



«اللَّهُ الَّذِي يُرْسِلُ الرِّيَّاحَ فَتُثِيرُ سَحَاباً فَيَبْسُطُهُ فِي السَّمَاءِ كَيْفَ يَشَاءُ وَ...» آیه ۴۸، سوره روم

خداوند همان کسی است که بادها 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 نزند.

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.

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 ۵۰۰ کیلومتری از سطح زمین امتداد یافته است به طوری که می‌توان گفت ما در کف اقیانوسی از مولکول‌های گازی زندگی می‌کنیم. جاذبه زمین این گازها را پیرامون خود نگه 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<sup>۱</sup> توزیع شوند.



## آیا می‌دانید

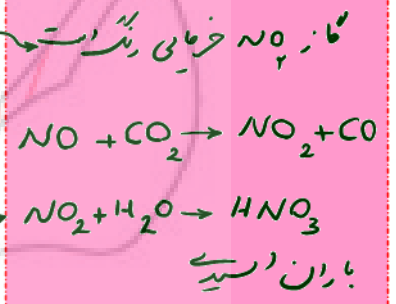
جرم کل هواکره در حدود  $10^{15} \times 5/3$  تن و نزدیک به ۱/۰۰۰۰۰۰٪ جرم زمین است.

● اگر زمین را به سبب 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.

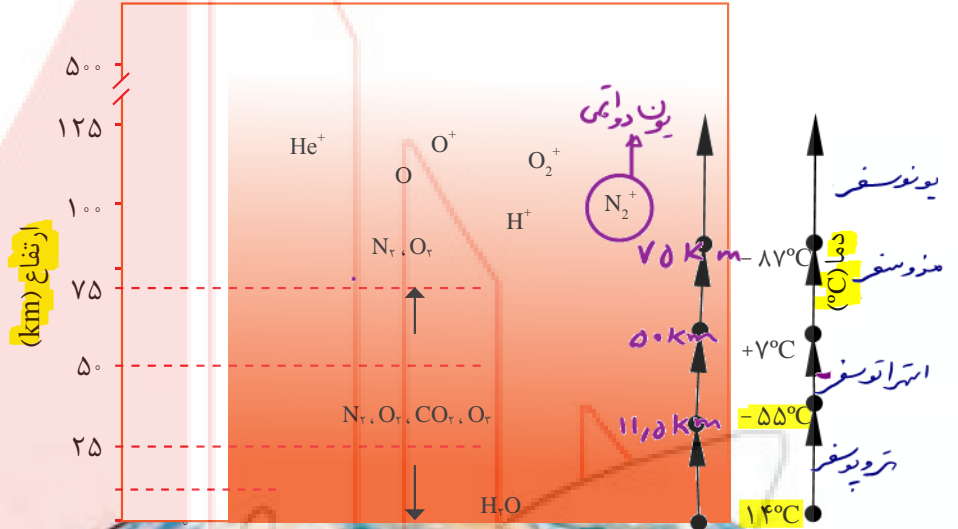
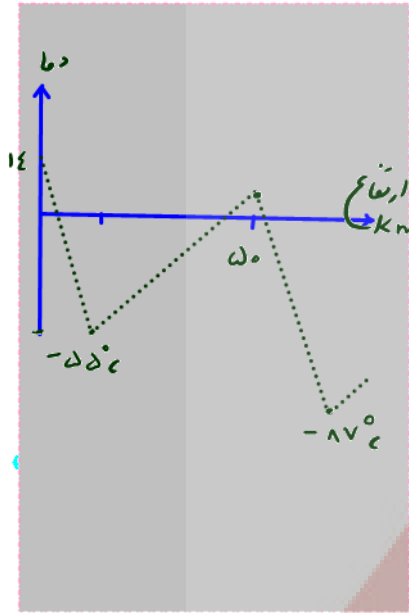
اغلب گازها نامرئی هستند به طوری که ما هوا را نمی‌توانیم ببینیم و به طور معمول وجود آن را در پیرامون خود حس نمی‌کنیم، مگر روزهایی که باد می‌وزد یا در مکان‌هایی که هوا به خوبی در جریان است. میان گازهای هوا، واکنش‌های شیمیایی گوناگونی رخ می‌دهد که اغلب آنها برای ساکنان این سیاره سودمند هستند، اما برخی از 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.



## با هم بیندیشیم

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



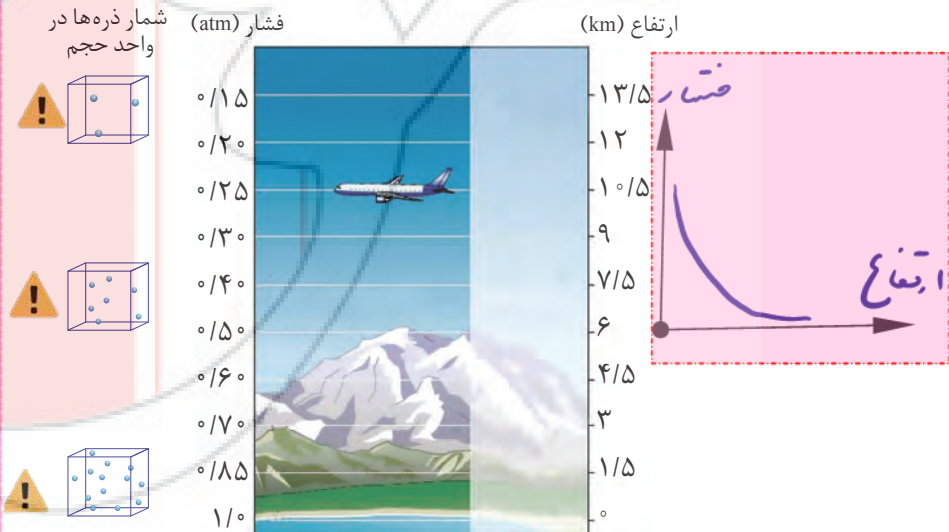
● فشار هر گاز، ناشی از برخورد مولکول‌های آن با دیواره ظرف است. هواکره نیز به دلیل داشتن گازهای گوناگون فشار دارد. این فشار در همه جهت‌ها بر بدن ما و به میزان یکسان وارد می‌شود.

آ) 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.

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

### افزایش ارتفاع:

- ۱- ما حمله مولکولها بیشتر می‌شود.
- ۲- چگالی هواکره می‌شود.
- ۳- حجم مولی افزایش می‌یابد
- ۴- فشار هوا کاهش می‌یابد
- ۵- تغییرات فشار در چگالی در ارتفاع کمتر بیشتر می‌شود



## پیوند با ریاضی

تغییر آب و هوای زمین در لایه تروپوسفر رخ می دهد. در این لایه با افزایش ارتفاع به ازای هر کیلومتر، دما در حدود  $6^{\circ}\text{C}$  افت می کند و در انتهای لایه به حدود  $55^{\circ}\text{C}$  - ( $218$  کلوین) می رسد. اگر میانگین دما در سطح زمین در حدود  $14^{\circ}\text{C}$  ( $287$  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.

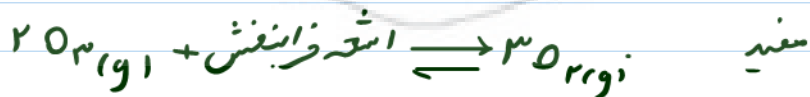


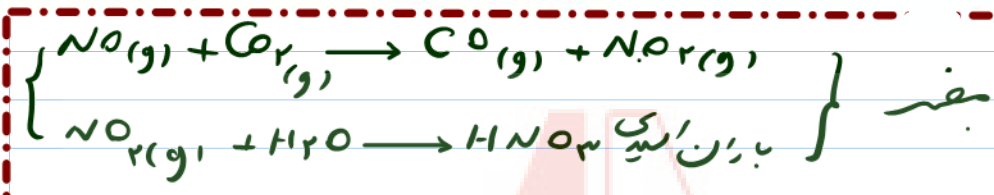
### نکات:

- ۱- لایه ی گازی و فیر زمین ای رنگ بیرامون زمین، اتمسفر زمین یا هوا کره نامیده می شود.
- ۲- ضخامت هوا کره نسبت به زمین در نازکی پوست میب می باشد.
- ۳- در سه مانده خورشیدی، نتر...

### نکات اتمسفر زمین:

- ۱- مخلوطی از گازهای گوناگون که تا فاصله  $500\text{km}$  از زمین قرار دارد.
- ۲- جاذبه زمین مانع از خروج گازها از زمین می شود.
- ۳- انرژی گرمایی مولکولهای هوا کره به بیخ می شود تا پیوسته در جنبش باشند و در سراسر هوا کره توزیع شوند.
- ۴- اغلب گازها نادر هستند (گاز  $\text{CO}_2$  قهوه ای رنگ و گاز  $\text{O}_3$  زرد ...)
- ۵- میان گازهای هوا کره و اتمسفرهای شمایی رخ می دهد که اغلب سودمند هستند.





لایه های هواکره

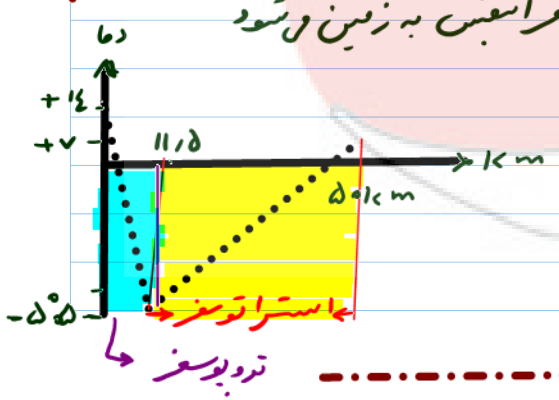
- ۱- تروپوسفر (0 - 11,5 km) ← دما ۵۵° - → ۱۴°
- ۲- استراتوسفر (11,5 - 50 km) ← دما ۷° + → ۵۵°
- ۳- مئوسفر (50 - 75 km) ← دما ۸۷° - → ۷° +
- ۴- یونوسفر (75 - ... km) ← ... → ۸۷° -

۱- تروپوسفر (Troposphere):

- ۱- ۷۵ درصد حجم هواکره
- ۲- تا ارتفاع 11,5 km از زمین (نزدیک ترین)
- ۳- دمای سطح زمین ۱۴ (۲۸۷K) و انتزاع ۵۵° (۲۱۸K)
- ۴- به ازای هر یک کیلومتر ۶ کاهش دما است
- ۵- دارای گازهای N<sub>2</sub> و O<sub>2</sub> و CO<sub>2</sub> و H<sub>2</sub>O می باشد.
- ۶- رابطه معکوس بین ارتفاع و دما وجود دارد.
- ۷- تغییرات آب و هوا مریحانه در این لایه می باشد.

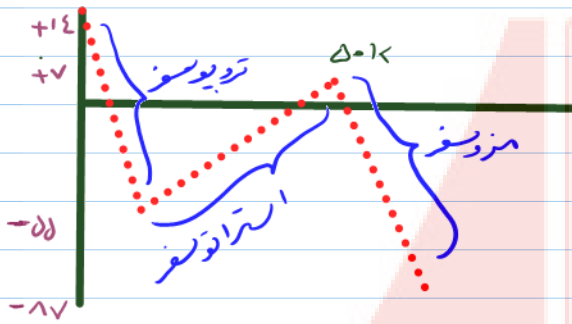
۲- استراتوسفر (Stratosphere):

- ۱- از 11,5 - 50 km سطح زمین می باشد
- ۲- اوزون موجود در این بخش مانع رسیدن اشعه فرابنفش به زمین می شود
- ۳- با افزایش ارتفاع دما افزایش می یابد
- ۴- دما از ۵۵- درجه در ابتدا به ۷° در انتها می رسد
- ۵- رابطه مستقیم بین ارتفاع و دما است.



- ۶- ضخامت لایه 11,5 - 28,5 km = ۱۷ km می باشد.

### ۳- مزوسفر (Mesosphere):



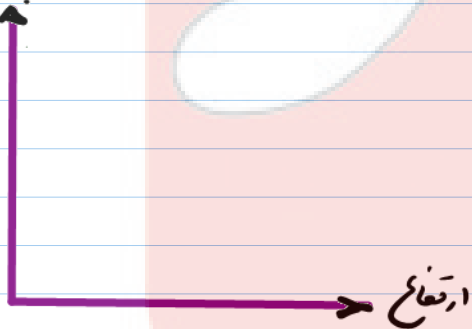
- ۱- بین ۷۵ km - ۵۰ از زمین می باشد
- ۲- رابطه ای معکوس بین دما و ارتفاع وجود دارد
- ۳- دما از ۷+ کاهش می یابد تا به ۸۷- برسد
- ۴- سردترین لایه هوا کره می باشد.
- ۵- ضخامت لایه مزوسفر ۲۵ km = ۷۵ - ۵۰

### ۴- یونسفر Ionosphere:

- ۱- از ارتفاع ۷۵ km به بالا یونسفر است.
- ۲- رقیق ترین هوا کره می باشد
- ۳- مولکولها بیشتر به شکل یون می باشند
- ۴- یونها موجود عبارتند از:  $O^+$ ,  $O_2^+$ ,  $H^+$ ,  $He^+$  و  $N_2^+$

### رابطه فشار هوا با ارتفاع:

فشار - جغالی



- ۱- هر چه از زمین دور تر می شویم هوا رقیق تر می شود.
- ۲- شما و مولکولها در واحد حجم کاهش می یابد.
- ۳- جغالی هوا کم می شود
- ۴- تغییرات فشار هوا در نزدیکی زمین بیشتر است.
- ۵- با افزایش ارتفاع شب نمودا فشار جغالی هوا کم می شود.

- ۱- در رتبه‌های هواکره  $N_2$  و  $O_2$  یافت می‌شود.
- ۲- در رتبه‌های اول، بی‌هواکره  $N_2$  و  $O_2$  وجود دارد.
- ۳- بخار آب ( $H_2O$ ) نیز در تروپوسفر وجود دارد.
- ۴- در رتبه‌های بالایی علاوه بر  $N_2$  و  $O_2$ ، اتم  $O$  و کاتیون‌های سنگین  $O^+$ ،  $H^+$  و  $He^+$  و کاتیون‌های  $H_2^+$  و  $OH^+$  نیز وجود دارد. در هواکره یون منفی (رایون) نداشتیم. !

### هوا معجونی ارزشمند

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



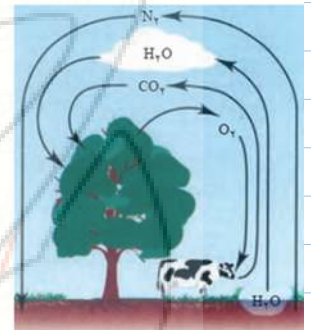
(آ)



(ب)



(پ)



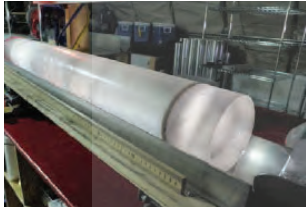
شکل ۳- برهم کنش هواکره با زیست‌کره. زندگی جانداران گوناگون در زیست‌کره با گازهای موجود در هوا، گره خورده است. گیاهان با بهره‌گیری از نور خورشید و مصرف کربن دی‌اکسید هواکره، اکسیژن مورد نیاز جانداران را تولید می‌کنند. جانداران ذره‌بینی، گاز نیتروژن هواکره را برای مصرف گیاهان در خاک تثبیت می‌کنند.

شکل ۲- از گاز نیتروژن، (آ) برای پرکردن تایر خودروها، (ب) در صنعت سرماسازی برای انجماد مواد غذایی و (پ) برای نگهداری نمونه‌های بیولوژیک در پزشکی استفاده می‌شود.

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

اکنون این پرسش مطرح است که آیا هواکره می‌تواند منبع ارزشمندی برای تهیه برخی گازها باشد؟ حدود ۷۵ درصد از جرم هواکره، در نزدیک‌ترین لایه به زمین (تروپوسفر) قرار دارد. این بخش از هوا کره، همان بخشی است که ما در آن زندگی می‌کنیم. پس از تروپوسفر،

درصد گازها	$N_2$	$O_2$	$Ar$	$CO_2$	$Ne$	$He$	$Kr$	$Xe$
درصدی	۷۸/۰۷۹	۲۰/۹۵۲	۰/۹۳۸	۰/۰۳۸۵	۰/۰۰۱۸	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
حجمی	۷۸	۲۱	۰/۹	۰/۰۳	۰/۰۰۱۸	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱



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
۰/۹۳۸	آرگون ☹️
۰/۰۳۸۵	کربن دی اکسید
۰/۰۰۱۸	نئون
۰/۰۰۰۵	هلیوم
۰/۰۰۰۱	کریپتون
ناچیز	زنون و دیگر گازها ⚠️

● 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، وسیله‌ساده‌ای 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.



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 هوای مایع 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  $0^{\circ}\text{C}$  (صفر درجهٔ سلسیوس)، رطوبت هوا به صورت یخ از آن جدا می‌شود (چرا؟). در دمای  $-78^{\circ}\text{C}$ ، گاز کربن دی‌اکسید هوا نیز به حالت جامد در می‌آید. با سرد کردن بیشتر تا دمای  $-200^{\circ}\text{C}$ ، مخلوط بسیار سردی از چند مایع بدید می‌آید که به آن **هوای مایع** می‌گویند. در پایان، با عبور هوای مایع از یک ستون تقطیر، گازهای سازنده جداسازی و در ظرف‌های جدا ذخیره می‌شوند.



فهم

● **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 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

با توجه به جدول روبه‌رو به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:  
 (آ) نمونه‌ای از هوای مایع با دمای  $20^{\circ}\text{C}$  تهیه شده است، اگر این نمونه تقطیر شود، ترتیب جداسازی گازها را مشخص کنید.

نقطهٔ جوش ( $^{\circ}\text{C}$ )	گاز
-196	نیتروژن
-183	اکسیژن
-186	آرگون
-269	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؟

حالت (۱)  $-200^{\circ}\text{C}$   $\left. \begin{matrix} \text{N}_2 \\ \text{O}_2 \\ \text{Ar} \end{matrix} \right\}$

حالت (۲)  $-195^{\circ}\text{C}$   $\text{N}_2$

حالت (۳)  $-185^{\circ}\text{C}$   $\left. \begin{matrix} \text{O}_2 \\ \text{Ar} \end{matrix} \right\}$

(پ) در دمای  $-8^{\circ}\text{C}$ ، اجزای سازندهٔ هوای مایع به کدام شکل وجود دارند؟ چرا؟

حالت (۱)

حالت (۲)

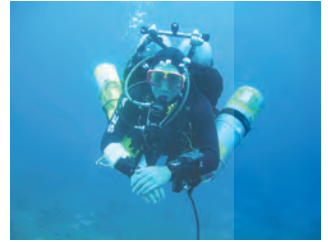
(ت) توضیح دهید چرا تهیهٔ اکسیژن صددرصد خالص در این فرایند دشوار است؟



● **آیا می‌دانید**  
 هنگام ریختن هوای مایع درون یک بالن، مخلوط شروع به جوشیدن می‌کند.

● مقدار گازهای نجیب در هواکره بسیار کم است. از این رو به گازهای کمیاب نیز معروف هستند.

به عنوان سبک‌ترین گاز نجیب، بی‌رنگ و بی‌بو است که کاربردهای فراوانی در زندگی دارد (شکل ۵).



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<sup>۱</sup> 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 از مخلوط گاز طبیعی را هلیوم تشکیل می‌دهد. البته مقدار هلیوم در میدان‌های گازی گوناگون، متفاوت است (شکل ۶).



شکل ۶ - هلیوم موجود در گاز طبیعی به همراه سایر فراورده‌های سوختن بدون مصرف وارد هوا کره می‌شود.

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؟

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 واکنش پذیر در هواکره

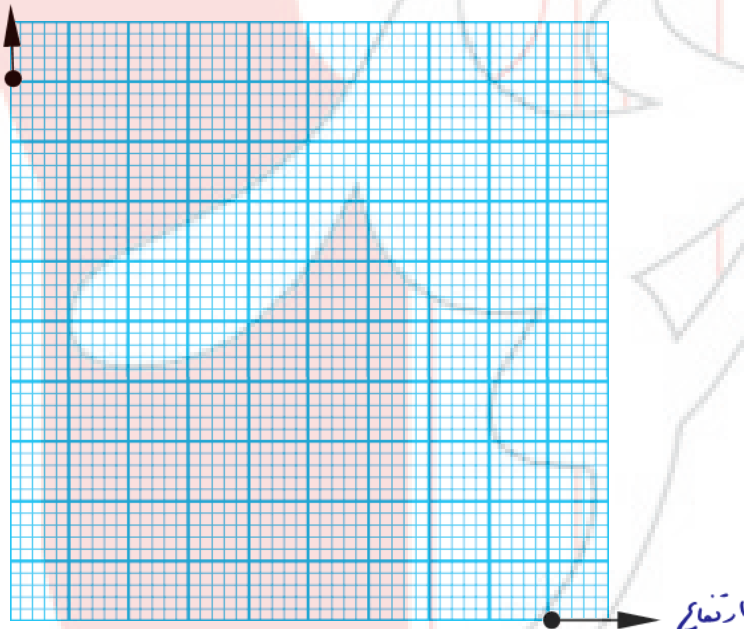
اکسیژن یکی از مهم‌ترین گازهای تشکیل دهنده هواکره است که زندگی روی زمین به وجود آن گره خورده است. به طوری که بسیاری از واکنش‌های شیمیایی مانند فرسایش سنگ و صخره، زنگ‌زدن، فساد مواد غذایی و... که پیوسته پیرامون ما رخ می‌دهند به دلیل تمایل زیاد اکسیژن برای انجام واکنش است. این عنصر در آب کره، در ساختار 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:

۷/۹	۷/۳	۶/۷	۶	۴/۸	۴/۲	۳/۶	۳/۰	۲/۴	۱/۸	۰/۶	۰/۳	۰	ارتفاع از سطح زمین (km)
۷/۶	۸/۴	۹	۹/۷	۱۱/۴	۱۲/۳	۱۳/۲	۱۴/۳	۱۵/۴	۱۶/۶	۱۹/۴	۲۰/۱	۲۰/۹	فشار گاز اکسیژن ( $\times 10^{-1} \text{atm}$ )

(آ) نمودار فشار گاز اکسیژن را بر حسب ارتفاع، روی کاغذ میلی‌متری داده شده رسم کنید.



● چرا هواپیماها با خود اتاقکی از گاز اکسیژن حمل می‌کنند؟



● کوهنوردان به هنگام صعود به ارتفاعات کپسول اکسیژن حمل می‌کنند.

(ب) با توجه به نمودار، با افزایش ارتفاع در هواکره فشار گاز اکسیژن چه تغییری می‌کند؟

(پ) با استفاده از نمودار، فشار این گاز را در ارتفاع ۲/۵ کیلومتری پیش‌بینی کنید.

(ت) چرا کوهنوردان هنگام صعود به قله‌های بلند، از کپسول اکسیژن استفاده می‌کنند؟

(ث) با استفاده از یک نرم‌افزار رسم نمودار، این نمودار را رسم و نتیجه را به کلاس گزارش کنید.

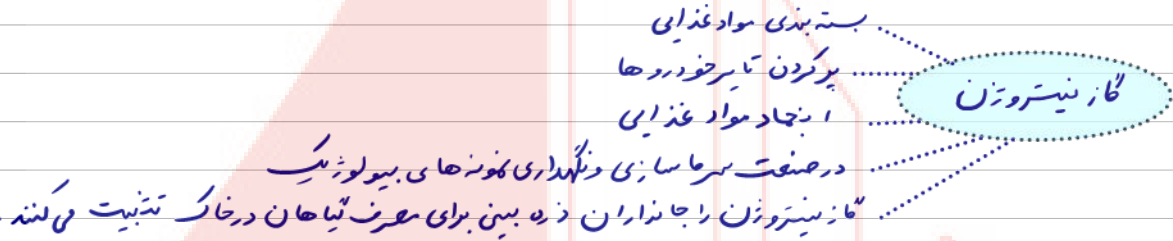
هوا معجزه‌ای ارزشمند:

۱- مقایسه در صد جرمی ۸ گاز مهم در هوای پاک:  $Xe > Kr > He > Ne > CO_2 > Ar > O_2 > N_2$ : در صد جرمی  
 ۱.۳٪ ۱۹٪ ۲۱٪ ۷۸٪

۲-  $N_2$  و  $O_2$  و  $CO_2$  از جمله گازهای هوا گرفته شده در زندگی روزانه نقش حیاتی دارند.

۳- بررسی دانشمندان در مورد هوای به دام افتاده در بلور یخ حاوی در یخچال های قطبی و نیز سنگ های آتشفشانی

نشان می دهد که از ۲۰۰ میلیون سال پیش تا کنون ثابت گازهای هوا در به تعویب ثابت مانده است.



تقطیر جزبه جز هوای مایع:

تقطیر جزبه جز نیک فرایند فیزیکی برای جداسازی مواد با نقطه جوش نزدیک بهم است.

He	O <sub>2</sub>	Ar	N <sub>2</sub>	گاز
-۲۴۹	-۱۸۳	-۱۸۶	-۱۹۶	نقطه جوش

مراحل جداسازی اجزا هوا

- ۱- عبور دادن هوا از ردی صافی برای زدودن گرد و غبار
- ۲- استفاده از عامل فشار برای کاهش دما به طور پیوسته
- ۳- جد کردن رطوبت (۱۱.۵) بصورت یخ در دمای ۵°C
- ۴- جدا شدن گاز  $CO_2$  در دمای  $-78.5^\circ C$  به صورت جامد.
- ۵- سرد کردن هوا تا  $-200^\circ C$  و به دست آوردن مخلوط بسیار سردی از

صند مایع (هوای مایع)

- ۱- هوای مایع را در دمای  $200^{\circ}\text{C}$  - از یک ستون تقطیر عبور می دهند تا دمای آن به تدریج افزایش یابد
- ۲- هر چه نقطه جوش گاز پائین تر (منفی تر) باشد در این فرایند زودتر به جوش آمده و زودتر از مخلوط مایع جدا می شود
- ۳- دمای جوش  $52^{\circ}\text{C} < \text{Ar} < \text{N}_2$  است، ترتیب خروج از ستون  $52^{\circ}\text{C} < \text{Ar} < \text{N}_2$
- ۴- هلیوم با دمای جوش  $269^{\circ}\text{C}$  - در هوای مایع جایی ندارد، زیرا در دمای  $200^{\circ}\text{C}$  - به صورت گاز جدا می باشد.

