

هوای پاک

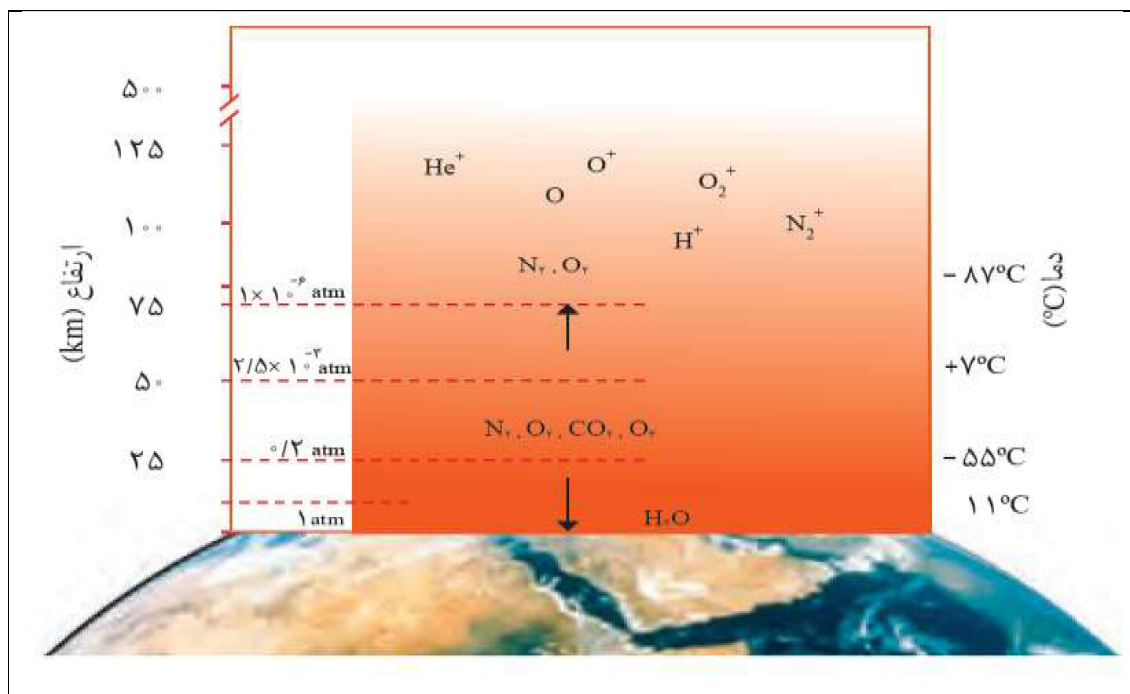
(۱) گرمای خورشید را در خود نگه می دارد.

(۲) ساکنان زمین را از پرتوهای خطرناک کیهانی محافظت می کند.

(۳) آب را در سرتاسر سیاره زمین توزیع می کند.

❖ در میان سیاره های سامانه خورشید، تنها زمین، اتمسفری دارد که امکان زندگی را روی آن فراهم می کند.

❖ اتمسفر، مخلوطی از گازهای گوناگون است که تا فاصله ۵۰۰ کیلومتری از سطح زمین امتداد یافته است. لایه فیروزه ای پیرامون زمین، اتمسفر زمین یا هواکره است که اغلب هوا نامیده می شود.



❖ اغلب گازهای سازنده هواکره، نامرئی هستند.

❖ میان گازهای هوا، واکنش های شیمیایی گوناگون رخ می دهد که اغلب مفید و سودمند و برخی مضر هستند.

❖ جاذبه زمین گازها را در اطراف خود نگه می دارد، ولی انرژی گرمایی مولکولها موجب جنبش پیوسته و توزیع آنها در سرتاسر هواکره می شود.

❖ روند تغییر دما در هواکره، دلیلی بر لایه ای بودن آن است.

❖ اگر زمین را به سیب تشبیه کنیم ضخامت هواکره نسبت به زمین به نازکی پوست سیب می ماند.

❖ عامل توزیع و پراکندگی مولکولها در هواکره، انرژی گرمایی و جنبش پیوسته آنها است.

طبقه بندی هواکره

(۱) لایه تروپوسفر (۲) لایه استراتوسفر (۳) لایه مزوسفر (۴) لایه ترموسفر

تروپوسفر

(۱) تقریباً فاصله ۱۱/۵ - ۰ کیلومتری از سطح زمین را می گویند.

(۲) آب و هوا نتیجه برهم کنش میان زمین، هواکره، آب و خورشید است. تغییرات آب و هوایی در فاصله ۱۰ تا ۱۲ کیلومتری از سطح زمین (لایه تروپوسفر) اتفاق می افتد.

(۳) حدود ۷۵ درصد جرم هواکره در این لایه قرار دارد. و شامل (O_2 , H_2O , CO_2 , O_3 , N_2) است.

(۴) با افزایش ارتفاع در این لایه، دما کاهش می یابد به طوری که از دمای $14^\circ C$ در ابتدای این لایه به دمای $55^\circ C$ - در انتهای لایه می رسد. (به ازای هر کیلومتر، دما در حدود $6^\circ C$ افت می کند.)

استراتوسفیر

(۱) لایه استراتوسفیر، تقریباً در ارتفاع ۱۱ تا ۵۰ کیلومتری سطح زمین قرار دارد.

(۲) گاز اوزون موجود در این لایه از رسیدن تابش خطرناک فرابنفش به سطح زمین جلوگیری می کند.

(۳) گازهای سازنده آن تقریباً شبیه تروپوسفر، به همراه اوزون است.

(۴) با افزایش ارتفاع در این لایه، دما افزایش می یابد. از ($55^\circ C$ -) در ابتدای این لایه به دمای $7^\circ C$ + می رسد. افزایش دما در این لایه ناشی از جذب تابش های پر انرژی فرابنفش توسط مولکولهای اوزون و تبدیل آنها به پرتوهای فروسرخ است.

مزوسفر

(۱) لایه ای از هواکره از ارتفاع ۵۰ تا حدود ۸۰ کیلومتری از سطح زمین را شامل می شود. (O_2 , CO_2 , O_3 , N_2)

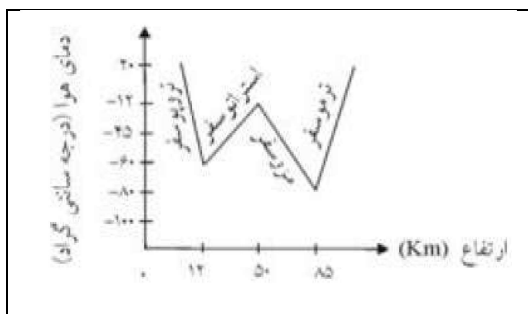
(۲) با افزایش ارتفاع در این لایه، دما کاهش می یابد. از دمای ($7^\circ C$ +) در ابتدای این لایه به دمای ($87^\circ C$ -) می رسد.

ترموسفر

(۱) لایه ای از هواکره از ارتفاع ۸۰ تا حدود ۵۰۰ کیلومتری از سطح زمین را شامل می شود. (He^+ , H , O , O_2^+ , N_2^+ , N_2)

(۲) با افزایش ارتفاع در این لایه، دما افزایش می یابد.

نمودار تغییرات دما ($^\circ C$) بر حسب ارتفاع از سطح زمین (Km) به صورت زیر است.

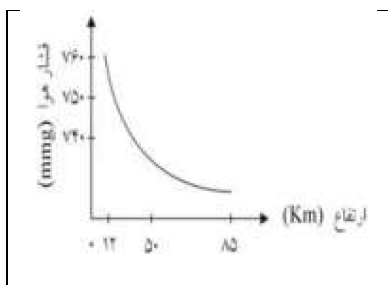


❖ فشار هر گاز، ناشی از برخورد مولکولهای آن با دیواره ظرف است. هواکره نیز به دلیل داشتن گازهای گوناگون فشار دارد. این فشار در همه جهات با بر بدن ما و به میزان یکسان وارد می شود

❖ در هواکره با افزایش ارتفاع و فاصله گرفتن از سطح زمین، فشار هوا به طور پیوسته کاهش می یابد، زیرا هواکره رقیق تر شده و با افزایش

ارتفاع، تعداد مولکولهای هوا در یک نمونه ی یک لیتری هوا کاهش می یابد.

نمودار فشار هوا (atm) بر حسب ارتفاع از سطح زمین (Km) به صورت مقابل است.



❖ در لایه های بالایی هواکره، پرتوهای الکترومغناطیس حاصل از خورشید می تواند به اتم ها و مولکولهای هواکره برخورد کرده و آنها را به یون تبدیل کند. بنابراین لایه های هوا از اتمها و مولکولها و یونهای مثبت به وجود می آیند.

❖ دما و فشار هواکره، از جمله عوامل مهم در تعیین ویژگی های آن است.

یکاهای اندازه گیری دما

(۱) درجه سلسیوس یا سانتی گراد: مبنای این واحد دما دو نقطه، ذوب یخ ($0^\circ C$) و جوش آب ($100^\circ C$) در فشار 1 atm

(۲) درجه کلونین: $T(K) = \theta(^{\circ}C) + 273/15$

(۳) درجه فارنهایت: $^{\circ}F = 1/8 \times ^{\circ}C + 32$

مطالعه آزاد: مینگر درجه فارنهایت (کابل دنیل فارنهایت) است و مقیاس دما در انگلستان می باشد.

۳ نقطه مینا، جهت اندازه گیری دما است (۱) دمای تعادل مخلوط آب و یخ و آمونیوم کلرید با نسبت برابر (۰ °F) (۲) دمای تعادل مخلوط آب و یخ (۳۲ °F) (۳) دمای بدن انسان سالم (۹۸/۶ °F)

سوالات چهار گزینه ای

(۱) در لایه استراتوسفر، به ازای هر کیلومتر ارتفاع، به تقریب پنج درجه سلسیوس افزایش دما رخ می دهد. 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 خارج ۹۹)

(۱) ۱۱/۶ (۲) ۱۲/۶ (۳) ۲۳ (۴) ۲۵

(۲) فشار هوا در ارتفاع ۵ کیلومتری از سطح زمین، ۱/۵۰ میلی متر جیوه است (۱) اتمسفر فشار برابر ۷۶۰ میلی متر جیوه فشار است)، ۱ لیتر هوا در این ارتفاع نزدیک به $10^{19} \times 5/018$ ذره (مولکول یا اتم) را در خود جای دارد. با توجه به آن، حجم مولی هوا در ارتفاع داده شده تقریباً برابر با لیتر است. (یک مول هوا دارای $10^{23} \times 6/022$ ذره اعم از مولکول یا اتم است.) (المپیاد)

(۱) ۱۵۰۰۰ (۲) ۱۲۰۰۰ (۳) ۲۲/۴ (۴) ۲۴/۶

(۳) دمای اتمسفر در یک سیاره فرضی، از رابطه $\theta (^{\circ}C) = -6 - 2\sqrt{h}$ پیروی می کند. دمای هوا در ارتفاع ۴ کیلومتری از سطح سیاره، بر حسب درجه کلوین، کدام است؟ (h بر حسب کیلومتر است.) (تجربی ۹۸)

(۱) ۲۵۹ (۲) ۲۶۳ (۳) ۲۸۳ (۴) ۲۸۷

(۴) فرض کنید در لایه ای از زمین به نام مزوسفر، به ازای هر یک کیلومتر افزایش ارتفاع، دما $3/75^{\circ}C$ کاهش می یابد. اگر در محل شروع این لایه، دما ۲۸۰ k و در انتهای این لایه دما ۱۸۶ k باشد، ارتفاع این لایه تقریباً چند کیلومتر است؟ (آزمون کانون)

(۱) ۱۲/۵ (۲) ۲۰ (۳) ۲۵ (۴) ۴۰

(۵) اگر بدانیم به ازای افزایش هر کیلومتر ارتفاع از سطح زمین، دمای هوا $6^{\circ}C$ کاهش می یابد و دمای هوا در ۳۵۰۰ متری، ۲۶۲ کلوین است، آن گاه دمای هوا بر روی سطح زمین برابر چند درجه سلسیوس است؟ (آزمون گاج)

(۱) ۲۸۳ (۲) ۱۰ (۳) -۳۲ (۴) ۲۴۱

(۶) در یکی از لایه های هواکره که بر روی لایه تروپوسفر قرار دارد، در ۳ کیلومتر اول دما ثابت است. اما در ارتفاع های بالاتر تغییر دما داریم اگر میانگین ارتفاع تقریبی در این لایه ۲۳ کیلومتر و کم ترین و بیش ترین دما تقریباً $58^{\circ}C - 2^{\circ}C$ باشد، به ازای هر ۵۰۰ متر افزایش ارتفاع، دما چگونه تغییر می کند؟ (آزمون گاج)

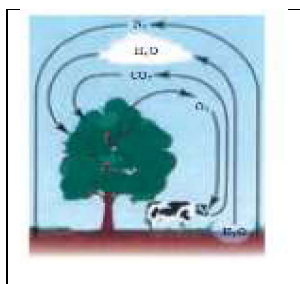
(۱) $1/5^{\circ}C$ کاهش (۲) $3^{\circ}C$ کاهش (۳) $11/5^{\circ}C$ افزایش (۴) $3^{\circ}C$ افزایش

(۷) اگر مجموع جرم هواکره $10^{18} \times 5/5$ کیلوگرم باشد. جرم هواکره در ۱۱ km اول آن در حدود چند کیلوگرم است؟ (آزمون گاج)

(۱) $4/125 \times 10^{18}$ (۲) $4/675 \times 10^{18}$ (۳) $1/375 \times 10^{18}$ (۴) $3/575 \times 10^{18}$

(۸) دمای یک بالون تحقیقاتی در منطقه ای در سطح زمین $22^{\circ}C$ است. با صعود این بالون تا ارتفاع ۲۲۰۰ متری، دمای آن چند درصد کاهش می یابد؟ (آزمون گاج)

(۱) ۱۰ (۲) ۲۲ (۳) ۳۸ (۴) ۶۰



برهم کنش هواکره با زیست کره

گیاهان با استفاده از نور خورشید و مصرف کربن دی اکسید هواکره، اکسیژن مورد نیاز جانداران را تولید می کنند. از طرفی جانداران ذره بینی، گاز نیتروژن هواکره را برای مصرف گیاهان در خاک تثبیت می کنند.

