

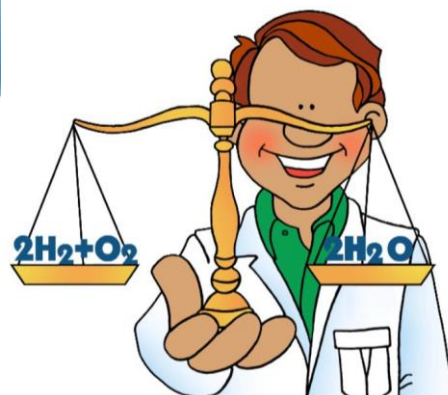
# شیمی ۱

رَدِ پای گازها در زندگی

فصل ۲



استاد: دکتر حسن پلویی



## هواکره (اتمسفر)



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

۲- اغلب گازها نامرئی و بی‌رنگ هستند،

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

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

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

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

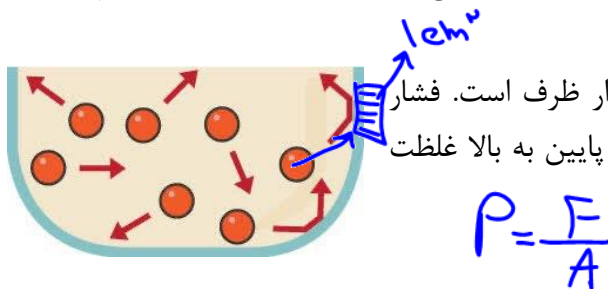
۶- میان گازهای هواکره واکنش‌های شیمیایی گوناگون رخ می‌دهد که «اغلب» آن‌ها برای ساکنان این سیاره سودمند هستند.

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

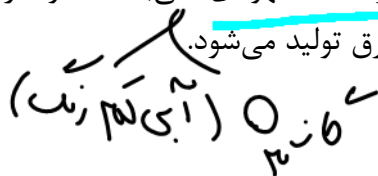
۸- در میان سیاره‌های سامانه خورشیدی، تنها زمین اتمسفری دارد که امکان زندگی و حیات روی آن را فراهم می‌کند.

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

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

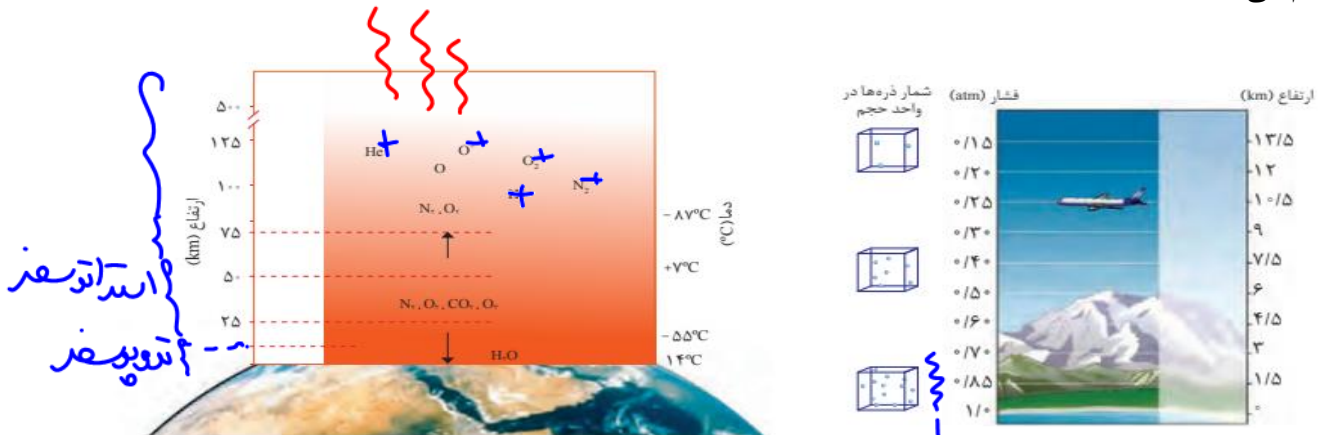


نکته: هرچند اغلب گازها بی‌رنگ و نامرئی هستند اما ~~بعضی~~ گاز اشاره شده در کتاب درسی که رنگی هستند شامل گاز کلر یا  $Cl_2$  (زرد)، بخارات ید یا  $I_2$  (بنفش) و نیز گاز  $NO_2$  (قهوه‌ای) می‌باشند. دو گاز اول در هواکره وجود ندارند و اما از  $NO_2$  مقدار بسیار کمی در اثر رعد و برق تولید می‌شود.

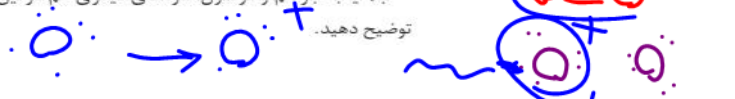


لایه‌های اتمسفر

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



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



لایه	ارتفاع از سطح زمین (KM)	فشار یا افزایش ارتفاع	دما با افزایش ارتفاع (C)	گازهای فراوان تر
چهارم	۵۰ تا ۷۵	کاهشی	افزایشی -۸۷° تا بالاتر	<u>N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, O</u> کاتیون‌های تک یا چند اتمی
سوم	۷۵ تا ۵۰	کاهشی	کاهشی -۸۷° تا ۷°	<u>N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub></u>
دوم (استراتوسفیر)	۱۲ تا ۵۰	کاهشی	افزایشی -۵۵° تا ۷°	<u>N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub></u>
اول (تروپوسفیر)	۱۲ تا ۰	کاهشی	کاهشی -۵۵° تا ۱۴°	<u>N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, Ar</u> گازهای نجیب و H <sub>2</sub> O

لایه تروپوسفیر

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

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

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

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



Handwritten notes in Persian: 'کدام لایه' (Which layer) and 'تروپوسفیر' (Troposphere).

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

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

۷- با توجه به رقیق بودن دیگر لایه‌های هواکره، حدود 75٪ جرم هواکره در تروپوسفر وجود دارد.  
۸- درصد حجمی گازهای هوای خشک در تروپوسفر به شکل زیر است. (البته بخار H<sub>2</sub>O هم در تروپوسفر وجود دارد که با توجه به متفاوت بودن آن در مناطق مختلف، هوای بدون بخار آب را بررسی می‌کنیم):



لایه استراتوسفر:

- ۱- از ارتفاع 12 تا 50 کیلومتری از سطح زمین را شامل می‌شود.
- ۲- برخلاف لایه زیرین خود (تروپوسفر)، با افزایش ارتفاع، دمای آن افزایش می‌یابد.
- ۳- با افزایش ارتفاع، فشار هوا کاهش می‌یابد (همانند کل اتمسفر)
- ۴- به بخشی از آن که غلظت گاز اوزون (O<sub>3</sub>) بیشتر است، «لایه اوزون» می‌گویند. این گاز با جذب پرتوهای خطرناک فرابنفش، امکان حیات در سطح زمین را فراهم می‌کند.

تست ۱: چه تعداد از موارد زیر دست‌اند؟

- در میان سیاره‌های سامانه خورشیدی، فقط کره زمین دارای اتمسفر است. **X**
- تروپوسفر تا حدود 10 تا 12 کیلومتری از سطح زمین امتداد داشته و فاقد بخار آب است. **X**
- در هر 4 لایه هواکره گازهای O<sub>2</sub>، N<sub>2</sub> و کاتیون‌های گازی وجود دارند. **X**
- در لایه استراتوسفر برخلاف تروپوسفر روند تغییرات دما همانند تغییرات فشار، کاهش می‌یابد. **X**
- فراوانترین گاز نجیب تروپوسفر، هلیوم می‌باشد. **X**

0 (1)      1 (2)      2 (3)      3 (4)

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

259 (1)      263 (2)      283 (3)      287 (4)

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

در سطح زمین

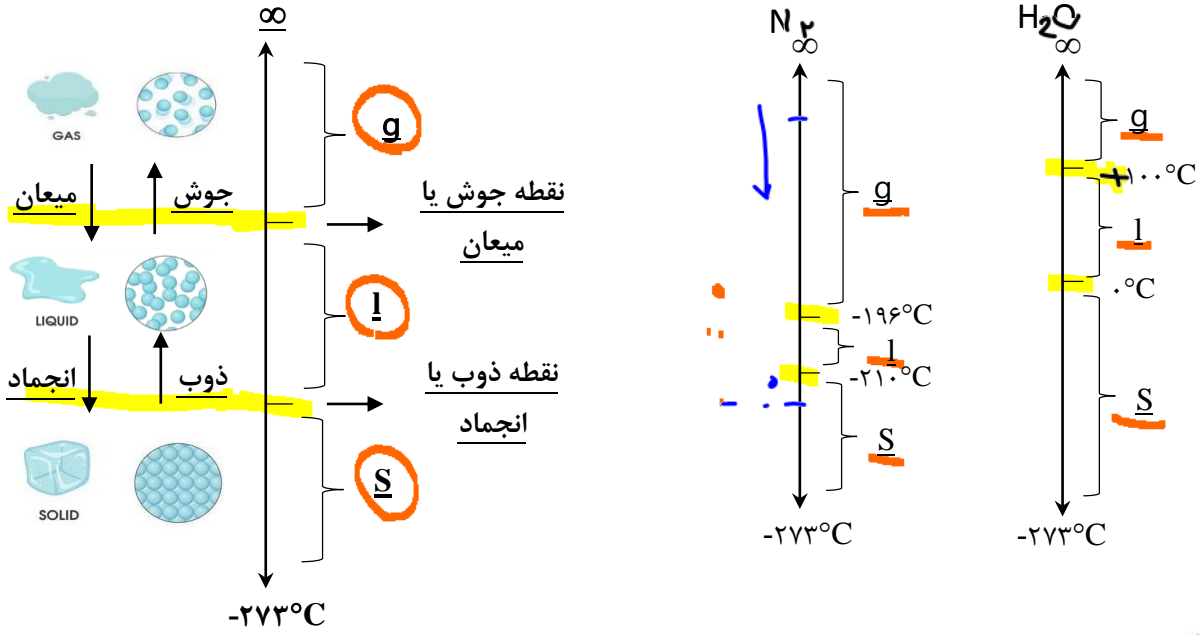
گاهی تروپوسفر استراتوسفر افزایش



حالت‌های فیزیکی یک ماده با تغییر دما

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

Nad  
↑  
↓  
Nad



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

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

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

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

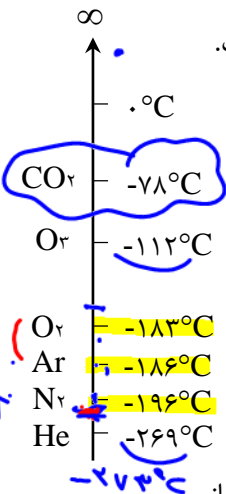
Dr. Hassan Paloo

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

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

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

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



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

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

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

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



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

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

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

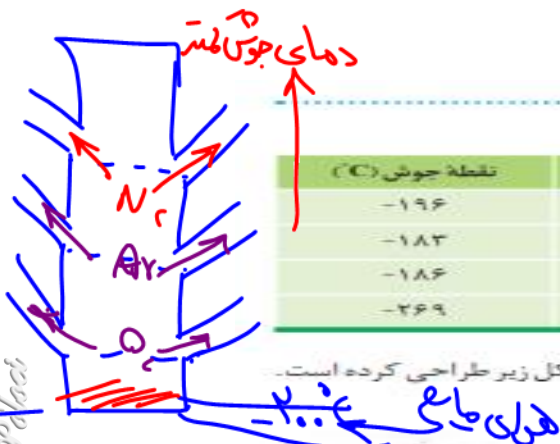
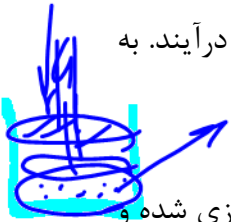
۸- کم هزینه‌ترین روش برای پایین آوردن دمای یک گاز، فشرده کردن (افزایش فشار) گاز می‌باشد.

تقطیر جزء به جزء هوای مایع

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

مراحل تهیه گازهای  $N_2$  و  $O_2$  و  $Ar$  از هوا

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



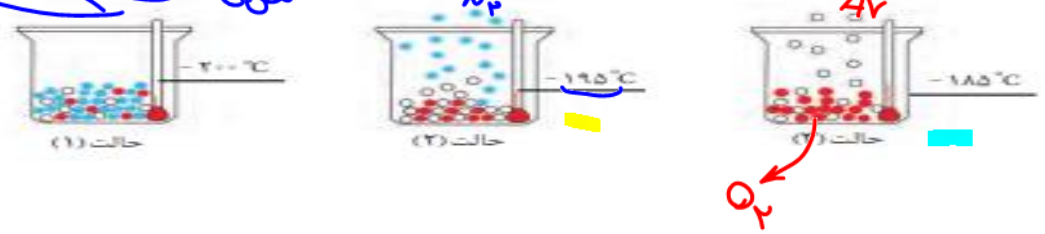
با هم ببیندیشیم

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

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

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

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



هنگام تقطیر اولاً  $N_2$  و سپس  $Ar$  و در نهایت  $O_2$  جدا می‌شود.

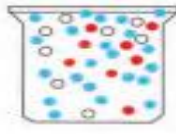
Dr. Hossein P. Naei

سوال: چرا فضا توپان لباس فضایی می پوشند؟  
 سوال ۲: چرا غذا در فضا زود پز سرخ می شود؟

ب) در دمای  $-80^{\circ}\text{C}$ ، اجزای سازنده هوای مایع به کدام شکل وجود دارند؟ چرا؟

حالت ۱

زیر دمای  $-80^{\circ}\text{C}$ ، بالاتر از نقطه جوش هر  $\text{N}_2$ ،  $\text{O}_2$ ،  $\text{Ar}$  می باشد ← هر سه به حالت گاز می باشند



حالت (۱)



حالت (۲)

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

۱-۲) هر گاه یک لوله آزمایش خشک و سرد را مطابق شکل های زیر درون یک مایع با دمای  $-20^{\circ}\text{C}$  قرار دهیم، مایع بی رنگی درون لوله آزمایش جمع می شود. این مایع چگونه تشکیل

قطره جوش  $\text{Ar}$  و  $\text{O}_2$  بسیار نزدیک است  $(-3^{\circ}\text{C})$  عملیات در مخلوط بازی هدایت، از دستگیری هم بردارند

هون در دمای  $-20^{\circ}\text{C}$ ، هر سه گاز  $\text{N}_2$ ،  $\text{O}_2$ ،  $\text{Ar}$  مایع هستند،

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



(۳)

(۲)

(۱)

ب) اگر لوله آزمایش را از درون این مایع بسیار سرد بیرون آورده و در هوای اتاق قرار دهیم و بلافاصله یک کبریت شعله ور را به دهانه آن نزدیک کنیم، شعله خاموش می شود. از این مشاهده چه نتیجه ای می گیرید؟ زبردادریجات اولیه، فقط  $\text{N}_2$  از لوله خارج می شود (برای سوختن، ب) اگر پس از گذشتن چند دقیقه کبریت نیمه افروخته را به دهانه لوله نزدیک کنیم، کبریت شعله ور می شود. چرا؟

$-80^{\circ}\text{C}$   
 $-183^{\circ}\text{C}$   
 $-196^{\circ}\text{C}$

زبردادریجات دوم، تقریباً فقط گاز  $\text{O}_2$  از لوله خارج می شود ← سرعت واکنش کبریت با غلظت  $\text{O}_2$  بالاتر، بیشتر است

- نکته ۱: در تقطیر جزء به جزء هوای مایع، تهیه اکسیژن صد درصد خالص دشوار است، زیرا دمای جوش آن  $(-183^{\circ}\text{C})$  فقط سه درجه با دمای جوش آرگون  $(-186^{\circ}\text{C})$  فاصله داشته و عملاً گاز آرگون نیز به شکل ناخالصی همراه اکسیژن وجود خواهد داشت.
- نکته ۲: تهیه گازهای دیگر که در هوا کره وجود دارند بخاطر درصد حجمی بسیار کم و عوامل دیگر از طریق تقطیر جزء به جزء هوا مقرون به صرفه نمی باشد.
- نکته ۳: تقطیر جزء به جزء هوا، در ایران در کارخانه های پتروشیمی ماهشهر و شیراز انجام می شود.

