شیمی ۱

استاد: دکتر حسن پلوئی

هواکره (اتمسفر)

۱- هواکره که معمولاً به آن «هوا» یا جو نیز می‌گوییم، لایه‌ای فیروزه‌ای یا آبی رنگ با ارتفاعی حدود ۵۰۰ km اطراف کره 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 می کنیم.

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.

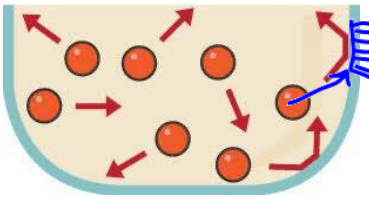
۵- انرژی گرمایی مولکول‌ها سبب می‌شود پیوسته در حال جنبش باشند و در سرتاسر هواکره توزیع شوند.

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 تقریبا 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.

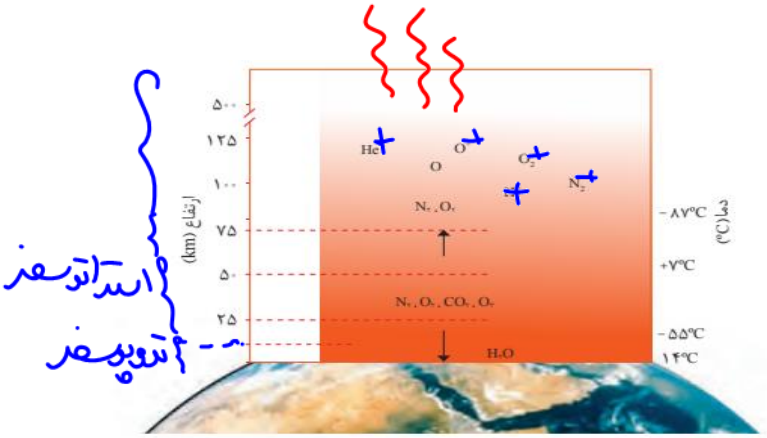
$$P=\frac{F}{A}$$

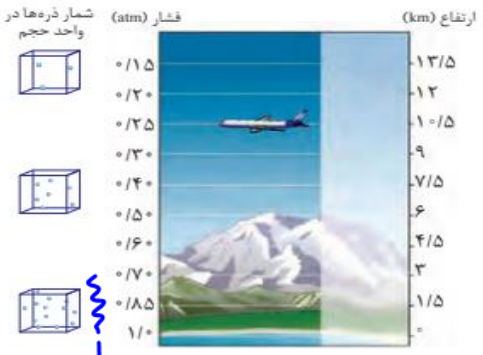
نکته: هرچند اغلب گازها بی‌رنگ و نامرئی هستند اما برخی از گاز اشاره شده در کتاب درسی که رنگی هستند شامل گاز کلر یا Cl_2 (زرد)، بخارات ید یا I_2 (بنفش) و نیز گاز NO_2 (قهوه‌ای) می‌باشند. دو گاز اول در هواکره وجود ندارند و اما از NO_2 مقدار بسیار کمی در اثر رعد و برق تولید می‌شود.

Dr. Hasan Palvi

لایه‌های اتمسفر

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





آ) آیا روند تغییر دما در هواکره را می‌توان دلیلی بر لایه‌ای بودن آن دانست؟ توضیح دهید.

ب) آیا به جز اتم و مولکول، ذره‌های دیگری هم در این لایه‌ها هست؟ علت ایجاد آنها را توضیح دهید.

لایه	ارتفاع از سطح زمین(KM)	فشار یا افزایش ارتفاع	دما با افزایش ارتفاع (C)	گازهای فراوان‌تر
چهارم	۷۵ تا ۵۰۰	کاهشی	افزایشی -۸۷° تا بالاتر	O، O_2، N_2 کاتیون‌های تک یا چند اتمی
سوم	۵۰ تا ۷۵	کاهشی	کاهشی ۷° تا -۸۷°	O_2، N_2
دوم (استراتوسفر)	۱۲ تا ۵۰	کاهشی	افزایشی ۷° تا -۵۵°	O_3، O_2، N_2
اول (تروپوسفر)	۰ تا ۱۲	کاهشی ۲ atm تا ۰/۲	کاهشی ۱۴° تا -۵۵°	Ar، O_2، N_2 گازهای نجیب و H_2O

لایه تروپوسفر:

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

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

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

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

Dr. Hasan Palvi

۵- در همه لایه‌های اتمسفر، فشار با افزایش ارتفاع کاهش می‌یابد، از جمله تروپوسفر که در سطح زمین فشار هوا ۱atm و در بالاترین قسمت تروپوسفر فشار هوا به ۰/۲atm کاهش می‌یابد.

۶- در این لایه (تروپوسفر) به ازای هر ۱km افزایش ارتفاع، دما به اندازهٔ ۶°C کاهش می‌یابد. بطوری که در سطح زمین میانگین دما ۱۴°C و در انتهای تروپوسفر میانگین دما به ۵۵°C- کاهش می‌یابد. (طبق رابطه $T = ۲۷۳+\theta$ دمای تروپوسفر بین ۲۸۷ تا ۲۱۸ کلوین می‌باشد.)

۷- با توجه به رقیق بودن دیگر لایه‌های هواکره، حدود ۷۵٪ جرم هواکره در تروپوسفر وجود دارد.

۸- درصد حجمی گازهای هوای خشک در تروپوسفر به شکل زیر است. (البته بخار $H_۲O$ هم در تروپوسفر وجود دارد که با توجه به متفاوت بودن آن در مناطق مختلف، هوای بدون بخار آب را بررسی می کنیم.) :

$N_۲(۷۸٪) > O_۲(۲۱٪) > Ar(۱٪) > CO_۲ > Ne > He > Xe$ و گازهای دیگر

لایه استراتوسفر:

۱- از ارتفاع ۱۲ تا ۵۰ کیلومتری ازسطح 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 ($O_۳$) 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.
- ترپوسفر تا حدود ۱۰ تا ۱۲ کیلومتری از سطح زمین امتداد داشته و فاقد بخار آب است.
- در هر ۴ لایه هواکره گازهای $N_۲$، $O_۲$ و کاتیون‌های گازی وجود دارند.
- در لایه استراتوسفر برخلاف تروپوسفر روند تغییرات دما همانند تغییرات فشار، کاهشی است.
- فراوانترین گاز نجیب تروپوسفر، هلیم می‌باشد.

۱) ۰ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

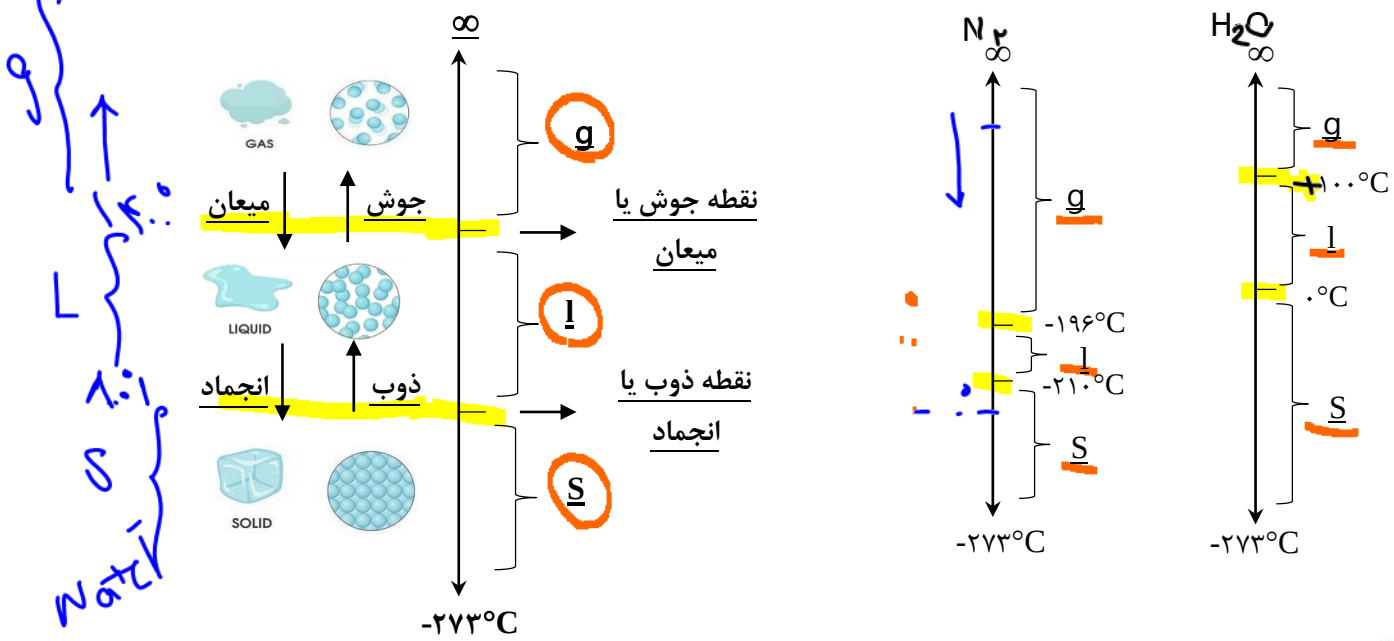
تست ۲: دمای اتمسفر در یک سیاره فرضی از رابطه $\theta = -۶ - ۲\sqrt{h}$ به دست می‌آید. دمای هوا در ارتفاع ۴ کیلومتری از سطح سیاره چندکلوین می‌باشد؟ (h بر حسب کیلومتر است) (تجربی - ۹۸)

۱) ۲۵۹ ۲) ۲۶۳ ۳) ۲۸۳ ۴) ۲۸۷

Dr. Hassan Palavi

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 فیزکی مواد و نیز به عنوان مثال H_2O و N_2 را نشان می‌دهد:



مثال ۱: در ظرفی در بسته مقداری گاز N_2 با دمای ۲۵°C وجود دارد، با کاهش دمای آن تا ۲۲۰°C- :

با کاهش دما جنبش مولکول‌های N_2 کاهش می‌یابد و با رسیدن دما به ۱۹۶°C-، این مولکول‌ها از حالت گاز به مایع تبدیل می‌شوند (میعان). با ادامه کاهش دما به ۲۱۰°C- جنبش مولکول‌ها به حدی کم می‌شود که به حالت فیزیکی جامد در می‌آیند (انجماد). به عبارتی نقطه میعان گاز نیتروژن ۱۹۶°C- و نقطه انجماد آن ۲۱۰°C- می‌باشد.

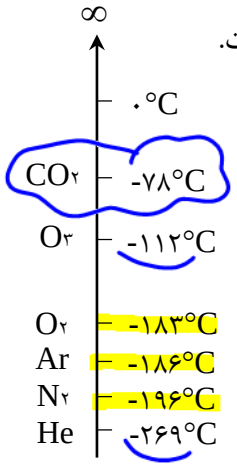
مثال ۲: افزایش دمای نیتروژن ۲۲۰°C- :

با رساندن دمای نیتروژن جامد ۲۲۰°C- به دمای ۲۱۰°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 ۱۹۶°C- کاملاً از یکدیگر جدا شده و به حالت گاز در می‌آیند (تبخیر). به عبارتی نقطه ذوب N_2 دمای ۲۱۰°C- و نقطه جوش آن ۱۹۶°C- می‌باشد.

Dr. Hasan Palvi

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 جالت 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 -۷۸°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 (N_2، O_2، Ar) را از ۲۵°C به -۲۰۰°C می‌رسانیم.

با کاهش دما به -۱۸۳°C گاز O_2 به حالت مایع در می‌آید و از مخلوط گازی جدا می‌شود. با ادامه کاهش دما، در -۱۸۶°C گاز Ar نیز به حالت مایع در می‌آید و نهایتاً در -۱۹۶°C گاز نیتروژن نیز مایع می‌شود.

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

مثال ۲: اگر دمای مخلوط مایعی از سه گاز فراوان هوا (N_2، O_2، Ar) در دمای -۲۰۰°C را به تدریج افزایش دهیم، ابتدا N_2 مایع در دمای -۱۹۶۰°C به حالت گاز از مخلوط مایع جدا می‌شود. با افزایش دما به -۱۸۶°C مولکول‌های Ar مایع نیز به حالت گاز درآمده و نهایتاً در دمای -۱۸۳°C مولکول‌های O_2 مایع نیز به جوش آمده و گازی می‌شود.

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

(آنبیق 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.

Dr. Hassan Palavi

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 (-۲۰۰°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 ۰°C رطوبت هوا (H_2O) به شکل جامد (یخ) درآمده و جدا می‌شود.

مرحله ۳: با ادامه کاهش دمای مخلوط گازی، در دمای -۷۸°C گاز CO_2 به حالت جامد درآمده (یخ خشک) و از مخلوط گازی جدا می‌شود.

مرحله ۴: دمای هوا را تا -۲۰۰°C کاهش می‌دهند تا گازهای 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 -۲۰۰°C دارند، هنوز به حالت گازی هستند.

مرحله ۵: هوای مایع را وارد «ستون تقطیر» کرده و با بالا رفتن تدریجی دما از -۲۰۰°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.