درصد حجمی اجزای هواکره

اجزاء اصلی: (۱) گاز نیتروژن (N_2) ۷۸٪ (۲) گاز اکسیژن (O_2) ۲۰/۹٪

اجزاء جزئی: (۱) گاز آرگون (Ar) ۰/۹٪ (۲) گاز کربن دی اکسید (CO_2) ۰/۰۳۸۵٪

اجزاء ناچیز: (۱) نئون (Ne) (۲) هلیوم (He) (۳) کریپتون (Kr) (۴) متان (CH_4)

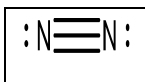
اجزاء بسیار ناچیز: (۱) زنون (Xe) (۲) اوزون (O_3) (۳) نیتروژن دی اکسید (NO_2) (۴) گوگرد دی اکسید (SO_2) و

نکته: در صد حجمی، نشان دهنده حجم گاز مورد نظر در ۱۰۰ حجم از مخلوط گازها است. $درصد\ حجمی = \frac{حجم\ گاز}{حجم\ کل} \times 100$

گاز نیتروژن

(۱) نافلز از گروه ۱۵ جدول تناوبی با آرایش الکترونی $1s^2 2s^2 2p^3$ بوده و یون پایدار آن، یون نیتريد N^{3-} است.

(۲) در طبیعت به صورت دو اتمی و گاز (N_2) وجود دارد. و به دلیل داشتن پیوند سه گانه و رسیدن به قاعده اکتت بسیار پایدار بوده و واکنش پذیری بسیار کمی دارد.



(۳) جفت الکترون پیوندی و ۲ جفت الکترون ناپیوندی داشته، ناقطبی و گشتاور دوقطبی آن صفر است.

(۴) فراوانترین جزء هواکره (۷۸/۰۷۹٪ حجمی) است.

کاربردهای نیتروژن

(۱) برای پر کردن تایر خودروها: از زنگ زدن تایر و رینگ و افت فشار تایر جلوگیری می کند و به دلیل بزرگتر بودن مولکولهای N_2 نسبت به مولکولهای O_2 ، خروج N_2 از لاستیک دیرتر رخ می دهد بنابراین لاستیک دیرتر کم باد می شود.

(۲) در صنعت سرماسازی برای انجماد مواد غذایی: به دلیل پایین بودن نقطه جوش نیتروژن ($-196^\circ C$)

(۳) برای نگهداری نمونه های بیولوژیک در پزشکی: به دلیل نقطه جوش بسیار پایین

(۴) برای بسته بندی برخی مواد خوراکی: به دلیل واکنش پذیری بسیار کم، باعث افزایش زمان ماندگاری می شود.

نکته: یکی از مهمترین کاربردهای گاز نیتروژن در تولید آمونیاک به روش هابر: $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ است. و کشاورزان کودهای نیتروژن دار از جمله آمونیاک را مستقیماً به خاک تزریق می کنند.

❖ حدود ۷۵ درصد از جرم هواکره، در ۱۱ کیلومتری از سطح زمین یعنی لایه (تروپوسفر) قرار دارد. از اینرو می تواند منبع ارزشمندی برای تهیه برخی گازها باشد.

❖ رطوبت هوا متغیر بوده و میانگین بخار آب در هوا، حدود یک درصد است.

❖ در صنعت گازهای N_2 ، O_2 ، Ar را از تقطیر جزء به جزء هوای مایع تهیه می کنند. بدین ترتیب که:

(۱) نخست هوا را از صافی هایی عبور می دهند تا گرد و غبار آن گرفته شود.

(۲) با استفاده از فشار، دمای هوا را پیوسته کاهش می دهند. تا اینکه در دمای صفر درجه سانتی گراد، رطوبت هوا به صورت یخ از آن جدا می شود.

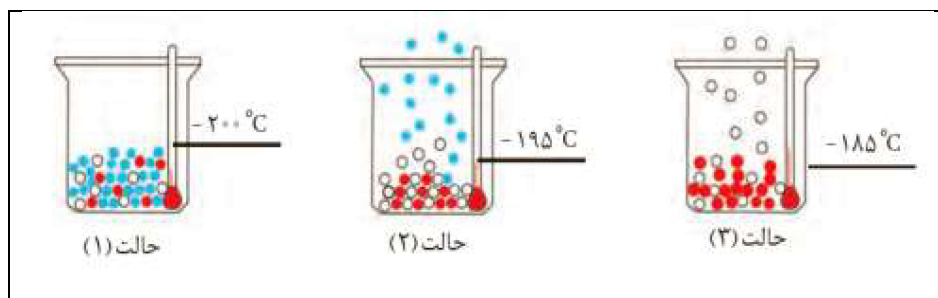
(۳) در دمای $^{\circ}\text{C} - 78$ گاز کربن دی اکسید به حالت جامد در آمده و جدا می شود.

(۴) در دمای $^{\circ}\text{C} - 200$ مخلوط بسیار سردی از چند مایع پدید می آید که به آن هوای مایع می گویند. در این دما هوای مایع فقط شامل گازهای اکسیژن، نیتروژن و آرگون است.

(۵) با عبور هوای مایع از یک ستون تقطیر، گازهای سازنده، جداسازی و در ظرف های جدا ذخیره می شوند. بدین ترتیب که با رساندن دما به $^{\circ}\text{C} - 196$ ابتدا نیتروژن مایع به جوش آمده و به صورت گازی از ظرف خارج می شود. سپس در دمای $^{\circ}\text{C} - 186$ آرگون مایع به حالت گاز در آمده و در انتها در دماهایی بالاتر از $^{\circ}\text{C} - 183$ اکسیژن هم به صورت گاز از ظرف خارج می شود.

نکته: تهیه اکسیژن صد در صد خالص از تقطیر جزء به جزء هوای مایع دشوار است، زیرا تفاوت نقطه جوش آن با آرگون بسیار کم است.

گاز	نقطه جوش ($^{\circ}\text{C}$)
N_2	-196
O_2	-183
Ar	-186
He	-269



❖ مقدار گازهای نجیب ($\text{He}, \text{Ne}, \text{Ar}, \text{Kr}, \text{Xe}$) در هوا کره بسیار کم است از اینرو به گازهای کمیاب معروف هستند.

❖ بررسی های دانشمندان در مورد هوای به دام افتاده در بلورهای یخ در یخچال های قطبی و نیز سنگ های آتشفشانی نشان می دهد که از ۲۰۰ میلیون سال پیش تا کنون، نسبت گازهای سازنده هوا کره تقریباً ثابت مانده است.

❖ انبیک، وسیله ساده ای که جابرابن حیان به منظور تقطیر مواد طراحی کرد. این ظرف برای گرم کردن مخلوط ها و جمع آوری و هدایت بخارهای حاصل به کار می رفت. (در کتاب چاپ ۹۸ در آبا میدانید آمده است.)

مشخصات و کاربردهای گاز آرگون

(۱) آرگون گازی تک اتمی، بی رنگ، بی بو و غیر سمی است.

(۲) واژه آرگون به معنای تنبل است زیرا واکنش پذیری ناچیزی دارد.

(۳) در پتروشیمی شیراز از تقطیر جزء به جزء هوای مایع با خلوص بسیار زیاد تهیه می شود. (نقطه جوش: $^{\circ}\text{C} - 186$)

(۴) به عنوان محیط بی اثر در جوشکاری، برش فلزها و ساخت لامپ های رشته ای به کار می رود.

(۵) استفاده از آرگون در جوشکاری باعث استحکام و افزایش طول عمر فلز جوشکاری شده می شود، زیرا مانع از ترکیب فلز با گاز اکسیژن موجود در هوا کره شده و هود نیز تمایلی به واکنش با فلز ندارد.

(۶) جزء گازهای نجیب بوده، عدد اتمی آن ۱۸ و آرایش الکترونی آن $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ [Ne] و نماد آن Ar است.

مشخصات و کاربردهای گاز هلیوم

هلیوم (He) به عنوان سبک ترین گاز نجیب، بی رنگ، بی بو و بی مزه است. و کاربردهای آن عبارتند از:

(۱) پر کردن بالن های هواشناسی، تفریحی و تبلیغاتی (۲) جوشکاری

(۳) کپسول غواصی (۴) خنک کردن قطعات الکترونیکی در دستگاه های تصویر برداری مانند MRI

منابع زمینی هلیم از هواکره سرشارتر بوده و برای تولید هلیم در مقیاس صنعتی مناسب ترند.

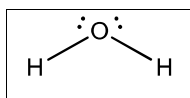
هلیم از واکنش های هسته ای در ژرفای زمین تولید می شود. این گاز پس از نفوذ به لایه های زمین، وارد میدان های گازی می شود.

حدود ۷ درصد حجمی از مخلوط گاز طبیعی را هلیم تشکیل می دهد. از این رو تهیه آن از تقطیر جزء به جزء گاز طبیعی مقرون به صرفه تر است. اما به دانش و فناوری پیشرفته ای نیاز دارد.

نکته: در تقطیر جزء به جزء هوای مایع با کاهش دما، به دمای کمتر از -269°C ، می توان هلیم را به صورت مایع در آورد.

اکسیژن گازی واکنش پذیر در هواکره

منابع مختلف اکسیژن عبارتند از:

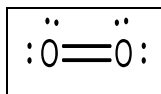


(۱) هواکره: به طور عمده مولکولهای دو اتمی O_2

(۲) آب کره: در ساختار مولکول آب H_2O

(۳) سنگ کره: به صورت ترکیب با دیگر عناصر (فلز آلومینیوم به شکل بوکسیت Al_2O_3 به همراه ناخالصی) (سیلیسیم به شکل سیلیس SiO_2)

(۴) زیست کره: در ساختار همه مولکولهای زیستی (کربوهیدراتها، چربی ها و پروتئین ها)



(۵) در ساختار آن ۲ جفت الکترون پیوندی و ۴ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.

(۶) مولکولی ناقطبی بوده و گشتاور دو قطبی آن صفر است.

❖ مقدار گاز اکسیژن در لایه های مختلف هوا کره متفاوت است حتی در یک لایه هم با افزایش ارتفاع میزان آن تغییر می کند.

❖ با افزایش ارتفاع، فشار گاز اکسیژن کاهش می یابد به همین دلیل کوهنوردان هنگام صعود به قله های بلند برای تنفس، از کپسول اکسیژن استفاده می کنند.

❖ برخی فلزات مانند طلا و پلاتین و پالادیم با گاز اکسیژن واکنش نمی دهند.

❖ برخی فلزات با اکسیژن بیش از یک نوع ترکیب می دهند. FeO , Fe_2O_3 یا CuO , Cu_2O یا CrO , Cr_2O_3

❖ اکسیژن به دلیل واکنش پذیری زیاد با اغلب عناصر و مواد واکنش می دهد، به همین دلیل اکثر واکنش های شیمیایی پیرامون ما به دلیل وجود گاز اکسیژن در محیط است.

واکنش های سوختن

سوختن: واکنش شیمیایی که در آن ماده سوختنی به سرعت با گاز اکسیژن (O_2) واکنش داده و بخشی از انرژی شیمیایی آن به صورت نور و گرما آزاد می شود.

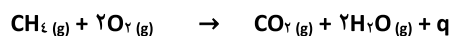
مثال: نور و گرما + کربن دی اکسید + گوگرد دی اکسید + بخار آب $\rightarrow$ اکسیژن + زغال سنگ

فرمول کلی زغال سنگ را به صورت $\text{C}_{135}\text{H}_{96}\text{O}_9\text{NS}$ برآورد می کنند.



برخی واکنش های سوختن عبارتند از:

نور و گرما + بخار آب + گاز کربن دی اکسید $\rightarrow$ گاز اکسیژن + هیدروکربن ها (۱)



سوختن کامل گاز شهری (متان)

نکته: نوع فرآورده ها در واکنش سوختن به میزان اکسیژن در دسترس بستگی دارد. در صورتی که گاز اکسیژن کافی نباشد و یا گرمای اولیه کافی نباشد هیدروکربنها به صورت ناقص می سوزند که علاوه بر بخار آب و گاز کربن دی اکسید مقداری کربن مونواکسید و دوده نیز تولید می کنند.