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

نادرست است؟ (۴)

- (۱) در حالت ۱ مخلوط مایع شامل  $\text{N}_2$  و  $\text{O}_2$  و  $\text{Ar}$  و  $\text{H}_2\text{O}$  می باشد.  
 (۲) در حالت ۲ فراوان ترین جزء تروپوسفر به حالت گازی در حال جدا شدن از مخلوط است.  
 (۳) در حالت ۳ ماده ای تک اتمی و واکنش ناپذیر در حال تبخیر است.  
 (۴) اگر دما به  $-180^{\circ}\text{C}$  برسد، همه هوای مایع به حالت گاز از ظرف خارج می شوند.



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

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

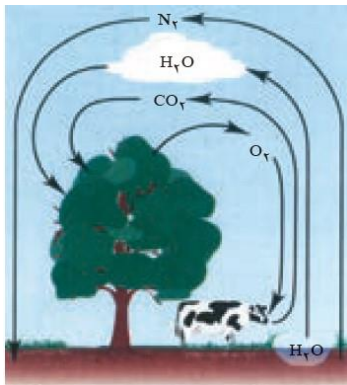
۵ (۴)

۴ (۳)

۳ (۲)

۲ (۱)

## زیست کره:



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

گاز نیتروژن ( $N_2$ )

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

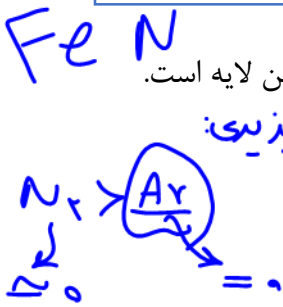


شکل ۴- از گاز نیتروژن، (آ) برای پر کردن تایر خودروها، (ب) در صنعت سرماسازی برای انجماد مواد غذایی و (پ) برای نگهداری نمونه های بیولوژیک در پزشکی استفاده می شود.

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

گاز آرگون ( $Ar$ )

۱- فراوان ترین گاز نجیب تروپوسفر با درصد حجمی ۰.۱٪ و سومین گاز فراوان در هوای خشک این لایه است.



استفاده از آرگون در جوشکاری



Handwritten text: «بی اثر» and «کمیاب».

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

گاز هلیوم (He) ۴amu

$CH_4$  → ۱۶amu

۲  
۳  
۴  
۵  
۶  
۷  
۸  
۹  
۱۰  
۱۱  
۱۲  
۱۳  
۱۴  
۱۵  
۱۶  
۱۷  
۱۸  
۱۹  
۲۰

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



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

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

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

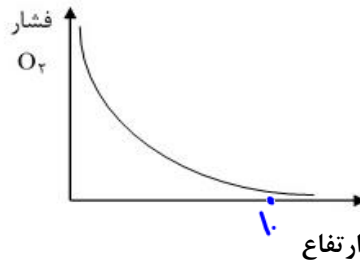
(۱) الف، ب، پ      (۲) الف، ب      (۳) ب، پ      (۴) ب، پ، ت

## اکسیژن، گازی واکنش پذیر

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



چرا هواپیماها یا خود اتانکی از گاز اکسیژن حمل می‌کنند؟



## ترکیب اکسیژن با فلزات

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

آهن II اکسید: FeO

آهن III اکسید:  $Fe_2O_3$

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



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

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

نکته: سیلیسیم شبه فلزی است که به شکل سیلیس  $SiO_2$

در طبیعت وجود داشته و با حالت عنصری یافت نمی شود.



(ا)

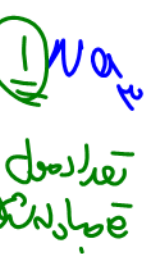


(ب)

(آ) سنگ معدن آلومینیم و (ب) سیلیس

تست: چه تعداد از موارد زیر درست است؟

- اکسیژن در ساختار همه ی مولکول های زیستی مانند چربی ها و هیدروکربن ها وجود دارد.  $\times$
- با افزایش ارتفاع از سطح زمین، فشار  $O_2$  بطو خطی کاهش می یابد.  $\times$
- نام شیمیایی  $CaO$  و  $CUO$  به ترتیب مس II اکسید و کلسیم اکسید است.  $\checkmark$
- نسبت کاتیون به آنیون در آهن III اکسید برابر با نسبت آنیون به کاتیون در منیزیم نیتريد است.  $\checkmark$
- در اثر تولید ۰/۰۱ مول سدیم فسفید،  $0.3NA$  الکترون مبادله می شود.  $\checkmark$



ترکیب اکسیژن با نافلزات

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



مدل فضا پرکن چند مولکول

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

خود را بیازمایید

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

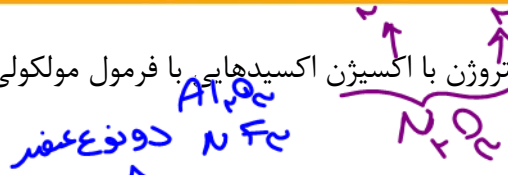
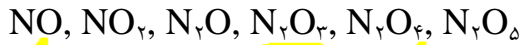
NO <sub>2</sub> (ا)	دی نیتروژن تری اکسید
CO (ب)	کربن دی سولفید
SO <sub>2</sub> (پ)	گوگرد تری اکسید
PCl <sub>5</sub> (ت)	کربن تترا کلرید
SiBr <sub>4</sub> (ث)	نیتروژن تری فلوئورید

کربن مونوکسید

پنتا کلرید

سیلیس تترا برومید

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



تست: کدام گزینه درست است؟

یونی مولدنی

(۱) نام AIF<sub>3</sub> و NF<sub>3</sub> به ترتیب آلومینیوم تری فلئوئورید و نیتروژن تری فلئوئورید است.

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

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

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

اکسیدها در فرآورده های سوختن مواد

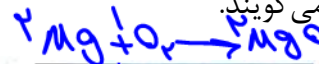
FeO آهن (II) آبی

روی آبی

واکنش گاز اکسیژن (O<sub>2</sub>) با عنصرها و ترکیب های شیمیایی به دو شکل سوختن و یا اکسایش می تواند انجام شود. اکسایش: اگر واکنش جسم با O<sub>2</sub> آهسته باشد، تولید نور مرئی نکرده و به این واکنش، اکسایش می گویند. مانند زنگ زدن فلزات در شرایط معمولی و یا اکسایش چربی و قند در سلول ها:

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

سوختن: اگر واکنش جسم با O<sub>2</sub> سریع انجام شود، بخشی از انرژی آزاد شده به شکل گرما و نور آزاد می شود. به این واکنش «سوختن» می گویند.



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

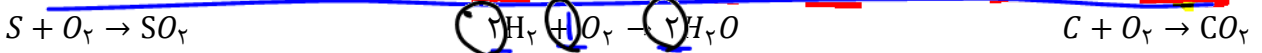


شکل - سوختن (ا) منیزیم، (ب) گوگرد

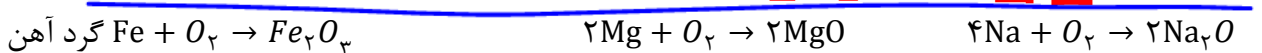


مواد زیر با گاز اکسیژن می سوزند:

الف) نافلزات گوگرد (S)، هیدروژن (H<sub>2</sub>)، زغال (C) و فسفر سفید (P<sub>4</sub>) در شرایط مناسب با اکسیژن می سوزند:



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



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

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



Dr. Hossein Palouei

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

سوختن کامل گاز شهری:  $CH_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O + \text{نور و گرما}$  <sup>آبی</sup>

سوختن ناقص گاز شهری:  $CH_4 + O_2 \rightarrow CO + H_2O + \text{نور و گرما}$  <sup>زرد</sup>

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

جدول رنگ شعله سوختن برخی مواد شیمیایی

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

### گاز کربن مونوکسید (CO)



۱- گازی بی‌رنگ، بی‌بو و بسیار سمی است.

۲- ساختار لوویس:  $C \equiv O:$

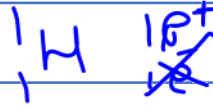
۳- این گاز از سوختن ناقص ترکیبات کربن‌دار مانند زغال (C)، گاز طبیعی ( $CH_4$ ) و ... تولید می‌شود.

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

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

رفتار اکسیدهای فلزی و نافلزی

اسیدها و اکسیدهای اسیدی



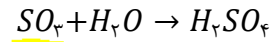
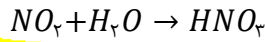
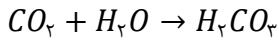
اکسید نافلزات

۱- اسیدها مواد مولکولی هستند که در آب تولید  $H^+$  کرده و این یون خاصیت خوردگی و واکنش با اکثر مواد را داراست.



فرمول کلی اسیدهای معدنی  $H_nA$  می باشد:

۲- این اسیدها در اثر واکنش اکسید نافلزات با آب تولید می شوند:



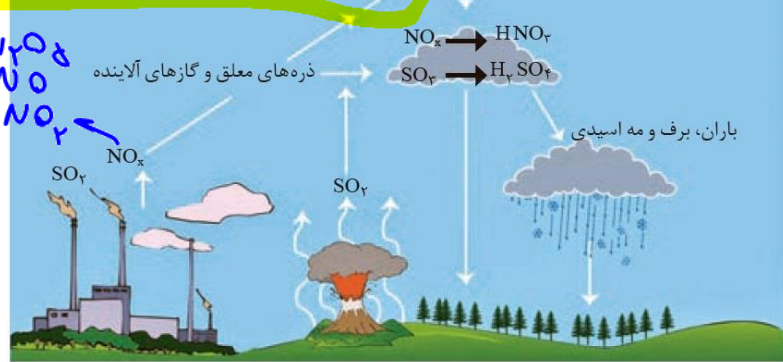
اسیدی

اسیدمغزیف

اسیدقوی

۳- به اکسید نافلزات، اکسید اسیدی می گویند.

۴- محلول اسیدها و اکسید نافلزات در آب،  $PH < 7$  داشته و رنگ کاغذ PH در محلول آنها «سرخ» می شود.



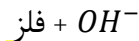
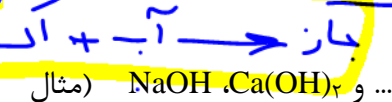
روند تولید باران اسیدی

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

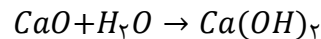
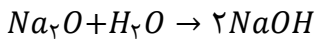
بازها و اکسیدهای فلزی

اسیدبازی

۱- بازها اکثراً ترکیبات یونی هستند که در آب با آزاد کردن یون  $OH^-$  (هیدروکسید) باعث واکنش و خوردگی (اسیدبازی) می شوند.



۲- بازهای معدنی در اثر واکنش اکسید فلزات با آب تولید می شود:



۳- به اکسید فلزات، «اکسید بازی» می گویند.

۴- محلول بازها و اکسید فلزات در آب،  $PH > 7$  داشته و رنگ کاغذ PH را آبی می کنند.

۵- اسیدها و بازها در واکنش با یکدیگر، اثر یکدیگر را خنثی می کنند. آب + نمک -> باز + اسید



Dr. Hossein Plooyi







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

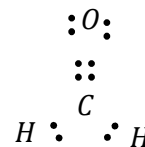
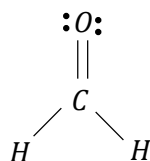
به عنوان مثال در مولکول  $CO_2$  مجموع الکترون‌های لایه ظرفیت اتم‌ها در ساختار لوویس آن برابر ۱۶ می‌باشد. ( $\ddot{O} = C = \ddot{O}$ ) که برابر با مجموع الکترون‌های لایه ظرفیت اتم‌هاست. ( $6 + 4 + 6 = 16$ )

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

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

مدل الکترون - خطی

مدل الکترون - نقطه‌ای



$4 + 1 + 2 \times 1 = 7$

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

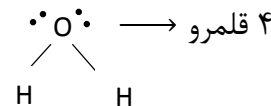
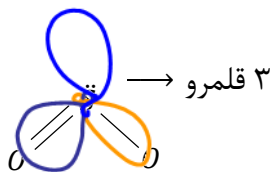
- ۱- تعداد جفت الکترون پیوندی (کووالانسی)
- ۲- تعداد جفت الکترون ناپیوندی:
- ۳- تعداد جفت الکترون ناپیوندی اتم مرکزی:
- ۴- تعداد اتم رسیده به گاز نجیب:
- ۵- تعداد اتم اکتت شده:
- ۶- تعداد الکترون لایه ظرفیت اتم مرکزی:
- ۷- تعداد الکترون لایه ظرفیت اتم‌ها:

قلمرو الکترونی:

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

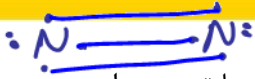
هر پیوند یگانه یا پیوند دوگانه یا پیوند سه‌گانه: ۱ قلمرو محسوب می‌شوند.

هر جفت الکترون ناپیوندی: ۱ قلمرو محسوب می‌شود.



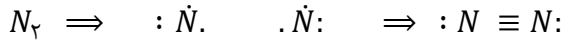
نکته: با توجه به اینکه قلمروهای الکترونی به دلیل حرکت الکترون‌ها بر یکدیگر دافعه وارد می‌کنند، شکل واقعی مولکول و زاویه پیوندی، وابسته به تعداد قلمرو الکترونی اتم مرکزی است.