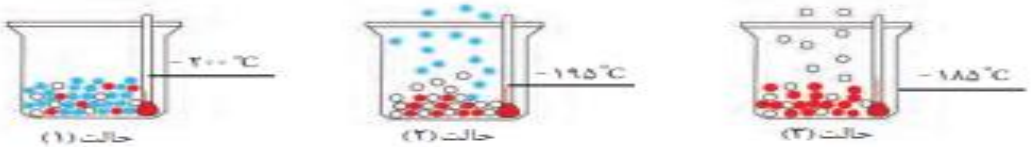
با هم بیندیشیم

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

گاز	نقطهٔ جوش (°C)
نیتروژن	-۱۹۶
اکسیژن	-۱۸۳
آرگون	-۱۸۶
هلیم	-۲۶۹

آ) نمونه‌ای از هوای مایع با دمای -۲۰۰°C تهیه شده است، اگر این نمونه تقطیر شود، ترتیب جداسازی گازها را مشخص کنید.

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



Dr. Hasan Palvi

پ) در دمای $-۸۰^{\circ}C$، اجزای سازندهٔ هوای مایع به کدام شکل وجود دارند؟ چرا؟

حالت (۱) حالت (۲)

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

۲ـ آ) هرگاه یک لوله آزمایش خشک و سرد را مطابق شکل‌های زیر درون یک مایع با دمای $-۲۰۰^{\circ}C$ قرار دهیم، مایع بی‌رنگی درون لوله آزمایش جمع می‌شود. این مایع چگونه تشکیل شده است؟ توضیح دهید.

(۳) (۲) (۱)

ب) اگر لوله آزمایش را از درون این مایع بسیار سرد بیرون آورده و در هوای اتاق قرار دهیم و بلافاصله یک کبریت شعله‌ور را به دهانه آن نزدیک کنیم، شعله خاموش می‌شود. از این مشاهده چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

پ) اگر پس از گذشت چند دقیقه کبریت نیمه افروخته را به دهانه لوله نزدیک کنیم، کبریت شعله‌ور می‌شود. چرا؟

نکته ۱: در تقطیر جزء به جزء هوای مایع، تهیه اکسیژن صددرصد خالص دشوار است، زیرا دمای جوش آن ($-۱۸۳^{\circ}C$) فقط سه درجه با دمای جوش آرگون ($-۱۸۶^{\circ}C$) فاصله داشته وعملاً گاز آرگون نیز به شکل ناخالصی همراه اکسیژن وجود خواهد داشت.

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

نکته ۳: تقطیر جزء به جزء هوا، در ایران در کارخانه‌های پتروشیمی ماهشهر و شیراز انجام می‌شود.

تست ۱: با توجه به شکل زیر که جدا شدن برخی گازها از مخلوط هوای مایع را نشان می‌دهد، کدام گزینه نادرست است؟

۱) در حالت ۱ مخلوط مایع شامل N_2 و O_2 و Ar و H_2O می‌باشد.

۲) در حالت ۲ فراوان‌ترین جزء تروپوسفر به حالت گازی در حال جدا شدن از مخلوط است.

۳) در حالت ۳ ماده‌ای تک اتمی و واکنش‌ناپذیر در حال تبخیر است.

۴) اگر دما به $-۱۸۰^{\circ}C$ برسد، همه هوای مایع به حالت گاز از ظرف خارج می‌شوند.

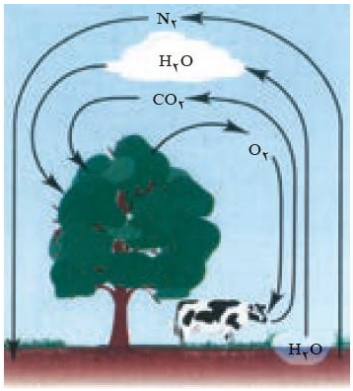
Dr. Hassan Palavi

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
- هوای مایع که وارد برج تقطیر می‌شود مخلوط سه ماده می‌باشد.
- در برج تقطیر O_2 در بالاترین طبقه به حالت گاز خارج می‌شود.
- 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.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

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.

Dr. Hassan Palavi

گاز نیتروژن (N_2)

۱- فراوان‌ترین گاز تروپوسفر می‌باشد (٪۷۸ حجمی)

(آ) (ب) (پ)

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

۲- این گاز واکنش‌پذیری بسیار کمی دارد. زیرا برای انجام واکنش آن باید پیوند سه‌گانه‌ی بین اتم‌های نیتروژن شکسته شود که در شرایط معمول این اتفاق نمی‌افتد: $:N\equiv N:$

۳- در محیط‌های که گاز O_2 به دلیل واکنش‌پذیری زیاد باعث انجام واکنش ناخواسته می‌شود، از جوّی که فقط گاز N_2 دارد استفاده می‌شود. به عبارتی گاز N_2 به **«جو بی‌اثر»** 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 بی‌اثر) برای بسته‌بندی مواد خوراکی نیز استفاده می شود.

۵- از گاز نیتروژن در صنعت برای سرماسازی جهت انجماد موادغذایی و برای نگهداری نمونه‌های بیولوژیکی در پزشکی استفاده می‌شود.

گاز آرگون(Ar)

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

استفاده از آرگون در جوشکاری

۲- همه گازهای نجیب از جمله آرگون (گاز تنبل) بی‌رنگ، بی‌بو و غیر سمی بوده و واکنش‌پذیری ناچیزی دارند.

۳- این گاز را از تقطیر جزء به جزء هوای مایع به دست می‌آورند و در پتروشیمی شیراز نیز با خلوص بسیار زیاد این گاز تهیه می‌شود.

۴- از آرگون به عنوان محیط بی‌اثر در جوشکاری، برش فلزها و لامپ رشته‌ای استفاده می‌شود.

۵- به کلیه گازهای نجیب به دلیل کم بودن در هوا کره، گازهای کمیاب هم می‌گویند.

Dr. Hasan Pilavi

گاز هلیم (He)

۱- همانند دیگر گازهای نجیب بی‌رنگ، بی‌بو و غیرسمی است.

۲- سبک‌ترین و کمترین واکنش‌پذیری میان گازهای نجیب را داراست.

۳- کاربردهای هلیم:

a) پر کردن بالن‌های هواشناسی، تفریحی و تبلیغاتی، b) جوشکاری، c) کپسول غواصی، d) خنک کردن قطعات الکترونیکی

۴- هلیم در کره زمین و هواکره به مقدار خیلی کم یافت می‌شود (۰/۰۰۰۵ درصد حجمی تروپوسفر)

۵- هلیم در اعماق زمین از طریق واکنش‌های هسته‌ای تولید شده و وارد میدان‌های گازی می‌شود. بطور میانگین ۷ درصد حجمی از مخلوط گاز طبیعی را هلیم تشکیل می‌دهد.

در اثر سوختن گاز طبیعی گاز هلیم بدون مصرف به همراه فراورده‌های سوختن گاز طبیعی، وارد هوا کره می‌شود.

۶- روش صنعتی تولید گاز هلیم، 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 هلیم را از تقطیر هوای مایع و یا از گاز طبیعی تهیه می‌کنند.

پ- از جمله کاربردهای هلیم در بالن‌ها، دستگاه MRI و لامپ‌های رشته‌ای می‌باشد.

ت- گازهای نیتروژن، هلیم و آرگون همگی بی‌رنگ، بی‌بو و غیرسمی هستند.

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

Dr. Hasan Palvi

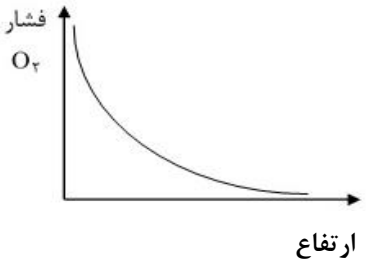
اکسیژن، گازی واکنش‌پذیر

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 آب‌کره، در ساختار همه مولکول‌های زیستی مانند کربوهیدارت‌ها، پروتئین‌ها و چربی‌ها وجود دارد.

۳- این عنصر در حالت آزاد بیشتر به شکل مولکول دو اتمی (O_2) و اندکی هم به شکل O_3 (اوزون) در هواکره 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 کپسول اکسیژن در ارتفاعات و نیز هواپیما)



چرا هواپیماها با خود اتاقکی 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_4)، 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 گاها 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 دوشکل در طبیعت وجود دارد:

آهن III اکسید: Fe_2O_3 آهن II اکسید: FeO

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

Dr. Hasan Pelvi

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

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

نکته: سیلیسم شبه فلزی است که به شکل سیلیس (SiO_2) در طبیعت وجود داشته و با حالت عنصری یافت نمی‌شود.

(آ) (ب)

آ) سنگ معدن آلومینیم و ب) سیلیس

تست: چه تعداد از موارد زیر درست است؟

- اکسیژن در ساختار همه‌ی مولکول‌های زیستی مانند چربی‌ها و هیدروکربن‌ها وجود دارد.
- با افزایش ارتفاع از سطح زمین، فشار O_2 بطو خطی کاهش می‌یابد.
- نام شیمیایی CUO و CaO به ترتیب مس II اکسید و کلسیم اکسید است.
- نسبت کاتیون به آنیون در آهن III اکسید برابر با نسبت آنیون به کاتیون در منیزیم نیترید است.
- در اثر تولید ۰/۰۱ مول سدیم فسفید، $0/03N_A$ الکترون مبادله می‌شود.

۰ (۱ ۱ (۲ ۲ (۳ ۳ (۴

ترکیب اکسیژن با نافلزات

۱- اکسیژن با نافلزات نیز واکنش داده و تولید "اکسید نافلزی" می‌کند 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 می‌شود (فصل ۱) دی نیتروژن پنتا اکسید: N_2O_5

خود را بیازمایید

نام ترکیب‌ها در ستون نخست و فرمول شیمیایی ترکیب‌ها در ستون دوم را بنویسید.

آ) NO_2	ج) دی نیتروژن تری‌اکسید
ب) CO	چ) کربن دی سولفید
پ) SO_2	ح) گوگرد تری‌اکسید
ت) PCl_2	خ) کربن تترا کلرید
ث) $SiBr_2$	د) نیتروژن تری‌فلوئورید

Dr. Hasan Palvi

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

$NO, NO_2, N_2O, N_2O_3, N_2O_4, N_2O_5$

تست: کدام گزینه درست است؟

۱) نام AlF_3 و NF_3 به ترتیب آلومینیوم تری‌فلوئورید و نیتروژن تری‌فلوئورید است.

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

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 می‌باشد.

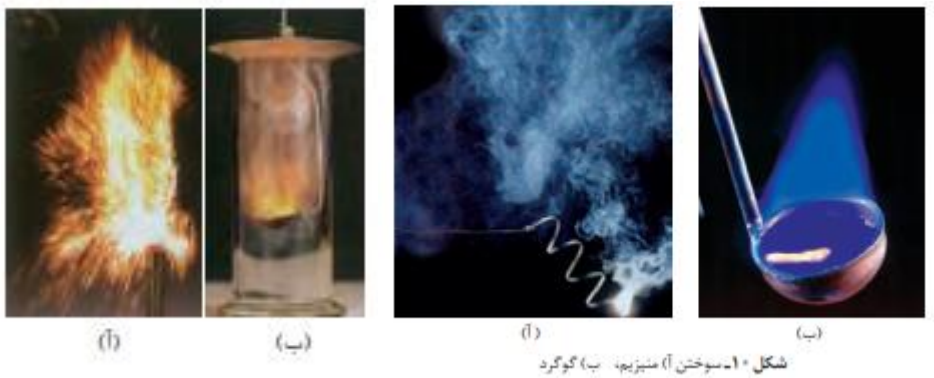
اکسیدها در فرآورده‌های سوختن مواد

واکنش گاز اکسیژن (O_2) با عنصرها و ترکیب‌های شیمیایی به دو شکل سوختن و یا اکسایش می‌تواند انجام شود.

اکسایش: اگر واکنش جسم با O_2 آهسته باشد، تولید نور مرئی نکرده و به این واکنش، اکسایش می‌گویند. مانند زنگ زدن فلزات در شرایط معمولی و یا اکسایش چربی و قند در سلول‌ها:

انرژی + آب + کربن‌دی‌اکسید ← اکسیژن + چربی و قند

سوختن: اگر واکنش جسم با O_2 سریع انجام شود، بخشی از انرژی آزاد شده به شکل گرما و نور آزاد می‌شود. به این واکنش «سوختن» می‌گویند.



شکل ۹- اغلب فلزها در شرایط مناسب با گاز اکسیژن می‌سوزند.
آ) سوختن پودر آهن، ب) سوختن سدیم

شکل ۱۰- سوختن آ) منیزیم، ب) گوگرد

مواد زیر با گاز اکسیژن می‌سوزند:

الف) نافلزات گوگرد (S)، هیدروژن (H_2)، زغال (C) و فسفرسفید (P_4) در شرایط مناسب با اکسیژن می‌سوزند:

$C + O_2 \rightarrow CO_2$ $\quad 2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$ $\quad S + O_2 \rightarrow SO_2$

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

$4Na + O_2 \rightarrow 2Na_2O$ $\quad 2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$ $\quad Fe + O_2 \rightarrow Fe_2O_3$ گرد آهن

پ) مواد مرکبی مانند سوخت‌های فسیلی نیز در شرایط مناسب می‌سوزند:

بخار آب + گوگرد دی‌اکسید + کربن دی‌اکسید ← اکسیژن + زغال سنگ

Dr. Hasan Palvi

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: $CH_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O +$ نور و گرما

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

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≡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.