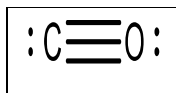


نکته: گاز شهری به طور عمده از متان است و در محیطی که اکسیژن کم است به طور ناقص می سوزد. $2 CH_4 + 3 O_2 \rightarrow 2 CO + 4 H_2O + q$

نکته: در سوختن کامل رنگ شعله، آبی و در سوختن ناقص رنگ شعله، زرد است.

نکته: رنگ شعله برای سوختن گوگرد (آبی)، آهن (نارنجی)، سدیم (زرد)، منیزیم و آلومینیوم (سفید خیره کننده) است.

نکته: برخی ویژگی های کربن مونوکسید (CO) عبارتند از:



(۱) بی رنگ، بی بو و بسیار سمی

(۲) چگالی آن کمتر از هوا است.

(۳) قابلیت انتشار آن در محیط بسیار زیاد است.

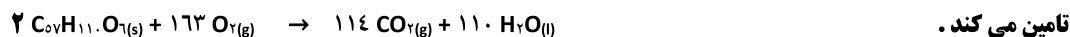
(۴) دارای سه جفت الکترون پیوندی و دو جفت الکترون ناپیوندی است.

(۴) میل ترکیبی بسیار زیادی (بیش از ۲۰۰ برابر اکسیژن) با هموگلوبین خون دارد به گونه ای که پس از اتصال به هموگلوبین از رسیدن اکسیژن به بافت های بدن جلوگیری کرده و باعث مسمومیت، فلج شدن سامانه عصبی و مرگ می شود.

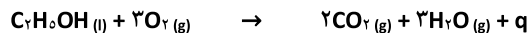
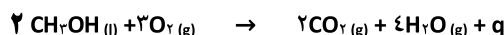
(۵) کربن مونوکسید از کربن دی اکسید ناپایدارتر است، به طوری که CO تولید شده در سوختن ناقص در حضور اکسیژن و در شرایط مناسب دوباره می



نکته: فرمول چربی ذخیره شده در کوهان شتر C₅₇H₁₁₁O₆ است این ماده در بدن شتر اکسایش یافته و افزون بر تولید انرژی، آب مورد نیاز جانور را

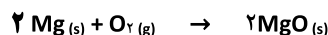
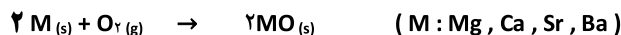


نور و گرما + بخار آب + گاز کربن دی اکسید → گاز اکسیژن + الکل ها (۲)



نکته: در برخی از کشورها از اتانول به عنوان سوخت سبز به جای سوخت فسیلی استفاده می شود.

اکسید فلز → گاز اکسیژن + فلز قلیایی خاکی (بجز Be) (۳)

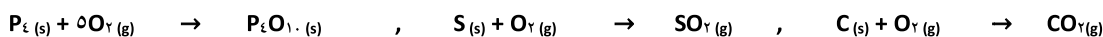


نکته: عنصر بریلیم (Be) در واکنش سوختن شرکت نمی کند و BeO تشکیل نمی شود.

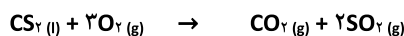
(۴) واکنش فلزات قلیایی با اکسیژن $4 M(s) + O_{2(g)} \rightarrow 2 M_2O(s)$



۵) واکنش نافلزات با اکسیژن



نکته: در واکنش ترکیب ها با گاز اکسیژن، اتم های C و H و S به ترتیب به CO_2 و H_2O و SO_2 تبدیل می شوند.

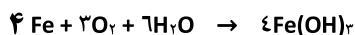


مثال:

ترکیب اکسیژن با فلزها و نافلزها (اکسایش)

نکته: به واکنش آرام مواد با اکسیژن که با تولید انرژی همراه است ولی نور تولید نمی کند، واکنش اکسایش می گویند.

مثال: زنگ زدن آهن که در آن آهن با اکسیژن و هوای مرطوب واکنش داده و زنگ آهن قهوه ای رنگ تشکیل می شود.



نکته: زنگار آهن متخلخل بوده، اکسیژن و بخار آب از منافذ آن عبور کرده و لایه های زیرین را نیز اکسید می کند تا همه فلز به زنگار تبدیل شود

نکته: وجود یونهای Fe^{2+} در آب و تبدیل آن به یونهای Fe^{3+} سبب می شود هنگام چکه کردن شیرهای منزل، پس از مدتی رسوب قهوه ای که همان زنگ آهن است به وجود آید برای خلاصی از این پدیده می توان از پنبه آغشته به آلیمو یا سرکه استفاده کرد.

نکته: سرعت واکنش Al با اکسیژن سریعتر از آهن با اکسیژن است. ولی آلومینیوم اکسید ساختار متراکم و پایدار دارد و اکسیژن و بخار آب نمی توانند از آن عبور کرده و لایه های زیرین را اکسید کنند از اینرو در برابر خوردگی مقاوم است و در ساختمان سازی (در و پنجره آلومینیومی)، در سیم های انتقال برق (به عنوان روکش) استفاده می شود.

نکته: به ترد شدن، خورد شدن و فرو ریختن فلزها بر اثر اکسایش، خوردگی گفته می شود.

نکته: در شرایط یکسان میزان واکنش پذیری فلزات یکسان نیست.

مثال: در شرایط یکسان سرعت واکنش با محلولی از یک اسید: $Al > Zn > Fe$

خواص اکسیدهای فلزی و نافلزی

اکسیدهای فلزی در آب خاصیت بازی دارند از اینرو به آنها اکسید بازی گفته می شود. ($PH > 7$)



اکسیدهای نافلزی در آب خاصیت اسیدی دارند از اینرو به آنها اکسید اسیدی گفته می شود. ($PH < 7$)



نکته: با اضافه کردن کلسیم اکسید (آهک CaO)

(۱) به خاک: باعث افزایش بهره وری در کشاورزی، تغییر مقدار و نوع مواد معدنی در دسترس گیاه

(۲) به دریاچه ها: باعث کنترل میزان اسیدی بودن آب دریاچه ها

نکته: با حل شدن CO_2 هواکره در دریاها و اقیانوس ها، خاصیت اسیدی آب افزایش یافته و شرایط زندگی آبریان به خطر می افتد از طرفی با افزایش CO_2 در آب، مرجانها (کیسه تنانی با اسکلت آهکی) از بین می روند.

نکته: PH کمیته برای بیان خاصیت اسیدی و بازی است و در دمای 25°C دامنه تغییرات آن صفر تا ۱۴ است. بدین ترتیب که:

(۱) $\text{PH} < 7$ را اسیدی می نامند و هر قدر PH به صفر نزدیکتر باشد خاصیت اسیدی بیشتر است.

(۲) $\text{PH} > 7$ را بازی می نامند و هر قدر PH به ۱۴ نزدیکتر باشد خاصیت بازی بیشتر است.

مثال: خاصیت اسیدی: آب باتری خودرو < اسید معده < آب گوجه فرنگی < قهوه

خاصیت بازی: محلول لوله باز کن < محلول تمیز کننده اجاق گاز < محلول آمونیاک < شربت معده

نکته: آلاینده های حاصل از سوختن سوخت های فسیلی به طور عمده دارای اکسیدهای اسیدی NO_2 , SO_2 بوده وارد هواکره می شوند و هنگام باران در آب حل شده و تولید باران اسیدی می کنند. و اثرات مخربی بر جنگلها، باغهای میوه، زندگی آبریان داشته و باعث خشک شدن و ترک خوردگی پوست می شوند.

سوالات چهار گزینه ای

(۹) چند مورد از مطالب زیر، درست اند؟

(ریاضی ۹۸)

- گاز آرگون، سومین گاز فراوان در هواکره است.
- انبیب، وسیله نقطیر مواد بود که توسط جابر بن حیان نوآوری شده بود.
- برخی از جانداران ذره بینی، نیتروژن هوا را برای مصرف گیاهان در خاک، تثبیت می کنند.
- نسبت گازهای سازنده هواکره از ۲۰۰ میلیون سال پیش تا کنون، به تقریب ثابت مانده است.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

(۱۰) چند مورد از مطالب زیر، درست اند؟

(ریاضی ۹۸ خارج)

- آهن در طبیعت به صورت هماتیت وجود دارد.
- زنگ آهن از واکنش آهن با اکسیژن در هوای مرطوب، تشکیل می شود.
- به علت نفوذپذیر بودن زنگار، زنگ زدن آهن در هوای مرطوب، به درون آن نیز، سرایت می کند.
- زنگ زدن آهن، یک واکنش اکسایش است و در آن عدد اکسایش آهن، تنها ۲ واحد افزایش می یابد.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

(۱۱) چنانچه بر اساس جدول رو به رو، به حجم معینی از هوای خشک رطوبت بیفزاییم به گونه ای که درصد حجمی اکسیژن به ۱۸٪ برسد، درصد حجمی نیتروژن به کدام عدد خواهد رسید؟ (گزینه دو)

نام گاز	درصد حجمی در هوای خشک
نیتروژن	۷۸
اکسیژن	۲۱
سایر گازها	۱

۷۵ (۱) ۶۶/۹ (۲)

۷۲/۱ (۳) ۶۹ (۴)

گاز	He	Ne	Ar	Kr	Xe
نقطه جوش ($^\circ\text{C}$)	-۲۶۹	-۲۴۶	-۱۸۶	-۱۵۳	-۱۰۹

(۱۲) با توجه به جدول زیر، دمای هوایی که برابر با ۱۴۵ K است را باید چند درصد کاهش دهیم تا فراوان ترین گاز نجیب هواکره به حالت مایع در آید.

(۱) ۱۷٪ (۲) ۴۵٪ (۳) ۸۱٪ (۴) ۹۰٪ (آزمون کاج)

(گزینه دو)

۱۳) چه تعداد از مقایسه های زیر به درستی انجام شده است؟

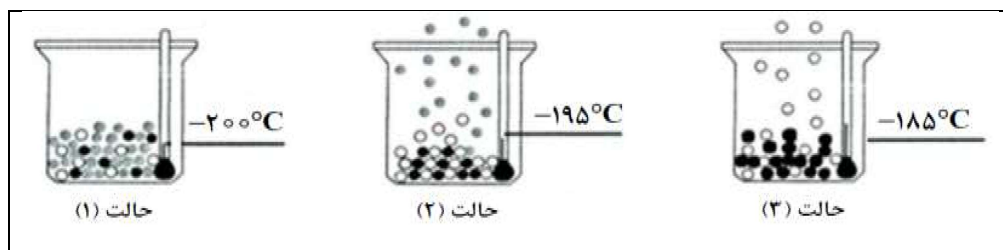
الف) نقطه جوش: $N_2 > Ar$ ب) درصد حجمی در هوا کره: $O_2 > N_2$ پ) پایداری: $CO_2 > CO$ ت) واکنش پذیری: $Ar > O_2$

۴ (۱) ۳ (۲) ۲ (۳) ۱ (۴)

۱۴) با توجه به شکل، چند مورد از موارد زیر، درست است؟ (در حالت (۱)، اکسیژن، نیتروژن و آرگون درون ظرف ظرف جای دارند.)

گلوله های سیاه رنگ، نماینده اکسیژن اند. مواد درون ظرف در حالت (۱)، حالت فیزیکی مایع دارند. (تجربی تیر ۱۴۰۳)

گلوله های سفید رنگ، نماینده نیتروژن اند. مواد درون ظرف در حالت (۲)، دو حالت فیزیکی متفاوت دارند.



۳ (۱)

۲ (۲)

۱ (۳)

۴ (۴)

۱۵) نمونه ای از هوا با دمای محیط، تا رسیدن به دمای $90^\circ C -$ (مرحله اول) و پس از آن رسیدن به دمای $200^\circ C -$ (مرحله دوم) سرد می شود.

(تجربی خارج تیر ۱۴۰۳) کدام مورد درست است؟

۱) هنگام تقطیر جزء به جزء هوای مرحله دوم در برج، ارتفاع خروجی نیتروژن از اکسیژن کمتر است.

۲) هوای ورودی به مرحله دوم، مخلوطی از گازهاست که تنها بخارات از آن جدا شده است.

۳) تهیه هلیوم از هوای مرحله دوم، با استفاده از تقطیر جزء به جزء انجام می شود.

۴) درباره تفاوت خشکی هوای ورودی به هر مرحله، می توان اظهار نظر کرد.

۱۶) کدام موارد زیر درست است؟ (ریاضی تیر ۱۴۰۳)

الف: اگر دمای هوای مایع، به $192^\circ C -$ برسد، دو عنصر با حالت فیزیکی مایع باقی می مانند.

ب: در کشور ما، جداسازی هلیوم و آرگون از گاز طبیعی، آسانتر از جداسازی آنها از هواست.

