

کلاس مسئلہ + تمرین های تکمیلی + آزمون های جامع

مسائل شیمی کنکور

ویراست دوم

مسعود جعفری، امیرحسین معروفی، سعید نوری



انتشارات
نگو

پیشگفتار

تغییرات ویراست دوم

- ۱- کامل تر شدن فصل صفر (ترفندهای محاسباتی در مسئله‌ها) و اضافه شدن آزمون‌های محاسبه به آن.
- ۲- انطباق کامل سؤال‌ها و پاسخ تشریحی آن‌ها با کتاب‌های درسی جدید
- ۳- دو مرحله‌ای شدن برخی مسئله‌ها (رویکرد جدید تست‌های کنکور)
- ۴- اضافه شدن فصل ۱۱ به کتاب با عنوان آزمون‌های جامع مسئله شیمی کنکور

در آغاز قصد داریم چند جمله‌ای در مورد درس شیمی و سبک تست‌های آن در کنکور سراسری بیان کنیم. درس شیمی به عنوان یکی از دروس اختصاصی که به عنوان آخرین درس در دفترچه اختصاصی کنکور سراسری قرار می‌گیرد، درسی بسیار مهم و تعیین‌کننده در رتبه دانش‌آموزان کنکوری است. در این درس تست‌های متنوعی از جمله درست / نادرست، جای خالی، شمارشی و مسئله، طراحی می‌شود که یکی از مهم‌ترین آن‌ها مسئله‌ها هستند که بیش از یک‌سوم (حدوداً بین ۱۲ تا ۱۸ عدد) تست‌های درس شیمی را شامل می‌شوند. از این‌رو دانش‌آموزان برای دستیابی به درصد‌های بالا در این درس باید به‌طور کامل به مفاهیم مسلط باشند و در حل مسائل به تسلط و البته سرعت عمل کافی برسند.

کتابی که پیش روی شما است، کتاب «مسائل شیمی کنکور» است که هدف از تألیف آن، تقویت قدرت و سرعت حل مسئله شما دانش‌آموزان است. به این منظور در هر فصل از این کتاب، ابتدا مفاهیم و مطالبی که دانش‌آموزان برای حل مسئله نیاز دارند به همراه مسائل آموزشی در قالب «کلاس مسئله» ارائه شده است که حل این تست‌ها برای یادگیری اولیه شما کافی است. به منظور حل تمرین‌های بیشتر، پس از هر کلاس مسئله، تعدادی تست قرار داده شده است که حل آن‌ها می‌تواند شما را به تسلط کامل برساند. در انتهای هر فصل، سه آزمون (جامع، ترکیبی و سطح دوم) قرار داده شده است که می‌توانید با حل آن‌ها در زمان معین، میزان تسلط خود را بر مباحث آن فصل، محک بزنید.

در فصل یازده این کتاب (آخرین فصل)، چهار آزمون مسئله جامع با تست‌های استاندارد قرار داده شده که با حل این آزمون‌ها و بررسی آن‌ها می‌توانید میزان تسلط خود بر مسائل کنکور را به خوبی محک بزنید و به سطح بالاتری از آمادگی در مسائل کنکور برسید. از آنجا که بسیاری از دانش‌آموزان در انجام محاسبات مسئله‌ها، فرمول‌نویسی، واکنش‌نویسی، موازنه واکنش‌ها و ... مشکل دارند و این عوامل گاهی سبب دوری آن‌ها از مسئله‌ها می‌شود، تصمیم گرفتیم این مباحث را در ابتدای کتاب به عنوان «فصل صفر» قرار دهیم تا دانش‌آموزان ابتدا آن‌ها را مطالعه کنند و سپس، با قدرت به سراغ مسائل بروند.

تکنیک‌های انجام محاسبات ریاضی که در فصل صفر آمده، آخرین و موثرترین روش‌های محاسبات ریاضی است که به شما کمک می‌کند که در کوتاه‌ترین زمان به پاسخ مسائل برسید. این روش‌های محاسباتی در حل مسائل دیگر درس‌ها نیز به شما کمک می‌کند.

نکته مهم و جالب توجه این کتاب، پاسخ‌های کاملاً تشریحی و گام‌به‌گام مسئله‌ها است که همچون یک دبیر باتجربه شما را به پاسخ نهایی مسئله هدایت می‌کند.

مسئله‌ها و مطالب این کتاب کاملاً منطبق بر مسئله‌های کنکور سراسری سال‌های اخیر است و در تألیف تست‌ها سعی شده که از ارائه مسائل به شدت دشوار و بی‌فایده که طراحی آن‌ها در کنکور سراسری، دارای احتمال بسیار کمی است، اجتناب شود.

کلام آخر: کتاب ما، قطعاً حاصل یک کار گروهی و منسجم بوده است. بدون یاری و مهربانی و دقت دوستانی که در زیر نامشان را می آوریم، قطعاً کار ما به سرانجام نمی رسید:

- از همکاران گرامی، آقایان مصطفی رستم آبادی و مسعود علوی امامی که ویرایش علمی کتاب را انجام دادند، تشکر می کنیم.
- از دانشجویان بادقت که از نخبگان کشور هستند، خانم محبوبه بیک محمدی و آقایان ساجد شیری، مرتضی فاتحی، ایمان حسین نژاد و محمدرضا یوسفی که ویراستاری و نمونه خوانی کتاب بر عهده آنها بود، سپاسگزاریم.
- واحد تألیف انتشارات الگو به سرپرستی خانم سکینه مختار، در فرایند تهیه کتاب زحمات زیادی کشیدند، سپاس ویژه ای از تلاش و پیگیری بی وقفه آنها داریم. همچنین از خانم افتخار معصومی برای صفحه آرایی کتاب سپاسگزاریم.

سربلند و اثرگذار باشید

مسعود جعفری

امیرحسین معروفی

سعید نوری

● فصل صفر: مقدمات حل مسئله در شیمی

- تکنیک‌های محاسباتی در مسئله‌های شیمی ۲
- فرمول‌نویسی ترکیب‌های یونی و مولکولی ۶
- مقدمات واکنش‌نویسی ۶
- موازنه واکنش‌های شیمیایی ۱۰
- ترکیب‌های آلی ۱۱
- جرم مولی ترکیب‌های مهم ۱۹
- آزمون‌های محاسبه در شیمی ۲۰
- پاسخ آزمون‌های محاسبه در شیمی ۲۵

● فصل اول: کیهان زادگاه الفبای هستی

- کلاس مسئله ۱: ذره‌های زیراتمی، عدد اتمی و عدد جرمی ۳۲
- تمرین‌های کلاس مسئله ۱ ۳۴
- کلاس مسئله ۲: درصد فراوانی ایزوتوپ‌ها ۳۵
- تمرین‌های کلاس مسئله ۲ ۳۶
- کلاس مسئله ۳: واپاشی هسته‌ای و نیم‌عمر رادیوایزوتوپ‌ها ۳۶
- تمرین‌های کلاس مسئله ۳ ۳۹
- کلاس مسئله ۴: یکای جرم اتمی (amu) ۳۹
- تمرین‌های کلاس مسئله ۴ ۴۱
- کلاس مسئله ۵: جرم اتمی میانگین ۴۱
- تمرین‌های کلاس مسئله ۵ ۴۴
- کلاس مسئله ۶: شمارش ذره‌ها از روی جرم آن‌ها ۴۵
- تمرین‌های کلاس مسئله ۶ ۴۷
- آزمون جامع ۱ ۴۹
- آزمون جامع ۲ ۵۰
- آزمون جامع ۳ ۵۱
- پاسخ تشریحی تمرین‌ها ۵۳
- پاسخ تشریحی آزمون‌های جامع QR Code

● فصل دوم: ردپای گازها در زندگی

- کلاس مسئله ۱: روند تغییر دما و فشار در هواکره ۶۴
- تمرین‌های کلاس مسئله ۱ ۶۴
- کلاس مسئله ۲: خواص و رفتار گازها ۶۵
- تمرین‌های کلاس مسئله ۲ ۷۱
- کلاس مسئله ۳: استوکیومتری واکنش ۷۲
- تمرین‌های کلاس مسئله ۳ ۷۸
- آزمون جامع ۱ ۸۰
- آزمون جامع ۲ ۸۱
- آزمون جامع ۳ ۸۲
- پاسخ تشریحی تمرین‌ها ۸۳
- پاسخ تشریحی آزمون‌های جامع QR Code

● فصل سوم: آب، آهنگ زندگی

- کلاس مسئله ۱: غلظت محلول‌ها ۹۲
- تمرین‌های کلاس مسئله ۱ ۱۰۰
- کلاس مسئله ۲: انحلال‌پذیری ۱۰۲
- تمرین‌های کلاس مسئله ۲ ۱۰۷
- کلاس مسئله ۳: استوکیومتری محلول‌ها ۱۰۹
- تمرین‌های کلاس مسئله ۳ ۱۱۱
- آزمون جامع ۱ ۱۱۲
- آزمون جامع ۲ ۱۱۴
- آزمون جامع ۳ ۱۱۵
- پاسخ تشریحی تمرین‌ها ۱۱۷
- پاسخ تشریحی آزمون‌های جامع QR Code

● فصل چهارم: قدر هدایای زمینی را بدانیم

کلاس مسئله ۱: درصد خلوص مواد در واکنش‌های

شیمیایی ۱۳۰

تمرین‌های کلاس مسئله ۱ ۱۳۳

کلاس مسئله ۲: بازده درصدی واکنش‌های شیمیایی ۱۳۴

تمرین‌های کلاس مسئله ۲ ۱۳۶

کلاس مسئله ۳: استوکیومتری هیدروکربن‌ها ۱۳۷

تمرین‌های کلاس مسئله ۳ ۱۳۹

آزمون جامع ۱ ۱۴۰

آزمون جامع ۲ ۱۴۱

آزمون جامع ۳ ۱۴۲

پاسخ تشریحی تمرین‌ها ۱۴۴

پاسخ تشریحی آزمون‌های جامع QR Code

● فصل پنجم: در پی غذای سالم

کلاس مسئله ۱: گرما، ظرفیت گرمایی، ظرفیت گرمایی

ویژه ۱۵۲

تمرین‌های کلاس مسئله ۱ ۱۵۵

کلاس مسئله ۲: آنتالپی یا محتوای انرژی ۱۵۷

تمرین‌های کلاس مسئله ۲ ۱۵۹

کلاس مسئله ۳: آنتالپی پیوند ۱۶۰

تمرین‌های کلاس مسئله ۳ ۱۶۲

کلاس مسئله ۴: ارزش سوختی ۱۶۳

تمرین‌های کلاس مسئله ۴ ۱۶۴

کلاس مسئله ۵: آنتالپی سوختن ۱۶۵

تمرین‌های کلاس مسئله ۵ ۱۶۸

کلاس مسئله ۶: گرماسنج ۱۶۹

تمرین‌های کلاس مسئله ۶ ۱۷۰

کلاس مسئله ۷: جمع‌پذیری گرمای واکنش‌ها

(قانون هس) ۱۷۱

تمرین‌های کلاس مسئله ۷ ۱۷۶

کلاس مسئله ۸: سرعت متوسط تولید یا مصرف مواد ۱۷۷

تمرین‌های کلاس مسئله ۸ ۱۸۴

کلاس مسئله ۹: سرعت واکنش ۱۸۶

تمرین‌های کلاس مسئله ۹ ۱۸۸

آزمون جامع ۱ ۱۹۱

آزمون جامع ۲ ۱۹۳

آزمون جامع ۳ ۱۹۵

پاسخ تشریحی تمرین‌ها ۱۹۷

پاسخ تشریحی آزمون‌های جامع QR Code

● فصل ششم: پوشاک، نیازی پایان‌ناپذیر

کلاس مسئله ۱: واکنش پلیمری شدن ۲۱۸

تمرین‌های کلاس مسئله ۱ ۲۲۲

کلاس مسئله ۲: استر و آمید ۲۲۳

تمرین‌های کلاس مسئله ۲ ۲۲۶

کلاس مسئله ۳: پلی‌استرها ۲۲۷

تمرین‌های کلاس مسئله ۳ ۲۳۰

کلاس مسئله ۴: پلی‌آمیدها ۲۳۱

تمرین‌های کلاس مسئله ۴ ۲۳۴

کلاس مسئله ۵: پلی‌ساکاریدها ۲۳۵

تمرین‌های کلاس مسئله ۵ ۲۳۷

آزمون جامع ۱ ۲۳۸

آزمون جامع ۲ ۲۳۹

آزمون جامع ۳ ۲۴۰

پاسخ تشریحی تمرین‌ها ۲۴۲

پاسخ تشریحی آزمون‌های جامع QR Code

● فصل هفتم: مولکول‌ها در خدمت تندرستی

۳۳۹	آزمون جامع ۱	۲۵۲	کلاس مسئله ۱: پاک‌کننده‌ها
۳۴۰	آزمون جامع ۲	۲۵۵	تمرین‌های کلاس مسئله ۱
۳۴۱	آزمون جامع ۳	۲۵۶	کلاس مسئله ۲: درجه یونش
۳۴۲	پاسخ تشریحی تمرین‌ها	۲۵۸	تمرین‌های کلاس مسئله ۲
QR Code	پاسخ تشریحی آزمون‌های جامع	۲۵۹	کلاس مسئله ۳: ثابت تعادل و مسائل آن

