر را در یک میدان الکتریکی

نشان می‌دهد.



آ) کدام یک دارای مولکول‌های قطبی است؟ چرا؟
 ب) اگر نقطه جوش F_2 و HCl به ترتیب برابر با $-188^\circ C$ و $-85^\circ C$ باشد، نیروهای بین مولکولی در کدام یک قوی‌تر است؟ توضیح دهید.
 پ) جمله زیر را با خط‌زدن واژه‌های نادرست، کامل کنید.
 در مواد مولکولی با جرم مولی مشابه، ماده با مولکول‌های قطبی، نقطه جوش متفاوت بالاتری دارد.

۲- جرم مولی گازهای نیتروژن (N_2) و کربن مونوکسید (CO) برابر است، بر این اساس:
 آ) پیش‌بینی کنید مولکول‌های دو اتمی کدام گاز در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند؟ چرا؟
 ب) کدام یک در شرایط یکسان آسان‌تر به مایع تبدیل می‌شود؟ توضیح دهید.

خود را بیازمایید

با توجه به جدول زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.

I_2	Br_2	Cl_2	ماده ویژگی
جامد	مایع	گاز	حالت فیزیکی ($25^\circ C$)
۲۵۴	۱۶۰	۷۱	جرم مولی ($g\ mol^{-1}$)

آ) آیا مولکول‌های سازنده این مواد در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند؟ چرا؟
 ب) نیروهای بین مولکولی در کدام یک قوی‌تر است؟ توضیح دهید.
 پ) جمله زیر را با خط‌زدن واژه‌های نادرست، کامل کنید.
 در مواد مولکولی با مولکول‌های ناقطبی، با افزایش جرم مولی، دمای جوش کاهش می‌یابد.

● به برهم‌کنش‌های میان مولکول‌های سازنده یک ماده، نیروهای بین مولکولی می‌گویند؛ نیروهایی که ذره‌های سازنده گاز به یکدیگر وارد می‌کنند یا نیروهایی که مولکول‌های مواد به حالت مایع و جامد را در کنار یکدیگر نگه می‌دارند.

نیروهای بین مولکولی آب، فراتر از انتظار

نیروهای بین مولکولی در تعیین حالت فیزیکی و خواص یک ترکیب نقش مهمی دارند. گازها، دارای مولکول‌های مجزا با کمترین برهم‌کنش‌ها هستند. اما برهم‌کنش مولکول‌ها در مایع‌ها بیشتر است و در جامدها، برهم‌کنش‌ها میان مولکول‌ها می‌تواند به بیشترین مقدار ممکن برسد. از این رو در شرایط یکسان، نیروهای بین مولکولی در حالت جامد قوی‌تر از حالت مایع و آن هم به مراتب قوی‌تر از حالت گازی است. البته باید توجه داشت که نیروهای بین مولکولی به طور عمده به میزان قطبی بودن مولکول‌ها و جرم آنها وابسته است.

جدول ۲ برخی ویژگی‌های آب را در مقایسه با هیدروژن سولفید نشان می‌دهد.

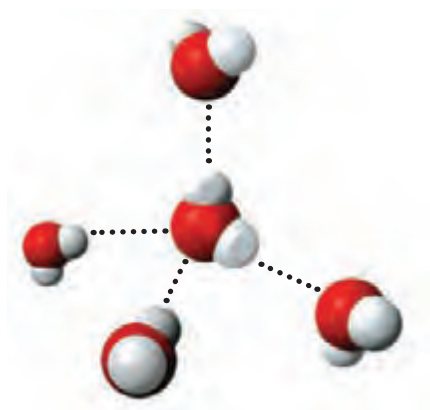
جدول ۲- مقایسه برخی ویژگی‌های آب با هیدروژن سولفید (فشار = ۱ atm)

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

مطابق جدول، هر دو ماده مولکول‌های خمیده و قطبی دارند، اما آب با جرم مولی نزدیک به نصف جرم مولی هیدروژن سولفید، دمای جوش غیرعادی و بالاتری از آن دارد به طوری که تفاوتی برابر با 16°C را نشان می‌دهد. گویی نیروی جاذبه میان مولکول‌های آب از آنچه انتظار می‌رود، قوی‌تر است. اما چرا؟ دلیل این تفاوت را در کجا باید جستجو کرد؟

با جهت‌گیری مولکول‌های قطبی یک ماده در میدان الکتریکی آشنا شدید. این ویژگی مبنای اندازه‌گیری کمیتی به نام **گشتاور دو قطبی**^۱ است؛ کمیتی تجربی که با افزایش میزان قطبیت مولکول‌ها، افزایش می‌یابد. برای نمونه گشتاور دو قطبی مولکول‌هایی مانند O_2 ، CO_2 و CH_4 برابر با صفر است (چرا؟)، در حالی که گشتاور دو قطبی مولکول‌های H_2O و H_2S به ترتیب برابر با $1/85\text{D}$ و $0/97\text{D}$ است. این کمیت‌ها نشان می‌دهند که میزان قطبیت مولکول‌های آب و قدرت نیروهای بین مولکولی آن نزدیک به دو برابر مولکول‌های هیدروژن سولفید است. از این رو نیروهای جاذبه میان مولکول‌های H_2O به اندازه‌ای قوی است که در شرایط اتاق می‌تواند این مولکول‌ها را کنار یکدیگر نگه دارد و آب به حالت مایع باشد (شکل ۱۷).

● گشتاور دو قطبی (μ) مولکول‌ها را با یکای **دبای (D)** گزارش می‌کنند.



شکل ۱۷- پیوند هیدروژنی میان مولکول‌های H_2O

● به جز پیوندهای هیدروژنی، به نیروهای جاذبه بین مولکولی، نیروهای وان دروالس^۲ می‌گویند.

از آنجا که بارهای الکتریکی ناهمنام یکدیگر را می‌ربایند، در یک نمونه آب که دارای شمار بسیاری مولکول H_2O است، سر مثبت هر مولکول، سر منفی مولکول همسایه را جذب می‌کند. از این رو در مجموعه‌ای از مولکول‌های آب، هر اتم هیدروژن با یک نیروی جاذبه قوی از سوی اتم اکسیژن در مولکول همسایه جذب می‌شود. این نیروهای جاذبه قوی میان مولکول‌های آب که در آن هیدروژن نقش کلیدی ایفا می‌کند، پیوندهای هیدروژنی^۱ نامیده می‌شود.

آیا تنها میان مولکول‌های H_2O پیوند هیدروژنی وجود دارد؟ یا اینکه مولکول‌های دیگر نیز می‌توانند پیوند هیدروژنی تشکیل دهند؟

آیا می‌دانید

میان مولکول‌های HF به حالت مایع پیوندهای هیدروژنی وجود دارد. این نیروها به اندازه‌ای قوی هستند که مولکول‌های این ماده در حالت بخار نیز به صورت مجموعه‌های دوتایی، سه‌تایی و گاهی چندتایی با پیوندهای هیدروژنی به هم متصل‌اند.

آیا می‌دانید

ابوبکر محمدبن زکریای رازی (۳۰۹ - ۲۴۳ هجری شمسی) شیمی‌دان، ریاضی‌دان، فیلسوف، ستاره‌شناس و پزشک ایرانی است. وی ترکیب‌های شیمیایی متعددی را تهیه کرد که از آن میان می‌توان به اتانول اشاره کرد. با مراجعه به منابع علمی معتبر درباره این شخصیت برجسته ایرانی - اسلامی اطلاعات جمع‌آوری کرده، نتیجه را به صورت روزنامه دیواری در کلاس ارائه دهید.



با هم ببیندیشیم

۱- دو جدول زیر برخی خواص ترکیب‌های هیدروژن دار عنصرهای گروه ۱۵ و ۱۷ جدول دوره‌ای را نشان می‌دهند.

ترکیب مولکولی	جرم مولی (gmol ⁻¹)	نقطه جوش (°C)	ترکیب مولکولی	جرم مولی (gmol ⁻¹)	نقطه جوش (°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

آ در میان ترکیب‌های هر جدول انتظار دارید مولکول‌های کدام ماده توانایی تشکیل پیوندهای هیدروژنی را داشته باشد؟ توضیح دهید.