Dr. Hossein Palouei



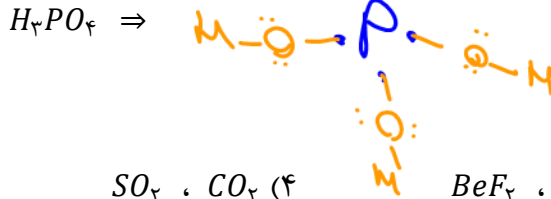
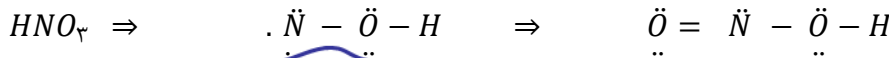
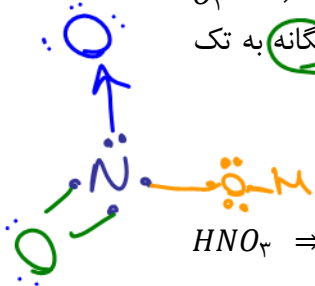
رسم مولکول‌های دو اتمی (فاقد اتم مرکزی): مدل الکترون - نقطه‌ای دو اتم را ترسیم کرده و با توجه به این

اصل که الکترون منفرد نباید وجود داشته باشد، پیوند یگانه، دوگانه یا سه‌گانه بین دو اتم ایجاد می‌شود:



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

الکترون اتم مرکزی متصل می‌نماییم:



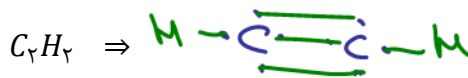
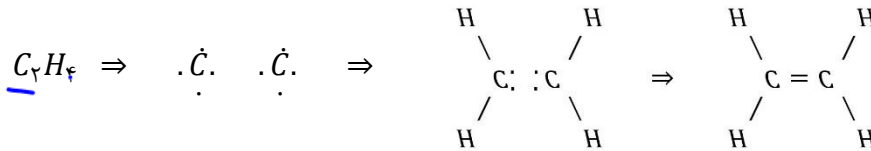
تست: در کدام گزینه، دو مولکول شکل یکسانی دارند؟

- SO<sub>2</sub> ، CO<sub>2</sub> (۴)      BeF<sub>2</sub> ، NOCl (۳)      SO<sub>3</sub> ، BF<sub>3</sub> (۲)      SOCl<sub>2</sub> ، COCl<sub>2</sub> (۱)

رسم مولکول‌هایی با دو اتم مرکزی: مدل الکترون - نقطه‌ای دو اتم مرکزی را ترسیم کرده و اتم‌های کناری را به طور مساوی

(معمولاً) به دو اتم مرکزی متصل می‌کنیم و با توجه به تعداد الکترون‌های منفرد باقی مانده، پیوند بین دو اتم مرکزی را یگانه، دوگانه

یا سه‌گانه برقرار می‌کنیم:

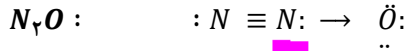


نکته ۱: NO و NO<sub>2</sub> تنها مولکول‌هایی هستند که دارای الکترون منفرد می‌باشند:

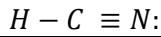
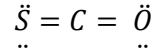
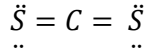




نکته ۲: شکل دو مولکول CO و N<sub>2</sub>O حفظ شود:



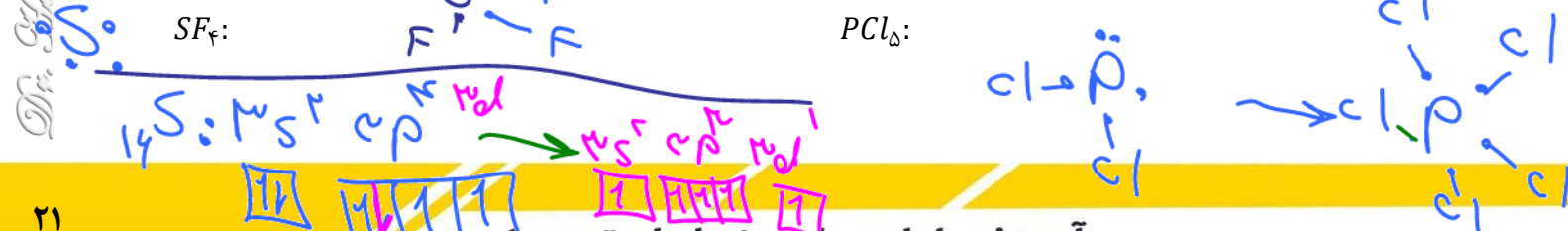
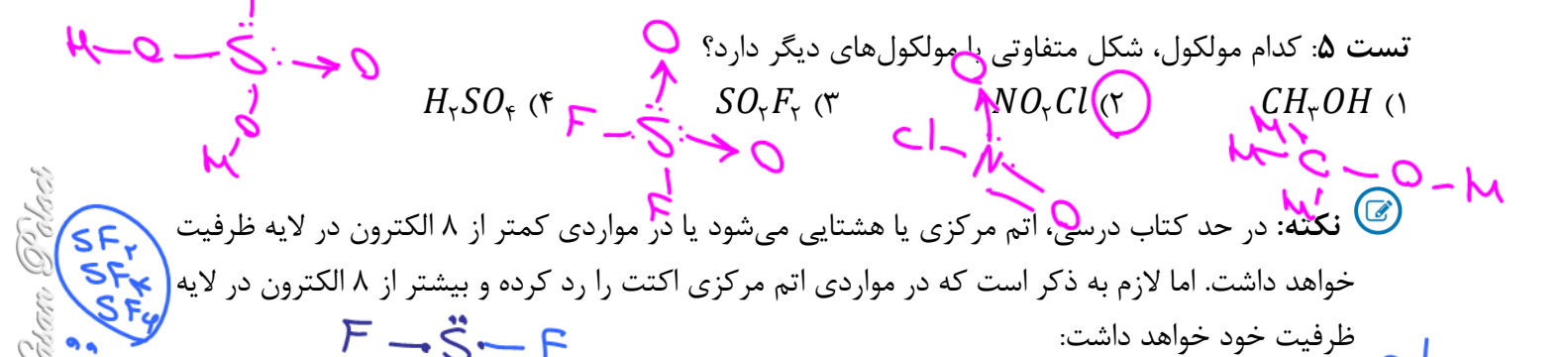
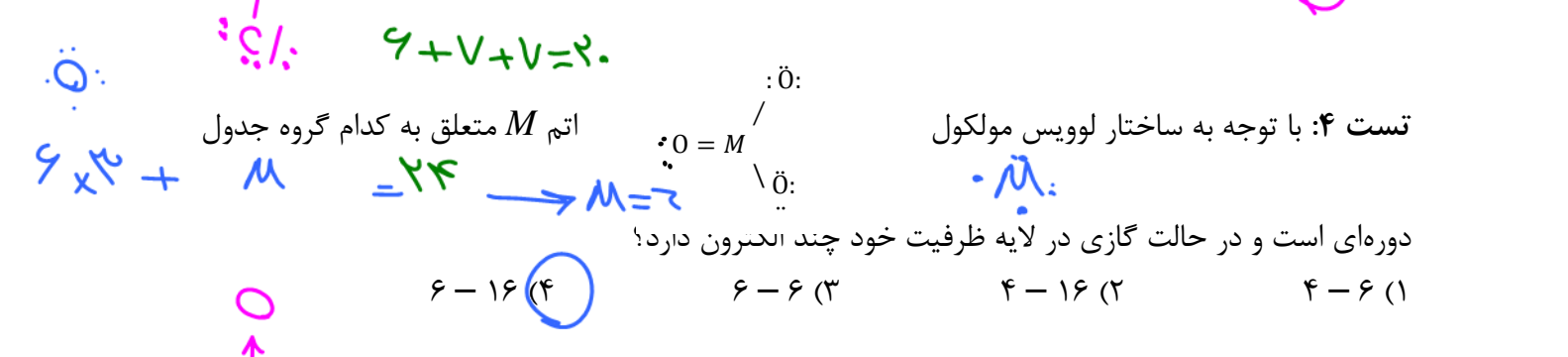
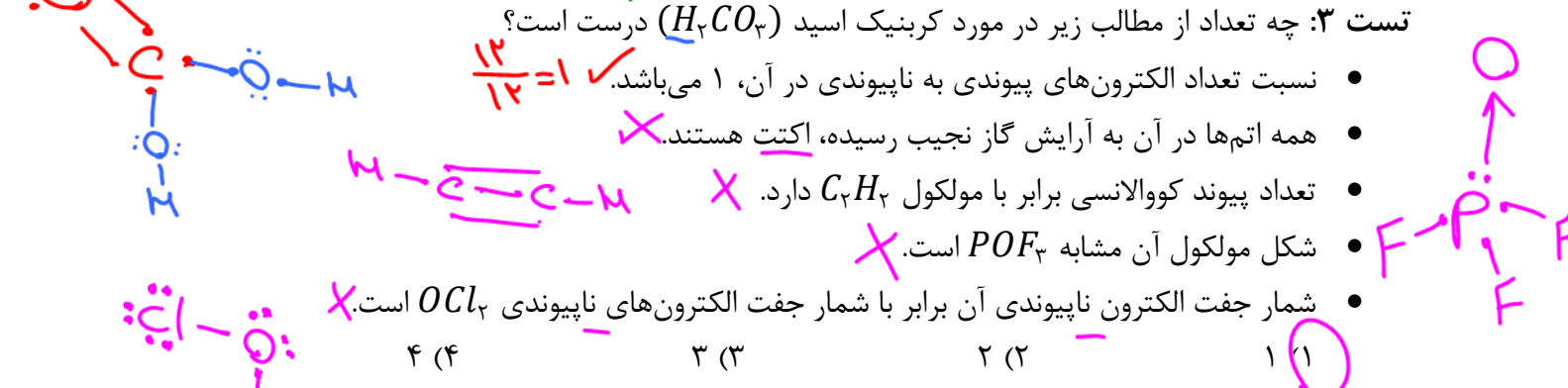
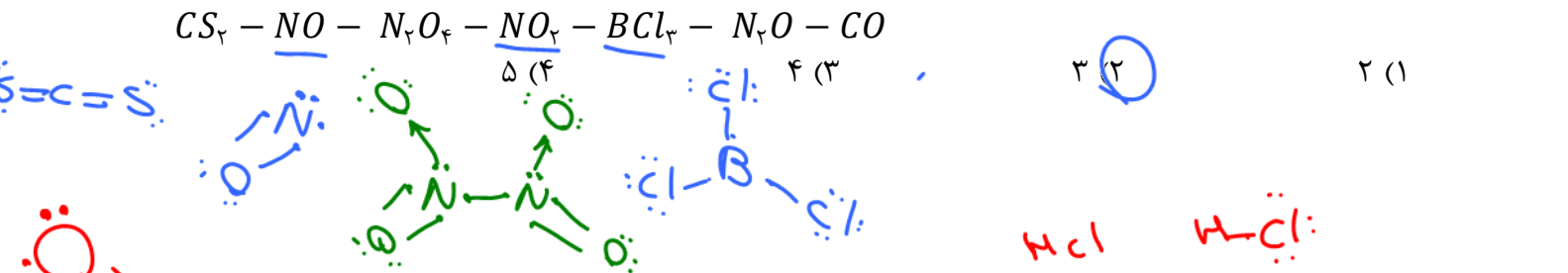
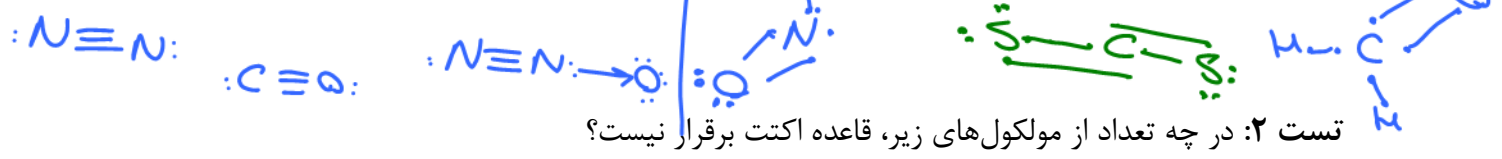
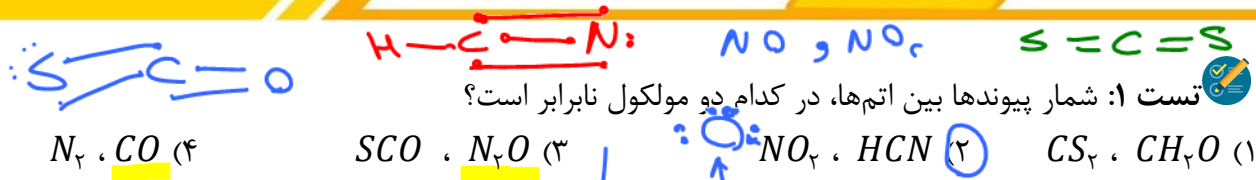
نکته ۳: گوگرد (S) و نیتروژن (N) معمولاً اتم مرکزی هستند. در مواردی که اتم کناری هستند، به ترتیب پیوند دو گانه و سه گانه با اتم مرکزی خود برقرار می کنند:



شکل و زاویه واقعی مولکول ها و بنیان ها

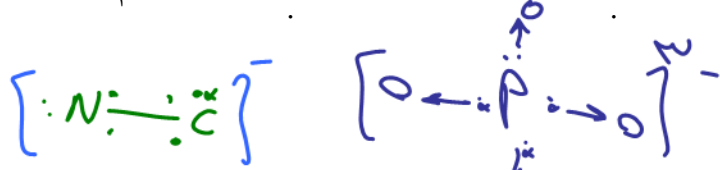
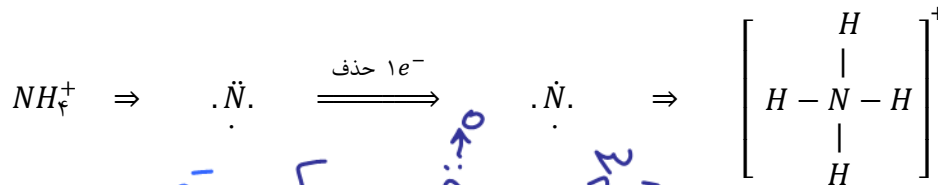
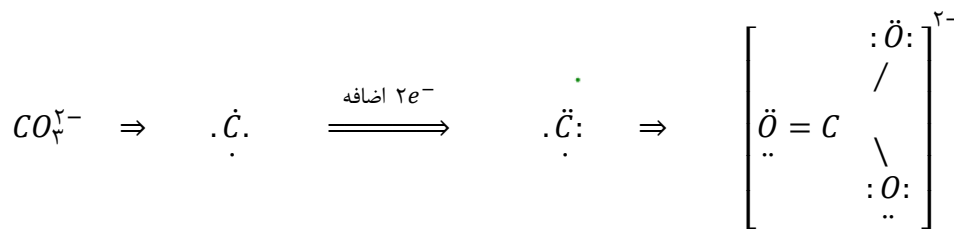
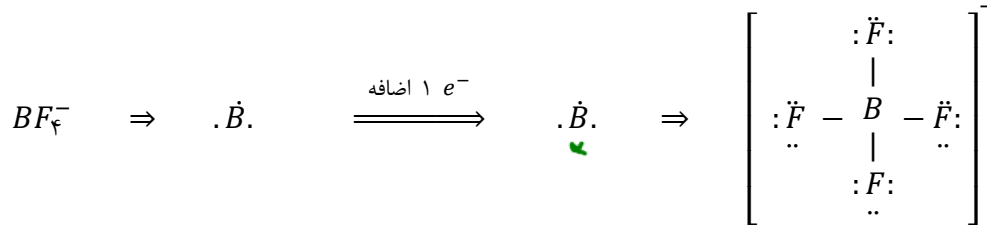
تعداد قلمرو	جفت e ناپیوندی	شکل مولکول	زاویه پیوندی	مثال	مدل فضا پر کن
۲	۰	خطی	۱۸۰°	O = C = O	
۳	۰	مثلث مسطح	۱۲۰°		
	۱	خمیده	≈ ۱۲۰°		
	۰	چهار وجهی منتظم	۱۰۹°		
۴	۱	هرمی	≈ ۱۰۹°		
	۲	خمیده	≈ ۱۰۹°		