Dr. Hassan Palavi

رفتار اکسیدهای فلزی و نافلزی

اسیدها و اکسیدهای اسیدی

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

فرمول کلی اسیدهای معدنی H_nA می‌باشد: HCl ،HNO_3 ،H_2CO_3 ،H_2SO_4

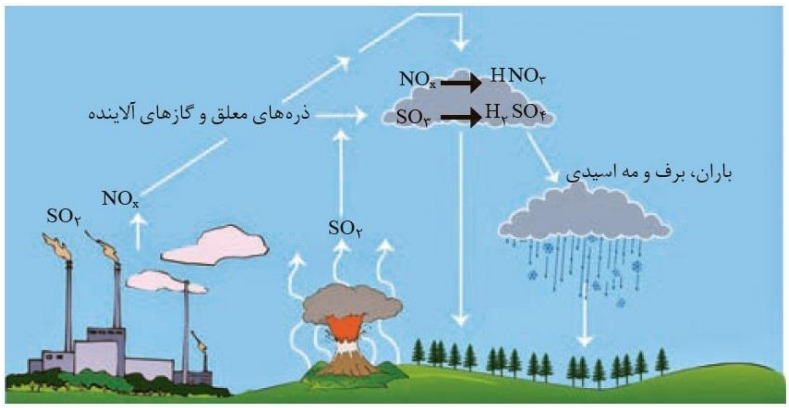
۲- این اسیدها در اثر واکنش اکسید نافلزات با آب تولید می‌شوند:

$SO_3+H_2O \rightarrow H_2SO_4$ $NO_2+H_2O \rightarrow HNO_3$ $CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$

۳- به اکسید نافلزات، اکسید اسیدی می‌گویند.

۴- محلول اسیدها و اکسید نافلزات در آب، PH < ۷ داشته و رنگ کاغذ PH در محلول آنها «سرخ» می‌شود.

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



روند تولید باران اسیدی

بازها و اکسیدهای فلزی

۱- بازها اکثراً ترکیبات یونی هستند که در آب با آزاد کردن یون OH^- (هیدروکسید) باعث واکنش و خورندگی بسیاری می‌شوند.

فرمول کلی بازهای معدنی: فلز + OH^- (مثال $NaOH$ ،$Ca(OH)_2$ و ...)

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

$CaO+H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$ $Na_2O+H_2O \rightarrow 2NaOH$

۳- به اکسید فلزات، «اکسید بازی» می‌گویند.

۴- محلول بازها و اکسید فلزات در آب، PH > ۷ داشته و رنگ کاغذ PH را آبی می‌کنند.

۵- اسیدها و بازها در واکنش با یکدیگر، اثر یکدیگر را خنثی می‌کنند. اسید + باز → نمک + آب

Dr. Hasan Palvi

کلسیم اکسید (CaO):

۱- کلسیم اکسید یا همان آهک، اکسید بازی بوده و در واکنش با آب تولید «آب آهک» یا $Ca(OH)_2$ می‌کند (کلسیم هیدروکسید)

۲- برای کاهش میزان اسیدی آب دریاچه‌ها، آهک به دریاچه اضافه می‌توان کرد.

۳- برای تغییر مقدار و نوع مواد در دسترس گیاهان و افزایش بهره‌وری زمین‌های کشاورزی، می‌توان آهک به خاک افزود.

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

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

تست ۱: چه تعداد از موارد زیر درست است؟

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

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

تست ۲: کدام گزینه درست است؟

۱) منیزیم اکسید، کربن دی‌اکسید و نیتروژن دی‌اکسید، «اکسید اسیدی» هستند.

۲) برای کاهش PH خاک‌های کشاورزی، به خاک، آهک افزوده می‌شود.

۳) اسکلت مرجان‌ها از اکسید اسیدی ساخته شده که توسط اکسیدهای بازی تخریب می‌شود.

۴) CO_2، SO_3، NO_x اکسیدهایی هستند که باعث ایجاد باران اسیدی می‌شوند.

Dr. Hassan Palouei

رسم ساختار لوویس مولکول‌ها

مرحله ۱: تعیین اتم مرکزی و ترسیم آرایش الکترون – نقطه‌ای آن: معمولاً اتم مرکزی اولین اتم در فرمول مولکولی (غیر از H) می‌باشد.در اطراف آن در چهار فضا، به اندازه شماره‌ی یکان گروه‌اش، الکترون قرار می‌دهیم.

مرحله ۲: اتصال اتم‌های کناری غیر از اکسیژن تنها: اتم‌هایی مانند هالوژن‌ها و هیدروژن به دلیل داشتن یک تک الکترون، با پیوند یگانه به تک الکترون اتم مرکزی متصل می‌شوند.

مرحله ۳: اتصال اکسیژن تنها ($\ddot{O}:$): بعد از اتصال اتم‌های کناری دیگر، نوبت به اکسیژن تنها می‌رسد که دو حالت متصور است:

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

$$X = \ddot{O}:$$

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

$$X: \rightarrow \ddot{O}:$$

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

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

CH_3Cl ⟶ $\cdot\dot{C}\cdot$ ⟶ $H-C(H)(H)-Cl:$

$NOBr$ ⟶ $\cdot\dot{N}\cdot$ ⟶ $:\ddot{B}r-\dot{N}.$ ⟶ $:\ddot{B}r-\ddot{N}=\ddot{O}$

SO_2 ⟶ $\cdot\dot{S}:$ ⟶ × ⟶ $\ddot{O}=\ddot{S}:\rightarrow\ddot{O}:$

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

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

Dr. Hasan Palvi

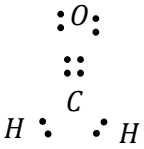
نکته ۳: در مولکول‌ها، تعداد الکترون‌های مشخص شده در ساختار لوویس می‌بایست برابر با مجموع الکترون-های لایه ظرفیت اتم باشد.

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. ($۶ + ۴ + ۶ = ۱۶$)

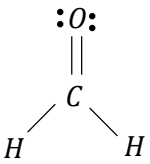
نکته ۴: هیچ مولکول یا یون چند اتمی نباید دارای تک الکترون (الکترون منفرد) باشد، غیر از NO و NO_2

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

مدل الکترون – نقطه‌ای



مدل الکترون – خطی



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:

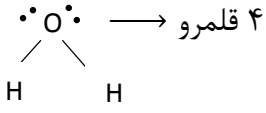
۷- تعداد الکترون لایه ظرفیت اتم‌ها:

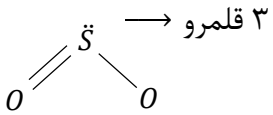
قلمرو الکترونی:

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. Hasan Palvi

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:

$N_2 \Longrightarrow \; :\dot{N}. \quad .\dot{N}: \; \Longrightarrow \; :N \equiv N:$

$O_2 \Longrightarrow$ $\qquad\qquad$ $HCL \Rightarrow$

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

$HNO_3 \Rightarrow \quad .\ddot{N} - \ddot{O} - H \quad \Rightarrow \quad \ddot{O} = \overset{:\ddot{O}:}{\overset{\uparrow}{\ddot{N}}} - \ddot{O} - H$

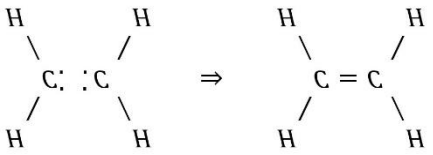
$H_2SO_4 \Rightarrow$

$H_3PO_4 \Rightarrow$

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

۱) $SOCl_2$ ، $COCl_2$ $\qquad$ ۲) SO_3 ، BF_3 $\qquad$ ۳) $NOCl$ ، BeF_2 $\qquad$ ۴) CO_2 ، SO_2

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:

$C_2H_4 \Rightarrow \quad .\dot{C}. \quad .\dot{C}. \quad \Rightarrow$  $\Rightarrow$

$C_2H_2 \Rightarrow$

$N_2F_2 \Rightarrow$

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

$\boldsymbol{NO}$: $\qquad$ $.\ddot{N} = \ddot{O}:$ $\qquad\qquad$ $\boldsymbol{NO_2}$: $\qquad$ $\overset{:\ddot{O}:}{\overset{\uparrow}{.N}} = \ddot{O}:$

Dr. Hasan Palvi

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

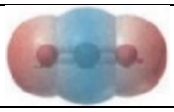
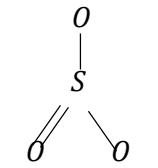
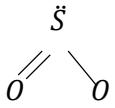
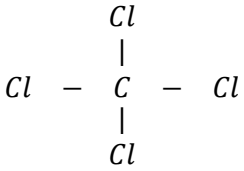
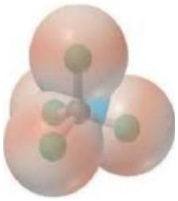
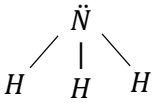
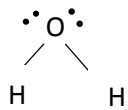
$\boldsymbol{N_2O}$: $:N \equiv N: \rightarrow \ddot{O}:$ $\qquad$ $\boldsymbol{CO}$: $:C \equiv O:$

نکته ۳: گوگرد (S) و نیتروژن (N) معمولاً اتم مرکزی هستند. در مواردی که اتم کناری هستند، به ترتیب پیوند دوگانه و سه‌گانه با اتم مرکزی خود برقرار می‌کنند:

$\boldsymbol{CS_2}$: $\ddot{S} = C = \ddot{S}$ $\qquad$ $\boldsymbol{SCO}$: $\ddot{S} = C = \ddot{O}$

$\boldsymbol{HCN}$: $H - C \equiv N:$

شکل و زاویه واقعی مولکول‌ها و بنیان‌ها

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°		
۴	۰	چهار وجهی منتظم	۱۰۹°		
	۱	هرمی	≃ ۱۰۹°		
	۲	خمیده	≃ ۱۰۹°		

Dr. Hasan Palvi

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

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

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

$$CS_2 - NO - N_2O_4 - NO_2 - BCl_3 - N_2O - CO$$

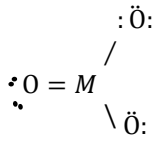
۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

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

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

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

تست ۴: با توجه به ساختار لوویس مولکول



اتم M متعلق به کدام گروه جدول دوره‌ای است و در حالت گازی در لایه ظرفیت خود چند الکترون دارد؟

۱) ۶ – ۴ ۲) ۱۶ – ۴ ۳) ۶ – ۶ ۴) ۱۶ – ۶

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

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

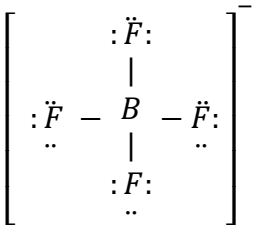
نکته: در حد کتاب درسی، اتم مرکزی یا هشتایی می‌شود یا در مواردی کمتر از ۸ الکترون در لایه ظرفیت خواهد داشت. اما لازم به ذکر است که در مواردی اتم مرکزی اکتت را رد کرده و بیشتر از ۸ الکترون در لایه ظرفیت خود خواهد داشت:

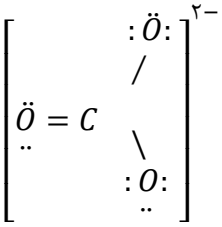
PCl_5: SF_4:

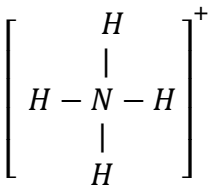
Dr. Hasan Palvi

رسم ساختار لوویس یون‌ها

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

BF_4^- ⇒ $.\dot{B}.$ $\xrightarrow{\text{اضافه } 1\ e^-}$ $.\dot{B}.$ ⇒ 

CO_3^{2-} ⇒ $.\dot{C}.$ $\xrightarrow{\text{اضافه } 2e^-}$ $.\ddot{C}:$ ⇒ 

NH_4^+ ⇒ $.\ddot{N}.$ $\xrightarrow{\text{حذف } 1e^-}$ $.\dot{N}.$ ⇒ 

مثال: ساختار لوویس یون‌های زیر را رسم کنید:

$NO_3^- \quad - \quad CN^- \quad - \quad HCO_3^- \quad - \quad PO_4^{3-} \quad - \quad PCl_2^+ \quad - \quad H_3O^+$

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

۱) SO_3^{2-} ۲) HPO_4^{2-} ۳) $Al(OH)_4^-$ ۴) NH_4^+

Dr. Hasan Palvi

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

۱) در ساختار لوویس $COCl_2$ ، نسبت شمار الکترون‌های ناپیوندی به پیوندی ۲ می‌باشد.

۲) آرایش الکترون – نقطه‌ای اتم همه عنصرهای یک گروه، مشابه است.

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

۴) شمار جفت الکترون‌های پیوندی در یون‌های NO_3^- و CN^- برابر است.

نکته: مجموع الکترون ها در شکل لوویس – مجموع الکترون های لایه ظرفیت اتم ها = باریون(q)

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

$$\left[O \backslash \underset{\|}{M} / O\right]^{2-}$$

۱) ۱۶ ۲) ۱۷ ۳) ۷ ۴) ۶

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

۱) ۱- ۲) ۲- ۳) ۱+ ۴) ۲+

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

۱) مدل الکترون نقطه‌ای آن به شکل $\vdots\ y :: x :: y\ \vdots$ می‌باشد.

۲) تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت این مولکول، دو برابر الکترون‌های پیوندی NO_3^- است.

۳) شکل آن همانند HCN است.

۴) زاویه پیوندی آن برابر با زاویه پیوندی O_3 است.

Dr. Hasan Palvi

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. $H_2O\ (L) \longrightarrow H_2O\ (g)$

فرایند شیمیایی (واکنش): تغییری است که ساختار ذرات و ماهیت آنها تغییر کرده و ماده یا موادی با خواص کاملاً متفاوت تولید می‌شود. $H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2HCl$

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.