ب) جمله زیر را با خط زدن واژه‌های نادرست، کامل کنید.

پیوند هیدروژنی، قوی‌ترین نیروی بین مولکولی در موادی است که در مولکول آنها، اتم

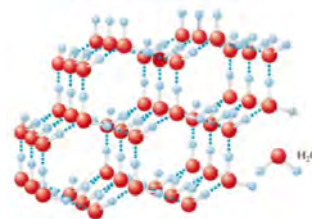
هیدروژن به یکی از اتم‌های $\frac{F \text{ و } Cl, Br}{F \text{ و } N, O}$ با پیوند اشتراکی متصل است.

۲- اتانول و استون دو ترکیب آلی اکسیژن دار هستند که به عنوان حلال در صنعت و آزمایشگاه به کار می‌روند. به کمک داده‌های جدول زیر پیش‌بینی کنید هر یک از نقطه جوش‌های $56^\circ C$ و $78^\circ C$ مربوط به کدام ترکیب است؟ چرا؟

جرم مولی (gmol ⁻¹)	فرمول شیمیایی	ترکیب آلی
۴۶	C ₂ H ₅ OH	اتانول
۵۸	$\begin{array}{c} O \\ || \\ CH_3CCH_3 \end{array}$	استون

آیا می دانید

ابرها را می توان مخلوط بسیار رقیقی از بخار آب و آب مایع در نظر گرفت. آب موجود در ابرها به طور عمده به صورت ریزقطره هاست. برآورد می شود که حدود $15/000/000$ ریزقطره در شرایط مناسب می توانند یک قطره باران را بسازند؛ با این توصیف چگالی ابرها بسیار کم است و هواپیماها به آسانی از آنها گذر می کنند.



شکل ۱۹- حلقه های شش ضلعی مبنای شکل دانه های برف.

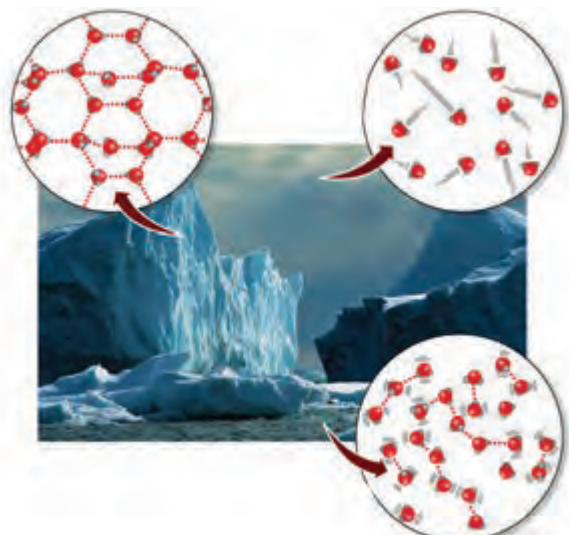
آیا می دانید

• کندوی زنبور عسل از حلقه های شش ضلعی تشکیل شده است. به همین دلیل استحکام قابل ملاحظه ای دارد.



پیوندهای هیدروژنی در حالت های فیزیکی گوناگون آب

آب را در سه حالت فیزیکی جامد (یخ)، مایع و بخار در نظر بگیرید (شکل ۱۸). مولکول های H_2O در حالت بخار جدا از هم هستند، گویی پیوندهای هیدروژنی میان آنها وجود ندارد. در این حالت، مولکول های آب آزادانه و نامنظم از جایی به جای دیگر انتقال می یابند. در حالت مایع، با اینکه مولکول ها با یکدیگر پیوندهای هیدروژنی قوی دارند، اما روی هم می لغزند و جابه جا می شوند. برخلاف آب، ساختار یخ منظم است. در یخ، مولکول های آب در جاهای به نسبت ثابتی قرار دارند. در واقع در ساختار یخ، هر اتم اکسیژن به دو اتم هیدروژن با پیوند اشتراکی و به دو اتم هیدروژن دیگر با پیوند هیدروژنی متصل است (شکل ۱۸).



شکل ۱۸- حالت های فیزیکی آب

در ساختار یخ، آرایش مولکول های آب به گونه ای است که در آن، اتم های اکسیژن در رأس حلقه های شش ضلعی قرار دارند و شبکه ای مانند کندوی زنبور عسل را به وجود می آورند. این شبکه با داشتن فضاهای خالی منظم، در سه بُعد گسترش یافته است. شکل های زیبا و متنوع دانه های برف ناشی از وجود این حلقه های شش ضلعی است (شکل ۱۹).

خود را بیازمایید

با توجه به شکل های زیر به پرسش ها پاسخ دهید.



(آ) با نوشتن دلیل، چگالی جرم یکسانی از آب و یخ را در دمای صفر درجهٔ سلسیوس و فشار یک اتمسفر مقایسه کنید.

(ب) چرا دیوارهٔ یاخته‌ها در بافت کلم بر اثر یخ زدن تخریب می‌شوند؟

آب و دیگر حلال‌ها

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 **محللول‌های آبی**^۱ در زندگی جانداران نقش حیاتی دارند. اما همهٔ محللول‌ها آبی نیستند زیرا افزون بر آب، حلال‌های دیگری نیز وجود دارند. جدول ۳، سه ترکیب آلی را نشان می‌دهد که به عنوان حلال به کار می‌روند.

جدول ۳- سه حلال آلی و برخی ویژگی‌های آنها

نام حلال	فرمول شیمیایی	$\mu(D)$	کاربرد
اتانول	C_2H_5O	>0	حلال در تهیه مواد دارویی، آرایشی و بهداشتی
استون	C_3H_6O	>0	حلال برخی چربی‌ها، رنگ‌ها و لاک‌ها
هگزان	C_6H_{14}	≈ 0	حلال مواد ناقطبی و رقیق‌کننده رنگ (تینر)



• هوا و آب دریا از جمله محللول‌هایی هستند که از یک حلال و چند حل‌شونده تشکیل شده‌اند.

• برخی مواد شیمیایی مانند اتانول (الکل معمولی) و استون به هر نسبتی در آب حل می‌شوند. از این رو نمی‌توان محللول سیرشده‌ای از آنها تهیه کرد.

• گشتاور دو قطبی اغلب هیدروکربن‌ها ناچیز و در حدود صفر است.

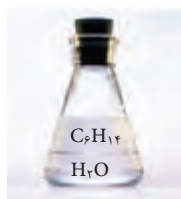
به محللول‌هایی که حلال آنها آلی است، **محللول‌های غیرآبی**^۲ می‌گویند. شکل ۲، دو نمونه از این محللول‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۲- دو نمونه محللول غیرآبی (آ) محللول پُدر هگزان و (ب) بنزین خودرو

خود را بیازمایید

آیا حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی در سرتاسر هر یک از مخلوط‌های زیر یکسان و یکنواخت است؟ چرا؟



(آ) آب و هگزان



(ب) آب و یخ

آیا می دانید

ماده اصلی تشکیل دهنده بسیاری از خوراکی‌ها آب است. جدول زیر درصد آب در برخی خوراکی‌ها را نشان می‌دهد.

خوراکی	درصد جرمی آب
سبزیجات	
هویج	۸۸
کرفس	۹۴
میوه‌ها	
طالبی	۹۱
پرتقال	۸۶
توت‌فرنگی	۹۰
گوشت / ماهی	
مرغ پخته شده	۷۱
همبرگر کباب شده	۶۰
ماهی سالمون	۷۱
فراورده‌های لبنی	
پنیر	۷۸
شیر	۸۷

آیا می دانید

در ادرار یک فرد سالم با برنامه غذایی عادی، ۹۶ درصد آب و ۴ درصد مواد آلی و معدنی وجود دارد.