پ: هلیوم از واکنش های هسته ای در ژرفای زمین تولید می شود و مقدار آن در هوا کره، کمتر از سنگ کره است.

ت: هلیوم موجود در گاز طبیعی، طی فرایند پالایش، در دمای $200^\circ C -$ و با حالت فیزیکی مایع، جدا می شود.

۱) ب، ت ۲) ب، پ ۳) الف، پ ۴) الف، ت

۱۷) کدام مورد درباره ویژگی های هوای مایع، درست است؟ (ریاضی خارج تیر ۱۴۰۳)

۱) در دمای $185^\circ C -$ ، هلیوم به شکل مایع در ظرف باقی می ماند.

۲) با گرم کردن هوای مایع، ابتدا گاز اکسیژن و سپس گاز آرگون از آن جدا می شوند.

۳) جدا کردن بخار آب و کربن دی اکسید با توجه به نقطه ذوب آنها انجام می شود.

۴) تفاوت نقطه جوش آرگون و اکسیژن، کمتر از تفاوت نقطه جوش آرگون و نیتروژن است.

چه بر سر هوا کره آورده ایم؟

❖ دانشمندان با استفاده از (بالونهای هواشناسی ، ماهواره ها ، کشتی های اقیانوس پیما و گویچه های شناور) در دریاها ، پیوسته دمای کره زمین را در سرتاسر نقاط آن رصد می کنند .

❖ شواهد نشان می دهند که در طول سده گذشته میانگین دمای کره زمین افزایش یافته است . به گونه ای که دانشمندان پیش بینی می کنند دمای کره زمین تا سال ۲۱۰۰ بین ۱/۸ تا ۴ درجه سلسیوس افزایش خواهد یافت .

❖ سالانه میلیاردها تن کربن دی اکسید به هوا کره وارد می شود که سبب :

(۱) بالا آمدن سطح آب دریاها (۲) افزایش دمای کره زمین (۳) کاهش مساحت برف در نیمکره شمالی شده است .

نکته : در اثر سوزاندن سوخت های فسیلی انواع آلاینده ها (CO , CO_2 , SO_2 , NO , NO_2 , C_xH_y) وارد هواکره می شود .

نکته : مهم ترین گاز گلخانه ای کربن دی اکسید است . که نقش بسیار تعیین کننده ای در آب و هوای کره زمین دارد .

نکته : عوامل افزایش گاز کربن دی اکسید عبارتند از :

(۱) تحولات صنعتی و کشاورزی که نیاز به انرژی الکتریکی را افزایش داد . (۲) مصرف بی رویه سوخت های فسیلی برای تولید انرژی

(۳) آتش سوزی در سکوها نفتی (۴) سوزاندن سوخت فسیلی در هواپیماها

نکته : مشخصات هوای آورده :

(۱) بوی بدی دارد (۲) چهره شهر را زشت می کند . (۳) باعث سوزش چشم ، سردرد ، تهوع می شود

(۴) بیماریهای تنفسی مانند سرطان ریه بوجود می آورد .

نکته : به میزان اثر گذاری هر یک از انسانها روی کره زمین و هواکره ردپا می گویند . یکی از این ردپاها ، ردپای کربن دی اکسید است . که نشان می دهد در تولید یک محصول یا بر اثر انجام یک فعالیت چه مقدار از این گاز تولید و وارد هواکره می شود .

به عنوان مثال مقدار کربن دی اکسید : باد > گرمای زمین > انرژی خورشید > گاز طبیعی > نفت خام > زغال سنگ

نکته : طبیعت به کمک گیاهان ، کربن دی اکسید را مصرف می کند . هر چقدر قطر درخت بیشتر باشد مقدار کربن دی اکسید مصرفی (کیلوگرم در سال) افزایش می یابد . به عنوان مثال یک درخت تنومند سالانه در حدود ۵۰ کیلوگرم کربن دی اکسید مصرف می کند .

نکته : حفظ و توسعه مزارع ، باغ ها و پوشش های گیاهی به کاهش ردپای کربن دی اکسید کمک می کند .

اثر گلخانه ای

گلخانه ، گیاه یا میوه را از آسیب های ناشی از تغییر دما و آفت ها حفظ می کند .

گلخانه ها ، زمین های کشاورزی ویژه ای هستند که دور تا دور آنها را تا ارتفاع معینی با لایه ای از پلاستیک های شفاف می پوشانند . و در آنها گیاهان و میوه های گوناگونی پرورش می دهند . لایه پلاستیکی سبب گرم شدن گلخانه می شود .

نکته : بخش عمده ای از پرتوهای خورشیدی به وسیله زمین جذب می شود از اینرو زمین گرم شده و از خود پرتوهای الکترومغناطیس با انرژی کمتر و طول موج بیشتر گسیل می کنند . (به صورت تابش فرو سرخ)

برخی گازهای موجود در هواکره مانند CO_2 , H_2O , مانع از خروج پرتوها شده و بدین ترتیب زمین را گرم تر می کند .

اگر هواکره وجود نداشت میانگین دمای کره زمین به $18^{\circ}C$ - کاهش می یافت .



شیمی سبز

شاخه‌ای از شیمی است که در آن شیمیدانها در جست و جوی فرایندها و فرآورده‌هایی هستند که به کمک آنها بتوان کیفیت زندگی را با بهره‌گیری از منابع طبیعی افزایش داد و همزمان از طبیعت محافظت کرد.

راههای گوناگون محافظت از هوا کره عبارتند از :

(۱) تولید سوخت سبز : سوختی که دارای C , H , O باشد که از پسماندهای گیاهی مانند شاخ و برگ گیاه سویا , نیشکر و دانه‌های روغنی به دست می‌آید . اتانول و روغن‌های گیاهی نمونه‌ای از این نوع سوخت‌ها هستند .

(۲) تبدیل CO_2 به مواد معدنی



(۳) تولید پلاستیک سبز : پلیمرهایی هستند که بر پایه‌ی مواد گیاهی مانند نشاسته ساخته می‌شوند . و به همین دلیل در ساختار آنها اکسیژن نیز وجود دارد . این پلاستیک‌ها در مدت زمان بسیار کوتاهی تجزیه شده و به طبیعت باز می‌گردند .

(۴) دفن کردن کربن دی اکسید در مکانهای عمیق و امن در زیر زمین مانند سنگهای متخلخل در زیر زمین , میدانهای قدیمی گاز و چاههای قدیمی نفت جاهای مناسبی برای دفن این گاز هستند .

(۵) تولید خودرو و سوخت با کیفیت بسیار خوب

گاز هیدروژن به عنوان سوخت

(۱) هیدروژن فراوان ترین عنصر جهان است .

(۲) همانند سوخت‌های فسیلی با اکسیژن می‌سوزد و نور و گرما تولید می‌کنند .

گرمای آزاد شده (KJ) به ازای یک گرم : زغال سنگ (۳۰) > بنزین (۴۸) > گاز طبیعی (۵۴) > هیدروژن (۱۴۳)

۳) اگرچه تولید، حمل و نقل و نگهداری هیدروژن بسیار پرهزینه است اما به دلیل انرژی زیاد و آلاینده نبودن، سوخت بسیار مناسبی برای جایگزینی سوخت های فسیلی است.

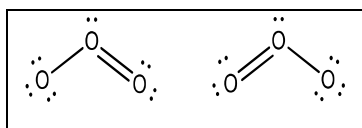
نکته: فراورده های سوختن: هیدروژن (H_2O)، گاز طبیعی و بنزین (CO , CO_2 , H_2O)، زغال سنگ (CO , CO_2 , H_2O , SO_2)

نکته: توسعه پایدار: یعنی اینکه در تولید هر فراورده، همه هزینه های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی آن در نظر گرفته شود.

اوزون دگر شکلی از اکسیژن در هوا کره

دگر شکل یا آلوتروپ به شکلهای گوناگون مولکولی یا بلوری یک عنصر گفته می شود.

مثال: اکسیژن (O_2 , O_3) و کرین (گرافیت و الماس و ...)



اوزون مولکولی سه اتمی با دو ساختار است.

مقایسه گازهای اکسیژن و اوزون

اکسیژن	اوزون
فرمول مولکولی: O_2	O_3
جفت الکترون پیوندی: ۲	۳
جفت الکترون ناپیوندی: ۴	۶
جرم مولی: ۳۲	۴۸
قطبیت: ناقطبی ($\mu = 0$)	قطبی ($\mu > 0$)
دمای جوش: -183	-112
چگالی (در $0^\circ C$): $1/429$	$2/144$ گرم بر لیتر
واکنش پذیری: کمتر	بیشتر

نکته: لایه اوزون به منطقه مشخصی از استراتوسفر می گویند که بیشترین مقدار اوزون در آن محدوده قرار دارد. مولکولهای اوزون جلوی ورود قسمت عمده ای از تابش فرابنفش خورشید به سطح زمین را می گیرند تا ما و دیگر موجودات از آثار زیان بار تابش فرابنفش در امان بمانیم.

نکته: به واکنش هایی که در هر دو جهت رفت و برگشت می توانند انجام شوند واکنش های برگشت پذیر می گویند. $2O_2 \rightleftharpoons 2O_3$

مثال: تبخیر آب ($H_2O(l) \rightleftharpoons H_2O(g)$)، تولید آمونیاک از گازهای نیتروژن و هیدروژن (فرایند هابر: $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$)،

تجزیه کلسیم کربنات به کلسیم اکسید و کرین دی اکسید ($CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$)، واکنش های انجام شده در باتری های قابل شارژ

نکته: واکنش پذیری اوزون از اکسیژن بیشتر بوده از اینرو در صنعت از گاز اوزون برای گندزدایی میوه ها، سبزیجات و از بین بردن جانداران ذره بینی درون آب استفاده می شود. و آلاینده ای سمی و خطرناک بوده، وجود آن در لایه تروپوسفر سبب سوزش چشمان و آسیب دیدن ریه ها می شود.

جگونگی تشکیل اوزون در تروپوسفر

گاز نیتروژن واکنش پذیری بسیار کمی داشته و به طور معمول با اکسیژن واکنش نمی دهد اما تنها هنگام رعد و برق ، این دو گاز در هوا ترکیب شده و به اکسید های نیتروژن تبدیل می شود .



در هوای آلوده شهرهای صنعتی و بزرگ ، به مقدار قابل توجهی اکسیدهای نیتروژن وجود دارد که در موتور خودروها در دمای بالا بوجود می آید . این اکسیدها در حضور نور خورشید با گاز اکسیژن واکنش داده و اوزون تروپوسفری را به وجود می آورند .
 $NO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow NO_{(g)} + O_{3(g)}$
 نکته : از آنجا که گاز NO_2 (نیتروژن دی اکسید) به رنگ قهوه ای است ، هوای آلوده کلانشهرها اغلب به رنگ قهوه ای روشن دیده می شود .

سوالات چهار گزینه ای

۱۸) کدام مورد درست است ؟ (تجربی اردیبهشت ۱۴۰۴)

- ۱) واکنش دهنده های فرایند تشکیل اوزون در استراتوسفر و تروپوسفر ، مشابه یکدیگرند .
- ۲) دگر شکل های هر عنصر ، خواص شیمیایی یکسان ، اما خواص فیزیکی متفاوت دارند .
- ۳) واکنش تشکیل اوزون از اکسیژن در تروپوسفر ، برگشت پذیر و تعادلی است .
- ۴) سطح انرژی مولکول اوزون ، بالاتر از سطح انرژی مولکول اکسیژن است .

۱۹) کدام دو مورد با یکدیگر رابطه مستقیم ندارند ؟ (تجربی اردیبهشت ۱۴۰۳)

- ۱) میانگین سطح آبهای آزاد زمین و مقدار گاز کربن دی اکسید هوا کره
- ۲) میانگین جهانی دمای سطح زمین و میانگین سطح آب های آزاد زمین
- ۳) مساحت برف در نیمکره شمالی زمین و مقدار گاز کربن دی اکسید هوا کره
- ۴) مقدار گاز کربن دی اکسید هوا کره و میانگین جهانی دمای سطح زمین

۲۰) کدام مورد درست است ؟ (ریاضی اردیبهشت ۱۴۰۳)

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

۲۱) کدام مورد درست است ؟ (ریاضی ۱۴۰۲)

- ۱) بیش از ۷۵ درصد تابش فرابنفش گسیل شده از خورشید به زمین ، توسط لایه اوزون در استراتوسفر جذب می شود .
- ۲) در فرایند هابر ، برای جداسازی نیتروژن از هیدروژن ، مخلوط شامل فراورده (ها) را تا حدود $200^{\circ}C$ - سرد می کنند .
- ۳) نسبت درصد جرمی گاز نیتروژن در هوا به درصد جرمی این گاز در قایر خودرو ، به تقریب برابر $95/0$ است .
- ۴) گاز نیتروژن ، فراوان ترین جزء سازنده هواکره است که واکنش پذیری و کاربرد صنعتی ناچیزی دارد .

