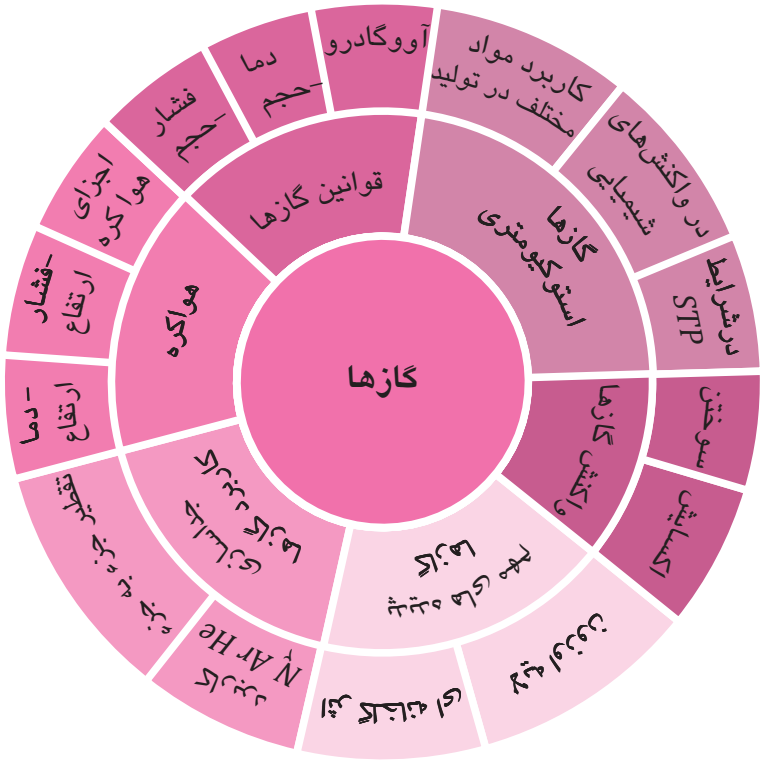
فصل ۲

رد پای گازها در زندگی

یکی از دلایل اصلی تولید گاز اوزون در جو زمین رعد و برق است. اوزون گازی است سمی که حیات موجودات زمین در زمین به آن وابسته است!



پس از مطالعه این فصل و حل دقیق تمرینات آن انتظار می‌رود بتوانی:

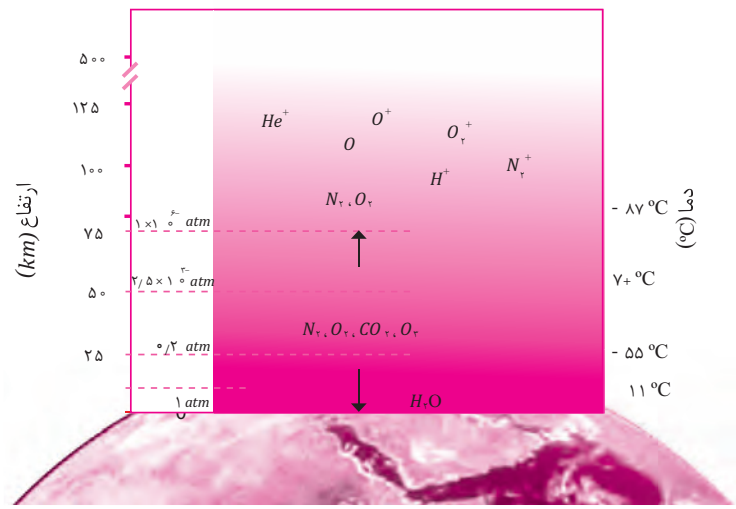
- توضیح دهی چه گازهایی در هواکره وجود دارد و چگونه می‌توان آن‌ها را از یکدیگر جدا کرد؟
- واکنش‌ها و کاربردهای گازهای مختلف هواکره رابگویی
- ترکیب‌های دوتایی را نامگذاری کنی؟
- موازنه واکنش‌ها را انجام دهی
- نقش گاز در هواکره چیست؟
- شرح دهی چه رابطه‌ای بین ویژگی گازها مانند حجم، دما و مقدار آن‌ها وجود دارد؟ (قوانین گازها)
- استوکیموتری ومحاسبات مرتبط با آن را انجام دهی.

هوا کره

زمین، تنها سیاره در سامانه خورشیدی است که برای زندگی مناسب است. موجودات زنده برای ادامهٔ زندگی به آب، هوا و غذا نیاز دارند و همهٔ این‌ها در سیارهٔ زمین مهیا می‌باشند. این شرایط مناسب به دلیل وجود هواکرهٔ در زمین است. اتمسفر زمین یا همان هواکره؛ لایه فیروزه‌ای پیرامون زمین است که اغلب به آن هوا گفته می‌شود. در فصل دوم به بررسی هوا، گازها و ویژگی‌های آن‌ها خواهیم پرداخت.

نکاتی در مورد هواکره:

- هوا مخلوطی از گازهای گوناگون است که تا فاصله ۵۰۰ کیلومتری از سطح زمین امتداد یافته است.
- جاذبه زمین این گازها را پیرامون خود نگه می‌دارد و مانع از خروج آن‌ها از اتمسفر می‌شود.
- هواکره از چهار لایه تروپوسفر، استراتوسفر، مزوسفر و ترموسفر تشکیل شده است. دلیل وجود لایه‌های هوا، تغییر دما با افزایش ارتفاع می‌باشد؛ به‌عنوان‌مثال در لایه تروپوسفر با افزایش ارتفاع، دما کاهش می‌یابد. تغییر دما در سایر لایه‌ها مطابق شکل زیر است:



- حدود ۷۵ درصد جرم هواکره در لایه تروپوسفر قرار دارد.
- با افزایش ارتفاع هوا **رقیق‌تر** می‌شود.
- با افزایش ارتفاع، **فشار** هوا **کاهش** می‌یابد که دلیل آن کاهش تعداد ذرات و رقیق شدن هوا با افزایش ارتفاع می‌باشد.
- هواکره شامل ذرات **مولکولی** مانند O_2, CO_2 ذرات **اتمی** مانند He, Ar, O و ذرات **یونی** (فقط کاتیون) مانند He^+ , N_2^+, O_2^+, O^+ , H^+ می‌باشد.
- ذرات یونی در لایه‌های بالاتر از تروپوسفر به دلیل برخورد پرتوهای الکترومغناطیس پرانرژی (مانند اشعه فرابنفش و اشعه X) به مولکول و اتم‌ها ایجاد می‌شوند.
- آب‌وهوا نتیجه برهم‌کنش میان زمین، هواکره، آب و خورشید است.
- تغییرات آب‌وهوایی در فاصله ۱۲ ـ ۱۰ کیلومتری از سطح زمین (لایه تروپوسفر) اتفاق می‌افتد.
- در لایهٔ تروپوسفر به ازای افزایش هر یک کیلومتر دما حدود $۶^\circ C$ افت می‌کند و در انتهای لایه به حدود $-۵۵^\circ C$ (۲۱۸ کلوین) می‌رسد.

مثال: اگر میانگین دما در سطح زمین حدود $11^\circ C$ (۲۸۴ کلوین) باشد، ارتفاع تقریبی لایه تروپوسفر را محاسبه کنید.

اختلاف دما در تروپوسفر $= -55 - 11 = -66^\circ C$

به ازای افزایش ۱ کیلومتر، دما $6^\circ C$ کاهش می‌یابد:

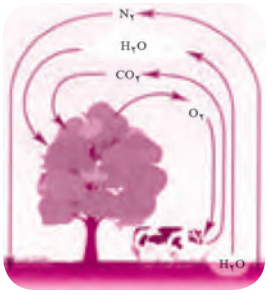
$$\begin{matrix} 1km & \sim & 6^\circ C \\ x\ km & \sim & 66^\circ C \end{matrix} \Rightarrow \left\{ \text{(ارتفاع تروپوسفر)} \quad x = \frac{66}{6} = 11\ km \right.$$

(کاهش دما)

پس ارتفاع تقریبی تروپوسفر ۱۱ کیلومتر است که بیشترین مقدار گازهای هواکره در این فاصله از زمین قرار دارند.

در بررسی ویژگی‌ها و قوانین گازها در ادامهٔ فصل پیش‌تر از واحد کلوین K برای دما استفاده خواهیم کرد که ارتباط آن به درجهٔ سلسیوس مطابق زیر رابطهٔ روبرو است: $K = 273 + {}^\circ C$

هوا معجونی ارزشمند



برهم کنش هواکره با زیست‌کره

زندگی جانداران گوناگون در زیست‌کره با گازهای هوا، گره خورده است. گیاهان با بهره‌گیری از نور خورشید و کربن‌دی‌اکسید هواکره، اکسیژن موردنیاز جانداران را تولید کرده و جانداران ذره‌بینی، گاز نیتروژن هواکره را برای مصرف گیاهان در خاک تثبیت می‌کنند.

حدود ۷۵ درصد از جرم هواکره، در نزدیک‌ترین لایه زمین (تروپوسفر) قرار دارد. هواکره منبع ارزشمندی برای تهیه برخی گازها می‌باشد. به نام و درصد حجمی گازهای سازنده هوای پاک و خشک در لایه تروپوسفر در جدول زیر دقت کنید:

نام گاز تشکیل‌دهنده	درصد گاز در هوا
نیتروژن	۷۸/۰۷۹
اکسیژن	۲۰/۹۵۲
آرگون	۰/۹۲۸
کربن‌دی‌اکسید	۰/۰۳۸۵
نئون	۰/۰۰۱۸
هلیم	۰/۰۰۰۵
کریپتون	۰/۰۰۰۱
زنون و سایر گازها	ناچیز

علاوه بر گازهای موجود در جدول بخارآب نیز در هوا وجود دارد. رطوبت هوا متغیر بوده و میانگین بخارآب در هوا، حدود یک درصد است.

ترکیب درصد گازهای موجود در هوا از ۲۰۰ میلیون سال پیش تاکنون تقریباً ثابت مانده است. این واقعیت از تحقیق دانشمندان بر روی هوای به دام افتاده در بلور یخ موجود در یخچال‌های قطبی و نیز سنگ‌های آتشفشانی حاصل شده است.

جداسازی اجزای هوا

در صنعت، گازهای درون هواکره را از تقطیر جزءبه‌جزء هوای مایع طی مراحل زیر تهیه می‌کنند:

مرحله ۱: **هوا** را از **صافی‌ها** عبور می‌دهند.
نتیجه: **گردوغبار** از هوا جدا می‌شود.

مرحله ۲: کاهش **دما** تا $0^\circ C$ با کمک تغییر فشار
نتیجه: رطوبت هوا به‌صورت **یخ** در صفر درجه جدا می‌شود.

مرحله ۳: کاهش دما تا $-80^\circ C$
نتیجه: گاز کربن‌دی‌اکسید به‌صورت جامد از هوا جدا می‌شود.

مرحله ۴: سرد کردن هوا تا $-200^\circ C$
نتیجه: مخلوط بسیار سرد چند مایع به نام هوای مایع تولید می‌شود.

مرحله ۵: تقطیر **جزءبه‌جزء** هوای مایع با (عبور از یک ستون تقطیر)
نتیجه: اجزای هوا در دماهای متفاوت جدا می‌شوند.

انبیق، وسیلهٔ ساده ای که جابربن حیان به منظور تقطیر مواد طراحی کرد. این ظرف برای گرم کردن مخلوطها و جمع آوری و هدایت بخارهای حاصل به کار می رفت.

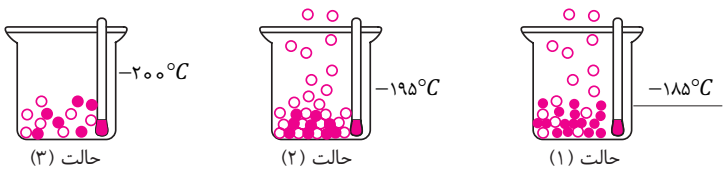
۱. برای رسیدن به دمای -200° علاوه بر کاهش دمای هوا، از فشار نیز استفاده می‌شود.
۲. در هوای مایع گاز CO_2 وجود ندارد.
۳. در دمای $-200^\circ C$ هلیم هنوز به‌صورت گاز بوده و از سایر اجزای هوای مایع شده، جدا می‌باشد.
۴. مطابق جدول زیر با گرم کردن هوای مایع در ستون تقطیر به ترتیب گازهای نیتروژن، آرگون و اکسیژن از آن جدا شده و در کپسول‌های جداگانه‌ای ذخیره می‌شوند.

گاز	نقطه‌جوش $^\circ C$
هلیم	-۲۶۹
نیتروژن	-۱۹۶
آرگون	-۱۸۶
اکسیژن	-۱۸۳

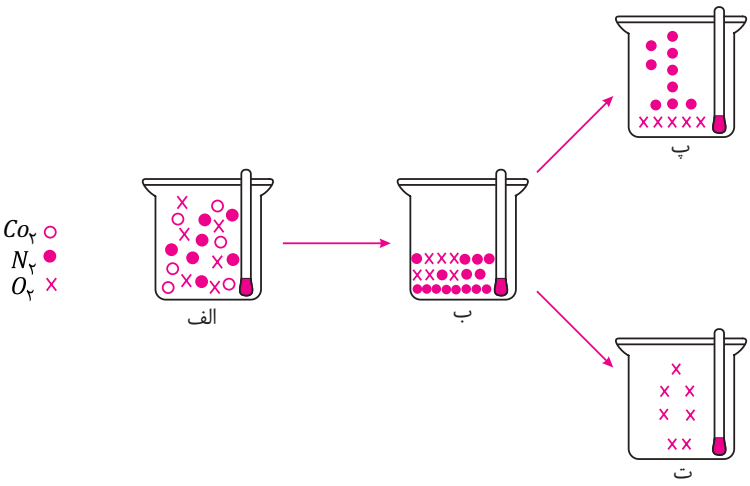
با توجه به اطلاعات بالا می توان دمای جوش گاز موجود در هوا را به صورت زیر مرتب کرد:
دمای جوش : $H_2O > CO_2 > O_2 > Ar > N_2 > He$

مثال ۱: مشخص کنید در هریک از حالت‌های زیر چه گازی از هوای مایع جدا می‌شود؟

پاسخ:
حالت ۲: گاز نیتروژن
حالت ۱: گاز آرگون



مثال ۲: مشخص کنید هر یک از شکل‌های زیر در کدام دما $(-۱۸۳^\circ C, -۲۰۰^\circ C, ۰^\circ C, -۱۹۶^\circ C)$ رسم شده است؟ (در این شکل‌ها فقط $O_۲, N_۲, CO_۲$ نشان داده شده است)



پاسخ:

شکل الف) در دمای $۰^\circ C$ است که $O_۲, N_۲, CO_۲$ گاز هستند.