● فصل نهم: شیمی جلوه‌ای از هنر، زیبایی و ماندگاری

۳۵۰	کلاس مسئله ۱: درصد جرمی	۲۶۵	تمرین‌های کلاس مسئله ۳
۳۵۲	تمرین‌های کلاس مسئله ۱	۲۶۷	کلاس مسئله ۴: ثابت یونش اسیدها و بازها
۳۵۳	کلاس مسئله ۲: شماره (سیال)‌های مولکولی و یونی	۲۷۱	تمرین‌های کلاس مسئله ۴
۳۵۴	تمرین‌های کلاس مسئله ۲	۲۷۲	کلاس مسئله ۵: pH محلول‌ها و یونش آب
۳۵۴	کلاس مسئله ۳: جامدهای بلوری	۲۸۴	تمرین‌های کلاس مسئله ۵
۳۵۶	تمرین‌های کلاس مسئله ۳	کلاس مسئله ۶: خنثی شدن اسیدها و بازها و کاربرد آن‌ها	۲۸۷
۳۵۶	کلاس مسئله ۴: آنتالپی فروپاشی	۲۹۳	تمرین‌های کلاس مسئله ۶
۳۵۷	تمرین‌های کلاس مسئله ۴	۲۹۵	آزمون جامع ۱
۳۵۸	کلاس مسئله ۵: آلیاژها	۲۹۷	آزمون جامع ۲
۳۵۹	تمرین‌های کلاس مسئله ۵	۲۹۸	آزمون جامع ۳
۳۶۰	آزمون جامع ۱	۲۹۹	پاسخ تشریحی تمرین‌ها
۳۶۰	آزمون جامع ۲	QR Code	پاسخ تشریحی آزمون‌های جامع
۳۶۱	آزمون جامع ۳		
۳۶۲	پاسخ تشریحی تمرین‌ها		
QR Code	پاسخ تشریحی آزمون‌های جامع		

● فصل دهم: شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر

۳۷۰	کلاس مسئله ۱: انرژی فعال‌سازی
۳۷۲	تمرین‌های کلاس مسئله ۱
۳۷۳	کلاس مسئله ۲: مبدل‌های کاتالیستی
۳۷۵	تمرین‌های کلاس مسئله ۲

● فصل هشتم: آسایش و رفاه در سایه شیمی

۳۲۰	کلاس مسئله ۱: واکنش‌های اکسایش - کاهش
۳۲۱	تمرین‌های کلاس مسئله ۱
کلاس مسئله ۲: سری الکتروشیمیایی در سلول‌های گالوانی	۳۲۱
۳۲۶	تمرین‌های کلاس مسئله ۲
۳۲۸	کلاس مسئله ۳: سلول‌های الکترولیتی
۳۳۲	تمرین‌های کلاس مسئله ۳
۳۳۲	کلاس مسئله ۴: خوردگی و آبرکاری
۳۳۷	تمرین‌های کلاس مسئله ۴

● فصل یازدهم: آزمون‌های جامع مسئله شیمی کنکور

آزمون جامع ۱ ۴۰۲

آزمون جامع ۲ ۴۰۴

آزمون جامع ۳ ۴۰۶

آزمون جامع ۴ ۴۰۸

پاسخ تشریحی آزمون‌های جامع QR Code

● پاسخ‌نامه کلیدی آزمون‌های جامع ۴۱۱

کلاس مسئله ۳: اصل لوشاتلیه و فرایند هابر ۳۷۵

تمرین‌های کلاس مسئله ۳ ۳۸۰

کلاس مسئله ۴: سنتز مواد آلی ۳۸۲

تمرین‌های کلاس مسئله ۴ ۳۸۶

آزمون جامع ۱ ۳۸۷

آزمون جامع ۲ ۳۸۸

آزمون جامع ۳ ۳۸۸

پاسخ تشریحی تمرین‌ها ۳۹۰

پاسخ تشریحی آزمون‌های جامع QR Code

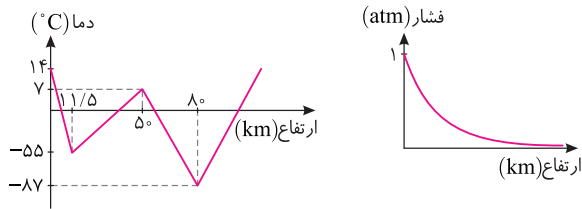
. فصل دوم .

[ردپای گازها در زندگی]

تعداد تست	موضوع
۶	کلاس مسئله ۱ روند تغییر دما و فشار در هواکره
۴۰	کلاس مسئله ۲ خواص و رفتار گازها
۲۸	کلاس مسئله ۳ استوکیومتری واکنش
۱۰	آزمون جامع ۱ کل فصل
۸	آزمون جامع ۲ مسئله‌های ترکیبی
۱۰	آزمون جامع ۳ مسئله‌های سطح دوم
۱۰۲	مجموع

کلاس مسئله ۱

روند تغییر دما و فشار در هواکره



- دما و فشار هواکره، از جمله عوامل مهم در تعیین ویژگی‌های آن است. روند تغییر دما در هواکره دلیلی بر لایه‌ای بودن آن است. در حالی که فشار گازها در هواکره با افزایش ارتفاع از سطح زمین، پیوسته در حال کاهش است.
- تغییرات فشار در لایه‌های زیرین با شیب بیشتری صورت می‌گیرد و در لایه‌های بالایی اتمسفر، این کاهش فشار، کمتر است.

نکته

آب و هوا نتیجه برهم کنش میان زمین، هواکره، آب و خورشید است. تغییرات آب و هوایی تا فاصله ۱۰-۱۲ کیلومتری از سطح زمین (لایه تروپوسفر) رخ می‌دهد. در این لایه، با افزایش ارتفاع به ازای هر کیلومتر، دما در حدود 6°C افت می‌کند.

چگونه مسئله حل کنیم؟

در مسائل این قسمت با دانستن اینکه در لایه تروپوسفر با افزایش ارتفاع به ازای هر کیلومتر، دما در حدود 6°C افت می‌کند، می‌توانید تست را حل نمایید. فقط یک نکته وجود دارد، آن هم اینکه به یکای دماهای داده شده در مسئله توجه کنید. برای تبدیل یکای درجه سلسیوس به یکای کلونین از رابطه زیر استفاده کنید. (نماد دما برحسب درجه سلسیوس، « θ » و نماد دما بر حسب کلونین، « T » است.)

$$T(\text{K}) = \theta(^{\circ}\text{C}) + 273$$

توجه: ارزش دمایی 1°C برابر 1K است، از این رو در فرایندهایی که دما تغییر می‌کند، $\Delta T = \Delta\theta$ است و می‌توان ΔT را به جای $\Delta\theta$ و بالعکس استفاده کرد.

سبب: ۱

در لایه تروپوسفر با افزایش ارتفاع به ازای هر کیلومتر، دما در حدود 6°C افت می‌کند و در انتهای این لایه به حدود 218K می‌رسد.

اگر میانگین دما در سطح زمین در حدود 14°C باشد، ارتفاع تقریبی لایه تروپوسفر چند کیلومتر است؟

۶/۸ (۱) ۹/۱ (۲) ۱۱/۵ (۳) ۳۴/۲ (۴)

راه حل: ابتدا دمای انتهای این لایه را به درجه سلسیوس تبدیل می‌کنیم:

$$T(\text{K}) = \theta(^{\circ}\text{C}) + 273 \rightarrow 218(\text{K}) = \theta(^{\circ}\text{C}) + 273 \rightarrow \theta(^{\circ}\text{C}) = -55^{\circ}\text{C}$$

سپس به کمک رابطه روبه‌رو، ارتفاع لایه تروپوسفر را به دست می‌آوریم: (گزینه ۳) $\Delta\theta = -6h \Rightarrow (-55) - 14 = -6h \Rightarrow h = 11/5\text{km}$

سبب: ۲

اگر یک بالون هواشناسی، دمای منطقه‌ای از سطح زمین را 25°C ثبت کرده باشد، در ارتفاع 5400 متری از سطح زمین در همان منطقه،

چه دمایی ثبت خواهد شد؟

۵۷/۱ $^{\circ}\text{C}$ (۱) ۷/۴ K (۲) ۲۱۵/۶ $^{\circ}\text{C}$ (۳) ۲۶۵/۶ K (۴)

راه حل: از سطح زمین تا ارتفاع حدود 12 کیلومتری، لایه تروپوسفر قرار دارد که در آن با افزایش ارتفاع به ازای هر کیلومتر، دما در حدود 6°C افت می‌کند.

$$h = 5400\text{m} = 5/4\text{km}, \quad \Delta\theta = -6h \rightarrow \theta_p - 25 = -6 \times 5/4 \rightarrow \theta_p = -7/4^{\circ}\text{C}$$

(گزینه ۴) $T_p = -7/4 + 273 = 265/6\text{K}$

۱- در یکی از لایه‌های هواکره، با افزایش ارتفاع به ازای هر کیلومتر، دما در حدود $3/1\text{K}$ کاهش پیدا می‌کند. اگر دما در ابتدای این

لایه حدود 7°C بوده و در انتهای این لایه به حدود 187K برسد، ارتفاع تقریبی این لایه چند کیلومتر است؟

۶۲ (۱) ۵۸ (۲) ۳۸ (۳) ۳۰ (۴)

۲- دمای منطقه‌ای روی سطح زمین 293K اندازه‌گیری شده است. در لایه تروپوسفر، در چه ارتفاعی از این منطقه بر حسب کیلومتر، دما در مقیاس سلسیوس به 10% دمای روی سطح زمین می‌رسد؟

۲/۵ (۱) ۳ (۲) ۳/۵ (۳) ۴ (۴)

۳- واکنش‌های لایه اوزون در لایه استراتوسفر انجام می‌شوند. این لایه حدوداً از ارتفاع ۱۲ کیلومتری سطح زمین با دمای 55°C (-) شروع شده و حدوداً در ارتفاع ۵۰ کیلومتری سطح زمین با دمای 280K به پایان می‌رسد. اگر لایه اوزون در ارتفاع حدود ۲۳ کیلومتری سطح زمین قرار داشته باشد، واکنش‌های این لایه در چه دمایی بر حسب کلوین انجام می‌شود؟

۳۱۰ (۱) ۲۶۲ (۲) ۲۳۶ (۳) ۱۹۹ (۴)

۴- در لایه تروپوسفر به ازای هر ۲۰۰۰ متر افزایش ارتفاع، فشار هوا تقریباً 2% کاهش می‌یابد. دمای هوا در ارتفاعی که فشار هوا تقریباً $1/4$ اتمسفر باشد، برابر با چند کلوین است؟ (دمای سطح زمین را 14°C و فشار آن را ۱ اتمسفر فرض کنید.)