(۲۲) کربن مونوکسید، فاقد کدام ویژگی است؟

(ریاضی خارج ۱۴۰۲)

- (۱) از راه خون و به واسطهٔ مسمومیت، سامانهٔ عصبی بدن انسان را فلج می‌کند.
- (۲) ترکیبی پایدارتر از کربن دی‌اکسید و گازی بسیار سمی و کشنده است.
- (۳) گازی بی‌رنگ و سبک است و به سرعت در همهٔ فضای اتاق پخش می‌شود.
- (۴) میل ترکیبی آن با هموگلوبین، در مقایسه با اکسیژن، بیش از ۲۰۰ برابر است.

(۲۳) چند مورد از مطالب زیر درست است؟

(ریاضی خارج ۱۴۰۱)

- طول عمر ذخایر زغال سنگ، حدود ۵۰۰ سال برآورد شده است.
 - انفجار معادن زغال سنگ، بیشتر به دلیل تجمع گاز متان به میزان ۳ تا ۴ درصد در آنهاست.
 - از سوختن زغال سنگ، افزون بر گازهای CO_2 ، CO و گاز SO_2 نیز تولید می‌شود.
 - ارزش سوختی بنزین، بیشتر از زغال سنگ است، اما به ازای تولید هر کیلوژول انرژی، CO_2 بیشتری تولید می‌کند.
- (۱) یک (۲) دو (۳) سه (۴) چهار

(۲۴) چند مورد از مطالب زیر، درست است؟

(ریاضی دی ۱۴۰۱)

- در مولکول HCN ، کربن، اتم مرکزی به شمار می‌آید.
 - در واکنش‌های تشکیل سولفوریک اسید و نیتریک اسید، مواد گازی شکل، شرکت دارند.
 - در واکنش اکسیژن با فلزهایی مانند منیزیم و نافلزهایی مانند گوگرد، انرژی می‌تواند به صورت نور و گرما آزاد شود.
 - در یک واکنش مشخص، برای جلوگیری از انجام واکنش‌های جانبی ناخواسته، استفاده از جو نیتروژن نسبت به جو اکسیژن مناسب‌تر است.
- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

(۲۵) چند مورد از مطالب زیر، درست است؟ ($\text{O} = 16$)

(تجربی خارج ۱۴۰۱)

- علت آلاینده و سمی بودن اوزون، واکنش پذیری زیاد آن است.
- در تبدیل $19/2$ گرم اوزون به اکسیژن، $0/6$ مول فراورده تشکیل می‌شود.
- لایهٔ اوزون با حذف تابش فروسرخ، تابش فرابنفش را به سطح زمین گسیل می‌دارد.
- در واکنش مولکول اکسیژن با اتم اکسیژن و تشکیل اوزون، تابش فرابنفش آزاد می‌شود.
- دلیل ثابت بودن مقدار اوزون در لایهٔ استراتوسفر، برگشت پذیر بودن واکنش تبدیل اوزون به اکسیژن است.

(۱) دو (۲) سه (۳) چهار (۴) پنج

(۲۶) چند مورد از مطالب زیر درست است؟

(تجربی دی ۱۴۰۱)

- اوزون در لایه‌های مختلف هواکره، عملکردی دوگانه دارد.
- در دمای 150°C - و فشار 1 atm ، اوزون مایع و اکسیژن گاز است.
- بخش قابل توجهی از اوزون تروپوسفری، در طول روز تشکیل می‌شود.
- نحوهٔ توزیع اوزون در لایهٔ استراتوسفری، مشابه نحوهٔ توزیع آن در لایهٔ تروپوسفر است.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

(۲۷) چند عبارت زیر، اگر در جای خالی جمله (..... مولکول اوزون در مقایسه با مولکول اکسیژن بیشتر است.) گذاشته شود، مفهوم علمی درستی را در بر خواهد داشت؟

(تجربی ۱۴۰۱)

پایداری، واکنش پذیری، گشتاور دو قطبی، شمار الکترونها ناپیوندی، شمار الکترونها پیوندی،

(۱) دو (۲) سه (۳) چهار (۴) پنج

(۲۸) چند مورد از مطالب زیر درست است؟

(ریاضی خارج ۹۹)

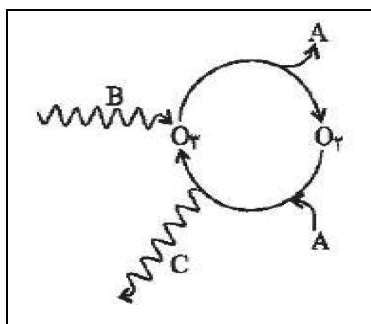
- ساختار فیزیکی هر ماده، تعیین کننده خواص و رفتار آن است.
- افزایش مقدار کربن دی اکسید در هوا کره، سبب افزایش PH آب ها می شود.
- میزان اثر گذاری هر یک از انسان ها روی قسمت های مختلف کره زمین را ردپا می نامند.
- روغن های گیاهی مانند پلاستیک های سبز، به وسیله جانداران ذره بینی در طبیعت تجزیه می شوند.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

(۲۹) با بازگردانی هفت قوطی کنسرو فولادی، انرژی لازم برای روشن نگهداشتن یک لامپ ۶۰ واتی به مدت ۲۵ ساعت تامین می شود. اگر روزانه ۷۰۰۰۰ قوطی در کشور باز یافت شود و هر خانه را به طور میانگین ۴ لامپ ۶۰ واتی به مدت ۵ ساعت روشن نگهدارد، با بازگردانی کامل این قوطی ها، روشنایی چند خانه در یک روز تامین می شود؟

(تجربی ۹۸)

(۱) ۵۰۰۰۰ (۲) ۹۰۰۰۰ (۳) ۷۵۰۰۰ (۴) ۱۲۵۰۰۰



(۳۰) با توجه به شکل مقابل، کدام گزینه نادرست است؟

(کانون)

(۱) می تواند اتم اکسیژن جدا شده از O_2 باشد.

(۲) این مجموعه واکنش ها در لایه استراتوسفر هواکره رخ می دهد.

(۳) مجموعه واکنش های لایه اوزون را می توان به صورت: $3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2O_{3(g)}$ نشان داد.

(۴) پرتوی C ضمن تبدیل O_2 و O به اوزون، آزاد می شود و طول موج کوتاه تری از پرتوی B دارد.

(گزینه دو)

(۳۱) چه تعداد از عبارت های زیر درست است؟

الف) به محدوده مشخصی از تروپوسفر که بیشترین مقدار اوزون در آن قرار دارد، لایه اوزون گفته می شود.

ب) برگشت پذیر بودن واکنش تبدیل اکسیژن به اوزون، سبب افزایش تدریجی غلظت اوزون در لایه دوم هواکره شده است.

پ) بر خلاف اوزون استراتوسفری، اوزون تروپوسفری آلاینده ای سمی و خطرناک است.

ت) علت اصلی تفاوت در خواص و رفتار اکسیژن و اوزون، تفاوت در نوع اتم های تشکیل دهنده آنها است.

(۱) ۳ (۲) ۲ (۳) ۱ (۴) صفر

(سنجش)

(۳۲) چه تعداد از ویژگی های زیر، در اوزون نسبت به اکسیژن، بیشتر است؟

قطبیت مولکول، شدت رنگ در حالت مایع، واکنش پذیری، انحلال پذیری در آب، جفت الکترونها ناپیوندی در ساختار لوویس

(۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۵

(آزمون گاج)

(۳۳) چه تعداد از عبارت های زیر در مورد واکنش: $3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2O_{3(g)}$ درست است؟

(آ) واکنش در جهت رفت، گرماگیر و در جهت برگشت، گرماده است.

(ب) مقدار انرژی مبادله شده در جهت رفت، بیشتر از جهت برگشت است.

(پ) اگر در لایه اوزون واکنش، تنها در جهت رفت انجام شود، پرتوهای فرابنفش به زمین و ساکنان آن می رسد و یک فاجعه رخ می دهد.

(ت) در جهت رفت همانند جهت برگشت، نخست اتم های اکسیژن، تولید و سپس مصرف می شوند.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

(۳۴) پرتوهای الکترومغناطیس بازتاب شده از زمین نسبت به پرتوهای خورشیدی دارای انرژی و طول موج هستند.

(۱) بیشتر _ بلندتر (۲) کمتر _ کوتاه تر (۳) بیشتر _ کوتاه تر (۴) کمتر _ بلندتر (آزمون کانون)

(۳۵) پرتوهای خورشیدی به جو زمین وارد می شوند و (گزینه دو)

(۱) بخش زیادی از آن به وسیله هواکره جذب می شوند.

(۲) بخش قابل توجهی از آن به وسیله زمین جذب می شود.

(۳) بخشی از آن پس از جذب توسط زمین به شکل پرتوهای فرابنفش منعکس می شود.

(۴) بخش زیادی از آن توسط گازهای گلخانه ای جذب و مانع از رسیدن آن ها به سطح زمین می شود.

درسنامه: واحد جرم اتمیواحد جرم اتمی: جرم $\frac{1}{12}$ کربن ۱۲ را به عنوان واحد جرم اتمی در نظر گرفته و با amu نشان می دهند. بنابراین:

$$\text{واحد جرم اتمی} = \frac{1}{6/022 \times 10^{23}} = 1/661 \times 10^{-24} \text{ g} = \text{جرم } \frac{1}{12} \text{ کربن } 12 = 1 \text{ amu} = \text{واحد جرم اتمی}$$

جرم اتمی: نشان دهنده جرم یک اتم در مقایسه با واحد کربنی است.

مثال: جرم اتمی اکسیژن ۱۶ amu است. یعنی هر یک اتم اکسیژن ۱۶ برابر واحد کربنی جرم دارد. به عبارت دیگر:

$$(\text{جرم } \frac{1}{12} \text{ کربن } 12) \times 16 = \text{جرم یک اتم اکسیژن}$$

نکته: دانشمندان با استفاده از دستگاهی به نام طیف سنج جرمی، جرم اتم ها را با دقت زیاد اندازه گیری می کنند.

مول: به تعداد $6/022 \times 10^{23}$ ذره از هر چیز یک مول می گویند. به عبارت دیگر: عدد $1 \text{ mol} = 6/022 \times 10^{23}$ مثال: یک مول الکترون یعنی $6/022 \times 10^{23}$ الکترونیک مول H_2O یعنی $6/022 \times 10^{23}$ مولکول آباتم گرم یا جرم مولی: نشان دهنده جرم یک مول اتم ($6/022 \times 10^{23}$ اتم) بر حسب گرم است.مثال: اتم گرم اکسیژن 16 g/mol است یعنی هر یک مول اتم اکسیژن ($6/022 \times 10^{23}$ اتم اکسیژن) 16 g جرم دارد.

جرم مولکولی: نشان دهنده جرم یک مولکول در مقایسه با واحد کربنی (amu) است.

مثال: جرم مولکولی آب (amu) $(H_2O = (2 \times 1) + (1 \times 16) = 18 \text{ amu})$ است. یعنی هر یک مولکول آب ۱۸ برابر واحد کربنی جرم دارد.

مولکول گرم (جرم مولی) = نشان دهنده جرم یک مول مولکول (6.022×10^{23} مولکول) در مقایسه با واحد گرم است.

مثال: جرم مولی آب ۱۸ g/mol است یعنی هر یک مول مولکول آب، ۱۸ گرم دارد.

تمرین: با توجه به جرمهای اتمی داده شده، جرم مولکولی و مولکول گرم های زیر را محاسبه کنید؟

(H = ۱, C = ۱۲, N = ۱۴, O = ۱۶, S = ۳۲, Mn = ۵۵, Cl = ۳۵/۵)

پ) یون آمونیوم (NH_4^+)

$$18 \left\{ \begin{array}{l} \text{amu} \\ \text{g.mol}^{-1} \end{array} \right.$$

ب) یون پرمنگنات (MnO_4^-)

$$119 \left\{ \begin{array}{l} \text{amu} \\ \text{g.mol}^{-1} \end{array} \right.$$

الف) سولفوریک اسید (H_2SO_4)

$$98 \left\{ \begin{array}{l} \text{amu} \\ \text{g.mol}^{-1} \end{array} \right.$$

نکته: بار ذره در محاسبه جرم تأثیری ندارد زیرا بار نتیجه داد و ستد الکترون بوده و اگر اتمی بیش از ۱۰۰ الکترون نیز داد و ستد کند در جرم تأثیری ندارد.

تمرین: چگونه هر یک از واحدهای زیر را می توان به یکدیگر تبدیل کرد؟

$$n (\text{mol}) = m (\text{g}) \times \frac{1 \text{ mol}}{\text{جرم مولی}}$$

$$n (\text{mol}) = \frac{m (\text{g})}{\text{جرم مولی}} \quad (1) \text{ گرم به مول}$$

$$n (\text{mol}) = \text{تعداد} \times \frac{1 \text{ mol}}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$n (\text{mol}) = \frac{\text{تعداد}}{6.02 \times 10^{23}} \quad (2) \text{ تعداد به مول}$$

$$\text{تعداد} = m (\text{g}) \times \frac{1 \text{ mol}}{\text{جرم مولی}} \times \frac{6.02 \times 10^{23}}{1 \text{ mol}}$$

$$\text{تعداد} = \frac{m (\text{g})}{\text{جرم مولی}} \times 6.02 \times 10^{23} \quad (3) \text{ گرم به تعداد}$$

$$n (\text{mol}) = V (\text{L}) \times \frac{\text{چگالی} (\frac{\text{g}}{\text{L}})}{1 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ mol}}{\text{جرم مولی}}$$

$$n (\text{mol}) = \frac{\rho \times V}{\text{جرم مولی}} \quad (4) \text{ حجم گونه خالص به مول}$$

نکته: در گونه های خالص برای تبدیل حجم به مول و برعکس نیاز به چگالی داریم.