پیوند با زندگی

اغلب محلول‌های موجود در بدن انسان، محلول‌های آبی هستند. محلول‌هایی که بیشتر واکنش‌های شیمیایی درون بدن از جمله گوارش غذا، کنترل دمای بدن، تنفس، جلوگیری از خشکی پوست و ... در آنها انجام می‌شود. با این توصیف بخش عمده جرم بدن را آب تشکیل می‌دهد. بیش از نیمی از این آب در درون یاخته‌ها و باقی آن در مایع‌های برون سلولی جریان دارد. این مایع‌ها مواد مغذی و مواد زائد را بین سلول‌ها و دستگاه گردش خون جابه‌جا می‌کند. هر فرد بالغ روزانه به‌طور میانگین ۱۵۰۰ تا ۳۰۰۰ میلی‌لیتر آب را به صورت ادرار، تعرق پوستی، بخار آب در بازدم و ... از دست می‌دهد. اگر این مقدار آب با خوردن مواد غذایی، میوه‌ها و نوشیدنی‌ها جبران نشود، بدن دچار کم‌آبی خواهد شد (شکل ۲۱).



شکل ۲۱- بخش عمده اغلب خوراکی‌ها را آب تشکیل می‌دهد.

آب با حل کردن مواد زائد تولید شده در سلول‌ها و دفع آنها نقش کلیدی در حفظ سلامت بدن دارد.

کدام مواد با یکدیگر محلول می‌سازند؟

تاکنون آموختید که برخی حل‌شونده‌ها در برخی حلال‌ها حل می‌شوند و محلول تشکیل می‌دهند، در حالی که برخی دیگر مخلوط ناهمگن می‌سازند. برای نمونه، افزودن استون به آب یا اندکی ید به هگزان منجر به تشکیل محلول می‌شود اما، افزودن هگزان به آب، مخلوطی ناهمگن پدید می‌آورد.

● در مخلوط‌های ناهمگن به حالت مایع، مانند آب و هگزان، اجزای مخلوط به میزان ناچیزی در یکدیگر حل می‌شوند، اما قابل چشم‌پوشی است.

با هم بیندیشیم

ماده	گشتاور دو قطبی (D)
آب	$> \circ$
استون	$> \circ$
یُد	$= \circ$
هگزان	$\approx \circ$

۱- با توجه به مقدار گشتاور دو قطبی هر ماده، موارد زیر را توجیه کنید.

(آ) انحلال استون در آب

(پ) حل نشدن هگزان در آب

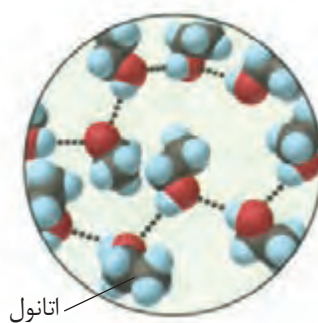
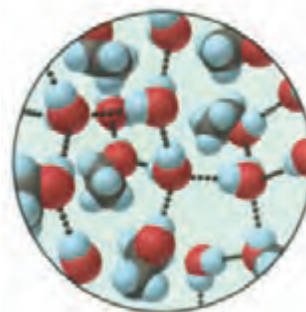
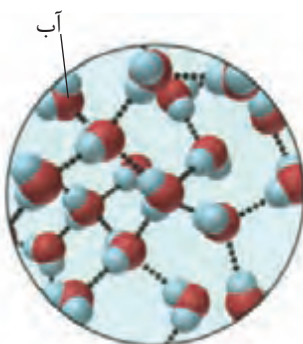
۲- آیا جمله «شبيه، شبيهه را حل می کند» درست است؟ توضیح دهید.

۳- آزمایش‌ها نشان می‌دهند که فرایند انحلال هنگامی منجر به تشکیل محلول می‌شود که:

(میانگین جاذبه‌ها در حلال خالص و حل‌شونده خالص) $>$ (جاذبه‌های حل‌شونده با حلال در محلول)

با این توصیف با توجه به شکل زیر، به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.

محلول اتانول در آب



(آ) نیروهای بین مولکولی در هریک از چه نوعی است؟ چرا؟

(ب) در مربع زیر علامت $>$ یا $<$ قرار دهید.

نیروی جاذبه میان مولکول‌ها میانگین نیروی جاذبه میان مولکول‌های
در محلول اتانول در آب آب خالص و اتانول خالص

(پ) چرا شیمی‌دان‌ها انحلال اتانول در آب را **انحلال مولکولی** می‌نامند؟ توضیح دهید.

• اگر مولکول‌های حلال را با A و ذره‌های حل‌شونده را با B نمایش دهیم، می‌توان نیروهای جاذبه میان آنها را در حالت خالص با A...A و B...B نشان داد. با این توصیف برای محلول B در A رابطه زیر برقرار است.

$$(A...B) > \frac{(A...A) + (B...B)}{2}$$

فرایند انحلال نمک‌ها در آب

با انحلال مولکولی آشنا شدید. انحلالی که در آن مولکول‌های حل‌شونده، ماهیت خود را در محلول حفظ می‌کنند، گویی ساختار مولکول‌های حل‌شونده در محلول دچار تغییر نشده است. انحلال استون یا اتانول در آب و نیز انحلال یُد در هگزان از این نوع هستند. اما همه فرایندهای انحلال چنین نیستند، برای نمونه به فرایند انحلال سدیم کلرید در آب توجه کنید (شکل ۲۲). 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 این ماده جامد در آب وارد می‌شود، مولکول‌های قطبی آب از سرهای مخالف به یون‌های بیرونی بلور نزدیک شده، نیروی جاذبه‌ای میان آنها برقرار می‌شود. این نیروی جاذبه، یون-دوقطبی^۱ نام دارد؛ نیروی جاذبه‌ای که باعث جدا شدن یون‌ها از شبکه شده تا با لایه‌ای از مولکول‌های آب، پوشیده شوند. این یون‌های آبپوشیده^۲ در سرتاسر محلول پراکنده خواهند شد، به طوری که محلول آب نمک را می‌توان محلولی محتوی یون‌های $\text{Na}^+(\text{aq})$ و $\text{Cl}^-(\text{aq})$ دانست. همان‌گونه که در شکل ۲۲ پیداست، در این فرایند انحلال، ماده حل‌شونده ویژگی ساختاری خود را حفظ نکرده است و یون‌های سازنده شبکه بلور یونی، تفکیک و آبپوشیده شده‌اند. این فرایند، انحلال یونی به شمار می‌رود.



شکل ۲۲- فرایند انحلال سدیم کلرید در آب و تشکیل یون‌های آبپوشیده

آیا گازها هم در آب حل می‌شوند؟

آیا تاکنون به تنفس ماهی‌های درون آبنی دان (آکواریوم)^۳، توجه کرده‌اید؟ آیا می‌دانید آبنیان اکسیژن لازم را برای سوخت و ساز از کجا تأمین می‌کنند؟ همه جانوران از جمله ماهی‌ها برای



● اکسیژن کافی و محلول در آب برای ادامه زندگی ماهی‌ها ضروری است.

۱- Dipole – Ion Force

۲- Hydrated Ions

۳- Aquarium

زنده ماندن به اکسیژن (O₂) نیازمندند. آنها با عبور دادن آب از درون آبشش خود، اکسیژن مولکولی حل شده در آب را جذب می کنند. با اینکه گاز اکسیژن به میزان کمی در آب حل می شود، اما همین مقدار کم برای زندگی آبزیان نقش حیاتی دارد. آیا می دانید انحلال پذیری گاز اکسیژن و دیگر گازها در آب به چه عواملی بستگی دارد؟

کاوش کنید

دربارهٔ «اثر دما بر انحلال پذیری گازها در آب» کاوش کنید.

ابزار، وسایل و مواد شیمیایی مورد نیاز: ظرف پلاستیکی بزرگ، استوانهٔ مدرج، قیف، آب، یخ، قرص جوشان.

آزمایش ۱-ا) ظرف پلاستیکی را بردارید و مخلوط آب و یخ را تا نیمه درون آن بریزید. **ب)** یک قرص جوشان را نصف کنید و با استفاده از تکه‌ای خمیربازی آن را به دیوارهٔ داخلی قیف بچسبانید.



پ) استوانهٔ مدرج را از آب پر کنید و کف دست خود را روی دهانهٔ آن قرار دهید. حال استوانه را وارونه کرده و مانند شکل، درون ظرف محتوی آب قرار دهید (استوانهٔ مدرج را با دست نگهدارید).