شکل ب) در $-۲۰۰^\circ C$ است که $O_۲, N_۲$ مایع هستند و درآن وجود ندارد.

شکل پ) دما $-۱۹۶^\circ C$ می‌باشدکه گاز $N_۲$ از آن جدا می‌شود.

شکل ت) در دمای $-۱۸۳^\circ C$ است که در این دما گاز $O۲$ از هوای مایع جدا می‌شود.

* با توجه به اینکه دمای جوش گازهای $O_۲, N_۲$ و Ar نزدیک است تهیهٔ اکسیژن صد در صد خالص در فرایند تقطیر جزءبه‌جزء دشوار است.
* مقدار گازهای نجیب (هلیم، نئون، آرگون، کریپتون و زنون) در هواکره بسیار کم است. ازاین‌رو به گازهای کمیاب معروف هستند.

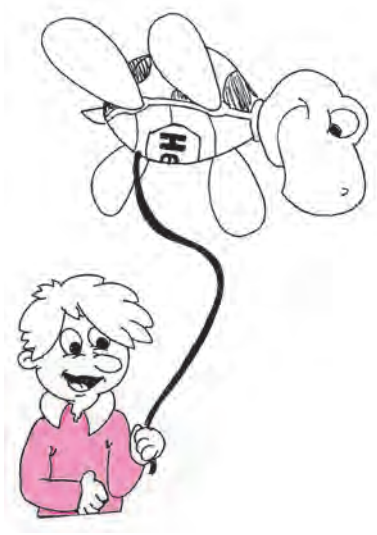
کاربرد و ویژگی‌های گازهای هوا کره

I) نیتروژن:

- حدود ۷۹ درصد جرم هواکره را تشکیل می‌دهد.
- برای افزایش ماندگاری، از گاز نیتروژن در بسته‌بندی مواد غذایی استفاده می‌شود.
- از نیتروژن برای پرکردن تایر خودروها استفاده می‌شود .
- از نیتروژن مایع برای نگهداری نمونه‌های بیولوژیک در پزشکی استفاده می‌شود.

چرا از گاز نیتروژن برای پر کردن تایر خودروها استفاده می‌شود؟

II) گاز هلیم



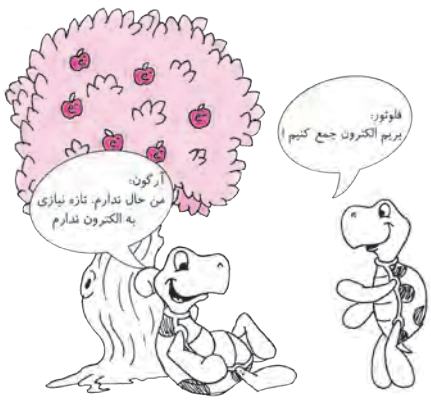
- **سبک‌ترین** گاز نجیب، بی‌بو و بی‌مزه است.
- از هلیم برای **پر کردن بالن‌های** هواشناسی، تفریحی و تبلیغاتی و در جوشکاری استفاده می‌شود.
- هلیم در **کپسول غواصی** به همراه اکسیژن مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- از هلیم برای **خنک کردن** قطعات الکترونیکی در دستگاه‌های تصویربرداری مانند MRI استفاده می‌کنند.
- هلیم در کره زمین به مقدار خیلی کم یافت می‌شود. به‌طوری‌که مقدار ناچیزی از آن در هوا **بیشتری در لایه‌های زیرین** پوسته زمین وجود دارد.
- هلیم در زیر لایه‌های زمین از واکنش‌های هسته‌ای تولید شده و وارد میدان‌های گاز طبیعی می‌شود.
- حدود ۷ درصد حجمی از مخلوط گاز طبیعی را هلیم تشکیل می‌دهد.
- هلیم را می‌توان افزون بر هوای مایع، از تقطیر جزءبه‌جزء گاز طبیعی نیز به دست آورد. تهیه گاز هلیم از گاز طبیعی به دلیل درصد بیشتر آن نسبت به هلیم موجود در هوا، مقرون به‌صرفه‌تر است.
- اگر گاز طبیعی سوزانده شود، هلیم بدون مصرف به همراه سایر فرآورده‌های سوختن وارد هواکره می‌شود. (چرا؟)
- جداسازی هلیم از گاز طبیعی به دانش و فناوری پیشرفته‌ای نیاز دارد. متخصصان کشورمان تاکنون به جداسازی و تهیه آن موفق نشده‌اند و همچنان هلیم از دیگر کشورها وارد می‌شود.

III) آرگون:

- گاز نجیب، **بی‌رنگ** و **بی‌بو** و **غیرسمی** می‌باشد.
- واژهٔ آرگون به معنای **تنبل** است (زیرا واکنش‌پذیری آن بسیار ناچیز بوده و در عمل واکنش‌ناپذیر است).
- گاز آرگون داخل **لامپ‌های رشته‌ای** به کار می‌رود.(زیرا با رشتهٔ ملتهب درون لامپ حتی در دماهای بالا واکنش نمی‌دهد).
- از این گاز به‌عنوان محیط بی‌اثر در جوشکاری و برش فلزها استفاده می‌شود.
- این گاز در پتروشیمی شیراز از تقطیر جزءبه‌جزء هوای مایع با خلوص بسیار زیاد تهیه می‌شود.

IV) اکسیژن:

بی‌تردید اکسیژن یکی از مهم‌ترین گازهای موجود در هوا است که ویژگی‌های مهم آن عبارتند از:



- در فرایند **تنفس سلولی** و **آزاد شدن انرژی** از مولکول‌های مانند قندها و چربی‌ها در بدن موجودات زنده استفاده می‌شود. (تنفس و فتوسنتز مکمل هم‌اند؛ یعنی فراورده‌های تولیدشده در تنفس به‌عنوان مادهٔ اولیه در فتوسنتز استفاده می‌شوند).

$$\text{انرژی} + \text{آب} + \text{کربن‌دی‌اکسید} \underset{\text{فتوسنتز}}{\overset{\text{تنفس}}{\rightleftharpoons}} \text{اکسیژن} + \text{گلوکز}$$

$$\text{انرژی} + \text{آب} + \text{کربن‌دی‌اکسید} \rightleftharpoons \text{اکسیژن} + \text{چربی‌ها یا قندها}$$

- اکسیژن در هواکره به شکل O_2، در آب‌کره به شکل H_2O و در سنگ‌کره به‌صورت ترکیب با دیگر عنصرها وجود دارد.
- اکسیژن در ساختار همهٔ مولکول‌های زیستی مانند کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها یافت می‌شود

- گاز اکسیژن به‌طور عمده در هواکره به‌صورت O_2 بوده و با افزایش ارتفاع از غلظت آن کاسته می‌شود.

ارتفاع از سطح زمین (km)	۰	۰/۳	۰/۶	۱/۸	۲/۴	۳/۰	۳/۶	۴/۲	۴/۸	۶	۶/۷	۷/۳	۷/۹
فشار گاز اکسیژن $(\times 10^{-2} atm)$	۲۰/۹	۲۰/۱	۱۹/۴	۱۶/۶	۱۵/۴	۱۴/۳	۱۳/۲	۱۲/۳	۱۱/۴	۹/۷	۹	۸/۴	۷/۶

- با توجه به کاهش اکسیژن در ارتفاعات، کوهنوردان از کپسول اکسیژن استفاده می‌کنند. به همین دلیل در هواپیما نیز اتاقک گاز اکسیژن تعبیه می‌شود.
- اکسیژن واکنش‌پذیری زیادی دارد و با اغلب عنصرها و مواد واکنش می‌دهد.
- اکسیژن در واکنش‌هایی مانند **فساد مواد غذایی**، پوسیدن چوب، فرسایش سنگ و خاک، زنگ زدن وسایل فلزی، سوختن سوخت‌ها در نیروگاه‌ها و... شرکت دارد.

واکنش سوختن

به واکنش شیمیایی سریع مواد با اکسیژن که طی آن بخشی از انرژی شیمیایی آن‌ها به‌صورت گرما و نور آزاد می‌شود. واکنش سوختن گفته می‌شود.

دسته‌های مهم واکنش سوختن:

۱) سوختن ترکیب‌های آلی (ترکیب‌های کربن دار)

از سوختن کامل ترکیب‌های آلی مانند بنزین، گازوئیل، گاز شهری، چربی‌ها، قندها و... گاز **کربن‌دی‌اکسید**، **بخارآب** و **گرما و نور آزاد** می‌شود.

با توجه به مقدار اکسیژن در محیط، ماده‌ای مانند متان (در گاز شهری وجود دارد) می‌توان کامل، ناقص و یا خیلی ناقص بسوزد که در هر سه حالت فرآورده‌های تولیدشده، گرما و نور آزاد شده و رنگ شعله متفاوت خواهد بود:

سوختن کامل متان (CH_4) (در حضور اکسیژن کافی): $CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + H_2O_{(g)} + q_1$

در سوختن کامل متان رنگ شعله آبی است و CO_2 , H_2O فرآورده‌های واکنش می‌باشند.

۱. $2CH_{4(g)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{(g)} + 4H_2O_{(\ )} + q_2$: سوختن ناقص متان (در حضور اکسیژن کم)

۲. در سوختن ناقص متان رنگ شعله زرد است. کربن مونواکسید (CO) فرآورده‌های واکنش هستند.

۳. گرمای آزادشده در سوختن کامل متان (q_1) از گرمای آزادشده در سوختن ناقص (q_2) بیش‌تر است.

۴. اگر اکسیژن در محیط بسیار کم باشد، دوده (کربن) نیز به‌عنوان یک فرآورده حین سوختن تولید می‌شود.

۵. در حین سوختن متان یا پنتین، هم‌زمان سوختن کامل و ناقص با درصدهای متفاوت اتفاق می‌افتد. به‌عنوان‌مثال ۹۰ درصد پنتین کامل و ۱۰ درصد آن ناقص می‌سوزد؛ درنتیجه از اگزوز خودرو هم‌زمان CO, CO_2 و دوده و بخارآب خارج می‌شود.

ویژگی‌های گاز کربن مونواکسید

دستگاه حسگر کربن مونوکسید

- گازی بی‌رنگ، بی‌بو و بسیار سمی است.
- چگالی آن از هوا کم‌تر است و قابلیت انتشار آن در محیط بسیار زیاد است.
- میل ترکیبی هموگلوبین با CO بسیار زیاد و بیش از ۲۰۰ برابر اکسیژن (O_2) است.
- مولکول CO به هموگلوبین متصل شده و مانع رسیدن اکسیژن به بافت‌های بدن شده و باعث مسمومیت، فلج شدن سامانهٔ عصبی و مرگ می‌شود.

۲) سوختن نافلزها

برخی فلزها مانند کربن، هیدروژن، گوگرد، می‌توانند در حضور اکسیژن بسوزند.

زغال: $C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$ + گرما و نور

سوختن هیدروژن: $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)}$ + گرما و نور

سوختن گوگرد: $S_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow SO_{2(g)}$ + گرما و نور

زغال‌سنگ حاوی ترکیب‌های متنوعی مانند کربن، گوگرد، ... می‌باشد که در اثر سوختن فرآورده‌هایی مانند بخارآب، گوگرد دی‌اکسید و کربن‌دی‌اکسید تولید می‌کند.

زغال‌سنگ + اکسیژن $\rightarrow$ گوگرد دی‌اکسید + کربن‌دی‌اکسید + بخارآب + گرما و نور

۳) سوختن فلزها

اغلب فلزها در شرایط مناسب با گاز اکسیژن می‌سوزند.

مانند سوختن فلزهای گروه I و II جدول تناوبی عنصرها و یا فلزهایی مانندآهن و آلومینیوم

سوختن سدیم: $Na_{(s)} + O_2 \rightarrow Na_2O_{(s)} +$ گرما و نور

سوختن منیزیم: $2Mg_{(s)} + O_2 \rightarrow 2MgO_{(s)} +$ گرما و نور

سوختن پودر آهن: $4Fe_{(s)} + 3O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3 +$ گرما و نور

خلاصه انواع سوختن

۱) سوختن ترکیب‌های آلی (کربن‌دار)

۲) سوختن برخی نافلزها (S, H_2, C)

۳) سوختن اغلب فلزها (Fe, Mg, Na)

علاوه بر واکنش سوختن، واکنش‌های دیگری نیز بین عنصرها و مواد روی می‌دهد که نشانه‌های واکنش‌های شیمیایی می‌تواند یک یا چند مورد از تغییرات زیر باشد:

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

در اغلب واکنش‌های شیمیایی یک یا چند مورد از تغییرات بالا مشاهده می‌شود؛ ولی واکنش‌های شیمیایی وجود دارد که نشانهٔ ظاهری خاصی ندارند و یا واکنش‌های فیزیکی وجود دارند که در آن گاز یا رسوب یا گرما تولید می‌شود.

واکنش‌های شیمیایی را با معادله شیمیایی نشان می‌دهند که دو نوع معادله وجود دارد:

۱) معادلهٔ نوشتاری: در این نوع معادله فقط نام واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌ها نوشته می‌شود و اطلاعات دیگری در آن وجود ندارد.

معادله نوشتاری: سدیم + آب ← سدیم هیدروکسید + هیدروژن

۲) معادلهٔ نمادی: معادله‌ای است که از نمادها و فرمول‌ها برای واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌ها استفاده می‌شود.