Dr. Hossein Palouei



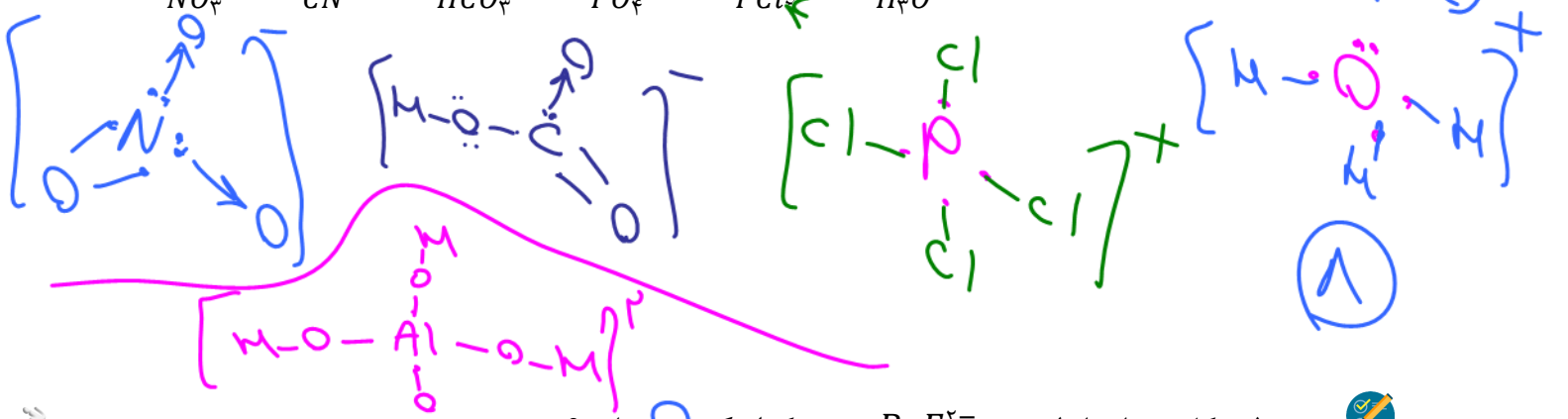
رسم ساختار لوویس یون‌های آمیزه (بنیان‌ها)

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



مثال: ساختار لوویس یون‌های زیر را رسم کنید:

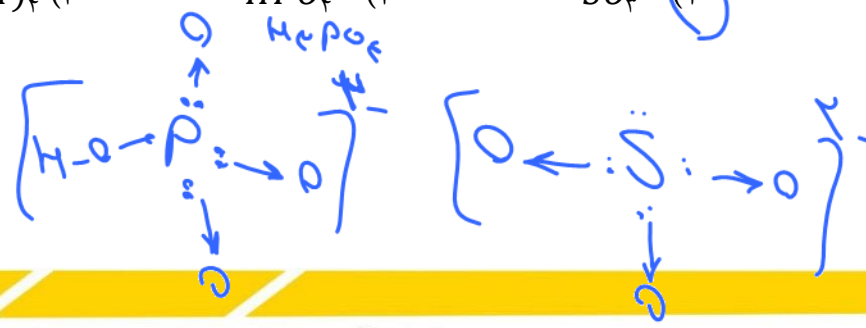
- $NO_3^-$  -  $CN^-$  -  $HCO_3^-$  -  $PO_4^{3-}$  -  $PCl_4^+$  -  $H_3O^+$



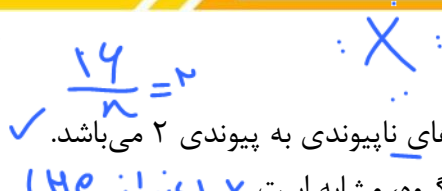
تست ۱: شکل و ساختار لوویس  $BeF_4^{2-}$  شبیه کدام گونه نمی‌باشد؟

- $NH_4^+$  (۴)       $Al(OH)_4^-$  (۳)       $HPO_4^{2-}$  (۲)       $SO_4^{2-}$  (۱)

Dr. Hassan Paloochi



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

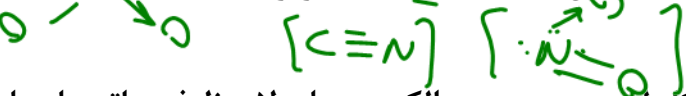


(۱) در ساختار لوویس  $\text{COCl}_2$ ، نسبت شمار الکترون‌های ناپیوندی به پیوندی ۲ می‌باشد. ✓

(۲) آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم همه عنصرهای یک گروه، مشابه است.  $\text{X}$  (عنصر از He) ✓

(۳) ساختار لوویس گوگرد دی اکسید و کربن دی سولفید متفاوت است. ✓

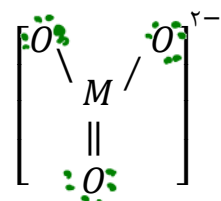
(۴) شمار جفت الکترون‌های پیوندی در یون‌های  $\text{NO}_3^-$  و  $\text{CN}^-$  برابر است. ✓



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

$$[M]^{2-} \rightarrow q = (6+1) - 8 = -1$$

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



- ۱۶ (۱)
- ۱۷ (۲)
- ۷ (۳)
- ۶ (۴)

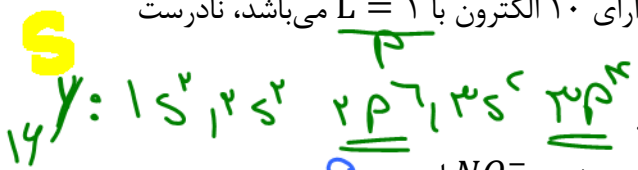
$$-2 = (6 \times 2 + M) - 24 \rightarrow M = 4$$

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

- ۱ (۱)
- ۲ (۲)
- ۳+ (۳)
- ۴+ (۴)

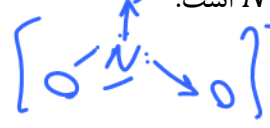
$$q = (8 \times 5) - (24) \rightarrow q = -1$$

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



(۱) مدل الکترون نقطه‌ای آن به شکل  $\text{X}::\text{Y}::\text{X}::\text{Y}$  می‌باشد.

(۲) تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت این مولکول، دو برابر الکترون‌های پیوندی  $\text{NO}_3^-$  است.



(۳) شکل آن همانند  $\text{HCN}$  است.

(۴) زاویه پیوندی آن برابر با زاویه پیوندی  $\text{O}_3$  است.



$$\text{X} = \text{Y} = \text{X}$$

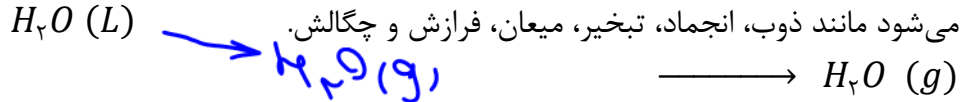
خطی  $\alpha = 180^\circ$

۱۰۹  
هندسه

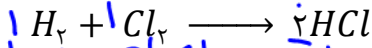


فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی

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



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

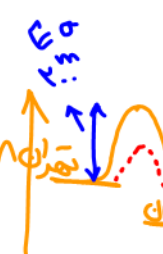


معنا	نماد
تولید می‌کند یا می‌دهد.	→
واکنش دهنده‌ها بر اثر گرم شدن واکنش می‌دهند.	$\xrightarrow{\Delta}$
واکنش در فشار ۲۰ اتمسفر انجام می‌شود.	$\xrightarrow{20 \text{ atm}}$
واکنش در دمای ۱۲۰۰ درجه سلسیوس انجام می‌شود.	$\xrightarrow{1200^\circ C}$
برای انجام شدن واکنش، از فلز پالادیم (Pd) به عنوان کاتالیزگر استفاده می‌شود.	$\xrightarrow{Pd(s)}$

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

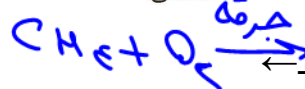
واکنش شیمیایی می‌تواند برگشت‌ناپذیر (مانند رسیدن میوه‌ها یا پختن غذا) و یا برگشت‌پذیر (مانند تبدیل  $O_2$  به  $O_3$ ) باشد.

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



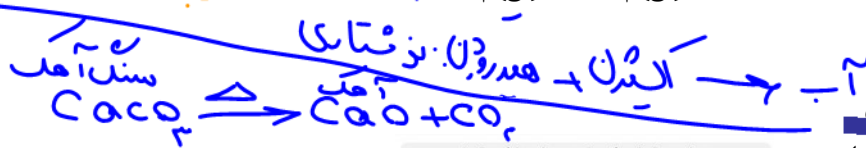
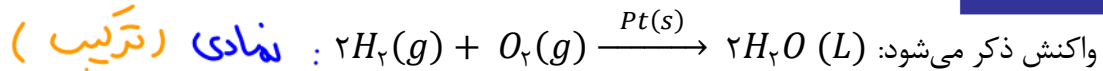
معنای برخی نمادها در معادله‌های شیمیایی  
انرژی فعال سازی (Ea)  
معدل مقدار انرژی برای واکنش

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



نمادها و معنای آنها در یک معادله: در آن نام واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌های یک فرآیند ذکر می‌شود:

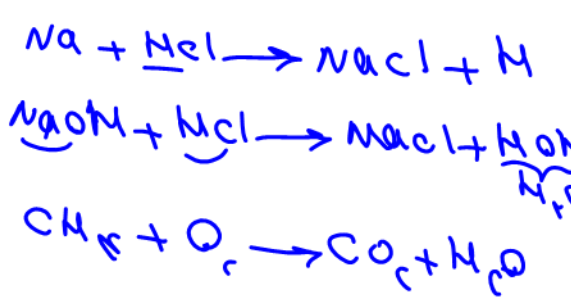
نور و گرم + کربن دی اکسید + گوگرد دی اکسید + بخار آب → اکسیژن + زغال سنگ  
معادله نمادی: به جای نام مواد شرکت کننده، فرمول شیمیایی آنها به همراه حالت فیزیکی آنها و نیز شرایط انجام



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



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

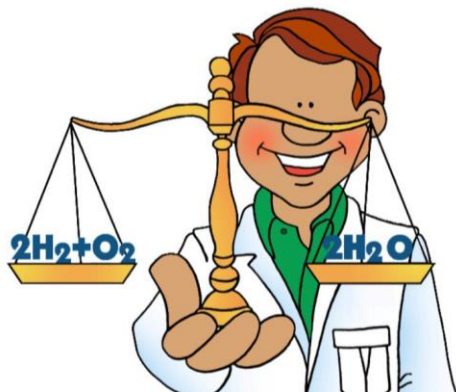


Dr. Hossein Plooyi

قانون پایستگی جرم در واکنش و موازنه واکنش

قانون پایستگی جرم در واکنش‌های شیمیایی:

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

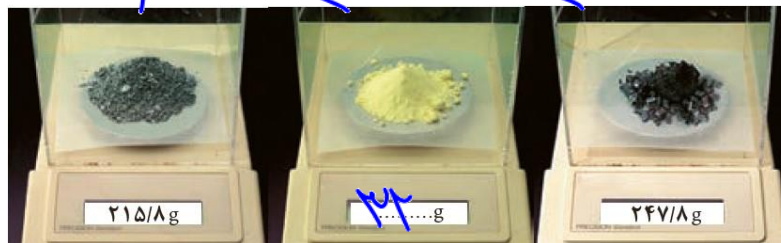


فیزیکی  
فرآیندها  
شیمیایی  
(واکنش)  
هسته‌ای



نقره سولفید ← گوگرد + نقره

مثال واکنش شیمیایی:

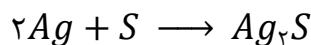


نکته: در فرآیندهای هسته‌ای، قانون پایستگی جرم صادق نیست زیرا در این فرآیندها جرم و انرژی طبق رابطه  $E = m \cdot c^2$  به یکدیگر تبدیل می‌شوند. بنابراین واکنش‌های شیمیایی و فرآیندهای هسته‌ای، دو فرآیند کاملاً متفاوت هستند.

موازنه‌ی واکنش‌ها

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

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



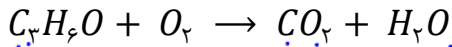
(ضریب S و  $Ag_2S$  برابر با ۱ است که از نوشتن ۱ صرف نظر می‌شود).

Dr. Hossein Plooyi

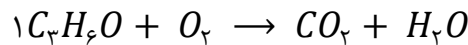
**(A) موازنه واکنش‌ها به روش وارسی:**

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

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



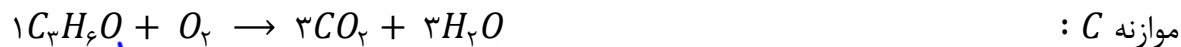
**مرحله ۲:** قرار دادن ضریب ۱: در پشت ترکیب عنصر انتخاب شده در مرحله ۱، عدد ۱ قرار می‌دهیم:



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



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



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



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

تعداد  $O$ : ۹      تعداد  $H$ : ۶      تعداد  $C$ : ۳

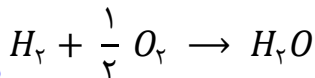
**نکته ۲:** دقت شود در طول موازنه فقط حق دادن اولین ضریب ۱ را داریم و مابقی ضرایب می‌بایست با توجه به موازنه عناصر دو طرف به دست آیند.

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

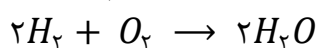
**نکته ۴:** هرگاه در طول انجام موازنه با ضریب کسری مواجه شدیم، کلیه ضرایب به دست آمده تا آن لحظه را ضربدر مخرج کسر می‌نماییم.