بی رنگ، بی بو  
غیر سمی

به صورت مگد است در طبیعت است

سومین گاز کجیب هوا که

کاربردهای گاز آرگون

از تقطیر جزئیه جز هوای مایع با خلوص بسیار زیاد در پستروسیمی شیراز بدست می آید

در ساخت لامپ رشته ای کاربرد

به عنوان محیط خنثی در جوشکاری استفاده

ویژگی های هلیوم

۱- اولین گاز نجیب در دوره ۱ و دوره ۱۸

۲- گاز رنگ است با آرایش  $1s^2$  و پایداری (جزء دسته ۱)

۳- سبک ترین گاز نجیب، بی رنگ، بی بو، بی مزه

۴- در هواکره خیلی کم یافت می شود به طوری که مقدار یا چیزی در هواکره و مقدار بیشتری در لایه های زیرین زمین است.

۵- در مقیاس صنعتی استفاده از منابع زمین مناسب تر از هواکره است.

۶- **هلیوم** از واکنش های هسته ای در اعماق زمین تولید و سپس وارد میدان های **گمازی** می شود.

۷- یافته های تجربی نشان می دهد حدود ۷ درصد حجمی از مخلوط گازهای طبیعی را هلیوم تشکیل می دهد که در میدان های گازی مختلف با هم متفاوت است.

۸- درصد حجمی هلیوم در گازهای سازنده هواکره حدود ۵...۱٪ است.

۹- نسبت گاز هلیوم در گاز طبیعی و هواکره

نتیجه: **نسبت هلیوم ۱٪ گاز طبیعی** → **نسبت ۱۴۰۰** = **گاز طبیعی ۷ درصد**  
**مقدون به صرفه تر است** **هواکره ۰.۵٪ درصد**

۱۰- دانش جداسازی هلیوم از گاز طبیعی در کشور وجود ندارد.

۱۱- با سوزاندن گاز طبیعی، هلیوم به همراه سایر فرآورده های سوختن، بدون صرف وارد هواکره می شود.

① ایجاد محیطی اثر در جوش کاری

② پر کردن بالون هواشناسی + کیسول فضا

③ خند کردن قطعات آلتر و تنگ در دستگای

تصویر برداری MRI (بهترین کاربرد)

کاربردها هلیوم

✓ درست یا نادرست X « **هلیوم** »

- X • هلیوم دومین گاز نجیب فراوان در هوا کره است.  $Ar < Ne < He < Kr < Xe$
- ✓ • هلیوم سبک‌ترین گاز نجیب بوده بی رنگ و بی بو است.
- X • مقدار هلیوم در هوا کره از مقدار آن در زیر لایه‌های زمین بیشتر است. (در صد در صد)
- X • حدود ۷ درصد در صد هلیوم از مخلوط گاز طبیعی را هلیوم تشکیل می‌دهد. **صحتی**
- X • هلیوم طی دانش‌های شیمیایی در زیر لایه‌های پوسته زمین تولید می‌شود. **صحتی**
- ✓ • از هلیوم برای خنک کردن قطعات آنتروپنی در دستگاه‌های تصویر برداری مانند MRI استفاده می‌شود.
- X • آتوم گاز He از هوا کره به فرقه تراز آتوم آن از مخلوط گاز طبیعی است. **در ایران خیر!**
- ✓ • از هلیوم اتمون بربر کردن باین جوشناسی، تفریحی و تبلیغاتی در جوشکاری و کسپل غواصی نیز استفاده می‌شود.
- X • هر چه جرم اتمی یک گاز کم تر باشد، چگالی گاز کمتر و سبک تر است در نتیجه He سبک‌ترین گاز است.

↓  
عنطه  
H<sub>2</sub>

✓ درست

✓ درست یا نادرست X « **آرگون** »

- ✓ • گاز Ar به دلیل عدم دانش پذیرایی این گاز در لایه‌های رسته ای استفاده می‌شود. **دانش پذیرایی**
- X • گاز Ar فراوان ترین گاز نجیب بوده، بی رنگ، بی بو و بی بو و بی بو است. **غیر سمی**
- ✓ • گاز Ar از هوا بارش تقطیر آتوم می‌شود و واژه آرگون به معنای تنبل است.
- ✓ • گاز Ar به عنوان یک محط بی اثر در جوشکاری و برش فلزها استفاده می‌شود.

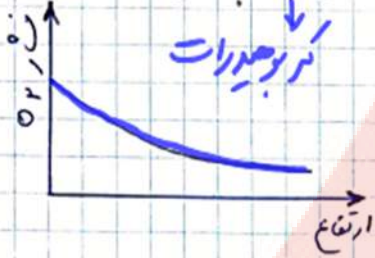
✓ درست یا نادرست X « اکسیرن »

✓ در فرآیند تنفس سلولی و آزاد شدن انرژی از مولکول‌های مانند قند که در جریان آن در بافت‌های زنده نقش اکسیرن را دارند.

✓ فرآیند تنفس سلولی به صورت  $\text{انرژی} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{اکسیرن} + \text{قند}$  یا جری‌ها می‌باشد.

X اکسیرن در ساختار همهٔ مولکول‌های زیستی مانند جری‌ها، پروتئین‌ها و هیدرکربن‌ها یافت می‌شود.

✓ مقدار تغییر غلظت اکسیرن نسبت به ارتفاع به صورت زیر است:



✓ اکسیرن در درخت‌ها، مانند فوسفور، مواد معدنی و پوسیدن جری‌ها

فرسایش سنگ، زنگ زدن و سایر فرآیندهای اکسیداسیون صورت می‌گیرد.

در نیروگاه‌ها نیز شرکت دارد.

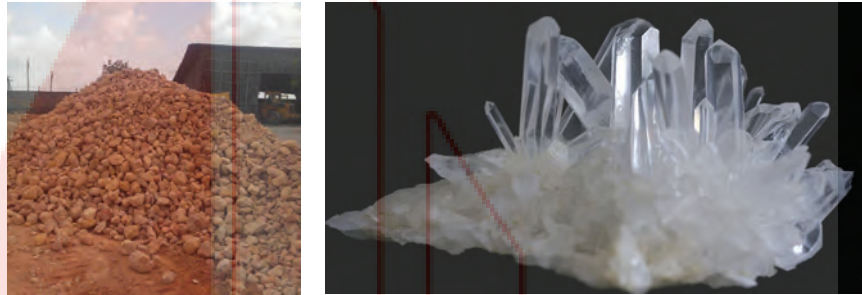
X اکسیرن با اغلب عنصرها و مواد درخت نمی‌دهد.

✓ به دلیل افت فشار با افزایش ارتفاع که منجر به کاهش در دمای هوا و کاهش رطوبت می‌گردد.



## 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).



(آ)

(ب)

شکل ۷-آ) سنگ معدن آلومینیم و ب) سیلیس

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  $Fe_2O_3$ ،  $FeO$  تولید می‌کند (شکل ۸). آیا می‌دانید این ترکیب‌ها را چگونه باید نام‌گذاری کرد؟

شکل ۸- سنگ معدن حاوی  $Fe_2O_3$  و  $FeO$ 

### با هم بیندیشیم

در جدول زیر، نام و فرمول شیمیایی برخی اکسیدهای فلزی داده شده است.

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

ناخالصی ترکیب یونی:

۱- نام فلز را می‌نویسیم.

\* اگر فلز دو نوع ظرفیت داشت

ظرفیت آن را به روشی می‌نویسیم I و II

و III و ...

۲- نام نافلز را می‌نویسیم

۳- از پسوند "ید" در آخر

نام ترکیب یونی در نامی استفاده

می‌کنیم.

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	آلمینیوم فلوئورید	پتاسیم سولفید	آهن (III) فلوئورید	فرمول شیمیایی
				$\text{Cu}_2\text{S}$
				$\text{MgBr}_7$
				$\text{CaO}$

۱- تعداد نافلزی ترکیبات مولکولی

۲- نام نافلزی سمت چپ را بنویسید

۳- تعداد نافلزی راست را بنویسید

۴- نام نافلزی راست را بنویسید

۵- از پسوند «ید» استفاده کنید

۳- هرگاه بدانید که اتم عنصر کروم در ترکیب‌های خود اغلب به شکل کاتیون  $\text{Cr}^{3+}$  یا  $\text{Cr}^{2+}$  یافت می‌شود، فرمول و نام شیمیایی اکسیدها و کلریدهای آن را بنویسید.

واکنش عنصرها با اکسیژن، تنها به فلزها محدود نمی‌شود بلکه نافلزیها نیز با آن واکنش می‌دهند و به اکسید نافلزیها تبدیل می‌شوند. در واقع اکسیدهای نافلزی، دسته دیگری از ترکیب‌های شیمیایی هستند که از واکنش نافلزیها با اکسیژن تولید می‌شوند. ترکیب‌هایی مانند  $\text{CO}_2$ ،  $\text{SO}_2$ ،  $\text{SO}_3$  و  $\text{NO}_2$ ، نمونه‌هایی از اکسیدهای نافلزی هستند. با توجه به اینکه هر زبروند 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**

نام شیمیایی این ماده، الگویی برای نام‌گذاری 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.

ضریب هم

تعداد	پیشوند
۱	مونو
۲	دی
۳	تری
۴	تترا
۵	پنتا
۶	هگزا





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 دی‌اکسید 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.

۱- شمار کل الکترون‌های لایه ظرفیت اتم‌های سازنده را حساب کنید. برای این کار، شمار الکترون‌های لایه ظرفیت اتم‌های سازنده را با هم جمع کنید.

۲- 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.

۳- 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:

• هرگاه اتم عنصرهای گروه ۱۷، اتم کناری باشند، تنها یک پیوند اشتراکی تشکیل می‌دهند.

• 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.



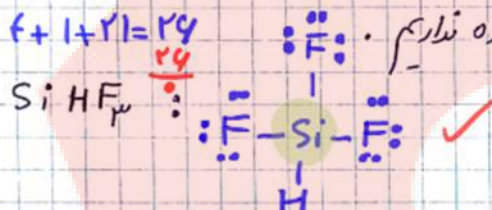
• بررسی ساختار لوویس گونه‌هایی که از قاعده هشت‌تایی پیروی نمی‌کنند و گونه‌هایی که بیش از یک اتم مرکزی دارند، جزو هدف‌های این کتاب نیست. بنابراین طرح پرسش از این موارد، در ارزشیابی پایانی ممنوع است.

خلاصه ای از رسم گرایش لوئیس مولکولها:

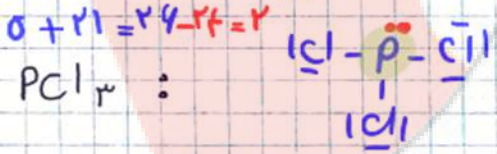
مراحل رسم ساختار لوئیس

- ۱) تعداد الکترون ظرفیت گونه را رسم می کنیم.
- ۲) با انتخاب اتم مرکزی مناسب ساختار ساده ای رسم می کنیم
- ۳) اکتت اتم های پیرامون را کامل می کنیم
- ۴) الکترون های باقی مانده را تعیین و پس اکتت اتم مرکزی را چک می کنیم؛

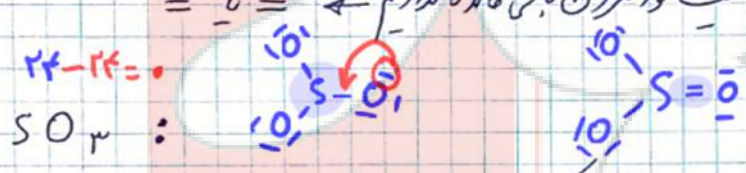
حالت اول: اکتت اتم مرکزی کامل است و الکترون باقی مانده نداریم.



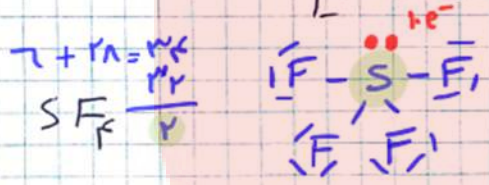
حالت دوم: اکتت اتم مرکزی کامل نیست ولی الکترون داریم.



حالت سوم: اکتت اتم مرکزی کامل نیست و الکترون باقی مانده نداریم.

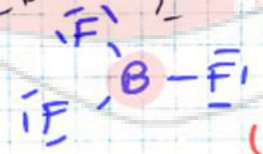
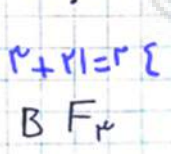


حالت چهارم: اکتت اتم مرکزی کامل است و الکترون باقی مانده داریم.



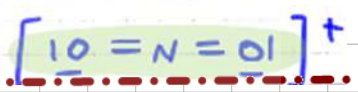
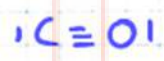
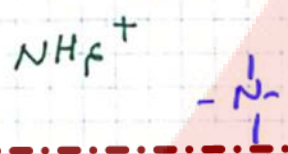
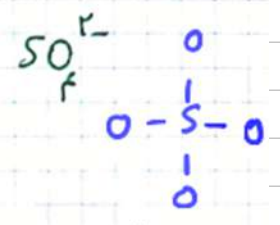
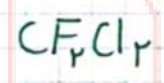
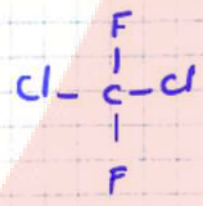
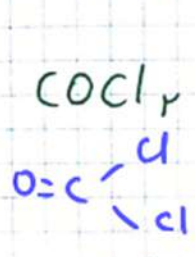
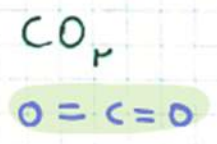
توجه! ← اکتت نیستند! (منبسط)

حالت پنجم: اکتت اتم مرکزی کامل نیست، الکترون نداریم. امکان پیوند دوگانه و مجرد ندارد.



H و حالوزن دوگانه نمی دهند! اکتت نیستند! (ناقصر)


کربن:



$\begin{matrix} \text{:F:} & \text{:Cl:} & \text{:O:} & \text{:Cl:} \\ | & | & | & | \\ \text{F} - \text{C} - \text{F} & \text{Cl} - \text{Si} - \text{Cl} & \text{Cl} - \text{S} - \text{Cl} & \text{Cl} - \text{C} - \text{Cl} \\ | & | & | & | \\ \text{:F:} & \text{:Cl:} & \text{:O:} & \text{:Cl:} \\ \text{CF}_4 & \text{SiCl}_4 & \text{SO}_2 & \text{CCl}_4 \end{matrix}$

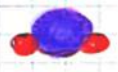
$\begin{matrix} \text{:O:} & \text{:O:} & \text{:O:} & \text{:F:} \\ | & | & | & | \\ \text{O} - \text{S} - \text{O} & \text{O} - \text{P} - \text{O} & \text{O} - \text{Cl} - \text{O} & \text{F} - \text{B} - \text{F} \\ | & | & | & | \\ \text{:O:} & \text{:O:} & \text{:O:} & \text{:F:} \\ \text{SO}_4^{2-} & \text{PO}_4^{3-} & \text{ClO}_4^- & \text{BF}_4^- \end{matrix}$

$\begin{matrix} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{:Cl:} \\ | & | & | & | \\ \text{H} - \text{C} - \text{H} & \text{H} - \text{N} - \text{H} & \text{H} - \text{Si} - \text{H} & \text{Cl} - \text{Al} - \text{Cl} \\ | & | & | & | \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{:Cl:} \\ \text{CH}_4 & \text{NH}_4^+ & \text{SiH}_4 & \text{AlCl}_4^- \end{matrix}$

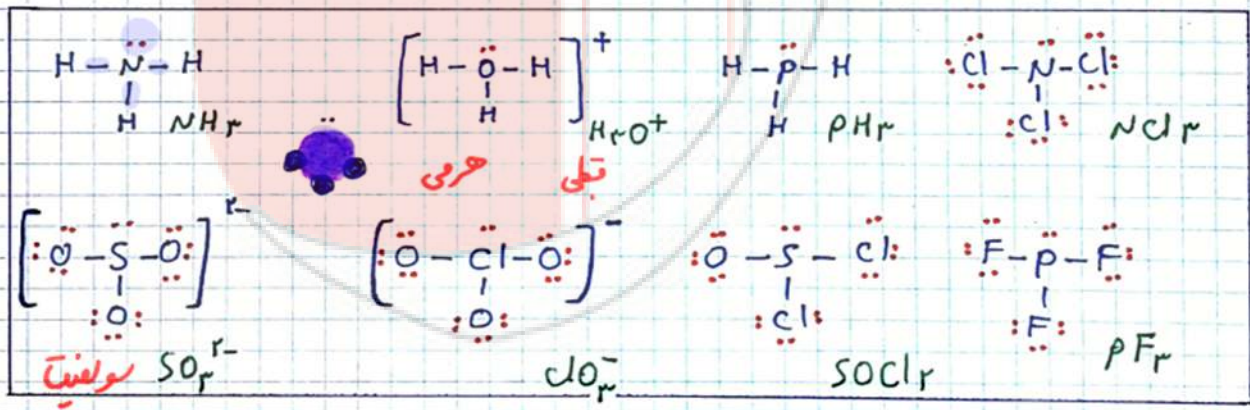
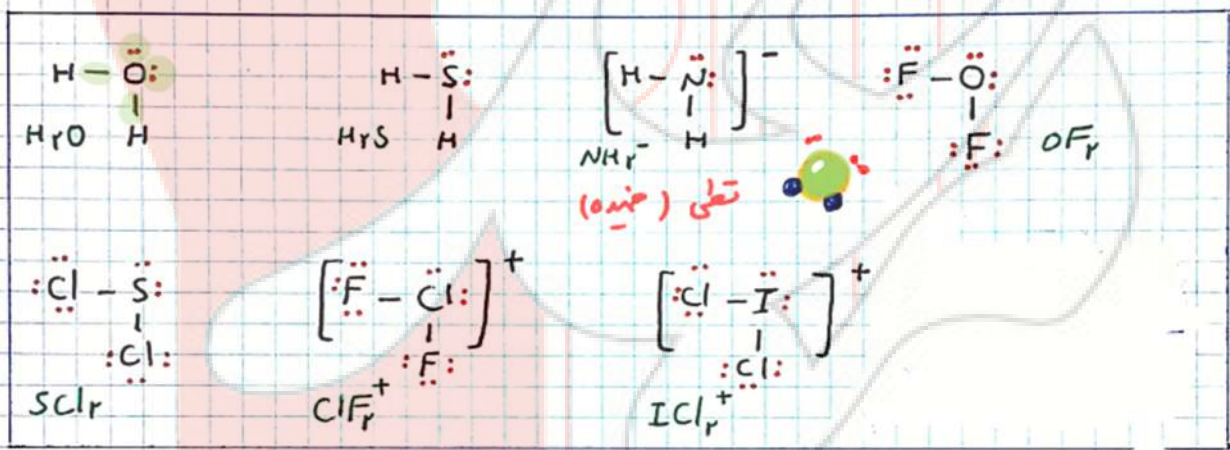
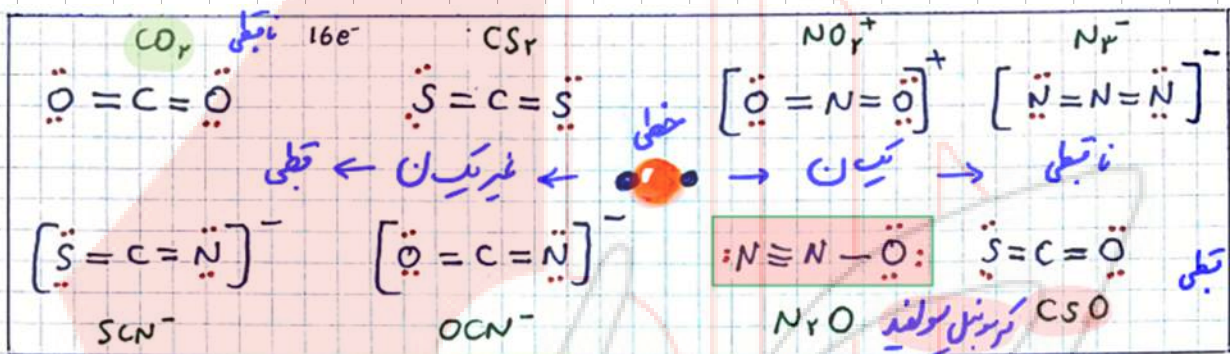
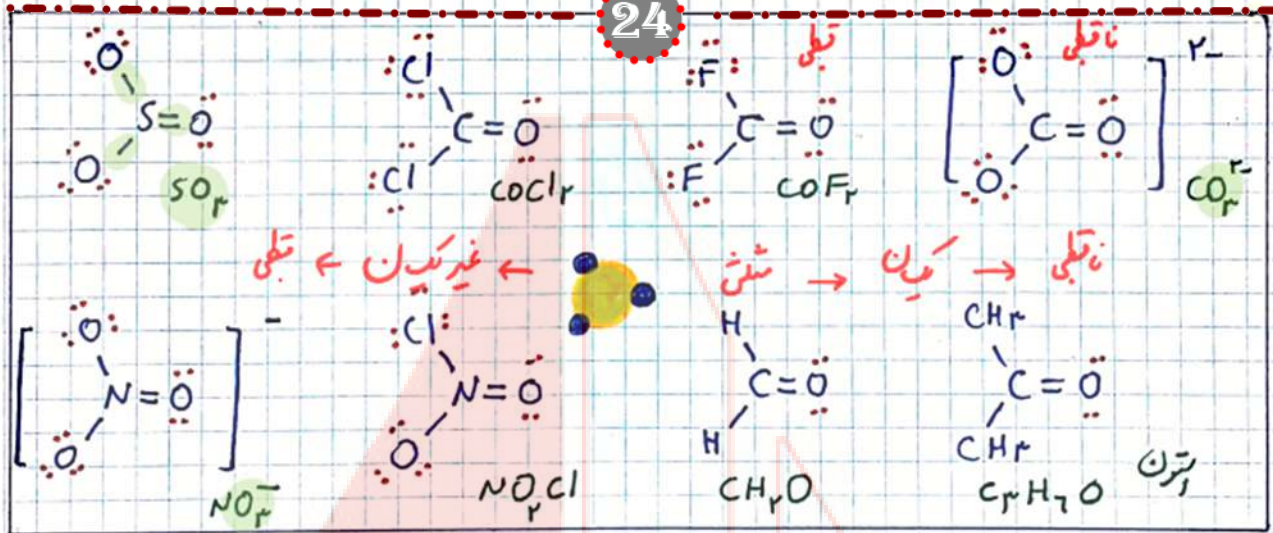
← غیر قطبی ←  → قطبی →

$\begin{matrix} \text{:O:} & \text{:O:} & \text{:O:} & \text{:O:} \\ \diagdown & \diagup & \diagdown & \diagup \\ \text{O} & \text{O} & \text{O} & \text{O} \\ \text{O} & \text{O} & \text{O} & \text{O} \\ \text{O} & \text{O} & \text{O} & \text{O} \end{matrix}$