اطلاعات موجود در یک معادله نمادی:

۱) فرمول و یا نماد مواد شرکت‌کننده

۲) حالت فیزیکی مواد ← جامد (s)، مایع (l)، گاز (g)، محلول در آب (aq)

۳) شرایط مختصر انجام واکنش: در معادلهٔ نمادی از نمادهایی استفاده می‌شود که شرایط مختصری از انجام واکنش را نشان می‌دهد مانند نمادهای مقابل:

نماد	معنا
$\rightarrow$	می‌دهد یا تولید می‌کند.
$\rightleftarrows$	واکنش برگشت‌پذیر است.
$\xrightarrow{\Delta}$	برای انجام واکنش باید واکنش‌دهنده‌ها را حرارت داد.
$\xrightarrow{Pt}$	برای انجام واکنش نیاز به کاتالیزور(Pt) است.
$\xrightarrow{۲۵۰^\circ C}$	واکنش در دمای $۲۵۰^\circ C$ انجام می‌شود.
$\xrightarrow{۲۰atm}$	واکنش در فشار ۲۰ اتمسفر انجام می‌شود.

۴) از ضرایب موجود در معادلهٔ نمادی موازنه‌شده، در محاسبات استوکیومتری به‌عنوان ضرایب مولی استفاده می‌شود. ازاین‌رو می‌بایستی **معادله‌های نمادی موازنه** باشند.

معادلهٔ نمادی: $۲Na_{(s)} + ۲H_۲O_{(l)} \rightarrow ۲NaOH_{(aq)} + H_{۲(g)}$

قانون پایستگی و موازنه واکنش‌ها

قانون پایستگی جرم: در واکنش‌های شیمیایی اتم‌ها نه از بین می‌روند و نه به وجود می‌آیند بلکه آرایش آن‌ها تغییر می‌کند.

برای رعایت قانون پایستگی باید واکنش شیمیایی را موازنه کرد.

نکته: باتوجه به قانو پایستگی جرم در یک معادله موازنه‌شده:

۱) جرم کل واکنش‌دهنده‌ها با جرم کل فرآورده‌ها برابر است.

۲) الزاماً معادله‌ای که تعداد کل اتم‌های چپ و راست آن یکسان است، موازنه نیست!

موازنه نیست: $\underbrace{Fe_۲O_۳ + Al}_{۶\text{ اتم}} \longrightarrow \underbrace{Fe + Al_۲O_۳}_{۶\text{ اتم}}$

موازنه است: $\underbrace{Fe_۲O_۳ + ۲Al}_{۷\text{ اتم}} \longrightarrow \underbrace{۲Fe + Al_۲O_۳}_{۷\text{ اتم}}$

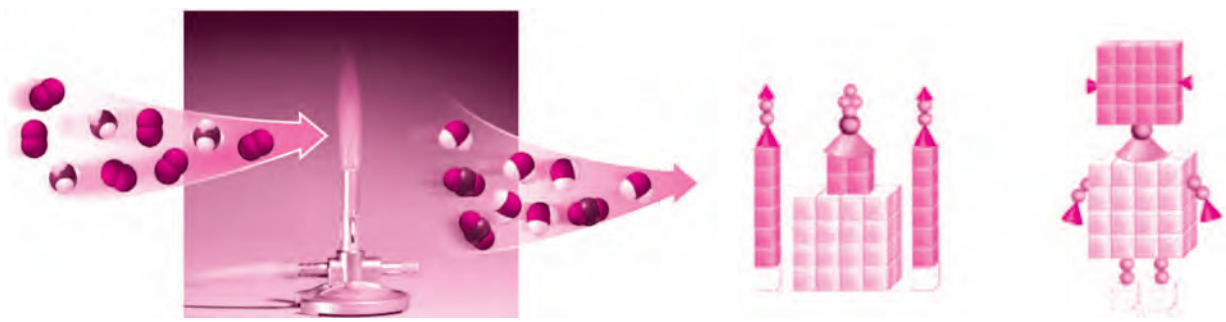
۳) معادله‌ای که موازنه است الزاماً تعداد کل اتم‌های چپ و راست آن برابر است.

۴) الزاماً تعداد اتم‌های یک عنصر در دو سمت معادله موازنه‌شده، باهم برابر است.

۵) الزاماً تعداد مولکول‌ها در دو سمت معادله موازنه‌شده، برابر نیست.

۶) الزاماً تعداد مول در دو سمت معادله موازنه‌شده، برابر نیست.

هر یک از شکل‌های زیر نشان می‌دهند که تعداد اتم‌های یک عنصر قبل و بعد از واکنش تعداد برابری دارند (قانون پایستگی جرم)



مثال: جای خالی را پر کنید:

نقره سولفید ⟶ گوگرد + فلز نقره

پاسخ: ۳۲ گرم گوگرد

مثال ۲: آیا آزمایش زیر قانون پایستگی جرم را نقض می‌کند؟ توضیح دهید.

پاسخ: خیر، در ظاهر جرم میخ پس از واکنش افزایش یافته است که اگر معادله واکنش اکسایش آهن نوشته شود، جرم افزایش‌یافته پس از واکنش سهم اکسیژن می‌باشد. (جرم کل مواد موجود در مخلوط واکنش ثابت است.)

$$\underbrace{۴Fe_{(s)}}_{۲/۲۱g} + \underbrace{۳O_{۲(g)}}_{۰/۰۶g} \longrightarrow \underbrace{۲Fe_۲O_{۳(g)}}_{۲/۲۷g}$$

البته در این واکنش میخ کامل اکسید نشده و می‌توان با محاسبات استوکیومتری اعداد دقیق‌تری برای این واکنش نوشت (عملاً مقدار ۲/۰۷ گرم آهن واکنش نداده است.)

برای نمونه معادله روبرو را در نظر بگیرید.

$$\left.\begin{matrix} Fe = ۰/۱۴g \\ \text{واکنش داده } O_۲ = \dfrac{۰/۰۶g}{۰/۲g} \end{matrix}\right\} = ۰/۲g\,Fe_۲O_۳ \text{ تولید شده}$$

موازنه به روش وارسی

۱) اغلب موازنه با عنصری آغاز می‌شود که در ترکیب پیچیده‌تری قرار دارد. برای انتخاب عنصر برای شروع موازنه نکات زیر مهم است:

آ) عنصری که برای شروع موازنه انتخاب می‌شودکه در هر سمت معادله در یک ترکیب مشاهده شود.

مثال:

$$K\,BrO_{۳(s)} + K\,Br_{(aq)} + H\,Cl_{(aq)} \rightarrow Br_{۲(aq)} + H_۲O_{(l)} + KCl_{(aq)}$$

همان‌طور که ملاحظه می‌کنید عنصر K سمت چپ معادله در ۲ فرمول $(KBrO_۳ , KBr)$ مشاهده می‌شود که در نتیجه برای شروع موازنه مناسب نیست. ولی عنصر O در هر سمت معادله در یک فرمول وجود دارد که برای شروع مناسب است.

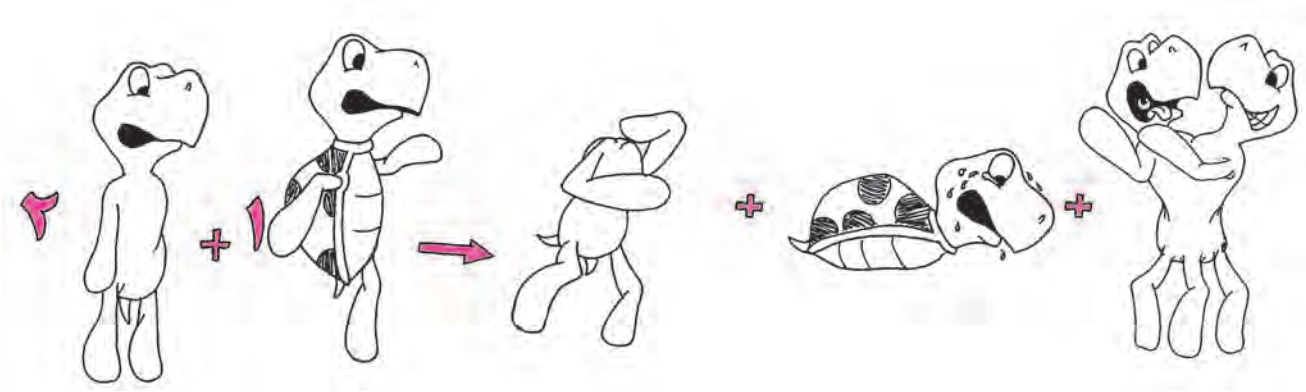
ب) عنصرهایی که به شکل آزاد $(O_۲ , Fe , P_۴ , ...)$ در معادله حضور دارند را برای شروع موازنه انتخاب نمی‌کنیم.

پ) اگر دو یا چند عنصر شرط «آ و ب» را داشتند بهتر است عنصری که زیروند(اندیس) عددی بزرگ‌تری دارد برای شروع انتخاب کنیم.

۲) موازنه را با عنصری که فقط یکجا (در یک فرمول) ضریب نداشته باشد ادامه می‌دهیم و این کار را با گذاشتن اعداد پشت فرمول‌ها تا انتها ادامه می‌دهیم.

۱) از کوچک‌ترین اعداد صحیح (غیر کسری) ممکنه در موازنه استفاده می کنیم و اگر در حین موازنه ضریب کسری به وجود آمد با ضرب کردن تمام ضرایب در مخرج آن کسر به اعداد صحیح تبدیل می کنیم.

۲) در موازنهٔ واکنش‌ها زیروندهای عددی فرمول‌ها را تغییر نمی‌دهیم و فقط حق داریم پشت فرمول‌ها عدد قرار دهیم.



مثال: معادلهٔ زیر را موازنه کنید:

$$KBrO_{۳(s)} + KBr_{(aq)} + HCl_{(aq)} \rightarrow Br_{۲(aq)} + H_۲O_{(l)} + KCl_{(aq)}$$

۱) انتخاب ترکیب پیچیده: ترکیب پیچیده ترکیبی است که تعداد اتم بیشتری دارد و می‌تواند سمت راست یا چپ واکنش باشد.

(در این معادله $KBrO_۳$ ترکیب پیچیده می‌باشد. اغلب پشت ترکیب پیچیده ضریب یک قرار می‌دهیم)

$$۱KBrO_{۳(s)} + KBr_{(aq)} + HCl_{(aq)} \rightarrow Br_{۲(aq)} + H_۲O_{(l)} + KCl_{(aq)}$$

۲) انتخاب عنصر آغازی برای شروع موازنه: اکسیژن در هر سمت معادله فقط در یک ترکیب وجود دارد و برای شروع مناسب است.

$$۱KBrO_{۳(s)} + KBr_{(aq)} + HCl_{(aq)} \rightarrow Br_{۲(aq)} + ۳H_۲O_{(l)} + KCl_{(aq)}$$

۳) ادامهٔ موازنه با عنصری است که در یک فرمول ضریب ندارد: هیدروژن برای ادامه مناسب است چراکه فقط در HCl ضریب ندارد.

$$۱KBrO_{۳(s)} + KBr_{(aq)} + ۶HCl_{(aq)} \rightarrow Br_{۲(aq)} + ۳H_۲O_{(l)} + KCl_{(aq)}$$

۴) ادامهٔ موازنه با عنصری است که فقط یکجا ضریب ندارد: عنصر Cl فقط یکجا ضریب ندارد.

$$۱K\,Br\,O_{۳(s)} + K\,Br_{(aq)} + ۶HCl_{(aq)} \rightarrow Br_{۲(aq)} + ۳H_۲O_{(l)} + ۶KCl_{(aq)}$$

تذکر: اگر دو عنصری شرایط یکسان را داشتند با هرکدام موازنه را ادامه دهیم صحیح است.

۵) موازنه را با K ادامه می‌دهیم چراکه یکجا ضریب ندارد.

$$۱KBrO_{۳(s)} + ۵KBr_{(aq)} + ۶HCl_{(aq)} \rightarrow Br_{۲(aq)} + ۳H_۲O_{(l)} + ۶KCl_{(aq)}$$

۶) پایان موازنه: با برم Br

$$۱KBrO_{۳(s)} + ۵KBr_{(aq)} + ۶HCl_{(aq)} \rightarrow ۳Br_{۲(aq)} + ۳H_۲O_{(l)} + ۶KCl_{(aq)}$$

تذکر: در انتهای موازنه ضرایب ۱ را در معادله نمی‌نویسیم:

معادله موازنه شده $KBrO_{۳(s)} + ۵KBr_{(aq)} + ۶HCl_{(aq)} \rightarrow ۳Br_{۲(aq)} + ۳H_۲O_{(l)} + ۶KCl_{(aq)}$

مثال: معادلهٔ زیر را موازنه کنید.

$$Ca(OH)_{۲(aq)} + H_۳PO_{۴(aq)} \rightarrow Ca_۳(PO_۴)_{۲(s)} + H_۲O_{(l)}$$

در معادله واکنش‌هایی که یون‌های چند اتمی مانند $PO_۴^{۳-}, SO_۴^{۲-}, NO_۳^{-}$ عیناً در دو سمت معادله تکرار شده‌اند، این یون‌ها را مانند یک عنصر یکجا شمارش و موازنه می‌کنیم.

پاسخ

۱) ابتدا ترکیب پیچیده و عنصر آغازی مناسب را انتخاب می‌کنیم:

ترکیب پیچیده $Ca_۳(PO_۴)_۲$ بوده و عنصر Ca برای شروع مناسب است.

$$I)\ ۳Ca(OH)_{۲(aq)} + H_۳PO_{۴(aq)} \rightarrow ۱Ca_۳(PO_۴)_{۲(s)} + H_۲O_{(l)}$$

۲) موازنه را با یون‌های $PO_۴^{۳-}$ ادامه می‌دهیم: سمت راست دو عدد یون $PO_۴^{۳-}$ وجود دارد با قرار دادن ضریب ۲ پشت $H_۳PO_۴$ در سمت چپ این یون موازنه می‌شود.

$$II)\ ۳Ca(OH)_{۲(aq)} + ۲H_۳PO_{۴(aq)} \rightarrow ۱Ca_۳(PO_۴)_{۲(s)} + H_۲O_{(l)}$$

۳) هیدروژن و یا اکسیژن را در انتها موازنه می‌کنیم.

$$III)\ ۳Ca(OH)_{۲(aq)} + ۲H_۳PO_{۴(aq)} \rightarrow ۱Ca_۳(PO_۴)_{۲(s)} + ۶H_۲O_{(l)}$$

و درنهایت پس از موازنه، ضرایب ۱ را از پشت فرمول‌ها حذف می‌کنیم.