ت) اکنون از یکی از دوستان خود بخواهید که قیف را درون ظرف بزرگ به گونه‌ای قرار دهد که لولهٔ قیف در زیر دهانهٔ استوانهٔ مدرج قرار گیرد. مشاهده‌های خود را بنویسید.

آزمایش ۲- آزمایش ۱ را با آب گرم تکرار کنید. مشاهده‌های خود را یادداشت و جدول زیر را کامل کنید.

حجم گاز جمع شده درون استوانه‌مدرج (میلی لیتر)		آزمایش
آزمایش ۲	آزمایش ۱	
		بار اول
		بار دوم
		بار سوم
		میانگین

اکنون به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

- ۱- از واکنش قرص جوشان با آب چه گازی آزاد می‌شود؟
- ۲- آیا میانگین حجم گاز آزاد شده در دو آزمایش یکسان است؟ چرا؟
- ۳- حجم گاز جمع‌آوری شده در کدام آزمایش کمتر است؟
- ۴- از مشاهده‌های خود چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟ توضیح دهید.
- ۵- چه رابطه‌ای بین دمای آب و میزان انحلال‌پذیری گاز وجود دارد؟
- ۶- چرا در هوای گرم، ماهی‌ها به سطح آب می‌آیند؟

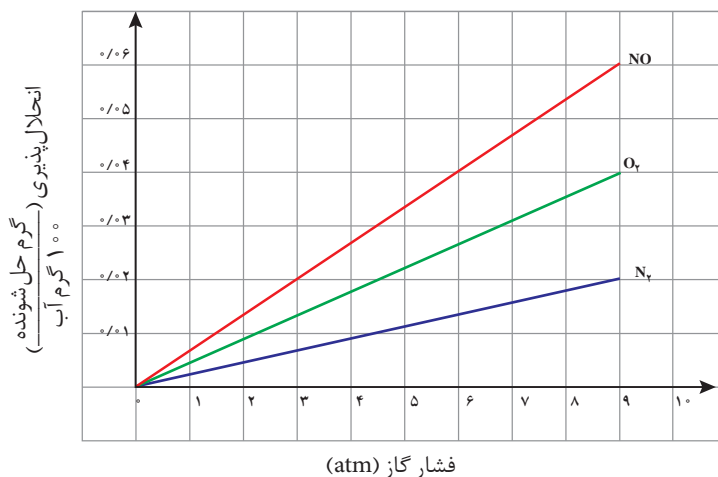
● دربارهٔ اینکه «مقدار نمک موجود در آب دریا بر میزان انحلال‌پذیری گازها اثر دارد» کاوش کنید (در کاوش خود باید آزمایش طراحی و اجرا کنید و از داده‌های آن نتیجه درست و قابل اطمینان بگیرید).

با هم بیندیشیم

- ۱- نمودار زیر انحلال‌پذیری سه گاز را که با آب واکنش شیمیایی نمی‌دهند در دمای 20°C نشان می‌دهد. با توجه به آن، به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.

آیا می دانید

هنگامی که یک غواص در عمق آب از هوای فشرده درون کپسول تنفس می کند، به دلیل فشار زیاد، غلظت گاز نیتروژن به میزان قابل توجهی در خون او بالا می رود. در این شرایط اگر غواص سریع به سطح آب بیاید، نیتروژن حل شده در خون او آزاد می شود. در نتیجه، حباب هایی در خون او تشکیل می شود که مانع از رسیدن اکسیژن به مغز می شود. این پدیده باعث ایجاد یک عارضه در دناک و گاهی کشنده می شود. امروزه در غواصی از کپسول محتوی اکسیژن و هلیوم استفاده می شود.



- آ) این نمودار تأثیر چه عاملی را بر انحلال پذیری گازها نشان می دهد؟ توضیح دهید.
 ب) نتیجه گیری از این نمودار **قانون هنری**^۱ نام دارد. آن را در یک سطر توضیح دهید.
 پ) شیب نمودار برای کدام گاز تندتر است؟ از این واقعیت چه نتیجه ای می گیرید؟

۲- با توجه به اینکه گشتاور دوقطبی CO₂ برخلاف NO صفر است:

- آ) پیش بینی کنید در دما و فشار معین، انحلال پذیری کدام گاز در آب بیشتر است؟ چرا؟
 ب) آزمایش ها نشان می دهد که در فشار یک اتمسفر و در هر دمایی، انحلال پذیری گاز CO₂ بیشتر از NO است. چرا؟

پیوند با زندگی



شکل ۲۳- تأمین یون های مورد نیاز بدن

آیا تاکنون دیده یا شنیده اید که ورزشکاران به ویژه دوچرخه سواران و دوندگان پس از تمرین یا مسابقه، نوشیدنی های ویژه ای مصرف می کنند؟ آیا می دانید هر یک از این نوشیدنی ها حاوی چه موادی است؟ چرا نوشیدن این نوع مایع ها به ورزشکاران توصیه می شود؟

بدن ما سامانه پیچیده و متعادلی از یاخته ها، بافت ها و مایعاتی است که در هر لحظه با نظمی باور نکردنی، پیام های عصبی، احساسات و حرکات ما را کنترل می کنند. این هنگامی رخ می دهد که محیط شیمیایی مناسبی برای ایجاد و برقراری جریان الکتریکی فراهم شود؛ محیطی که یک محلول آبی محتوی یون های گوناگونی مانند Na^+ ، K^+ ، Cl^- و ... است.

پس از انجام یک فعالیت بدنی سنگین یا پس از مدتی دویدن، احساس خستگی به دلیل کاهش چشمگیر این یون ها در مایع های بدن است. از این رو نوشیدن محلول هایی حاوی این یون ها ضروری است. (شکل ۲۳).

آیا می دانید

مارهای سیاه مناطق گرمسیری با تزریق زهری که کانال‌های پتاسیم را در سلول‌های عصبی مسدود می‌کند، شکار خود را از پای در می‌آورند.



یکی از مهم‌ترین یون‌ها در مایع‌های بدن، یون پتاسیم (K^+) است. نیاز روزانه بدن هر فرد بالغ به یون پتاسیم دو برابر یون سدیم است. از آنجا که بیشتر مواد غذایی حاوی یون پتاسیم است، کمبود آن به ندرت احساس می‌شود. وجود یون پتاسیم (K^+) برای تنظیم و عملکرد مناسب دستگاه عصبی بسیار ضروری است به طوری که انتقال پیام‌های عصبی بدون وجود این یون، امکان‌پذیر نیست. در واقع، اختلال در حرکت این یون مانع از انتقال پیام‌های عصبی و گاهی در موارد شدید منجر به مرگ می‌شود.

ردپای آب در زندگی

آیا می دانید روزانه چند لیتر آب مصرف می‌کنید؟ آیا مصرف آب، تنها شامل میزان آبی است که می‌نوشید؟ هر فرد، روزانه در حدود 35° لیتر آب مصرف می‌کند. این مقدار آب افزون بر نوشیدن، شامل پخت و پز، شستشو در آشپزخانه، نظافت، شستشوی لباس و ... است. مصرف آب به فعالیت‌های روزانه هر شخص محدود نمی‌شود، بلکه روزانه در صنایع گوناگون، حجم بسیار زیادی آب استفاده می‌شود. در میان صنایع، صنعت کشاورزی بیشترین حجم آب مصرفی را به خود اختصاص داده است. بررسی‌ها نشان می‌دهند که برای تولید هر وسیله، کالا یا فرآورده مقدار معینی آب نیاز است (شکل ۲۴).



شکل ۲۴- ردپای آب برای تولید برخی فرآورده‌ها

همانند ردپای کربن دی‌اکسید، برای هر فرد، **ردپای آب** نیز تعریف می‌شود. در واقع، ردپای آب نشان می‌دهد که هر فرد چه مقدار از آب قابل استفاده و در دسترس مصرف می‌کند و در نتیجه چه مقدار از حجم منابع آب کم می‌شود. این میزان، همه‌آبی را که در تولید کالاها، ارائه خدمات و فعالیت‌های گوناگون مصرف می‌شود، نشان می‌دهد. برای مثال اگر شما سالانه 15° کیلوگرم گندم مصرف کنید، ردپای آب شما در تولید این مقدار گندم برابر با 2745° لیتر خواهد بود. با حساب کردن همه‌آب مصرفی در زندگی سالانه هر فرد می‌توان میانگین ردپای آب او را برآورد کرد. هر چه رد پای آب ایجاد شده، سنگین‌تر باشد، منابع آب شیرین بیشتر مصرف می‌شوند و زودتر به پایان می‌رسند. برآوردهای پژوهشگران نشان می‌دهد که میانگین ردپای آب برای هر فرد در یک سال در حدود 100000° لیتر است.