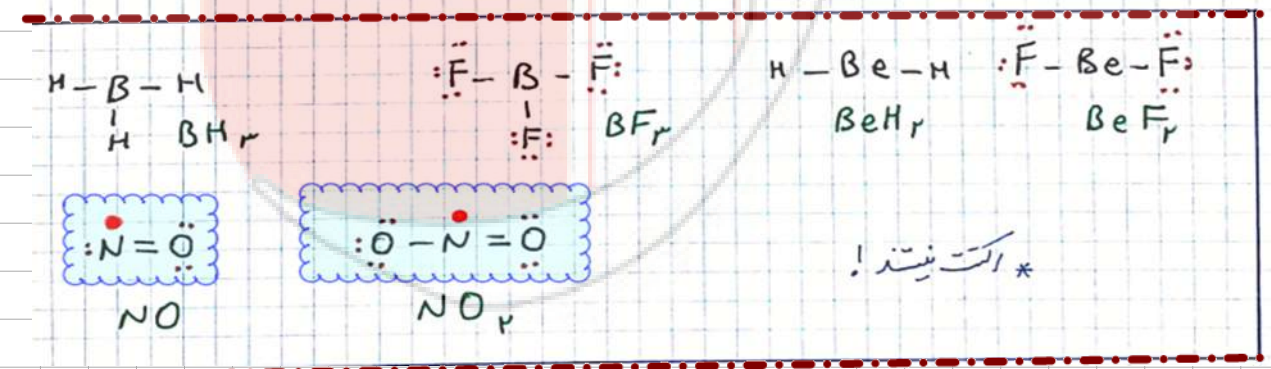
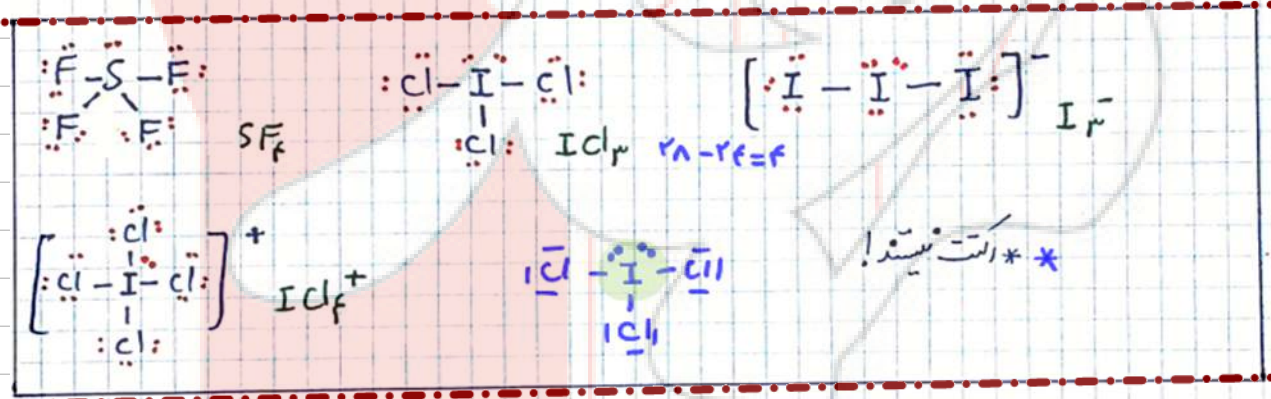
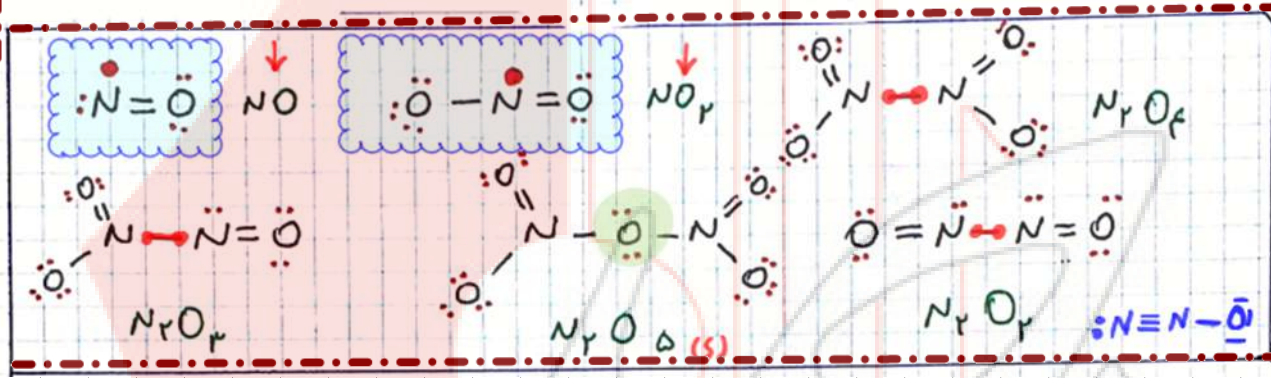
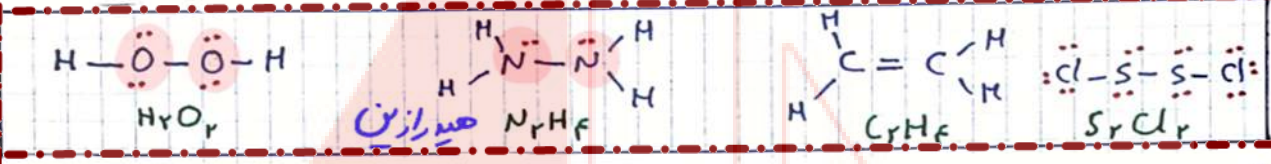
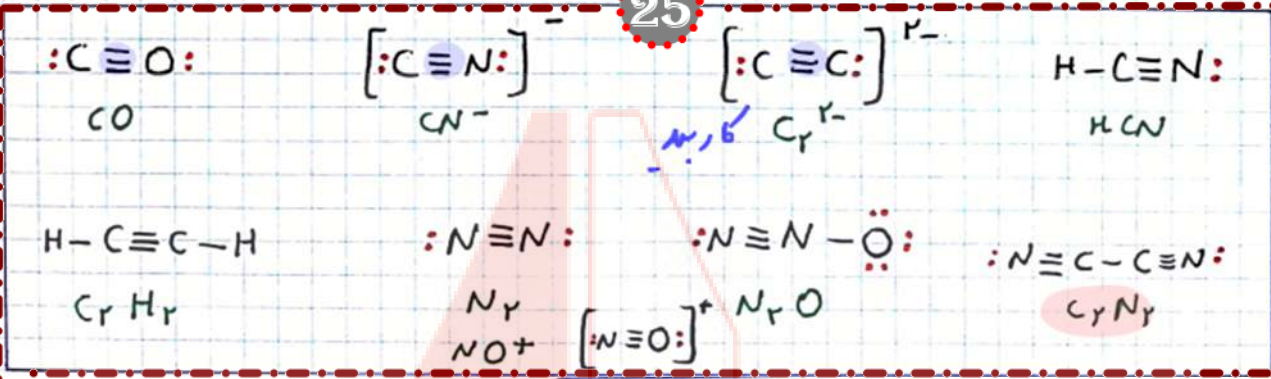
$\text{O} \quad \text{SO}_2 \quad \left[ \text{O} = \overset{\oplus}{\text{N}} = \overset{\ominus}{\text{O}} \right]^-$

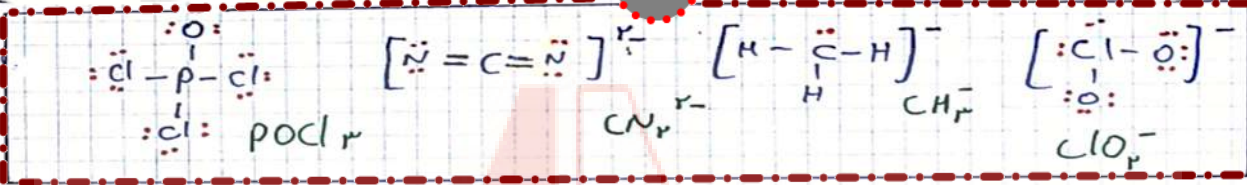
Or 

قطبی



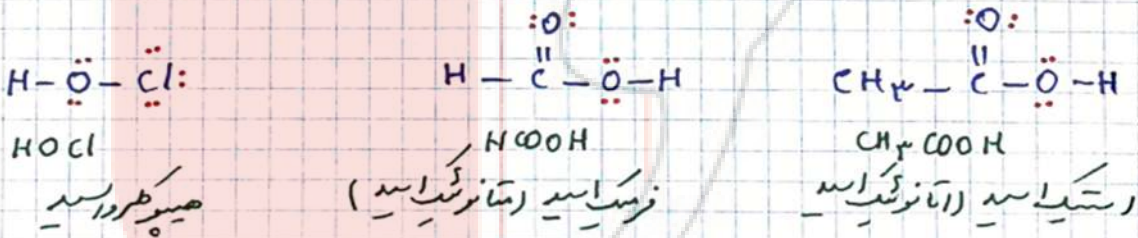
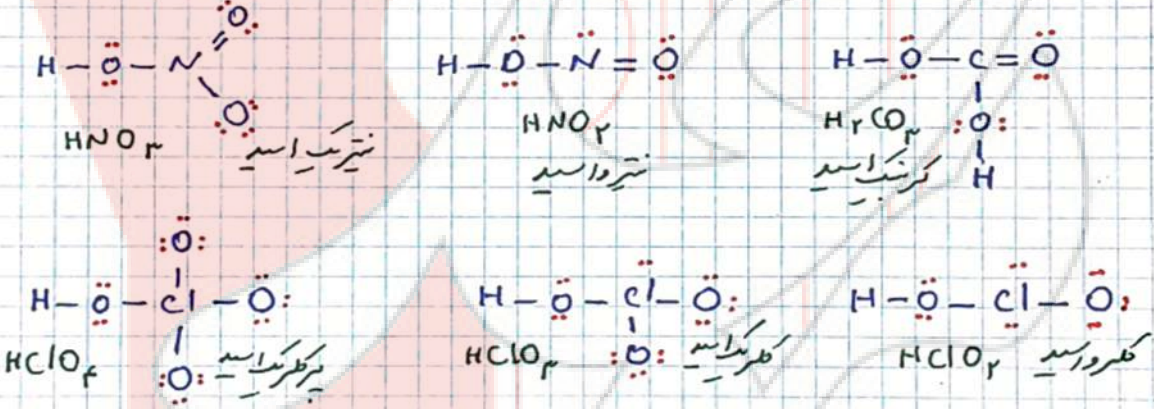
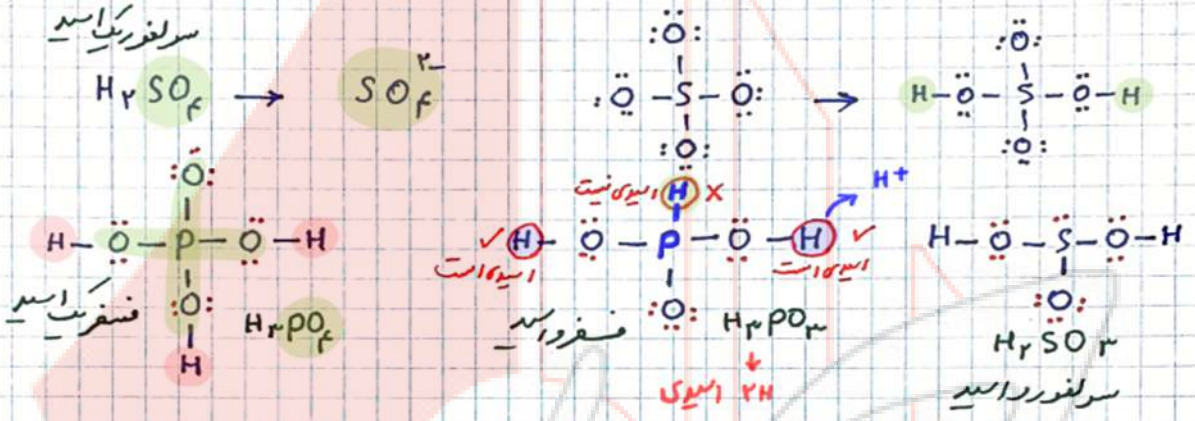




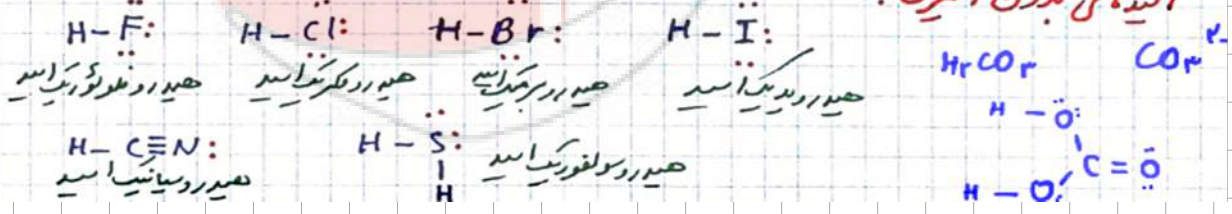


ساختار لوویس اسیدها

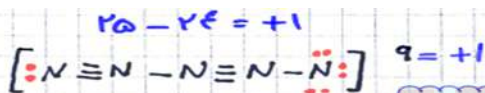
ابتداء ساختار بنیان اسید را رسم می‌کنیم، سپس H های اسیدی را به O وصل می‌کنیم.



اسیدهای بدون اکسیژن:

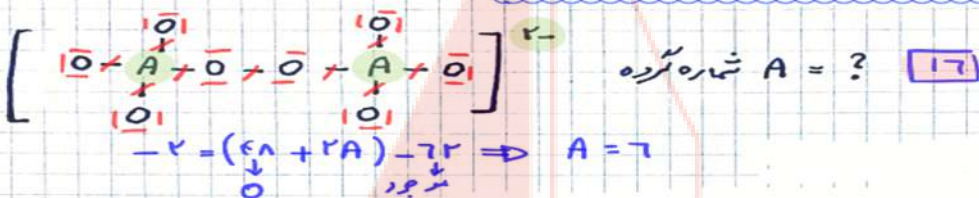


• تعیین بار و شماره گروه عنصر



$$q = ?$$

$$\text{بار} = \sum \text{اثراتون ارجح} - \sum \text{اثراتون کم ظرفیت}$$

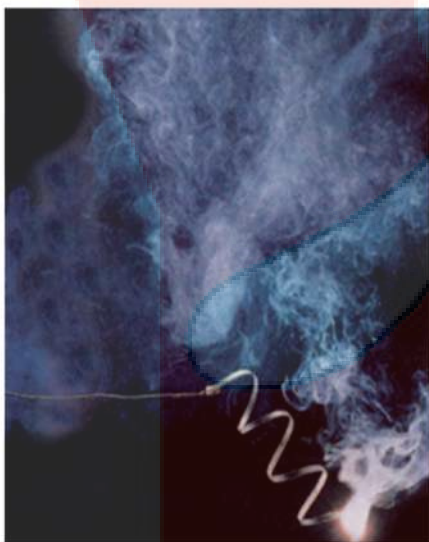


## اکسیدها در فراورده‌های سوختن

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  $SO_2$  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.



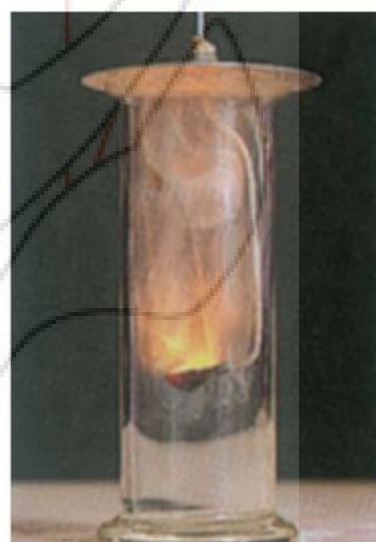
شکل ۹- سوختن گرد آهن. اغلب فلزها مانند آهن در شرایط مناسب با گاز اکسیژن می‌سوزند.



(آ)



(ب)



(پ)

شکل ۱۰- سوختن (آ) منیزیم، (ب) گوگرد و (پ) سدیم

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 عنصرها؛ دیگر مواد از جمله سوخت‌های فسیلی نیز در شرایط مناسب می‌سوزند.

برای نمونه، زغال سنگ در حضور اکسیژن می‌سوزد و افزون بر تولید گازهای  $\text{CO}_2$ ،  $\text{SO}_2$  و بخار آب، مقدار زیادی انرژی آزاد می‌کند (شکل ۱۱).

نور و گرما + کربن دی‌اکسید + گوگرد دی‌اکسید + بخار آب → اکسیژن + زغال سنگ



شکل ۱۱- سوختن زغال سنگ در هوا

نوع فرآورده‌ها در واکنش سوختن سوخت‌های فسیلی، به مقدار اکسیژن در دسترس بستگی دارد؛ به طوری که اگر اکسیژن کافی باشد، سوختن کامل<sup>۱</sup> 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<sup>۲</sup> است (شکل ۱۲).



(آ)



(ب)

شکل ۱۲- (آ) رنگ زرد شعله، نشان دهنده 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.

کربن مونوکسید<sup>۲</sup> گازی بی‌رنگ، بی‌بو<sup>۱</sup> و بسیار سمی<sup>۳</sup> 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.<sup>۴</sup>

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.



شکل ۱۳- نوعی دستگاه حسگر کربن مونوکسید

### خود را بیازمایید

یکی از کاربردهای آرگون ایجاد محیط بی اثر هنگام جوشکاری است. به نظر شما این روش بر استحکام و طول عمر فلز جوشکاری شده چه تأثیری خواهد داشت؟ توضیح دهید.



**دانش سوختن**  
 به دانش شیمیایی سرچشموار با بیشترین رطوبت آن بخشی از انرژی شیمیایی آن که به صورت گرما و نور آزاد می‌شود

سوختن برخی نامرغرها

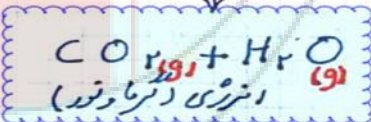
سوختن اغلب مرغها

دسته‌های مهم در سوختن  
 ① سوختن ترکیب‌های آلی

② سوختن ترکیب‌های آلی

... و الکل‌ها ، ( سطوح اکسید ، اکسید ، آلکان ، آلکان ) هیدروکربن‌ها

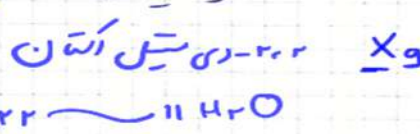
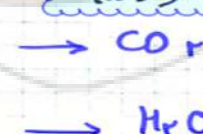
سوختن کامل

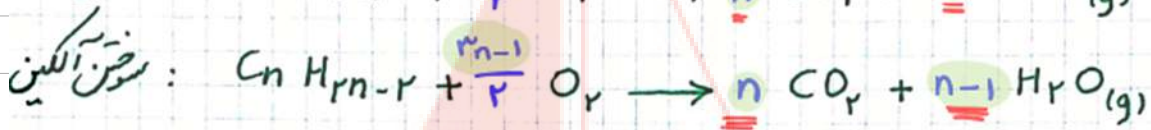
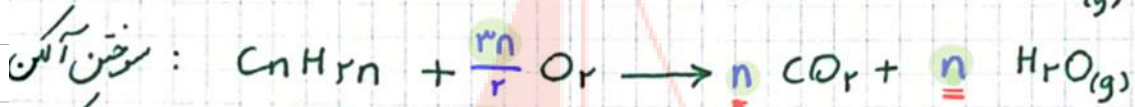
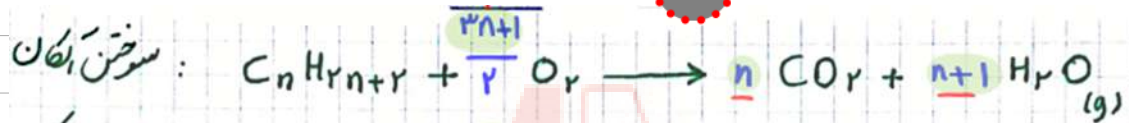


\* در سوختن سوختن حالت فیزیکی آب گازی است

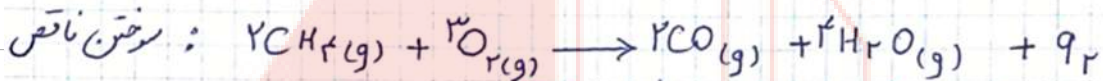
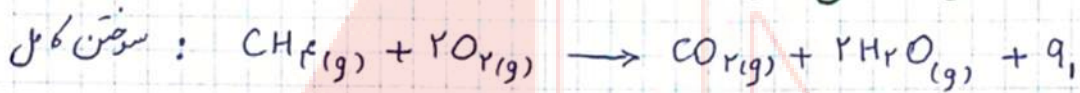
موازنه سوختن ترکیب‌های آلی

بهر تعداد کربن  
 نصف هیدروژن



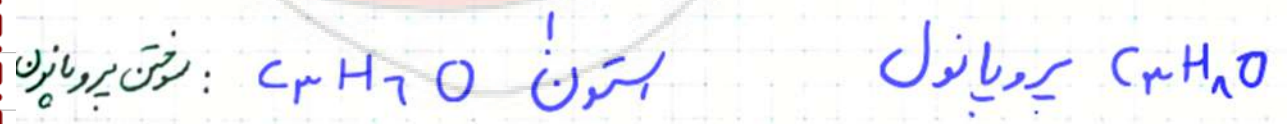
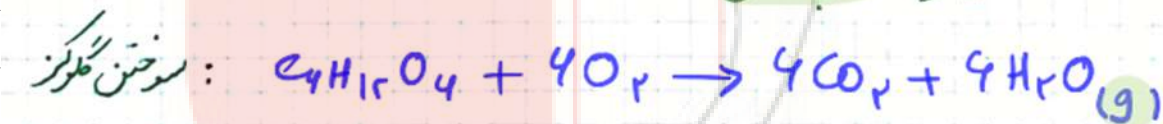
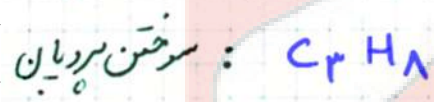
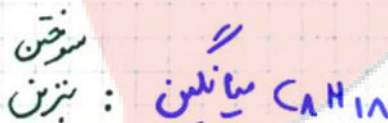


تفاوت سوختن کامل و ناقص متان :



ناقص	کامل
✓ دانه شعله زرد	✓ دانه شعله آبی
✓ گرمای کمتر $q_2$	✓ گرمای بیشتر $q_1$
✓ مصرف $O_2$ کمتر	✓ مصرف $O_2$ بیشتر
✓ فرآورده : $CO + CO_2 + H_2O$	✓ فرآورده : $CO_2 + H_2O$

**توجه!** اگر مقدار اکسین در محیط بیارگم باشد مقداری دوده (C) نیز در فرآیند سوختن تولید می شود.  
تمرین : معادله های خواسته شده را بنویسید!



در حالت عادی  $H_2O \rightarrow g$  نوسن

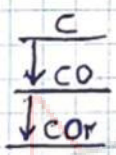
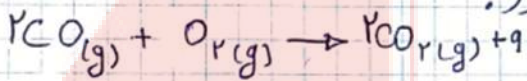
اکسایش  $H_2O \rightarrow (L)$  STP

ترمودینامیک آنتالپی سوختن

دسترسی های کربن میزنواکسید



- گازی بی رنگ، بی بو و سمی است.
- چگالی آن از هوا کمتر است و قابلیت انتشار آن در محیط بسیار زیاد است.
- میل ترکیب هموگلوبین با CO بسیار زیاد و بیش از ۲۰۰ برابر اکسین (O<sub>۲</sub>) است.
- موتور CO به آهن هموگلوبین متصل شده و مانع رسیدن اکسین به بافت های بدن شده و باعث مسکیت و نایج شدن سامانه عصبی و حرکت می شود.
- کربن میزنواکسید از کربن دی اکسید نامایه ایتر است در نتیجه CO در حضور اکسین در شرایط مناسب دوباره می سوزد و به CO<sub>۲</sub> تبدیل می شود.

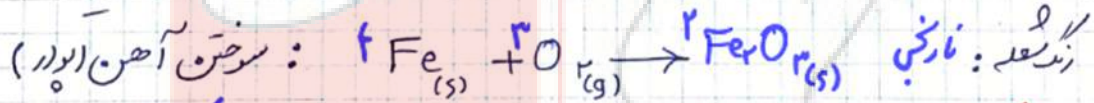
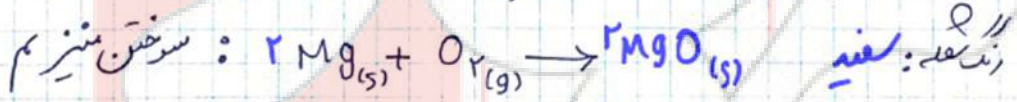
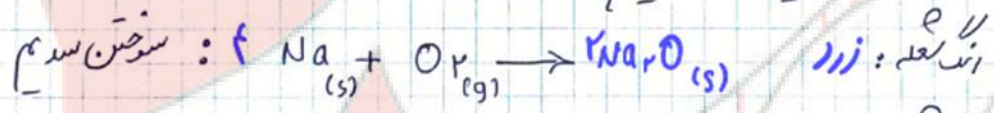


• پایداری:  $CO_2 > CO > C$

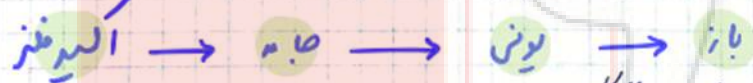
۱۲ سوختن فلزها

اغلب فلزها در شرایط (کسینگی) مناسب می سوزند؛

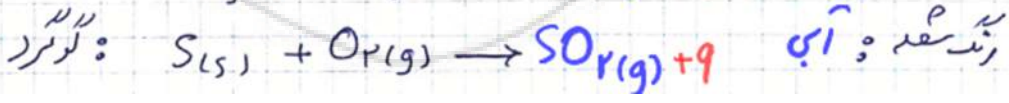
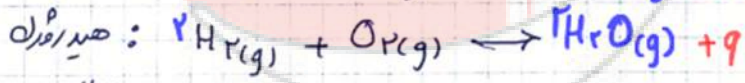
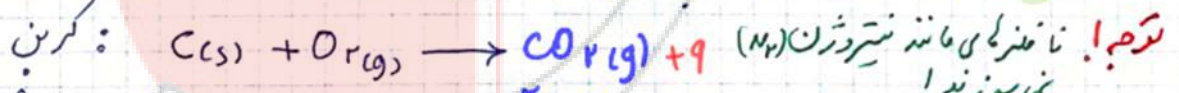
- فلزهای گروه اول و دوم به جز Be می سوزند.
- فلزهای مانند آلومینیم و آهن می سوزند.



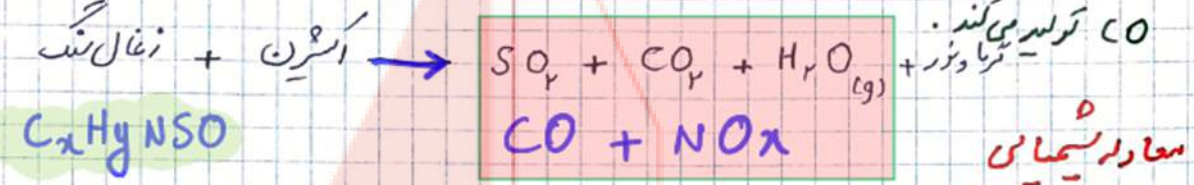
۱۳ سوختن نافلزها



برخی نافلزها مانند هیدروژن، کربن، گوگرد و فسفر می سوزند.



تذکره! زغال سنگ از ترکیب کربن و هیدروژن تشکیل شده است که در اثر سوختن فراورده‌هایی مانند کربن دی‌اکسید (CO<sub>2</sub>)، گوگرد دی‌اکسید SO<sub>2</sub>، کربن مونوکسید CO تولید می‌کند.



توجه! در کربن شیمیایی نمی‌تواند یک را چند مورد از تغییرات زیر بآید:

- تغییر رنگ
- آزاد شدن گاز
- ایجاد رسوب
- آزاد شدن گرما و نور

توجه! تنها آن نه‌ای که در تمام واکنش‌های شیمیایی وجود دارد **مبادله گرماست**، بقیه تغییرات امکان دارد یا هست یا نه و امکان دارد در واکنش‌های شیمیایی مشاهده شوند.

ΔH

انواع معادله شیمیایی:

① معادله نوشتاری: در این نوع معادله فقط نام مواد شرکت‌کننده (واکنش‌دهنده - فراورده) نوشته می‌شود.

② معادله نمادی: معادله‌ای است که نمادها و فرمول‌های مواد شرکت‌کننده در آن نوشته می‌شود.