۲۲۷ (۱) ۲۳۹ (۲) ۲۵۱ (۳) ۲۶۳ (۴)

کلاس مسئله ۲

خواص و رفتار گازها

مولکول‌های یک ماده در حالت گاز نسبت به حالت‌های جامد و مایع، فاصله بسیار بیشتری از یکدیگر دارند. از این رو، گازها برخلاف جامدات و مایعات تراکم‌پذیر بوده و می‌توان با تغییر فشار، دما و مقدار مول، حجم آن‌ها را تغییر داد. طبق قانون گازها، برای همه گازها نسبت $\frac{P \times V}{n \times T}$ مقدار ثابتی است. از این رو با تغییر هر یک از شرایط نمونه گازی، همه یا برخی از دیگر ویژگی‌های نمونه نیز دچار تغییر می‌شود. برای مثال، برای یک نمونه گازی در دمای ثابت، با افزایش فشار، حجم کاهش می‌یابد.

$$\frac{P \times V}{n \times T} = \text{ثابت}$$

چگونه مسئله حل کنیم؟

برای حل مسائل این قسمت، کافی است رابطه ارائه شده در بالا را به خاطر داشته باشید و شرایط اولیه نمونه گاز را با زیروند (۱) و شرایط ثانویه نمونه گاز را با زیروند (۲) به صورت روبه‌رو نمایش دهید: (دقت کنید که در رابطه داده شده، دما حتماً باید برحسب کلوین باشد.)

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

نکته: در مسائل مختلف، بسته به اطلاعات مسئله، می‌توانید از این رابطه و یا شکل ساده شده آن استفاده نمایید. برای جلوگیری از سردرگم شدن شما، مسائل مربوط به این قسمت در شش حالت کلی دسته‌بندی شده است.

حالت (۱): رابطه میان فشار و حجم یک نمونه گاز

برای یک نمونه گاز، در دمای ثابت، رابطه ارائه شده به صورت زیر تغییر می‌کند: (قانون بویل)

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

طبق رابطه بالا، در دمای ثابت، حجم یک گاز با فشار آن رابطه عکس دارد.

نسبت

حجم یک نمونه گاز در دمای 25°C و فشار 1 atm ، برابر یک لیتر است. حجم این نمونه گاز در دمای 25°C و فشار $2/5\text{ atm}$ ، برابر چند لیتر است؟

۲/۵ (۴) ۳/۲ (۳) ۴ (۲) ۶/۵ (۱)

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } T, n} P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow 1 \times 1 = 2/5 \times V_2 \Rightarrow V_2 = 5/2 \text{ L} \quad (\text{گزینه } 2)$$

راه‌حل

نسبت
۲

در یک تعمیرگاه، مخزنی به حجم ۲۰۰۰ لیتر در دمای ۲۷°C توسط گاز نیتروژن، تحت فشار ۴۰۰ اتمسفر پر شده است. به کمک این مخزن چند حلقه لاستیک خودرو به حجم ۳۱/۲۵ لیتر را در فشار ۳۲ atm می‌توان پر نمود؟ (دما را ثابت فرض کنید.)

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } T, n} P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow 400 \times 2000 = 32 \times V_2 \Rightarrow V_2 = 25000 \text{ L}$$

گزینه (۱) لاستیک ۸۰۰ = $25000 \text{ L} \times \frac{1 \text{ لاستیک}}{31.25 \text{ L}}$ تعداد لاستیک‌های پر شده

راحل

نسبت
۳

فشار یک نمونه گاز در یک سیلندر مجهز به پیستون روان به حجم ۲ لیتر، برابر ۵ اتمسفر است. اگر در دمای ثابت، حجم گاز را به ۸ لیتر افزایش دهیم، فشار گاز چند اتمسفر و چگونه تغییر می‌کند؟

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } T, n} P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow 5 \times 2 = P_2 \times 8 \Rightarrow P_2 = 1/25 \text{ atm}$$

از آنجا که ΔP منفی به دست آمده، پس فشار گاز کاهش یافته است.

راحل

توجه: در این قسمت ممکن است با مسائلی روبه‌رو شوید که در آن‌ها درصد تغییرات یک کمیت خواسته شده است. در چنین شرایطی تغییرات کمیت مورد نظر را نسبت به مقدار اولیه محاسبه کنید. اگر علامت درصد تغییرات برای یک کمیت منفی شود، یعنی طی فرایند، مقدار آن کمیت کاهش یافته و اگر علامت درصد تغییرات مثبت باشد، یعنی طی فرایند مقدار آن کمیت افزایش یافته است.

$$\times 100 = \frac{\text{تغییرات کمیت مورد نظر}}{\text{مقدار اولیه}} = \text{درصد تغییرات کمیت مورد نظر}$$

نسبت
۴

با افزایش ۶۰ درصدی حجم یک نمونه گاز در دمای ثابت، فشار آن چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } T, n} P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow P_1 V_1 = P_2 \times 1.6 V_1 \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{5}{8}$$

$$\text{درصد تغییر فشار} = \frac{\Delta P}{P_1} \times 100 = \frac{P_2 - P_1}{P_1} \times 100 = \frac{5}{8} \frac{P_1 - P_1}{P_1} \times 100 = \frac{-3}{8} P_1 \times 100 = -37.5\%$$

از آنجا که درصد تغییرات منفی به دست آمده، پس فشار گاز کاهش یافته است. (گزینه ۳)

راحل

حالت (۲): رابطه میان حجم و دمای یک نمونه گاز

برای یک نمونه گاز، در فشار ثابت، رابطه ارائه شده به صورت زیر تغییر می‌کند. طبق قانون شارل، در فشار ثابت، حجم یک گاز با دمای آن رابطه مستقیم و خطی دارد.

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

توجه: در این رابطه، دما برحسب کلوین نوشته می‌شود.

نسبت
۵

حجم گازی در دمای ۱۷۳°C (-) برابر ۸ لیتر است. اگر در فشار ثابت دمای گاز به ۱۲۷°C افزایش یابد، حجم گاز چند لیتر افزایش می‌یابد؟

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } P, n} \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{8}{-173 + 273} = \frac{V_2}{127 + 273} \Rightarrow \frac{8}{100} = \frac{V_2}{400} \rightarrow V_2 = 32 \text{ L}$$

گزینه (۳) $\Delta V = 32 \text{ L} - 8 \text{ L} = 24 \text{ L}$

راحل

نسبت ۶

اگر با افزایش دما به اندازه 10°C ، حجم یک نمونه گاز ۵٪ افزایش یابد، دمای اولیه نمونه گاز برابر چند کلون بوده است؟ (فشار را ثابت فرض کنید.)

۱۵۰ (۱) ۲۰۰ (۲) ۲۵۰ (۳) ۳۰۰ (۴)

راهنما

$$T_2 = T_1 + 10, \quad V_2 = V_1 + \frac{5}{100} V_1 = 1.05 V_1$$

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } P, n} \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{1.05 V_1}{T_1 + 10} \Rightarrow \frac{1}{T_1} = \frac{1.05}{T_1 + 10} \Rightarrow T_1 + 10 = 1.05 T_1 \Rightarrow T_1 = 200 \text{ K}$$

(گزینه ۲)

نسبت ۷

چنانچه دمای یک نمونه گاز از -73°C به $+27^{\circ}\text{C}$ افزایش یابد، در فشار ثابت، حجم گاز چند درصد و چگونه تغییر می کند؟

۱ - ۵۰٪ افزایش (۱) ۲ - ۳۳٪ افزایش (۲) ۳ - ۵۰٪ کاهش (۳) ۴ - ۳۳٪ کاهش (۴)

راهنما

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } P, n} \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V_1}{-73 + 273} = \frac{V_2}{27 + 273} \Rightarrow \frac{V_1}{200} = \frac{V_2}{300} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{3}{2}$$

$$\text{درصد تغییر حجم} = \frac{\Delta V}{V_1} \times 100 = \frac{\frac{3}{2} V_1 - V_1}{V_1} \times 100 = 50\%$$

از آنجا که درصد تغییرات حجم، مثبت به دست آمده، پس حجم افزایش یافته است. (گزینه ۱)

حالت (۳): رابطه میان مقدار مول و حجم گازها

برای گازها، در دما و فشار ثابت، رابطه ارائه شده به صورت زیر تغییر می کند: (قانون آووگادرو)

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

طبق قانون آووگادرو، در دما و فشار ثابت، حجم یک گاز با مقدار مول آن رابطه مستقیم و خطی دارد.

نسبت ۸

در دما و فشار اتاق، برای پر کردن یک بالن به حجم 50 لیتر به 2 مول گاز هلیوم نیاز است. اگر در همین شرایط بخواهیم یک بالن دیگر به حجم 120 لیتر را با گاز هلیوم پر کنیم، چند مول از این گاز لازم است؟

۱/۲ (۱) ۳/۸ (۲) ۴/۲ (۳) ۴/۸ (۴)

راهنما

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } P \text{ و } T} \frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} \Rightarrow \frac{50}{2} = \frac{120}{n_2} \Rightarrow n_2 = 4.8 \text{ mol}$$

(گزینه ۴)

نسبت ۹

در دما و فشار معین و ثابت، مقدار گاز موجود در یک ظرف با پیستون متحرک را از $4/2$ مول به $3/5$ مول کاهش می دهیم، حجم گاز تقریباً چند درصد و چگونه تغییر می کند؟

۱ - ۱۶/۷٪ افزایش (۱) ۲ - ۸۳/۳٪ افزایش (۲) ۳ - ۱۶/۷٪ کاهش (۳) ۴ - ۸۳/۳٪ کاهش (۴)

راهنما

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } P, T} \frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} \Rightarrow \frac{V_1}{4/2} = \frac{V_2}{3/5} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{5}{6}$$

$$\text{درصد تغییرات حجم} = \frac{\Delta V}{V_1} \times 100 = \frac{\frac{5}{6} V_1 - V_1}{V_1} \times 100 = -16.67\%$$

از آنجا که درصد تغییرات حجم، منفی به دست آمده، پس حجم کاهش یافته است. (گزینه ۳)

نسبت: ۱۰

چنانچه با اضافه کردن ۱۶ گرم گاز اکسیژن به یک سیلندر حاوی گاز اکسیژن، حجم سیلندر ۱/۲ برابر شود، مقدار اولیه گاز اکسیژن موجود در سیلندر چند گرم بوده است؟ (دما و فشار را طی فرایند ثابت فرض کنید.) (O = ۱۶g.mol⁻¹)

۹۶ (۱) ۸۰ (۲) ۶۴ (۳) ۳۸ (۴)

راه حل: روش اول: ابتدا تعداد مول گاز اکسیژن اضافه شده را حساب می‌کنیم:

$$n_2 \text{ mol O}_2 = 16 \text{ g O}_2 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{32 \text{ g O}_2} = 0.5 \text{ mol O}_2 \text{ (گاز اکسیژن اضافه شده)}$$

سپس تعداد مول‌های اولیه گاز O_۲ را حساب می‌کنیم:

$$n_2 = n_1 + 0.5 \quad V_2 = 1/2 V_1$$

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } P, T} \frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} \Rightarrow \frac{V_1}{n_1} = \frac{1/2 V_1}{n_1 + 0.5} \Rightarrow n_1 = 2/5 \text{ mol O}_2$$

اکنون مقدار جرم اولیه گاز اکسیژن را محاسبه می‌کنیم:

$$m_1 \text{ g O}_2 = 2/5 \text{ mol O}_2 \times \frac{32 \text{ g O}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 8 \text{ g O}_2 \text{ (گزینه ۲)}$$

روش دوم:

$$m_2 = m_1 + 16, \quad V_2 = 1/2 V_1$$

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } P, T} \frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} \Rightarrow \frac{n_2}{n_1} = \frac{V_2}{V_1} \xrightarrow{n = \frac{m}{M}} \frac{m_2}{M} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow \frac{m_1 + 16}{m_1} = \frac{1/2 V_1}{V_1} \Rightarrow m_1 = 8 \text{ g O}_2$$

حالت (۴): بررسی گازها در شرایط استاندارد

نکته

حجمی را که یک مول از هر گاز در دما و فشار معین اشغال می‌کند، حجم مولی گاز می‌نامند. طبق قانون آووگادرو، حجم یک مول از گازهای مختلف در دما و فشار یکسان باهم برابر است. شیمی‌دان‌ها معمولاً حجم گازها را در دمای صفر درجه سلسیوس و فشار یک اتمسفر بیان می‌کنند که به آن شرایط استاندارد (STP) می‌گویند. در شرایط استاندارد (STP)، حجم یک مول از هر گاز برابر ۲۲/۴ لیتر است. به بیان دیگر، حجم مولی گازها در شرایط استاندارد (STP) برابر ۲۲/۴ لیتر می‌باشد.