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



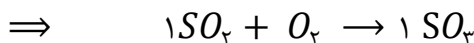
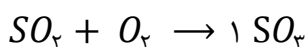
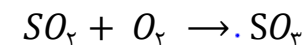
نادرست:

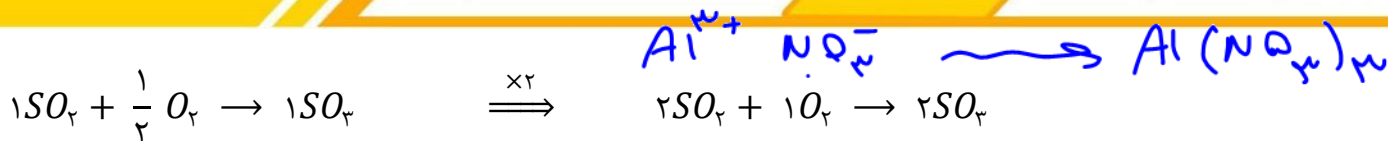


درست:

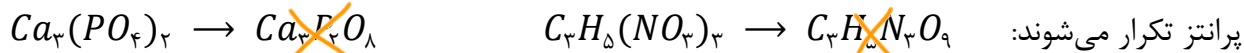


مثال: موازنه واکنش روبرو:

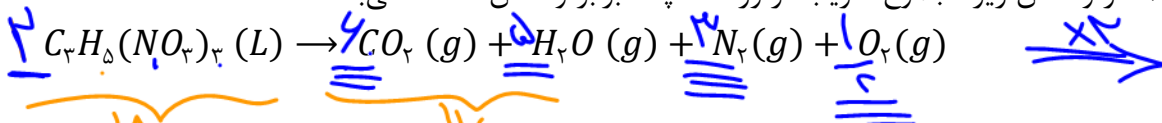




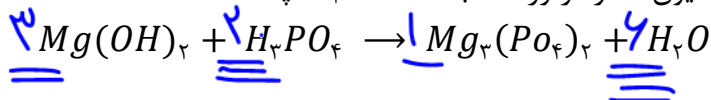
نکته ۶: اگر در فرمول شیمیایی جسمی اطراف دو یا چند عنصر پرانتز بود، به تعداد زیروند پرانتز، عناصر داخل



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



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



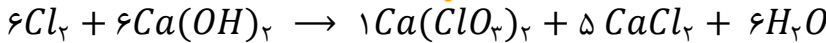
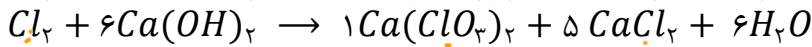
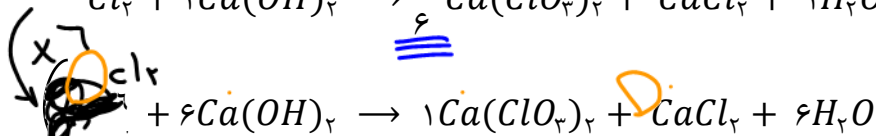
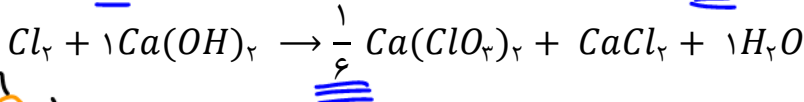
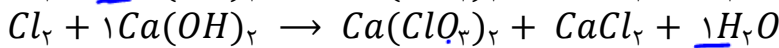
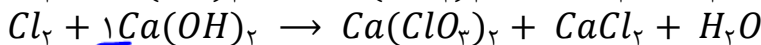
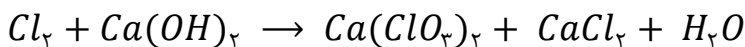
نکته ۷: ضرایب نشان دهنده‌ی نسبت تعدادی مواد شرکت کننده و همچنین نسبت مولی مواد شرکت کننده می

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

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

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

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



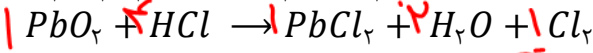
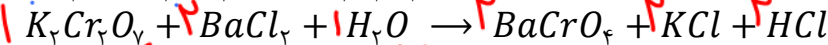
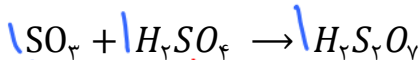
خود را بیازمایید

معادله واکنش‌های زیر را موازنه کنید:





سوال: واکنش‌های زیر را موازنه کنید:



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

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

۴ (۴)

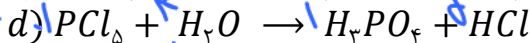
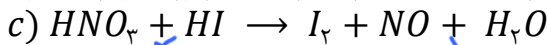
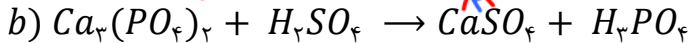
۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

تست ۲: مجموع ضرایب استوکیومتری مواد در معادله واکنش‌های  $a$  و  $d$  کدام است و در چند واکنش از چهار

واکنش فقط ماده مولکولی وجود دارد؟ (ریاضی ۱۴۰۰)



۲، ۲۴ (۴)

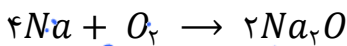
۱، ۲۴ (۳)

۲، ۱۴ (۲)

۱، ۱۴ (۱)

تست ۳: مقداری گرد سدیم به جرم ۲۳۰ گرم در مجاورت هوا قرار می‌گیرد و بعد از چند روز همه اتم‌های آن،

اکسید شده و جرم مخلوط به ۳۱۰ گرم می‌رسد. چند مول گاز اکسیژن با اتم‌های سدیم واکنش داده‌اند؟



۲۳۰g (۴)  
۱۶۰ (۴)

۳۱۰g (۳)  
۸۰ (۳)

(Na = ۲۳, O = ۱۶  $\frac{g}{mol}$ )

۲/۵ (۲)

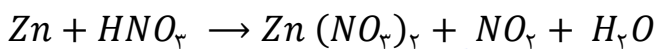
۵ (۱)

$$m_{O_2} = 310 - 230 = 80g$$

$$1.80g \times \frac{1mol}{32g} = 0.05625$$

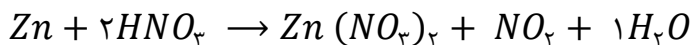
**(B) موازنه‌ی واکنش به کمک پارامتری**

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



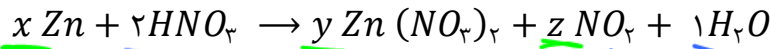
مثال: واکنش زیر را موازنه می‌کنیم:

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



داشت:

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



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

تعداد اتم  $Zn$  در دو طرف:  $x = y$

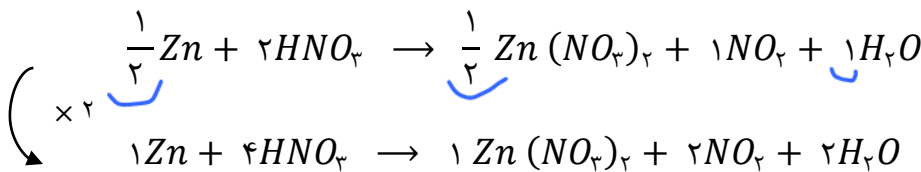
تعداد اتم  $N$  در دو طرف:  $2 = 2y + z$

تعداد اتم  $O$  در دو طرف:  $6 = 6y + 2z + 1$

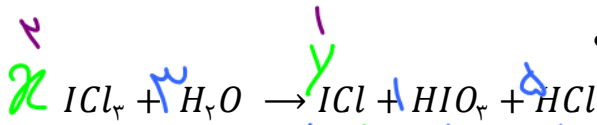
$$\left. \begin{aligned} z &= 2 - 2y \\ 6 &= 6y + 2z + 1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$

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

این مقادیر را در واکنش کلی قرار می‌دهیم:



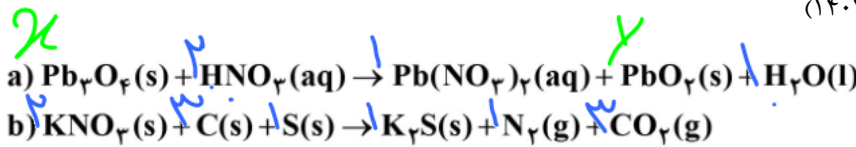
سوال: در واکنش زیر مجموع ضرایب فرآورده‌ها چند است؟



$I: x = z + 1$   
 $Cl: 3x = z + 1$   
 $\rightarrow x = 2 \rightarrow z = 1$

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

است؟ (تجربی داخل اردیبهشت ۱۴۰۳)



$Pb: 3x = y + 1$   
 $O: 4x + 6 = 2y + 2y + 1$

$4(4) \quad 3(3) \quad 2(2) \quad 1(1)$

$\times 2$   
 $10 - 11 = 1$

$y = \frac{1}{2}$   
 $x = \frac{1}{2}$

چه بر سر هواکره می آوریم؟

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

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

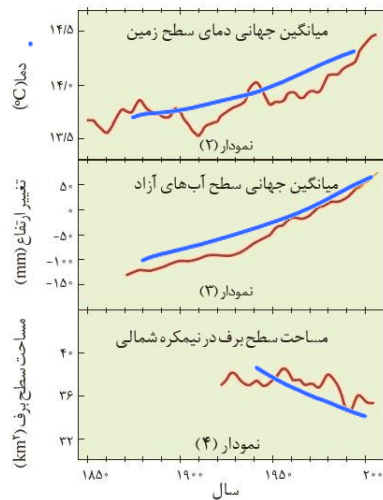
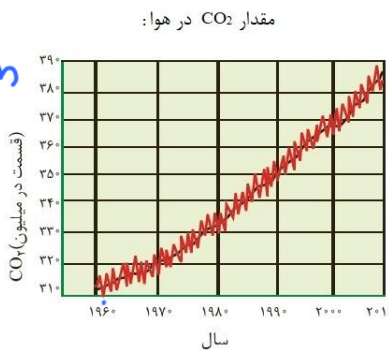
**ردپای  $CO_2$ :** نشان می دهد در تولید یک محصول یا بر اثر انجام یک فعالیت چه مقدار از این گاز تولید و وارد هواکره می شود.

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

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

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

۴- تولید برق به روش های گوناگون



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

۵- مطابق جدول کتاب درسی، ترتیب مقدار CO<sub>2</sub> تولید شده به ازای تولید مقدار مشخصی برق به شکل زیر است.

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

**نکته:** در این ترتیب مقدار CO<sub>2</sub> تولید شده برای تولید تجهیزات نیز در نظر گرفته شده است. به عنوان مثال در توربین‌های بادی برای تولید برق نیاز به سوزاندن سوخت نمی‌باشد ولی در فرآیند تولید تجهیزات مورد استفاده CO<sub>2</sub> تولید می‌شود.

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

۶- یکی از روش‌های کاهش مقدار CO<sub>2</sub> هواکره، کاشت گیاهان و درختان است. زیرا گیاهان در فرآیند فتوسنتز CO<sub>2</sub> را جذب می‌کنند. هرچه قطر درخت بیشتر باشد جذب CO<sub>2</sub> توسط آن

بیشتر است. یک درخت تنومند سالانه حدود ۵۰ Kg کربن دی‌اکسید را مصرف می‌کند.

**سوال:** برای از بین بردن ردپای CO<sub>2</sub> تولیدی یک خودرو که روزی ۱۰۰ km طی می‌کند، به چند درخت با قطر حدود ۲۲ تا ۲۸ سانتی‌متر نیاز است؟ (هر خودرو به طور متوسط به ازای هر ۱km مقدار ۲۵۰ گرم

*Handwritten calculations:*

$100 \times 250 = 25000 \text{ km}$

$25000 \text{ km} \times \frac{250 \text{ kg}}{1 \text{ km}} = 6250000 \text{ kg CO}_2$

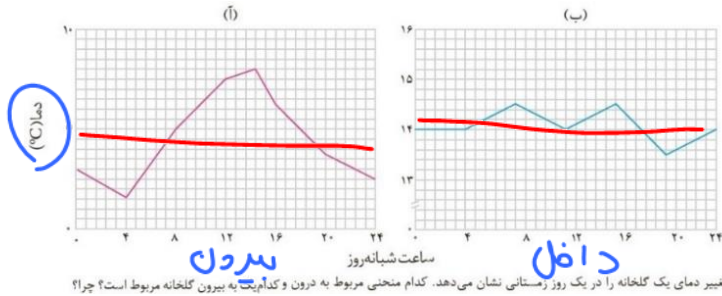
$\frac{6250000 \text{ kg CO}_2}{34.6 \text{ kg CO}_2/\text{year}} = 180635 \text{ trees}$

### اثر گلخانه‌ای

۱- گلخانه‌ها زمین‌های کشاورزی ویژه‌ای هستند که دور تا دور آنها را تا ارتفاع معینی با لایه‌ای از پلاستیک‌های شفاف می‌پوشانند و در آنها گیاهان و میوه‌های گوناگون پرورش می‌دهند (به خصوص در زمستان)

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

۳- گازهای CO<sub>2</sub>، H<sub>2</sub>O و... در هواکره همانند سقف پلاستیکی گلخانه عمل کرده و مانع از خروج کامل پرتوهای



الکترومغناطیس وارد شده به کره زمین شده و باعث گرم شدن تدریجی کره زمین می‌شوند به این مکانیسم ((اثر گلخانه)) و به گازهایی مانند CO<sub>2</sub> و H<sub>2</sub>O ((گاز های گلخانه‌ای)) گویند.

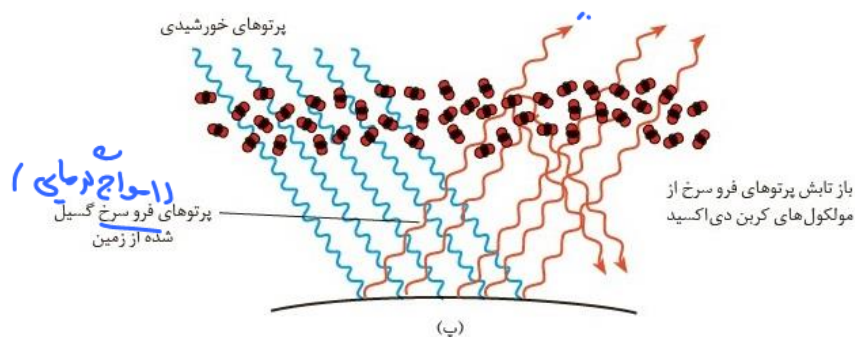
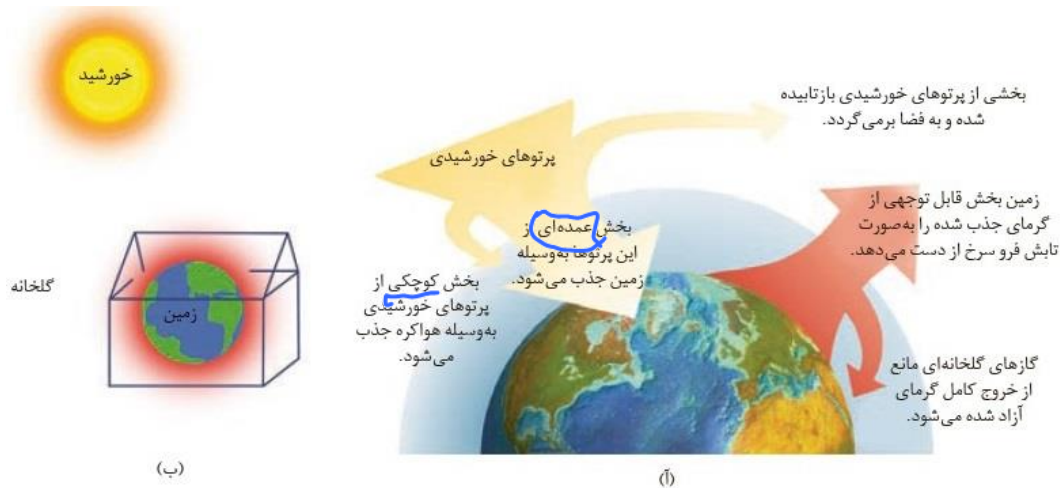
Dr. Hossein Plooyi



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

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

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



رفتار زمین در برابر پرتوهای خورشیدی، (آ) نمایی از گرمای جذب و بازتاب شده به وسیله زمین، (ب) مقایسه هواکره زمین و لایه محافظ گلخانه و (پ) عملکرد مولکول‌های  $\text{CO}_2$  در برابر تابش خورشیدی

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

- بیشتر آنها از هوا کره خارج می‌شوند.
- بخشی از آنها توسط مولکول‌های  $\text{CO}_2$  و  $\text{H}_2\text{O}$  و... باز تابش شده و مجدد سمت زمین برگشته و باعث گرم تر شدن زمین می‌شوند.



## شیمی سبز



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

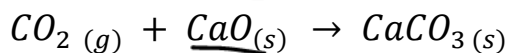
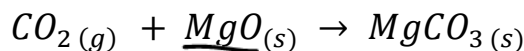
## از جمله اقداماتی که در حیطة شیمی سبز انجام می‌گیرد:

## ۱- تولید سوخت سبز:

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

۲- تبدیل  $CO_2$  به مواد معدنی:

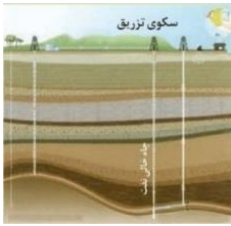
می‌توان  $CO_2$  تولیدی در نیروگاه‌ها و مراکز صنعتی را با منیزیم اکسید و کلسیم اکسید واکنش داد تا فرآورده جامد حاصل تولید شود.