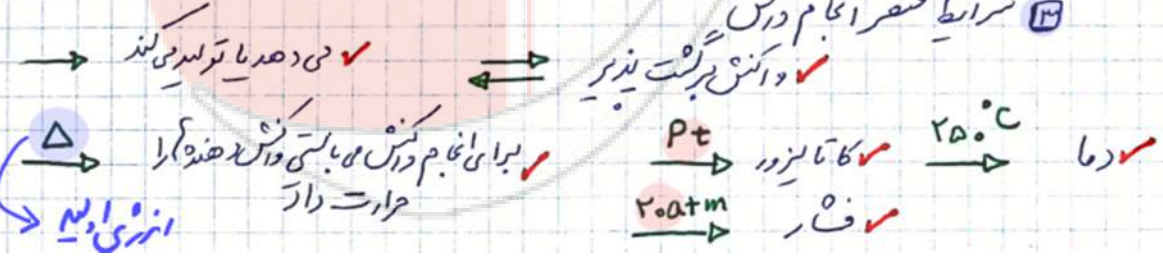
اطلاعات موجود در معادله نمادی:

II فرمول یا نماد واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها

III حالت فیزیکی مواد      "g" - گاز      "l" - مایع      "s" - جامد

محلول غده‌آب      "sol" - محلول در آب      "aq"

IV شرایط مختصر انجام واکنش





### 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 اکسیدفلزی 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

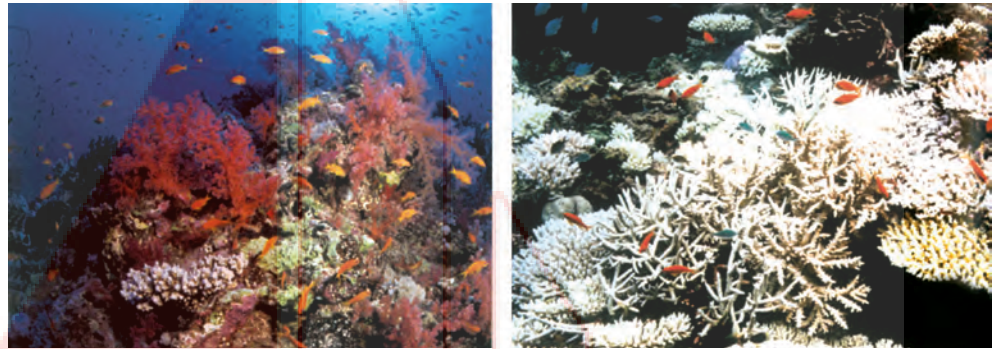
# مرجان و کلسین ← اسکلت آهکی + CO<sub>2</sub> ↑ + pH کاهش ← محلول می‌شود و در مرجان



34

● 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).

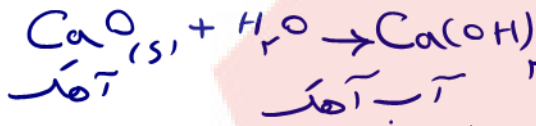


(آ)

(ب)

شکل ۱۵- (آ) مرجان‌های سالم و (ب) اثر CO<sub>2</sub> بر مرجان‌ها

## ● کاوش کنید



درباره «رفتار شیمیایی اکسیدهای فلزی و نافلزی» کاوش کنید.

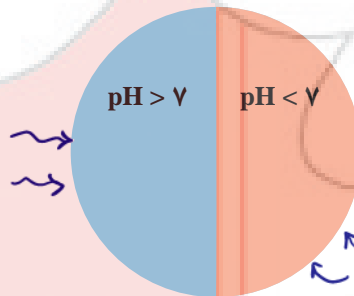
۱- درون بشری تا نیمه آب بریزید؛ مقداری آهک به آن بیفزایید و مخلوط را خوب به هم بزنید.

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 حل شدن هر یک از مواد زیر در آب، محلول به دست آمده چه خاصیتی دارد؟ هر ماده را درون دایره و در جای مناسب بنویسید.



- (آ) MgO ← منیم اکسید → آهک فلز
- (ب) SO<sub>2</sub> ← گوگرد دی‌اکسید → آهک نافلز
- (پ) CO<sub>2</sub> ← کربن دی‌اکسید → آهک نافلز
- (ت) Na<sub>2</sub>O ← سدیم اکسید → آهک فلز

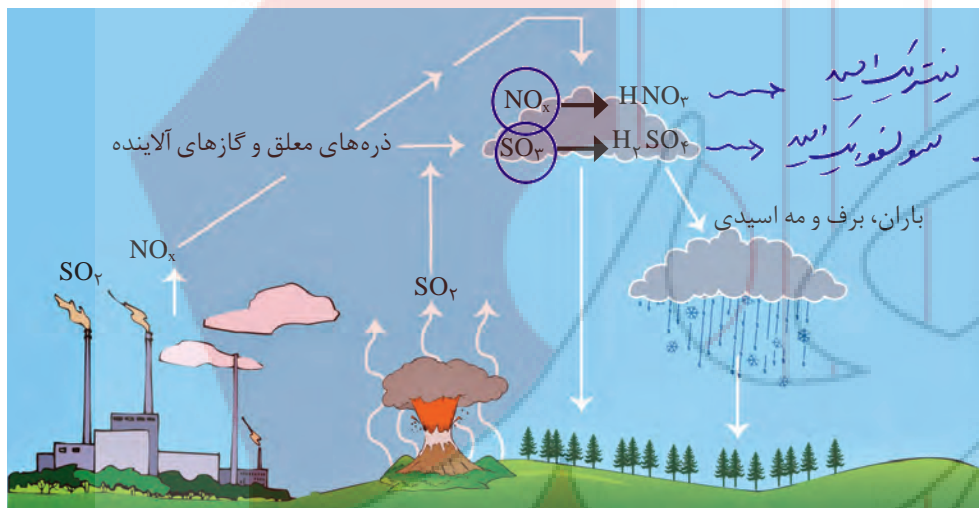
به طور کلی، **اکسیدهای فلزی را اکسیدهای بازی<sup>۱</sup> و اکسیدهای نافلزی را اکسیدهای**

**اسیدی<sup>۲</sup> می‌نامند؛ زیرا از واکنش اغلب آنها با آب به ترتیب باز و اسید تولید می‌شود.**

آب آهک ← Ca(OH)<sub>2</sub> ← محلول می‌لای ← pH > 7 ← کاغذ pH سبزی

## پیوند با زندگی

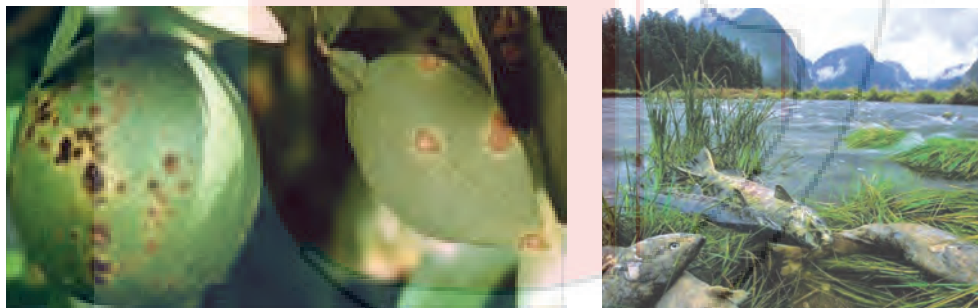
زندگی و ادامه آن روی زمین، به بارش‌های آسمانی وابسته است. باران از جمله این نعمت‌ها است؛ نعمتی که هنگام بارش، افزون بر ایجاد پاکی و نشاط به طبیعت جان دوباره می‌بخشد. به دلیل آلودگی‌های ناشی از صنایع و فناوری‌های ساخته بشر، گاهی همین باران مشکل‌ساز می‌شود. باران به دلیل CO<sub>2</sub> حل شده در آن، اندکی اسیدی است و pH کمتر از ۷ دارد. در شیمی هواکره، اصطلاح رایجی با عنوان «آنچه به بالا می‌رود، سرانجام باید پایین بیاید» وجود دارد. این اصطلاح بیان می‌کند آلاینده‌هایی که از سوختن سوخت‌های فسیلی وارد هواکره می‌شوند و بالا می‌روند، سرانجام باید به زمین برگردند. این آلاینده‌ها به‌طور عمده شامل اکسیدهای اسیدی NO<sub>2</sub> و SO<sub>2</sub> هستند که هنگام بارش در آب حل می‌شوند. بارشی که خاصیت اسیدی چشمگیری دارد و به زمین فرو می‌ریزد؛ در این حالت می‌گوییم **باران اسیدی** (باریده است) (شکل ۱۶).



شکل ۱۶- روند تولید باران اسیدی

باران اسیدی آثار جبران‌ناپذیری بر جنگل‌ها، باغ‌های میوه و زندگی آبزیان دارد؛ زیرا تغییر میزان خاصیت اسیدی آب به بافت‌های جانداران آسیب می‌زند (شکل ۱۷).

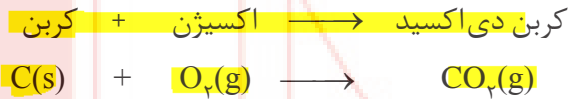
● آثار زیانبار باران اسیدی بر روی پوست، دستگاه تنفس و چشم‌ها به سرعت قابل تشخیص است. گاهی خاصیت اسیدی باران باعث خشکی و ترک خوردگی پوست بدن می‌شود.



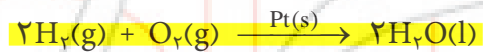
شکل ۱۷- برخی از آثار باران اسیدی. تغییر pH آب در زندگی جانداران آثار جبران‌ناپذیری بر جای می‌گذارد.

## 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:



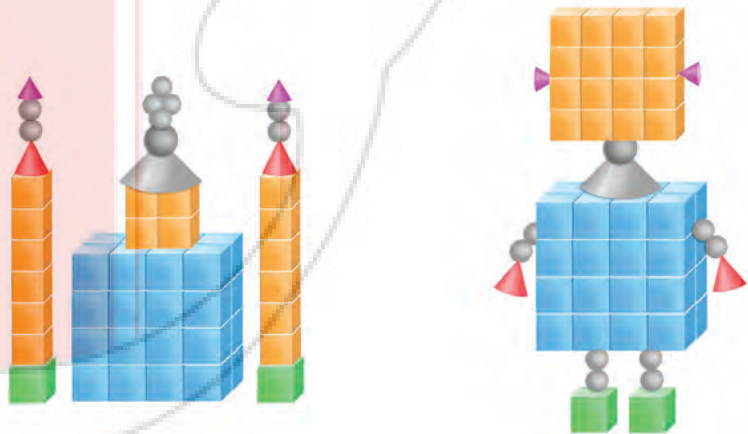
معادله نخست، نوشتاری<sup>۱</sup> و معادله دوم، نمادی<sup>۲</sup> نامیده می‌شود. معادله نمادی، افزون بر نمایش فرمول شیمیایی واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌ها می‌تواند حالت فیزیکی آنها و اطلاعاتی درباره شرایط واکنش نیز ارائه کند؛ برای نمونه، معادله شیمیایی زیر بیان می‌کند که این واکنش در حضور کاتالیزگر پلاتین انجام می‌شود:



یکی از ویژگی‌های مهم واکنش‌های شیمیایی این است که همه آنها از قانون پایستگی جرم<sup>۳</sup> پیروی می‌کنند.

### با هم ببیندیشیم

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.

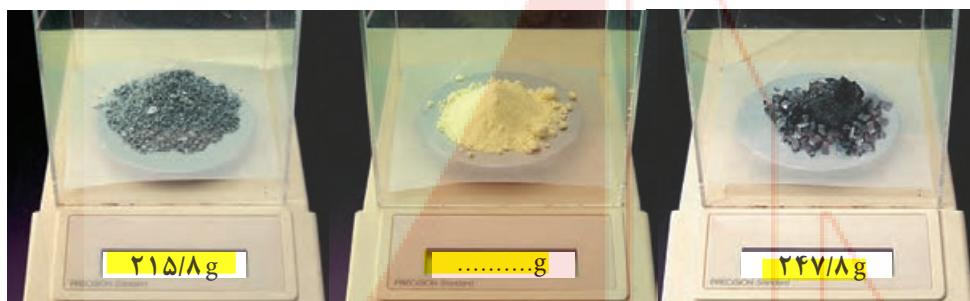
معنا	نماد
جامد	(s)
مایع	(l)
گاز	(g)
محلول آبی	(aq)

- 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.

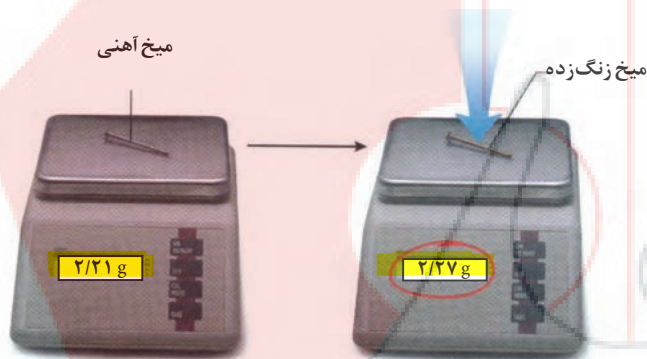
فلز نقره + گوگرد  $\xrightarrow{\Delta}$  نقره سولفید



معنا	نماد
تولید می کند یا می دهد.	$\longrightarrow$
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.	$\xrightarrow{\text{Pd(s)}}$

● 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.

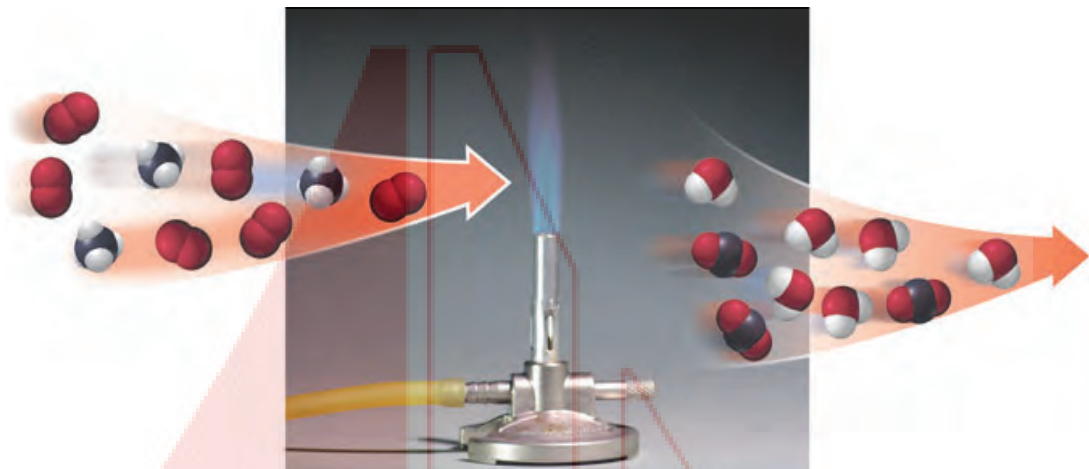


۴- درباره درستی جمله زیر در کلاس گفت و گو کنید.

«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 ۱۸).

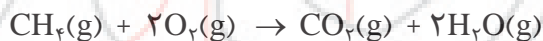


شکل ۱۸- سوختن متان. برابری شمار اتم‌های کربن، هیدروژن و اکسیژن در واکنش دهنده‌ها با فرآورده‌ها

برای این واکنش می‌توان معادله 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  $\text{O}_2$  و  $\text{H}_2\text{O}$  ضریب ۲ داده شود؛ در این صورت، معادله موازنه شده به دست می‌آید.



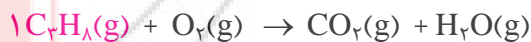
با توجه به معادله موازنه شده می‌توان نتیجه گرفت که برای موازنه کردن هر معادله نمادی، باید برای هر یک از واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌ها ضریبی قرارداد تا شمار اتم‌های هر عنصر در دو سوی معادله برابر شود.

بر اساس یکی از ساده‌ترین روش‌های موازنه (روش وارسی<sup>۱</sup>) اغلب به ترکیبی که دارای بیشترین شمار اتم است؛ ضریب ۱ می‌دهند سپس با توجه به شمار اتم‌های این ترکیب، ضریبی را به دیگر مواد می‌دهند تا شمار اتم‌های هر عنصر در دو سوی معادله برابر شود.

برای نمونه، معادله نمادی سوختن کامل پروپان به صورت زیر است:



برای موازنه، به  $\text{C}_3\text{H}_8$  ضریب ۱ بدهید.



اینک شمار اتم‌های کربن و هیدروژن در سمت چپ مشخص شده است. حال اگر به  $\text{H}_2\text{O}$

ضریب ۴ و به  $\text{CO}_2$  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.

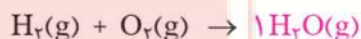


همان‌طور که مشاهده کردید، هنگام موازنه کردن، نباید زیوندها را در فرمول شیمیایی واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها تغییر داد. همچنین توجه به این نکته ضروری است که هر یک از ضریب‌ها در معادله موازنه شده، باید کوچک‌ترین عدد طبیعی ممکن باشد.

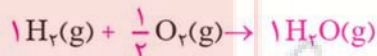
برای نمونه به روش موازنه معادله واکنش سوختن گاز هیدروژن دقت کنید.



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.

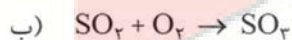
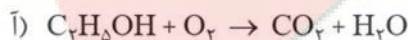


در پایان برای از بین بردن ضریب کسری اکسیژن، همهٔ ضریب‌ها را در عدد ۲ ضرب می‌کنیم.



### خود را بیازمایید

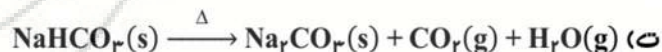
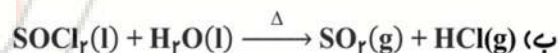
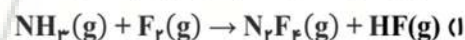
معادله واکنش‌های زیر را موازنه کنید:



در کدام واکنش‌های زیر، پس از موازنه معادله آن‌ها، مجموع ضریب‌های استوکیومتری فراورده‌ها، ۵/۱ برابر



مجموع ضریب‌های استوکیومتری واکنش دهنده‌ها است؟



ا. ب. ت

آ. ا. پ

ب. آ. ا. پ

آ. پ. ت

تجربی خارج ۹۹

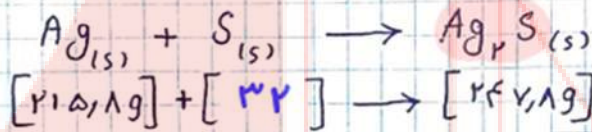
نکته: مواردی مانند نقات آهنی، ترتیب مخلوط کردن مواد، شرح عملی آزمایش در معادله نمادی

وجود ندارد.

قانون یا سنجی جرم در واکنش های شیمیایی!

در واکنش های شیمیایی اتم ها نه از بین می روند و نه تولید می شوند بلکه آرایش آنها تغییر می کند.

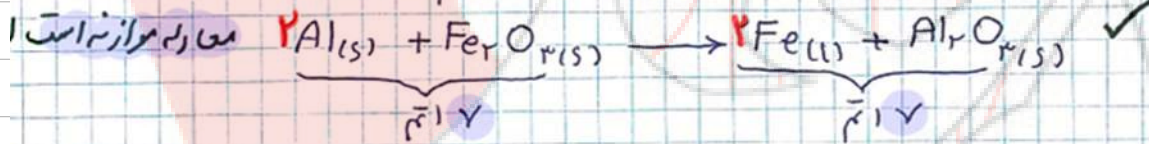
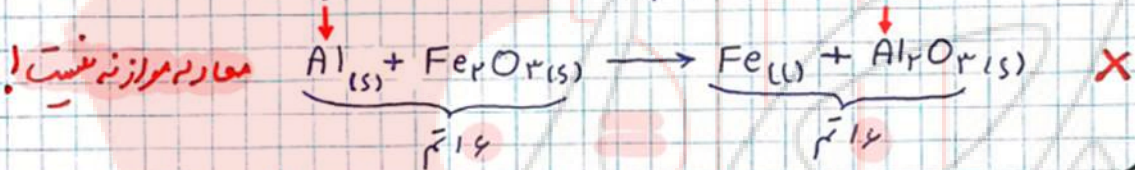
مثال:  $\text{سولفید نقره} + \text{گلوگردازن} \rightarrow \text{نقره نقره}$



در یک معادله موازنه شده!

① جرم کل واکنش دهنده ها با فرا آورده ها برابر است.

② الزاماً تعداد اتم ها در دو طرف برابر باشد ← معادله موازنه نیست!

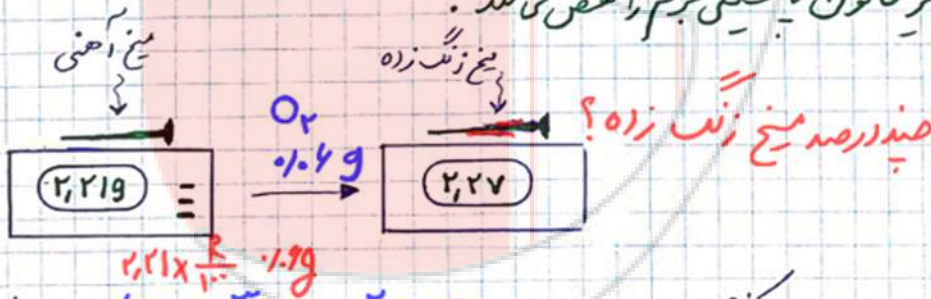


③ معادله ای که موازنه است الزاماً تعداد اتم های چپ و راست آن برابر است.

④ الزاماً تعداد مولکول ها در دو طرف معادله موازنه با هم برابر نیست.

⑤ الزاماً تعداد مول ها در دو طرف معادله موازنه با هم برابر نیست.

تمرین! آیا سنجی زیر قانون یا سنجی جرم را نقض می کند؟



\* جرم کل مواد موجود در مخلوط واکنش ثابت است.  $2\text{Fe} + 3\text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$

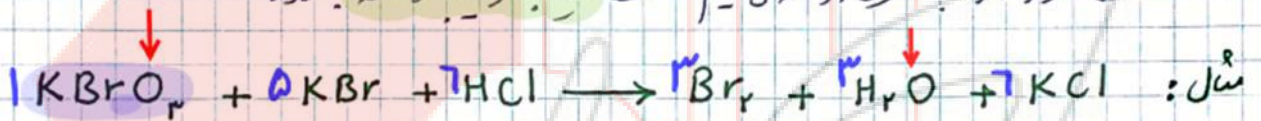


## موازنه کوشش ها:

- تذکره! ① برای موازنه از کوچکترین اعداد صحیحی ممکنه استفاده می کنیم.
- ② زیروندهای فرمول ها را به هنگام موازنه تغییر نمی دهیم و فقط مجازیم نسبت فرمول ها را عدد قرار دهیم.
- ③ در معادله موازنه شده نیازی به نوشتن ضریب ۱ نیست.

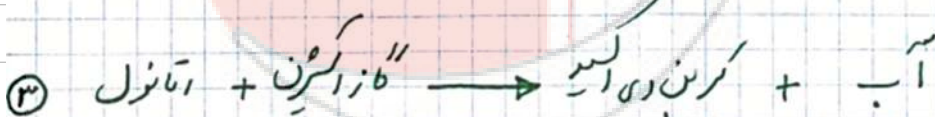
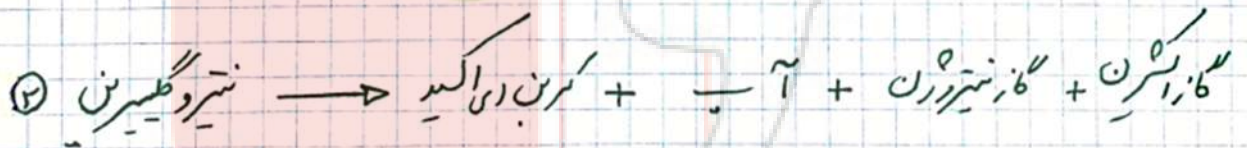
## 4 موازنه بردش ماری:

- ① موازنه را اغلب با ترکیب پیچیده شروع می کنیم.
- ② موازنه را با عنصری در ترکیب پیچیده شروع می کنیم که در هر سمت معادله در یک ترکیب حضور داشته باشد.
- ③ عنصری که به شکل آزاد در معادله حضور دارند را برای شروع انتخاب نمی کنیم. (Fe, O, P, ...)
- ④ موازنه را با عنصری ادامه می دهیم که فقط یک جا ضریب نداشته باشد.

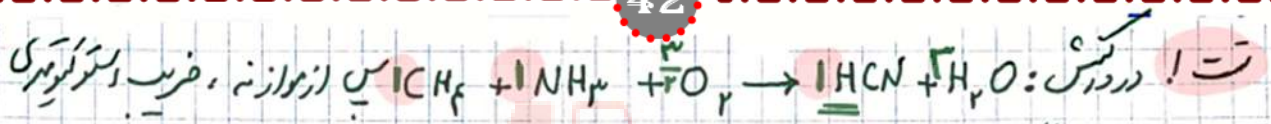


توجه! در معادله کوشش هایی که یون های خنثی مانند  $\text{SO}_4^{2-}$  و  $\text{PO}_4^{3-}$  و ... غنیاً در دو سمت کوشش تکرار شده اند، یون تا نظر نام دارند و آنها را یکجا شماره ای موازنه می کنیم.