در حل مسائل این قسمت می‌توانید از روش تناسب استفاده کنید. برای حل چنین تست‌هایی با توجه به اطلاعات داده شده و خواسته مسئله، می‌توان از یک تساوی استفاده نمود.

$$\frac{\text{لیتر گاز (غیر STP)}}{\text{حجم مولی گازها}} = \frac{\text{لیتر گاز (STP)}}{22.4} = \frac{\text{تعداد ذره‌های گازی}}{6.02 \times 10^{23}} = \frac{\text{جرم ماده گازی}}{\text{جرم مولی}} = \frac{\text{تعداد مول ماده گازی}}{1}$$

نسبت: ۱۱

حجم ۲ گرم گاز گوگرد دی‌اکسید در شرایط استاندارد (STP) برابر چند میلی‌لیتر است؟ (S = ۳۲, O = ۱۶: g.mol⁻¹)

۷۰ (۱) ۵۶ (۲) ۷۰۰ (۳) ۵۶۰ (۴)

$$? \text{ mL SO}_2 = 2 \text{ g SO}_2 \times \frac{1 \text{ mol SO}_2}{64 \text{ g SO}_2} \times \frac{22.4 \text{ L SO}_2}{1 \text{ mol SO}_2} \times \frac{10^3 \text{ mL SO}_2}{1 \text{ L SO}_2} = 700 \text{ mL SO}_2 \text{ (گزینه ۳)}$$

راه حل: روش اول:

$$\frac{\text{جرم ماده گازی}}{\text{جرم مولی}} = \frac{\text{لیتر گاز (STP)}}{22.4} \Rightarrow \frac{2}{64} = \frac{x \text{ L SO}_2}{22.4} \Rightarrow x = 700 \text{ mL}$$

روش دوم:

نسبت: ۱۲

اگر در دمای ۲۰°C و فشار ۲atm، حجم یک مول از گازها برابر ۱۲ لیتر باشد، جرم ۱۳۲ لیتر گاز آمونیاک در این شرایط چند گرم است؟ (N = ۱۴, H = ۱: g.mol⁻¹)

۱۷۸ (۱) ۱۸۲ (۲) ۱۸۷ (۳) ۱۷۲ (۴)

$$? \text{ g NH}_3 = 132 \text{ L NH}_3 \times \frac{1 \text{ mol NH}_3}{12 \text{ L NH}_3} \times \frac{17 \text{ g NH}_3}{1 \text{ mol NH}_3} = 187 \text{ g NH}_3 \text{ (گزینه ۳)}$$

راه حل: روش اول:

$$\frac{\text{جرم ماده گازی}}{\text{جرم مولی}} = \frac{\text{لیتر گاز (غیر STP)}}{\text{حجم مولی گازها}} \Rightarrow \frac{x \text{ g NH}_3}{17} = \frac{132}{12} \Rightarrow x = 187 \text{ g}$$

روش دوم:

۱۳

۵/۶ لیتر از کدام گاز در دمای صفر درجه سلسیوس و فشار یک اتمسفر، جرمی برابر با ۷ گرم دارد؟ (O=۱۶, N=۱۴, H=۱: g.mol⁻¹)



$$\text{گاز } 28g = \frac{\text{گاز } 7g}{5/6L \text{ گاز}} \times \frac{\text{گاز } 22/4L}{1 \text{ mol گاز}} \times 1 \text{ mol گاز} = 28g$$

راه حل روش اول:

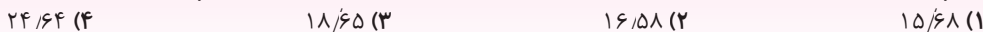
$$\frac{\text{جرم ماده گازی}}{\text{جرم مولی}} = \frac{\text{لیتر گاز (STP)}}{22/4} \Rightarrow \frac{7}{x} = \frac{5/6}{22/4} \Rightarrow x = 28 \text{ g.mol}^{-1}$$

روش دوم:

در میان گزینه‌ها، جرم مولی N_2 برابر ۲۸ گرم بر مول است. (گزینه ۲)

۱۴

حجم یک مخلوط گازی شامل $12/04 \times 10^{22}$ مولکول کربن دی‌اکسید و $3/01 \times 10^{23}$ اتم آرگون در شرایط استاندارد چند لیتر است؟



$$? \text{ mol } CO_2 = 12/04 \times 10^{22} \text{ molecule } CO_2 \times \frac{1 \text{ mol } CO_2}{6/02 \times 10^{23} \text{ molecule } CO_2} = 0/2 \text{ mol } CO_2$$

راه حل

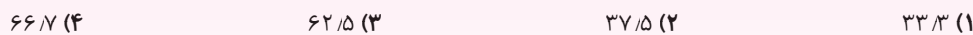
$$? \text{ mol Ar} = 3/01 \times 10^{23} \text{ atom Ar} \times \frac{1 \text{ mol Ar}}{6/02 \times 10^{23} \text{ atom Ar}} = 0/5 \text{ mol Ar}$$

$$\text{گزینه ۱ (۱) } 15/68L = \frac{22/4L}{1 \text{ mol گاز}} \times 0/7 \text{ mol گاز} = 0/2 + 0/5 = 0/7 \text{ mol} \Rightarrow ? L = \text{مجموع مول گازها}$$

۱۵

اگر ۲۴۰ گرم از یک مخلوط گازی شامل گازهای آرگون و اکسیژن در شرایط استاندارد، حجمی برابر ۱۵۶/۸ لیتر داشته باشد، چند درصد

جرم مخلوط گازی را گاز اکسیژن تشکیل داده است؟ (O=۱۶, Ar=۴۰: g.mol⁻¹)



راه حل ابتدا با استفاده از حجم مخلوط گازی، شمار مول‌های گاز را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ mol گاز} = 156/8L \text{ گاز} \times \frac{1 \text{ mol گاز}}{22/4L \text{ گاز}} = 7 \text{ mol گاز}$$

سپس مقدار مول گاز O_2 را x و مقدار مول گاز Ar را $(7-x)$ در نظر می‌گیریم و جرم هر یک از گازها را محاسبه می‌کنیم:

$$\left. \begin{aligned} ? \text{ g } O_2 &= x \text{ mol } O_2 \times \frac{32 \text{ g } O_2}{1 \text{ mol } O_2} = 32x \text{ g } O_2 \\ ? \text{ g Ar} &= (7-x) \text{ mol Ar} \times \frac{40 \text{ g Ar}}{1 \text{ mol Ar}} = 40 \times (7-x) \text{ g Ar} \end{aligned} \right\} \Rightarrow 32x + (40 \times (7-x)) = 240 \Rightarrow x = 5$$

$$? \text{ g } O_2 = 5 \text{ mol } O_2 \times \frac{32 \text{ g } O_2}{1 \text{ mol } O_2} = 160 \text{ g } O_2$$

$$\% O_2 = \frac{\text{جرم } O_2}{\text{جرم کل مخلوط}} \times 100 = \frac{160}{240} \times 100 \approx 66/7 \%$$

(گزینه ۴) ۶۶/۷٪

اکنون درصد جرمی گاز O_2 را در مخلوط گازی به دست می‌آوریم:

حالت (۵): تغییر بیش از یک کمیت برای گازها

در برخی مسائل، دو یا تعداد بیشتری از ویژگی‌های گازها دچار تغییر می‌شوند. در حل اینگونه مسائل، به جای استفاده از روابط متعدد می‌توانید از رابطه کلی که در ابتدای بحث آموختید استفاده کنید:

$$\text{رابطه کلی: } \frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2}$$

نسبت
۱۶

حجم گازی در دمای 27°C و فشار $1/2\text{atm}$ برابر 70L است، اگر نیمی از مقدار مول ماده گازی از ظرف واکنش خارج شود، فشار گاز در دمای 177°C باید به چند اتمسفر برسد تا حجم گاز تغییر نکند؟

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } V} \frac{P_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2}{n_2 T_2} \Rightarrow \frac{1/2}{n_1 \times (27 + 273)} = \frac{P_2}{0.5 n_1 \times (177 + 273)} \Rightarrow P_2 = \frac{0.5 \times 450 \times 1/2}{300} = 0.9\text{ atm}$$

(گزینه ۱)

راحت

نسبت
۱۷

یک بالن هواشناسی به حجم 24 لیتر، در دمای 27°C و فشار 1atm قرار دارد. حجم این بالن در ارتفاع 5 کیلومتری از سطح زمین که دما و فشار به ترتیب برابر -3°C و 0.16atm است، برابر با چند لیتر است؟

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } n} \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{1 \times 24}{27 + 273} = \frac{0.16 \times V_2}{-3 + 273} \Rightarrow V_2 = 36\text{L}$$

(گزینه ۴)

راحت

حالت (۶): تعیین چگالی گازها و مقایسه آنها با یکدیگر

در برخی مسائل، از شما چگالی یک نمونه گاز در شرایط معین خواسته می‌شود. برای حل چنین مسائلی کافی است بدانید که چگالی یک گاز، از تقسیم

$$\text{جرم مولی بر حجم مولی آن به دست می‌آید: } \text{چگالی گازها} = \frac{\text{جرم مولی (M)}}{\text{حجم مولی (V)}}$$

همچنین اگر نسبت چگالی یک گاز در شرایط گوناگون و یا نسبت چگالی دو گاز در شرایط یکسان یا متفاوت خواسته شود، می‌توانید از رابطه زیر استفاده کنید. توجه داشته باشید که این رابطه از رابطه قانون گازها و با توجه به تعریف چگالی (نسبت جرم به حجم ماده) به دست می‌آید:

$$\frac{P_1 M_1}{d_1 T_1} = \frac{P_2 M_2}{d_2 T_2}$$

d_1, d_2 : چگالی گازها (g.L^{-1})
 P_1, P_2 : فشار گازها
 M_1, M_2 : جرم مولی گازها (g.mol^{-1})
 T_1, T_2 : دمای گازها (K)

نسبت
۱۸

چگالی گاز کربن مونوکسید در شرایط STP برابر چند گرم بر لیتر است؟

$$\text{چگالی} = \frac{\text{جرم مولی (M)}}{\text{حجم مولی (V)}} = \frac{28\text{g.mol}^{-1}}{22.4\text{L.mol}^{-1}} = 1.25\text{g.L}^{-1}$$

(گزینه ۳)

راحت

نسبت
۱۹

در دمای 75°C و فشار $1/5\text{atm}$ ، چگالی گاز اتان چند برابر چگالی گاز متان است؟

$$\frac{P_1 M_1}{d_1 T_1} = \frac{P_2 M_2}{d_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } P, T} \frac{M_1}{d_1} = \frac{M_2}{d_2} \rightarrow \frac{d_2}{d_1} = \frac{M_2}{M_1} = \frac{30}{16} = 1.875$$

(گزینه ۲)

راحت

نسبت
۲۰

چگالی گاز O_2 در دمای 27°C و فشار 1atm چند برابر چگالی گاز H_2 در دمای -3°C و فشار 2atm است؟

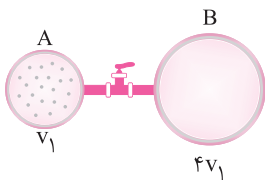
$$\frac{P_{\text{H}_2} M_{\text{H}_2}}{d_{\text{H}_2} T_{\text{H}_2}} = \frac{P_{\text{O}_2} M_{\text{O}_2}}{d_{\text{O}_2} T_{\text{O}_2}} \Rightarrow \frac{d_{\text{O}_2}}{d_{\text{H}_2}} = \frac{P_{\text{O}_2} M_{\text{O}_2} T_{\text{H}_2}}{P_{\text{H}_2} M_{\text{H}_2} T_{\text{O}_2}} = \frac{1 \times 32 \times (-3 + 273)}{2 \times 2 \times (27 + 273)} = 5/16$$