به این شکل گاز  $CO_2$  وارد هوا کره نمی‌شود، اما مشکل این روش تامین  $MgO$  و  $CaO$  می‌باشد چرا که برای تولید آنها نیز گاز  $CO_2$  تولید می‌شود.

## ۳- پلاستیک‌های سبز (پلاستیک‌های زیست تخریب‌پذیر):

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



**۴- دفن کردن CO<sub>2</sub>:**

میتوان گاز CO<sub>2</sub> را در میادین قدیمی گاز و نفت یا سنگ‌های متخلخل در زیر زمین دفن کرد.

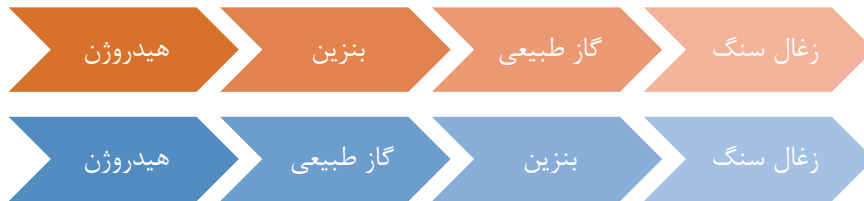
**۵- تولید سوخت و خودرو با کیفیت بهتر:**

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



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

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



گرمای آزاد شده به ازای جرم برابر:

قیمت به ازای جرم برابر:

**الف) هیدروژن (H<sub>2</sub>):** با آنکه عنصر هیدروژن فراوان ترین عنصر جهان است اما به دلیل فعالیت شیمیایی زیاد به حالت عنصری (H<sub>2</sub>) وجود نداشته و برای تولید گاز هیدروژن می‌بایست آن را از ترکیبات آن (مانند H<sub>2</sub>O) به دست آورد که هزینه بالایی دارد. از طرفی این گاز انفجارپذیر بوده و تولید، حمل و نقل و نگهداری آن دشوار و پرهزینه است و از نظر اقتصادی به صرفه نیست، هر چند به دلیل ملاحظات زیست محیطی (از سوختن آن فقط H<sub>2</sub>O تولید می‌شوند) و ملاحظات اجتماعی، مطلوب بوده و در برخی کشورها روی تولید آن سرمایه‌گذاری می‌شود.

**ب) بنزین (C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>):** بنزین مخلوطی از چند هیدروکربن ۵ تا ۱۲ کربنه می‌باشد و می‌توان فرمول آن را C<sub>8</sub>H<sub>18</sub> در نظر گرفت. از سوختن بنزین H<sub>2</sub>O، CO<sub>2</sub>، CO تولید می‌شود. بنزین به نسبت گاز H<sub>2</sub> ارزان‌تر و حمل و نقل و نگهداری آسان‌تری دارد. اما گرمای آزاد شده در اثر سوختن آن کمتر بوده و از دید محیط‌زیست (تولید CO<sub>2</sub> و CO) نیز سوخت پاک محسوب نمی‌شود.

**پ) گاز طبیعی (CH<sub>4</sub>):** بخش عمده گاز طبیعی را متان (CH<sub>4</sub>) تشکیل می‌دهد.

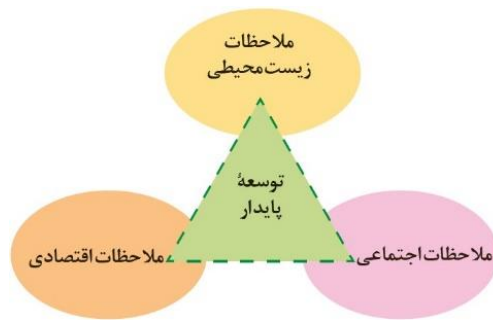
در اثر سوختن متان همانند بنزین H<sub>2</sub>O، CO<sub>2</sub> و CO تولید می‌شود.

Dr. Hossein Plooyi



(ت) **زغال سنگ**: ماده‌ای بسیار ناخالص که بیشتر آن کربن (C) می‌باشد. اما دارای هیدروکربن‌ها و گوگرد و نیتروژن نیز می‌باشد. در نتیجه از سوختن آن  $\text{CO}_2$ ،  $\text{H}_2\text{O}$ ،  $\text{CO}$  و  $\text{SO}_2$  و  $\text{NO}_2$  تولید شده و بدترین سوخت از دید محیط‌زیستی می‌باشد.

### توسعه پایدار



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

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

• تولید گاز هیدروژن و پلاستیک‌های زیست تخریب‌پذیر که گران‌تر از موارد مشابه هستند و یا تولید خودرو و هواپیماهایی که موتورهایی با انتشار مقدار کمتری  $\text{CO}_2$  همراه هستند، همگی در جهت توسعه پایدار کشورها می‌باشند.

**تست ۱:** چه تعداد از موارد زیر درست است؟

- هدف شیمی سبز این است که کیفیت زندگی را با بهره‌گیری از مواد شیمیایی مصنوعی افزایش داد و همزمان از طبیعت محافظت کرد. **X**
- سوخت سبز سوختی است که علاوه بر کربن و هیدروژن، اکسیژن هم دارد و نسبت به سوخت‌های فسیلی ارزان‌تر است. **X**
- پلاستیک‌های سبز از پسماندهای گیاهی مانند شاخ و برگ سویا و نیشکر به‌دست‌آمده و زیست تخریب‌پذیرند. **✓**
- برای کاهش ردپای  $\text{CO}_2$  در خودروها می‌توان آنها را با  $\text{CaO}$  و  $\text{MgO}$  واکنش داد تا فرآورده‌های جامد ایجاد شود. **X**

۳ (۴)

۲ (۳)

۱ (۲)

صفر (۱)

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

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

پ) گاز طبیعی و بنزین بر خلاف زغال سنگ ماده‌ی خالص هستند. **X**

ت) در فرآورده‌های حاصل از سوختن زغال سنگ، نسبت به مابقی سوخت‌ها، زیان بیشتری برای محیط‌زیست

دارند. ✓

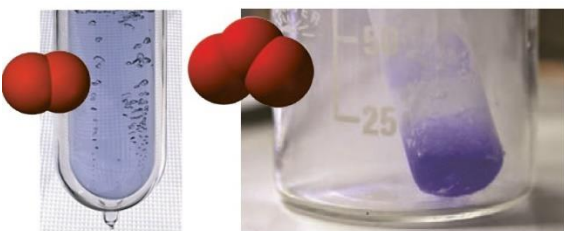
پ (۴) ت

ب (۳) الف

پ (۲) الف

پ (۱)

الماس  
C  
گرافیت



### اوزون، دگرشکلی از اکسیژن در هوا کره

تعریف دگرشکل یا آلوتروپ: به شکل‌های مختلف مولکولی یا بلوری یک **عنصر**، دگرشکل یا آلوتروپ گویند.

عنصر اکسیژن به دو شکل مولکولی  $O_2$  (گاز اکسیژن) و  $O_3$  (اوزون) در هوا کره وجود دارد و نیز عنصر کربن به دو شکلی بلوری الماس (C) و گرافیت (C) در طبیعت یافت می‌شود.

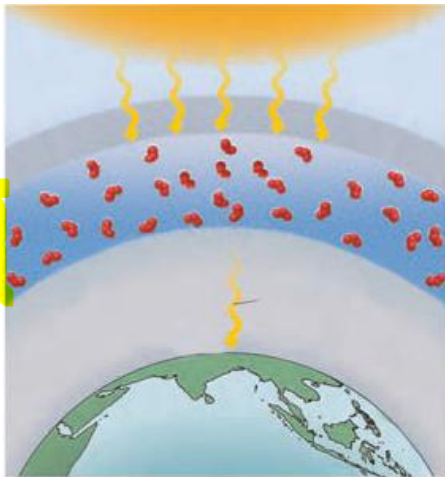
$O_3$	$O_2$	خواص / دگر شکل
		ساختار لوویس
گاز	گاز	حالت فیزیکی در دمای معمولی
-۱۱۲C	-۱۸۳C	نقطه جوش
آبی روشن	بی رنگ	رنگ در حالت گازی
آبی تیره	آبی روشن	رنگ در حالت مایع
قسمتی از استراتوسفر به نام لایه اوزون	تروپوسفر	بیشترین غلظت در هوا کره
بیشتر	کمتر	سطح انرژی (آنتالپی)
کمتر	بیشتر	پایداری
بیشتر	کمتر	واکنش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

واکنش برگشت ناپذیر (کامل): واکنشی است که فقط امکان تبدیل واکنش دهنده‌ها به فرآورده‌ها وجود دارد نه برعکس، مانند سوختن اکثر مواد، رسیدن میوه‌ها، پختن غذا و....

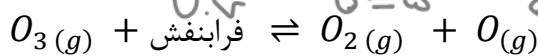
واکنش برگشت پذیر (دو طرفه): واکنشی است که هم امکان تبدیل واکنش دهنده‌ها به فرآورده‌ها وجود دارد و هم برعکس. مانند واکنش‌هایی که در باتری‌های قابل شارژ و یا تبدیل گاز اکسیژن و اوزون به یکدیگر:

تبدیل  $O_2$  و  $O_3$  به یکدیگر در لایه اوزون

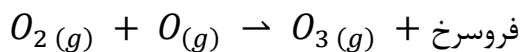
- ۱- لایه اوزون که مانند پوششی کره زمین را احاطه کرده است. به قسمت مشخصی از لایه استراتوسفر می گویند که بیشترین مقدار اوزون در آن محدوده می باشد.
- ۲- مولکول های اوزون مانع ورود بخش عمده ای (بالای ۹۵%) از تابش های فرابنفش خورشید به سطح زمین می شوند تا موجودات زنده از این پرتوهای خطرناک در امان باشند.



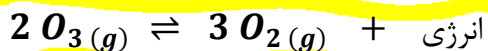
۳- با برخورد پرتوهای فرابنفش یکی از سه پیوند اشتراکی مولکول  $O_3$  شکسته و تولید  $O_2$  و  $O$  می شود:



با توجه به وجود دو الکترون منفرد در  $O$ ، بلافاصله واکنش برگشت انجام می شود و مجدد  $O_3$  تولید می شود ولی انرژی آزاد شده به شکل پرتو بی خطر فرورسرخ آزاد می شود:



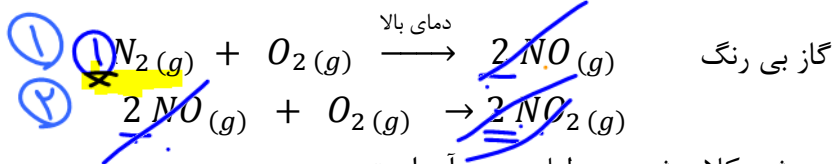
در کل می توان واکنش های انجام شده را به شکل زیر نمایش داد:



- نکته ۱:** وجود  $O_3$  در لایه استراتوسفر برای از بین بردن پرتوهای فرابنفش بسیار مفید و محافظتی است اما این گاز در لایه تروپوسفر نیز به مقدار کم یافت می شود و به دلیل واکنش پذیرتر بودن از  $O_2$ ، آلاینده ای سمی و خطرناک به شمار می رود و تنفس در مجاورت قرار گرفتن با این گاز سبب آسیب ریه ها و سوزش چشم می شود.
- نکته ۲:** به دلیل واکنش پذیرتر بودن  $O_3$  نسبت به  $O_2$ ، در صنعت از گاز اوزون برای گندزدایی میوه ها و سبزیجات و از بین بردن جانداران ذره بینی آب استفاده می شود.
- نکته ۳:** با توجه به تفاوت ساختار و خواص دو دگرشکل اکسیژن ( $O_2$  و  $O_3$ ) می توان گفت: ساختار هر ماده، تعیین کننده خواص و رفتار آن است.

تولید اوزون در تروپوسفر

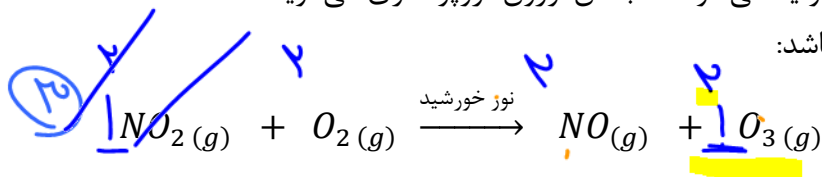
مرحله ۱: گاز نیتروژن که به دلیل واکنش پذیری ناچیز در شرایط معمولی با اکسیژن هوا واکنش نمی دهد، در هنگام رعدوبرق و یا در دمای بالای موتور خودروها و... با اکسیژن تولید نیتروژن مونواکسید می کند:



مرحله ۲: تبدیل NO به NO<sub>2</sub>:

NO<sub>2</sub> تولیدی قهوه‌ای رنگ بوده و هوای قهوه‌ای روشن کلان شهر به دلیل وجود آن است.

مرحله ۳: در حضور نور خورشید، نهایتاً گاز O<sub>3</sub> تولید می شود که به آن اوزون تروپوسفری می گویند که برخلاف اوزون استراتوسفری مضر و خطرناک می باشد:



تست ۱: چه تعداد از ویژگی‌های زیر در مولکول اوزون نسبت به مولکول اکسیژن بیشتر است؟  
 غلظت در تروپوسفر - سطح انرژی - پایداری - واکنش پذیری - نقطه جوش - شدت رنگ در حالت مایع  
 نسبت جفت الکترون‌های ناپیوندی به پیوندی

۶ (۴)                      ۵ (۳)                      ۴ (۲)                      ۳ (۱)

تست ۲: چه تعداد از موارد زیر نادرست‌اند؟

- گاز اوزون موجود در تروپوسفر و استراتوسفر از نظر فواید و مضرات برای موجودات زنده، کارکردی متفاوت دارد. ✓
- در واکنش  $O_3 \rightarrow O_2 + O$  پرتو فرابنفش تولید می شود. ✗
- در هر سه مرحله از تولید اوزون تروپوسفری گاز اکسیژن مصرف می شود. ✓
- هر سه مرحله از تولید اوزون تروپوسفری نیاز به دمای بالای رعد و برق یا موتور خودرو وجود دارد. ✗
- به ازای تولید یک مول اوزون تروپوسفری، یک مول گاز نیتروژن مصرف می شود. ✗

۳ (۴)                      ۲ (۳)                      ۱ (۲)                      صفر (۱)

تست ۳: چند مورد از مطالب زیر درست است؟

- ساختار فیزیکی هر ماده، تعیین کننده خواص و رفتار آن است. ✗
- افزایش مقدار CO<sub>2</sub> در هواکره باعث افزایش PH آب می شود. ✗
- میزان اثرگذاری هر انسان بر قسمت‌های مختلف کره زمین را ردپا گویند. ✗
- روغن‌های گیاهی نیز همانند پلاستیک‌های سبز، به وسیله جانداران ذره‌بینی در طبیعت تجزیه می شوند. ✓
- در اثر سوختن زغال سنگ، ۳ اکسید اسیدی (CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>) تولید می شود. ✓

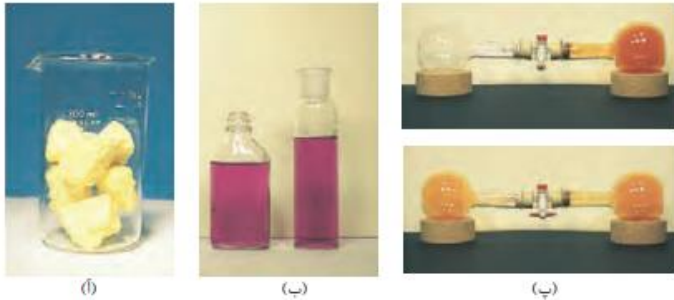
۴ (۴)                      ۳ (۳)                      ۲ (۲)                      ۱ (۱)

Dr. Hossein Palouei



رفتار گازها

مقایسه حالت فیزیکی مختلف مواد



شکل ۲۲-۱) شکل و حجم یک ماده جامد به شکل ظرف بستگی ندارد، (ب) مایع‌ها به شکل ظرف محتوی آنها درمی‌آیند و (پ) به محض باز کردن شیر در لوله رابط بین دو ظرف، گاز در هر دو محفظه پخش می‌شود.