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

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

نماد	معنا
$\longrightarrow$	تولید می‌کند یا می‌دهد.
$\xrightarrow{\Delta}$	واکنش‌دهنده‌ها براثر گرم‌شدن واکنش می‌دهند.
$\xrightarrow{20\ atm}$	واکنش در فشار ۲۰ اتمسفر انجام می‌شود.
$\xrightarrow{1200^\circ C}$	واکنش در دمای ۱۲۰۰ درجهٔ سلسیوس انجام می‌شود.
$\xrightarrow{Pd(s)}$	برای انجام‌شدن واکنش، از فلز پالادیم (Pd) به‌عنوان کاتالیزگر استفاده می‌شود.

● معنای برخی نمادها در معادله‌های شیمیایی

نمادها و معنای آنها در یک معادله: $\longleftarrow$

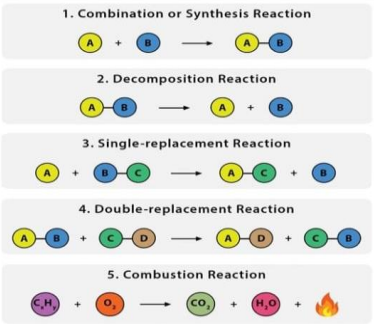
معادله‌ی نوشتاری: در آن نام واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌های یک فرآیند ذکر می‌شود:

نور و گرم + کربن دی اکسید + گوگرد دی اکسید + بخارآب $\xrightarrow{\text{می‌دهد}}$ اکسیژن + زغال سنگ

معادله نمادی: به جای نام مواد شرکت کننده، فرمول شیمیایی آنها به همراه حالت فیزیکی آنها و نیز شرایط انجام واکنش ذکر می‌شود: $2H_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{Pt(s)} 2H_2O\ (L)$

انواع واکنش های شیمیایی

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



Dr. Hasan Pelvi

قانون پایستگی جرم در واکنش و موازنه واکنش

قانون پایستگی جرم در واکنش‌های شیمیایی:

تعریف ۱: در یک واکنش شیمیایی مجموع جرم واکنش دهنده‌ها برابر با مجموع جرم فرآورده‌هاست.

تعریف ۲: در یک واکنش شیمیایی هیچ اتمی از بین نمی‌رود و یا به وجود نمی‌آید، بلکه شیوه و چگونگی اتصال اتم‌ها تغییر می‌کند.

تعریف ۳: در یک واکنش شیمیایی، تعداد اتم هر عنصر در دو طرف واکنش برابر است.

مثال واکنش شیمیایی: نقره سولفید ⟶ گوگرد + نقره

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

موازنه‌ی واکنش‌ها

برای لحاظ کردن قانون پایستگی جرم در یک معادله شیمیایی، می‌بایست واکنش را موازنه کرد.

منظور از موازنه‌ی یک واکنش این است که تعداد اتم‌های هر عنصر دو طرف برابر شوند.

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

$$2Ag + S \longrightarrow Ag_2S$$

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

Dr. Hassan Palouei

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 $C_۳H_۶O$)

$$C_۳H_۶O + O_۲ \longrightarrow CO_۲ + H_۲O$$

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

$$۱C_۳H_۶O + O_۲ \longrightarrow CO_۲ + H_۲O$$

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

موازنه H :

$$۱C_۳H_۶O + O_۲ \longrightarrow CO_۲ + ۳H_۲$$

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

موازنه C :

$$۱C_۳H_۶O + O_۲ \longrightarrow ۳CO_۲ + ۳H_۲O$$

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

موازنه O :

$$۱C_۳H_۶O + ۴O_۲ \longrightarrow ۳CO_۲ + ۳H_۲O$$

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

O تعداد: ۹ H تعداد: ۶ C تعداد: 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 ننوشت.

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

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

نادرست :

$$H_۲ + \frac{۱}{۲} O_۲ \longrightarrow H_۲O$$

درست :

$$۲H_۲ + O_۲ \longrightarrow ۲H_۲O$$

مثال: موازنه واکنش روبرو:

$$SO_۲ + O_۲ \longrightarrow SO_۳$$

$$SO_۲ + O_۲ \longrightarrow ۱\,SO_۳ \quad \Longrightarrow \quad ۱SO_۲ + O_۲ \longrightarrow ۱\,SO_۳$$

Dr. Hasan Pelvi

$$۱SO_۲ + \frac{۱}{۲} O_۲ \longrightarrow ۱SO_۳ \xrightarrow{\times ۲} ۲SO_۲ + ۱O_۲ \longrightarrow ۲SO_۳$$

نکته ۶: اگر در فرمول شیمیایی جسمی اطراف دو یا چند عنصر پرانتز بود، به تعداد زیروند پرانتز، عناصر داخل پرانتز تکرار می‌شوند: $Ca_۳(PO_۴)_۲ \longrightarrow Ca_۳P_۲O_۸$ $\quad C_۳H_۵(NO_۳)_۳ \longrightarrow C_۳H_۵N_۳O_۹$

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

$$C_۳H_۵(NO_۳)_۳\ (L) \longrightarrow CO_۲\ (g) + H_۲O\ (g) + N_۲(g) + O_۲(g)$$

سوال ۲: در واکنش زیر، بعد از موازنه نسبت تعداد آنیون‌ها در فرآورده‌ها به تعداد $H_۲O$ چند است؟

$$Mg(OH)_۲ + H_۳PO_۴ \longrightarrow Mg_۳(Po_۴)_۲ + H_۲O$$

نکته ۷: ضرایب نشان دهنده‌ی نسبت تعدادی مواد شرکت کننده و همچنین نسبت مولی مواد شرکت کننده می باشد. به عنوان مثال در واکنش $H_۲ + Cl_۲ \longrightarrow ۲HCl$ می‌توان گفت به ازای یک عدد مولکول $H_۲$ ، یک عدد مولکول $Cl_۲$ مصرف شده و دو عدد مولکول HCl تولید می‌شود. و یا گفت به ازای مصرف ۱ مول مولکول $H_۲$ ، یک مول مولکول $Cl_۲$ مصرف و دو مول مولکول HCl تولید می‌شود.

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

$$Cl_۲ + Ca(OH)_۲ \longrightarrow Ca(ClO_۳)_۲ + CaCl_۲ + H_۲O$$
$$Cl_۲ + ۱Ca(OH)_۲ \longrightarrow Ca(ClO_۳)_۲ + CaCl_۲ + H_۲O$$
$$Cl_۲ + ۱Ca(OH)_۲ \longrightarrow Ca(ClO_۳)_۲ + CaCl_۲ + ۱H_۲O$$
$$Cl_۲ + ۱Ca(OH)_۲ \longrightarrow \frac{۱}{۶} Ca(ClO_۳)_۲ + CaCl_۲ + ۱H_۲O$$
$$\times ۶ \quad + ۶Ca(OH)_۲ \longrightarrow ۱Ca(ClO_۳)_۲ + CaCl_۲ + ۶H_۲O$$
$$Cl_۲ + ۶Ca(OH)_۲ \longrightarrow ۱Ca(ClO_۳)_۲ + ۵\,CaCl_۲ + ۶H_۲O$$
$$۶Cl_۲ + ۶Ca(OH)_۲ \longrightarrow ۱Ca(ClO_۳)_۲ + ۵\,CaCl_۲ + ۶H_۲O$$

خود را بیازمایید

معادلهٔ واکنش‌های زیر را موازنه کنید:

آ) $SO_۲(g) + O_۲(g) \rightarrow SO_۳(g)$

ب) $C_۲H_۵OH(l) + O_۲(g) \rightarrow CO_۲(g) + H_۲O(g)$

پ) $C_۳H_۵N_۳O_۹(l) \rightarrow CO_۲(g) + H_۲O(g) + N_۲(g) + O_۲(g)$

ت) $Ca_۳P_۲(s) + H_۲O(l) \rightarrow Ca(OH)_۲(aq) + PH_۳(g)$

ث) $C_۵H_{۱۰}O_۲(l) + O_۲(g) \rightarrow CO_۲(g) + H_۲O(g)$

Dr. Hasan Palvi

سوال: واکنش‌های زیر را موازنه کنید:

$$SO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow H_2S_2O_7$$
$$K_2Cr_2O_7 + BaCl_2 + H_2O \longrightarrow BaCrO_4 + KCl + HCl$$
$$PbO_2 + HCl \longrightarrow PbCl_2 + H_2O + Cl_2$$

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

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

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

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

$$a)\ Ca_3(PO_4)_2 + SiO_2 + C \longrightarrow P_4 + CaSiO_4 + CO$$
$$b)\ Ca_3(PO_4)_2 + H_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4 + H_3PO_4$$
$$c)\ HNO_3 + HI \longrightarrow I_2 + NO + H_2O$$
$$d)\ PCl_5 + H_2O \longrightarrow H_3PO_4 + HCl$$

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

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؟

$$4Na + O_2 \longrightarrow 2Na_2O \qquad (Na = 23, O = 16\ \frac{g}{mol})$$

۱) ۵ ۲) ۲/۵ ۳) ۸۰ ۴) ۱۶۰

B) موازنه‌ی واکنش به کمک پارامتری

در تعداد کمی از واکنش‌های کنکور سراسری، صرفاً به کمک روش وارسی 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: $Zn + HNO_3 \longrightarrow Zn(NO_3)_2 + NO_2 + H_2O$

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

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

Dr. Hasan Palvi

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

$$x\,Zn + ۲HNO_۳ \longrightarrow y\,Zn(NO_۳)_۲ + z\,NO_۲ + ۱H_۲O$$

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

تعداد اتم Zn در دو طرف: $x = y$

تعداد اتم N در دو طرف: $۲ = ۲y + z$

تعداد اتم O در دو طرف: $۶ = ۶y + ۲z + ۱$

$$\Rightarrow \quad z = ۲ - ۲y \quad ,\quad ۶ = ۶y + ۲z + ۱ \quad \Rightarrow$$

$$۶ = ۶y + ۲(۲ - ۲y) + ۱ \quad \Rightarrow \quad y = \frac{۱}{۲} \quad \Rightarrow \quad x = \frac{۱}{۲} \quad \Rightarrow \quad z = ۱$$

این مقادیر را در واکنش کلی قرار می‌دهیم:

$$\frac{۱}{۲}Zn + ۲HNO_۳ \longrightarrow \frac{۱}{۲}Zn(NO_۳)_۲ + ۱NO_۲ + ۱H_۲O$$

$\times ۲$

$$۱Zn + ۴HNO_۳ \longrightarrow ۱Zn(NO_۳)_۲ + ۲NO_۲ + ۲H_۲O$$

سوال: در واکنش زیر مجموع ضرایب فرآورده‌ها چند است؟

$$ICl_۳ + H_۲O \longrightarrow ICl + HIO_۳ + HCl$$

تست: تفاوت مجموع ضرایب استوکیومتری مواد در واکنش های a و b. پس از موازنه معادله آنها کدام است؟ (تجربی داخل اردیبهشت ۱۴۰۳)

a) $Pb_۳O_۴(s) + HNO_۳(aq) \rightarrow Pb(NO_۳)_۲(aq) + PbO_۲(s) + H_۲O(l)$

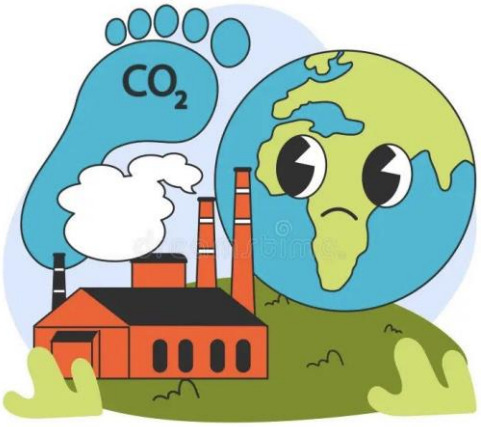
b) $KNO_۳(s) + C(s) + S(s) \rightarrow K_۲S(s) + N_۲(g) + CO_۲(g)$

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

Dr. Hasan Palvi

چه بر سر هواکره می‌آوریم؟

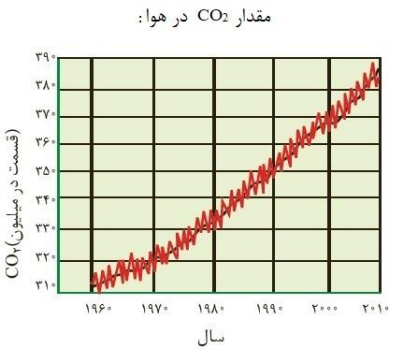
در سده گذشته با تحول صنعتی ، افزایش ماشین‌آلات ، تولید وسایل الکتریکی و تغییر سبک زندگی انسان‌ها، نیاز به سوخت‌های فسیلی برای تولید انرژی‌های مختلف از جمله انرژی الکتریکی افزایش یافت. بر اثر سوزاندن این سوخت‌ها انواع آلاینده‌ها از جمله : CO، CO_2، SO_2، NO، NO_2 و هیدروکربن‌های نسوخته ($CxHy$) تولید شده که اثرات جبران‌ناپذیری بر محیط زیست به جای می‌گذارد. از جمله این اثرات نامطلوب تولید باران اسیدی و گرم شدن کره زمین می‌باشد. به طوریکه میانگین دمای کره زمین در سده گذشته افزایش یافته‌است و دانشمندان پیش‌بینی می‌کنند دمای کره زمین تا سال ۲۱۰۰ بین ۱/۸ تا ۴ درجه سلسیوس افزایش یابد. قطعا سبک زندگی ما بر میزان تولید این آلاینده‌ها موثر است. از طرفی هوای آلوده با این آلاینده ها بوی بد داشته و باعث سوزش چشم ، سردرد ، تهوع و ایجاد بیماری‌های تنفسی مانند سرطان ریه می‌شود.