معادله واکنش‌های زیر را موازنه کنید:

آ) $C_۲H_۵OH + O_۲ \longrightarrow CO_۲ + H_۲O$

ب) $C_۳H_۵N_۳O_۹ \longrightarrow CO_۲ + H_۲O + N_۲ + O_۲$

پ) $As_۲S_۳ + HNO_۳ + H_۲O \longrightarrow H_۳AsO_۴ + H_۲SO_۴ + NO$

ترکیب اکسیژن با فلزها و نافلزها

واکنش اکسایش: به واکنش مواد با اکسیژن اکسایش گفته می‌شود؛ و به فرآوردهٔ تولیدشده اکسید گفته می‌شود.

نکاتی در مورد اکسیدها

- اغلب فلزها در طبیعت به شکل ترکیب یافت می‌شوند که بخش قابل‌توجهی از آن‌ها به شکل اکسید است.
- آلومینیم در طبیعت به‌صورت ترکیب بوکسیت (آلومینیم اکسید, Al_2O_3) و فلز آهن به‌صورت هماتیت (آهن(III) اکسید, Fe_2O_3) یافت می‌شود.
- به ترد شدن، خرد شدن و فروریختن فلزها در اثر اکسایش، خوردگی گفته می‌شود.

سنگ معدن آلومینیم

سنگ معدن آهن

زنگ زدن فلزهایی مانند آهن در حضور اکسیژن و رطوبت هوا باعث خوردگی و از بین رفتن استحکام آن‌ها می‌شود که نتیجهٔ آن هزینه‌های هنگفت اقتصادی می‌باشد.

نکته ۵: هردو فلز آهن و آلومینیم در معرض هوا اکسید می‌شوند. سرعت اکسایش آلومینیم به دلیل واکنش‌پذیری آن، از آهن بیشتر است؛ اما آهن طول عمر کمتری نسبت به وسایل آلومینیمی دارند. (چرا؟)

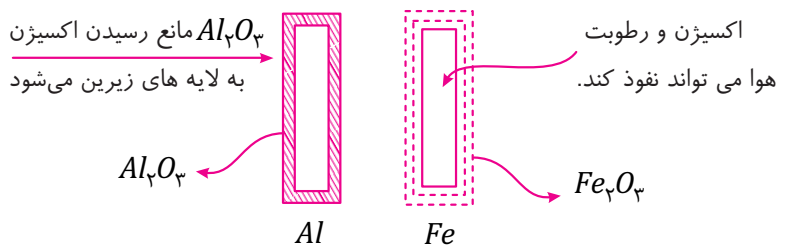
سرعت اکسایش: $Al > Fe$

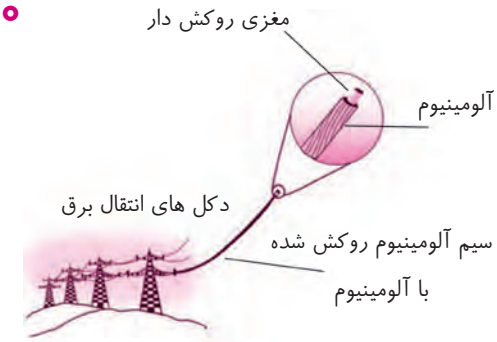
طول عمر: $Al > Fe$

اکسایش آلومینیم: $4Al_{(s)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2Al_2O_{3(s)}$

اکسایش آهن: $4Fe_{(s)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2Fe_2O_{3(s)}$

دلیل این واقعیت به ساختار لایهٔ اکسید این دو فلز مربوط می‌شود. آلومینیم به‌سرعت اکسید شده و لایهٔ اکسید Al_2O_3 بر روی آن ایجاد می‌شود، لایهٔ Al_2O_3 جامدی با ساختار **یکنواخت**، **متراکم** و **پایدار** بوده و در برابر خوردگی مقاوم است و مانع رسیدن اکسیژن به لایه‌های زیرین می‌شود: اما اکسید آهن **متخلخل** بوده و سبب می‌شود تا اکسیژن و بخارآب به لایه‌های زیرین نفوذ کرده و باقی‌ماندهٔ فلز آهن نیز مورد حمله قرار گیرد. به‌این‌ترتیب اکسایش آهن تا آنجا پیش می‌رود که همهٔ فلز به **زنگار** تبدیل شود.





- در برخی کشورها از سیم‌های فولادی و آلومینیمی برای انتقال برق فشارقوی استفاده می‌شود. این سیم‌ها باید ضخیم و مقاوم باشند ازاین‌رو رشتهٔ درونی آن‌ها از فولاد و روکش آن‌ها از آلومینیم است تا اینکه هم در برابر **اکسایش** و **خوردگی مقاوم** باشند و **هم وزن** آن‌ها به دلیل چگالی کم آلومینیم **سبک‌تر** شود. از طرفی استفاده هم‌زمان از فولاد و آلومینیوم این امکان را ایجاد می‌کند که به قطر و رسانایی بیشتری دست پیدا کنیم.

	Al	فولاد
چگالی $\frac{g}{cm^3}$	۲/۷	۷/۸

- اکسیدها و سایر ترکیب‌های فلزهای بلوک d جدول تناوبی رنگی هستند؛ ولی ترکیب‌های فلزهای بلوک s و p بی‌رنگ و یا سفید هستند. به‌عنوان‌مثال به شکلهای زیر دقت کنید.

Fe_2O_3: آهن (III) اکسید، قهوه‌ای رنگ

$FeCl_3$: آهن (III) کلرید، نارنجی رنگ

$FeCl_2$: آهن (II) کلرید، سبز رنگ

$CuCl_2$: مس (II) کلرید، آبی رنگ

$CuCl$: مس (I) کلرید، سبز رنگ

Al_2O_3 آلومینیم اکسید، سفید رنگ

CaO کلسیم اکسید، سفید رنگ

- اغلب فلزهای بلوک d (آرایش الکترونی آن‌ها به d ختم می‌شود) بیش از یک اکسید دارند؛ یعنی می‌توانند دو یا چند کاتیون ایجاد کنند که خواص ترکیب‌ها و اکسیدهای این کاتیون‌ها باهم متفاوت است. به معروف‌ترین این کاتیون‌ها دقت کنید:

مس (I)	Cu^+	آهن (II)	Fe^{2+}	کروم (II)	Cr^{2+}
مس (II)	Cu^{2+}	آهن (III)	Fe^{3+}	کروم (III)	Cr^{3+}

واکنش فلزها با اسیدها

اغلب فلزها با اسیدها واکنش می‌دهند و **گاز هیدروژن** آزاد می‌کنند. با توجه به فعالیت شیمیایی فلزها، سرعت واکنش آن‌ها با اسید متفاوت است؛ به‌عنوان‌مثال، سرعت واکنش سه فلز آلومینیم، آهن و روی به ترتیب زیر است:

سرعت واکنش با اسید : $Al > Zn > Fe$

$$2Al + 6HCl \longrightarrow 2AlCl_3 + 3H_2$$
$$Zn + 2HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2$$
$$Fe + 2HCl \longrightarrow FeCl_2 + H_2$$

به‌مرورزمان بر روی لوله‌ها و اشیای آهنی به دلیل زنگ زدن، رسوب قهوه‌ای رنگی ظاهر می‌شود که دلیل آن وجود یون‌های Fe^{2+} در آب و تبدیل آن به یون‌های Fe^{3+} (زنگ آهن) می‌باشد. این رسوب‌ها به‌راحتی با اسیدی مانند اسید موجود در آب‌لیمو یا سرکه از سطح جداشده و وارد آب می‌شود.

نام‌گذاری ترکیب‌های دوتایی

ترکیب‌های حاصل از واکنش‌های اکسیژن با عنصرهای متفاوت و یا اسیدها با فلزها اغلب به شکل ترکیب‌های دوتایی است. برای نام‌گذاری، این ترکیب‌ها را می‌توان به دو دسته طبقه‌بندی کرد:

ترکیب‌های دوتایی { ۱) فلز با نافلز
۲) نافلز با نافلز

نام‌گذاری ترکیب‌های فلز با نافلز

همان‌طور که در فصل اول اشاره شد، برای نام‌گذاری این نوع ترکیب‌ها ابتدا نام کاتیون و سپس از نام آنیون استفاده می‌کنیم:

نام کاتیون + نام آنیون

نام کاتیون

کاتیون ها رامی توان به دو دسته تقسیم کرد:

۱) کاتیون تک ظرفیتی: کاتیون‌هایی هستند که همواره بار ثابت دارند (مانند کاتیون‌های گروه ۱ و ۲ Ag^{+} , Zn^{2+} , Al^{3+}) نام این کاتیون‌ها همان نام فلز آن‌ها است.

Sr^{2+}: یون استرانسیم K^{+}: یون پتاسیم Na^{+}: یون سدیم Al^{3+}: یون آلومینیم

۲) کاتیون چند ظرفیتی: برخی فلزها دو یا چند نوع کاتیون ایجاد می‌کنند که به آن‌ها کاتیون‌های چند ظرفیتی گفته می‌شود. در نام‌گذاری این کاتیون‌ها باید ظرفیت آن‌ها را با عدد رومی داخل پرانتز ذکر کنیم.

Fe^{2+} یون آهن (II) — Fe^{3+} یون آهن (III)

Cr^{2+} یون کروم (II) — Cr^{3+} یون کروم (III)

Cu^{+} یون مس (I) — Cu^{2+} یون مس (II)

تذکر: اغلب فلزهای بلوک d چند ظرفیتی هستند. از بین این یونها در کتاب سال دهم فقط یون فلزهای Cr, Fe, Cu مهم هستند.

تذکر: در نام‌گذاری کاتیون‌های تک‌ظرفیتی نیازی به نوشتن بار یا ظرفیت آن‌ها به‌صورت عدد رومی نیست.

✗ یون کلسیم (II) Ca^{2+}: نادرست

✓ یون کلسیم Ca^{2+}: درست

نام آنیون

برای نام‌گذاری آنیون‌های تک اتمی به انتهای نام عنصر یا ریشهٔ عنصر، باید پسوند «ید» اضافه شود.

F^- فلوئورید	O^{2-} اکسید	N^{3-} نیترید	H^- هیدرید
Cl^- کلرید	S^{2-} سولفید	P^{3-} فسفید	
Br^- برمید	Se^{2-} سلنید	As^{3-} آرسنید	
I^- یدید			

مثال ۱: نام اکسیدهای زیر را بنویسید.

CaO	FeO	Fe_2O_3	MgO	CuO	Cu_2O	Rb_2O

پاسخ:

کلسیم اکسید	آهن (II) اکسید	آهن (III) اکسید	منیزیم اکسید	مس (II) اکسید	مس (I) اکسید	روبیدیم اکسید

مثال ۲: جدول زیر را کامل کنید.

نام	فرمول	کاتیون	آنیون
کروم (II) اکسید			
	$CuBr_2$		
آلومینیم فلوئورید		Al^{3+}	

پاسخ:

نام	فرمول	کاتیون	آنیون
	CrO	Cr^{2+}	O^{2-}
مس (II) برمید		Cu^{2+}	Br^-
	AlF_3		F^-

مثال ۳: نام ترکیب‌های زیرا بنویسید.

الف) $CuCl$ ب) BaS پ) Cr_2O_3 ت) LiI

پاسخ:

الف) مس (I) کلرید ب) باریم سولفید

پ) کروم (III) اکسید ت) لیتیم یدید

مثال ۴: فرمول ترکیب‌های زیر را بنویسید.

الف) آلومینیم سولفید ب) منیزیم نیترید

پ) بریلیم کلرید ت) آهن (III) اکسید

پاسخ:

الف) Al_2S_3 ب) Mg_3N_2

پ) $BeCl_2$ ت) Fe_2O_3

مثال۵: نام یا فرمول ترکیب‌های زیر نادرست است، آن‌ها را اصلاح کنید.

نام	$CuCl_2$	CaO	K_2Cl	MgO	BaF_2
فرمول	مس کلرید	کلسیم (II) اکسید	پتاسیم کلرید	منگنزاکسید	باریم دی فلوئورید

پاسخ:

نام	$CuCl_2$	CaO	✓ KCl	MgO	BaF_2
فرمول	مس (II) کلرید ✓	کلسیم اکسید ✓	پتاسیم کلرید	منیزیم اکسید ✓	باریم فلوئورید ✓

مثال۶: فرمول اکسیدها و کلریدهای حاصل از فلز کروم (Cr^{2+}, Cr^{3+}) را بنویسید.

پاسخ:

اکسید : CrO , Cr_2O_3

کلرید : $CrCl_2$, $CrCl_3$

نام‌گذاری ترکیب‌های نافلز با نافلز

واکنش عنصرها با اکسیژن تنها به فلزها محدود نمی‌شود؛ بلکه اکسیژن با نافلزها نیز واکنش می‌دهد. علاوه بر اکسیژن، بسیاری از نافلزها می‌توانند با یکدیگر واکنش داده و ترکیب‌های دوتایی نافلز ـ نافلز (کووالانسی) ایجاد کنند. برای نام‌گذاری ترکیب دو نافلز از روش زیر استفاده می‌شود.

(تعداد + نام عنصر اول) + (تعداد + نام عنصر دوم + «ید»)

در این نام‌گذاری از پیشوندهای زیر برای بیان تعداد اتم‌ها استفاده می‌شود:

تعداد	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
پیشوند	مونو	دی	تری	تترا	پنتا	هگزا	هپتا	اوکتا	نونا	دکا

مثال۱: نام ترکیب N_2O_4 , N_2O_3 را بنویسید.