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

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

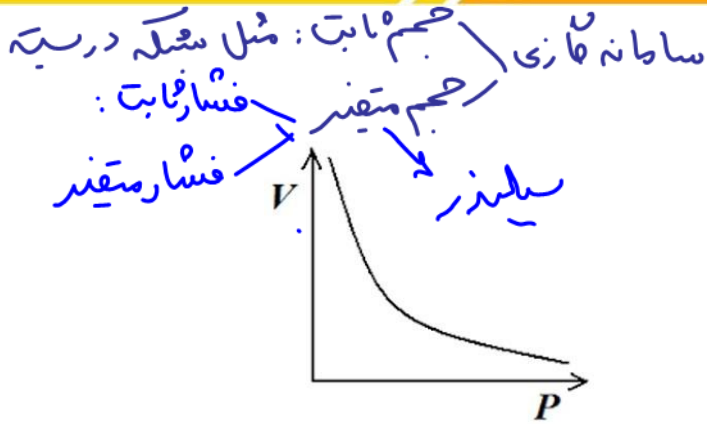
ویژگی حالت	فاصله بین ذرات	نیروی بین ذرات	جابجایی ذرات	شکل مشخص	حجم مشخص	تابع شکل ظرف	امکان تراکم
جامد (S)	حداقل	حداکثر	صفر	دارد	دارد	نیست	ندارد
مایع (L)	اندکی بیشتر	زیاد	وجود دارد	ندارد	دارد	است	ندارد
گاز (g)	بسیار زیاد	ناچیز	حداکثر	ندارد	ندارد	است	دارد

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

$$\boxed{P \cdot V \neq n \cdot T} \quad \text{یا} \quad \boxed{V \simeq \frac{n \cdot T}{P}} \quad , \quad \boxed{\frac{P_1 \cdot v_1}{n_1 \cdot T_1} = \frac{P_2 \cdot v_2}{n_2 \cdot T_2}}$$

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

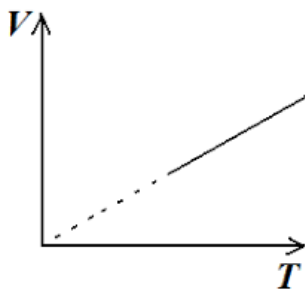
Dr. Hossein Plooyi



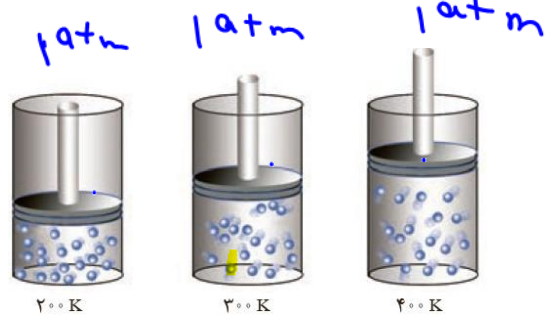
۱- رابطه بین فشار و حجم یک گاز (در دمای ثابت):



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



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

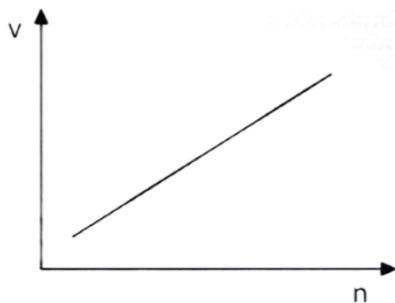


به عبارتی با افزایش دما به یک سازمانه که امکان تغییر حجم در آن وجود دارد، جنبش ذرات بیشتر شده و حجم سازمانه افزایش می‌یابد.

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

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

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



تست: کدام گزینه درست است؟

(۱) توصیف مناسب یک نمونه گاز یعنی ذکر دما و فشار آن

(۲) اگر دمای یک مول گاز افزایش یابد، حتما حجم آن افزایش می یابد. **X**

(۳) در دما و فشار برابر، دو مول گاز CO<sub>2</sub> دو برابر یک مول از آن حجم اشغال می کند.

(۴) حجمی که یک گاز اشغال می کند رابطه مستقیم با دما، مقدار و فشار آن دارد.

آووگادرو (قانون حجم مولی گازها)

$1 \text{ mol He} \approx 1 \text{ mol CH}_4$

$V \propto n \cdot T$

حجم ثابت

حجم متغیر

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

۱- طبق قانون آووگادرو، حجمی که n مول گاز اشغال می کند هرگز ارتباطی با فرمول شیمیایی و تعداد اتم های مولکول آن ندارد. عنوان مثال ۰/۵ مول از هر یک از گازهای C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>، CH<sub>4</sub>، CO<sub>2</sub>، O<sub>3</sub>، He اگر دما و فشار برابری داشته باشند، حجم های برابری خواهند داشت، هر چند تعداد اتم های هر سامانه متفاوت است.

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

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

شماره نمونه	۱	۲	۳	۴	۵
گاز	H <sub>2</sub>	Ne	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</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 STP بود، درست است

۱ atm

۰°C

تست ۱: کدام گزینه درست است؟

- (۱) حجم مولی گازها در دما و فشار ثابت 22/4 لیتر است. **X**
- (۲) در دما و فشار برابر، تعداد اتم های موجود در ۱۰ لیتر CO<sub>2</sub> برابر تعداد اتم های ۱۰ لیتر گاز N<sub>2</sub> است.
- (۳) در شرایط استاندارد ۱۰ گرم هیدروژن، حجمی برابر با حجم ۱۰ گرم گاز اکسیژن دارد.
- (۴) تعداد مولکول در 5L گاز CO برابر با تعداد مولکول ها در 5L گاز CO<sub>2</sub> است.

Dr. Hossein Plooyi

حجم گاز n = ...

مجموعه مولی متغیر

$n_{H_2} = \frac{10}{2} = 5$

$n_{N_2} = \frac{10}{28} = \frac{5}{14}$

تست ۲: کدام مطلب زیر درست است؟ ( $N = 14$  ،  $O = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )

الف) در  $22/4$  لیتر گاز  $C_2H_6$  تعداد  $3N_A$  اتم وجود دارد. **X (التر است، درست میبود)**  
 ب) در شرایط STP تعداد مولکولها در  $20L$  از گازهای  $O_3$  و  $Cl_2$  برابر است. ✓

پ) در دما و فشار ثابت و برابر نسبت جرم  $\frac{NO_2}{N_2}$  در  $7$  لیتر از هر دو گاز حدود  $1/65$  می باشد. ✓

ت) در دما و فشار ثابت و برابر تعداد اتمها در  $10$  لیتر  $CH_4$  برابر با تعداد اتمها در  $25$  لیتر  $N_2$  است. ✓

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

Handwritten calculations for mole ratios:

$$n_{NO_2} : n_{N_2} = \frac{m}{M} = \frac{7}{46} \Rightarrow \frac{7}{46}$$

$$n_{CH_4} : n_{N_2} = \frac{m}{M} = \frac{10}{16} = \frac{5}{8}$$

نتیجه:  $n_{NO_2} = n_{N_2}$  (مفروضه از هر دو گاز)

Other calculations:  $\frac{25}{16} \times 2 = \frac{25}{8}$ ,  $\frac{25}{8} \times 8 = 25$

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

$$d_{\text{چگالی گاز}} = \frac{m(\text{جرم گاز})}{v(\text{حجم گاز})}$$

یا  $\frac{32}{16}$

$$d_{\text{چگالی گاز}} = \frac{M(\text{جرم مولی گاز})}{V(\text{حجم مولی گاز})}$$

یا  $\frac{32}{22.4}$

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

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

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

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



حل مسائل گازها

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

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

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

مثال کسر جرمی برای  $C_2H_6$ :  $\frac{\text{گرم}}{1 \times 30}$

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

نکته ۳: کسر حجمی فقط برای گازها می باشد.

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

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

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

$$XL \cdot C_2H_6 = 1.806 \times 10^{23} \times \frac{1 \text{ mol H}}{6.02 \times 10^{23}} \times \frac{1 \text{ mol } C_2H_6}{6 \text{ mol H}} \times \frac{22.4 L C_2H_6}{1 \text{ mol } C_2H_6} = 1.12 L C_2H_6$$

روش کسر تبدیل:

$$\frac{\text{تعداد H}}{1.806 \times 10^{23}} = \frac{L_{C_2H_6}}{X} \Rightarrow X = 1.12 L_{C_2H_6}$$

روش کسر هم ارز:

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

$$CO_c = 44 \frac{g}{mol}$$

۹۶۰ (۴)

۶۶۰ (۳)

۲۴۰ (۲)

۴۸۰ (۱)

$$\frac{X}{2 \times 16} = \frac{300 \times 2}{1 \times 44}$$

$X = 48.0$

$$90 = 300 \times \frac{1 \text{ mol } CO_2}{44 \text{ g } CO_2} \times \frac{2 \text{ mol O}}{1 \text{ mol } CO_2} \times \frac{16 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}} = 1480$$

حجم  
معمولی گاز  
 $n = \frac{V}{V_m}$   
 $H=1, C=16, Na=23, Cl=$

حجم  
معمولی  
 $n = \frac{m}{M}$

تست ۲: شمار مول‌ها در کدام نمونه بیشتر است؟

$n = \frac{m}{M} = \frac{2/34}{58.15} = 0.04$

(۲) 2/34 گرم سدیم کلرید

$n = \frac{m}{M} = \frac{1/38}{107.9} = 0.009$

(۱) 1/38 گرم فلز سدیم

(۴) 0/56 لیتر گاز هیدروژن در شرایط STP

(۳) ۲ لیتر گاز کلر با چگالی  $\frac{2}{84} \frac{g}{L}$

$n = \frac{V}{V_m} = \frac{0.56}{22.4} = 0.025$

$n = \frac{m}{M} = \frac{2 \times \frac{2}{84}}{71} = 0.006$

تست ۳: 1/5 گرم گاز NO حجمی برابر 1/1 لیتر دارد. در همین شرایط چگالی گاز هیدروژن چند  $g \cdot l^{-1}$  می‌باشد؟

(H = 1, N = 14, O = 16  $\frac{g}{mol}$ )

حجم مولی بی

(۴) 0/08

(۳) 0/09

(۲) 0/1

(۱) 0/11

$\frac{1}{1} = \frac{1.5}{V} \Rightarrow V = 1.5$

$\frac{1}{11} = \frac{2}{22} = \frac{1}{11}$

تست ۴: در دما و فشار ثابت و برابر، تعداد مولکول‌ها در ۲۰ لیتر گاز NO<sub>2</sub> چند برابر تعداد اتم‌ها در ۵ لیتر گاز

NH<sub>3</sub> می‌باشد؟

$\frac{20}{22.4} = \frac{5}{22.4} \Rightarrow x_1 = \frac{20}{5} \times N_A$

$\frac{5}{22.4} = \frac{x_2}{22.4} \Rightarrow x_2 = \frac{5}{22.4} \times N_A$

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

- شمار اتم‌های کلر 0/56 لیتر گاز کلر در شرایط STP برابر شمار اتم‌ها در ۱ گرم Ne است. ✓
- چگالی گاز نیتروژن در شرایط STP برابر  $\frac{1}{25} \frac{g}{L}$  است. ✓
- 9/3 لیتر گاز C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> در شرایط STP حدود ۱۰ گرم کربن دارد. ✓
- با قرار دادن بادکنک پر شده‌ای از هوا در نیتروژن مایع، حجم بادکنک کاهش می‌یابد. ✓

(۴) (۳) (۲) (۱)

تست ۶: اگر تعداد اتم‌های هیدروژن در ۵ لیتر گاز C<sub>3</sub>H<sub>x</sub> برابر با تعداد اتم‌ها در ۲۰ لیتر گاز Cl<sub>2</sub> باشد، x چند

است؟ (حجم مولی برای هر دو گاز برابر  $\frac{L}{mol}$  25 است)

(۴) (۳) (۲) (۱)

$$k^1 = \frac{\text{حجم}}{\text{تعداد مولی}}$$

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

۵۰ (۴)      ۷۵ (۳)      ۸۰ (۲)      ۹۰ (۱)

مقدار مول  $O_2$  و مول  $O_3$  را بدست می آوریم در صد حجمی گازها، همان درصد مولی است (اگر حجم مولی برابر باشد)

$$n_{O_2} = \frac{\text{جرم مولی}}{\text{جرم مولی}} = \frac{4,8}{48} = 0,1 \text{ mol } O_2$$

$$n_{O_3} = \frac{\text{جرم مولی}}{\text{جرم مولی}} = \frac{12,8}{48} = 0,267 \text{ mol } O_3$$

$$n_{O_2} = 0,1 \text{ mol } O_2 \Rightarrow \text{در صد حجمی} = \frac{0,1 \times 100}{0,1 + 0,267} = 27,1\%$$

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

۲/۵ (۴)      ۲ (۳)      ۱/۵ (۲)      ۱ (۱)

$$\frac{P_1 \times V_1}{n_1 \times T_1} = \frac{P_2 \times V_2}{n_2 \times T_2} \Rightarrow V_2 = 7,5 \text{ L}$$

$$P_2 = P_1 - 20\% P_1 = 1,6 \text{ atm}$$

$$P_2 = 1,6 \text{ atm} \Rightarrow 1,6 \times 2 = 3,2$$

جمع بندی:  $V_2 = V_1 - 20\% V_1 = 7,5 - 0,75 = 6,75$

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

$$P v \cong n T$$

یا

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

(۲) به دست آوردن چگالی یک گاز:

$$d = \frac{m}{v}$$

یا

$$d = \frac{M}{V}$$

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

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

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

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

$$n = \frac{\text{تعداد ذره}}{N_A}$$

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

می توان از دو رابطه زیر استفاده کرد:

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

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

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

حجم گاز ↑ ↔ تعداد مولکول ها ↑ ↔ مول گاز ↑      اگر حجم مولی یکسان باشد:

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

- در ۳۰۰ میلی لیتر گاز  $\text{CH}_4$  تعداد مولکولها بیشتر از ۰/۲ لیتر گاز  $\text{O}_3$  است.
  - تعداد مولکولها در ۴ لیتر گاز  $\text{CO}_2$ ، نصف تعداد مولکولها در ۸ لیتر گاز  $\text{C}_2\text{H}_6$  است.
  - تعداد مولکول در ۱۰ لیتر گاز  $\text{N}_2$  بیشتر از تعداد مولکول در ۱۶ گرم گاز  $\text{O}_2$  است.
  - تعداد اتمها در ۳ لیتر گاز  $\text{CH}_4$  برابر با تعداد اتمها در ۵ لیتر گاز  $\text{CO}_2$  است.
- ۲ (۱)      ۳ (۲)      ۴ (۳)      ۵ (۴)