مثال: معادله نمادی نوشته موازنه کنید:

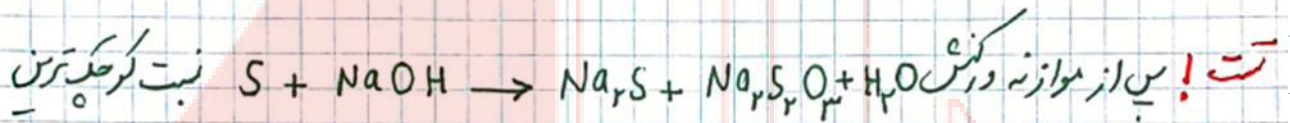
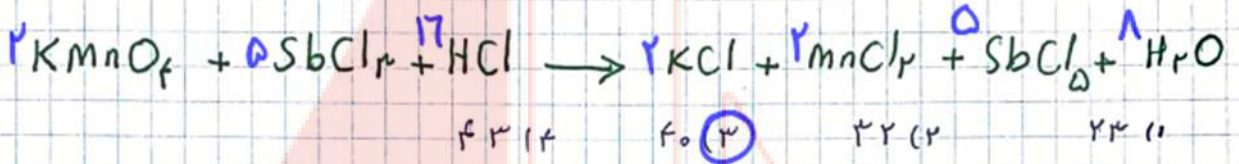


نیتروگن پنتاکسید



خندگنده با بکدیگر برابر است؟  
 ۴ (۴)    ۳ (۳)    ۲ (۲)    ۵ (۱)

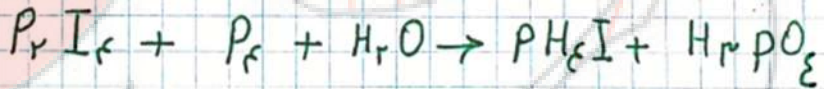
تست ۱! در معادله زیر پس از موازنه مجموع ضرایب موارد شرکت کننده کدام است؟



ضریب به بزرگترین ضریب کدام است؟

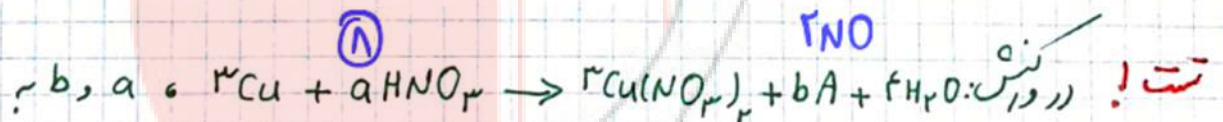
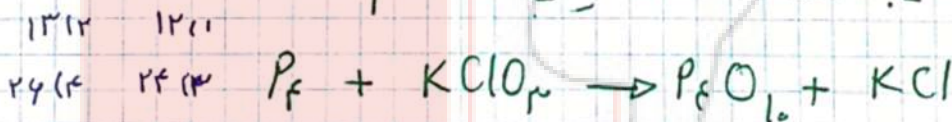
$\frac{1}{3}$  (۱)     $\frac{1}{5}$  (۲)     $\frac{1}{6}$  (۳)     $\frac{1}{7}$  (۴)

تست ۱! در معادله زیر پس از موازنه نسبت ضریب  $\text{P}_4$  به  $\text{PH}_3\text{I}$  کدام است؟



$\frac{17}{83}$  (۴)     $\frac{17}{43}$  (۳)    ۱۹ (۲)     $\frac{13}{40}$  (۱)

تست ۱! مجموع ضرایب فراورده که در درشت کنش زیر پس از موازنه کدام است؟



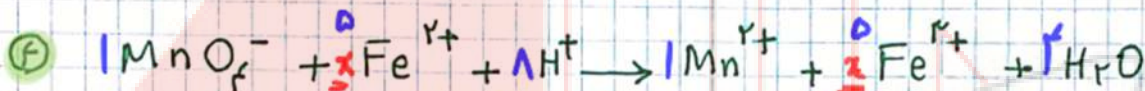
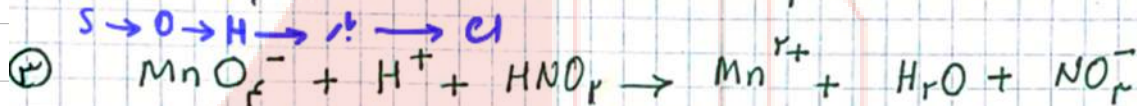
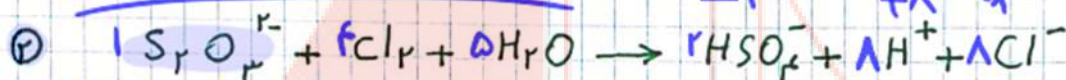
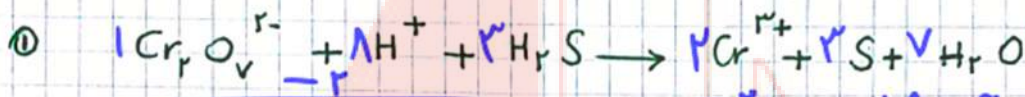
ترتیب برابر ... و ... و A گاز ... است؟

$\text{NO}_2$  و  $\text{H}_2\text{O}$  (۴)     $\text{NO}$  و  $\text{H}_2\text{O}$  (۳)     $\text{NO}_2$  و  $\text{H}_2\text{O}$  (۲)     $\text{NO}$  و  $\text{H}_2\text{O}$  (۱)

## موازنه بار :

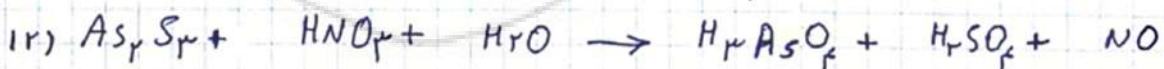
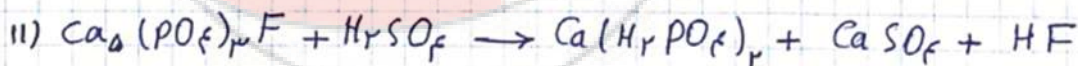
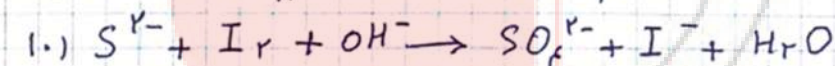
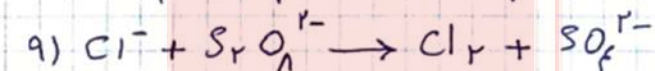
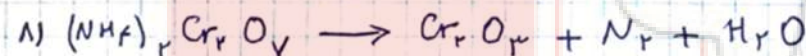
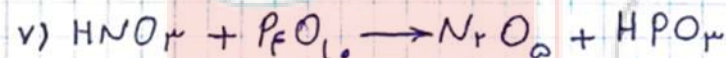
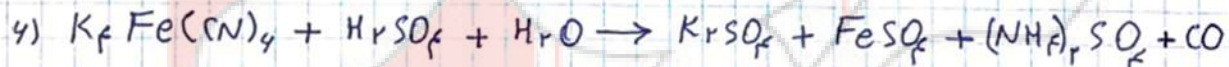
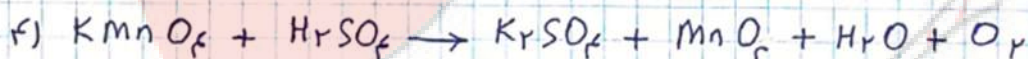
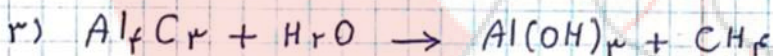
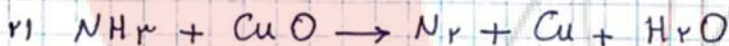
معادله های یونی را علاوه بر موازنه جرم می بایستی موازنه بار نیز بنویسیم.

موازنه بار : حاصل جمع جبری بار در دو سمت معادله باید برابر باشد ، برای موازنه بار در روش بار را نیز مانند یک عنصر در نظر می گیریم و طبق روش داری هر موقع نوبت بار شد موازنه می کنیم .



Mn → O → H →  $\xrightarrow{\text{گیر بار}}$  → x → Fe → بار : معادله بار :

$$-1 + r\lambda + \lambda = r + r\lambda \quad \lambda = \delta$$



مجموع ضریب های استوکیومتری مواد در معادله واکنش:  $\text{Na}_2\text{O}_2(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{NaOH}(\text{aq}) + \text{O}_2(\text{g})$ ، پس از موازنه، کدام است؟

ریاضی داخل ۹۸

۱۱ (۴)

۱۰ (۳)

۹ (۲)

۸ (۱)

ضریب استوکیومتری کدام ماده، پس از موازنه معادله واکنش:  $\text{CaSiO}_3(\text{s}) + \text{HF}(\text{aq}) \rightarrow \text{CaF}_2(\text{aq}) + \text{SiF}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ، بیشتر است؟

ریاضی خارج ۹۸

$\text{CaF}_2$  (۴)

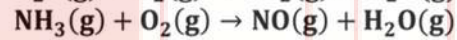
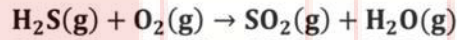
$\text{HF}$  (۳)

$\text{CaSiO}_3$  (۲)

$\text{H}_2\text{O}$  (۱)

با توجه به واکنش های زیر، پس از موازنه معادله آن ها، تفاوت مجموع ضریب های استوکیومتری مواد در آن ها، کدام

تجربی خارج ۹۸

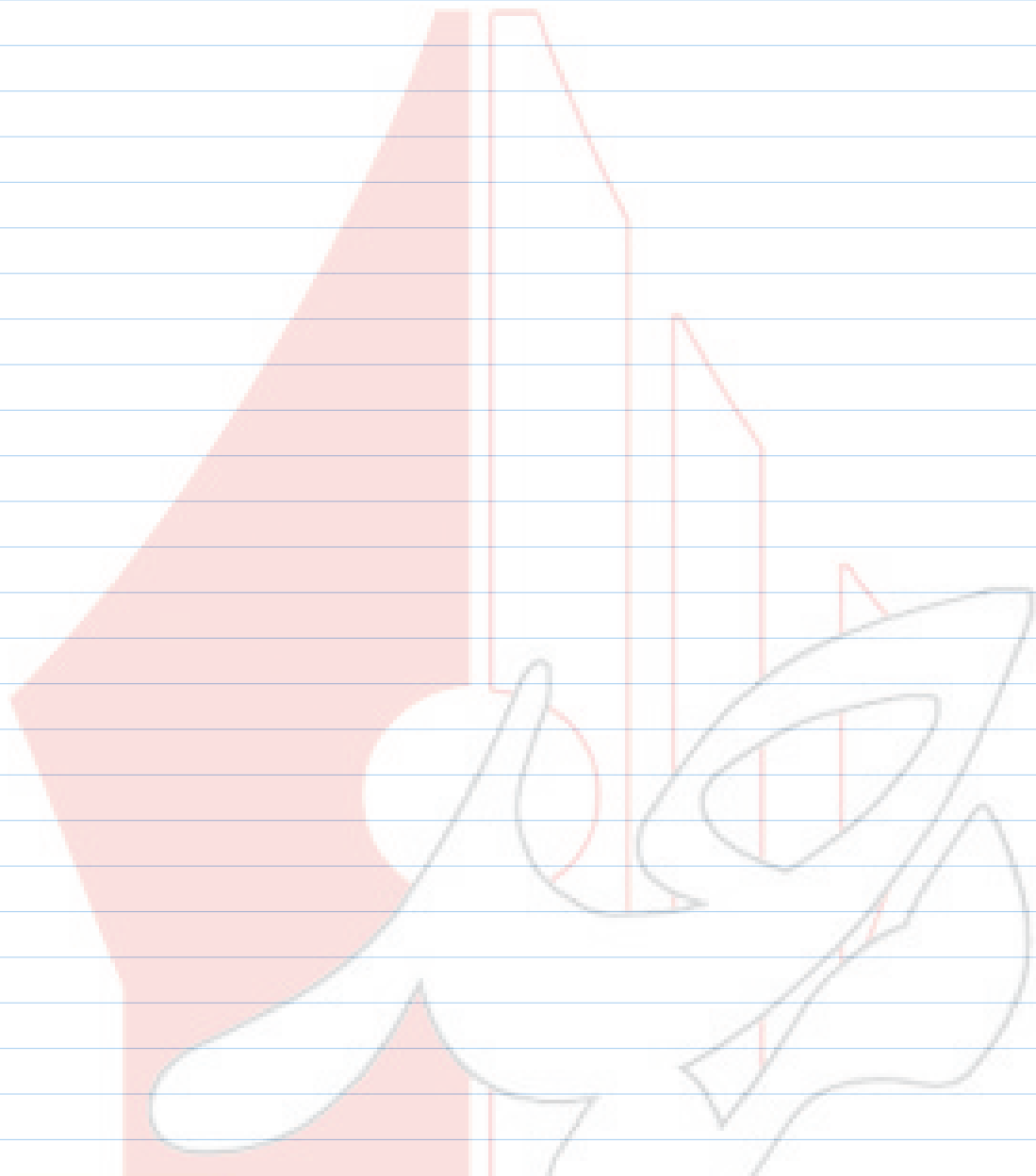


۱۰ (۴)

۸ (۳)

۵ (۲)

۳ (۱)



**Lashkari**

### چه بر سر هواکره می آوریم؟

در سده گذشته با تحول صنعتی، ماشین آلات سنگین طراحی و ساخته شد. صنایع بزرگ پدید آمدند و فراورده های کشاورزی، دارویی، غذایی، نساجی، پتروشیمیایی و ... به صورت انبوه و در مقیاس صنعتی تولید شدند. با این تحولات، نیاز به انرژی الکتریکی برای چرخاندن چرخ های اقتصادی، انرژی مورد نیاز حرکت وسایل حمل و نقل و ... به میزان چشمگیری افزایش یافت.

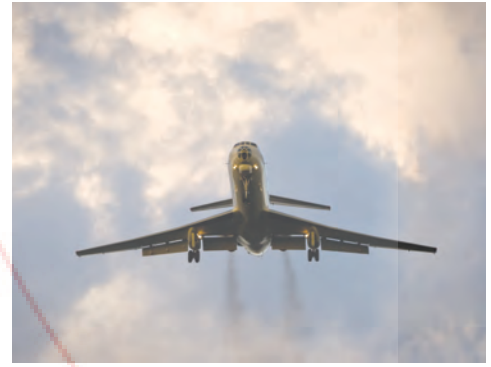
همه این فعالیت‌ها سبب شد تا میزان مصرف بی‌حساب سوخت‌های فسیلی افزایش یابد و حجم انبوهی از کربن‌دی‌اکسید وارد هواکره شود (شکل ۱۹).



● در اثر سوزاندن سوخت‌های فسیلی، انواع آلاینده‌ها وارد هواکره می‌شود.



(آ)



(ب)

شکل ۱۹- (آ) آتش‌سوزی در سکوهای نفتی و (ب) سوزاندن سوخت فسیلی در هواپیماها، حجم انبوهی کربن‌دی‌اکسید تولید می‌کنند.

● کربن‌دی‌اکسیدی که وارد هواکره شده، در آن جا به جا می‌شود و می‌تواند هوای شهرهای دیگر را نیز آلوده کند. بنابراین هر رفتار ما بر زندگی همه مردمان جهان اثر خواهد گذاشت.

سبک زندگی انسان، نوع وسایلی که در زندگی استفاده می‌کند و رفتارهایی که در شرایط مختلف محیطی انجام می‌دهد، روی هواکره تأثیر می‌گذارد؛ برای مثال، نوع وسیله نقلیه‌ای که برای رفتن به مدرسه، محل کار، سفر و... استفاده می‌کنیم، غذایی که می‌خوریم، وسایل گرمایشی و حتی مدت زمانی که موهای خود را با سشوار خشک می‌کنیم به دلیل مصرف انرژی الکتریکی، مقداری کربن‌دی‌اکسید وارد هواکره می‌کند و درصد گازهای هواکره را تغییر می‌دهد. در واقع سبک زندگی می‌تواند بیانگر میزان اثرگذاری هر یک از انسان‌ها بر کره زمین و هواکره باشد. ردپا اصطلاحی است که به این اثر نسبت داده‌اند. یکی از این ردپاها، ردپای کربن‌دی‌اکسید است. برای اینکه مقدار کربن‌دی‌اکسید در هواکره از مقدار طبیعی آن فراتر نرود، باید مقدار اضافی کربن‌دی‌اکسید به وسیله گیاهان یا دیگر پدیده‌های طبیعی مصرف شود. حال هر چه مقدار کربن‌دی‌اکسید وارد شده به طبیعت زیادتر باشد، ردپای ایجاد شده سنگین‌تر و اثر آن ماندگارتر خواهد بود؛ زیرا زمان لازم برای تعدیل این اثر به وسیله پدیده‌های طبیعی طولانی‌تر است.

● هوای آلوده بوی بدی دارد و چهره شهر را زشت می‌کند. این هوا باعث سوزش چشم، سردرد، تهوع و به وجود آمدن انواع بیماری‌های تنفسی مانند سرطان ریه می‌شود. وظیفه ما در برابر کاهش و از بین بردن این آلودگی‌ها چیست؟

ردپا

با هم بیندیشیم

در جدول زیر روش به دست آوردن مقدار کربن‌دی‌اکسید وارد شده به هواکره بر حسب برق مصرفی نشان داده شده است. با این فرض که برق خانگی شما را می‌توان به روش‌های گوناگون تأمین کرد (لا میزان برق مصرفی خانه شما را نشان می‌دهد که از روی قبض برق می‌توانید آن را مشخص کنید).

## باد زمین خورشید ماه گرفت زلزله: ردپای CO<sub>2</sub>

ستون ۱	ستون ۲	ستون ۳	ستون ۴	ستون ۵
برق مصرفی در ماه (کیلو وات 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 هواکره
y	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	$0.5 \times y = \dots\dots\dots$	$\dots\dots\dots$	$\dots\dots\dots$



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

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.

ت) طبیعت به کمک گیاهان، کربن دی اکسید را مصرف می کند؛ بنابراین یکی از راهکارهای کاهش ردپای کربن دی اکسید، کاشت و مراقبت از درختان و ایجاد کمربندهای سبز در شهرها، شهرک های صنعتی و روستاها است. اکنون با توجه به داده های جدول زیر 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 پاک سازی شود.

شکستن شاخه درختان مانند شکستن بال فرشتگان است. پیامبر گرامی اسلام (ص)



یک درخت تنومند سالانه در حدود ۵۰ کیلوگرم کربن دی اکسید مصرف می کند.

اندازه قطر درخت (سانتی متر)	≤ ۳	۴-۷	۸-۱۳	۱۴-۲۱	۲۲-۲۸	۲۹-۳۴	≥ ۳۵
مقدار کربن دی اکسید مصرفی (کیلوگرم در سال)	۱/۰	۴/۴	۹/۴	۱۹/۱	۳۴/۶	۵۵/۳	۹۲/۷

حفظ و توسعه مزارع، باغها و پوشش های گیاهی به کاهش ردپای کربن دی اکسید کمک می کند و بدیهی است که تخریب باغ و خشکاندن درختان آثار جبران ناپذیری به دنبال دارد.

### پروژه

پیش بینی کنید برای از بین بردن ردپای کربن دی اکسید ناشی از سوخت خودروی خانواده شما چند درخت با قطر ۲۲ تا ۲۸ سانتی متر لازم است؟ مقدار کربن دی اکسید تولید شده به ازای هر یک کیلومتر مسافت طی شده با خودرو را برابر با ۲۵ گرم در نظر بگیرید. (البته یادتان باشد اگر امروز یک نهال بکارید، حداقل ۲۰ سال طول می کشد تا به یک درخت تنومند تبدیل شود.)

● کاوش کنید «آیا تعداد درختان محله، روستا یا شهر شما برای پاکسازی هوا کره از وجود  $CO_2$  وارد شده به آن از طریق برق مصرفی سالانه اداره‌ها، خانه‌های مسکونی و... کافی هستند؟»

● با مراجعه به اینترنت و منابع علمی معتبر درباره مزایا و معایب تولید برق با استفاده از منابع گوناگون، اطلاعات جمع‌آوری کنید و نتیجه را به کلاس گزارش دهید. در گزارش خود راهکارهایی برای کاهش تولید کربن دی‌اکسید ارائه کنید.

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 هوا کره در آن نقش دارند؟ آیا رفتار و سبک زندگی ما سبب این تغییرها شده یا پدیده‌های طبیعی عامل آن هستند؟

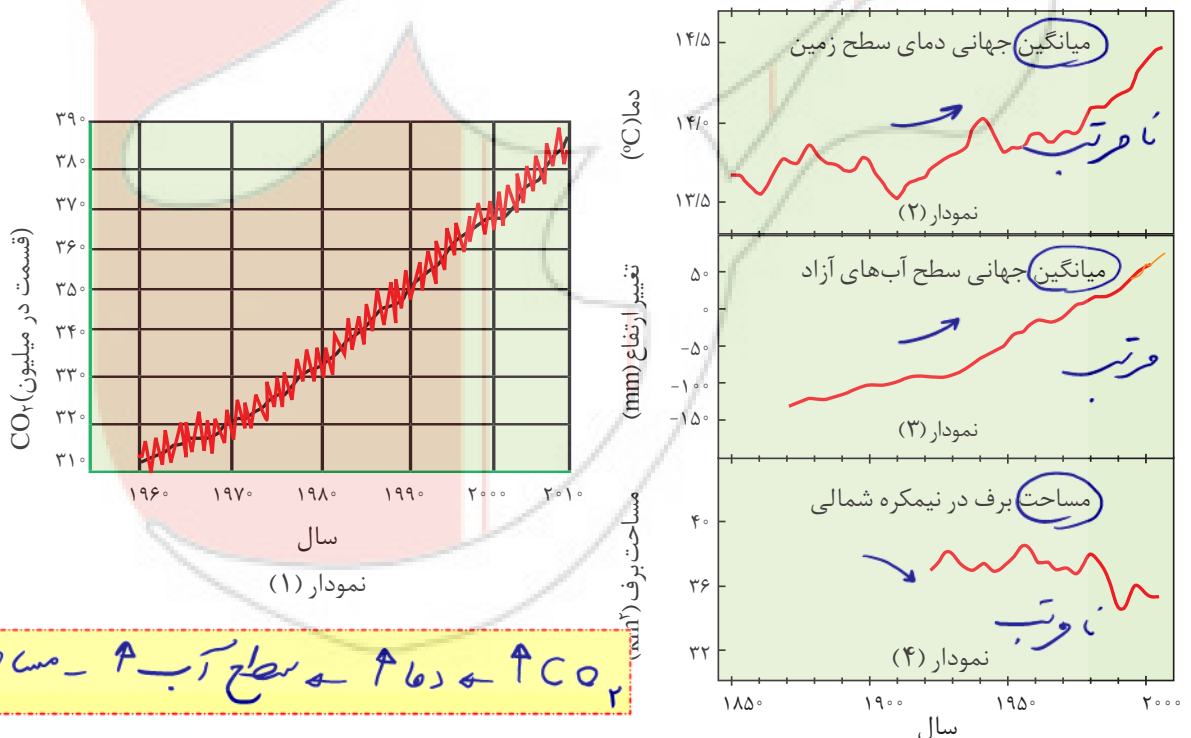
### با هم بیندیشیم

### رد پای $CO_2$

### آیا می‌دانید

دانشمندان پیش‌بینی می‌کنند دمای کره زمین تا سال ۲۱۰۰ بین ۱/۸ تا ۴ درجه سلسیوس افزایش خواهد یافت.

آمارها نشان می‌دهند که سالانه میلیاردها تن کربن دی‌اکسید به هوا کره وارد می‌شود به طوری که مقدار این گاز در سده اخیر در هوا کره به میزان قابل توجهی افزایش یافته است. نمودارهای زیر تغییر مقدار میانگین کربن دی‌اکسید در هوا کره، میزان بالا آمدن سطح آب دریاها، تغییر میانگین دمای کره زمین و میانگین مساحت برف در نیمکره شمالی را نشان می‌دهند.



↑  $CO_2$  و دما ↑ و سطح آب ↑ - مساحت برف ↓



آ) توضیح دهید بین نمودار (۱) با نمودارهای (۲)، (۳) و (۴) چه ارتباطی وجود دارد؟  
 ب) شواهد نشان می‌دهند که فصل بهار در نیمکره شمالی زمین، نسبت به ۵۰ سال گذشته در حدود یک هفته زودتر آغاز می‌شود. علت را توضیح دهید.

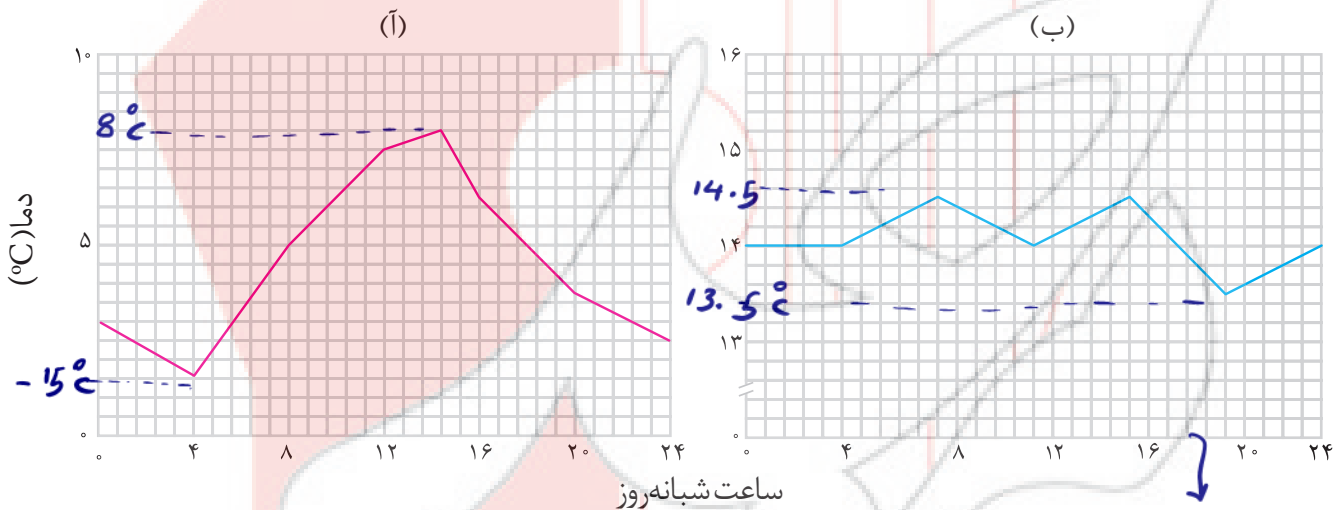
● شما نیز درباره آثار گرم شدن کره زمین در شهر یا منطقه محل سکونت خود با بزرگ‌ترها گفت‌وگو و اطلاعاتی در این باره جمع‌آوری و به کلاس گزارش کنید.



## اثر گلخانه‌ای ۱

آیا می‌دانید گلخانه و کشت گلخانه‌ای چیست؟ گلخانه برای چه هدفی و چگونه ساخته می‌شود؟ گلخانه‌ها، زمین‌های کشاورزی ویژه‌ای هستند که دور تا دور آنها را تا ارتفاع معینی با لایه‌ای از پلاستیک‌های شفاف می‌پوشانند و در آنها گیاهان و میوه‌های گوناگونی پرورش می‌دهند. در گلخانه‌ها در چهار فصل سال به‌ویژه در زمستان، فراورده‌های کشاورزی مانند قارچ، خیار، گوجه فرنگی، توت‌فرنگی و... کشت می‌شود (نمودار ۱).