N_2O_4: دی نیتروژن تترا اکسید

N_2O_3: دی نیتروژن تری اکسید

مثال۲: جدول زیر را کامل کنید.

نام	فرمول	نام	فرمول	نام	فرمول	نام	فرمول
	$SiBr_4$		CO		XeF_6		NF_3
	CS_2		PCl_3		SO_3		SO_2
	NO_2		CCl_4		Cl_2O_7		$BrCl_3$

پاسخ:

نام	فرمول	نام	فرمول	نام	فرمول	نام	فرمول
سلیسیم تترابرمید	$SiBr_4$	کربن‌مونواکسید	CO	زنون‌هگزافلوئورید	XeF_6	نیتروژن تری فلوئورید	NF_3
کربن‌دی‌سولفید	CS_2	فسفرتریکلرید	PCl_3	گوگردتری‌اکسید	SO_3	گوگرد دی‌اکسید	SO_2
نیتروژن دی‌اکسید	NO_2	کربن تتراکلرید	CCl_4	دی‌کلروهپتا اکسید	Cl_2O_7	برم تری کلرید	$BrCl_3$

مثال۳: فرمول ترکیب‌های زیر را بنویسید.

الف) دی‌نیتروژن‌پنتااکسید
ب) گوگردهگزا فلوئورید
پ) گوگردتری اکسید
ت) کربن تتراکلرید
ث) تترا فسفر دکا اکسید
ج) دی نیتروژن اکسید

پاسخ:

الف) N_2O_5
پ) SF_6
پ) SO_3
ت) CCl_4
ث) P_4O_{10}
ج) N_2O

ساختار لوویس

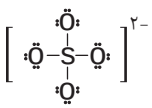
در فصل اول با آرایش الکترون نقطه‌ای (آرایش لوویس) برای اتم‌ها و مولکول‌ها آشنا شده‌اید. در این بخش روش کامل‌تری برای رسم دو بعدی مولکول‌ها و یون‌هایی که در ساختار خود پیوند کووالانسی دارند، آشنا می‌شوید.

قبل از یادگیری روش ساختار لوویس به نکات زیر توجه کنید:

۱) ساختار لوویس یک فرم دو بعدی از مولکول‌ها است که الزاماً زوایای موجود در آن با مقدار واقعی یکسان نیست.

۲) برای رسم ساختار لوویس یون از علامت کروشه استفاده کرده و بار یون را در بالا و سمت راست آن قرار می‌دهیم.

مثال: ساختار لوویس SO_4^{2-}

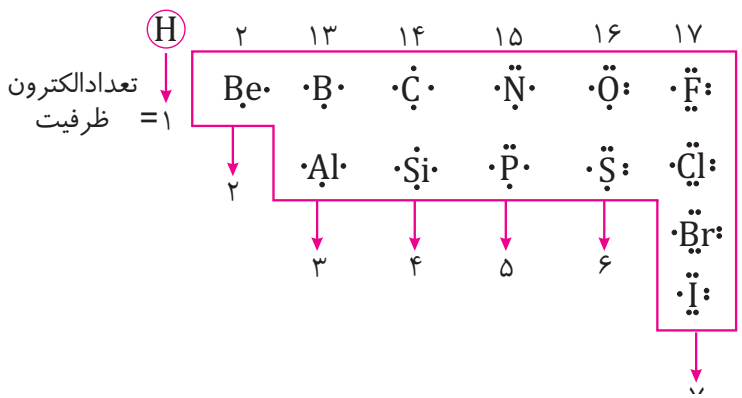


۳) قاعدهٔ هشت‌تایی در رسم ساختار لوویس رعایت می‌شود. (اتم هیدروژن همواره یک پیوند تشکیل می‌دهد و با همین یک پیوند پایدار می‌شود و مولکول‌های که از قاعده هشت‌تایی پیروی نمی‌کنند جزو اهداف آموزشی کتاب دهم نیستند.)

۴) در ساختار لوویس یک مولکول می‌بایستی تمام الکترون‌های ظرفیت اتم‌ها به‌صورت جفت الکترون‌های پیوندی یا ناپیوندی نمایش داده شود.

۵) برای محاسبه مجموع الکترون‌های ظرفیت یک مولکول یا یون از جدول تناوبی عنصرها استفاده می‌کنیم.

عنصرهایی که در رسم ساختار لوویس مهم هستند:



شیمی‌دان هوا کره کیست؟

شیمی‌دان هوا متخصصی است که ترکیب شیمیایی هواکره را بشناسد و از شیوه‌های برهم‌کنش گازها، مایع‌ها و جامدهای موجود در هواکره با سطح زمین و موجودات زنده‌ای که روی آن‌ها زندگی می‌کنند آگاه باشد. برای شناخت بهتر هواکره و یافتن راه‌حل‌های مناسب برای محافظت آن، باید رفتار و ویژگی‌های ذره‌های سازندهٔ هواکره و واکنش میان آن‌ها را به‌خوبی مطالعه کرد. این مهم‌ترین وظیفهٔ شیمی‌دان هواکره است.

خواص و رفتار گازها

مقایسهٔ خواص عمومی گازها با مایعات و جامدات:

۱) **سرعت** حرکت ذرات سازنده: گاز > مایع > جامد

۲) **تنوع حرکت** مولکول‌ها: گاز > مایع > جامد

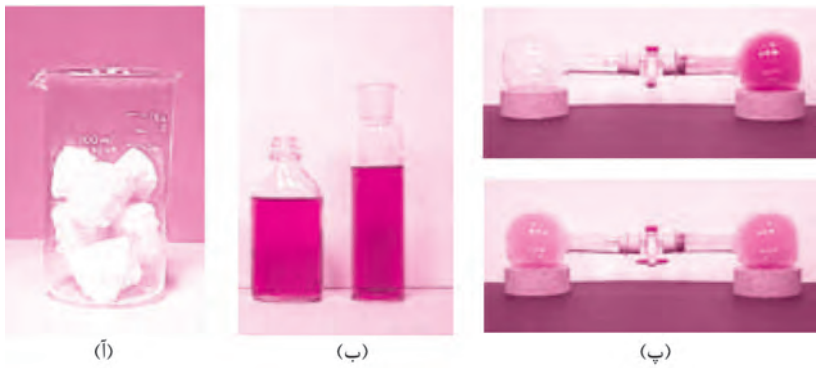
۳) **میزان جاذبهٔ** بین ذرات یک ماده در ۳ حالت فیزیکی: گاز < مایع < جامد

۴) **حجم** مقدار مشخصی از یک ماده در سه حالت: گاز > مایع ≈ جامد

۵) **فاصلهٔ بین‌مولکولی**: گاز > مایع ≈ جامد

۶) **تراکم‌پذیری**: گاز برخلاف جامدها و مایع‌ها تراکم پذیرند.

مثال: شکل‌های زیر چه مفهومی در مورد سه حالت فیزیکی ماده بیان می‌کنند؟



پاسخ:

آ) شکل و حجم یک ماده جامد به شکل ظرف بستگی ندارد.

ب) مایع‌ها به شکل ظرف محتوی آن‌ها در می‌آیند.

پ) به‌محض باز کردن شیر در لوله رابط بین دو طرف، گاز در هر دو محفظه پخش می‌شود.

قوانین گازها

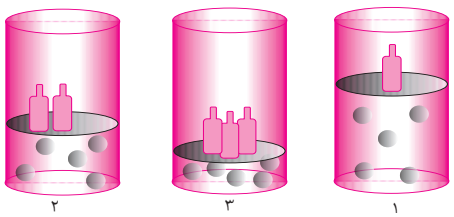
برای توصیف یک نمونه گاز باید **مقدار (مول)**، **حجم**، **فشار و دمای آن** را بیان کنیم. قوانین گازها ارتباط بین کمیت‌ها را بررسی می‌کنند:

۱) قانون فشار ـ حجم: در دما و مقدار مول ثابت با افزایش فشار، حجم گازها کاهش می‌یابد.

P : فشار

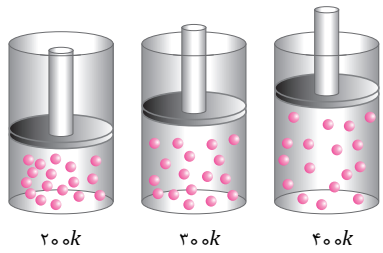
V : حجم

$P \alpha \frac{1}{V}$ ، $P_1V_1 = P_2V_2$ (دما و مقدار مول ثابت)



با افزایش فشار، گازها متراکم می‌شوند و حجم آن‌ها کاهش می‌یابد.

۲) قانون دما ـ حجم: در فشار و مقدار مول ثابت، با افزایش دما، حجم گازها افزایش می‌یابد.



(دما) T α V (حجم)

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

۳) قانون مقدار گاز ـ حجم: در دما و فشار ثابت، مقدار حجم یک گاز با مقدار مول گاز رابطهٔ مستقیم دارد.

n: مول گاز

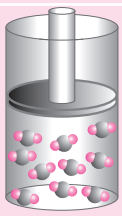
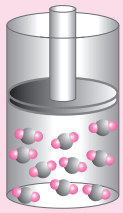
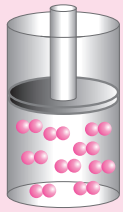
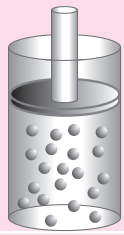
(در فشار و دمای ثابت): $\frac{V_1}{n_1}=\frac{V_2}{n_2}$ ، $V \alpha n$

قانون آووگادرو: در دما و فشار یکسان حجم یک مول از گازهای گوناگون، باهم برابر است.

۴) ادغام ۳ قانون

$\frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_2V_2}{n_2V_2}$ یا $PV=nRT$ ($R=0/082\frac{L.atm}{mol.K}$ ثابت جهانی گازها)

به دمای صفر درجهٔ سلسیوس و فشار یک اتمسفر شرایط استاندارد (STP مخفف شده) گفته می‌شود.

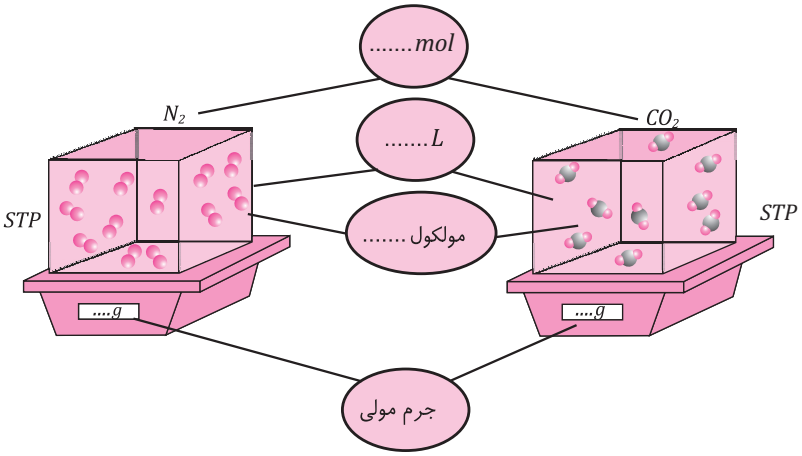
مثال	۱	۲	۳	۴	۵
گاز	H_2	Ne	CO_2	O_2	He
ظرف محتوی گاز					
مول (mol)	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۵۰	۰/۵۰	۱/۰
حجم (L)	۵/۶	۵/۶	۱۱/۲	۱۱/۲	۲۲/۴
جرم (g)	۰/۵۰	۰/۵۰	۲۲/۰	۱۶/۰	۴/۰

با توجه به قانون آووگادرو در شرایط استاندارد (STP) حجم یک مول از هر گازی برابر ۲۲/۴ لیتر است که به آن حجم مولی گازها گفته می‌شود.

حجم مولی گازها در (STP) $= 22/4L = 22400ml$

مثال ۱ : شکل زیر را کامل کنید (هر ذره را معادل ۰/۱ مول در نظر بگیرید)

$(N = ۱۴ , C = ۱۲ , O = ۱۶\ g.mol^{-۱})$



پاسخ:

در هر دو ظرف تعداد برابر مولکول (۱۰ عدد) وجود دارد؛ که هر مولکول را اگر معادل ۰/۱ مول در نظر بگیریم هر دو ظرف در شرایط STP یک مول گاز دارند.

مول $\begin{cases} N_۲ = ۱mol \\ CO_۲ = ۱mol \end{cases}$

حجم $\begin{cases} N_۲ = ۲۲/۴L \\ CO_۲ = ۲۲/۴L \end{cases}$

تعداد مول $\begin{cases} N_۲ = NA \\ CO_۲ = NA \end{cases}$

جرم مولی $\begin{cases} N_۲ = ۲۸g.mol^{-۱} \\ CO_۲ = ۴۴g.mol^{-۱} \end{cases}$

مثال ۲: هر فرد به‌طور میانگین ۱۲ بار در دقیقه نفس می‌کشد و هر بار ۰/۵ لیتر هوا به ریه‌هایش وارد می‌شود.

آ) در طول شبانه‌روز چند لیتر هوا و چند لیتر اکسیژن وارد شش‌های او می‌شود؟

$$۲۴h \times \frac{۶۰\min}{۱h} \times \frac{۱۲\ \text{بار}}{۱\min} \times \frac{۰/۵L\ \text{هوا}}{۱\ \text{بار}} = ۸۶۴۰L\ \text{هوا}$$

$$۸۶۴۰L\ \text{هوا} \times \frac{۱L\ O_۲}{۵L\ \text{هوا}} = ۱۷۲۸L\ O_۲$$

ب) حجم اکسیژن واردشده به شش‌ها در طول شبانه‌روز، برابر با چند مول است؟ (شرایط STP است)

$$۱۷۲۸L\ O_۲ \times \frac{۱mol\ O_۲}{۲۲/۴L\ O_۲} = ۷۷/۱۴mol\ O_۲$$

نکته: $\frac{۱}{۵}$ حجم هوا را اکسیژن تشکیل می‌دهد.