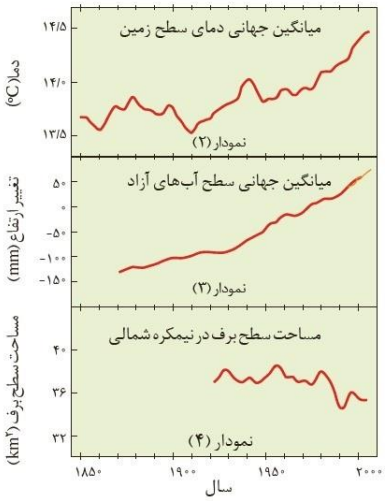


تعریف ردپا: اصطلاحی است که بیانگر میزان اثرگذاری است که هر یک از انسان ها بر کره زمین و هواکره به جای می‌گذرد.

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

۱-سالیانه میلیاردها تن CO_2 وارد هواکره می‌شود. اثر گلخانه‌ای این گاز باعث افزایش دمای جو و در نتیجه ذوب برف‌ها و بالا آمدن سطح آب اقیانوس‌ها و آب‌های آزاد می‌شود.





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

۳- به دلیل بالارفتن دمای سطح زمین، فصل بهار در نیمکره‌شمالی نسبت به ۵۰ سال گذشته یک هفته زودتر آغاز می‌شود.

۴- تولید برق به روش‌های گوناگون انجام می‌شود 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 ...) واکنش‌ها و فرآیندهای متفاوتی به کار برده‌می‌شود .

Dr. Hasan Pelvi

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

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

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

۶- یکی از روش‌های کاهش مقدار CO_2 هواکره، کاشت گیاهان و درختان است. زیرا گیاهان در فرآیند فتوسنتز CO_2 را جذب می‌کنند.هرچه قطر درخت بیشتر باشد جذب CO_2 توسط آن بیشتر است. یک درخت تنومند سالانه حدود ۵۰Kg کربن دی اکسید را مصرف می‌کند.

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

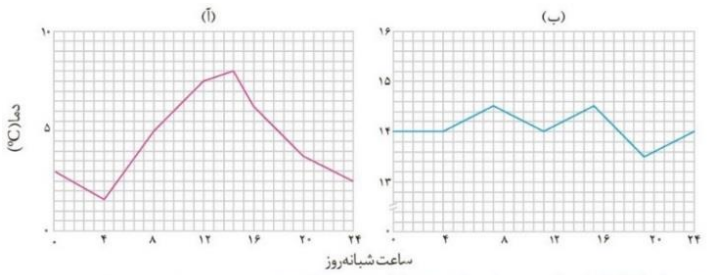
سوال : برای ازبین بردن ردپای CO_2 تولیدی یک خودرو که روزی ۱۰۰ km طی می‌کند، به چند درخت با قطر حدود ۲۲ تا ۲۸ سانتی‌متر نیاز است؟ (هر خودرو به طور متوسط به ازای هر 1km مقدار ۲۵۰ گرم CO_2 تولید می‌کند.)

اثر گلخانه‌ای

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

۲-نور خورشید وارد گلخانه می‌شود اما سقف پلاستیکی یا شیشه‌ای شفاف گلخانه 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_2، H_2O 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_2 و H_2O ((گاز های گلخانه‌ای)) گویند.



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

Dr. Hasan Palvi

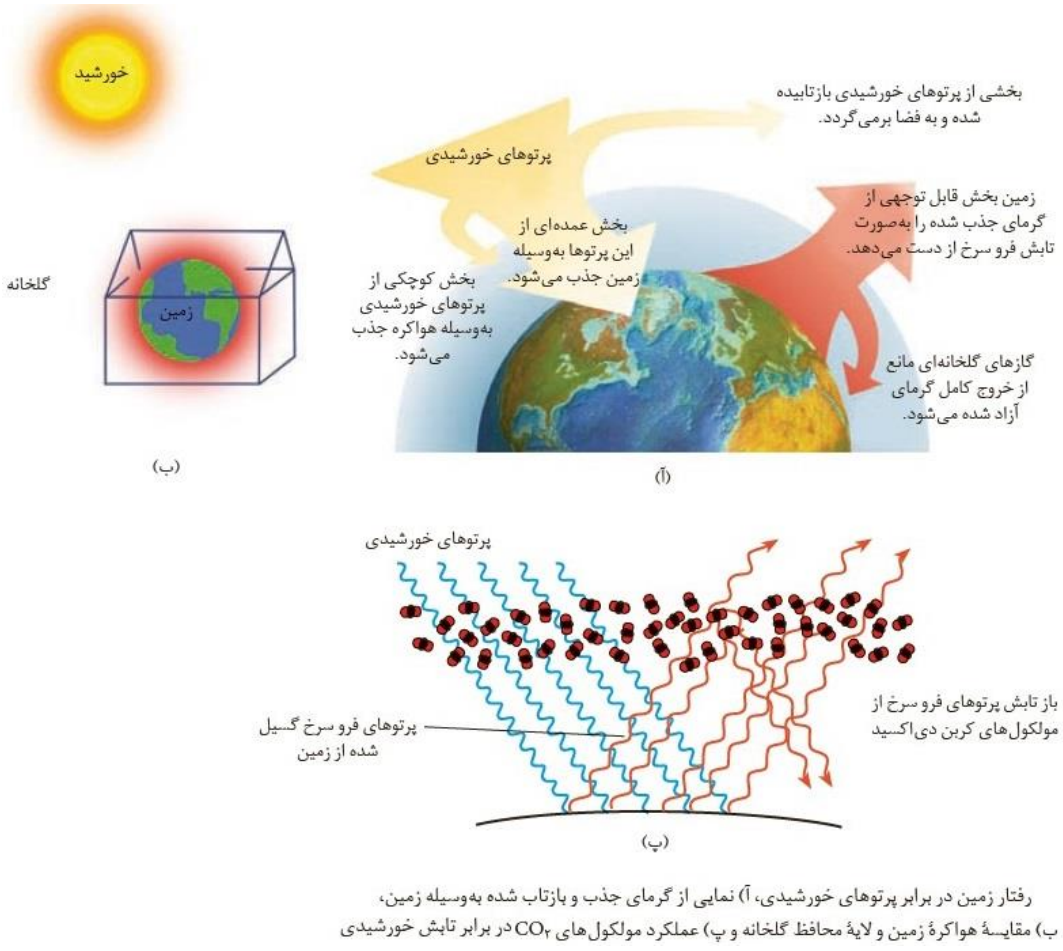
نکته: اگر گازهای گلخانه‌ای در هوا کره وجود نداشتند، میانگین دمای کره زمین به جای ۱۴ درجه سلسیوس به ۱۸- درجه سلسیوس کاهش می‌یافت .

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

a) بخش کوچکی از آنها توسط ذرات هوا کره جذب می‌شوند.

b) بخشی از آنها توسط ذرات هوا کره بازتابیده می‌شوند.

c) بخش عمده‌ای از آنها از هوا کره رد شده و به وسیله‌ی زمین جذب می‌شوند.



رفتار زمین در برابر پرتوهای خورشیدی، آ) نمایی از گرمای جذب و بازتاب شده به‌وسیله زمین، ب) مقایسهٔ هواکرهٔ زمین و لایهٔ محافظ گلخانه و پ) عملکرد مولکول‌های CO_2 در برابر تابش خورشیدی

نکته : پرتوهایی از خورشید که به زمین می‌رسند، باعث گرم شدن سطح زمین شده و زمین مانند یک جسم داغ از خود پرتوهای الکترومغناطیس گسیل می‌کنند. این پرتوها نسبت به پرتوهای دریافتی اولیه ، دارای طول موج بلندتر و انرژی کمتری هستند و عمدتا از نوع پرتو فروسرخ (گرمایی) می‌باشند.

برای پرتوهای فروسرخ تولید شده توسط زمین دو حالت پیش می‌آید:

a) بیشتر آنها از هوا کره خارج می‌شوند.

b) بخشی از آنها توسط مولکول‌های CO_2 و H_2O و... باز تابش شده و مجدد سمت زمین برگشته و باعث گرم تر شدن زمین می‌شوند.

Dr. Hassan Palvi

تست ۱: چه تعداد از موارد زیر درست است؟

- در هیچ یک از آلاینده‌های حاصل از سوختن سوخت‌های فسیلی ، نیتروژن ۸ تایی نمی‌باشد.
- ((ردپا)) اصطلاحی است که بیانگر میزان اثرگذاری هر ماده شیمیایی روی کره زمین و هواکره است.
- سالانه میلیاردها تن کربن‌مونواکسید وارد هواکره می‌شود که اثرات گلخانه‌ای آن در کل کره زمین تاثیرگذار است.
- بخش عمده پرتوهای گسیل شده از خورشید به سمت زمین ، توسط هوا کره بازتاب می‌شود.
- پرتوهای الکترومغناطیس رسیده به کره زمین ، با طول موج و انرژی بیشتر مجدد از آن خارج می‌شوند.
- مقدار CO_2 تولیدی در اثر تولید ۱۰۰ کیلووات ساعت برق از گاز طبیعی ، بیشتر از CO_2 تولیدی برای تولید همین مقدار برق از انرژی خورشید است.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

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

۱) مجموع انرژی گسیل‌شده از خورشید به سمت زمین، کمتر از مجموع انرژی گسیل‌شده از سطح زمین است.
۲) سهم گرمای گسیل‌شده از سطح زمین به خارج از جو، در مقایسه با گرمای برگشت داده‌شده به سطح زمین، اندک است.
۳) سهم پرتوهای خورشیدی جذب‌شده توسط هواکره در مقایسه با پرتوهای جذب‌شده توسط کرهٔ زمین، اندک است.
۴) میزان ورود انرژی ناشی از تابش پرتوهای خورشیدی به هواکره و خروج انرژی گسیل‌شده از زمین به هواکره، به مقدار گازهای گلخانه‌ای وابسته است.

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

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

Dr. Hasan Palvi

شیمی سبز

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

از جمله اقداماتی که در حیطه شیمی سبز انجام می‌گیرد :

۱-تولید سوخت سبز :

- سوخت سبز سوختی است که در ساختار خود علاوه بر کربن و هیدروژن ، اکسیژن نیز دارد.
- این سوخت از پسماندهای گیاهی مانند شاخ و برگ سویا ، نیشکر و دانه‌های روغنی به‌دست می‌آیند. این سوخت‌ها زیست تخریب‌پذیر بوده و توسط جانداران ذره‌بینی به مواد ساده‌تر تبدیل می‌شوند.
- اتانول و روغن‌های گیاهی نمونه‌هایی از این سوخت‌ها هستند .

✓ مزایای سوخت سبز: آلودگی کمتری برای محیط‌زیست دارند و از طرفی بر خلاف سوخت‌های فسیلی ، جزو منابع تجدیدپذیرند.

✓ معایب سوخت سبز: مقدار برابر (مثلا 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 :

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

$$CO_{2\,(g)} + MgO_{(s)} \rightarrow MgCO_{3\,(s)}$$

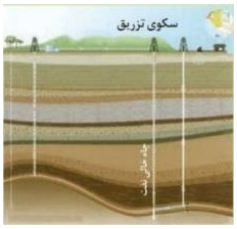
$$CO_{2\,(g)} + CaO_{(s)} \rightarrow CaCO_{3\,(s)}$$

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 نسبتا کوتاه تجزیه می‌شوند.
- دارای اکسیژن هستند.
- این پلاستیک‌ها نسبت به پلاستیک‌های معمولی گران‌تر هستند.

Dr. Hassan Palvi



۴- دفن کردن CO_2 :

میتوان گاز CO_2 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 شاخص ها 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
فراورده‌های سوختن	CO, CO_2, H_2O	CO, CO_2, H_2O, SO_2	H_2O	CO, CO_2, H_2O
قیمت (ریال به ازای یک گرم)	۱۴	۴	۲۸۰۰	۵

گرمای آزاد شده به ازای جرم برابر: زغال سنگ < گاز طبیعی < بنزین < هیدروژن

قیمت به ازای جرم برابر : زغال سنگ < بنزین < گاز طبیعی < هیدروژن

الف) هیدروژن (H_2) : با آنکه عنصر هیدروژن فراوان ترین عنصر جهان است اما به دلیل فعالیت شیمیایی زیاد به حالت عنصری (H_2) وجود نداشته و برای تولید گاز هیدروژن می‌بایست آن را از ترکیبات آن (مانند H_2O) به‌دست‌آورد 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_2O تولید می شوند) و ملاحظات اجتماعی ، مطلوب بوده و در برخی کشورها روی تولید آن سرمایه‌گذاری می‌شود.

ب) بنزین (C_8H_{18}) : بنزین مخلوطی از چند هیدروکربن ۵ تا ۱۲ کربنه می‌باشد و می‌توان فرمول آن را C_8H_{18} در نظر گرفت . از سوختن بنزین H_2O، CO_2، CO تولید می‌شود. بنزین به نسبت گاز H_2 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_2 و CO) نیز سوخت پاک محسوب نمی‌شود.

پ) گاز طبیعی (CH_4) : بخش عمده گاز طبیعی را متان (CH_4) تشکیل می‌دهد.