(گزینه ۴)

راحت

تمرین‌های کلاس مسئله ۲

- ۱- حجم یک نمونه گاز در دمای ۲۹۸K و فشار ۲ اتمسفر برابر ۵ لیتر است. اگر فشار این گاز در دمای ثابت ۲/۵ برابر شود، حجم آن چند لیتر می‌شود؟
- ۲/۵ (۲) ۱۲/۵ (۳) ۲۵ (۴) ۲ (۱)
- ۲- با یک کپسول ۱۲ لیتری حاوی گاز هلیوم، ۵۰۰ بادکنک هلیومی با حجم ۴۰۰ میلی‌لیتر و فشار ۱/۵ اتمسفر را پر می‌کنیم. فشار این کپسول چند اتمسفر بوده است؟ (دما را ثابت فرض کنید.)
- ۲/۵ (۲) ۱۲/۵ (۳) ۲۵ (۴) ۰/۵ (۱)
- ۳- در دمای ثابت، فشار یک نمونه گاز را ۲۰ درصد کاهش می‌دهیم. حجم آن چه تغییری می‌کند؟
- (۱) ۲۰ درصد افزایش می‌یابد. (۲) به ۸۰ درصد مقدار اولیه‌اش می‌رسد. (۳) ۲۵ درصد افزایش می‌یابد. (۴) ۲۵ درصد کاهش می‌یابد.
- ۴- حجم گازی در دمای 273°C برابر ۲ لیتر است. اگر در فشار ثابت، دمای این گاز بر حسب درجه سلسیوس دو برابر شود، حجم گاز چند لیتر افزایش می‌یابد؟
- ۱ (۱) ۱/۵ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴)
- ۵- اگر در فشار ثابت، دمای یک نمونه گاز را 4°C افزایش دهیم، حجم آن به $\frac{92}{91}$ حجم اولیه‌اش می‌رسد. دمای اولیه گاز چند درجه سلسیوس بوده است؟
- ۹۱ (۱) ۹۲ (۲) ۳۶۴ (۳) ۳۶۸ (۴)
- ۶- دمای یک نمونه گاز را که برابر 300°C کلویین است، در فشار ثابت 60°C کاهش می‌دهیم. حجم آن چگونه تغییر می‌کند؟
- (۱) ۲۰ درصد افزایش می‌یابد. (۲) ۲۰ درصد کاهش می‌یابد. (۳) ۲۵ درصد افزایش می‌یابد. (۴) ۲۵ درصد کاهش می‌یابد.
- ۷- چند گرم گاز هیدروژن را در دما و فشار اتاق به سیلندری با پیستون روان که در آن ۳ مول گاز هیدروژن وجود دارد، اضافه کنیم تا حجم گاز از ۲ لیتر به ۴ لیتر برسد؟
- ۳ (۱) ۶ (۲) ۹ (۳) ۱۲ (۴)
- ۸- اگر در دما و فشار ثابت، $\frac{\Delta X}{\lambda}$ گرم گاز نیتروژن را از سیلندری با پیستون متحرک که دارای X گرم از این گاز بوده است، خارج کنیم، حجم سیلندر چه تغییری می‌کند؟
- (۱) $37/5$ درصد کاهش می‌یابد. (۲) $62/5$ درصد کاهش می‌یابد. (۳) $37/5$ درصد افزایش می‌یابد. (۴) $62/5$ درصد افزایش می‌یابد.
- ۹- در سیلندری با پیستون روان، مخلوطی از ۴ گرم گاز هلیوم و مقداری گاز متان وجود دارد. اگر در دما و فشار ثابت، ۸ گرم گاز هلیوم به این مخلوط اضافه کنیم، ارتفاع پیستون نسبت به حالت اول ۱/۵ برابر می‌شود. چند درصد جرمی مخلوط نهایی را گاز متان تشکیل می‌دهد؟
- ($C=12, H=1, He=4: \text{g.mol}^{-1}$)
- ۷۶ (۱) ۸۰ (۲) ۸۵ (۳) ۹۲ (۴)
- ۱۰- دو ظرف مقابل توسط یک شیر به یکدیگر متصل شده‌اند. مقداری گاز در ظرف A در دمای 227°C و فشار ۲atm وجود دارد. شیر را باز می‌کنیم تا گاز هر دو ظرف را اشغال کند. اگر دمای گاز به 27°C برسد، فشار نهایی آن برابر چند اتمسفر می‌شود؟
- ۰/۶۴ (۱) ۰/۲۴ (۲) ۰/۴۲ (۳) ۰/۳۶ (۴)
- ۱۱- ۲۰ گرم گاز آرگون در محفظه‌ای وجود دارد. اگر ۶ گرم از این گاز را خارج، حجم ظرف را دو برابر و دمای گاز باقی‌مانده را بر حسب کلویین ۴ برابر کنیم، فشار گاز باقی‌مانده چند برابر فشار گاز اولیه خواهد شد؟
- ۲/۸ (۱) ۲/۱ (۲) ۱/۴ (۳) ۰/۷ (۴)
- ۱۲- حجم مولی گازها در دمای 25°C و فشار ۱atm برابر ۲۴ لیتر است. مجموع جرم ۳ مول گاز هیدروژن و ۸۴ لیتر گاز پروپان (C_3H_8) در این شرایط برابر با چند گرم است؟
- ۱۶۶ (۱) ۱۶۳ (۲) ۱۵۷ (۳) ۱۶۰ (۴)
- ۱۳- اگر ۵/۱ گرم گاز آمونیاک در دما و فشار معین ۹ لیتر حجم داشته باشد، ۳۲ گرم گاز گوگرد تری‌اکسید در همین دما و فشار، چه جرمی را بر حسب لیتر اشغال می‌کند؟
- ($S=32, O=16, N=14, H=1: \text{g.mol}^{-1}$)
- ۱۲ (۱) ۱۵ (۲) ۱۸ (۳) ۲۱ (۴)



۱۴- در مخلوطی از ۲/۴ لیتر متان (CH_4) و ۱۳/۴ لیتر اتان (C_2H_6) در شرایط STP، چند اتم هیدروژن وجود دارد؟

- (۱) $2/4 \times 10^{23}$ (۲) $2/408 \times 10^{24}$ (۳) $4/214 \times 10^{23}$ (۴) $4/214 \times 10^{24}$

۱۵- حجم یک نمونه ۱۳/۲ گرمی از یک گاز در شرایط STP برابر ۶/۷۲ لیتر است. این نمونه در دمای $182^\circ C$ و فشار ۲ اتمسفر چند لیتر حجم دارد و این گاز کدام است؟

- (۱) $C_2H_8 - 5/6$ (۲) $CO_2 - 2/24$ (۳) $NO_2 - 5/6$ (۴) $N_2O - 2/24$

۱۶- اگر هوا را شامل ۷۸٪ گاز نیتروژن، ۲۱٪ گاز اکسیژن و ۱٪ گاز آرگون در نظر بگیریم، چگالی کدام گاز زیر در شرایط یکسان به تقریب ۲ برابر چگالی هوا است؟

- (۱) $CO_2 (44 \text{ g.mol}^{-1})$ (۲) $N_2O_3 (76 \text{ g.mol}^{-1})$ (۳) $C_2H_6 (58 \text{ g.mol}^{-1})$ (۴) $SF_6 (70 \text{ g.mol}^{-1})$

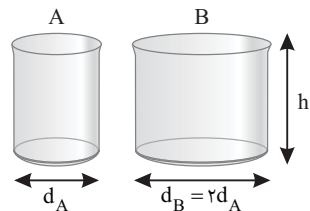
۱۷- اگر در دما و فشار معین چگالی گاز نیتروژن برابر $1/4 \text{ g.L}^{-1}$ باشد، چگالی گاز گوگرد دی‌اکسید برابر چند گرم بر لیتر است؟

- (۱) $1/6$ (۲) $2/4$ (۳) $3/2$ (۴) $4/8$

۱۸- در شرایط معینی از دما و فشار که چگالی گاز N_2 برابر $1/5$ گرم بر لیتر است، یک مخلوط گازی با چگالی $1/4$ گرم بر لیتر دارای ۳۰ درصد حجمی گاز O_2 است. درصد جرمی گاز اکسیژن در این مخلوط چقدر است؟

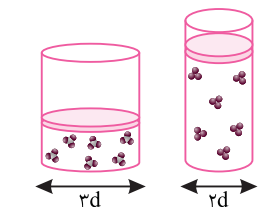
- (۱) ۴۰ (۲) ۱۵ (۳) ۲۵ (۴) ۳۰

۱۹- دو استوانه A و B مطابق شکل در اختیار داریم و مقدار معینی گاز در ظرف A در شرایط STP وجود دارد. اگر در اثر انتقال تمام این مقدار گاز به ظرف B، فشار ۵۰ درصد کاهش یابد، اختلاف دمای دو ظرف A و B چند درجه سلسیوس است؟



- (۱) ۲۷۳ (۲) ۱۰۹۲ (۳) ۵۴۶ (۴) ۸۱۹

۲۰- مطابق شکل زیر، دو سیلندر با پیستون روان در شرایط یکسان از نظر دما و فشار، حاوی جرم‌های برابری از گازهای SO_3 و O_3 هستند. چند مورد از مطالب زیر در رابطه با این سیلندرها نادرست است؟



- ارتفاع پیستون در سیلندر حاوی گاز اوزون، $3/5$ برابر سیلندر دیگر است.
- تعداد اتم‌ها در سیلندر دارای حجم بیشتر، $1/25$ برابر سیلندر دیگر است.
- چگالی گاز در سیلندر حاوی گاز SO_3 ، $1/67$ برابر سیلندر دیگر است.
- افزودن مقدار یکسانی گاز هیدروژن به محتویات سیلندرها، چگالی گازهای موجود در آنها را به یک مقدار کاهش می‌دهد.

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

کلاس مسئله ۳

استوکیومتری واکنش

استوکیومتری واکنش بخشی از دانش شیمی است که به ارتباط کمی میان مواد شرکت‌کننده (واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها) در هر واکنش می‌پردازد. شیمی‌دان‌ها و مهندسان به کمک استوکیومتری واکنش، مشخص می‌کنند که برای تولید مقدار معینی از یک فراورده، به چه مقدار از هر واکنش‌دهنده نیاز است.

چگونه مسئله حل کنیم؟

در فصل قبل با نحوه محاسبه شمار مول‌های انواع مواد آشنا شدید، اکنون قصد داریم روش حل انواع مسائل استوکیومتری واکنش را برای شما یادآوری کنیم. روش کسر تبدیل (روش تشریحی): برای حل مسائل استوکیومتری واکنش در آزمون‌های تشریحی از روش کسر تبدیل استفاده کنید. به منظور رسیدن به پاسخ این مسائل، گام‌های زیر را یکی پس از دیگری بردارید:
گام اول: معادله واکنش را نوشته و موازنه کنید.

گام دوم: اگر مقدار ماده داده شده برحسب مول نبود، آن را با ضرب در یکی از کسرهای تبدیل زیر به مول تبدیل کنید:

$$\frac{1}{\text{جرم مولی ماده}} \times \text{تبدیل جرم ماده به مول}$$

$$\frac{1}{6.02 \times 10^{23}} \times \text{تبدیل تعداد ذرات به مول}$$

$$\frac{\text{چگالی ماده}}{\text{جرم مولی}} \times \text{تبدیل حجم یک ماده به مول به کمک چگالی و جرم مولی}$$

$$\frac{1}{22.4} \times \text{تبدیل حجم ماده گازی (L) به مول در شرایط STP}$$

$$\frac{1}{\text{حجم مولی گازها}} \times \text{تبدیل حجم ماده گازی به مول به کمک حجم مولی}$$

گام سوم: با توجه به ضرایب استوکیومتری ماده داده شده و ماده خواسته شده در معادله موازنه شده واکنش، مقدار مول ماده داده شده را به مقدار مول ماده خواسته شده تبدیل کنید. به این منظور می‌توانید از رابطه زیر استفاده نمایید:

$$\text{مقدار مول ماده خواسته شده} = \frac{\text{ضریب استوکیومتری ماده خواسته شده}}{\text{ضریب استوکیومتری ماده داده شده}} \times \text{مقدار مول ماده داده شده}$$

گام چهارم: اگر مقدار برحسب یکایی غیر از مول خواسته شده بود، مقدار مول آن را به کمک ضریب تبدیل مناسب (معکوس کسرهای تبدیل گام دوم) به یکای مورد نظر تبدیل کنید.