مثال ۳: حجم گاز موجود در ۳ ظرف A , B , C را در شرایط STP با محاسبه مقایسه کنید:

ظرف A : ۸۰ گرم گاز اکسیژن ($O_۲$) (جرم $O = ۱۶\frac{g}{mol}$)

ظرف B: $۳/۰۱\times۱۰^{۲۴}$ عدد اتم نئون (Ne)

ظرف C: ۱/۵ مول گاز کربن‌دی‌اکسید ($CO_۲$)

$$A \text{ حجم}: ۸۰g\,O_۲ \times \frac{۱mol\,O_۲}{۳۲g\,O_۲} \times \frac{۲۲/۴L\,O_۲}{۱mol\,O_۲} = ۵۶L\,O_۲$$

$$B \text{ حجم}: ۳/۰۱\times۱۰^{۲۴}\,Ne \times \frac{۱mol\,Ne}{۶/۰۲۲\times۱۰^{۲۳}\,Ne} \times \frac{۲۲/۴L\,Ne}{۱mol\,Ne} = ۱۱۲L\,Ne$$

$$C \text{ حجم}: ۱/۵mol\,CO_۲ \times \frac{۲۲/۴L\,CO_۲}{۱mol\,CO_۲} = ۳۳/۶L\,CO_۲$$

مقایسه حجم: $B > A > C$

استوکیومتری گازها (از هر گاز چقدر؟)

استوکیومتری به بخشی از دانش شیمی گفته می‌شود که به مطالعه **ارتباط کمی میان مواد شرکت‌کننده** (واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها) در یک واکنش شیمیایی می‌پردازد. استوکیومتری در صنعت و آزمایشگاه این امکان را به مهندسین و شیمیدان‌ها می‌دهد که بتوانند مشخص کنند که برای تولید مقدار معینی از یک فرآورده، به چه مقدار از هر یک از واکنش‌دهنده‌ها نیاز است.

برای نمونه سالانه مردم سراسر جهان حدود ۵۰ میلیارد قرص آسپرین برای کاهش تب، التهاب و تپش‌های قلبی مصرف می‌کنند. این قرص‌ها با بهره‌گیری از استوکیومتری واکنش در شرکت‌های دارویی تولید می‌شوند.

مراحل محاسبات استوکیومتری در واکنش:

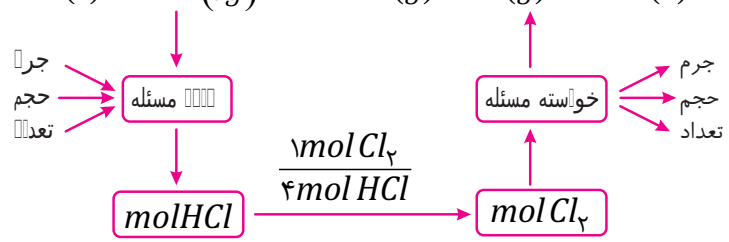
۱) ابتدا معادلهٔ واکنش را می‌نویسیم.

۲) معادلهٔ واکنش را موازنه می‌کنیم.

۳) داده مسئله را به مول آن تبدیل می‌کنیم و با استفاده از ضرایب استوکیومتری موجود در معادله، مول مادهٔ خواسته‌شده را محاسبه می‌کنیم. از روی مول خواسته‌شده جرم، تعداد و یا حجم آن قابل محاسبه است.

واکنش زیر را در نظر بگیرید: فرض کنید داده مسئله HCl و خواسته مسئله گاز کلر است:

$$MnO_{۲(s)} + ۴HCl_{(aq)} \rightarrow MnCl_{۲(g)} + Cl_{۲(g)} + ۲H_۲O_{(l)}$$



۱) به هر یک از ضرایب مواد شرکت‌کننده در یک معادلهٔ موازنه‌شده، ضریب استوکیومتری می‌گویند.

۲) برای تشکیل انواع کسر تبدیل‌ها در محاسبات استوکیومتری گازها از روابطی که تابه‌حال داشته‌ایم استفاده می‌کنیم:

مولکول یا اتم NA = جرم مولی گاز = ۲۲/۴L = گاز ۱mol

به‌عنوان‌مثال به چند کسر تبدیل زیر برای گازها دقت کنید:

۱) تبدیل حجم در شرایط STP به مول یا برعکس

$$\frac{۱mol}{۲۲/۴L\ \text{گاز}} \quad \text{یا} \quad \frac{۲۲/۴L\ \text{گاز}}{۱mol}$$

مثال: ۱۱۲ لیتر $CO_۲$ در شرایط STP چند مول است؟

پاسخ:

$$۱۱۲L\,CO_۲ \times \frac{۱mol\,CO_۲}{۲۲/۴L\,CO_۲} = ۵molCO_۲$$

۲) تبدیل جرم به مول یا برعکس

$$\frac{۱mol}{\text{جرم مولی ماده}} \text{یا} \frac{\text{جرم مولی ماده}}{۱mol}$$

مثال: ۱۶ گرم گاز $SO_۳$ برابر چند مول است؟ ($O=۱۶ , S=۳۲$)

پاسخ:

جرم مولی: $SO_۳ = ۸۰\frac{g}{mol}$

$$۱۶g\,SO_۳ \times \frac{۱mol\,SO_۳}{۸۰gSO_۳} = ۰/۲mol\,SO_۳$$

۳) تبدیل تعداد مولکول یا اتم یک ماده به مول یا برعکس

$$\left(\frac{۱mol}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\ (\text{مولکول})} , \frac{۱mol}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\ (\text{اتم})}\right) \text{یا} \left(\frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\ (\text{مولکول})}{۱mol} , \frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\ (\text{اتم})}{۱mol}\right)$$

مثال $۳/۰۱\times۱۰^{۲۶}$ عدد مولکول آمونیاک چند مول است؟

پاسخ:

$$۳/۰۱\times۱۰^{۲۶}\ (NH_۳) \times \frac{۱mol\,(NH_۳)}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\ (NH_۳)} = ۵۰۰mol\,NH_۳$$

واکنش گازها در صنعت اهمیت و کاربردهای بسیاری دارد. به‌طوری‌که هر یک از فرآیندهای تهیهٔ سولفوریک اسید و نیتریک اسید شامل چندین واکنش گازی است.

به‌عنوان‌مثال **سولفوریک اسید طی دو واکنش** زیر تولید می‌شود:

$$(I)\ ۲SO_{۲(g)} + O_{۲(g)} \longrightarrow ۲SO_{۳(g)}$$

$$(II)\ SO_{۳(g)} + H_۲O_{(l)} \longrightarrow H_۲SO_{۴(g)}$$

مثال: برای تولید ۱۰ مول گاز گوگرد تری اکسید $(SO_۳)$ به چند مول $O_۲$ نیاز است؟

پاسخ:

$$۲SO_{۲(g)} + O_{۲(g)} \longrightarrow ۲SO_{۳(g)}$$

$$molSO_۳ \longrightarrow molO_{۲(g)}$$

$$۱۰molSO_۳ \times \frac{۱molO_۲}{۲molSO_۳} = ۵molO_۲$$

مثال: از واکنش ۱۰ مول گاز $SO_۳$ با مقدار کافی آب چند گرم سولفوریک اسید تولید می‌شود؟

پاسخ:

$(H=۱ , O=۱۶ , S=۳۲\ g.mol^{-۱})$

جرم مولی $H_۲SO_۴ = ۹۸\,g.mol^{-۱}$

$$SO_۳ + H_۲O_{(l)} \rightarrow H_۲SO_{۴(aq)}$$

$$۱۰molSO_۳ \times \frac{۱mol\,H_۲SO_۴}{۱mol\,SO_۳} \times \frac{۹۸g\,H_۲SO_۴}{۱mol\,H_۲SO_۴} = ۹۸g\,H_۲SO_۴$$

مثال: معادله اکسایش گلوکز در بدن برای تولید انرژی به‌صورت زیر است:

$$C_6H_{12}O_{6(aq)} + 6O_{2(g)} \longrightarrow 6CO_{2(g)} + 6HO_{2(I)}$$

الف) بدن انسان در هر شبانه‌روز به‌طور میانگین ۲/۵ مول گلوکز مصرف می‌کند، برای این مقدار گلوکز در شرایط STP چند لیتر اکسیژن لازم است؟

پاسخ:

$$2/5 mol\,G \times \frac{6 mol\,O_2}{1 mol\,G} \times \frac{22/4 L\,O_2}{1 mol\,O_2} = 336 L\,O_2$$

ب) از اکسایش چند گرم گلوکز مقدار ۵۶۰ لیتر گاز CO_2 در شرایط STP تولید می‌شود؟

پاسخ:

$(C = 12\ ,\ O = 16\ ,\ H = 1\ \ g.mol^{-1})$

جرم مولی گلوکز $= 180 g.mol^{-1}$

$$560 L\,CO_2 \times \frac{1 mol\,CO_2}{22/4 L\,CO_2} \times \frac{1 mol\,G}{6 mol\,CO_2} \times \frac{180 g\,G}{1 mol_G} = 750 g\,G \text{ (گلوکز)}$$

پ) برای اکسایش ۴۵۰ گرم گلوکز در شرایط STP به چند لیتر هوا نیاز است؟

مقدار $\frac{1}{5}$ حجم هوا را O_2 تشکیل می‌دهد، پس برای محاسبهٔ حجم هوا ابتدا حجم O_2 را محاسبه می‌کنیم و سپس پنج برابر می‌کنیم تا حجم هوای موردنیاز محاسبه شود.

$$450 g\,G \times \frac{1 mol\,G}{180 g\,G} \times \frac{6 mol\,O_2}{1 mol\,G} \times \frac{22/4 L\,O_2}{1 mol\,O_2} \times \frac{5 L\,air}{1 LO_2} = 1680 L \text{ هوا}$$

تولید آمونیاک (کاربردی از واکنش گازها در صنعت)

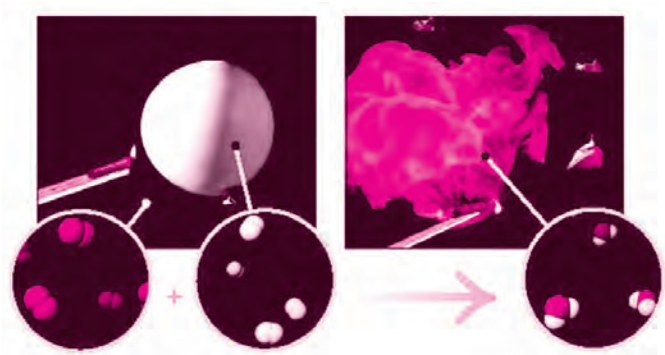
بررسی خواص گاز نیتروژن

۱) گاز نیتروژن فراوان‌ترین جزء سازنده هوا کره می‌باشد

۲) در مقایسه با اکسیژن از نظر شیمیایی غیرفعال و واکنش‌ناپذیر است

از این‌رو گاز نیتروژن به جو بی اثر شهرت یافته و در محیط‌هایی که گاز اکسیژن عامل ایجاد تغییر شیمیایی است به جای آن از گاز نیتروژن استفاده می‌شود (برای مثال در نگهداری و بسته بندی مواد غذایی)

۳) گاز اکسیژن و هیدوژن در حضور کاتالیزگر یا جرقه در یک واکنش سریع و شدید منفجر می‌شوند و آب تولید می‌کنند اما مخلوط گازهای نیتروژن و هیدروژن حتی در حضور جرقه یا کاتالیزگر هیچ واکنش نمی دهند.



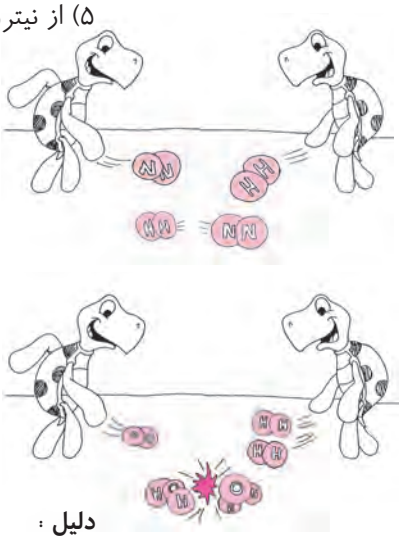
$$2H_{2(g)} + O_2 \xrightarrow{\text{کاتالیزگر یا جرقه}} 2H_2O_{(g)}$$

$$2H_{2(g)} + N_{2(g)} \xrightarrow{\text{کاتالیزگر یا جرقه}} \text{واکنش رخ نمی دهد}$$

۴) وجود پیوند سه گانه در ساختار لوویس نیتروژن باعث کاهش استحکام این پیوند شده و به راحتی نمی‌شکند!

:N≡N:

۵) از نیتروژن برای پر کردن و تنظیم باد تایر خودروها به جای هوا به دلایل زیر استفاده می‌شود.



دلیل :

- نیتروژن واکنش‌پذیری بسیار کمتری دارد و نتیجه طول عمر لاستیک بیشتری می‌شود نیتروژن تمایل به واکنش با خود لاستیک و یا سیم داخل تایر را ندارد.)
- مولکول‌های نیتروژن از اکسیژن بزرگ‌تر بوده نفوذپذیری کمتری دارند و از تایر دیرتر خارج می‌شوند در نتیجه تایر مدت زمان طولانی‌تر پر باد خواهد بود.
- در هوا مقداری بخار آب وجود دارد که با سرد شدن هوا به مایع تبدیل شده و حجم گاز تایر به طور نامحسوس کاهش می‌یابد. نیتروژن در دماهای بسیار پایینی به مایع تبدیل می شود.

۶) کشاورزان کودهای شیمیایی نیتروژن‌دار را به خاک می‌افزایند. یکی از این کودها آمونیاک است که به طور مستقیم به خاک تزریق می‌شود.

تولید آمونیاک به روش هابر

هرچند گاز نیتروژن واکنش پذیری ناچیزی دارد ولی برای اولین بار دانشمندان به نام فریتس هابر درسال ۱۹۱۸میلادی مولکول‌های نیتروژن را تسلیم کرد و از واکنش گازهای N_2 و H_2 توانست گاز آمونیاک(NH_3) تولید کند و برنده جایزه نوبل شیمی شود.