● گلخانه، گیاه یا میوه را از آسیب‌های ناشی از تغییر دما و آفت‌ها حفظ می‌کند. آیا می‌دانید نقش لایه پلاستیکی در گرم نگه داشتن گلخانه چیست؟



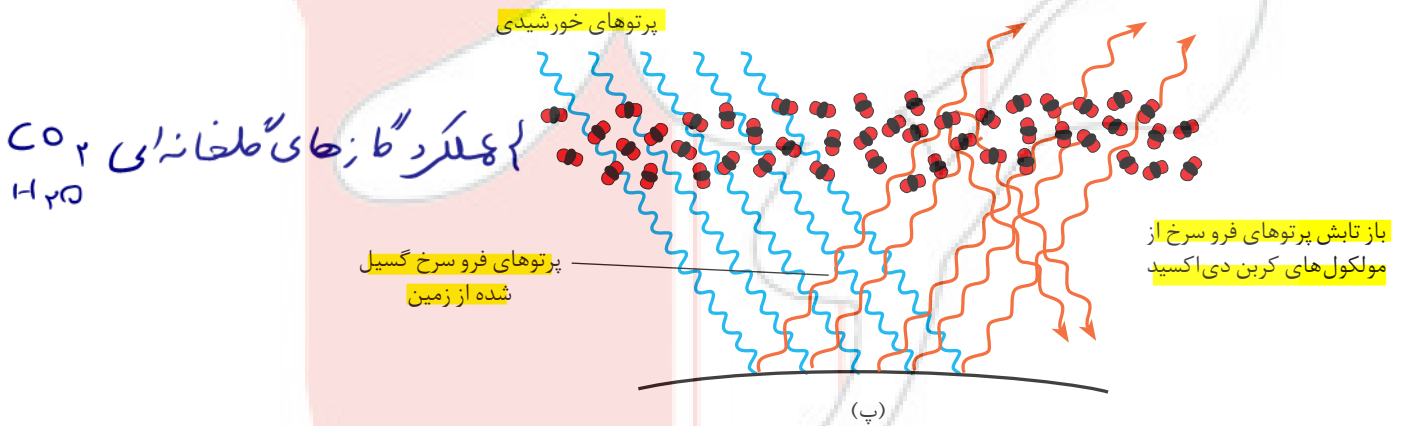
**نمودار ۱- تغییر دمای یک گلخانه را در یک روز زمستانی نشان می‌دهد. کدام منحنی مربوط به درون و کدام یک به بیرون گلخانه مربوط است؟ چرا؟**

نور خورشید هنگام گذر از هواکره با مولکول‌ها و دیگر ذره‌های آن برخورد می‌کند و تنها بخشی از آن به سطح زمین می‌رسد. از این‌رو، زمین گرم می‌شود و مانند یک جسم داغ از خود پرتوهای الکترومغناطیس گسیل می‌دارد؛ با این تفاوت که انرژی پرتوهای گسیل شده، کمتر و طول موج آنها بلندتر است (شکل ۲). 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.

تغییرات دمای درون گلخانه  
 حدود ۱۰ درجه کمتر است  
 ولی میانگین دما بالاتر باشد

این لایه برای زمین همانند لایه پلاستیکی برای گلخانه است و سبب گرم شدن کره زمین می شود، به طوری که اگر این لایه وجود نداشت میانگین دمای کره زمین به  $-18^{\circ}\text{C}$  کاهش می یافت.

با این توصیف پرتوهای خورشیدی پس از برخورد به زمین دوباره با طول موج های بلندتر به هوا کره برمی گردند، اما برخی گازهای موجود در هوا کره مانند  $\text{CO}_2$  و  $\text{H}_2\text{O}$  مانع از خروج آنها می شوند و بدین ترتیب زمین را گرم تر می کنند. هرچه مقدار این گازها در هوا کره بیشتر باشد، دمای زمین بالاتر خواهد رفت.



شکل ۲- رفتار زمین در برابر پرتوهای خورشیدی، (آ) نمایی از گرمای جذب و بازتاب شده به وسیله زمین، (ب) مقایسه هوا کره زمین و لایه محافظ گلخانه و (پ) عملکرد مولکول های  $\text{CO}_2$  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 ذره‌بینی به مواد ساده‌تر 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

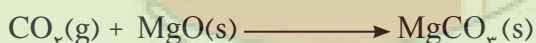
### آیا می‌دانید

شرکت‌های بزرگ خودروسازی در دنیا با بهره‌گیری از دانش علوم پایه و مهندسی، کربن‌دی‌اکسید 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 دست یابند.

### تبدیل CO<sub>2</sub> به مواد معدنی (فیلتر کردن با مواد معدنی)

برای این منظور کربن‌دی‌اکسید تولید شده در نیروگاه‌ها و مراکز صنعتی

را با منیزیم اکسید یا کلسیم اکسید واکنش می‌دهند. **آهک**



آهک

سج

## تولید پلاستیک‌های سبز

پلاستیک‌های سبز (زیست تخریب پذیر)، پلیمرهایی هستند که بر پایهٔ مواد گیاهی مانند نشاسته ساخته می‌شوند و به همین دلیل در ساختار آنها اکسیژن نیز وجود دارد. این پلاستیک 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 هوا کره 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 هوا کره. هر یک از راه‌های پیشنهادی چه مزایا، معایب و مشکلاتی دارند؟

# سبز

تولید خودرو  
و سوخت با  
کیفیت بسیار خوب

هیدروژن به شکل  $H_2$  یافت می‌شود

سوخت عالی  $H_2$

با هم بیندیشیم

۱- هیدروژن فراوان‌ترین عنصر در جهان است که به شکل ترکیب‌های گوناگون یافت می‌شود. این گاز مانند سوخت‌های فسیلی می‌تواند با اکسیژن بسوزد و نور و گرما تولید کند. با توجه به جدول زیر:

نام سوخت	بنزین	زغال سنگ	هیدروژن	گاز طبیعی
گرمای آزاد شده (کیلوژول بر گرم)	۴۸	۳۰	۱۴۳	۵۴
فراورده‌های سوختن	$CO, CO_2, H_2O$	$CO, CO_2, H_2O, SO_2$	$H_2O$	$CO, CO_2, H_2O$
قیمت (ریال به ازای یک گرم)	۱۴	۴	۲۸۰۰	۵

ارزش سوخت

زغال (بنزین) گاز  $H_2$

(آ) استفاده از کدام سوخت آلاینده‌های کمتری ایجاد می‌کند؟

(ب) تولید، حمل و نقل و نگهداری هیدروژن بسیار پرهزینه است. آیا تولید این گاز صرفه اقتصادی دارد؟ **فیر صرفه اقتصادی ندارد ولی صرفه اجتماعی و زیست محیطی دارد.**

۲- کارخانه قیمت تمام شده یک کالا را با حساب کردن کل هزینه‌های تولید و با در نظر گرفتن سود آن شرکت مشخص می‌کند. در این حالت برای حساب کردن قیمت تمام شده، فقط ملاحظات اقتصادی در نظر گرفته شده است؛ اما هر کالایی به اقتصاد کشور هزینه‌هایی را تحمیل می‌کند که به قیمت تمام شده، اضافه نشده است. برای مثال فرض کنید، شرکتی یک ماده خوراکی تولید کرده است. اگر این شرکت در تولید این ماده، استانداردهای لازم را رعایت نکند (بسته‌بندی مناسب به کار نگیرد، موارد بهداشتی را رعایت نکند و ...) مصرف این ماده خوراکی به سلامت شهروندان و محیط زیست آسیب خواهد زد. در این حالت قیمت تمام شده این کالا برای کشور بسیار بیشتر از قیمتی است که روی آن ثبت شده است؛ بنابراین، توسعه پایدار بیان می‌کند هرگاه در مجموع، شرکت‌ها و کارخانه‌ها، کالاهایی را تولید کنند که قیمت تمام شده تولید کالا برای کشور کاهش یابد، این توسعه سبب رشد واقعی کشور می‌شود و در دراز مدت سبب حفظ یا کاهش مصرف منابع طبیعی می‌گردد.

با این توصیف:

- (آ) توضیح دهید چرا برخی از کشورها برای تولید گاز هیدروژن سرمایه‌گذاری‌های هنگفتی می‌کنند؟
- (ب) چرا برخی از کشورها در پی تولید پلاستیک‌های زیست‌تخریب پذیرند در حالی که قیمت تمام شده تولید پلاستیک‌ها با پایه نفتی در کارخانه کم است؟
- (پ) توضیح دهید چرا طراحان و متخصصان در شرکت‌های بزرگ تولید خودرو و هواپیما، هزینه‌های هنگفتی صرف می‌کنند تا موتورهایی با انتشار کمترین مقدار  $CO_2$  بسازند؟

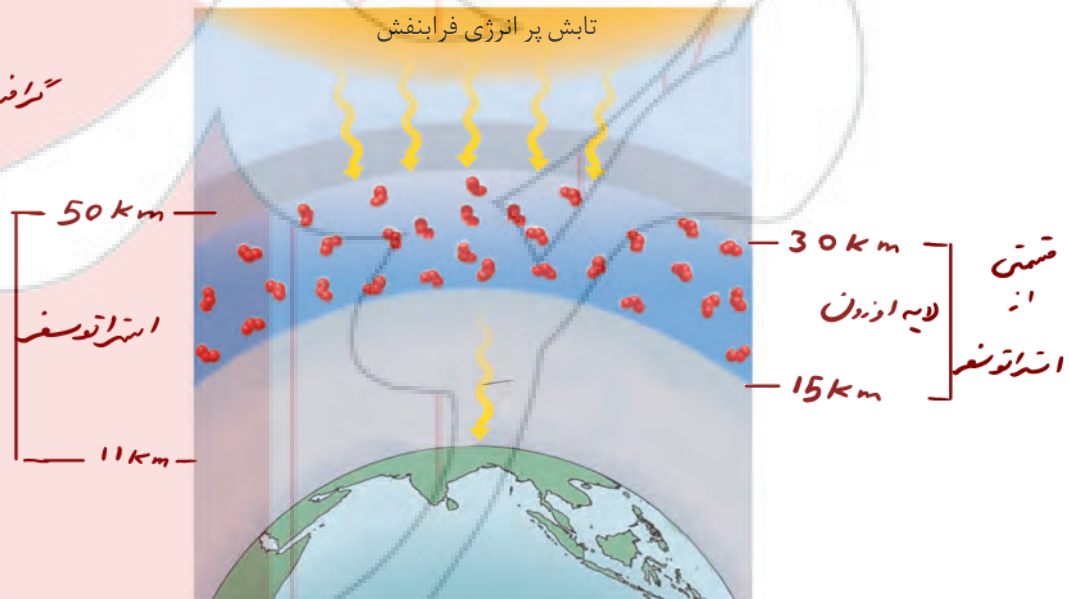


● توسعه پایدار<sup>۱</sup> یعنی اینکه در تولید هر فرآورده، همه هزینه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی<sup>۲</sup> آن در نظر گرفته شود.

● دگر شکل (آلوتروپ)<sup>۲</sup> به هر یک از شکل‌های مولکولی یا بلوری یک عنصر گفته می‌شود.

## 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 ۲۱).

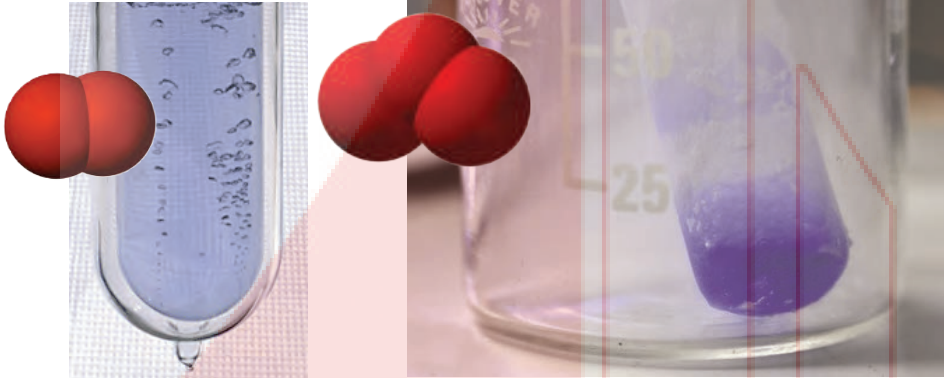


● اصطلاح لایه اوزون<sup>۲</sup> به منطقه مشخصی از استراتوسفر می‌گویند که بیشترین مقدار اوزون در آن محدوده قرار دارد.

شکل ۲۱- 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 شکل های اکسیژن به پرسش های 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.



نقطه جوش (°C)	جرم مولی	فرمول شیمیایی	نام دگر شکل
-۱۸۳	۳۲	O <sub>۲</sub>	اکسیژن
-۱۱۲	۴۸	O <sub>۳</sub>	اوزون

سوزن  
 °C دما  
 -۱۱۲ - نقطه جوش O<sub>۳</sub>  
 -۱۸۳ - نقطه جوش O<sub>۲</sub>  
 O<sub>۳</sub> را خراب می‌شود  
 نقطه جوش: O<sub>۳</sub> > O<sub>۲</sub>  
 واکنش پذیری: O<sub>۳</sub> > O<sub>۲</sub>  
 O<sub>۳</sub> ناپایدار است.  
 $O_3 \Rightarrow \begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{O} \\ \backslash \\ \text{O} \end{array}$   
 $O_2 \Rightarrow \text{O} = \text{O}$

(پ) در صنعت از گاز اوزون برای گندزدایی میوه‌ها، سبزیجات و از بین بردن جانداران ذره بینی درون آب استفاده می‌شود. آیا از این موضوع می‌توان نتیجه گرفت که اوزون از اکسیژن واکنش پذیرتر است؟ چرا؟

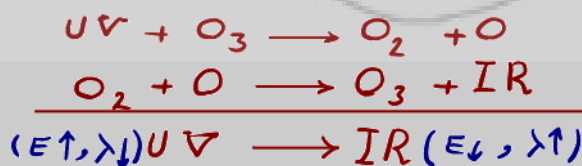
(ت) توضیح دهید آیا تفاوت رفتار این دو ماده را می‌توان به این موضوع نسبت داد که:

**«ساختار هر ماده، تعیین کننده خواص و رفتار آن است.»**

همان طور که دیدید در مولکول اوزون سه پیوند اشتراکی وجود دارد. هنگامی که تابش پراثری فرابنفش به این مولکول می‌رسد، پیوند اشتراکی بین دوتا 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 فرورسرخ آزاد می‌شود.

اوزون سفید

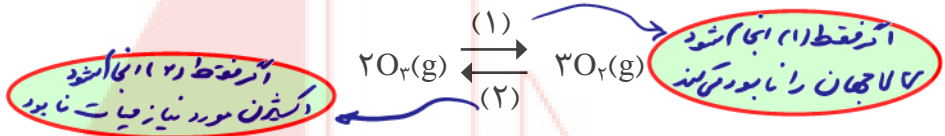
مهم



با تکرار پیوسته این دو واکنش، لایه اوزون بخش قابل توجهی از تابش فرابنفش را جذب می‌کند و تابش‌های کم انرژی تر فرسوخ را به زمین گسیل می‌دارد.

### با هم ببیندیشیم

مجموعه واکنش‌های لایه اوزون را می‌توان با معادله زیر نمایش داد:



آ) شیمی‌دان‌ها به واکنش در جهت (۱)، واکنش رفت<sup>۱</sup> و به واکنش در جهت (۲)، واکنش برگشت<sup>۲</sup> می‌گویند. اگر در لایه اوزون تنها واکنش (۱) یا (۲) انجام شود، چه فاجعه‌ای رخ می‌دهد؟ توضیح دهید.

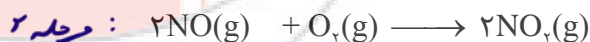
ب) واکنش تبدیل اوزون به اکسیژن برگشت پذیر است. با این توصیف، واکنش برگشت پذیر<sup>۳</sup> و برگشت ناپذیر<sup>۴</sup> را تعریف و چند مثال از آنها در زندگی بیان کنید.

پ) با توجه به برگشت پذیری واکنش تبدیل اوزون به اکسیژن، نقش محافظتی و ثابت ماندن مقدار اوزون را در لایه استراتوسفر توضیح دهید.

### اوزون سمی

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 در هوایی که تنفس می‌کنیم، سبب سوزش چشمان و آسیب دیدن ریه‌ها می‌شود. 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 می‌آید؟

گاز نیتروژن به عنوان اصلی‌ترین جزء سازنده هواکره، واکنش پذیری بسیار کمی دارد و به طور معمول با اکسیژن واکنش نمی‌دهد. تنها هنگام رعد و برق این دو گاز در هوا ترکیب شده و به اکسیدهای نیتروژن تبدیل می‌شوند (شکل ۲۲).

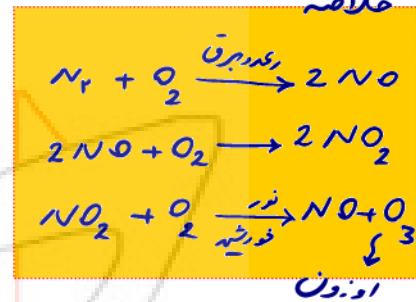


● در باتری‌های قابل شارژ، واکنش‌های شیمیایی برگشت پذیر رخ می‌دهد.





شکل ۲۲- جایی که رعد و برق ایجاد شده، دما به اندازه‌ای بالاست که اکسیدهای نیتروژن تشکیل می‌شوند. 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 می‌آیند. از آنجا که گاز نیتروژن دی اکسید به رنگ قهوه‌ای است، هوای آلوده کلانشهرها اغلب به رنگ قهوه‌ای روشن دیده می‌شود (شکل ۲۳). در این هوای آلوده و در حضور نور خورشید، واکنش زیر رخ می‌دهد و مقداری گاز اوزون تولید می‌گردد. این اوزون، همان اوزون تروپوسفری است.



شکل ۲۳- نمایی از هوای آلوده شهر تهران

برای شناخت بهتر هواکره و یافتن راه حل‌های مناسب برای محافظت از آن باید رفتار و ویژگی‌های ذره‌های سازنده هوا کره و واکنش میان آنها را به خوبی مطالعه کرد.

## گاز $CO_2$ و اثر گلخانه‌ای

اثرات گاز کربن دی‌اکسید:

اثرات گلخانه‌ای

- افزایش میانگین دمای کره زمین ← تا سال ۲۱۰۰ میانگین دمای کره زمین ۱٫۸ تا ۴ درجه سلسیوس
- ذوب شدن یخ‌ها و برف‌ها ← بالا آمدن سطح آب دریاها
- تغییر فصل ← در نیم کره شمالی نسبت به ۵۰ سال گذشته به حدود یک هفته زودتر شروع می‌شود.

دلایل افزایش کربن دی‌اکسید

- تحول صنعتی ← افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی جهت تولید انرژی الکتریکی
  - تغییر سبب زندگی ← استفاده بیشتر از وسایل برقی، ماشین‌ها و هواپیما ← افزایش ردپای  $CO_2$
- ردپای  $CO_2$ : مقدار  $CO_2$  کربن دی‌اکسیدی که هر انسان تولید می‌کند. به عبارت دیگر هر فرد و وسیله‌ای که انرژی استفاده می‌کند از خود ردپای  $CO_2$  به جا می‌گذارد.

راه‌های کاهش مقدار  $CO_2$

- جایگزین کردن سوخت‌های فسیلی ← انرژی خورشیدی، باد، زمین‌گرمایی، سوخت  $H_2$
- کاشت و مراقبت از درختان ← درختان با فرآیند فتوسنتز هوا را جذب می‌کنند.
- تغییر عادت‌های مصرف انرژی ← لامپ‌های کم‌مصرف، پیاده‌روی...
- افزایش بازده مصرف ماشین‌ها
- استفاده از ایده‌های نسبی سبز ← به عنوان مثال استفاده از سوخت هیدروژن

شیمی سبز:

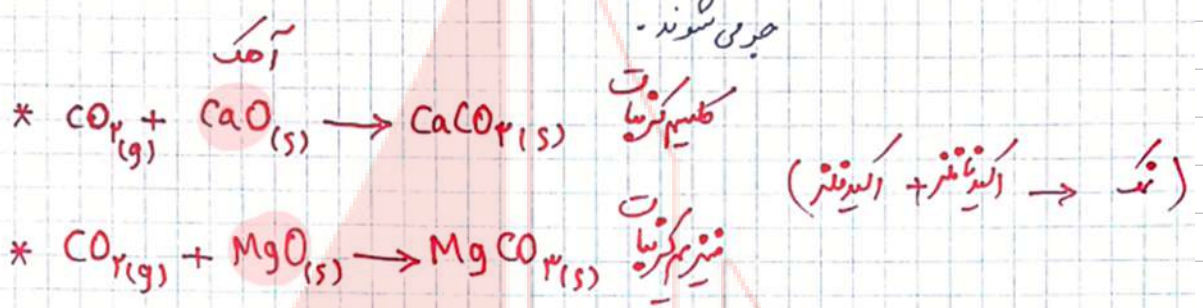
شیمی سبز شیمی است که در آن سیمین هادر جستجوی فرآیندها و فرآورده‌ها که منتهی به کیفیت زندگی افزایش یابد و هم‌زمان

ایده‌های سبز از طبیعت محافظت شود.

سوخت سبز  
 به روش‌های  $C$ ،  $H$  و  $O$   
 مانند اتانول  $C_2H_5OH$

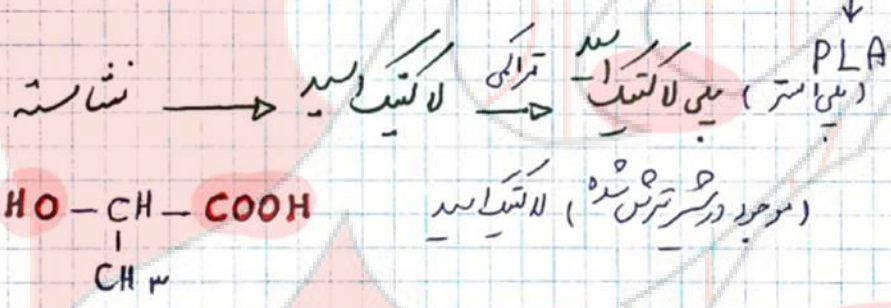
(با فرآیند تخمیر) از سیب‌زمینی، کماهی مانند شاخ و برگ سویا، نشکر و دانه‌های روغنی تهیه می‌شود.

② تبدیل CO<sub>2</sub> به مواد معدنی ← در سردخانه ها و کما، خانه های صنعتی با استفاده از درختان زیر مانع ورود CO<sub>2</sub> به جوی شوند.



③ تولید پلاستیک های سبز

- پلاستیک های سبز ← زیست تجزیه پذیر ← بر پایه مواد طبیعی مانند نشاسته می شوند.
- در ساختار این پلاستیک الیمن وجود دارد و در مدت زمان نسبتاً کوتاهی تجزیه می شوند.
- پلی لاکتید اسید نیز یک پلیمر سبز است که به صورت زیر تهیه می شود:



④ دفن کردن CO<sub>2</sub>

می توان به جای رها کردن CO<sub>2</sub> آن را در مکان های امن مانند نفت های مختلف و میدان های قدیمی گاز و چاه های قدیمی نفت که خالی هستند، دفن و بهسازی کرد.

⑤ تولید خودرو و سوخت سبز

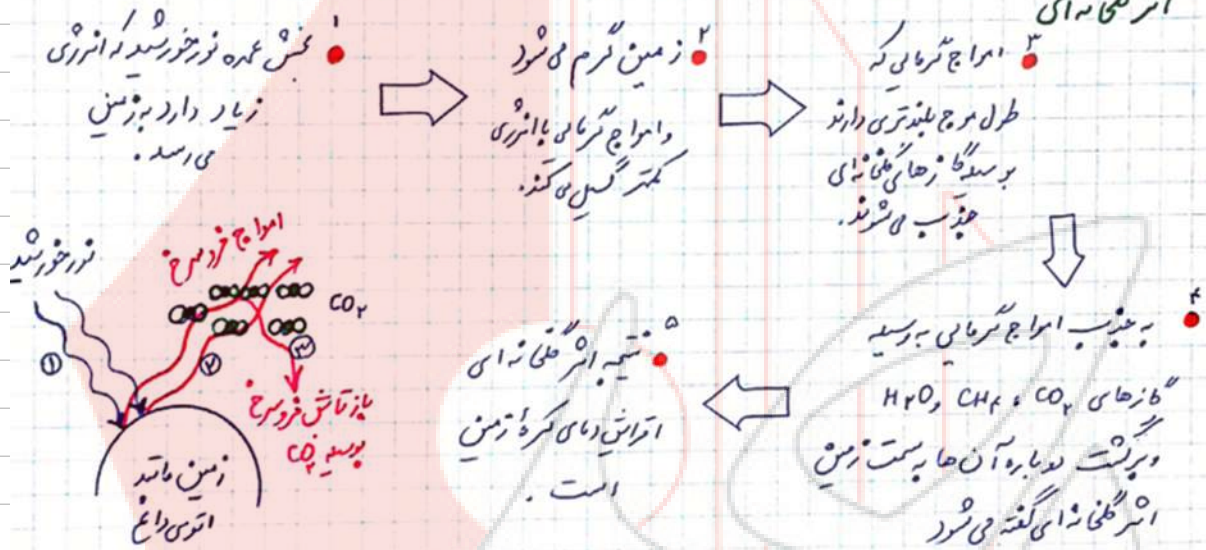
- تولید خودروهای با کیفیت بسیار خوب و سوخت با کیفیت بسیار خوب.
- مقایسه ردپای محیطی ایجاد شده به ازای تولید سوخت از سوخت که منابع مختلف برای تولید برقی CO<sub>2</sub>:

باد	گرمای زمین	انرژی خورشیدی	گاز طبیعی	نفت خام	زغال سنگ	رد پای CO <sub>2</sub> (kg)
۰.۰۱	۰.۰۳	۰.۰۵	۰.۳۶	۰.۱۷	۰.۱۹	فرید تولید CO <sub>2</sub>

سرزمین نور خورشید

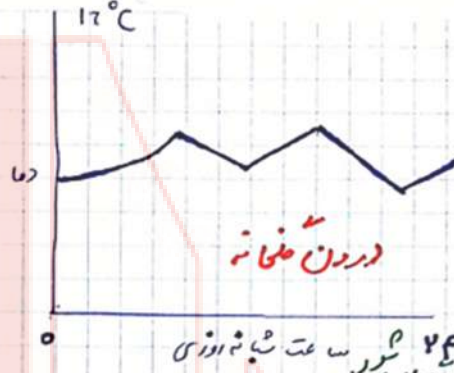
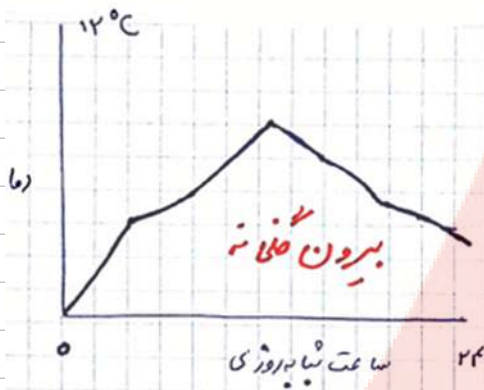
- ① بخش عمده آن به سطح زمین رسیده باعث گرم شدن آن می‌شود.
- ② بخش از آن در فضا بازتابیده می‌شود.
- ③ بخش کوچکی از آن به سید مولکول‌های هوا جذب می‌شوند.