تست ۲: اگر تعداد اتمهای H در ۲/۸ لیتر گاز  $\text{C}_2\text{H}_4$  برابر با  $2/4 \times 10^{23}$  عدد باشد، حجم مولی در شرایط موردنظر چند لیتر است؟

- ۲۸ (۱)      ۱۸/۶ (۲)      ۷ (۳)      ۲۵ (۴)

تست ۳: (تجربی داخل اردیبهشت ۱۴۰۳)

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

شماره نمونه	۱	۲	۳	۴	۵
گاز	CO	Ne	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	He
ظرف محتوی گاز					

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

تست ۴: (ریاضی داخل اردیبهشت ۱۴۰۳)

کدام مورد درباره توصیف یک نمونه گاز، درست است؟

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



استوکیومتری واکنش

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

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

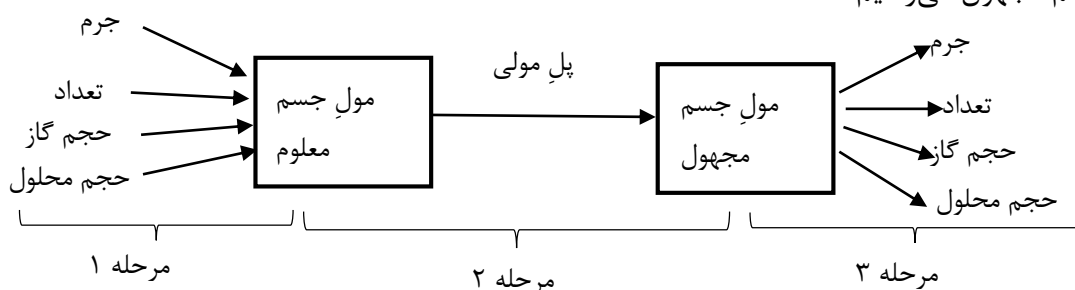
به عنوان مثال در واکنش  $1N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$  می توان گفت:

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

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

حل مسائل استوکیومتری واکنش

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



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

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

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

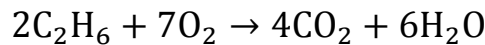
روش ۳: به روش فرمولی: با استفاده از یکی از فرمول‌های زیر، مقدار مول جسم معلوم را به دست آورده و سپس با کمک ضرایب، مقدار مول جسم مجهول را به دست می‌آوریم و در نهایت با استفاده از یکی از فرمول‌های زیر، به اطلاعات خواسته‌شده جسم مجهول می‌رسیم.

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

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

$$n = \frac{\text{تعداد}}{N_A}$$

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



روش ۱:

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

روش ۲:

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

روش ۳:

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

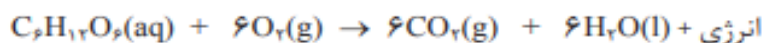
$$\rightarrow \frac{7}{200} = \frac{v}{22/4} \rightarrow v_{O_2} = 0/784 L \cdot O_2$$

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

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

### با هم ببیندیشیم

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



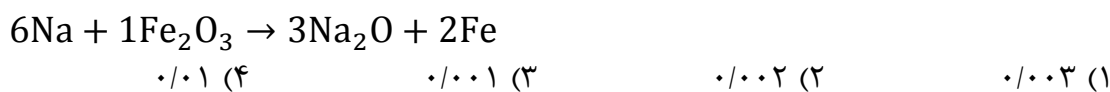
آ) بدن انسان در هر شبانه روز به طور میانگین ۲/۵ مول گلوکز مصرف می‌کند. برای مصرف این مقدار گلوکز به چند مول اکسیژن نیاز است؟

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

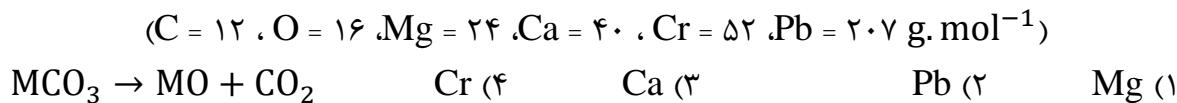
تست ۱: برای تهیه L ۷/۶۸ گاز اکسیژن، چند گرم  $KClO_3$  تجزیه می‌شود؟ (چگالی  $O_2$  در شرایط آزمایش  $\frac{g}{L}$  ۱/۲۵ است) ( $K = ۳۹$ ،  $Cl = ۳۵/۵$ ،  $O = ۱۶$  g. mol<sup>-1</sup>) (ریاضی ۹۰)



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



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



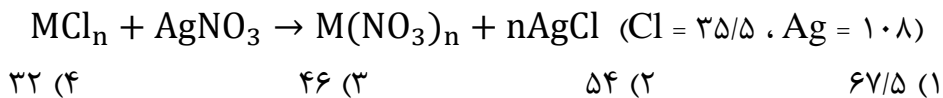
تست ۴: بر اساس واکنش گازی  $2NH_3 + 3N_2O \rightarrow 4N_2 + 3H_2O$  مخلوطی از واکنش‌دهنده‌ها به طور کامل با هم واکنش داده و ۲/۸ لیتر فرآورده گازی در شرایط STP تولید می‌کنند. مخلوط دو گاز اولیه در همین شرایط چند لیتر حجم داشته و چند درصد حجمی آن را گاز آمونیاک تشکیل می‌دهد؟ (ریاضی ۹۳)



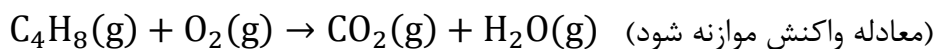
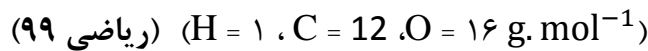
تست ۵: در واکنش  $\text{Fe(s)} + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$  در اثر مصرف ۰/۳ لیتر گاز اکسیژن با چگالی  $\frac{\text{g}}{\text{L}}$  ۱/۶، چند عدد یون تولید می‌شود؟ ( $\text{O} = 16 \text{ g. mol}^{-1}$ )

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

تست ۶: اگر محلول کلرید فلز M که دارای ۲/۷ گرم از این نمک است با مقدار کافی  $\text{AgNO}_3$ ، تولید ۵/۷۴ گرم نقره کلرید کند، نسبت جرم مولی این فلز به ظرفیت آن کدام است؟



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

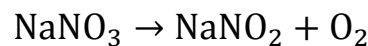
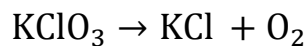


- (۱) فشار گاز در ظرف I در مقایسه با ظرف II بیشتر است.
- (۲) برای واکنش کامل دو گاز با یکدیگر، مقدار کافی از اکسیژن وجود ندارد.
- (۳) شمار اتم‌های سازنده مولکول‌های گاز در ظرف II، ۴ برابر شمار آنها در ظرف I است.
- (۴) مجموع حجم دو گاز اولیه در شرایط STP، برابر حجم ۱۲/۳۲ گرم گاز CO در همان شرایط است.

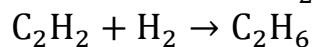
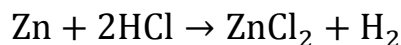


در واکنش با دو جسم مشترک و هم‌ضریب کردن آن:

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



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



(۴)  $۸۷/۵$ ،  $۲/۲۴$

(۳)  $۶۷/۵$ ،  $۲/۲۴$

(۲)  $۸۷/۵$ ،  $۴/۴۸$

(۱)  $۶۷/۵$ ،  $۴/۴۸$

تست ۱۰: گازهای  $N_2$  و  $O_2$  در شرایط مناسب با یکدیگر واکنش کامل می‌دهند. اگر تفاوت جرم دو گاز در آغاز واکنش، برابر  $0/۱۲۵$  گرم باشد، چند گرم گاز  $NO$  (به عنوان تنها فرآورده واکنش) تولید می‌شود؟ و از واکنش همین مقدار گاز  $NO$  با مقدار کافی اکسیژن، چند لیتر گاز  $NO_2$  در شرایط STP تولید می‌شود؟ ( $g \cdot mol^{-1}$ )

(ریاضی ۱۴۰۱)

( $N = 14$ ،  $O = 16$ )

(۴)  $۱/۴$ ،  $۱/۸۷۵$

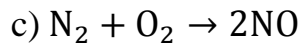
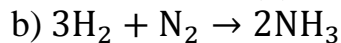
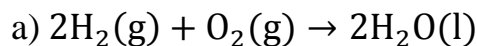
(۳)  $۲/۸$ ،  $۱/۸۷۵$

(۲)  $۱/۴$ ،  $۳/۷۵$

(۱)  $۲/۸$ ،  $۳/۷۵$

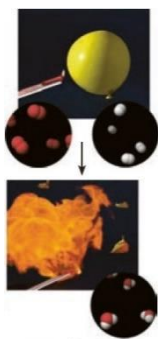
تولید آمونیاک، کاربردی از واکنش گازها در صنعت

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



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

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



سوختن گاز هیدروژن

اقدامات فریتس هابر برای تولید آمونیاک

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

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



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

نمای تولید آمونیاک در صنعت به روش هابر

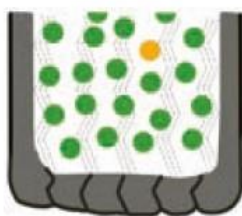
**نکته:** از جمله کاربردهای آمونیاک در صنعت و کشاورزی، تزریق آن به طور مستقیم به خاک می‌باشد (نوعی کود شیمیایی نیتروژن‌دار). کاربردهای  $\text{NH}_3$  به قدری بااهمیت می‌باشد که جایزه نوبل شیمی به فریتس هابر اعطا شد.

**تست:** کدام مطالب زیر درست‌اند؟

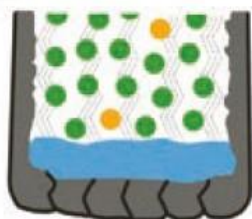
الف) یکی از چالش‌های هابر این بود که  $\text{H}_2$  و  $\text{N}_2$  حتی در دما و فشار بالا واکنش نمی‌دهند.  
 ب) کشاورزان گاز نیتروژن را به طور مستقیم به خاک تزریق می‌کنند.  
 پ) گاز نیتروژن واکنش‌پذیری ناچیزی دارد و علت استفاده از آن در بسته‌بندی مواد غذایی، ارزان تر بودن آن نسبت به آرگون است.  
 ت) شرایط بهینه‌ای که هابر برای تولید آمونیاک ایجاد کرد، دمای  $450^\circ\text{C}$  و فشار  $200\text{ atm}$  و ورقه‌های آهن بود.

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

### پر کردن تایر خودرو با گاز نیتروژن



● نیتروژن ۹۵٪  
● اکسیژن ۵٪



● نیتروژن ۷۸٪  
● اکسیژن ۲۱٪  
● آب

گاز نیتروژن برخلاف گاز اکسیژن واکنش‌پذیری ناچیزی دارد. در شرایط معمول، داخل تایر خودرو را با هوا پر می‌کنند که ۷۸٪ حجمی گاز  $\text{N}_2$  و ۲۱٪ حجمی گاز اکسیژن دارد. از طرفی گاز اکسیژن می‌تواند با موادی مانند  $\text{H}_2$  تولیدشده در تایر واکنش داده و آب تولید کند:

$$2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$$

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

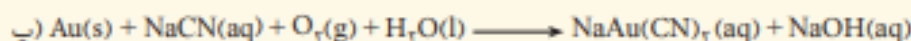
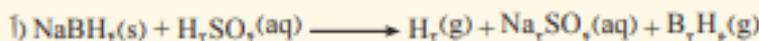
**تست:** کدام مورد درست است؟ (ریاضی ۱۴۰۲)

(۱) بیش از ۷۵ درصد تابش فرابنفش گسیل‌شده از خورشید به زمین، توسط لایه اوزون در استراتوسفر جذب می‌شود.

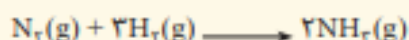
(۲) در فرآیند هابر برای جداسازی نیتروژن از هیدروژن، مخلوط شامل فرآورده را تا  $200^\circ\text{C}$  سرد می‌کنند.  
 (۳) نسبت درصد جرمی گاز نیتروژن در هوا به درصد جرمی این گاز در تایر خودرو، به تقریب برابر  $0/95$  است.  
 (۴) گاز نیتروژن فراوان‌ترین جزء سازنده هواکره است که واکنش‌پذیری و کاربرد صنعتی ناچیزی دارد.

## تمرین های دوره ای

۱- واکنش های زیر را موازنه کنید.



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



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

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

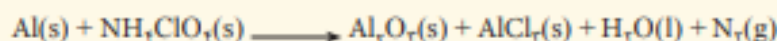


۳- شتر جانوری است که می تواند چندین روز را بدون نوشیدن آب در هوای گرم بیابان سپری کند. در این شرایط، چربی ذخیره شده در کوهان این جانور مطابق واکنش زیر اکسایش یافته و افزون بر تولید انرژی، آب مورد نیاز جانور را نیز تأمین می کند:



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

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



(معادله شیمیایی، موازنه نشده است.)

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

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



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

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

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

۶- در برخی کشورها از اتانول ( $C_2H_5OH$ ) به عنوان سوخت سبز به جای سوخت های فسیلی استفاده می شود.

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

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

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

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

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

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

پ) فرض کنید این کشور در راستای توسعه پایدار سالانه دو نوع مالیات از مالکان خودرو دریافت می کند. مالیات سالانه برابر با ۱۰۰ یورو و مالیات متغیر که به میزان گاز کربن دی اکسید تولید شده از خودرو بستگی دارد. اگر خودروهای دارای برچسب A از پرداخت مالیات متغیر معاف باشند، خودرو با برچسب E سالانه چند یورو مالیات می پردازد؟ (راهنمایی: هر خودرو به ازای تولید هر صد کیلوگرم  $CO_2$  اضافی دو یورو مالیات متغیر می پردازد.)

## تست جامع فصل



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

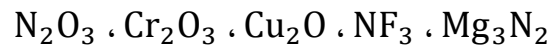
نیتريد است؟ ( $N = 14, Na = 23, Mg = 24, S = 32 \text{ g. mol}^{-1}$ ) (ریاضی ۹۹ خ)

۵ (۴)                      ۳/۷۵ (۳)                      ۲/۵ (۲)                      ۰/۲۷ (۱)

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

۲۵ (۴)                      ۲۳ (۳)                      ۱۲/۶ (۲)                      ۱۱/۶ (۱)

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



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

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

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

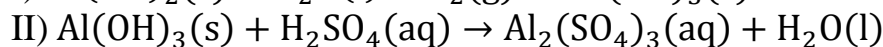
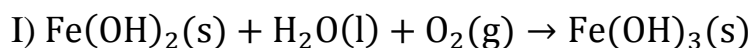
تست ۵: اگر ۱۶ گرم از عنصر A با ۷ گرم عنصر X واکنش کامل داده و ترکیب AX تشکیل دهد و ۱۲ گرم از عنصر Z با ۲/۸ گرم از عنصر X واکنش کامل داده و ترکیب  $XZ_3$  را به وجود آورد، جرم مولی X چند برابر جرم مولی Z و جرم مولی  $XZ_3$  برابر چند گرم است؟ ( $A = 128 \frac{g}{mol}$ ) (تجربی ۱۴۰۰)

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

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

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

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



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

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

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

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

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

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

تست ۸: چه تعداد از مطالب زیر نادرست است؟

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

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

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

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

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

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

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

تست ۱۰: چه تعداد از مطالب زیر درست اند؟

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