آیا می دانید

ردپای آب در جهان برای یک سال در حدود $10^{15} \times 7$ لیتر است. این ردپا برای کشورهایی مانند چین و هند به دلیل جمعیت زیاد و در کشورهای توسعه یافته به دلیل حجم فعالیت‌های صنایع گوناگون، سنگین‌تر و بزرگ‌تر است.



آیا می دانید

براساس پژوهش‌های سازمان جهانی غذا، در دهه ۲۰۰۵-۱۹۹۶ میلادی، برای تولید هر تن گندم در جهان به طور میانگین ۱۸۳ مترمکعب آب مصرف شده است. به دیگر سخن، میانگین جهانی ردپای آب در تولید هر کیلوگرم گندم حدود ۱۸۳ لیتر است.

هرچه میزان مصرف گندم در یک کشور بیشتر باشد، ردپای آب سنگین تر است.

با توجه به اینکه کشور ما در منطقه کم‌آب قاره آسیا قرار دارد، استفاده از فناوری‌های نوین آبیاری در حفظ منابع آب اهمیت شایانی دارد.

این ردپا شامل همه آب‌های مصرفی در کشاورزی، دامداری، نساجی، بهداشت، خانه، مدرسه، دانشگاه و... است که همگی از آب‌های سطحی یا زیرزمینی تأمین می‌شود. توجه کنید که آب آشامیدنی با آب مصرفی در دیگر صنایع متفاوت است؛ به طوری که ممکن است آبی برای شستشو مناسب باشد اما آشامیدنی نباشد. هر چند که آب دریاها و اقیانوس‌ها، منبع بسیار بزرگی برای تهیه آب به شمار می‌آیند، اما به اندازه‌ای شور هستند که باید قبل از مصرف، نمک‌زدایی و تصفیه شوند.

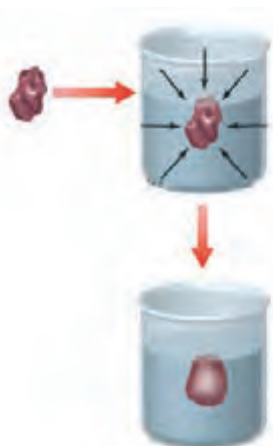
پیوند با زندگی

هنگامی که حبوبات و میوه‌های خشک را برای مدتی درون آب قرار می‌دهیم، متورم می‌شوند در حالی که خیار در آب شور چروکیده می‌گردد (شکل ۲۵). آیا تاکنون اندیشیده‌اید که در این پدیده‌ها چه رخ می‌دهد؟

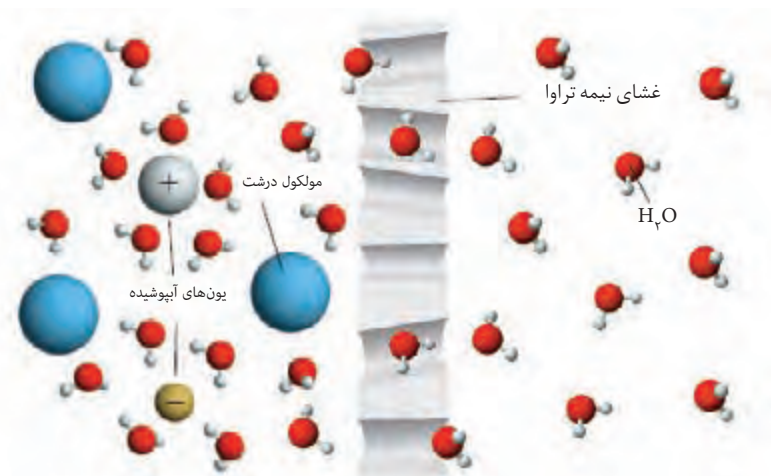


شکل ۲۵- نمونه‌هایی از پدیده اسمز در زندگی روزانه

دیواره یاخته‌ها در گیاهان روزنه‌هایی بسیار ریز دارد که ذره‌های سازنده مواد می‌توانند از آن گذر کنند. به گونه‌ای که 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 نامیده می‌شوند (شکل ۲۶).



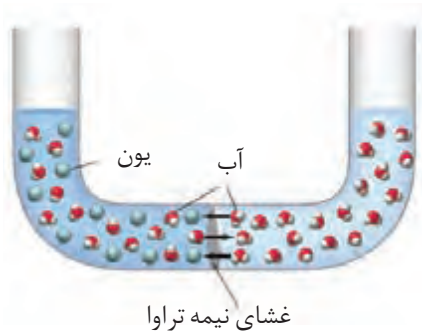
● هنگامی که میوه‌های خشک مانند مویز درون آب قرار می‌گیرند، مولکول‌های آب، خود به خود از محیط رقیق با گذر از روزنه‌های دیواره سلولی به محیط غلیظ می‌روند. در نتیجه، میوه آبدار و متورم می‌شود. گذرندگی (اسمز) نامی است که به این فرایند داده‌اند. در این فرایند، برخی نمک‌ها، ویتامین‌ها و... از بافت میوه به آب راه می‌یابد.



شکل ۲۶- غشای نیمه تراوا و عبور انتخابی

در بستر دریاها، چشمه‌هایی وجود دارند که آب آنها شیرین و آشامیدنی هستند. ملوانان و ناخدایان سنتی کشور ایران و کشورهای حاشیه خلیج فارس تا همین اواخر آب آشامیدنی مورد نیاز خود را در سفرهای دریایی از همین چشمه‌ها تأمین می‌کردند. برای این منظور یک غواص با مشک خالی به زیر دریا می‌رفت و مشک را از محل چشمه زیر دریا پر از آب می‌کرد و به بالا می‌آورد. دو هزار سال پیش، یک جغرافی‌دان رومی به نام استرابو درباره چشمه‌های آب شیرین موجود در دریای مدیترانه، در جایی که سوریه امروزی قرار دارد، مطالبی نوشته است. استفاده از آب‌های شیرین جهت مصرف کشتی‌ها و شهرها در بحرین نمونه دیگری از این موارد است که به قرن دوم پس از میلاد بر می‌گردد. امروزه منابع آب شیرین زیر بستر دریا به عنوان یکی از مهم‌ترین منابع تأمین آب برای سال‌های آینده بشر شناخته می‌شود. گفته می‌شود که تقریباً چیزی معادل آب رودخانه‌های جهان که به دریاها وارد می‌شود، به صورت چشمه‌های زیر دریا وارد دریاها می‌شود. به همین دلیل امروزه بیش از گذشته نسبت به شناخت و بهره‌برداری از این آب‌ها توجه می‌شود.

۱- مطابق شکل زیر، حجم‌های برابری از آب دریا و آب مقطر به وسیله یک غشای نیمه تراوا از یکدیگر جدا شده‌اند.