نکته: چگالی کمیتی است که جرم واحد حجم از یک گونه را مشخص می کند.

مثال: چگالی طلا 19.3 g/cm^3 است. یعنی هر یک سانتی متر مکعب طلا، 19.3 گرم جرم دارد.

مثال: چگالی اتانول 789 Kg/m^3 است. یعنی هر یک متر مکعب (۱۰۰۰ لیتر) اتانول، 789 کیلوگرم جرم دارد.

تمرین (۱) 0.2 مول نیتریک اسید (HNO_3) چند گرم جرم دارد؟ (H = ۱, N = ۱۴, O = ۱۶)

تمرین (۲) 90 گرم آب چند مول است؟ (H = ۱, O = ۱۶)

تمرین (۳) $10^{25} \times 3/0.1$ الکترون، چند مول الکترون است؟

تمرین (۴) 5 مول آهن، دارای چند اتم آهن است؟

تمرین ۵) ۱۰۲ گرم گاز آمونیاک (NH_3)، دارای چه تعداد مولکول است؟ ($N = 14$, $H = 1$)

تمرین ۶) $10^{24} \times 1/204$ اتم مس، چند گرم جرم دارد؟ ($\text{Cu} = 64$)

تمرین ۷) ۱۰۰ لیتر گاز نیتروژن چند مول است؟ ($N = 14$, $1/28 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ = چگالی)

تمرین ۸) ۲ مول گاز کربن دی اکسید، چند لیتر حجم دارد؟ ($O = 16$, $C = 12$, $1/96 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ = چگالی)

نکته: جرم اتم تقریباً همان جرم هسته اتم است. زیرا جرم الکترون در مقایسه با پروتون و نوترون بسیار کم بوده و اگر اتمی بیش از ۱۰۰ الکترون نیز

داشته باشد می توان از جرم الکترون های آن صرف نظر کرد.

نکته: مقایسه دقیق جرم: $n > p + e$ و $n > p > e$

نام	بار الکتریکی نسبی	جرم amu	جرم g	نماد
نوترون	۰	۱/۰۰۸۷	$1/675 \times 10^{-24}$	1_0n
پروتون	+۱	۱/۰۰۷۳	$1/673 \times 10^{-24}$	1_1p
الکترون	-۱	$0.0005 = \frac{1}{2000}$	$9/109 \times 10^{-28}$	$^{-1}_0e$

سوالات چهار گزینه ای

۳۶) جرم اتمی هر عنصر برابر است با:

(تجربی ۷۳)

۱) جرم یک اتم از آن (۲) جرم $6/022 \times 10^{23}$ اتم از آن (۳) نسبت جرم اتم آن به واحد کربنی (۴) نسبت جرم اتم آن به جرم اتم کربن

$$1 \text{ amu} = \frac{1}{12} C$$

$$g_c = 12 \text{ amu}$$

$$g_2 = 1,33 \times 12 =$$

۳۷) اتمی، جرمی معادل ۱/۳۳ برابر جرم اتم استاندارد دارد. جرم آن چند amu است؟

۱) ۱/۰۰ (۲) ۱/۳۳ (۳) ۱۶/۰۰۰ (۴) ۲۱/۲۸۰

۳۸) با برابر در نظر گرفتن جرم اتمی و عدد جرمی، می توان بیان کرد که جرم یک اتم فسفر در صورتی که جرم حدودی یک اتم ^{12}C برابر

(سنجش)

$19/932 \times 10^{-24}$ باشد گرم است. ($^{31}_{15}P$)

۱) 51×10^{-23} (۲) $5/1 \times 10^{-23}$ (۳) 61×10^{-23} (۴) $6/1 \times 10^{-23}$

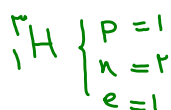
(المیاد بسیج ۸۰)

۳۹) جرم یک یون فلوئورید ($^{19}F^{-}$) چند برابر واحد کربنی است؟

۱) ۹ برابر (۲) ۱۰ برابر (۳) ۱۹ برابر (۴) ۲۰ برابر

۴۰) اگر جرم پروتون ۱۸۴۰ برابر جرم الکترون، جرم نوترون ۱۸۵۰ برابر جرم الکترون و جرم الکترون برابر 0.00054 amu در نظر گرفته شود،

جرم تقریبی یک اتم تریتیم (3H) برابر چند گرم خواهد بود؟ ($1 \text{ amu} = 1/16 \times 10^{-24} \text{ g}$) (ریاضی ۹۳)



$$9/185 \times 10^{-22} \text{ (۴)}$$

$$4/34 \times 10^{-22} \text{ (۳)}$$

$$9/112 \times 10^{-24} \text{ (۲)}$$

$$4/96 \times 10^{-24} \text{ (۱)}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{تربیب} \\ \times \\ g_e \\ p=n=1 \text{ amu} \end{array} \right\}$$

$$p+n=3 \text{ amu}$$

$$g=3 \times 1,67 \times 10^{-24} =$$

(۴۱) عنصر M در خانه سی ام جدول دوره ای جای دارد و تفاوت شمار نوترونها و الکترونها در یون M^{2+} برابر ۷ است. در این یون، جرم الکترونها به جرم یون، به کدام یک از کسرهای زیر نزدیک تر است؟

- (۱) $\frac{13}{56000}$ (۲) $\frac{15}{59000}$ (۳) $\frac{14}{65000}$ (۴) $\frac{16}{69000}$

(المپیاد بسیج ۸۱)

(۴۲) نسبت جرم هسته به الکترون در اتم 3_1H کدام است؟

- (۱) ۶۰۰۰ (۲) ۱۱۰۰۰ (۳) ۳۷۰۰ (۴) ۱۸۴۰

(۴۳) اگر جرم الکترون با تقریب برابر $\frac{1}{2000}$ جرم هر یک از ذره های پروتون و نوترون فرض شود، نسبت جرم الکترون ها در اتم ${}^{22}_Z A$ به جرم این اتم

(تجربی ۸۹)

به کدام کسر نزدیک تر است؟

$$P = n = 1 \text{ amu}$$

(۱) $\frac{1}{1000}$ (۲) $\frac{1}{2000}$ (۳) $\frac{1}{4000}$ (۴) $\frac{1}{5000}$

(۴۴) اگر جرم الکترون حدود $\frac{1}{2000}$ جرم هر یک از ذرات بنیادی پروتون و نوترون باشد، در این صورت جرم الکترون چه کسری از جرم یک اتم را شامل می شود؟ (تعداد پروتون و نوترون را برابر بگیرید.)

- (۱) $\frac{1}{4000}$ (۲) $\frac{1}{2}$ (۳) 6×10^{-23} (۴) $\frac{1}{100}$

(۴۵) جرم یک اتم Al (${}^{27}_{13}Al$) به تقریب چند گرم است و در 0.54 گرم از یونهای پایدار آلومینیوم چند الکترون وجود دارد؟ ($Al = 27$)

$3.2 \times 10^{22} \times 2$
 15.6

(گزینه دو)

$6/0.2 \times 10^{23}$, $5/2 \times 10^{-24}$ (۲) $1/20.4 \times 10^{21}$, $4/5 \times 10^{-24}$ (۱)

$Al = 27 \text{ amu}$

$= 27 \times 1.67 \times 10^{-24} \text{ g}$

$6/0.2 \times 10^{21}$, $5/2 \times 10^{-23}$ (۴)

$1/20.4 \times 10^{23}$, $4/5 \times 10^{-23}$ (۳)

$0.54 \text{ g } Al^{3+} \times \frac{1 \text{ mol } Al^{3+}}{27 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ mole } e^-}{1 \text{ mole } Al^{3+}} \times 3.2 \times 10^{22} = 13 \text{ Al}^{3+} \Rightarrow e = 1$

(۴۶) اگر مقایسه نسبی جرم چند اتم به صورت زیر باشد، نسبت جرم یک مول MgO به یک مول $CaCO_3$ کدام است؟ (M نشان دهنده جرم هر اتم است.)

(آزمون کانون)

$M(Ca) = 0.3$, $M(O) = 0.75$, $M(Mg) = 0.5$ و $M(C) = 12$

- (۱) 0.2 (۲) 0.25 (۳) 0.4 (۴) 0.3

(۴۷) اگر جرم اتمی اکسیژن به تقریب $1/33$ برابر جرم اتمی کربن ۱۲ باشد و جرم اتمی کلسیم در حدود $2/5$ برابر جرم اتمی اکسیژن باشد، تفاوت

جرم ترکیب کلسیم کاربید (CaC_2) با کربن دی اکسید (CO_2) تقریباً چند amu است؟ (کانون)

$O = 1/33 \times 12 = 12$
 $Ca = \frac{5}{2} \times 1/33 \times 12 = 3 \times 12/33 = 6$

44 (۱) 66 (۲) 20 (۳) 40 (۴)

$Ca + C = 6 + 12 = 18$

(۴۸) اگر جرم اتمی A، جرم اتمی C دو برابر جرم اتمی A باشد، نسبت جرم مولی BC_2 به جرم مولی CA_3 کدام است؟

$B = 0.75A$

$C = 2A$

(ریاضی ۹۶)

$\frac{BC_2}{CA_3} = \frac{0.75A + 4A}{2A + 3A} = \frac{4.75A}{5A} = 0.95$

- (۱) 0.8 (۲) 0.95 (۳) $1/6$ (۴) $1/9$

(۴۹) کدام عبارت درست است؟

(۱) بیشتر ایزوتوپهای شناخته شده عنصرها، ناپایدارند.

(۲) در یون ${}^3Li^+$ شمار الکترونها برابر شمار نوترونها است.

(۳) بیشتر اتم های کلر را ایزوتوپ های سنگین تر آن تشکیل می دهند.

(۴) اگر جرم اتم عنصری $2/33$ برابر جرم اتم ${}^{12}C$ باشد، جرم اتمی آن 16 amu است.

(۵۰) چند الکترون در اثر مالش باید از سطح یک کره پلاستیکی جدا شود تا تغییر وزن آن با یک ترازوی با حساسیت ۰/۱ میلی گرم قابل اندازه گیری باشد و این تعداد الکترون به تقریب چند کولن بار الکتریکی دارد؟ (جرم الکترون حدود 9×10^{-28} و بار الکتریکی آن $C \times 10^{-19} \times 1/6$ است.)

(ریاضی ۹۵)

$$1/66 \times 10^4, 1/11 \times 10^{23} \quad (2)$$

$$1/78 \times 10^3, 3/11 \times 10^{23} \quad (1)$$

$$1/78 \times 10^3, 1/11 \times 10^{23} \quad (4)$$

$$1/648 \times 10^3, 3/11 \times 10^{23} \quad (3)$$

(خارج کشور تجربی ۸۷)

(۵۱) کدام مطلب نادرست است؟ ($N = 14$)

H_2, N_2, O_2, F_2, Cl_2 g

Br_2 ↓

I_2, P_4 s

$$3 \text{ mol } N_2 \times \frac{28 \text{ g}}{1 \text{ mol } N_2} = 84 \text{ g}$$

۰/۳ مول گاز نیتروژن شامل ۴/۲ گرم از آن است.

(۲) اتم گرم هر عنصر، برابر جرم یک مول از اتم آن عنصر است.

(۳) هر مول از یک گونه ی شیمیایی، شامل 6.022×10^{23} ذره از آن است.

(۴) جرم مولی عناصر را می توان از روی داده های تجربی موجود در جدول تناوبی عناصر به دست آورد.