روش تناسب (روش تستی): برای حل مسائل استوکیومتری واکنش می‌توانید از روش تناسب نیز استفاده کنید. به منظور رسیدن به پاسخ این مسائل به روش تناسب، دو گام زیر را یکی پس از دیگری بردارید:

گام اول: معادله واکنش را نوشته و موازنه کنید.

گام دوم: با توجه به داده‌ها و خواسته‌های مطرح شده در صورت مسئله، به کمک دو مورد از تناسب‌های زیر، یک معادله تشکیل داده و مجهول معادله را که همان خواسته مسئله است، به دست آورید.

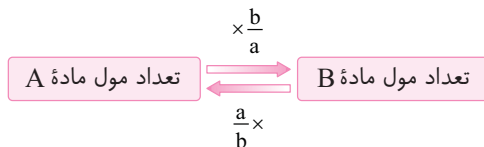
$$\frac{\text{چگالی} \left(\frac{g}{L} \right) \times \text{لیتر گاز (غیر STP)}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{لیتر گاز (غیر STP)}}{\text{حجم مولی} \left(\frac{L}{\text{mol}} \right) \times \text{ضریب}} = \frac{\text{لیتر گاز (STP)}}{22.4 \times \text{ضریب}} = \frac{\text{گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{شمار اتم‌ها یا مولکول‌ها}}{\text{مول}} \times \text{ضریب}$$

در ادامه، مسائل استوکیومتری واکنش در پنج حالت کلی مورد بررسی قرار می‌گیرند.

حالت (۱): روابط مولی - مولی در مسائل استوکیومتری

در برخی از مسائل استوکیومتری واکنش، به شما تعداد مول یک ماده داده می‌شود و از شما خواسته می‌شود تا مقدار مول ماده دیگر در واکنش را به دست آورید. در این گونه مسائل با استفاده از ضرایب استوکیومتری مواد شرکت‌کننده در معادله موازنه شده واکنش، می‌توان تعداد مول فراورده‌های تولید شده و یا تعداد مول واکنش‌دهنده‌های مورد نیاز را محاسبه نمود.

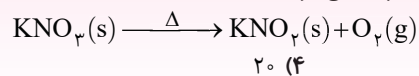
روش کسر تبدیل: واکنش فرضی $aA \rightarrow bB$ را در نظر بگیرید. برای تبدیل تعداد مول ماده A به تعداد مول ماده B و یا برعکس، به صورت زیر عمل می‌کنیم:



روش تناسب: برای تبدیل تعداد مول یک ماده به تعداد مول ماده دیگر، به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$\frac{\text{تعداد مول ماده خواسته شده}}{\text{ضریب استوکیومتری}} = \frac{\text{تعداد مول ماده داده شده}}{\text{ضریب استوکیومتری}}$$

در اثر تجزیه ۱۰ مول پتاسیم نیترات مطابق معادله موازنه نشده زیر، چند مول گاز اکسیژن تولید می‌شود؟

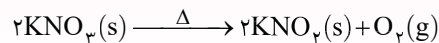


۲۰ (۴)

۱۰ (۳)

۵ (۲)

۲/۵ (۱)



راه‌حل معادله موازنه شده واکنش:

$$? \text{ mol } O_2 = 10 \text{ mol } KNO_3 \times \frac{1 \text{ mol } O_2}{2 \text{ mol } KNO_3} = 5 \text{ mol } O_2 \quad (\text{گزینه ۲})$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{مول } KNO_3}{\text{ضریب}} = \frac{\text{مول } O_2}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{10}{2} = \frac{x}{1} \Rightarrow x = 5 \text{ mol } O_2$$

روش دوم (تناسب):

۲

به منظور تهیه ۱۰۰۰ مول فلز آهن چند مذاب باید مطابق واکنش زیر با مقدار کافی کربن وارد واکنش شود؟



$$? \text{ mol Fe}_3\text{O}_4 = 1000 \text{ mol Fe} \times \frac{2 \text{ mol Fe}_3\text{O}_4}{4 \text{ mol Fe}} = 500 \text{ mol Fe}_3\text{O}_4 \quad (\text{گزینه ۳})$$

راه حل روش اول (کسر تبدیل):

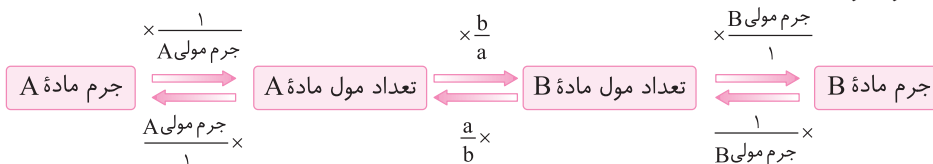
$$\frac{\text{مول Fe}_3\text{O}_4}{\text{ضریب}} = \frac{\text{مول Fe}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{x}{2} = \frac{1000}{4} \Rightarrow x = 500 \text{ mol Fe}_3\text{O}_4$$

روش دوم (تناسب):

حالت (۲): روابط جرمی - جرمی در مسائل استوکیومتری

در برخی مسائل استوکیومتری واکنش، به شما جرم یک ماده داده می‌شود و از شما جرم ماده دیگر خواسته می‌شود. در این گونه مسائل ابتدا جرم ماده داده شده را به کمک جرم مولی، به تعداد مول آن تبدیل کنید. سپس به کمک ضرایب استوکیومتری مواد در معادله موازنه شده واکنش، تعداد مول ماده خواسته شده را به دست آورید. در انتها، مقدار مول ماده خواسته شده را به کمک جرم مولی به جرم تبدیل نمایید.

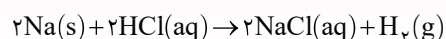
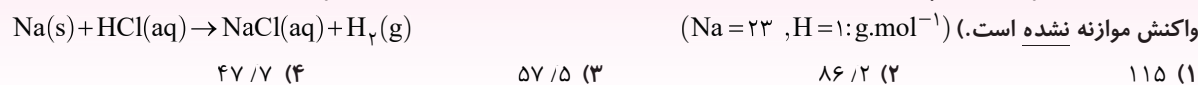
روش کسر تبدیل: برای دست آوردن جرم یک ماده شرکت کننده در واکنش به کمک جرم ماده دیگر می‌توان به صورت زیر عمل کرد: (واکنش فرضی $aA \rightarrow bB$ را در نظر بگیرید.)



روش تناسب: برای محاسبه جرم یک ماده شرکت کننده در واکنش به کمک جرم ماده دیگر، می‌توان از تساوی زیر استفاده کرد:

$$\frac{\text{جرم ماده خواسته شده}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم ماده داده شده}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}$$

۳

 از واکنش چند گرم فلز سدیم با مقدار کافی محلول هیدروکلریک اسید مطابق واکنش زیر، ۵ گرم گاز هیدروژن آزاد می‌شود؟ (معادله واکنش موازنه نشده است.) ($\text{Na} = 23, \text{H} = 1; \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

راه حل معادله موازنه شده واکنش:

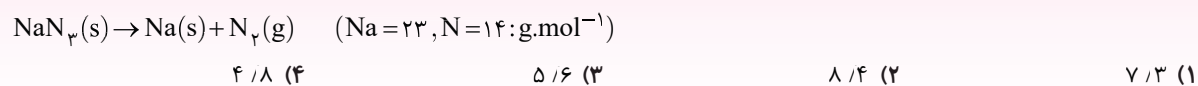
$$? \text{ g Na} = 5 \text{ g H}_2 \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{2 \text{ g H}_2} \times \frac{2 \text{ mol Na}}{1 \text{ mol H}_2} \times \frac{23 \text{ g Na}}{1 \text{ mol Na}} = 115 \text{ g Na} \quad (\text{گزینه ۱})$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{Na گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{H}_2 \text{ گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{x \text{ g Na}}{2 \times 23} = \frac{5}{1 \times 2} \Rightarrow x = 115 \text{ g Na}$$

روش دوم (تناسب):

۴

 از تجزیه کامل ۱۳ گرم سدیم آزید (NaN_3) مطابق معادله موازنه نشده زیر، چند گرم گاز نیتروژن تولید می‌شود؟

راه حل معادله موازنه شده واکنش:

$$? \text{ g N}_2 = 13 \text{ g NaN}_3 \times \frac{1 \text{ mol NaN}_3}{65 \text{ g NaN}_3} \times \frac{3 \text{ mol N}_2}{2 \text{ mol NaN}_3} \times \frac{28 \text{ g N}_2}{1 \text{ mol N}_2} = 8.4 \text{ g N}_2 \quad (\text{گزینه ۲})$$

روش اول (کسر تبدیل):

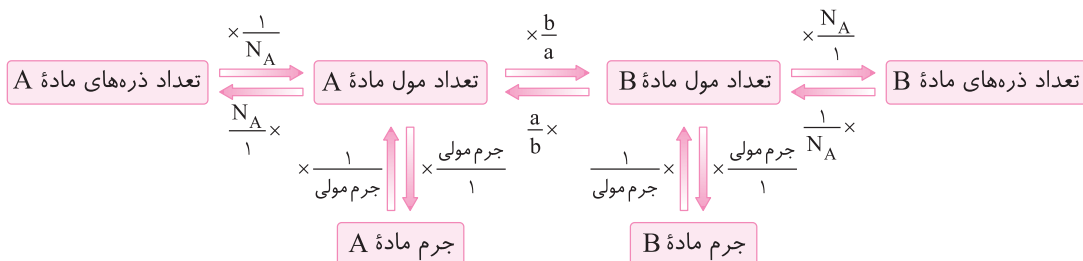
$$\frac{\text{NaN}_3 \text{ گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{N}_2 \text{ گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{13}{2 \times 65} = \frac{x \text{ g N}_2}{3 \times 28} \Rightarrow x = 8.4 \text{ g N}_2$$

روش دوم (تناسب):

حالت (۳): روابط مولکولی و اتمی در مسائل استوکیومتری

در برخی مسائل استوکیومتری واکنش، به شما تعداد ذرات یک ماده داده می‌شود و از شما مقدار مول، تعداد ذرات و ... ماده دیگر خواسته می‌شود یا برعکس. برای حل اینگونه مسائل ابتدا به کمک عدد آووگادرو ($N_A = 6.02 \times 10^{23}$)، مقدار ماده داده شده را برحسب مول محاسبه کنید. سپس به کمک ضرایب استوکیومتری مواد در معادله موازنه شده واکنش، مقدار ماده موردنظر را برحسب مول به دست آورید. چنانچه مسئله از شما تعداد ذرات را خواسته بود، از عدد آووگادرو استفاده کنید.

روش کسر تبدیل: واکنش فرضی $aA \rightarrow bB$ را در نظر بگیرید. برای تبدیل تعداد ذره‌ها، جرم یا مول ماده A به تعداد ذره‌ها، جرم یا مول ماده B و یا برعکس، به صورت زیر عمل می‌کنیم:

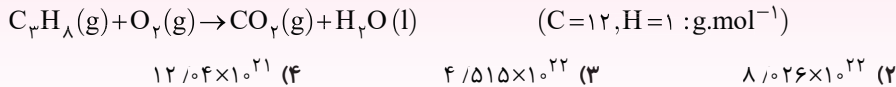


روش تناسب: برای تبدیل تعداد ذره‌ها، جرم یا مول یک ماده به تعداد ذره‌ها، جرم یا مول ماده دیگر و یا برعکس، از تناسب‌های زیر استفاده می‌کنیم:

$$\frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{\text{شمار مولکول‌ها یا اتم‌ها}} = \frac{\text{جرم}}{\text{مول}}$$

نسبت ۵

مطابق واکنش زیر، بر اثر سوختن ۱/۱ گرم گاز پروپان (C_3H_8)، چند مولکول گازی تولید می‌شود؟ (معادله موازنه شود.)



روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ molecule } CO_2 = 1/1 \text{ g } C_3H_8 \times \frac{1 \text{ mol } C_3H_8}{44 \text{ g } C_3H_8} \times \frac{3 \text{ mol } CO_2}{1 \text{ mol } C_3H_8} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ molecule } CO_2}{1 \text{ mol } CO_2}$$

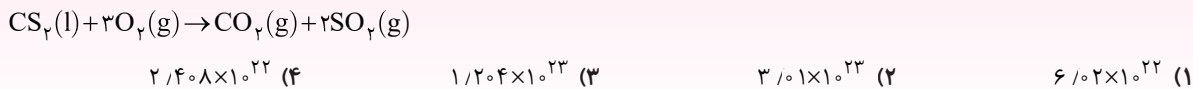
= $4/515 \times 10^{22}$ molecule CO_2 (گزینه ۳)

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{تعداد مولکول‌های } CO_2}{\text{تعداد مولکول‌های } C_3H_8} \Rightarrow \frac{1/1}{1 \times 44} = \frac{x \text{ molecule } CO_2}{3 \times 6.02 \times 10^{23}} \Rightarrow x = 4/515 \times 10^{22} \text{ molecule } CO_2$$

نسبت ۶

برای تهیه $1/204 \times 10^{23}$ مولکول SO_2 در واکنش سوختن کربن دی‌سولفید، چند مولکول CS_2 باید با مقدار کافی گاز اکسیژن بسوزد؟



$$? \text{ molecule } CS_2 = 1/204 \times 10^{23} \text{ molecule } SO_2 \times \frac{1 \text{ mol } SO_2}{N_A \text{ molecule } SO_2} \times \frac{1 \text{ mol } CS_2}{2 \text{ mol } SO_2} \times \frac{N_A \text{ molecule } CS_2}{1 \text{ mol } CS_2}$$

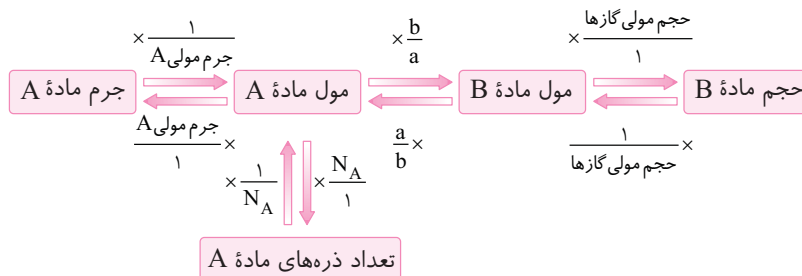
= $6/02 \times 10^{22}$ molecule CS_2 (گزینه ۱)

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{تعداد مولکول‌های } CS_2}{\text{تعداد مولکول‌های } SO_2} = \frac{\text{تعداد مولکول‌های } SO_2}{\text{تعداد مولکول‌های } CS_2} \Rightarrow \frac{x \text{ molecule } CS_2}{1 \times N_A} = \frac{1/204 \times 10^{23}}{2 \times N_A} \Rightarrow x = 6/02 \times 10^{22} \text{ molecule } CS_2$$

حالت (۴): روابط مولی - حجمی در مسائل استوکیومتری به کمک حجم مولی گازها

در برخی مسائل استوکیومتری واکنش، به شما مول یا جرم و یا تعداد ذرات یک ماده داده می‌شود و از شما حجم یک ماده گازی که در واکنش تولید یا مصرف شده، خواسته می‌شود و یا برعکس. در این گونه مسائل، ابتدا مول ماده گازی را به دست آورید. سپس حجم گاز را با استفاده از حجم مولی آن به دست آورید. روش کسر تبدیل: برای به دست آوردن حجم یک ماده گازی شرکت کننده در واکنش به کمک جرم، مقدار مول و یا تعداد ذرات ماده دیگر، می‌توان به صورت زیر عمل نمود: (واکنش فرضی $aA \rightarrow bB(g)$ را در نظر بگیرید.)

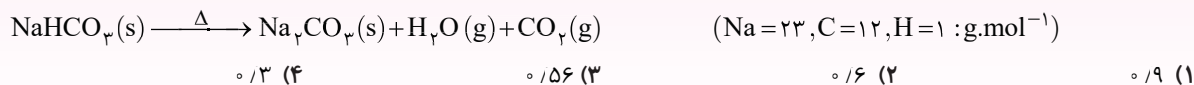


روش تناسب: برای محاسبه حجم یک ماده گازی شرکت کننده در واکنش به کمک جرم، مقدار مول و ... ماده دیگر، می‌توان به صورت زیر عمل نمود:

$$\frac{\text{لیتر گاز (غیر STP)}}{\text{حجم مولی} \left(\frac{L}{\text{mol}}\right) \times \text{ضریب}} = \frac{\text{لیتر گاز (STP)}}{22.4 \times \text{ضریب}} = \frac{\text{شمار مولکول‌ها یا اتم‌ها}}{N_A \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{\text{جرم}} = \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$$

نسبت ۷

از تجزیه $4/2$ گرم سدیم هیدروژن کربنات (NaHCO_3) مطابق معادله واکنش زیر، در شرایطی که حجم مولی گازها برابر $24/2$ لیتر بر مول است، حدوداً چند لیتر بخار آب تولید می‌شود؟ (معادله موازنه شود.)



راه حل: معادله موازنه شده واکنش: روش اول (کسر تبدیل):

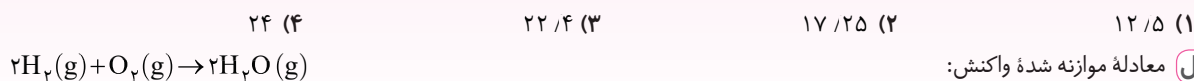
$$? \text{ L H}_2\text{O} = 4/2 \text{ g NaHCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol NaHCO}_3}{84 \text{ g NaHCO}_3} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{2 \text{ mol NaHCO}_3} \times \frac{24/2 \text{ L H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} \approx 0/6 \text{ L H}_2\text{O} \quad (\text{گزینه ۲})$$

$$\frac{\text{NaHCO}_3 \text{ گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{لیتر گاز (غیر STP)}}{2 \times 24} \Rightarrow \frac{4/2}{2 \times 84} = \frac{x \text{ L H}_2\text{O}}{1 \times 24/2} \Rightarrow x \approx 0/6 \text{ L H}_2\text{O}$$

روش دوم (تناسب):

نسبت ۸

اگر در اثر واکنش کامل 15 لیتر از مخلوط گازی شامل هیدروژن و اکسیژن، $14/4$ گرم بخار آب به دست آید، حجم مولی گازها در شرایط آزمایش برابر چند لیتر بر مول است؟



روش اول (کسر تبدیل): ابتدا مقدار مول مخلوط گازی اولیه را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ mol (H}_2, \text{O}_2) = 14/4 \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}} \times \frac{3 \text{ mol (H}_2, \text{O}_2)}{2 \text{ mol H}_2\text{O}} = 1/2 \text{ mol (H}_2, \text{O}_2)$$

$$\text{حجم مولی گازها} = \frac{\text{حجم گازها}}{\text{مول گازها}} = \frac{15 \text{ L}}{1/2 \text{ mol}} = 30 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \quad (\text{گزینه ۱})$$

سپس حجم مولی گازها را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{\text{جرم بخار آب}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{لیتر گاز (غیر STP)}}{2 \times 18} \Rightarrow \frac{14/4}{2 \times 18} = \frac{x}{3 \times 30} \Rightarrow x = 12/5 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$$

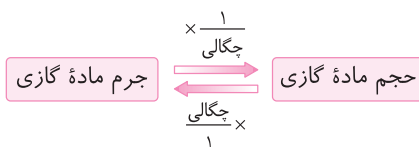
روش دوم (تناسب):

حالت (۵): روابط مولی - حجمی در مسائل استوکیومتری به کمک چگالی گازی

در برخی مسائل استوکیومتری واکنش، به شما تعداد مول، جرم و یا تعداد ذرات یک ماده داده می‌شود و از شما حجم یک ماده گازی که در واکنش تولید یا مصرف شده، خواسته می‌شود و یا برعکس. در این گونه مسائل اگر به جای حجم مولی گاز، چگالی آن داده شده باشد، کافی است با استفاده از اطلاعات داده شده در مسئله، جرم ماده گازی مورد نظر را به دست آورید و سپس به کمک چگالی، حجم آن را محاسبه نمایید.

روش کسر تبدیل: برای محاسبه حجم یک ماده گازی شرکت کننده در واکنش، جرم ماده گازی را محاسبه کرده و سپس به کمک چگالی $(\frac{g}{L})$ ، حجم گاز

را محاسبه می‌کنیم:

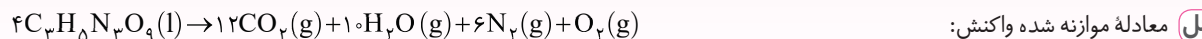
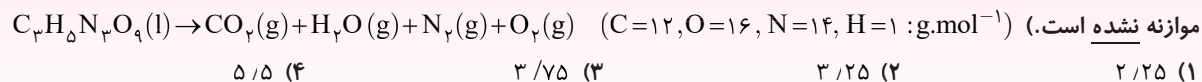


روش تناسب: برای محاسبه حجم یک ماده گازی شرکت کننده در واکنش به کمک جرم، مقدار مول و تعداد ذرات ماده دیگر، می‌توان به صورت زیر عمل کرد:

$$\frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{\text{شمار مولکولها یا اتمها}} = \frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}$$

نسبت ۹

از تجزیه ۲۲/۷ گرم نیتروگلیسرین $(C_3H_5N_3O_9)$ ، چند لیتر گاز نیتروژن با چگالی ۱/۱۲ گرم بر لیتر آزاد می‌شود؟ (معادله واکنش



راه حل معادله موازنه شده واکنش:

روش اول (کسر تبدیل):

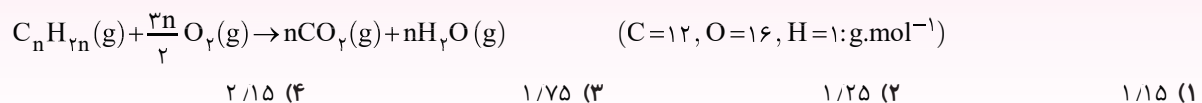
$$? L N_2 = 22.7 \text{ g } C_3H_5N_3O_9 \times \frac{1 \text{ mol } C_3H_5N_3O_9}{227 \text{ g } C_3H_5N_3O_9} \times \frac{6 \text{ mol } N_2}{4 \text{ mol } C_3H_5N_3O_9} \times \frac{28 \text{ g } N_2}{1 \text{ mol } N_2} \times \frac{1 L N_2}{1.12 \text{ g } N_2} = 3.75 L N_2 \quad (\text{گزینه ۳})$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{22.7}{4 \times 227} = \frac{x L N_2 \times 1.12}{6 \times 28} \Rightarrow x = 3.75 L N_2$$

نسبت ۱۰

اگر برای سوختن کامل ۵/۶ لیتر از یک آلکن که در دمای اتاق به صورت گاز است، مطابق معادله موازنه شده زیر ۲۴ گرم گاز اکسیژن لازم باشد، چگالی این هیدروکربن برابر چند گرم بر لیتر است؟



راه حل روش اول (کسر تبدیل): چگالی هیدروکربن را برابر d گرم بر لیتر در نظر می‌گیریم:

$$24 \text{ g } O_2 \times \frac{1 \text{ mol } O_2}{32 \text{ g } O_2} \times \frac{1 \text{ mol } C_nH_{2n}}{\frac{3n}{2} \text{ mol } O_2} \times \frac{(14n) \text{ g } C_nH_{2n}}{1 \text{ mol } C_nH_{2n}} \times \frac{1 L C_nH_{2n}}{d \text{ g } C_nH_{2n}} = 5.6 L C_nH_{2n} \Rightarrow d = 1.25 \text{ g.L}^{-1} \quad (\text{گزینه ۲})$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{5.6 \times d (g.L^{-1})}{1 \times 14n} = \frac{24}{\frac{3n}{2} \times 32} \Rightarrow d = 1.25 \text{ g.L}^{-1}$$