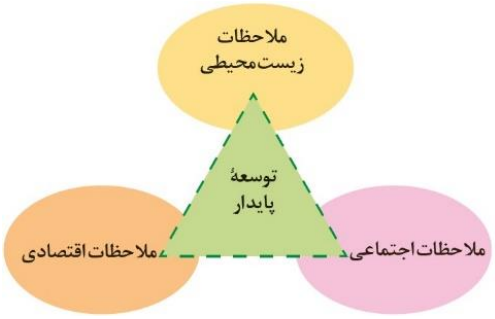
در اثر سوختن متان همانند بنزین H_2O، CO_2 و CO تولید می‌شود.

Dr. Hassan Palavi

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

توسعه پایدار

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



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

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

تست ۱: چه تعداد از موارد زیر درست است ؟

• هدف شیمی سبز این است که کیفیت زندگی را با بهره‌گیری از مواد شیمیایی مصنوعی افزایش داد و همزمان از طبیعت محافظت کرد.

• سوخت سبز سوختی است که علاوه بر کربن و هیدروژن، اکسیژن هم دارد و نسبت به سوخت‌های فسیلی ارزان‌تر است.

• پلاستیک‌های سبز از پسماندهای گیاهی مانند شاخ و برگ سویا و نیشکر به‌دست‌آمده و زیست تخریب‌پذیرند.

•برای کاهش ردپای CO_2 در خودروها می‌توان آنها را با CaO و Mgo واکنش داد تا فرآورده‌های جامد ایجاد شود.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

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.

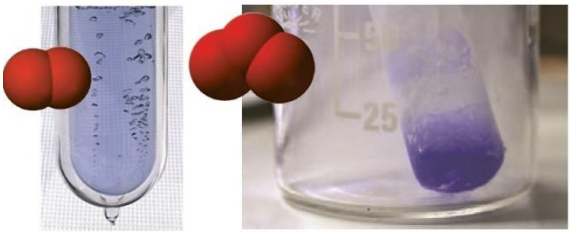
Dr. Hasan Palvi

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

ت) در فرآورده‌های حاصل از سوختن زغال‌سنگ، نسبت به مابقی سوخت‌ها، زیان بیشتری برای محیط‌زیست دارند.

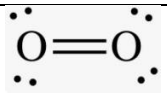
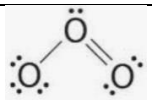
۱) پ ۲) الف، ب، پ ۳) الف، ب ۴) پ، ت

اوزون ، دگرشکلی از اکسیژن در هوا کره



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

عنصر اکسیژن به دو شکل مولکولی O_2 (گاز اکسیژن) و O_3 (اوزون) در هواکره وجود دارد و نیز عنصر کربن به دو شکی بلوری الماس (C) و گرافیت (C) در طبیعت یافت می شود.

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

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

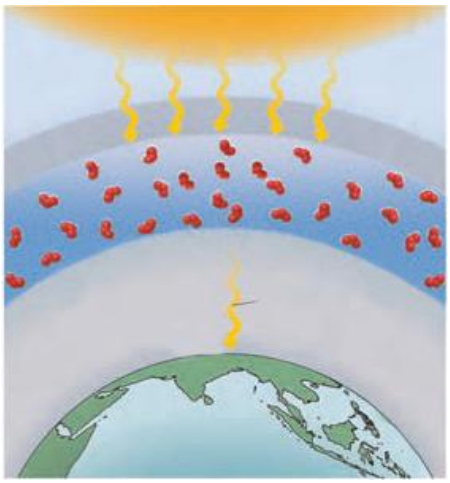
واکنش برگشت‌پذیر (دو طرفه): واکنشی است که هم امکان تبدیل واکنش دهنده‌ها به فرآورده‌ها وجود دارد و هم برعکس. مانند واکنش‌هایی که در باتری‌های قابل شارژ و یا تبدیل گاز اکسیژن و اوزون به یکدیگر:

Dr. Hasan Palvi

تبدیل O_3 و O_2 به یکدیگر در لایه اوزون

۱-لایه اوزون که مانند پوششی کره زمین را احاطه کرده‌است. به قسمت مشخصی از لایه استراتوسفر می‌گویند که بیشترین مقدار اوزون در آن محدوده می باشد.

۲- مولکول‌های اوزون مانع ورود بخش **عمده‌ای** (بالای۹۵%) از تابش‌های فرابنفش خورشید به سطح زمین می‌شوند تا موجودات زنده از این پرتوهای خطرناک در امان باشند.



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

$$O_{3\,(g)} + \text{فرابنفش} \rightleftharpoons O_{2\,(g)} + O_{(g)}$$

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

$$O_{2\,(g)} + O_{(g)} \rightarrow O_{3\,(g)} + \text{فروسرخ}$$

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

$$\mathbf{2\,O_{3\,(g)}} \rightleftharpoons \mathbf{3\,O_{2\,(g)}} + \text{انرژی}$$

نکته ۱: وجود O_3 در لایه استراتوسفر برای از بین بردن پرتوهای فرابنفش بسیار مفید و محافظتی است اما این گاز در لایه تروپوسفر نیز به مقدار کم یافت می‌شود و به دلیل واکنش‌پذیرتر بودن از O_2، آلاینده‌ای سمی و خطرناک به شمار می‌رود و تنفس در مجاورت قرار گرفتن با این گاز سبب آسیب ریه‌ها و سوزش چشم می‌شود.

نکته۲: به دلیل واکنش‌پذیرتر بودن O_3 نسبت به O_2، در صنعت از گاز اوزون برای گندزدایی میوه‌ها و سبزیجات و از بین بردن جانداران ذره‌بینی آب استفاده می‌شود.

نکته ۳: با توجه به تفاوت ساختار و خواص دو دگرشکل اکسیژن (O3 و O2) می‌توان گفت:

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

Dr. Hassan Palavi

تولید اوزون در تروپوسفر

مرحله ۱: گاز نیتروژن که به دلیل واکنش‌پذیری ناچیز در شرایط معمولی با اکسیژن هوا واکنش نمی‌دهد، در هنگام رعدوبرق و یا در دمای بالای موتور خودروها و... با اکسیژن تولید نیتروژن‌مونواکسید می‌کند:

$$N_{2\,(g)} + O_{2\,(g)} \xrightarrow{\text{دمای بالا}} 2\,NO_{(g)}$$ گاز بی رنگ

مرحله ۲: تبدیل NO به NO_2:

$$2\,NO_{(g)} + O_{2\,(g)} \rightarrow 2\,NO_{2\,(g)}$$

NO_2 تولیدی قهوه‌ای رنگ بوده و هوای قهوه‌ای روشن کلان شهر به دلیل وجود آن است.

مرحله ۳: در حضور نور خورشید، نهایتا گاز O_3 تولید می‌شود که به آن اوزون تروپوسفری می‌گویند که برخلاف اوزون استراتوسفری مضر و خطرناک می‌باشد:

$$NO_{2\,(g)} + O_{2\,(g)} \xrightarrow{\text{نور خورشید}} NO_{(g)} + O_{3\,(g)}$$

تست۱: چه تعداد از ویژگی‌های زیر در مولکول اوزون نسبت به مولکول اکسیژن بیشتر است؟

غلظت در تروپوسفر – سطح انرژی – پایداری – واکنش‌پذیری – نقطه جوش – شدت رنگ در حالت مایع

نسبت جفت الکترون‌های ناپیوندی به پیوندی

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۶

تست۲: 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 می‌شود.
- در هر سه مرحله از تولید اوزون تروپوسفری گاز اکسیژن مصرف می‌شود.
- 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 می‌شود.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

تست ۳: چند مورد از مطالب زیر درست است؟

- ساختار فیزیکی هر ماده، تعیین کننده خواص و رفتار آن است.
- افزایش مقدار CO_2 در هواکره باعث افزایش PH آب می‌شود.
- میزان اثرگذاری هر انسان بر قسمت‌های مختلف کره‌زمین را ردپا گویند.
- روغن‌های گیاهی نیز همانند پلاستیک‌های سبز، به وسیله جانداران ذره‌بینی در طبیعت تجزیه می‌شوند.
- در اثر سوختن زغال‌سنگ، ۳ اکسید اسیدی (CO_2، SO_2، NO_2) تولید می‌شود.

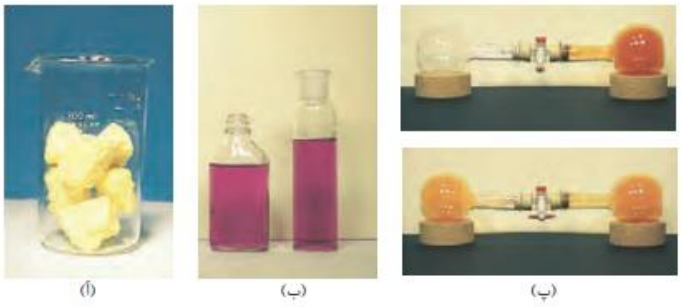
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

Dr. Hasan Pelvi

رفتار گازها

مقایسه حالت فیزیکی مختلف مواد

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



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

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

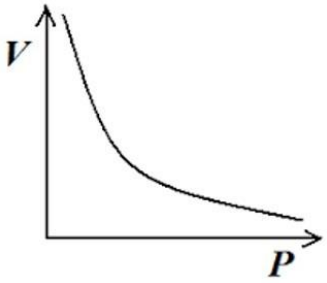
همانگونه که ذکر شد، حجم یک نمونه گاز با حجم ظرف آن (ظرفی که امکان تعیین حجم ندارد)، برابر است (برخلاف مایعات و جامدات).حال اگر مقداری گاز را به ظرفی با قابلیت تغییر حجم وارد کنیم (مانند سرنگ یا سیلندری با پیستون روان)، حجم سامانه (V) تابع سه عامل فشار (P)، دما بر حسب کلوین(T) و مقدار مول گاز (n) خواهد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

$$\frac{P_1.v_1}{n_1.T_1}=\frac{P_2.v_2}{n_1.T_2}$$ ، $$V \simeq \frac{n \cdot T}{P}$$ یا $$P \cdot V \simeq n \cdot T$$

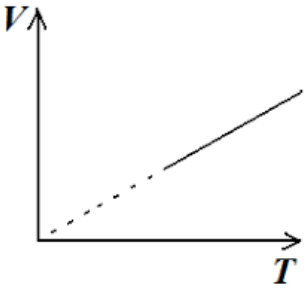
به عبارتی حجم یک نمونه گاز با تعداد مول (n) آن و دمای کلوین (T) رابطه مستقیم و با فشار سامانه (P) رابطه عکس دارد.

Dr. Hassan Pelvi

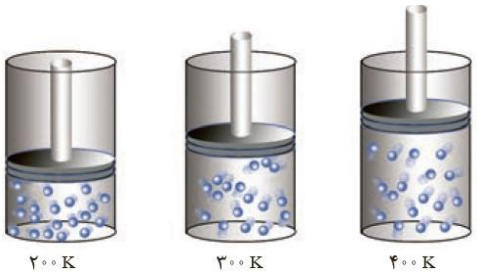
۱-رابطه بین فشار و حجم یک گاز (در دمای ثابت):



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؟).

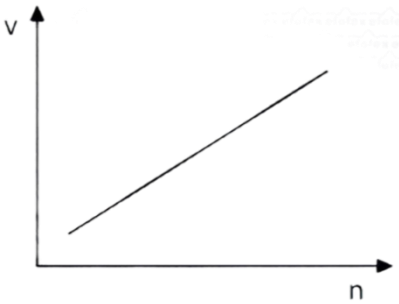


به عبارتی با افزایش دما به یک سامانه که امکان تغییر حجم در آن وجود دارد، جنبش ذرات بیشتر شده و حجم سامانه افزایش می‌یابد.

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

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

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



Dr. Hasan Palvi

تست: کدام گزینه درست است؟

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

۲) اگر دمای یک مول گاز افزایش یابد، حتما حجم آن افزایش می‌یابد.

۳) در دما و فشار برابر، دو مول گاز CO_2 دو برابر یک مول از آن حجم اشغال می‌کند.

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

آووگادرو (قانون حجم مولی گازها)

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

۱-طبق قانون آووگادرو، حجمی که n مول گاز اشغال می‌کند هرگز ارتباطی با فرمول شیمیایی و تعداد اتم های مولکول آن ندارد. عنوان مثال ۰/۵ مول از هر یک از گازهای He، O_3، CO_2، CH_4، C_3H_6 اگر دما و فشار برابری داشته‌باشند، حجم‌های برابری خواهند داشت، هر چند تعداد اتم‌های هر سامانه متفاوت است.

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

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

شماره نمونه	۱	۲	۳	۴	۵
گاز	H_2	Ne	CO_2	O_2	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

تست ۱: کدام گزینه درست است؟

۱) حجم مولی گازها در دما و فشار ثابت $22/4$ لیتر است.

۲) در دما و فشار برابر، تعداد اتم‌های موجود در ۱۰ لیتر CO_2، ۱/۵ برابر تعداد اتم‌های ۱۰ لیتر گاز N_2 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 مولکول‌ها در $5L$ گاز CO_2 است.

Dr. Hasan Palvi

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

الف) در $22/4$ لیتر گاز C_2H_6 تعداد $8N_A$ اتم وجود دارد.

ب) در شرایط STP تعداد مولکول‌ها در $20L$ از گازهای Cl_2 و O_3 برابر است.

پ) در دما و فشار ثابت و برابر نسبت جرم $\frac{NO_2}{N_2}$ در ۷ لیتر از هر دو گاز حدود $1/65$ می‌باشد.