آ) اگر این غشا مانع گذر یون‌های سدیم و کلرید شود، با گذشت زمان چه رخ می‌دهد؟

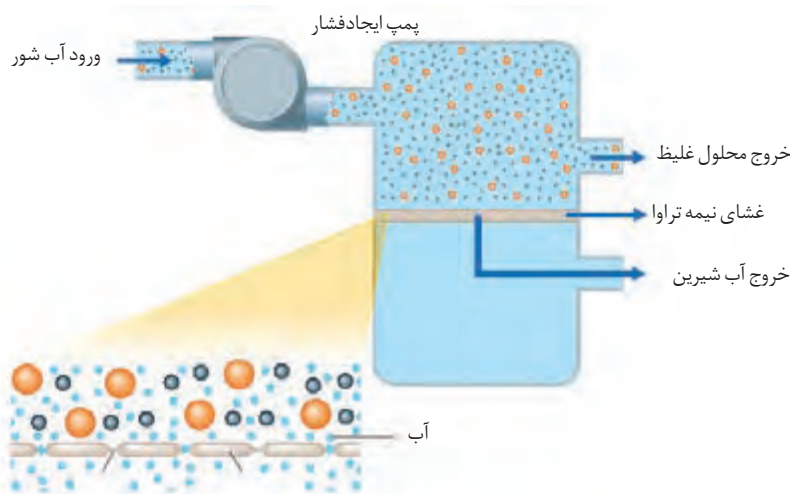
ب) آیا با این روش می‌توان آب دریا را نمک‌زدایی و آب شیرین تهیه کرد؟ چرا؟

پ) براساس شکل روبه‌رو، اگر بر پیستون نیرو وارد کنیم چه رخ می‌دهد؟ چرا؟



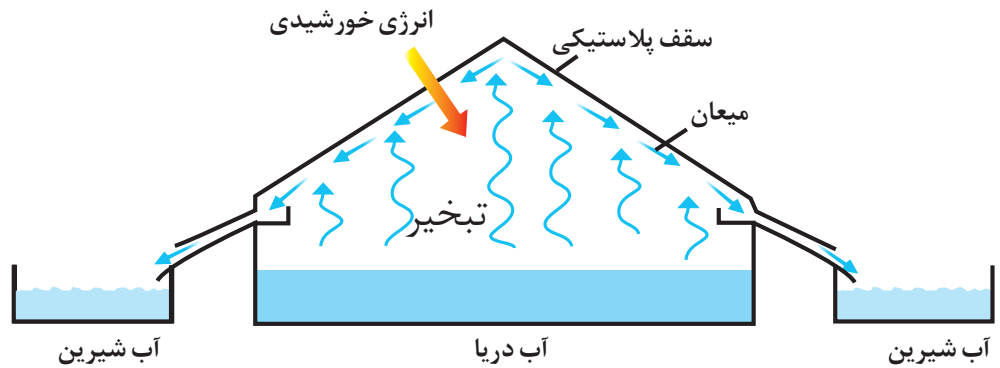
ت) چرا فرایند انجام شده در قسمت «پ» را اسمز وارونه (معکوس) می‌نامند؟

۲- با توجه به شکل زیر، چگونگی تولید آب شیرین از آب دریا را توضیح دهید.



آیا می دانید

در شمال جزیره قشم، نیروگاه و تأسیسات آب شیرین احداث شده است که همزمان آب و برق تولید می کند. این مجتمع به دست توانای کارشناسان و متخصصان ایرانی در شرکت گروه مپنا ساخته شده و در سال ۱۳۹۳ هجری شمسی به بهره برداری رسیده است. بازده این مجتمع ۸۰ درصد است و با ظرفیت تولید ۵۰ مگاوات برق و شیرین سازی ۱۸۰۰۰ مترمکعب آب در روز کار می کند.



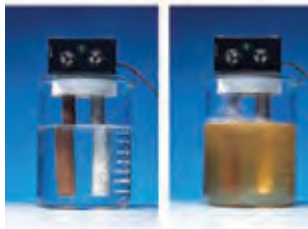
۱- شکل زیر روشی برای تهیه آب شیرین از آب دریا را نشان می دهد.

آ) این روش چه نام دارد؟

ب) روند تهیه آب شیرین را در این روش توضیح دهید.

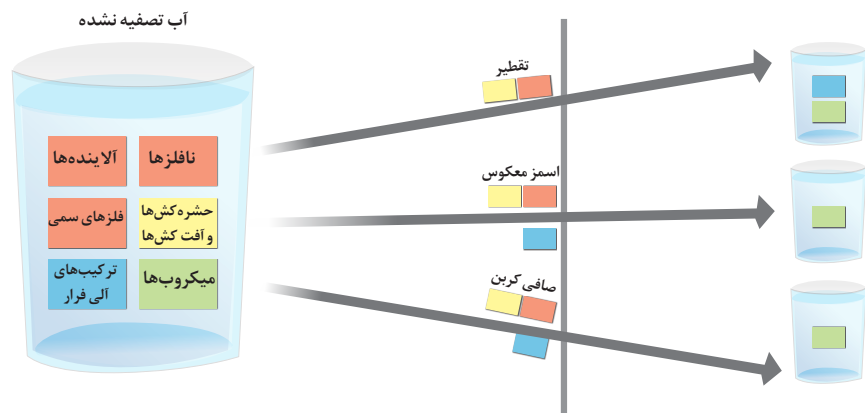
آیا می دانید

برخی شرکتها و فروشندگان دستگاههای تصفیه آب برای نشان دادن اینکه در آب شهری، چه میزان از یونهای گوناگون وجود دارد، آزمایشی مانند شکل زیر انجام می دهند.



در این آزمایش با عبور جریان برق از درون آب آشامیدنی و انجام واکنش، برخی یونها از تیغه های فلزی وارد آب شده و سبب تغییر رنگ آن می شوند. توجه کنید که این آزمایش، میزان یونهای موجود در آب را به درستی نشان نمی دهد.

۲- شکل زیر برخی روشهای تصفیه یک نمونه آب را نشان می دهد، با توجه به شکل به پرسشها پاسخ دهید.



آ) با انجام تقطیر، کدام مواد موجود در آب از آن جدا می شوند؟ توضیح دهید.

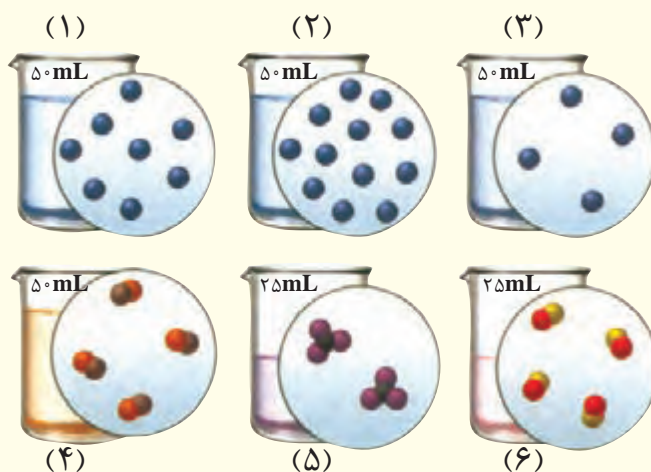
ب) با عبور آب از صافی کربن، کدام آلاینده ها حذف می شوند؟

پ) با روش اسمز معکوس، کدام مواد را می توان از آب جدا کرد؟

ت) آب به دست آمده از کدام روشها، آلاینده کمتری دارد؟

ث) چرا آب تصفیه شده در این روشها را باید پیش از مصرف کلرزنی کرد؟

۱- اگر در محلول‌های آبی (۱) تا (۶) هر ذره حل شونده هم‌ارز با 2° مول باشد، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.



آ) کدام محلول غلیظ‌تر است؟ چرا؟

ب) غلظت مولی کدام محلول‌ها با هم برابر است؟

پ) غلظت مولی محلول به دست آمده از مخلوط کردن محلول (۱) و (۳) را حساب کنید.

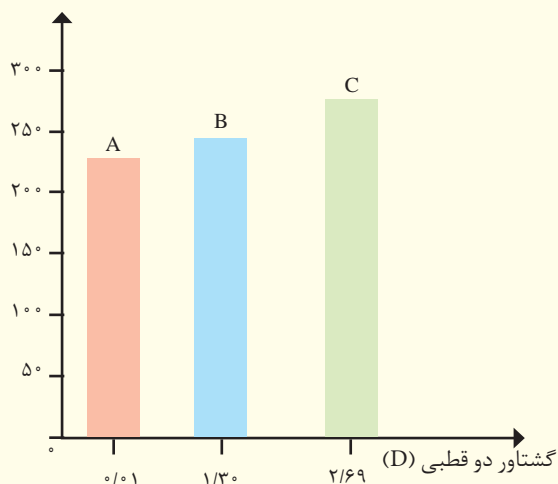
ت) غلظت مولی محلول (۴) را پس از افزودن 11° میلی لیتر آب به آن حساب کنید.

ث) غلظت مولی محلول (۵) را پس از انحلال 2° مول حل شونده به دست آورید (از تغییر حجم چشم‌پوشی کنید).