واکنش هابر:

$$3H_{2(g)} + N_{2(g)} \xrightarrow{\text{شرایط بهینه}} 2NH_{3(g)}$$

بزرگترین چالش مهم که هابر، برای یافتن شرایط بهینه برای انجام این واکنش بود.

دو چالش مهم که هابر برای آن‌ها راه حل ارائه دارد؛

۱) واکنش در دما و فشار اتاق انجام نمی شد.

هابر واکنش میان گاز های هیدروژن و نیتروژن را بارها در دماها و فشارهای گوناگون انجام داد تا بتواند شرایط بهینه آن را پیدا کند. سرانجام دریافت که این واکنش در **دمای** $450°C$ **و فشار** $200atm$ و در **حضور کاتالیزور آهن**، مقدار قابل توجهی آمونیاک تولید می‌کند.

- هابر هیچ وقت نتوانست تمام N_2 و H_2 را به NH_3 تبدیل کند چرا که واکنش تولید آمونیاک یک واکنش برگشت پذیر است $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$

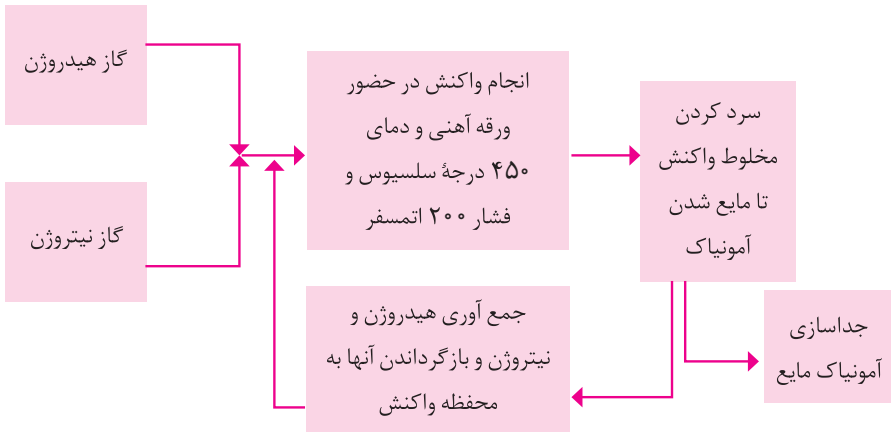
در نتیجه با چالش دوم روبرو شد همواره داخل ظرف واکنش مخلوط گازهای N_2 و H_2 و NH_3 وجود داشت

۲) چگونه می توان فرآوردهٔ واکنش (آمونیاک) را از مخلوط واکنش جدا کند.

او با بررسی نقطه جوش این مواد، راه حلی را برای جدا سازی آمونیاک پیدا کرد.

دمای جوش آمونیاک در مقایسه با دوگاز نیتروژن و هیدروژن بالاتر است به عبارت دیگر چون جاذبه بین مولکول های آمونیاک قوی تر می‌باشد، راحتر و در دماهای بالاتری به مایع تبدیل شده و از مخلوط جدا می شود از این رو هابر مخلوط گازها را تا مایع شدن آمونیاک سرد می کرد و پس از جدا شدن آمونیاک مایع گاز نیتروژن و هیدروژن واکنش نداده را دوباره مطابق طرح زیر وارد واکنش می‌کرد

نام ماده	نقطه جوش $^{\circ}C$
هیدروژن	-۲۵۳
نیتروژن	-۱۹۶
اکسیژن	-۳۴



جمع‌بندی کن.

۱. با انتخاب کلمه‌های مناسب متن زیر که چکیده فصل است را کامل کنید.

هواکره از چهار لایه تشکیل شده است که ارتفاع حدود $\frac{۱۰-۱۲}{۱۴-۱۶}$ کیلومتری آن $\frac{\text{استراتوسفر}}{\text{ترپوسفر}}$ نامیده می‌شود در این لایه با افزایش ارتفاع دما $\frac{\text{افزایش}}{\text{کاهش}}$ و تعداد ذرات و فشار $\frac{\text{افزایش}}{\text{کاهش}}$ می‌یابد. هوا معجونی ارزشمند از گازهای مختلف است که با استفاده از روش $\frac{\text{تقطیر جز به‌جزء}}{\text{تقطیر معمولی}}$ می‌توان اجزای آن را جدا کرد. اکسیژن یکی از مهمترین گازهای هواکره می‌باشد که دردمای $\frac{-۱۹۶}{-۱۸۳}$ درجه سانتی‌گراد از هوای مایع جدا می‌شود. اکسیژن با اغلب مواد واکنش می‌دهد که اگر در واکنش گرما و نور مشاهده شود $\frac{\text{اکسایش}}{\text{سوختن}}$ نامیده می‌شود. علاوه‌بر واکنش‌های اکسیژن همه واکنش‌ها از قانون $\frac{\text{بقای جرم}}{\text{آووگادرو}}$ تبعیت می‌کنند. اکسیدهای فلزی خاصیت $\frac{\text{اسیدی}}{\text{بازی}}$ و اکسیدهای نافلزی $\frac{\text{اسیدی}}{\text{بازی}}$ در آب از خودشان نشان می‌دهند. اکسیدهای مختلف و برخی ترکیب‌های که دارای دو نوع هستند ترکیب $\frac{\text{دوتایی}}{\text{چندتایی}}$ نامیده

CO_2 یکی از اکسیدهای نافلزی است که عامل $\frac{\text{ایجاد اثر گلخانه ای}}{\text{محافظت از ازون}}$ می‌باشد. نتیجه وجود این اثر $\frac{\text{افزایش}}{\text{کاهش}}$ دمای هواکره می‌شود. اکسیژن دارای $\frac{\text{آلوتروپ}}{\text{ایزومر}}$، $O_۲$ و $O_۳$ در طبیعت می‌باشد.

با برخورد پرتوهای $\frac{\text{فرابنفش}}{\text{فروسرخ}}$ در لایه $\frac{\text{ترپوسفر}}{\text{استراتوسفر}}$ مولکول‌های $O_۳$ می‌شکنند، این شکل به‌صورت $\frac{\text{یک طرفه}}{\text{برگشت پذیر}}$ انجام می‌شود.

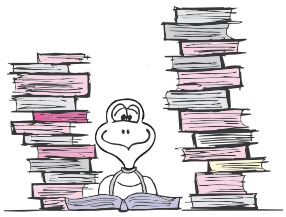
در بین سوخت‌هایی مانند بنزین، گاز هیدروژن گاز طبیعی و زغال‌سنگ، $\frac{\text{گاز هیدروژن}}{\text{گاز طبیعی}}$ به‌ازی $\frac{۱\,g}{۱\,mol}$ از بقیه انرژی $\frac{\text{بیشتر}}{\text{کمتر}}$ تولید می‌کنند.

برای توصیف یک نمونه گاز $\frac{\text{مقدار , دما و فشار}}{\text{دما ،حجم و رنگ}}$ آن باید مشخص باشد.

دردما و مقدار ثابت حجم گاز با فشار رابطه $\frac{\text{مستقیم}}{\text{عکس}}$ و در فشار و دمای ثابت حجم با مقدار گاز رابطه $\frac{\text{مستقیم}}{\text{عکس}}$ دارد. در شرایط STP $(\frac{P=۱atm \;\; T=۰°C}{P=۱tam \;\; T=۲۵C})$ یک $\frac{\text{گرم}}{\text{مول}}$ از همه گازهای مختلف حجم $\frac{\text{ثابت و برابر}}{\text{متفاوت}}$ دارند.

حجم مولی گازها در شرایط STP برابر $\frac{۲۲/۴\,L}{۵۶۰\,L}$ می‌باشد.

لغت‌نامه



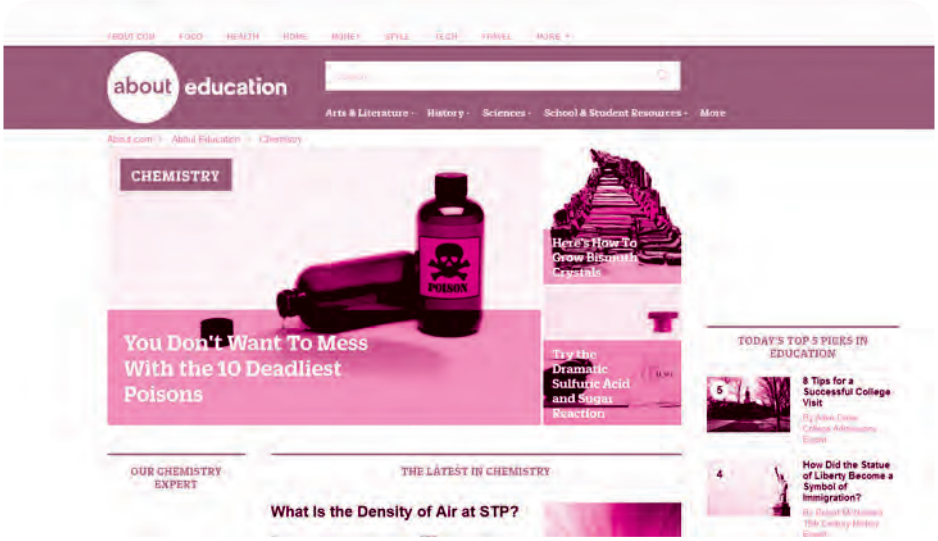
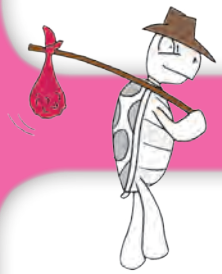
واژه علمی	ترجمه
Stoichiometry	استوکیومتری
Acidi oxcide	اکسید اسیدی
Acid rain	باران اسیدی
Fractional distillation	تقطیر جزء به‌جزء
Bonding electron	جفت الکترون پیوندی
Ollotrope	دگر شکل
Biodegradation	زیست تخریب‌پذیر
Green fule	سوخت سبز
Combustion	سوختن
Incomplete combustion	سوختن ناقص
Avogadro's law	قانون آووگادرو
Vatalyst	کاتالیزگر
Ozone layer	لایه اوزون
Symbol equation	معادله نمادی
Balancing	موازنه کردن
Reactant	واکنش دهنده
Oxidation	اکسایش

واژه علمی	ترجمه
Basic oxside	اکسید بازی
Trpposphere	تروپوسفر
Sustainable development	توسعه پایدار
Non-bonding electron pair	جفت الکترون ناپیوندی
Inspection method	روش وارسی
Lewis structure	ساختار لوویس
Fossil fuel	سوخت فسیلی
Complete combustion	سوختن کامل
Green chemistry	شیمی سبز
The law of the conServation of mass	قانون پایستگی جرم
Greenhouse gases	گازهای گلخانه‌ای
Chemicad equation	معادله شیمیایی
Word equation	معادله نوشتاری
chemical reaction	واکنش شیمیایی
Atmose phere	هواکره

شهر فرنگ

Chemistry+about.com

این سایت مطالب و فیلم‌های بسیار جالب و ارزشمندی در مورد موضوعات منتوع علم شیمی ارائه می‌دهد.
ایده‌های آزمایش موجود در این سایت در بسیاری آزمایشگاه‌های ساده قابل اجرا است.



پیشنهاد بازدید

ایستگاه سنجش آلودگی هوا

در برخی از شهرها و اکثر کلان شهرهای کشورمان به علت مشکل آلودگی هوا، سازمان هواشناسی و شهرداری‌ها در مراکزی به صورت متناوب وضعیت گازهای موجود در هوا و ذرات آلاینده را می‌سنجد. اگر در شهر شما این ایستگاه‌ها وجود دارند می‌توانید با هماهنگی با یکی از ارگان‌های گفته شده از آن بازدید کرده و نحوه اندازه‌گیری میزان گازهای مختلف هوا در آن را ببینید.

تمرین‌ها

۱. جاهای خالی را با عبارت مناسب پر کنید.

آ) هوا را می توان به عنوان منبع غنی برای تهیه ..... و ..... در نظر گرفت.

ب) در تقطیر جزء به جزء هوای مایع، گازی که نقطه جوش ..... دارد زودتر جداسازی می شود.

پ) بخش قابل توجهی از واکنش های شیمیایی پیرامون ما به دلیل وجود ..... در محیط است.

ت) معادله نمادی، افزون بر نمایش ..... و ..... واکنش دهنده ها و فراورده ها، اطلاعاتی درباره ..... ارائه می دهد.

ث) به واکنش مواد با اکسیژن ..... گفته می شود.

ج) به ترد شدن، خرد شدن و فروریختن فلزات در اثر اکسایش ..... می گویند.

چ) اکسیدهای فلزی را اکسیدهای ..... و اکسیدهای نافلزی را اکسیدهای ..... می نامند.

ح) ..... می تواند بیانگر میزان اثر گذاری هر یک از انسان ها بر روی کره زمین و هوا کره باشد.

۲. برای هر یک از موارد زیر، از کدام یک از گازهای موجود در هواکره می توان استفاده نمود؟

آ) برای اینکه مواد غذایی، در مجاورت هوا، طعم کهنگی نگیرند، باید در یک جو بی اثر قرار داده شوند.

ب) متمرکز کردن شعله جوشکاری باعث افزایش کیفیت کار می شود. برای این منظور، بهتر است گازی که تمایلی به انجام واکنش های شیمیایی ندارد، در اطراف شعله بدمیم.

پ) اگر مواد غذایی و نمونه های آزمایشگاهی را با سرعت بالا منجمد کنیم، ساختار سلول های آن ها از بین نمی رود و کیفیت آن حفظ می شود.

ت) در فضای بین پنجره های دو جداره باید از گازی با هدایت گرمایی کم استفاده شود.

ث) استفاده از گازی بی اثر و نسبتا ارزان برای پر کردن تایر ماشین، عمر تایر را افزایش می دهد.

ج) از آنجایی که درون لامپ های رشته ای به شدت گرم می شود، باید آن را با گازی که تمایلی به واکنش ندارد پر کرد.