ت) در دما و فشار ثابت و برابر تعداد اتم‌ها در ۱۰ لیتر CH_4 برابر با تعداد اتم‌ها در ۲۵ لیتر N_2 است.

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

به‌دست‌آوردن چگالی یک گاز ($\frac{g}{L}$):

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

یا

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

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

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

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

پ) ۶۴۰ گرم گاز O_2 در ظرف ۴۰۰ لیتری : $d = \frac{\text{جرم گاز}}{\text{حجم گاز}} = \frac{640}{400} = 1/6 \ \frac{g}{L}$

Dr. Hasan Palvi

حل مسائل گازها

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

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

نکته ۱: چنانچه کسر در مورد کل یک فرمول شیمیایی بیان شود، به جای زیروند۱ قرار می‌دهیم. به عنوان مثال کسر جرمی برای C_2H_6: $\frac{\text{گرم}}{1\times 30}$

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

نکته ۳: کسر حجمی فقط برای گازها می‌باشد.

(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 داده‌شده را قرار می‌دهیم

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

روش کسر تبدیل:

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

روش کسر هم‌ارز:

$$\frac{\text{تعداد } H}{6 \times 6.02 \times 10^{23}} = \frac{L_{C_2H_6}}{1 \times 22.4} \Rightarrow X = 1.12\ L_{C_2H_6}$$

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

۱) ۴۸۰ ۲) ۲۴۰ ۳) ۶۶۰ ۴) ۹۶۰

Dr. Hasan Palvi

تست ۲: شمار مول‌ها در کدام نمونه بیشتر است؟ ($H = 1$ ، $C = 16$ ، $Na = 23$ ، $Cl = 35/5$ $g \cdot mol^{-1}$)

۱) $1/38$ گرم فلز سدیم
۲) $2/34$ گرم سدیم کلرید
۳) ۲ لیتر گاز کلر با چگالی $2/84 \frac{g}{L}$
۴) $0/56$ لیتر گاز هیدروژن در شرایط STP

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

۱) $0/11$
۲) $0/1$
۳) $0/09$
۴) $0/08$

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

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

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

- 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 $1/25 \frac{g}{L}$ است.
- $9/3$ لیتر گاز C_2H_2 در شرایط STP حدود ۱۰ گرم کربن دارد.
- با قرار دادن بادکنک پر شده‌ای از هوا در نیتروژن مایع، حجم بادکنک کاهش می‌یابد.

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

تست ۶: اگر تعداد اتم های هیدروژن در ۵ لیتر گاز C_3H_X برابر با تعداد اتم‌ها در ۲۰ لیتر گاز Cl_2 باشد، x چند است؟ (حجم مولی برای هر دو گاز برابر $25 \frac{L}{mol}$ است)

۱) ۸
۲) ۶
۳) ۴
۴) ۲

Dr. Hasan Palvi

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

۱) ۹۰ ۲) ۸۰ ۳) ۷۵ ۴) ۵۰

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

۱) ۱ ۲) ۱/۵ ۳) ۲ ۴) ۲/۵

جمع‌بندی

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

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

۲) به دست آوردن چگالی یک گاز:

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

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

۳) رابطه چگالی دو گاز A و B اگر حجم مولی برابر باشد: $\frac{d_A}{d_B} = \frac{M_A}{M_B}$

نکته۱: برای تبدیل gr (m) و تعداد از روش فرمول به مول (n) برای کلیه حالات فیزیکی (s، l و g)

می‌توان از دو رابطه زیر استفاده کرد: $n = \frac{m}{M}$ $n = \frac{\text{تعداد ذره}}{N_A}$

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

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

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

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

Dr. Hasan Palvi

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

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

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

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

۱) ۲۸ ۲) ۱۸/۶ ۳) ۷ ۴) ۲۵

تست ۳: (تجربی داخل اردیبهشت ۱۴۰۳)

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

شمارهٔ نمونه	۱	۲	۳	۴	۵
گاز	CO	Ne	CO_2	N_2	He
ظرف محتوی گاز					

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

تست ۴: (ریاضی داخل اردیبهشت ۱۴۰۳)

کدام مورد دربارهٔ توصیف یک نمونه گاز، درست است؟

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

Dr. Hasan Pelvi

استوکیومتری واکنش

تعریف: بخشی از علم شیمی است که با محاسبات ریاضیاتی، ارتباط کمّی بین مواد شرکت‌کننده در یک واکنش برقرار کرده و مقدار مصرف‌شده یا تولیدشده مواد شرکت‌کننده با توجه به اطلاعات یک جسم، محاسبه می‌شود.

نکته: همان‌گونه که در یک فرمول شیمیایی (به عنوان مثال $C_6H_{12}O_6$)، زیروندها نشان‌دهنده نسبت تعداد یا نسبت مول هر عنصر در ۱ عدد یا یک مول از جسم است. در یک واکنش نیز ضرایب استوکیومتری نشان‌دهنده نسبت تعداد یا نسبت مولِ مصرفی یا تولیدی مواد شرکت‌کننده است.

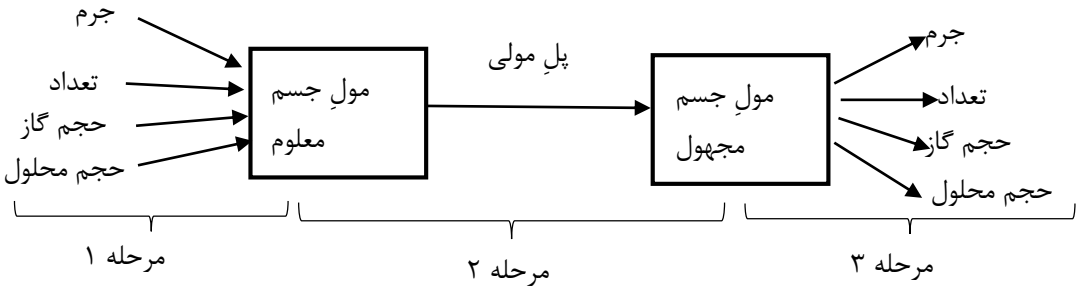
به عنوان مثال در واکنش $1N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$ می‌توان گفت:

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

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

حل مسائل استوکیومتری واکنش

روش ۱: به کمک کسرهای تبدیل: از الگوریتم زیر استفاده کرده و از اطلاعات جسم معلوم به اطلاعات خواسته شده‌ی جسم مجهول می‌رسیم:



نکته: منظور از پلِ مولی، نسبت ضرایب استوکیومتری می‌باشد.

روش ۲: به کمک کسرهای هم‌ارز (تناسب): از کسرهای زیر با توجه به یکای معلوم و مجهول استفاده می‌کنیم:

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

Dr. Hasan Palvi

روش ۳: به روش فرمولی: با استفاده از یکی از فرمول‌های زیر، مقدار مولِ 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.

$$n = \frac{\text{تعداد}}{N_A} \quad ، \quad n = \frac{v}{V} \quad ، \quad n = \frac{m}{M}$$

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

$$2C_2H_6 + 7O_2 \rightarrow 4CO_2 + 6H_2O$$

روش ۱:

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

روش ۲:

$$\frac{\frac{g.C_2H_6}{0/3}}{2\times30} = \frac{\frac{L.O_2}{x}}{7\times22/4} \rightarrow L.O_2 = 0/784\ L.O_2$$

روش ۳:

$$n_{C_2H_6} = \frac{m}{V} = \frac{0/3}{30} = 0/01 \rightarrow mol.O_2 = \frac{7}{2} \times 0/01 = \frac{7}{200} \rightarrow n_{O_2} = \frac{v}{V}$$
$$\rightarrow \frac{7}{200} = \frac{v}{22/4} \rightarrow v_{O_2} = 0/784\ L.O_2$$

سؤال: برای سوختن ۱۱/۴ گرم اوکتان (C_8H_{18})، چند لیتر هوا، شامل ۲۰٪ اکسیژن در شرایط STP نیاز است؟ (C_8H_{18} = ۱۱۴ $g.mol^{-1}$)

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

با هم بیندیشیم

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

$$C_6H_{12}O_6(aq) + 6O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(l) + \text{انرژی}$$

آ) بدن انسان در هر شبانه روز به طور میانگین ۲/۵ مول گلوکز مصرف می کند. 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؟

Dr. Hassan Palouei

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

$$KClO_3(s) \rightarrow KCl(s) + O_2(g)$$

۱) ۱۲/۵ ۲) ۲۴/۵ ۳) ۳۶/۵ ۴) ۷۳/۵

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

$$6Na + 1Fe_2O_3 \rightarrow 3Na_2O + 2Fe$$

۱) ۰/۰۰۳ ۲) ۰/۰۰۲ ۳) ۰/۰۰۱ ۴) ۰/۰۱

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؟

($C = ۱۲$ ، $O = ۱۶$، $Mg = ۲۴$، $Ca = ۴۰$ ، $Cr = ۵۲$، $Pb = ۲۰۷$ $g.mol^{-1}$)

$$MCO_3 \rightarrow MO + CO_2$$

۱) Mg ۲) Pb ۳) Ca ۴) Cr

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)

۱) ۲، ۶۰ ۲) ۲، ۴۰ ۳) ۳/۹۲، ۶۰ ۴) ۳/۹۲، ۴۰

Dr. Hasan Palvi

تست ۵: در واکنش $Fe(s) + O_2(g) \rightarrow Fe_2O_3(s)$ در اثر مصرف ۰/۳ لیتر گاز اکسیژن با چگالی $۱/۶ \frac{g}{L}$، چند عدد یون تولید می‌شود؟ ($o = ۱۶\ g.mol^{-1}$)

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

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

$MCl_n + AgNO_3 \rightarrow M(NO_3)_n + nAgCl$ ($Cl = ۳۵/۵$ ، $Ag = ۱۰۸$)

۱) ۶۷/۵ ۲) ۵۴ ۳) ۴۶ ۴) ۳۲

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؟

($H = ۱$ ، $C = 12$ ،$O = ۱۶\ g.mol^{-1}$) **(ریاضی ۹۹)**

$C_4H_8(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(g)$ (معادله واکنش موازنه شود)

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.

Dr. Hassan Palouei

در واکنش با دو جسم مشترک و هم‌ضریب کردن آن:

تست ۸: مقدار گاز اکسیژن آزاد شده از تجزیه گرمایی ۰/۳ مول $KClO_3$ را از تجزیه گرمایی چند گرم $NaNO_3$ می‌توان به دست آورد؟ ($N = ۱۴$ ، $O = 16$ ،$Na = ۲۳\ g.mol^{-1}$)

$NaNO_3 \rightarrow NaNO_2 + O_2$ $\qquad$ $KClO_3 \rightarrow KCl + O_2$

تست ۹: گاز آزاد شده از واکنش کامل ۴۰ گرم آلیاژ مس و روی با مقدار کافی HCl (مس با HCl واکنش نمی‌دهد)، می‌تواند در شرایط مناسب ۰/۱ مول C_2H_2 را به C_2H_6 تبدیل کند. حجم گاز آزاد شده از واکنش این آلیاژ با HCl در شرایط متفاوتی چند لیتر بوده و درصد جرمی مس در آلیاژ اولیه چند درصد بوده است؟ ($Zn = ۶۵$) (تجربی ۱۴۰۲)

$Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$

$C_2H_2 + H_2 \rightarrow C_2H_6$

۱) ۴/۴۸، ۶۷/۵ $\qquad$ ۲) ۴/۴۸، ۸۷/۵ $\qquad$ ۳) ۲/۲۴، ۶۷/۵ $\qquad$ ۴) ۲/۲۴، ۸۷/۵

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 ۰/۱۲۵ 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؟($N = ۱۴$ ، $O = 16$ ،$g.mol^{-1}$) (ریاضی ۱۴۰۱)

۱) ۳/۷۵، ۲/۸ $\qquad$ ۲) ۳/۷۵، ۱/۴ $\qquad$ ۳) ۱/۸۷۵، ۲/۸ $\qquad$ ۴) ۱/۸۷۵، ۱/۴

Dr. Hasan Palvi

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.

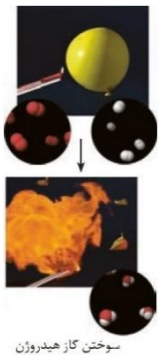
a) $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$

b) $3H_2 + N_2 \rightarrow 2NH_3$

c) $N_2 + O_2 \rightarrow 2NO$

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 می شود)



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 ۴۵۰ °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 (N_2 و H_2) بود. برای حل این مشکل، با بررسی نقطه جوش (میعان) هر سه گاز، متوجه شد که اگر دما را تا ۳۵ °C- سرد کند، آمونیاک مایع شده و به راحتی از مخلوط گازی جدا می‌شود.

نمای تولید آمونیاک در صنعت به روش هابر

ماده	نقطه جوش(°C)
H_2	-۲۵۳
N_2	-۱۹۶
NH_3	-۳۳

Dr. Hassan Palavi

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

تست: کدام مطالب زیر درست‌اند؟

الف) یکی از چالش‌های هابر این بود که N_2 و H_2 حتی در دما و فشار بالا واکنش نمی‌دهند.

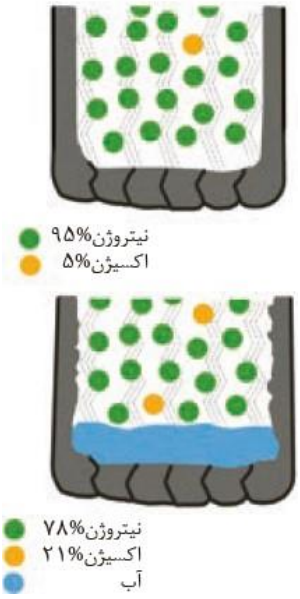
ب) کشاورزان گاز نیتروژن را به طور مستقیم به خاک تزریق می‌کنند.