۲- ادامه زندگی اغلب ماهی‌ها هنگامی امکان‌پذیر است که غلظت اکسیژن محلول در آب بیشتر از 5ppm باشد. با انجام

محاسبه مشخص کنید که آیا 9 kg آب حاوی $67/5$ میلی گرم اکسیژن محلول برای ادامه زندگی ماهی‌ها مناسب است؟

نقطه جوش (K)



۳- با توجه به نمودار روبه‌رو به پرسش‌های مطرح شده پاسخ

دهید. جرم مولی هر سه ماده آلی A، B، و C با یکدیگر برابر است.

آ) جهت‌گیری و منظم شدن مولکول‌های کدام ترکیب در میدان

الکتریکی محسوس‌تر است؟ چرا؟

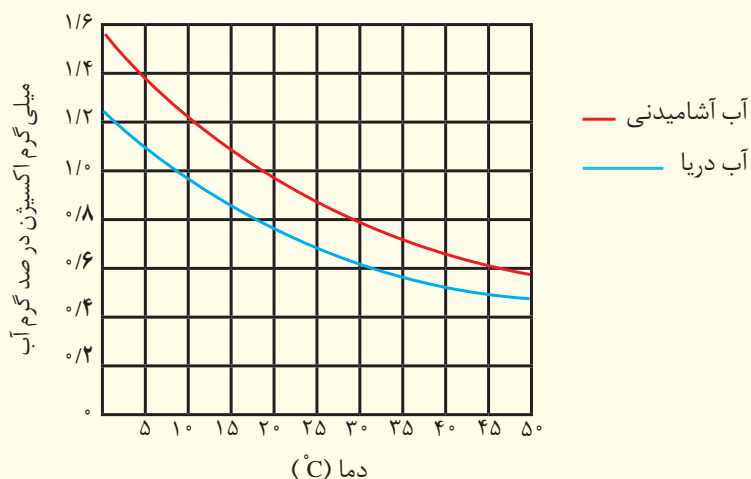
ب) سه ترکیب داده شده را بر اساس کاهش قدرت نیروهای بین

مولکولی مرتب کنید؟

پ) پیش‌بینی کنید کدام ماده در شرایط یکسان انحلال‌پذیری

بیشتری در هگزان دارد؟ چرا؟

۴- در نمودار زیر انحلال پذیری گاز اکسیژن در آب آشامیدنی و آب دریا نشان داده شده است.



آ) در دمای 5°C انحلال پذیری گاز اکسیژن چقدر است؟
 ب) با افزایش دما چه تغییری در مقدار حل شدن گاز اکسیژن مشاهده می شود؟
 پ) آیا می توان گفت با افزایش مقدار نمک در آب، انحلال پذیری گاز اکسیژن کاهش می یابد؟ توضیح دهید.

۵- هر یک از شکل های زیر نمایی از آغاز و پایان آزمایشی برای درک مفهوم انحلال پذیری سه ماده در آب و دمای 25°C است. نتیجه هر یک از این آزمایش ها را بنویسید.

افزودن تدریجی حل شونده	<p>۱ گرم شکر</p>	<p>۱ قطره روغن لایه روغن</p>	<p>۱ قطره اتانول</p>	آغاز
	<p>۳۰ گرم شکر ۹۵g حل نشده</p> <p>(آ)</p>	<p>قطره های بیشتر روغن لایه روغن</p> <p>(ب)</p>	<p>قطره های بیشتر اتانول</p> <p>(پ)</p>	پایان

۶- هر یک از شکل‌های زیر، کاربردی از یک ترکیب یونی را نشان می‌دهد.



آ) کدام شکل کاربرد کلسیم سولفات و کدام شکل کاربرد آمونیوم نیترات را نشان می‌دهد؟ توضیح دهید.
ب) اگر انحلال‌پذیری کلسیم سولفات و آمونیوم نیترات در آب و دمای 20°C به ترتیب برابر با 0.2 و $65/5$ گرم باشد، درصد جرمی محلول سیرشدهٔ هریک را در این دما حساب کنید.

۷- کوسه‌های شکارچی حس بویایی بسیار قوی دارند و می‌توانند بوی خون را از فاصلهٔ دورتر حس کنند. اگر یک قطره (0.1 گرم) از خون یک شکار در فضایی از آب دریا به حجم $10^{12} \times 4$ لیتر پخش شود، این کوسه‌ها بوی خون را حس می‌کنند. حساب کنید حس بویایی این کوسه‌ها به حداقل چند ppm خون حساس است؟ (جرم یک لیتر آب دریا را یک کیلوگرم در نظر بگیرید).



واژه‌نامه

۳۸	یونی که بار الکتریکی منفی دارند.	Anion	آنیون
۶۸	به جذب پرتوهای پرنرژی و گسیل پرتوهای کم انرژی به وسیله برخی مولکول‌های گازی هوا کره می‌گویند.	Greenhouse Effect	اثر گلخانه‌ای
۸۰	دانش مطالعه روابط کمی در مواد و واکنش‌های شیمیایی.	Stoichiometry	استوکیومتری
۸۱	به واکنش آرام اکسیژن با مواد گفته می‌شود.	Oxidation	اکسایش
۵۹	اکسید نافلز که در واکنش با آب، اسید تولید می‌کند.	Acidic Oxid	اکسید اسیدی
۵۹	اکسید فلز که در واکنش با آب، باز تولید می‌کند.	Basic Oxid	اکسید بازی
۴	ذره زیراتمی با بار الکتریکی منفی که در فضای پیرامون هسته وجود دارد.	Electron	الکترون
۳۳	به بیرونی‌ترین الکترون‌های اتم می‌گویند.	Valance Electrons	الکترون‌های ظرفیت
۵	اتم‌های یک عنصر که Z یکسان و A متفاوت دارند.	Isotope	ایزوتوپ (هم مکان)
۶۰	بارانی که با حل شدن گازهایی مانند گوگرد دی‌اکسید و اکسیدهای نیتروژن موجود در هوا کره خاصیت اسیدی پیدا می‌کند.	Acid rain	باران اسیدی
۶	تبدیل خودبه‌خود ایزوتوپ‌های ناپایدار به گونه‌های پایدارتر که با گسیل پرتوها یا ذره‌های پرنرژی همراه است.	Radio activity	پرتوزایی
۵	ذره زیراتمی با بار الکتریکی مثبت که درون هسته قرار دارد.	Proton	پروتون
۴۰	نیروی جاذبه‌ای که از به اشتراک گذاشته شدن دو یا چند الکترون میان اتم‌ها به وجود می‌آید.	Covalent Bond	پیوند اشتراکی (کووالانسی)
۵۶	پیوند اشتراکی است که در نتیجه به اشتراک گذاشته شدن دو جفت الکترون میان دو اتم، تشکیل می‌شود.	Double Bond	پیوند دو گانه
۵۶	پیوند اشتراکی است که در نتیجه به اشتراک گذاشته شدن سه جفت الکترون میان دو اتم، تشکیل می‌شود.	Triple Bond	پیوند سه گانه
۱۰۷	نوعی نیروی جاذبه بین مولکولی بسیار قوی است.	Hydrogen Bond	پیوند هیدروژنی
۳۸	به نیروی جاذبه الکتروستاتیکی میان یون‌ها با بار الکتریکی ناهمنام در شبکه بلوری می‌گویند.	Ionic Bond	پیوند یونی
۴۰	ترکیبی که از مولکول‌های جدا از هم تشکیل شده است.	Molecular Compound	ترکیب (مواد) مولکولی
۳۸	ترکیب شیمیایی که ذره‌های سازنده آن، یون‌های مثبت و منفی هستند.	Ionic Compound	ترکیب یونی
۳۸	ترکیبی که از یون‌های دو عنصر مختلف تشکیل شده است.	Binary Ionic Compound	ترکیب یونی دو تایی
۴۸	بخشی از هوا کره که در فاصله ۱۰ تا ۱۲ کیلومتری از سطح زمین قرار دارد.	Troposphere	تروپوسفر
۴۹	روشی برای جداسازی اجزای مخلوط چند مایع با نقطه جوش متفاوت است.	Fractional Distillation	تقطیر جزء به جزء
۷۳	توسعه‌ای که نیازهای کنونی را برآورده سازد بدون آنکه توانایی نسل‌های آینده در برآوردن نیازهایشان را به خطر اندازد.	Sustainable Development	توسعه پایدار
۱۰	چیدمان عنصرهای شیمیایی به ترتیب افزایش Z که در آن عنصرها با خواص مشابه در یک ستون قرار می‌گیرند.	Periodic Table	جدول دوره‌ای
۱۴	جرم اتم را بر حسب amu نشان می‌دهند.	Atomic Mass	جرم اتمی