اثر گلخانه‌ای



- درگی → ① امواج
  - ② (امواج گرمایی) فرود می‌آید
  - ③ (امواج گرمایی) فرود می‌آید
- طول موج: ① < ② ≈ ③  
 انرژی: ① > ② ≈ ③

- ▲ اگر اثر گلخانه‌ای وجود نداشت، میانگین دمای زمین به  $-18^{\circ}\text{C}$  کاهش می‌یافت.
- ▲ حدود ۷۰ درصد گرمای گسیل شده از سطح زمین از هوا گرفته خارج می‌شود و ۳۰ درصد آن با اثر گلخانه‌ای دوباره به زمین بازمی‌گردد.
- ▲ مثلاً به اثر گلخانه‌ای، در خل فضاها بسته مانند گلخانه و هسین نیز اتفاق می‌افتد. لایه پلاستیک یا سبیه نقشه مثلاً به گازهای گلخانه‌ای دارند.
- ▲ اثر گلخانه‌ای متان از  $\text{CO}_2$  بیشتر است ولی از آنجایی که مقدار  $\text{CO}_2$  در هوا از سایر گازهای گلخانه‌ای بیشتر است، مهمترین گاز گلخانه‌ای  $\text{CO}_2$  و بیشترین نقش را در این پدیده ایفا می‌کند.



مثال: کتب درسی  
وجود لایه  
عیشتی دیوار  
سینه و بخار آب و CO<sub>2</sub>  
از درون خانہ مانع  
خروج کس از اجزای گرمی می شود

\* ملاحظات زیست محیطی



توسعه پایدار یعنی در تولید یک فرآورده هم هزینه های اقتصادی هم اجتماعی و هم زیست محیطی آن در بلندمدت در نظر گرفته شود.

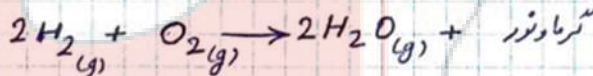
توسعه پایدار!

\* ملاحظات اجتماعی \* ملاحظات اقتصادی

مثال های توسعه پایدار:

- تولید پلاستیک های زیست تخریب پذیر
- تولید فرآورده ها در حواشی پشته که کمترین CO<sub>2</sub> را تولید کند.
- بازیافت کردن هیدروژن به جای سوخت های فسیل

- گاز هیدروژن خزان ترین عنصر در جهان است ولی در کره زمین به شکل آزاد (H<sub>2</sub>) بسیار نادر وجود دارد.
- گاز هیدروژن در حضور اکسیژن می سوزد و گرما و نور به همراه بخار آب تولید می کند.

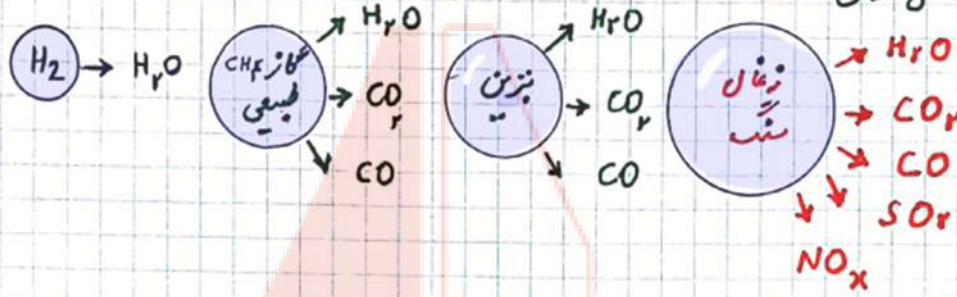


- مقدار H<sub>2</sub> در زمین ناچیز است از این رو تولید، حمل و نقل و نگهداری این گاز نیاز به سرمایه گذاری هنگفتی دارد ← با این وجود که قیمت تولید H<sub>2</sub> بالاست ولی با توجه به تعرفه توسعه پایدار در دراز مدت استفاده از این سوخت سرد دهی دارد.

• مقایسه سوخت هیدروژن با سایر سوخت ها:

زغال سنگ	>	بنزین	>	گاز طبیعی	>	هیدروژن
زغال سنگ	<	بنزین	<	گاز طبیعی	<	هیدروژن
مقایسه در درازمدت! → سوخت های فسیلی < گاز هیدروژن : قیمت برق تولید شده						

نوع فرآوردگی مشخص



اوزون

• اوزون در سطحی (آلوتروپ) از اکسیژن است.

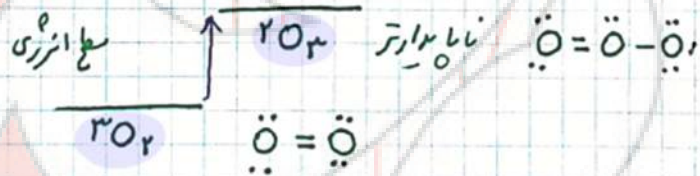
در شکل های مختلف مولکولی یا بلوری یک عنصر گفته می شود.  $O_2$  با  $O_3$  نسبت به هم با هم تفاوت دارند.

• اوزون به منطقه ای مشخص از استراتوسفر گفته می شود که بیشترین مقدار  $O_3$  را دارد (۱۵ - ۳۰ km).

•  $O_2$  و  $O_3$  در حالت گازی بی رنگ و بی بو در حالت مایع سرد رنگی (آبی متمایل به بنفش) هستند. البته  $O_3$  مایع از  $O_2$  مایع سردتر است.

• در مایع جوش  $O_3$  از  $O_2$  بیشتر است.  
 • به دلیل داشتن پیوند کوانتوم نسبت به  $O_2$  فعال تر است.

• در مایع جوش:  $O_3 > O_2$   
 • در مایع جوش:  $O_3 > O_2$   
 • در مایع جوش:  $O_3 < O_2$   
 • در مایع جوش:  $O_3 > O_2$

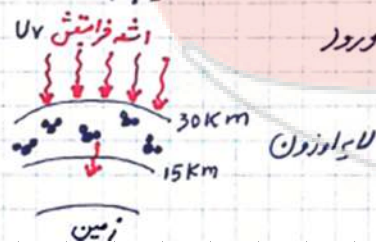


• دلیل کوشندگی نوری بالا از گاز اوزون برای ضد عفونی میوه ها، سبزی ها و از بین بردن جاذبات ذره بینی درون آب استفاده می شود.

• ساختار هر ماده تعیین کننده خواص و رفتار آن است.  $O_3$  پیوند درگانه  $O_3$  علاوه بر پیوند

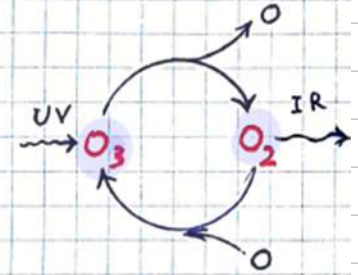
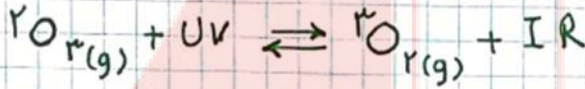
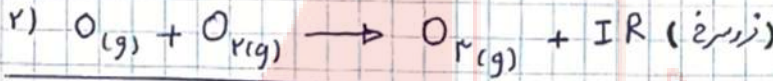
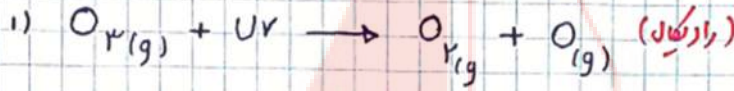
درگانه کوانتوم هم دارد که در نتیجه  $O_3$  فعال تر

• با وجود اینکه مقدار  $O_3$  در لایه اوزون کم است ولی ضمن مقدار مانع ورود تابش فرابنفش خورشید به سطح زمین می شود.



## نحوه جذب اشعه فرابنفش توسط اوزون

اوزون طی یک فرآیند چرخشی (برگشت پذیر) مانع ورود اشعه فرابنفش به لایه‌های پایین‌تر جو می‌شود.



نکته: دلیل تمام نشدن مولکول‌های اوزون ← چرخه‌ای بران فرایند است.

۱) یکطرفه: دانش دهنده به طور کامل پذیرا در دره تبدیل می‌شود. مثال:  $A \rightarrow B$  (شکل: روشن شدن پنجره - زنگ زدن آهن - رسیدن میوه)

۲) برگشت پذیر: دانش‌ها که هم در جهت رفت و هم جهت برگشت انجام می‌شوند  $A \rightleftharpoons B$

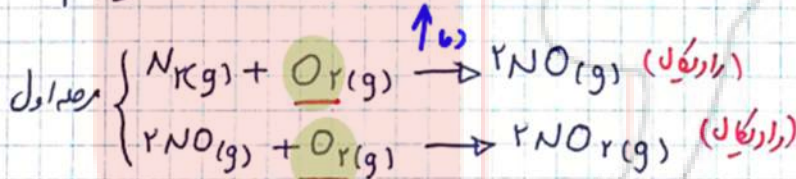
مثال: چرخه اوزون - باطری‌های شارژی - فرآیندهای تغییر حالت فیزیکی (ذوب، تصفیه، تبخیر...)

### اوزون تروپوسفری

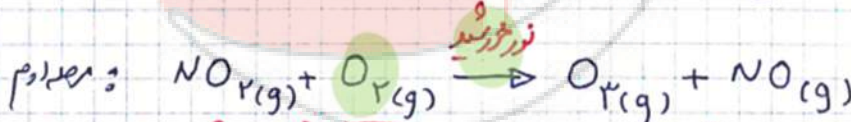
- اوزون از گاز اکسیژن کنش پذیر است و در جریان لایه تروپوسفریک ماده سمی آلاینده خطرناک محسوب می‌شود.
- اوزون تروپوسفری باعث سوزش چشم‌ها و آسیب دیدن ریه‌ها می‌شود.

### چگونگی تولید اوزون تروپوسفری

✓ مرصده ① در اثر تعدد و برق یا دمای بالا درون موتور ماشین‌ها و دورش زیر انجام می‌شود:



✓ مرصده ② گاز  $\text{NO}_2$  تولید شده با  $\text{O}_2$  هوا کنش می‌دهد:



$\text{NO}_2$  "گاز زنبلی" است در حضور این گاز زنگ هوا به صورت قهوه‌ای روشن می‌شود!

**تست ۱!** در اثر سوزاندن سوخت های فسیلی، کدام آلاینده ها به طور مستقیم وارد هوا کرده می شوند؟

۱۱  $CO_2$  و  $SO_3$  ، باران های اسیدی  
 ۱۲  $CO_2$  ،  $CO$  ،  $N_2O_5$  ، باران های اسیدی

۱۳  $CO_2$  ،  $CO$  ،  $NO_2$  ،  $C_xH_y$  ،  $SO_2$  ،  $NO$   
 ۱۴  $CO_2$  ،  $NO_x$  ،  $SO_3$  ،  $H_2CO_3$

**تست ۲!** چه تعداد از رفتارهای زیر باعث کاهش رد پای  $CO_2$  در جهان می شود؟

الف استفاده از سسوار برای خشک کردن سریع موها ✓ ب خام خوراک مرار غذایی ✓

پ استفاده از مترو به جای خودروی شخصی ✓ ت کاشت و مراقبت از درختان ✓

ث جابجایی تیرین با سول خورسیدی ✓ ج باز یافت کاغذ و فلزات ✓

۱۱ ۲ ۱۲ ۳ ۱۳ ۴ ۱۴ ۵ ۱۵

**تست ۳!** اگر نمودار دما، میانگین جهانی سطح آب های آزاد و مساحت برف در نیم کره شمالی را در صد سال اخیر رسم کنیم، به ترتیب وضعیت صعودی و نزولی هر یک از نمودارها به طور کلی در کدام تیرین درست بیان شده است؟

۱۱ صعودی - ترونی - ترونی ۱۲ ترونی - صعودی - ترونی ۱۳ صعودی - صعودی - ترونی ۱۴ صعودی - ثابت - صعودی

**تست ۴!** چه تعداد از عبارات کمی زیر نادرست اند؟

الف گازهای گلخانه ای نقش عمده گرمای آزاد شده از سطح زمین را دوباره به سمت زمین برمی گردانند.

ب گازهای  $CO_2$  ،  $CH_4$  ،  $N_2$  و  $CO$  در ایجاد اثر گلخانه ای نقش دارند.

پ در اثر گلخانه ای امواج ورودی به سطح زمین طول موج بیشتر از امواج تابش شده از سطح زمین دارند.

ت بخش عمده ای از برطرف های خورشید به رسیده گازها به فضا بر می گردند.

۱۱ ۱ ۱۲ ۲ ۱۳ ۳ ۱۴ ۴

**تست ۵!** چه تعداد از عبارات کمی زیر نادرست اند؟

الف  $C_2H_5OH$  ، روغن های گیاهی و تیرین نمونه های از سوخت سبز هستند.

ب سوخت از مواد زیست تجزیه پذیر است که به وسیله جانداران ذره به ذره به مواد ساده تر تجزیه می شوند، آنگاه می شود.

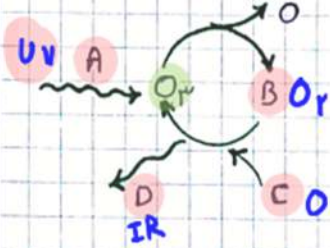
پ تنها فرآوردده لرضق هیدروژن آب بوده و یک گرم آن انرژی بیشتری نسبت به یک گرم متان آزاد می کند.

ت ا دفن کردن  $CO_2$  و واکنش  $CO_2$  با اکسید برخی فلزها میزان رد پای  $CO_2$  در هوا کرده کاهش می دهند.

۱۱ ۲ ۱۲ ۱ ۱۳ ۴ ۱۴ ۳

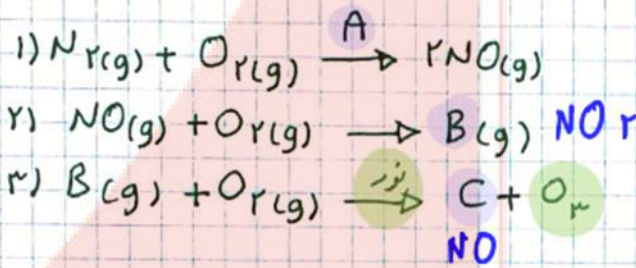


تست ۱! با توجه به چرخه اوزون، به ترتیب در کدام گزینه A، B، C و D نسبت مشخص شده اند؟

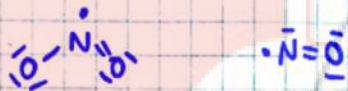


- ۱) اشعه فرابنفش - O<sub>3</sub> - O - اشعه فرودسرخ
- ۲) اشعه فرودسرخ - O<sub>3</sub> - O - اشعه فرابنفش
- ۳) اشعه فرابنفش - O<sub>3</sub> - O - اشعه فرودسرخ
- ۴) اشعه فرودسرخ - O<sub>3</sub> - O - اشعه فرابنفش

تست ۲! سه واکنش زیر، مراحل تولید O<sub>3</sub> تروپوسفری را نشان می دهند. A، B، C و D در این واکنش ها کدام اند؟

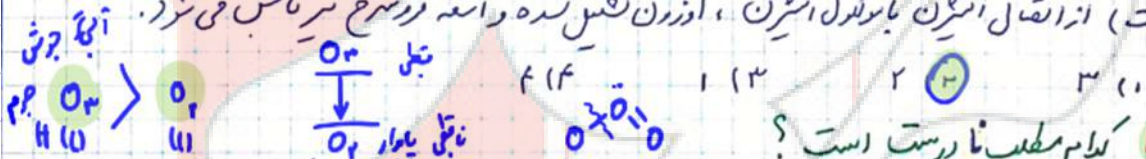


- ۱) رمانس با ۱ - NO<sub>2</sub> - N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>
- ۲) رعد و برق - NO - NO<sub>2</sub>
- ۳) رمانس با ۱ - N<sub>2</sub> - N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>
- ۴) رعد و برق - N<sub>2</sub> - NO<sub>2</sub>



تست ۳! چه تعداد از عبارات ای زیر درست اند؟

- ✓ اند (جمع اکترون های ظرفیت NO<sub>2</sub> و NO به ترتیب ۱۱ و ۱۷ بوده و این دو مولکول از قاعده هشت می پیروی نمی کنند.)
- ✗ ب) نیتروژن در اکسید و گاز اکسیرن در بارش باران و اوزون و نیتروژن مینواکسید تولید می کنند.
- ✗ پ) در پل سدیم با اکسیرن، روشن ممتا نول و واکنش نیتروژن با هیدروژن از فرایندهای بیطرفه هستند.
- ✓ ت) از انتقال اکسیرن با مولکول اکسیرن، اوزون تشکیل شده و اشعه فرودسرخ نیز تابش می شود.



تست ۴! کدام مطلب نادرست است؟

- ✓ ۱۱) تفاوت فیزیکی در شبیهی مولکول های O<sub>3</sub> و O<sub>2</sub> نشان می دهد که ساختار هر یاره، تعیین کننده خواص و رفتار آن است.
- ✓ ۱۲) حدود آلودگی اکسیرن در لایه های استراتوسفر و تروپوسفر یافت می شوند.
- ✓ ۱۳) از آن جایی که اکسیدهای نیتروژن سمی هستند، هوای آلوده کلان شهرها اغلب به نسبت کمتری آلوده است.
- ۱۴) مجموعه واکنش های لایه اوزون را می توان به صورت  $2O_2 \rightleftharpoons 2O_3(g)$  در نظر گرفت.

تست ۵! گاز CO<sub>2</sub> مهم ترین عامل بالا بردن دما نزدیک سطح زمین بوده و افزایش دما در لایه استراتوسفر

به دلیل وجود گاز O<sub>3</sub> در این لایه است.



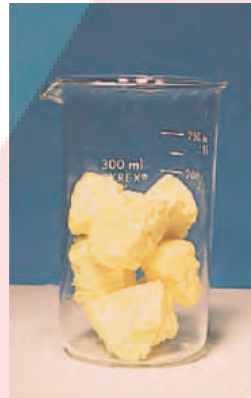


● بوی گل رز و محمدی ناشی از انتشار مولکول‌های گازی از آن است.

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 ۲۴).

$$PV = nRT$$

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2}$$



(آ)



(ب)



(پ)

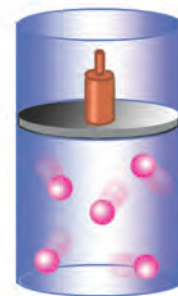
شکل ۲۴-آ) شکل و حجم یک ماده جامد به شکل ظرف بستگی ندارد، (ب) مایع‌ها به شکل ظرف محتوی آنها درمی‌آیند و (پ) به محض باز کردن شیر در لوله رابط بین دو ظرف، گاز در هر دو محفظه پخش می‌شود.

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 ۲۵).

رابطه بین فشار و حجم

$$P \propto \frac{1}{V}$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$



شکل ۲۵- گاز بر اثر فشار متراکم می‌شود اما اگر فشار کاهش یابد، فاصله بین مولکول‌های آن افزایش می‌یابد.

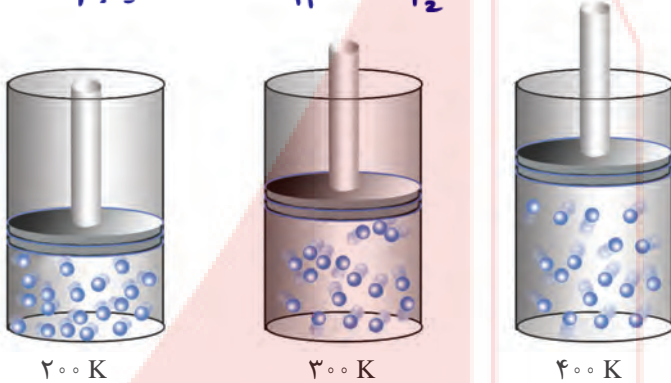
با هم بیندیشیم

حجم

• برای توصیف یک نمونه گاز افزون بر مقدار، باید دما و فشار آن نیز مشخص باشد؛ برای مثال ۰/۲ 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

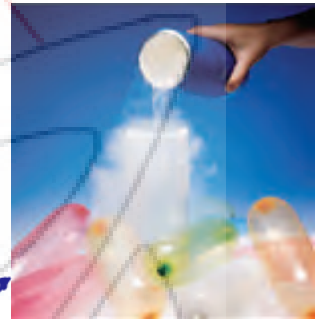
نشان می دهد. (ثابت  $P, n$ )  $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$  رابطه بین حجم و دما:  $V \propto T$



عبارت ۰/۲ مول گاز  $O_2$  در دمای  $25^\circ C$  توصیف کاملی برای عرض نمونه گاز نیست!!! زیرا فشار با هر معادله باشد

(آ) با افزایش دما، حجم گاز چه تغییری می کند؟ چرا؟

(ب) بین حجم یک نمونه گاز و دمای آن در فشار ثابت چه رابطه ای هست؟ توضیح دهید.



۲- شکل زیر دو نمونه از یک گاز را در دما و فشار ثابت نشان می دهد. تفاوت حجم این دو

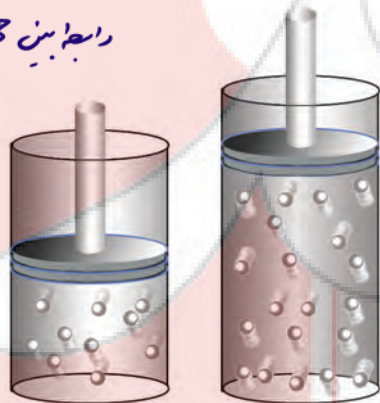
را توضیح دهید.

رابطه بین حجم و مقدار گاز:  $V \propto n$

$V \propto T$

• قرار دادن بادکنک های پر شده از هوا، درون نیتروژن مایع سبب می شود که حجم آنها به شدت کاهش یابد (چرا؟).

$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$   
ثابت  $P, T$   
تامنون آوردن



قرار دادن بادکنک پر شده از نیتروژن

درون هوای اتاق بسبب افزایش شدید

حجم (ترکدن) بادکنک در شود

دریافتید که حجم یک نمونه گاز به مقدار، دما و فشار آن وابسته است. بنابراین، با تغییر هر یک از این کمیت ها، حجم گاز تغییر می کند. برای یافتن رابطه بین حجم و مقدار یک نمونه گاز باید دما و فشار ثابت باشد. براساس قرارداد، شیمی دان ها دمای صفر درجه سلسیوس و فشار یک اتمسفر را به عنوان شرایط استاندارد (STP) در نظر گرفته اند. در جدول ۲، حجم چند نمونه گاز در این شرایط نشان داده شده است.

جدول ۲- برخی ویژگی‌های چند نمونه گاز در STP

شماره نمونه	۱	۲	۳	۴	۵
گاز	H <sub>۲</sub>	Ne	CO <sub>۲</sub>	O <sub>۲</sub>	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<sup>۱</sup> مشهور شد.

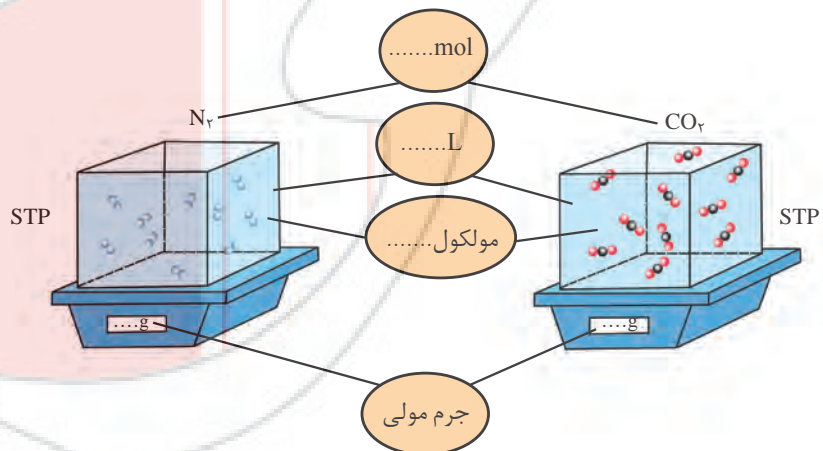
۲۲٫۴ غلط  
فقط در STP  
۲۲٫۴ است.

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<sup>-۱</sup>)

هم‌ارز مول  
جرم مولی = هم‌ارز جرم  
۱مول { هم‌ارز تعدادی = ۱۷۵  
جرم مولی = هم‌ارز جرم

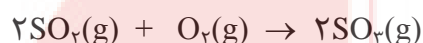


۲- هر فرد بالغ به طور میانگین ۱۲ بار در دقیقه نفس می‌کشد و هر بار ۵/۵ لیتر هوا به ریه‌ها وارد می‌شود.

(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).

## Stoichiometry 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 هر یک از ضرایب مواد شرکت کننده در یک معادله موازنه شده، ضریب استوکیومتری می‌گویند.

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.

## خواص و رفتار گازها

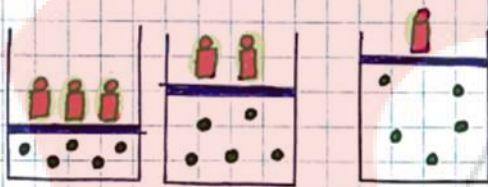
- سرعت، تنوع حرکت مولکول، حجم و فاصله بین مولکولی ← گاز < مایع < جامد
- میزان جاذبه جاذب مایع < گاز
- برخلاف جامد و مایع ← گازها تراکم پذیرند.