(۵۲) ایزوتوپ X، متعلق به دومین عنصر فراوان موجود در سیاره مشتری بوده و عدد جرمی آن برابر با ۳ است. اگر جرم هر پروتون ۱۸۴۰ برابر جرم الکترون و جرم هر نوترون نیز ۱۸۵۰ برابر جرم الکترون در نظر گرفته شود، جرم هر اتم X حدوداً چند برابر جرم $^3_1H^+$ خواهد بود؟ (ماز)

$$1/9986 \quad (1) \quad 0/9978 \quad (2) \quad 0/0020 \quad (3) \quad 1/0028 \quad (4)$$

(۵۳) درصد فراوانی 2H برابر ۰/۰۱۲ درصد است. چه جرمی از اتم هیدروژن شامل $3/6 \times 10^{21}$ اتم 2H است؟ ($H = 1$)

(کاج)

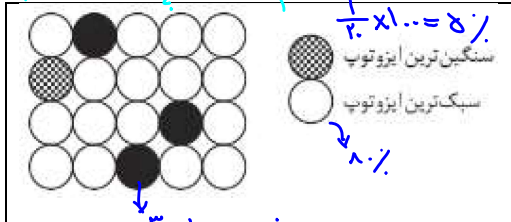
$$3 \text{ Kg} \quad (4)$$

$$30 \text{ g} \quad (3)$$

$$5 \text{ Kg} \quad (2)$$

$$50 \text{ g} \quad (1)$$

$$1.2 \times 10^{23} \times \frac{1 \text{ mol}}{2} \times \frac{2 \times 10^{23}}{1} = 1.2 \times 10^{23}$$



(۵۴) عنصر E دارای سه ایزوتوپ با نمادهای $^A E$, $^{A+1} E$ و $^{A+2} E$ است. اگر نمونه ای

۴/۸۵ گرمی از این عنصر، شامل $1/204 \times 10^{23}$ اتم با فراوانی های نسبی نشان داده شده

در شکل باشد، عدد اتمی این عنصر کدام است؟ (عدد جرمی سبک ترین ایزوتوپ، دو برابر

عدد اتمی آن است.) $A = 2Z \Rightarrow Z = 12$ (گزینه دو)

$$26 \quad (4)$$

$$13 \quad (3)$$

$$12 \quad (2)$$

$$24 \quad (1)$$

$$24.25 = A + 1 \times \frac{15}{100} + 2 \times \frac{5}{100} \Rightarrow A = 24$$

(۵۵) با توجه به مفهوم مول، کدام گزینه نادرست است؟ ($C = 12$, $Ca = 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

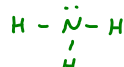
(۱) جرم N_A اتم کلسیم، تقریباً ۴۰ amu است.

(۲) جرم $10^{23} \times 9/0.3$ اتم کلسیم، تقریباً ۶۰ گرم است.

(۳) جرم یک اتم کلسیم، تقریباً معادل $\frac{10}{3}$ جرم یک اتم کربن است. (۴) تعداد اتم های ۴۰ گرم کلسیم با تعداد اتم های ۱۲ گرم کربن برابر است.

(۵۶) ۲۲ گرم از کدام ماده شامل ۰/۵ مول از آن ماده است؟ ($S = 32$, $C = 12$, $O = 16$, $H = 1$, $N = 14 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

$$\frac{22 \text{ g}}{32 \text{ g/mol}} = \frac{1}{2} \text{ mol}$$



(کانون)

(۵۷) در بین موارد زیر، کمترین تعداد اتم و بیشترین جرم به ترتیب از راست به چپ مربوط به کدام موارد است؟

(ت) ۳۲ گرم گاز اکسیژن

(پ) ۲ مول CO_2

(ب) ۲ مول NH_3

(الف) $3/01 \times 10^{23}$ مولکول CH_3OH

(۱) الف، ت (۲) ت، ب (۳) ت، پ (۴) ب، پ ($C = 12$, $O = 16$, $H = 1$, $N = 14 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

(ریاضی ۷۰)

(۵۸) در ۰/۰۰۹ میلی گرم آب، $3/011 \times 10^n$ عدد مولکول آب وجود دارد. n کدام عدد است؟

۱۷ (۱) ۱۹ (۲) ۲۰ (۳) ۲۱ (۴)

$$9 \times 10^{-3} \times 10^{-3} \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol}}{18 \text{ g}} \times \frac{6.02 \times 10^{23}}{1 \text{ mol}} = 3.011 \times 10^{17}$$

(H = 1, O = 16)

(کانون)

(۵۹) ۱/۵ میلی گرم NO_n دارای $3/01 \times 10^{19}$ مولکول از این ماده است n کدام است؟ (N = 14, O = 16)

۴ (۱) ۳ (۲) ۲ (۳) ۱ (۴)

$$1.5 \times 10^{-3} \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol}}{46 \text{ g}} \times \frac{6.02 \times 10^{23}}{1 \text{ mol}} = 3.01 \times 10^{19}$$

$n = 1$

(کاج)

(۶۰) یک مکعب توپر آهنی که هر ضلع آن ۴ cm است، شامل چه تعداد اتم Fe است؟ (چگالی آهن برابر با 7.8 g/cm^3 است.)

۵/۵۰۴ $\times 10^{24}$ (۱) ۱/۳۷۶ $\times 10^{24}$ (۲) ۲/۰۶۴ $\times 10^{24}$ (۳) ۴/۲۲۱ $\times 10^{24}$ (۴) (Fe = ۵۶)

$$4^3 \times 7.8 \text{ g/cm}^3 \times \frac{1 \text{ mol}}{56 \text{ g}} \times \frac{6.02 \times 10^{23}}{1 \text{ mol}} = 5.504 \times 10^{24}$$

(۶۱) ورقه ای از جنس قلع به ابعاد ۵۸ mm در ۳۷/۵ mm و ضخامت ۴ mm را در نظر بگیرید که درون آن، سوراخ گردی به قطر ۳۰ mm ایجاد شده است. چند اتم قلع در این قطعه وجود دارد؟ ($\pi = 3$, چگالی قلع $\cong 6 \text{ g/cm}^3$, Sn = ۱۲۰)

$$V = 58 \times 37.5 \times 0.4 = 873 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{hole}} = \pi r^2 h = 3 \times 15^2 \times 0.4 = 270 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{net}} = 873 - 270 = 603 \text{ cm}^3$$

$$603 \text{ cm}^3 \times 6 \text{ g/cm}^3 = 3618 \text{ g}$$

$$\frac{3618 \text{ g}}{120 \text{ g/mol}} \times 6.02 \times 10^{23} = 1.8 \times 10^{25}$$

(۶۲) جرم مولی عنصر A، ۷۰٪ برابر جرم مولی عنصر X است. اگر جرم اتمی میانگین عنصر X، ۶/۶۷ برابر جرم یک اتم کربن -۱۲ باشد، عدد اتمی

عنصر A کدام است؟ (از نظر عددی، جرم اتمی را معادل عدد جرمی در نظر بگیرید و تفاوت شمار پروتونها و نوترونهای عنصر A برابر ۴ است.)

(کاج)

۲۶ (۱) ۳۰ (۲) ۳۲ (۳) ۲۸ (۴)

(۶۳) مخلوط ۲۷ گرم H_2O و ۲۳ گرم $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ نسبت تعداد مولهای اککل به آب کدام است؟ (H = ۱ و O = ۱۶ و C = ۱۲)

۲/۳ (۱) ۱/۳ (۲) ۱/۲ (۳) ۳/۲ (۴)

$$\frac{n_A}{n_B} = \frac{27 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} : \frac{23 \text{ g}}{46 \text{ g/mol}} = \frac{3}{2}$$

(۶۴) $3/01 \times 10^{21}$ مولکول فسفر سفید (P_4) چند گرم جرم دارد؟ (P = ۳۱)

۱۲/۴ (۱) ۰/۳۱ (۲) ۰/۶۲ (۳) ۱۲/۴ (۴)

(۶۵) مخلوط ۰/۱ مول هلیوم و ۰/۲ مول گاز هیدروژن چند گرم جرم دارد؟ (He = ۴, H = ۱)

۰/۳ (۱) ۰/۴ (۲) ۰/۶ (۳) ۰/۸ (۴)

$$g = n(\text{mol}) \times \text{جرم مولی}$$

$$g = 0.2 \times 2 + 0.1 \times 4 = 0.8$$

(۶۶) در ظرفی به تعداد $3/01 \times 10^{23}$ اتم اکسیژن و دو برابر این تعداد اتم کربن وجود دارد. در مجموع چند گرم ماده در این ظرف موجود است؟

۲۰ (۱) ۳۰ (۲) ۴۰ (۳) ۵۰ (۴) (O = 16, C = 12)

(۶۷) جرم یک مولکول لیکوپن برابر $8/903 \times 10^{-22}$ گرم است. کدام یک از فرمول های زیر را می توان به لیکوپن نسبت داد؟ (C = ۱۲, H = ۱)

(کاج)

 $\text{C}_{41}\text{H}_{56}$ (۴) $\text{C}_{30}\text{H}_{44}$ (۳) $\text{C}_{27}\text{H}_{42}$ (۲) $\text{C}_{30}\text{H}_{44}$ (۱)

$$\frac{8.903 \times 10^{-22} \text{ g}}{12 \times 41 + 1 \times 56} = 8.903 \times 10^{-22} \text{ g}$$

$$8.903 \times 10^{-22} \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol}}{360 \text{ g}} \times \frac{6.02 \times 10^{23}}{1 \text{ mol}} = 1$$

۶۸) آلیاژی از سه فلز آهن، منیزیم و آلومینیوم ساخته شده است. اگر در این آلیاژ، نسبت مولی آهن به منیزیم برابر 0.1875 و نسبت جرمی منیزیم به آلومینیوم برابر $1/548$ باشد، نسبت مولی آلومینیوم به آهن و نسبت جرمی منیزیم به آهن کدام است؟ ($Al = 27$, $Mg = 24$, $Fe = 56$) (کاج)

$$(1) \quad 3/0.62, 1/250 \quad (2) \quad 3/0.62, 2/285$$

$$(3) \quad 1/250, 1/476 \quad (4) \quad 2/285, 1/476$$

۶۹) ۱۶٪ از جرم آلیاژی از آلومینیوم و آهن را آلومینیوم تشکیل می دهد. اگر چگالی این آلیاژ برابر $6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ باشد، نسبت شمار مولهای آهن به شمار مولهای آلومینیوم در این نمونه به تقریب کدام است؟ ($Al = 27$, $Fe = 56$) (کاج)

$$(1) \quad 2/53 \quad (2) \quad 2/35$$

$$(3) \quad 0.88 \quad (4) \quad 1/13$$

۷۰) آلیاژی از سه فلز مس، قلع و آلومینیوم ساخته شده است. اگر در این آلیاژ، نسبت مولی مس به قلع برابر $3/125$ و نسبت جرمی قلع به آلومینیوم برابر $1/47$ باشد، نسبت مولی آلومینیوم به مس و نسبت جرمی قلع به مس کدام است؟ ($Al = 27$, $Cu = 64$, $Sn = 119$) (کاج)

$$(1) \quad 0.59, 0.96 \quad (2) \quad 0.96, 0.95$$

$$(3) \quad 0.59, 0.69 \quad (4) \quad 0.69, 0.95$$

۷۱) عمق میانگین اقیانوس های زمین 4 km و مساحت کل آنها 10^8 km^2 است. فرض کنید مولکول های موجود در 15 کیلوگرم شکر به فرمول $C_{12}H_{22}O_{11}$ به طور یکنواخت در آب تمام اقیانوس های زمین پخش شود در این صورت به تقریب چند مولکول شکر در یک لیوان آب اقیانوس که دارای 200 ml آب است موجود خواهد بود؟ (جرم مولی شکر 342 است.) (المپیاد شیمی)

$$(1) \quad 17438 \quad (2) \quad 3500$$

$$(3) \quad 17438 \times 10^9 \quad (4) \quad 35 \times 10^{11}$$

۷۲) تعداد مول در 50 میلی لیتر گاز اوزون با چگالی $1/2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ ، چند برابر تعداد مول در 30 میلی گرم از آن است؟ ($O = 16$) (کاج)

$$\frac{\text{mol } O_3 (1)}{\text{mol } O_3 (2)} = \frac{\frac{P \cdot V}{R \cdot T}}{\frac{P \cdot V}{R \cdot T}} = \frac{P \cdot V}{R \cdot T} = \frac{1.2 \frac{\text{g}}{\text{L}} \times 50 \times 10^{-3}}{30 \times 10^{-3}} \quad (1) \quad 2(2) \quad (3) \quad 3 \quad (4) \quad 4$$

۷۳) اگر هر میلی لیتر آب، شامل 12 قطره آب باشد، در هر قطره آب، چند اتم وجود دارد؟ ($1 \text{ g} \cdot \text{ml}^{-1}$ چگالی آب، $H = 1$, $O = 16$) (کاج)

$$(1) \quad 2/78 \times 10^{21} \quad (2) \quad 1/20 \times 10^{22}$$

$$(3) \quad 8/36 \times 10^{21} \quad (4) \quad 2/70 \times 10^{22}$$

۷۴) در صورتی که بدانیم حجم 4 اتم مس در بلور این فلز برابر $4 \times 10^{-23} \text{ cm}^3$ و چگالی بلور مس $8/93$ گرم بر سانتی متر مکعب است. جرم مولی مس کدام است؟ (المپیاد شیمی ۸۴)

$$(1) \quad 63/2 \quad (2) \quad 65/3 \quad (3) \quad 61/0 \quad (4) \quad 63/5$$

۷۵) اگر تعداد مولکولها در 4 گرم A با 1 گرم B برابر باشد، جرم مولی A چند برابر جرم مولی B است؟ (کاج)

$$\text{mol } A = \text{mol } B \quad \frac{M_A}{M_B} = \frac{4 M_B}{M_B} = 4 \quad (1) \quad 1 \quad (2) \quad 2 \quad (3) \quad 3 \quad (4) \quad 4$$

$$\frac{M_A}{M_B} = \frac{4 M_B}{M_B} = 4 \quad (1) \quad 1 \quad (2) \quad 2 \quad (3) \quad 3 \quad (4) \quad 4$$

$$M_A = 4 M_B \quad \left\{ 23 \right\}$$

(۷۶) اگر جرم مولی اتم A دو برابر جرم مولی اتم B باشد، جرم $10^{24} \times \frac{1}{204}$ اتم A چند برابر جرم $10^{22} \times \frac{6}{20}$ اتم B است؟ (کانون)