۱۵	Average Atomic Mass	جرم اتمی میانگین	میانگین جرم اتمی ایزوتوپ‌های یک عنصر را با توجه به درصد فراوانی آنها در طبیعت نشان می‌دهد.
۱۷	Molar Mass	جرم مولی	به جرم یک مول ماده گفته می‌شود.
۵۵	Bonding Electron Pair	جفت الکترون پیوندی	جفت الکترونی که پیوند اشتراکی را به وجود می‌آورد.
۵۵	Non- Bonding Electron Pair	جفت الکترون ناپیوندی	جفت الکترونی که به یک اتم تعلق دارند و در تشکیل پیوند شیمیایی شرکت نکرده است.
۲۶	Excited State	حالت برانگیخته	حالتی برای اتم که نسبت به حالت پایه انرژی بالاتری دارد.
۲۶	Ground State	حالت پایه	به حالتی برای اتم با پایین‌ترین سطح انرژی می‌گویند.
۹۴	Solute	حل شونده	جزئی که در حلال حل می‌شود.
۹۴	Solvent	حلال	جزئی که حل‌شونده را در خود حل می‌کند و مول‌های بیشتری دارد.
۹۶	Weight(Mass)Percent	درصد جرمی	جرم ماده حل‌شونده در ۱۰۰ گرم محلول را نشان می‌دهد.
۶	Abundance Percentage	درصد فراوانی	درصد یک ایزوتوپ معین در مخلوطی از ایزوتوپ‌های طبیعی یک عنصر را نشان می‌دهد.
۷۳	Allotrope	دگرشکل	شکل متفاوت مولکولی یا بلوری از یک عنصر است.
۱۲	Period	دوره یا تناوب	به هر ردیف از جدول دوره‌ای عناصرها می‌گویند.
۶	Radioisotope	رادیوایزوتوپ	به ایزوتوپ‌های ناپایدار و پرتوزا می‌گویند.
۶۳	Inspection Method	روش واری	روشی برای موازنه کردن معادله‌های شیمیایی با شمارش نوبتی اتم‌ها در دو سوی معادله است.
۷۱	Biodegradation	زیست‌تخریب پذیر	موادی که در محیط زیست به کمک باکتری‌ها به مواد ساده‌تری تجزیه می‌شوند.
۸۶	Biosphere	زیست‌کره	بخشی از کره زمین که در آن زندگی وجود دارد.
۵۵	Lewis Structure	ساختار لوویس	شیوه‌ای برای نمایش مولکول‌ها و یون‌ها است به گونه‌ای که در آن چگونگی اتصال اتم‌ها به هم با الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی نشان داده می‌شود.
۷۰	Green Fuel	سوخت سبز	نوعی سوخت به‌دست‌آمده از مواد گیاهی که با محیط‌زیست سازگار است.
۵۶	Fossil Fuel	سوخت فسیلی	موادی مانند زغال‌سنگ، نفت خام و گاز طبیعی که طی میلیون‌ها سال از تجزیه اجساد و بقایای جانوران و گیاهان مدفون شده در زمین به وجود آمده‌اند.
۵۶	Combustion	سوختن	واکنش اکسایش سریعی که با ایجاد شعله و آزاد کردن مقدار زیادی گرما و نور همراه است.
۵۷	Complete Combustion	سوختن کامل	به سوختن یک سوخت در حضور اکسیژن کافی می‌گویند.
۵۷	Incomplete Combustion	سوختن ناقص	به سوختن یک سوخت در حضور مقدار کم اکسیژن می‌گویند. که افزون بر کربن دی‌اکسید و آب، مقدار زیادی کربن مونواکسید نیز تولید می‌کند.
۷۰	Green Chemistry	شیمی سبز	شاخه‌ای از علم شیمی که در پی طراحی فرآورده‌ها و فرایندهایی است تا تولید و استفاده از مواد خطرناک را کاهش داده یا از بین ببرد.
۵	Atomic Number	عدد اتمی	به شمار پروتون‌های موجود در هسته یک اتم می‌گویند.
۱۷	Avogadro's Number	عدد آووگادرو	به عدد 6.022×10^{23} می‌گویند.
۵	Mass Number	عدد جرمی	مجموع شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها در هسته یک اتم است.
۲۴	Principal Quantum Number	عدد کوانتومی اصلی	عددی که لایه‌های الکترونی را در اتم مشخص می‌کند.

۲۹	Azimuthal Quantum Number	عدد کوانتومی فرعی
۵	Element	عنصر
۹۸	Molar Concentration	غلظت مولی
۶۱	Product	فراورده
۳۸	Chemical Formula	فرمول شیمیایی
۴۱	Molecular Formula	فرمول مولکولی
۳۰	Aufbau Rule	قاعده آفا
۳۵	Octet Rule	قاعده هشت تایی
۷۹	Avogadro's Law	قانون آووگادرو
۶۱	The Law of the Conservation of Mass	قانون پایستگی جرم
۶۲	Catalyst	کاتالیزگر
۳۷	Cation	کاتیون
۶۹	Greenhouse Gases	گازهای گلخانه‌ای
۳۴	Noble Gases	گازهای نجیب
۱۲	Group	گروه
۲۴	Electron Shell	لایه الکترونی
۷۳	Ozone Layer	لایه اوزون
۹۳	Solution	محلول
۱۰۲	Supersaturated Solution	محلول فراسیر شده
۱۰۹	Heterogeneous Mixture	مخلوط ناهمگن
۶۲	Chemical Equation	معادله شیمیایی
۶۴	Balanced Equation	معادله موازنه شده
۶۱	Symbol Equation	معادله نمادی
۶۱	Word Equation	معادله نوشتاری
۶۲	Balancing	موازنه کردن

۱۷	Mole	مول
۱۰۴	Polar Molecule	مولکول قطبی
۱۰۴	Non - Polar Molecule	مولکول ناقطبی
۱۰	Chemical Symbol	نماد شیمیایی
۴	Neutron	نوترون
۱۰۷	Van der Walls Forces	نیروهای وان در والس
۶۱	Chemical Reaction	واکنش شیمیایی
۶۱	Reactant	واکنش دهنده
۴۶	Atmosphere	هواکره
۳۸	Monoatomic Ion	یون تک اتمی
۹۱	Polyatomic Ion	یون چند اتمی

منابع

- 1 – Silberberg, M.S., Principles of General Chemistry , Mc GrawHill, 2007.
- 2– Reager, D.L.; Goode, S. R.; Ball, D.W., Chemistry, Brooks/Cole, 2010.
- 3– Tro N., Chemistry in Focus, Brooks/Cole, 2009.
- 4 – Eubanks, L. P.; Middlecamp, C. H.; Heltzel, C. H.; Keller, S. W., Chemistry in Context, ACS, 2009.
- 5– Angelica M. Stacy, Living by Chemistry, 2010.
- 6– John S. phillips, & *etal.* Glencoe Science Chemistry Concepts and applications, Mc Grow - Hill, 2009.
- 7– Kotz, John C.; Treichel, Paul M.; Weaver, Gabriela C., Chemistry & Chemical Reactivity, Thomson - Brooks/Cole, 2006.
- 8 – Ebbing, Darrell D.; Gammon, Steven D., General Chemistry, Brooks/Cole, 2009.
- 9– Tro, Nivaldo J., Principles of Chemistry, A Molecular Approach, Pearson, 2010.
- 10– Chang, R.,; Overby, J., General Chemistry, The Essential Concepts, MC Graw Hill, 2008.
- 11 – Russo, S.; Silver, M., Introductory Chemistry, Prentice Hall, 2011.