پ) گاز نیتروژن واکنش‌پذیری ناچیزی دارد و علت استفاده از آن در بسته‌بندی مواد غذایی، ارزان‌تر بودن آن نسبت به آرگون است.

ت) شرایط بهینه‌ای که هابر برای تولید آمونیاک ایجاد کرد، دمای $450\ ^\circ C$ و فشار $200\ atm$ و ورقه‌های آهن بود.

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

پر کردن تایر خودرو با گاز نیتروژن



گاز نیتروژن برخلاف گاز اکسیژن واکنش‌پذیری ناچیزی دارد. در شرایط معمول، داخل تایر خودرو را با هوا پر می‌کنند که ۷۸٪ حجمی گاز N_2 و ۲۱٪ حجمی گاز اکسیژن دارد. از طرفی گاز اکسیژن می‌تواند با موادی مانند H_2 تولیدشده در تایر واکنش داده و آب تولید کند: $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$

آب تولیدشده باعث کاهش طول عمر لاستیک شده و از طرفی مصرف سوخت را بالا می‌برد. چنان‌چه بادِ 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 اوزونِ در استراتوسفر جذب می‌شود.

۲) در فرآیند هابر برای جداسازی نیتروژن از هیدروژن، مخلوط شامل فرآورده را تا $-200\ ^\circ C$ سرد می‌کنند.

۳) نسبت درصد جرمی گاز نیتروژن در هوا به درصد جرمی این گاز در تایر خودرو، به تقریب برابر ۰/۹۵ است.

۴) گاز نیتروژن فراوان‌ترین جزء سازنده هواکره است که واکنش‌پذیری و کاربرد صنعتی ناچیزی دارد.

Dr. Hasan Palvi

تمرین های دوره ای

۱ـ واکنش‌های زیر را موازنه کنید.

آ) $NaBH_4(s) + H_2SO_4(aq) \longrightarrow H_2(g) + Na_2SO_4(aq) + B_2H_6(g)$

ب) $H_2S(g) + O_2(g) \longrightarrow SO_2(g) + H_2O(g)$

پ) $Au(s) + NaCN(aq) + O_2(g) + H_2O(l) \longrightarrow NaAu(CN)_2(aq) + NaOH(aq)$

ت) $NH_3(g) + O_2(g) \longrightarrow NO(g) + H_2O(g)$

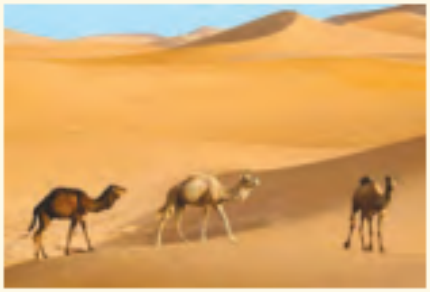
ث) $CaCl_2(aq) + NaF(aq) \longrightarrow NaCl(aq) + CaF_2(s)$

۲ـ معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش تولید آمونیاک به‌صورت زیر است:

$$N_2(g) + 3H_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g)$$

آ) برای تهیهٔ 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؟



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

$$2C_{57}H_{110}O_6(s) + 163O_2(g) \longrightarrow 114CO_2(g) + 110H_2O(l)$$

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

۴ـ واکنش آلومینیم با آمونیوم پرکلرات مطابق معادله شیمیایی زیر انجام می‌شود.

$$Al(s) + NH_4ClO_4(s) \longrightarrow Al_2O_3(s) + AlCl_3(s) + H_2O(l) + N_2(g)$$

(معادله شیمیایی، موازنه نشده است.)

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

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

Dr. Hasan Palvi

۵ـ گاز شهری به‌طور عمده از متان تشکیل شده و در محیطی که اکسیژن کم است به‌صورت ناقص می‌سوزد و بخار آب، کربن‌مونوکسید، نور و گرما تولید می‌کند.

آ) معادلهٔ 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؟

۶ـ در برخی کشورها از اتانول (C_2H_5OH) به‌عنوان سوخت سبز به‌جای سوخت‌های فسیلی استفاده می‌شود.

آ) معادلهٔ واکنش سوختن کامل اتانول را بنویسید و موازنه کنید.

ب) استفاده از اتانول به‌جای سوخت‌های فسیلی چه اثری بر میزان آلاینده‌هایی دارد که به هواکره وارد می‌شود؟ توضیح دهید.

۷ـ جدول زیر داده‌هایی را درباره خودروهای یک کشور توسعه یافته نشان می‌دهد.

برچسب آلایندگی خودرو	A	B	C	D	E	F	G
گسترهٔ انتشار گاز کربن دی‌اکسید (گرم) به‌ازای طی یک کیلومتر	کمتر از ۱۲۰	۱۲۰ـ۱۴۰	۱۴۰ـ۱۵۵	۱۵۵ـ۱۷۰	۱۷۰ـ۱۹۰	۱۹۰ـ۲۲۵	بیشتر از ۲۲۵

آ) نوعی خودرو در این کشور به‌ازای طی یک کیلومتر، ۱۰۵ گرم گاز کربن‌دی‌اکسید منتشر می‌کند. برچسب این خودرو را تعیین کنید.

ب) هر خودرو به‌طور میانگین سالانه مسافتی حدود ۱۸۰۰۰ کیلومتر طی می‌کند. حساب کنید سالانه چند کیلوگرم گاز کربن‌دی‌اکسید بر اثر استفاده از هر خودرو وارد هواکره می‌شود؟

پ) فرض کنید این کشور در راستای توسعهٔ پایدار سالانه دو نوع مالیات از مالکان خودرو دریافت می‌کند. مالیات سالانه برابر با ۱۰۰ یورو و مالیات متغیر که به میزان گاز کربن دی‌اکسید 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 می‌پردازد؟ (**راهنمایی**: هر خودرو به‌ازای تولید هر صد کیلوگرم CO_2 اضافی دو یورو مالیات متغیر می‌پردازد.)

Dr. Hassan Palavi

تست جامع فصل

تست ۱: شمار یون‌های موجود در ۸۴ گرم منیزیم سولفید، چند برابر شمار یون‌های موجود در ۱۶/۶ گرم سدیم نیترید است؟ ($N = ۱۴ ، Na = ۲۳ ، Mg = ۲۴ ، S = ۳۲ \ g.mol^{-1}$) (ریاضی ۹۹ خ)

۱) ۰/۲۷ ۲) ۲/۵ ۳) ۳/۷۵ ۴) ۵

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)

۱) ۱۱/۶ ۲) ۱۲/۶ ۳) ۲۳ ۴) ۲۵

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

$Mg_3N_2 ، NF_3 ، Cu_2O ، Cr_2O_3 ، N_2O_3$

۱) منیزیم نیترید، نیتروژن تری‌فلوئورید، مس (II) اکسید، دی‌کروم تری‌اکسید، نیتروژن اکسید

۲) تری‌منیزیم دی‌نیترید، نیتروژن فلوئورید، مس (II) اکسید، کروم (III) اکسید، نیتروژن اکسید

۳) منیزیم نیترید، نیتروژن تری‌فلوئورید، مس (I) اکسید، کروم (III) اکسید، دی‌نیتروژن تری‌اکسید

۴) دی‌منیزیم تری‌نیترید، نیتروژن فلوئورید، 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-}

۱) ۴، ۳ ۲) ۴، ۴ 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؟ ($A = ۱۲۸ \frac{g}{mol}$) (تجربی ۱۴۰۰)

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

Dr. Hasan Palvi

تست ۶: هالید فلز A با فرمول AX_2 بر اثر گرما مطابق واکنش زیر تجزیه می‌شود. اگر ۱/۲ گرم AX_2 به طور کامل تجزیه شود و ۰/۷۲ گرم AX و ۷۱/۲۵ میلی‌لیتر گاز X_2 تولید شود، جرم اتمی هالوژن X چند برابر جرم اتمی فلز A است؟ (حجم مولی ۲۸/۵ لیتر بر مول است) $AX_2(s) \xrightarrow{\Delta} 2AX(s) + X_2(g)$ (ریاضی ۱۴۰۰)

۱) ۱/۱۵ ۲) ۱/۲۵ ۳) ۱/۵ ۴) ۱/۷۵

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

I) $Fe(OH)_2(s) + H_2O(l) + O_2(g) \rightarrow Fe(OH)_3(s)$

II) $Al(OH)_3(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow Al_2(SO_4)_3(aq) + H_2O(l)$

* برای تشکیل ۱۰۷۰ 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، ۳۶ گرم آب تشکیل می‌شود.
* مجموع ضریب‌های استوکیومتری واکنش‌دهنده‌ها در واکنش I با مجموع ضریب‌های استوکیومتری فرآورده ها در واکنش II برابر است. ($Fe = ۵۶\ g.mol^{-1}$، $O = ۱۶$ ، $H = ۱$) (ریاضی ۹۹)

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

تست ۸: چه تعداد از مطالب زیر نادرست است؟

* در هر دما و فشاری ۷۸٪ حجم هوای خشکِ تروپوسفر را گاز N_2 تشکیل می‌دهد.
* درصد مولی گازهای O_2 و Ar در هوای خشکِ تروپوسفر به ترتیب حدود ۲۱٪ و ۱٪ است.
* نسبت درصد جرمی گاز N_2 به O_2 در هوای خشکِ تروپوسفر $\frac{78}{21}$ می‌باشد.
* اگر ارتفاع قله دماوند ۵/۵ کیلومتر باشد، میانگین دمای سالیانه در قله آن حدود ۲۵۴ کلوین است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

Dr. Hasan Palvi

تست ۹: کدام گزینه نادرست است؟ ($N = ۱۴ ، O = ۱۶ \ g.mol^{-1}$)

۱) در یک واکنش گازی، در دما و فشار ثابت و برابر، ضرایب استوکیومتری نسبتِ مول، تعداد و حجم مواد شرکت‌کننده را نشان می‌دهد.

۲) در دما و فشار برابر، تعداد اتم‌ها در v لیتر گاز C_4H_6، دو برابر تعداد اتم‌ها در v لیتر گاز N_2O_3 است.

۳) در دما و فشار برابر، نسبت جرم v لیتر N_2 به v لیتر O_2 برابر ۱ می‌باشد.

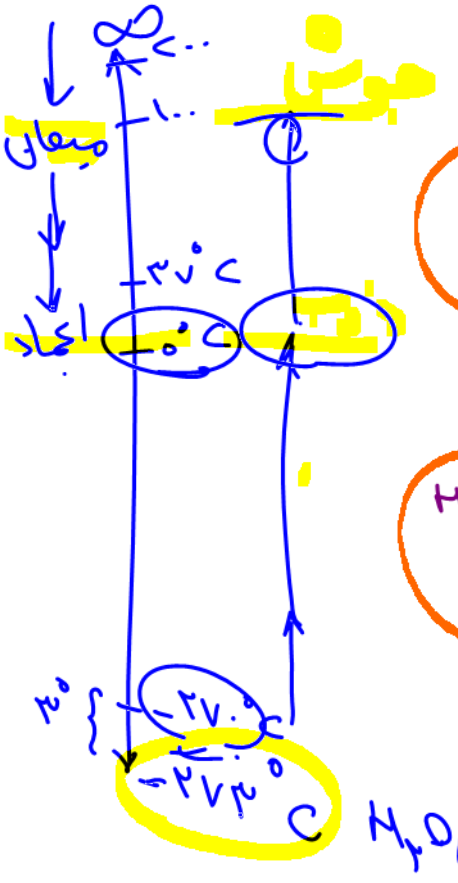
۴) اگر در دما و فشار برابر و ثابت، چگالی گاز A دو برابر چگالی گاز B باشد، قطعاً جرم مولی A نیز دو برابر B می‌باشد.

تست ۱۰: چه تعداد از مطالب زیر درست‌اند؟

* 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

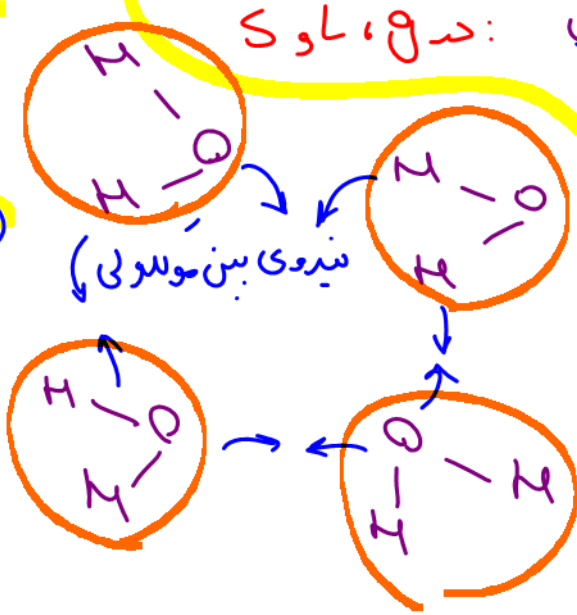
Dr. Hasan Palvi



فقط در g و l

در g، l و s:

حرکات درونی
- حرکت انتقالی
- حرکت دورانی
- حرکت ارتعاشی



نیروهای بین مولکولی:

مولکول‌ها را به هم متصل می‌کند.