## قوانین گازها

برای توصیف یک نمونه گاز باید " (۱) دما، (۲) فشار، (۳) حجم، (۴) مقدار آن را بیان کنیم. قوانین گازها ارتباط بین این کمیت‌ها را بررسی می‌کنند.

### ۱ قانون فشار-حجم

در دما و مقدار مول ثابت ← حجم گاز با فشار رابطه عکس دارد.



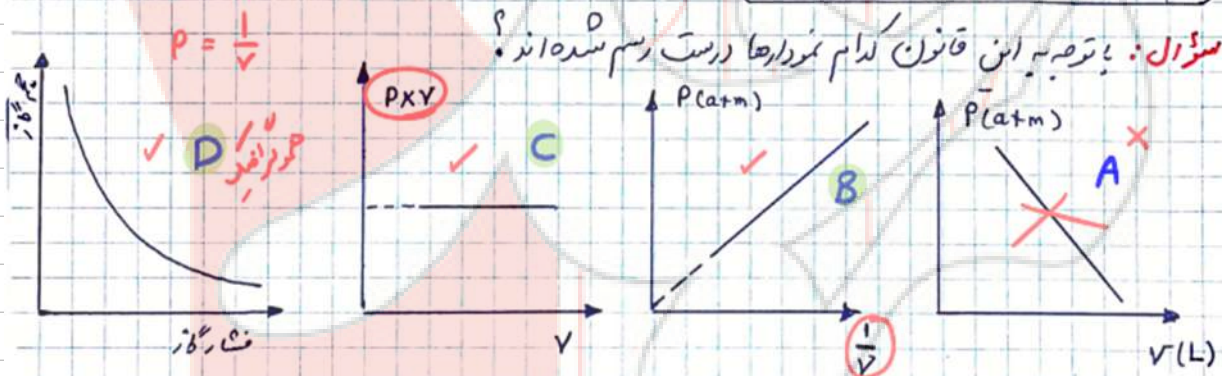
$$p \propto \frac{1}{V}$$

$$pV = \text{ثابت}$$

$$y = mx$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 = \dots \text{ (دما و مول ثابت)}$$

سؤال: با توجه به این قانون کدام نمودارها درست رسم شده‌اند؟



تت! با یک کیسهول ۲۰ لیتری گاز هلیوم با فشار ۲۰ atm، چه تعداد بادکنک ۲،۵ لیتری با فشار ۷۶۰ mmHg را می‌توان در دمای ثابت پر کرد؟

$$۱۸۰ (۴)$$

$$۱۶۰ (۳)$$

$$۱۴۰ (۲)$$

$$۱۲۰ (۱)$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow 20 \times 20 = 1 \times V_2 \Rightarrow V_2 = 400$$

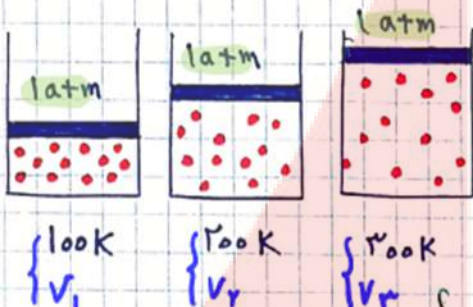
$$\frac{400}{2.5} = 160$$

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} \approx 10^5 \text{ Pa}$$

قانون دما-حجم

K

دما با حجم گاز رابطه مستقیم دارد.

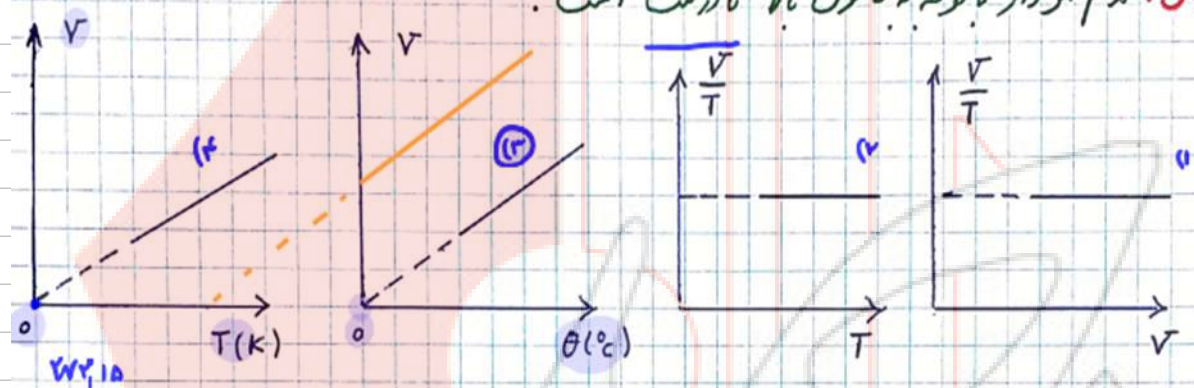


$V \propto T$

$\frac{V}{T} = \text{ثابت}$

$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \dots$  (فشار و مول ثابت)

سوال: کدام نمودار با توجه به قانون بالا نادرست است؟



ت! اگر دمای یک سیلندر با پستون روان که حاوی ۲۰ L گاز است را از صفر درجه سلسیوس تا ۱۳۶٫۵ درجه سلسیوس افزایش دهیم، حجم سیلندر چند درصد افزایش می‌یابد؟

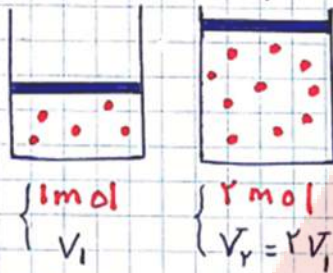
- ۱۵ (۱)
- ۲۵ (۲)
- ۵۰ (۳)
- ۱۳۶٫۵ درصد (۴)

ت! کدام عبارت درست است؟

- ۱) اگر دمای گاز بر حسب درجه سانتیگراد (و برابر شود)، حجم گاز نیز دو برابر می‌شود. X
- ۲) با کاهش حجم ظرف تعداد برخورد ذرات گاز درون ظرف کاهش می‌یابد. X
- ۳) حجم یک بادکنک بی‌فشار، مول، دما و جرم مول گاز درون آن بستگی دارد. X
- ۴) افزایش دما، سرعت حرکت ذره و تعداد برخورد آن با افزایش دما در نتیجه حجم گاز افزایش می‌یابد. X

۳ قانون مقدار گاز - حجم

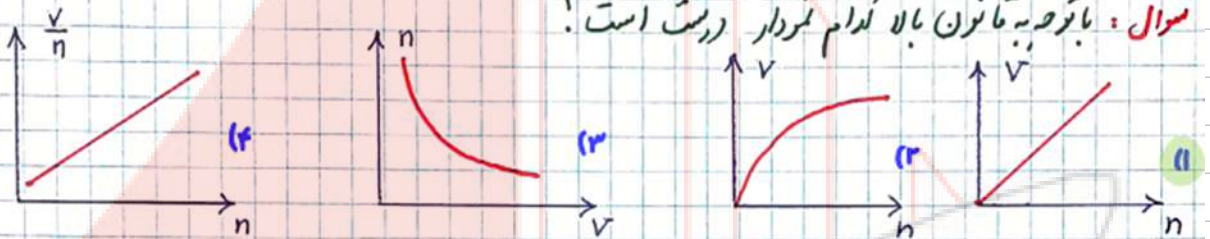
در دما و فشار ثابت ← حجم گاز با مقدار مول آن رابطه مستقیم دارد.



$V \propto n$

$\frac{V}{n} = \text{ثابت}$

$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} = \dots$  (دما و فشار ثابت)



سوال: با توجه به قانون بالا کدام نمودار درست است؟

تست! اگر به ظرف حاوی مقدار معینی گاز اکسیژن، ۲۴ گرم گاز اکسیژن اضافه کنیم، حجم آن از ۴ L تا ۶ L می‌رسد. تعداد مول اولیه گاز اکسیژن در ظرف کدام است؟ (۱۴=۰)

$\frac{24}{32} = 0.75 \text{ mol}$      
  $\frac{4}{16} = 0.25$      
  $\frac{6}{12} = 0.5$      
  $\frac{15}{10} = 1.5$      
  $\left[ \begin{matrix} 2L \sim 0.75 \\ 4L \sim x \end{matrix} \right] \Rightarrow x = 1.5$

۴

ادغام قانون ها:

گاز:  $\frac{PV}{nT} = \text{ثابت}$

$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} = \dots$

$PV = nRT$   
 $R = 0.082 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

توجه! در انتقادهای توانش گازها

دما همواره بر حسب «کلوین» جانمایی می‌شود

مثال: در فشار ۲ اتمسفر و دمای ۳۰۰ C مقدار ۲۷ گرم گاز هیدروژن چند لیتر حجم دارد؟

$R = 0.082 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$        $H = 1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

$V = \frac{nRT}{P} = \frac{1 \times 0.082 \times 300}{2}$



تست! حجم نمونه‌ای از یک گاز در دمای  $182^{\circ}\text{C}$  و فشار  $1.5\text{ atm}$  برابر با  $0.5$  لیتر است. اگر دمای این گاز را به  $0^{\circ}\text{C}$  و فشار آن را به  $1\text{ atm}$  برسانیم، حجم نهایی گاز چند لیتر خواهد بود؟

۱۲ (۴)

۹ (۳)

۸ (۲)

۶ (۱)

تست! اگر فشار گازی را  $25\%$  در دمای آن را بزرگ کنیم  $40\%$  کاهش دهیم، حجم گاز چند درصد تغییر می‌کند؟

۱۱)  $20\%$  کاهش (۲)  $37.5\%$  افزایش (۳)  $20\%$  افزایش (۴)  $37.5\%$  کاهش

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = 0.18 V_1$$

قانون آووگادرو

در دما و فشار یکسان، حجم یک مول از گازهای مختلف با هم برابر است.

جرم ~ مول

شرایط STP یا شرایط استاندارد  $273\text{K}$  یا  $0^{\circ}\text{C}$  ، دما =  $1\text{ atm}$  ، فشار =

تعداد ~ مول

$22.4\text{ L}$  یا  $22400\text{ cm}^3$  = حجم مولی گاز

حجم ~ مول

✓ درست یا نادرست X

- اگر جرم دو گاز متفاوت با هم برابر باشد، حجم آنها برابر است. X
- در دما و فشار یکسان، اگر تعداد مولکول‌های دو گاز برابر باشند، حجم آنها برابر است. ✓
- در شرایط دما و فشار ثابت یک مول از گاز  $\text{O}_2$  دارای  $22.4$  لیتر حجم هستند. X STP
- در دما و فشار یکسان، چگالی گاز  $\text{O}_2$  از  $\text{N}_2$  بیشتر است. ✓

$$M_{\text{O}_2} > M_{\text{N}_2} \quad d_{\text{O}_2} > d_{\text{N}_2}$$

$$\text{حجم} = \frac{1\text{ mol}}{N_2} = \text{O}_2 = \frac{1\text{ mol}}{\text{CH}_4} = 22.4\text{ L}$$

تست! در مادۀ بعضی، حجای گاز نئون برابر ۱۷۵ گرم برتر است ۲۴ گرم گاز نئون

$$\text{جرم مولی} = \frac{\text{جرم مولی}}{\text{حجم مولی}} \text{ گاز}$$

در همان مادۀ ر، چند گرم حج دارد؟  
 ( Ne = ۲۰ O = ۱۶ )  
 ۴. ۴      ۲. ۳      ۱۲      ۱۰. ۱

$$Ne = \frac{20}{\frac{4}{3}} = \frac{60}{3} = 20 \text{ L} \quad \frac{4}{3} \times \frac{80}{3} = 20 \text{ L}$$

تست! اگر حجای یک آکسن گازی شغل در شرایط استاندارد برابر ۲۱۵ g باشد، درز مول ساخای

این آکسن چه تعداد پیوند کووالانسی وجود دارد؟  
 ( C = ۱۲ , H = ۱ )

۱۵. ۴      ۱۳. ۳      ۱۲. ۳      ۱۰. ۱

$$215 = \frac{M}{21.5} \Rightarrow M = 4620 \frac{g}{mol} \quad 1 < n = 56 \Rightarrow n = 4$$

**عاببات استوکیومتری** (به روش تناسب)

مهمترین مفهوم در عاببات استوکیومتری «مول» می باشد. با استفاده از روابط زیر دراره ای مختلف برای یک ماده را می توان به مول آن تبدیل کرد:

- الستوکیومتری      ذره: مولکول، یون، اتم
- ①  $\frac{\text{تعداد ذره}}{6.02 \times 10^{23}} = \text{مول}$
  - ②  $\frac{\text{جرم (g)}}{\text{جرم مولی}} = \text{مول}$
  - ③  $\frac{\text{حجم گاز (L)}}{22.4 \text{ L}} = \text{مول}$  (در شرایط STP)  $\frac{\text{حجم گاز (mL)}}{22400 \text{ mL}}$
  - ④  $\frac{\text{حجم گاز (L)} \times \text{حجای (g.L}^{-1}\text{)}}{\text{جرم مولی}} = \text{مول}$  (در شرایط غیر STP)
- ① معادله      ② معادله      ③ ایده ک      ④ عی نسبت عددی      ⑤ قیون نوسن

غلظت مولی به مول : مول = (mol.L<sup>-1</sup>) غلظت مولی × حجم محلول (L) ⑤

درصد جرمی به مول : مول =  $\frac{\text{درصد جرمی} \times \text{جرم محلول (g)}}{\text{جرم مولی}}$  ⑥

ppm به مول : مول =  $\frac{\text{ppm} \times \text{جرم محلول (g)}}{10^4 \times \text{جرم مولی}}$  ⑦

■ برای محاسبات استوکیومتری دو تا از کسرهای رابطه صورت تناسب برای معلوم و مجهول مسئله انتخاب می‌کنیم :

$$\left( \frac{\text{جرم (g)}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \right) = \left( \frac{\text{تعداد}}{xNA \text{ ضریب}} \right) = \left( \frac{\text{حجم گاز (L)}}{22.4 \times \text{ضریب}} \right) = \left( \frac{(g.L^{-1}) \times \text{حجم گاز (L)}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \right) =$$

(STP)

$$\left( \frac{\text{غلظت مولی (mol.L}^{-1}\text{)} \times \text{حجم محلول (L)}}{\text{ضریب}} \right) = \left( \frac{\text{درصد جرمی} \times \text{جرم محلول (g)}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \right) = \left( \frac{\text{جرم محلول (g)} \times \text{ppm}}{10^4 \times \text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \right)$$

■ برای مراد ناخالص، درصد خلوص را در کسر ماده ناخالص استفاده می‌کنیم :

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

$$\text{مول ماده خالص} = \frac{\text{جرم ماده ناخالص} \times \frac{P}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}$$

■ اگر درصد دارایی بازده درصدی باشد، بازده را در مقدار کنش رهنده (نه فرآورده) ضرب کنیم

$$\text{بازده (R)} = \frac{\text{مقدار محلی فرآورده}}{\text{مقدار نظری فرآورده}} \times 100$$

$$\left( \frac{\text{کنش رهنده}}{\text{ضریب}} \times \frac{R}{100} \right) = \left( \frac{\text{جرم کنش رهنده}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \right) = \dots$$

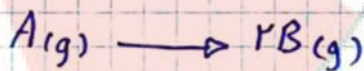
■ اگر در سوال دو داده وجود داشته باشد، از داده محدودکننده برای محاسبات استفاده می‌کنیم:

محدودکننده: ماده‌ای است که به طور کامل در کنش مصرف می‌شود.

نکته \* ماده‌ای که نسبت مول به ضریب اش (  $\frac{\text{mol}}{\text{ضریب}}$  ) کوچکتر باشد، محدودکننده می‌باشد.

■ اگر در سوالی داده و خواسته شده هر دو گاز باشد، می‌توان به جایی نسبت مولی به مولی از نسبت

حجمی - حجمی استفاده کرد. (در مادت رقیق)



$$\left( \frac{1 \text{ mol } A}{2 \text{ mol } B} \right) = \left( \frac{1 \text{ L } A}{2 \text{ L } B} \right)$$

■ درمی‌سبب گازها؛ درصدی حجمی برابر درصدی مولی آنهاست.

درصد مولی = درصد حجمی

: برای گازها

■ درمی‌سبب گازها؛ نسبت چگالی دو گاز برابر نسبت جرم مولی آنهاست.

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{M_1}{M_2} \quad \begin{array}{l} d: \text{ چگالی} \\ M: \text{ جرم مولی} \end{array} \quad * \text{ جرم مولی گاز بیشتر} \uparrow \text{ چگالی} \uparrow$$

● به واکنش آرام مواد با اکسیژن که با تولید انرژی همراه است، واکنش اکسایش می‌گویند.

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.

$$? \text{ g } H_2O = 2/5 \text{ mol } C_6H_{12}O_6 \times \frac{\dots\dots\dots H_2O}{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_6} \times \frac{\dots\dots\dots H_2O}{1 \text{ mol } H_2O} = 270 \text{ g } H_2O$$

ث) گاز حاصل از اکسایش کامل این مقدار گلوکز در STP چند لیتر حجم دارد؟

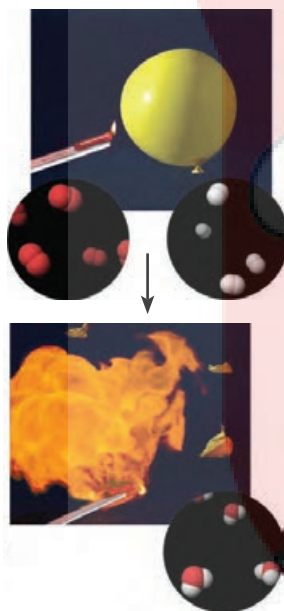
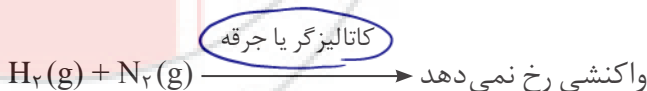
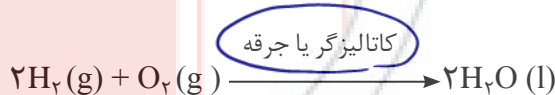
## تولید آمونیاک، کاربردی از واکنش گازها در صنعت

گاز نیتروژن فراوان‌ترین جزء سازنده هوا کره بوده که در مقایسه با اکسیژن از نظر شیمیایی

غیرفعال و واکنش‌ناپذیر 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 ۲۶) اما در

مخلوطی از گازهای نیتروژن و هیدروژن حتی در حضور کاتالیزگر یا جرقه، هیچ واکنشی رخ نمی‌دهد.

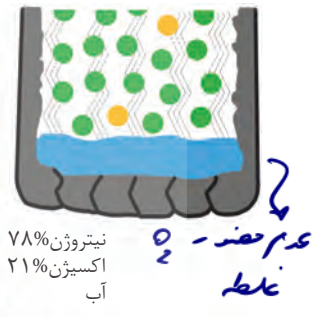
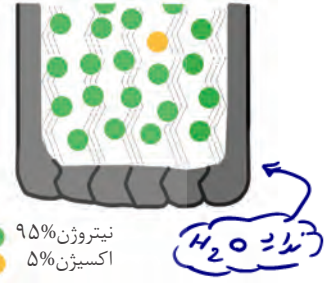


شکل ۲۶- سوختن گاز هیدروژن

از این رو گاز نیتروژن به جو بی‌اثر شهرت یافته و در محیط‌هایی که گاز اکسیژن، عامل ایجاد

تغییر شیمیایی است به جای آن از گاز نیتروژن استفاده می‌کنند.

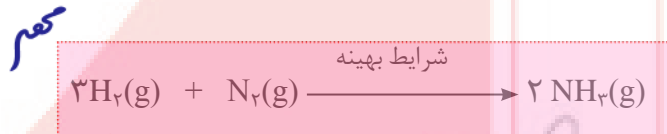
خود را بیازمایید • فرآیند هابر



● نیتروژن ۷۸%  
● اکسیژن ۲۱%  
● آب

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 واکنش پذیری 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 واکنش پذیری 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<sub>۲</sub> و N<sub>۲</sub>، 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:  
① 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 فرآورده 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:



● در درس علوم دیدید که کشاورزان کودهای شیمیایی نیتروژن دار را به خاک می‌افزایند. یکی از این کودها، آمونیاک است که به طور مستقیم به خاک تزریق می‌شود.

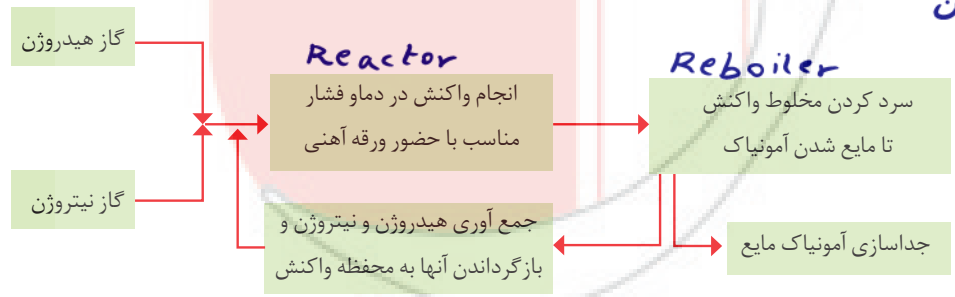
② چگونه می‌توان فرآورده واکنش (آمونیاک) را از مخلوط واکنش جدا کرد. او با بررسی نقطه جوش این مواد، راه حلی را برای جداسازی آمونیاک پیدا کرد. راه حل هابر را نشان می‌دهد (نمودار ۲).

دما

↓ سرد کردن

-۳۴
-۱۹۶
-۲۵۳

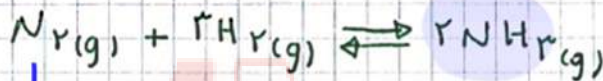
ماده	نقطه جوش (°C)
H <sub>۲</sub>	-۲۵۳
N <sub>۲</sub>	-۱۹۶
NH <sub>۳</sub>	-۳۳



نمودار ۲- نمای تولید آمونیاک در صنعت به روش هابر

زودتر مایع شدن گازها: H<sub>۲</sub> > NH<sub>۳</sub> > N<sub>۲</sub>

**فردمند هابر**



جوی اشتر

درستی و نادرستی عبارت های زیر را مشخص کنید!

- ✓ گاز نیتروژن در مقایسه با اکسیژن از نظر شیمیایی غیر فعال و کثرتش ناپذیر است.
- ✓ گاز اکسیژن و هیدروژن در حضور کاتالیزور یا جرقه در یک وکس سریع و شدید منفجر می شوند.
- ✗ گاز نیتروژن و هیدروژن در حضور کاتالیزور یا جرقه منفجر می شوند.
- ✓ از گاز نیتروژن برای بر کردن و تنظیم باد تایر خودرو که به جایی هوا استفاده می شود؛

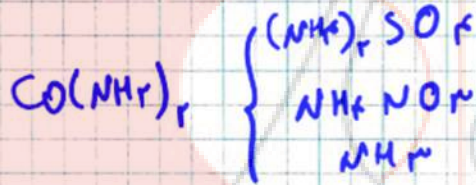


✓ آب تقطیر نمی شود

✓ خردایش کمتر

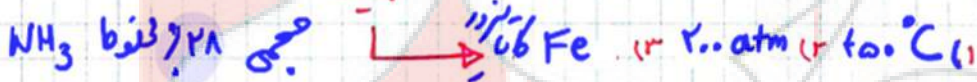
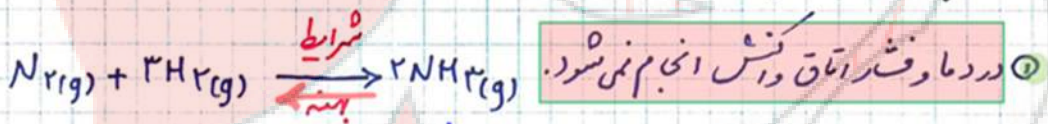


کثرت در زمان کودهای شیمیایی نیتروژن دار را به خاک می افزایند. یعنی از این کود که هیدرازین است که به طور مستقیم در خاک تخریب می شود.



**تولید آمونیاک**

دو چالش مهم هابر!



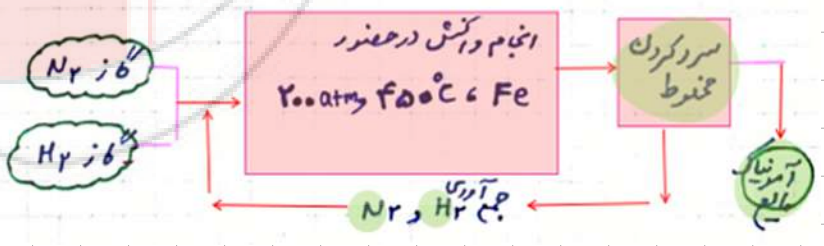
② کثرت برگشت پذیر است ← همواره در خل ظرف کثرت مخلوط  $N_2$ ،  $H_2$  و  $NH_3$  وجود دارد!

راه حل: برای جداسازی ...

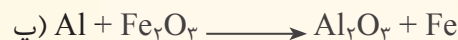
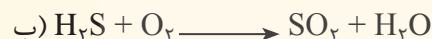
دما جوشن:

$NH_3$	$N_2$	$H_2$
↓	↓	↓
-۳۴	-۱۹۲	-۲۵۳°C
-۳۳°C		

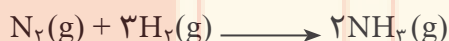
**لغزه ف دما جوشن**



۱- در هر یک از واکنش‌های زیر نخست نام مواد شرکت‌کننده را بنویسید و سپس آن 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- آ) جدول زیر را کامل کنید.

نام گاز	نماد یا فرمول شیمیایی	میزان واکنش‌پذیری در دما و فشار اتاق	آرایش الکترون - نقطه‌ای	قیمت هر لیتر (ریال)	آلاینده یا غیرآلاینده
آرگون				۱۹۲	
اکسیژن				۳۵	
متان				۳	
کربن دی‌اکسید				۱۳	
نیتروژن				۷۱	

ب) استفاده از کدام گاز در بسته‌بندی خوراکی مناسب‌تر است؟ چرا؟





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.

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

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.)