۳. محصولات سوختن هر کدام از مواد زیر را از بین موارد مشخص شده انتخاب کنید.

$$CO_2,\ N_2,\ SO_2,\ Al_2O_3,\ Na_2O,\ CO,\ NO_2,\ O_2,\ H_2O,\ MgO$$

آ) چربی

ب) آلومینیم

پ) کربن

ت) زغال سنگ

ث) قند

ج) سدیم

۴. هریک از موارد ستون (آ) با یکی از موارد ستون (ب) ارتباط دارد. آن‌ها را پیدا کنید. (۱ مورد در ستون (ب) اضافی است.)

آ	ب
آ. در هوای مایع وجود ندارد.	a. آرگون
ب. در بسته بندی مواد خوراکی استفاده می شود.	b. هلیم
پ. به عنوان محیط بی اثر در جوشکاری کاربرد دارد.	d. اکسیژن
ت. در ساختار همه مولکول های زیستی یافت می شود.	e. کربن دی اکسید
ث. تهیه این گاز از هواکره مقرون به صرفه نیست.	f. نیتروژن
	g. نئون

۵. درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را مشخص کنید.

آ) تعداد مولکول های دو طرف یک واکنش شیمیایی همواره برابر است.

ب) نوع و تعداد کل اتم های شرکت کننده در یک واکنش شیمیایی ثابت است.

پ) در یک واکنش شیمیایی نوع مولکول ها تغییری نمی کند.

ت) گاهی تعداد مول های مواد اولیه و محصولات یک واکنش شیمیایی برابر است.

۶. درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را مشخص کنید.

آ) اگر یک واکنش شیمیایی را بر روی کفه یک ترازو انجام دهیم، حین واکنش جرم نشان داده شده توسط ترازو تغییری نمی‌کند.

ب) از سوختن ۱۰ گرم زغال سنگ، ۱۰ گرم خاکستر بر جای می‌ماند.

پ) پایستگی جرم همان پایستگی مول است.

ت) در یک واکنش شیمیایی تعداد مولکول‌های فراورده‌ها ممکن است بیشتر، کمتر و یا مساوی تعداد مولکول های واکنش دهنده‌ها باشند.

۷. درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را مشخص کنید.

آ) اگر تعداد کل اتم ها در دو طرف معادله برابر باشد، واکنش موازنه شده است.

ب) در واکنش موازنه شده، جرم کل اتم ها در دو طرف معادله برابر است.

پ) در واکنش موازنه شده، تعداد مول های واکنش دهنده ها و محصولات برابرند.

ت) اگر تعداد اتم های یک عنصر در دوطرف معادله برابر باشد، واکنش موازنه شده است.

۸. معادله واکنش‌های زیر را موازنه کنید.

$NO + H_2O \rightarrow NH_3 + O_2$

$Al_2O_3 + SO_3 \rightarrow Al_2(SO_4)_3$

$CO_2 + H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + O_2$

$C_2H_5OH + CO_2 \rightarrow C_6H_{12}O_6$

$ZnCl_2 + Ag \rightarrow Zn + AgCl$

$HNO_3 + NO \rightarrow NO_2 + H_2O$

$H_3PO_4 \rightarrow P_2O_5 + H_2O$

$N_2 + CO_2 + O_2 + H_2O \rightarrow C_3H_5(NO_3)_3$

$P_4O_{10} + H_2O \rightarrow PH_3 + O_2$

تمرین‌های دوره ای کتاب درسی

۱. در هر یک از واکنش های زیر نام مواد شرکت کننده را بنویسید و آن را موازنه کنید.

آ) $SiCl_4 \rightarrow Si + Cl_2$

ب) $SO_2 + H_2O \rightarrow H_2S + O_2$

پ) $Al_2O_3 + Fe \rightarrow Al + F_2O_3$

ت) $NO + H_2O \rightarrow NH_3 + O_2$

ث) $NaCl + CaF_2 \rightarrow CaCl_2 + NaF$

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

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

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

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

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

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

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

۴. . آ) جدول زیر را کامل کنید.

نام گاز	نماد یا فرمول شیمیایی	میزان واکنش پذیری در دما و فشار اتاق	آرایش الکترون نقطه ای	قیمت هر لیتر (ریال)	آلاینده یا غیر آلاینده
آرگون				۱۹۲	
اکسیژن				۳۵	
متان				۳	
کربن دی اکسید				۱۳	
نیتروژن				۷۱	

ب) در بسته بندی خوراکی استفاده از کدام گاز مناسب تر است؟ چرا؟

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

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

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

۱۵. اگر دو واکنش کامل ۱۰ گرم گرد آهن دارای ناخالصی زنگ‌آهن، با مقدار کافی محلول سولفوریک‌اسید، ۳/۳۶ لیتر گاز هیدروژن در شرایط STP آزد شود، چند درصد جرم این نمونه را، زنگ آهن تشکیل می‌دهد. (سراسری تجربی ۹۵)

$(Fe = ۵۶\ ,\ O = ۱۶\ ;g \cdot mol^{-۱})$

۱) ۱۲ ۲) ۱۴ ۳) ۱۶ ۴) ۱۸

۱۶. چند گرم آلومینیم باید با هیدروکلریک اسید واکنش دهد تا گاز به دست آمده با ۱۶ گرم اکسیژن، واکنش کامل دهد؟ (ریاضی ۹۴)

$(Al = ۲۷ ,O = ۱۶\ g/mol)$

آ) ۲/۷ ب) ۹ پ) ۱۳/۵ ت) ۱۸

۱۷. ۰/۶ مول از کدام فلز در واکنش با یون فلوئورید، ترکیبی به جرم ۴۶/۸ گرم تشکیل می دهد؟ (ریاضی ۹۲)

$(GA = ۷۰, Ca = ۴۰, Al = ۲۷, Mg = ۲۴, F = ۱۹\ g/mol)$

آ) Al ب) Mg پ) Ca ت) Ga

۱۸. شمار اتم های شرکت کننده در معادله موازنه شده واکنش سوختن اتان در مقایسه با معادله موازنه شده واکنش آلومینیم با هیدروکلریک اسید ..... و در ..... واکنش، فراورده های گازی تولید ..... (ریاضی ۹۲)

آ) کمتر-یکی از این دو-نمی شود ب) بیش تر-هر دو-می شود

پ) کمتر-هیچ یک از این دو-نمی شود ت) بیش تر-یکی از این دو-می شود

۱۹. شمار مول ها در کدام نمونه ماده بیشتر است؟ (ریاضی ۹۱)

$(H = ۱, C = ۱۲, O = ۱۶, Na = ۲۳, Cl = ۳۵.۵\ g/mol)$

آ) ۱/۳۸ گرم فلز سدیم

ب) ۲/۳۴ گرم سدیم کلرید

پ) ۲ لیتر گاز کلر با چگالی ۲/۸۴ g/L

ت) ۰/۵۶ لیتر گاز هیدروژن در شرایط STP

۲۰. عنصر با عدد اتمی ۵۲ جدول تناوبی کدام ویژگی را ندارد؟ (المپیاد ۲۶)

آ) تشکیل اکسید اسیدی با فرمول $XO_۳$ ب) داشتن لایه ظرفیت چهار الکترونی

پ) دارا بودن خاصیت شبه فلزی ت) تشکیل یون پایدار با فرمول $X^{۲-}$

۱. **چگالی NH_3 در $100\ ^{o}C$ و ۱/۱۵ اتمسفر چند گرم بر لیتر است؟ ($N = 14, H = 1$)** (المپیاد ۲۶)

آ) ۰/۵۶ ب) ۰/۴۸ پ) ۰/۶۴ ت) ۰/۳۶

۲. **برای چه تعدادی از گونه های زیر می توان ساختاری با پیوند سه گانه رسم کرد؟** (المپیاد ۲۵)

P_2, C_6H_6, XeO_2, C_5H_{10}, C_2N_2, C_2Cl_2

آ) ۳ ب) ۲ پ) ۱ ت) ۴

۳. **تعداد الکترون های ناپیوندی کدام گونه بیشتر است؟** (المپیاد ۲۵)

۱) XeO_3 ۲) ICl^- ۳) N_2O_3 ۴) ICl_3

۴. **فرض کنید هوا دقیقا شامل ۷۸ درصد مولی گاز N_2، ۲۱ درصد مولی گاز O_2 و ۱ درصد مولی گاز Ar است. اگر کل اکسیژن موجود در هوا را خارج کنیم، جرم مولی متوسط هوای باقی مانده چند گرم بر مول می شود؟ ($Ar = 40, O = 16, N = 14$)**

(المپیاد ۲۵)

آ) ۲۸/۸۴ ب) ۲۸/۱۵ پ) ۲۸/۵۶ ت) ۳۰/۹۶

۵. **چگالی مخلوطی از کربن دی اکسید و اکسیژن در دما و فشار معین ۱/۳۵۷ برابر چگالی نیتروژن در همان دما و فشار است. نسبت جرم اکسیژن به کربن دی اکسید در این مخلوط چقدر است؟ ($N = 14, O = 16, C = 12$) المپیاد ۲۵**

آ) ۲۲ به ۳۲ ب) ۳۲ به ۴۴ پ) ۳۲ به ۲۲ ت) ۴۴ به ۳۲

۶. **در ترکیب MX_2، عنصر M یک فلز و X یک هالوژن است. اگر ۱/۱۲ گرم از MX_2 را گرم کنیم طبق واکنش زیر ۰/۷۲۰ گرم از MX و ۵۶/۰ میلی لیتر گاز X_2 (در شرایط متعارفی) به دست می آید. جرم اتمی متوسط عناصر M و X به ترتیب کدامند؟** (المپیاد ۲۴)

$$2MX_{(s)} + X_{2(g)} \rightarrow 2MX_{2(s)}$$

آ) ۷۰ و ۸۰ ب) ۶۴ و ۳۵/۵ پ) ۶۴ و ۸۰ ت) ۷۰ و ۳۵/۵

۷. **مجموع ضرایب استوکیومتری در واکنش زیر پس از موازنه برابر است با:** (المپیاد ۲۴)

$$Zn_2P_2O_7 + H_2O + NH_3 \rightarrow ZnNH_4PO_4$$

آ) ۱۱ ب) ۸ پ) ۵ ت) ۶

۸. **دلیل باران های اسیدی کدام است؟** (المپیاد ۲۳)

آ) حل شدن بخار H_2SO_4 موجود در هوا در آب باران

ب) حل شدن اکسیدهایی مانند SO_2، NO_X و CO_2 موجود در هوا در آب باران

پ) حل شدن بخار HCl و NH_3 موجود در هوا در آب باران

ت) حل شدن ذرات بسیار ریز نمک های اسیدی موجود در هوا در آب باران

۹. **لیتیم هیدروکسید($LiOH$) در اثر واکنش با CO_2 تولید لیتیم کربنات(Li_2CO_3) و آب می کند و به همین دلیل برای جذب CO_2 در ماشین های فضایی از آن استفاده می شود. ۱ کیلوگرم لیتیم هیدروکسید چند کیلوگرم از گاز CO_2 را جذب می**

پاسخ آزمون شماره ۲

۱. گزینه «۴»

نمودار ۱، نمودار ارتفاع ـ فشار است. از طرفی فشار ارتباط مستقیم با تعداد ذره‌های گازی موجود در واحد حجم دارد. بنابراین گزینه‌های ۱ و ۲ هر دو درست هستند.

نمودار ۲ تغییرات دما را در ارتفاع از سطح زمین نشان می‌دهد.

۲. گزینه «۲»

۱) هوای مایع فاقد بخش‌هایی از هوا است که نقاط جوش کمتر از $-۲۰۰^\circ C$ دارند، بنابراین همان ترکیب هوای تروپوسفری را ندارد.

۲) از جمله گازهایی که در هوای مایع وجود ندارند $CO_۲$ و $H_۲O$ هستند.

۳) در ظرف در باز با فشار برابر $۱atm$ است، بنابراین با برداشته شدن فشار، هوای مایع به بخار تبدیل شده و به‌صورت حباب‌های گازی، از درون مایع خارج می‌شوند.

۴) گاز دیگری که در هوای مایع وجود ندارد و قبل از تبدیل هوای گازی به هوای مایع از محلول جدا شده است، گاز هلیم است.

۳. گزینه «۴»

۱) کربن مونوکسید از کربن دی‌اکسید ناپایدارتر است، به‌طوری که CO تولید شده در سوختن ناقص در حضور اکسیژن و در شرایط مناسب دوباره می‌سوزد و به $CO_۲$ تبدیل می‌شود.

۲) گاز گرفتگی در مکان‌های سرپوشیده اصطلاح مربوط به مسمومیت با CO است نه $CO_۲$

۳) کربن دی‌اکسید به علت میل ترکیبی بالا با هموگلوبین، تنها جایگزین اکسیژن می‌شود و هموگلوبین را ازبین نمی‌برد.

۴) همان‌طور که در پاسخ گزینهٔ ۱ گفتیم، کربن مونوکسید از کربن دی‌اکسید ناپایدارتر است.

۴. گزینه «۴»

گزینه‌های ۱ و ۳ کاملاً درست هستند. گزینهٔ ۲ در مورد واکنش‌های شیمیایی (نه واکنش‌های هسته‌ای) درست است. اما گزینهٔ ۴ لزوماً درست نیست. برای مثال:

$$N_۲ + ۳H_۲ \longrightarrow ۲NH_۳$$

۵. گزینه «۳»

۱) $C_۳H_۵N_۳O_۹ \longrightarrow CO_۲ + H_۲O + N_۲ + O_۲$

۲) $C_۲H_۵OH \longrightarrow CO_۲ + H_۲O$

۳) زغال‌سنگ $+O_۲ \longrightarrow H_۲O + SO_۲ + CO_۲$

$SO_۲$ آلایندهٔ هوا است.

۴) $C_۶Hl۱۲O_۶ + O_۲ \longrightarrow CO_۲ + H_۲O$

۶. گزینه «۴»

هر ۳ ترکیب دارای ۳ کربن (C) هستند، بنابراین پس از انجام کامل واکنش هر ۳ به میزان برابر (۳ مول) کربن دی‌اکسید $(CO_۲)$ تولید می‌کنند.