(۱) ۲۰ (۲) ۳۰

(۳) ۴۰ (۴) ۵۰

(۷۷) جرم $\frac{1}{7}$ مول فلز A با جرم $\frac{1}{12}$ مول فلز M برابر است. اگر ۱۵ گرم از فلز A و ۲۱ گرم از فلز M در دسترس باشد، نسبت شمار اتم های M به شمار اتم های A کدام است؟

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

(کاج) $g = n \times M$

$$\frac{1}{V} A = \frac{1}{V} M \Rightarrow A = \frac{V}{V} M$$

(۷۸) اگر جرم $\frac{1}{2}$ مول اتم از عنصر A با جرم $\frac{2}{7}$ مول اتم از عنصر B برابر باشد، نسبت شمار مول ها در ۵ گرم عنصر A به شمار مول ها در ۴ گرم عنصر B، کدام است؟

$$(سبجش) \quad \frac{1}{V} A = \frac{2}{V} B \Rightarrow A = \frac{4}{V} B$$

(۷۹) جرم $\frac{1}{8}$ مول از فلز X، نصف جرم $\frac{2}{25}$ مول از فلز M است. نسبت شمار اتم های g از فلز X به شمار اتم های g از فلز M کدام است؟

(۱) ۲/۰۵ (۲) ۱/۹۵ (۳) ۰/۲ (۴) ۰/۸ (کاج)

(۸۰) جرم $\frac{1}{11}$ مول فلز M، سه برابر جرم ۰/۱ مول فلز X است. اگر ۷۵ گرم از فلز M و ۱۲۵ گرم از فلز X در دسترس باشد، نسبت شمار اتم های M به شمار اتم های X کدام است؟

(۱) $\frac{6}{25}$ (۲) $\frac{1}{6}$ (۳) $\frac{25}{54}$ (۴) $\frac{2}{3}$

(۸۱) اختلاف شمار نوترون در عنصر $^{56}_{25}Mn$ به ازای ۰/۲ مول از آن، با شمار الکترون در یون $^{17}_{17}Cl^{-}$ به ازای ۰/۴ مول از آن به تقریب برابر کدام است؟ (کانون)

(۱) $6/4 N_A$ (۲) N_A (۳) $2/5 N_A$ (۴) $7/8 N_A$

(۸۲) تعداد اتم ها در ۸ گرم اتم اکسیژن با تعداد اتم های چند گرم منیزیم برابر است؟ (Mg = ۲۴ و O = ۱۶) (آزاد ۷۰)

$$mol O = mol Mg$$

$$\frac{8}{16} = \frac{x}{24} \Rightarrow x = 12$$

(۱) ۸ (۲) ۱۲ (۳) ۱۸ (۴) ۲۴

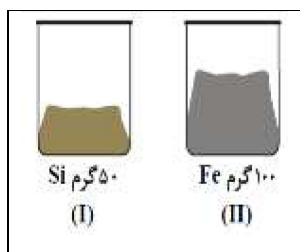
(۸۳) تعداد اتم های موجود در ۰/۱ مول سدیم، با تعداد اتم های موجود در چند گرم کلسیم برابر است؟ (Ca = ۴۰) (آزاد ۶۵)

$$mol Na = mol Ca$$

$$\frac{g}{40} = \frac{g}{23} \Rightarrow g = 2$$

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

(۸۴) دو ظرف مطابق شکلهای داده شده، حاوی مقادیر معینی سیلیسیم و آهن هستند. چه تعداد از عبارت های زیر درست است؟ (گزینه دو)



(الف) تعداد مول اتمهای موجود در هر دو ظرف یکسان است.

(ب) در ظرف (۱)، $1/075 \times 10^{23}$ اتم سیلیسیم وجود دارد.

(پ) تعداد اتمهای Fe بیشتر از تعداد اتمهای سیلیسیم است.

(ت) تعداد مول اتم ها در ظرف سنگین تر، بیشتر است.

(۱) صفر (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۳

۸۵) برای سیم کشی فاصله بین یک کلید برق و لامپ به طول ۲ متر، از نوعی سیم مسی با قطر ۸ mm و چگالی $g \cdot cm^{-3}$ ۲/۵ استفاده می شود. به تقریب چند مول مس در این فضا بکار رفته است؟ ($Cu = ۶۴$, $\pi = ۳$) (گزینه دو)

۱/۵ (۱) ۷/۵ (۲) ۴/۵ (۳) ۳/۷۵ (۴)

۸۶) ۱۰ سانتی متر از یک نوار منیزیم ۱/۲ گرم جرم دارد. چند متر از آن شامل یک مول منیزیم است؟ ($Mg = ۲۴$)

۳/۵ (۱) ۳ (۲) ۲/۵ (۳) ۲ (۴) (آزاد ۶۶)

۸۷) اگر ۰/۵ متر سیم آهنی ۱/۴ گرم جرم داشته باشد، چند متر از آن را باید برداشت تا برابر یک مول آهن شود؟

۱۰ (۱) ۱۵ (۲) ۲۰ (۳) ۲۵ (۴) ($Fe = ۵۶$) (سراسری ۷۴)

۸۸) دو متر سیم مسی ۶/۴ گرم وزن دارد. یک سانتی متر سیم دارای چند اتم مس است؟ ($Cu = ۶۴$) (آزاد ۷۲)

۳/۰۱ × ۱۰^{۲۰} (۱) ۶/۰۲ × ۱۰^{۲۱} (۲) ۱/۲۰۴ × ۱۰^{۲۱} (۳) ۳/۰۱ × ۱۰^{۲۳} (۴)

۸۹) یک متر سیم مسی ۳/۲ گرم جرم دارد چه طولی از آن برابر ۰/۵ مول مس می شود؟ ($Cu = ۶۴$) (آزاد ۷۳)

۲۰ (۱) ۱۴ (۲) ۱۲ (۳) ۱۰ (۴)

استوکیومتری فرمولی

بررسی روابط کمی میان اجزاء سازنده یک فرمول شیمیایی را استوکیومتری فرمولی می نامند.

اندیس اتم ها در یک فرمول شیمیایی نشان دهنده (تعداد) است.

نکته: برای یک ترکیب سه نوع نسبت مولی می توان نوشت:

۱) نسبت مولی اتم به اتم ۲) نسبت مولی یون به یون ۳) نسبت مولی کل به جزء و بر عکس

($O = ۱۶$, $S = ۳۲$, $Al = ۲۷$)

تمرین: نسبت های مولی و جرمی را در آلومینیوم سولفات $Al_2(SO_4)_3$ بنویسید.

$$\begin{aligned} m_{Al} &= 1 \\ m_{Al} &= 2 \\ m_{S} &= 3 \\ m_{O} &= 12 \\ m_{\text{اتم ها}} &= 17 \end{aligned} \quad \left. \begin{aligned} m_{Al^{3+}} &= 2 \\ m_{SO_4^{2-}} &= 3 \\ m_{\text{یون ها}} &= 5 \end{aligned} \right\}$$

$$\frac{m_{Al}}{m_{O}} = \frac{1}{12}$$

$$\frac{m_{Al}}{m_{\text{یون ها}}} = \frac{1}{5}$$

$$\frac{m_{Al^{3+}}}{m_{SO_4^{2-}}} = \frac{2}{3}$$

تمرین ۱: در ۰/۱ مول آمونیوم دی کرومات $(NH_4)_2Cr_2O_7$

الف) چند مول اتم اکسیژن وجود دارد؟

ب) چند مول اتم هیدروژن وجود دارد؟

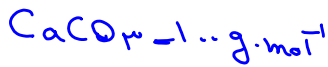
پ) چند مول اتم وجود دارد؟

ت) چند مول یون وجود دارد؟

$$m_{O} = \dots \cdot m_{Al} \times \frac{12 m_{O}}{1 m_{Al}} = \dots \cdot 12$$

$$m_{\text{اتم ها}} = \dots \cdot m_{Al} \times \frac{17 m_{\text{اتم ها}}}{1 m_{Al}} = \dots \cdot 17$$

$$m_{\text{یون ها}} = \dots \cdot m_{Al} \times \frac{5 m_{\text{یون ها}}}{1 m_{Al}} = \dots \cdot 5$$



تمرین ۲: در ۲۵۰ گرم کلسیم کربنات (O = ۱۶, C = ۱۲, Ca = ۴۰)

الف) چند گرم کربن وجود دارد؟

ب) چند گرم اکسیژن وجود دارد؟

پ) چه تعداد اتم اکسیژن وجود دارد؟

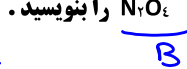
$$250 \text{ g A} \times \frac{1 \text{ mol A}}{100 \text{ g A}} \times \frac{3 \text{ mol O}}{1 \text{ mol A}} \times \frac{16 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}} = 240 \text{ g O}$$

$$250 \text{ g A} \times \frac{1 \text{ mol A}}{100 \text{ g A}} \times \frac{3 \text{ mol O}}{1 \text{ mol A}} \times \frac{16 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}} = 240 \text{ g O}$$

$$250 \text{ g A} \times \frac{1 \text{ mol A}}{100 \text{ g A}} \times \frac{1 \text{ mol C}}{1 \text{ mol A}} \times \frac{12 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}} = 30 \text{ g C}$$

تمرین ۳: نسبت جرم اکسیژن در ۶۵۶ گرم سدیم فسفات Na_3PO_4 به جرم نیتروژن در ۳۶۸ گرم دی نیتروژن تتراکسید N_2O_4 را بنویسید.

$$\frac{60}{80} = ?$$



(N = ۱۴, Na = ۲۳, P = ۳۱, O = ۱۶)

$$\frac{787 \times 4 \times 16 \times 9}{174 \times 3 \times 14 \times 14} = \frac{17}{1}$$

$$\frac{368 \text{ g B} \times \frac{1 \text{ mol B}}{92 \text{ g B}} \times \frac{2 \text{ mol N}}{1 \text{ mol B}} \times \frac{14 \text{ g N}}{1 \text{ mol N}}}{787 \text{ g A} \times \frac{1 \text{ mol A}}{174 \text{ g A}} \times \frac{4 \text{ mol O}}{1 \text{ mol A}} \times \frac{16 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}}} = \frac{368 \times 2 \times 14}{787 \times 4 \times 16}$$

$$\frac{787 \text{ g A} \times \frac{1 \text{ mol A}}{174 \text{ g A}} \times \frac{4 \text{ mol O}}{1 \text{ mol A}} \times \frac{16 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}}}{787 \times 4 \times 16} = \frac{787 \times 4 \times 16}{174}$$

تمرین ۴: تعداد اتم ها در ۲۴۰ گرم گوگرد تری اکسید (SO_3) با تعداد اتمها در چند گرم پنتان (C_5H_{12}) برابر است؟ (H = ۱, S = ۳۲, O = ۱۶)

(C = ۱۲)

سوالات چهار گزینه ای

(گزینه دو)

۹۰) چه تعداد از عبارت های زیر درست است؟

الف) یک مول از دو ماده مولکولی مختلف، جرم و شمار مولکولهای متفاوتی دارند.

ب) ۰/۱ مول گاز متان شامل $6/02 \times 10^{23}$ اتم است.

پ) جرم $6/02 \times 10^{23}$ اتم هیدروژن بر حسب گرم، هم ارز با جرم مولی گاز هیدروژن است.

ت) شمار اتم های اکسیژن در یک مول آب، نصف شمار اتم های اکسیژن در یک مول کربن دی اکسید است.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

(سنجش)

۹۱) چه تعداد از مطالب زیر، درست هستند؟ (N = ۱۴)

الف) آرگون پس از هلیوم، بیشترین درصد فراوانی را در بین گازهای نجیب سازنده مشتری، دارد.

ب) هسته ۵ ایزوتوپ هیدروژن، ناپایدار بوده و با گذشت زمان، متلاشی می شوند.

پ) یک مول از ترکیب CH_2Cl_2 شامل ۵ اتم است.

ت) ۰/۴ مول گاز نیتروژن، ۵/۶ گرم جرم دارد.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

(کانون)

۹۲) کدام یک از عبارت های زیر نادرست است؟ (Na = ۲۳, O = ۱۶, C = ۱۲, H = ۱)

۲) ۲۳۰ گرم یون سدیم Na^+ دارای $6/02 \times 10^{24}$ ذره از این یون است.

۱) ۰/۲ مول اتان (C_2H_6)، ۶ گرم جرم دارد.

۳) در ۴/۵ گرم از ماده $\text{C}_7\text{H}_{12}\text{O}_6$ ، $1/505 \times 10^{23}$ اتم هیدروژن وجود دارد. ۴) ۰/۱۶ مول آب و ۰/۱۸ مول متان (CH_4)، جرمهای برابری دارند.