تمرین‌های کلاس مسئله ۳

- ۱- در اثر تجزیه گرمایی ۲۱ گرم سدیم هیدروژن کربنات مطابق معادله موازنه نشده زیر، چند گرم فرآورده جامد تولید می‌شود؟

$$\text{NaHCO}_3(s) \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3(s) + \text{CO}_2(g) + \text{H}_2\text{O}(g)$$
 $(\text{Na}=23, \text{O}=16, \text{C}=12, \text{H}=1 : \text{g.mol}^{-1})$
- ۱) ۲۶/۵ (۱) ۲) ۱۳/۲۵ (۲) ۳) ۳۹/۷۵ (۳) ۴) ۱۱/۲۵ (۴)
- ۲- از واکنش چند گرم فلز منیزیم با مقدار کافی محلول هیدروکلریک اسید، مطابق واکنش زیر، ۴/۵ گرم گاز تولید می‌شود؟

$$\text{Mg}(s) + 2\text{HCl}(aq) \rightarrow \text{MgCl}_2(aq) + \text{H}_2(g)$$
 $(\text{Mg}=24, \text{H}=1 : \text{g.mol}^{-1})$
- ۱) ۲۴ (۱) ۲) ۳۶ (۲) ۳) ۴۸ (۳) ۴) ۵۴ (۴)
- ۳- در اثر سوختن کامل ۶/۴ گرم متانول چند مولکول کربن دی‌اکسید تولید می‌شود؟ (معادله موازنه شود).

$$\text{CH}_3\text{OH}(l) + \text{O}_2(g) \rightarrow \text{CO}_2(g) + \text{H}_2\text{O}(l)$$
 $(\text{C}=12, \text{H}=1, \text{O}=16 : \text{g.mol}^{-1})$
- ۱) $1/204 \times 10^{23}$ (۱) ۲) $1/204 \times 10^{22}$ (۲) ۳) $2/408 \times 10^{23}$ (۳) ۴) $2/408 \times 10^{22}$ (۴)
- ۴- $15/05 \times 10^{21}$ مولکول نیتروژن برای تولید آمونیاک، به چند گرم گاز هیدروژن نیاز دارد و چند مولکول آمونیاک تشکیل می‌شود؟
 (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید). (معادله موازنه شود). $(\text{H}=1 \text{g.mol}^{-1})$

$$\text{N}_2(g) + 3\text{H}_2(g) \rightarrow 2\text{NH}_3(g)$$
- ۱) $3/01 \times 10^{22} - 0/15$ (۱) ۲) $3/01 \times 10^{21} - 0/05$ (۲) ۳) $3/01 \times 10^{22} - 0/05$ (۳) ۴) $3/01 \times 10^{21} - 0/15$ (۴)
- ۵- برای تولید ۸۰۰ میلی‌لیتر گاز اکسیژن در شرایطی که حجم مولی گازها برابر ۱۶ لیتر بر مول است، چند گرم آب اکسیژنه باید در مجاورت کاتالیزگر KI تجزیه شود؟ (معادله واکنش، موازنه نشده است).

$$\text{H}_2\text{O}_2(aq) \xrightarrow{\text{KI}} \text{H}_2\text{O}(l) + \text{O}_2(g)$$
 $(\text{H}=1, \text{O}=16 : \text{g.mol}^{-1})$
- ۱) ۱۷ (۱) ۲) ۳۴ (۲) ۳) ۱۷ (۳) ۴) ۳۴ (۴)
- ۶- ۲۰/۲ گرم پتاسیم نیترات در دمای بالاتر از 500°C ، مطابق معادله موازنه نشده زیر تجزیه می‌شود. طی این واکنش چند لیتر گاز در شرایط STP تولید می‌شود؟

$$\text{KNO}_3(s) \xrightarrow{\theta > 500^\circ\text{C}} \text{K}_2\text{O}(s) + \text{N}_2(g) + \text{O}_2(g)$$
 $(\text{K}=39, \text{N}=14, \text{O}=16 : \text{g.mol}^{-1})$
- ۱) ۲/۲۴ (۱) ۲) ۵/۶ (۲) ۳) ۷/۸۴ (۳) ۴) ۳/۳۶ (۴)
- ۷- در واکنش سوختن ناقص $6/72$ لیتر گاز متان در شرایط استاندارد، به ترتیب چند لیتر کربن مونوکسید و چند گرم آب تولید می‌شود؟
 (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید). $(\text{O}=16, \text{H}=1 : \text{g.mol}^{-1})$
- ۱) $10/8 - 6/72$ (۱) ۲) $10/8 - 3/36$ (۲) ۳) $5/4 - 6/72$ (۳) ۴) $5/4 - 3/36$ (۴)
- ۸- اگر از تجزیه $2/52$ گرم آمونیوم دی‌کرومات، $0/8$ لیتر بخار آب تولید شده باشد، چگالی بخار آب تولید شده در شرایط آزمایش برابر چند گرم بر لیتر است؟
 $(\text{Cr}=52, \text{N}=14, \text{O}=16, \text{H}=1 : \text{g.mol}^{-1})$

$$(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7(s) \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3(s) + \text{N}_2(g) + \text{H}_2\text{O}(g)$$
- ۱) ۱/۲ (۱) ۲) ۰/۸ (۲) ۳) ۰/۹ (۳) ۴) ۱/۳۵ (۴)
- ۹- چنانچه گاز کربن دی‌اکسید حاصل از تخمیر 270 گرم گلوکز را وارد مقدار کافی از محلول لیتیم پراکسید (Li_2O_2) کنیم، در پایان واکنش چند لیتر گاز اکسیژن در شرایط STP تولید می‌شود؟ (واکنش‌های داده شده موازنه نشده هستند).

$$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(aq) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{OH}(aq) + \text{CO}_2(g)$$
 $(\text{C}=12, \text{O}=16, \text{H}=1 : \text{g.mol}^{-1})$
- ۱) ۲۲/۴ (۱) ۲) ۳۳/۶ (۲) ۳) ۴۴/۸ (۳) ۴) ۵۶ (۴)
- ۱۰- با توجه به مراحل تشکیل گاز آلاینده اوزون تروپوسفری که در زیر به آن‌ها اشاره شده است، در اثر تولید $27/09 \times 10^{22}$ مولکول اوزون، چند لیتر گاز نیتروژن با چگالی $1/4 \text{g.L}^{-1}$ مصرف می‌شود؟
 $(\text{N}=14 \text{g.mol}^{-1})$

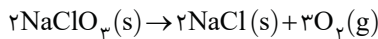
$$\text{N}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow 2\text{NO}(g)$$

$$2\text{NO}(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow 2\text{NO}_2(g)$$

$$\text{NO}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow \text{NO}(g) + \text{O}_3(g)$$
- ۱) ۴/۵ (۱) ۲) ۶ (۲) ۳) ۷/۵ (۳) ۴) ۹ (۴)

۱۱- اگر در شرایط یکسان، حجم گاز کربن دی‌اکسید حاصل از تجزیهٔ مقداری کلسیم کربنات، $\frac{2}{3}$ برابر حجم گاز اکسیژن تولید شده

از واکنش تجزیهٔ مقداری سدیم کلرات (NaClO_3) باشد، نسبت جرم سدیم کلرات به جرم کلسیم کربنات مصرفی در دو واکنش کدام است؟
($\text{Ca}=40, \text{Cl}=35/5, \text{Na}=23, \text{C}=12, \text{O}=16: \text{g.mol}^{-1}$)



۰/۹۳۸ (۱) ۱/۸۷۷ (۲) ۱/۰۶۵ (۳) ۲/۱۳ (۴)

۱۲- اگر ۶۸ گرم سدیم نیترات در یک ظرف در باز، طبق معادلهٔ موازنه نشدهٔ زیر به طور ناقص تجزیه شود و طی این فرایند $9/6$ گرم از جرم مواد درون ظرف کاسته شده باشد، اختلاف جرم دو جامد باقی‌مانده در ظرف چند گرم است؟



۹/۶ (۱) ۲۴/۴ (۲) ۲۸/۸ (۳) ۲۶/۶ (۴)

۱۳- اگر $3/81$ گرم از کلرید یک فلز با مقدار کافی محلول سدیم هیدروکسید، مطابق معادلهٔ زیر واکنش داده و $2/7$ گرم رسوب تشکیل شود، جرم مولی فلز مورد نظر کدام است؟

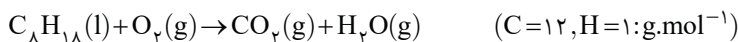


۲۴ (۱) ۳۹ (۲) ۵۶ (۳) ۶۵ (۴)

۱۴- مخلوطی به جرم ۳۰ گرم از گرد کربن و گوگرد را در اکسیژن کافی می‌سوزانیم. اگر در مجموع ۲۸ لیتر گاز در شرایط (STP) تولید شود، چند درصد جرم مخلوط اولیه را گوگرد تشکیل می‌دهد؟ (فراورده‌های حاصل از سوختن گوگرد و کربن به ترتیب گوگرد دی‌اکسید و کربن دی‌اکسید است.)
($\text{C}=12, \text{S}=32: \text{g.mol}^{-1}$)

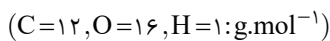
۶۰ (۱) ۳۹ (۲) ۸۰ (۳) ۹۰ (۴)

۱۵- برای سوختن کامل 30 لیتر بنزین با فرمول تقریبی C_8H_{18} و چگالی 0.76 g.mL^{-1} ، به چند مترمکعب هوا در شرایطی که حجم مولی گازها برابر 20 لیتر بر مول است، نیاز است؟ (۲۰ درصد حجمی هوا را گاز اکسیژن تشکیل می‌دهد.) (معادله موازنه شود.)



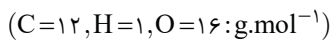
۲۵ (۱) ۱۲۵ (۲) ۵۰ (۳) ۲۵۰ (۴)

۱۶- مخلوطی به جرم ۲۷ گرم از گازهای متان (CH_4) و اتان (C_2H_6) را در اکسیژن کافی می‌سوزانیم. اگر جرم بخار آب تولید شده در هر دو واکنش با هم برابر باشد، مجموع جرم گاز کربن دی‌اکسید تولید شده در دو واکنش کدام است؟



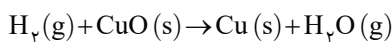
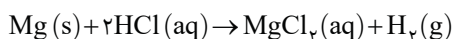
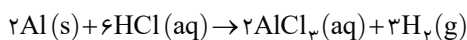
۵۵ (۱) ۶۶ (۲) ۷۷ (۳) ۸۸ (۴)

۱۷- مخلوطی به جرم ۸۰ گرم حاوی اتان (C_2H_6) و اتین (C_2H_2) را در اکسیژن کافی می‌سوزانیم. اگر مجموع تعداد مول‌های کربن دی‌اکسید تولیدی $1/5$ برابر مجموع تعداد مول‌های بخار آب تولیدی باشد، چند درصد جرمی مخلوط اولیه را اتان تشکیل داده است؟



۲۱/۷۹ (۱) ۱۸/۷۵ (۲) ۱۴/۴۵ (۳) ۹/۶۸ (۴)

۱۸- در مخلوطی از دو فلز آلومینیم و منیزیم، جرم آلومینیم دو برابر جرم منیزیم است. چنانچه این مخلوط را با مقدار کافی هیدروکلریک اسید واکنش دهیم و گاز هیدروژن حاصل از این واکنش‌ها با 220 گرم مس (II) اکسید به طور کامل واکنش دهد، جرم آلومینیم در مخلوط اولیه چند گرم است؟
($\text{Al}=27, \text{Mg}=24, \text{Cu}=64, \text{O}=16, \text{H}=1: \text{g.mol}^{-1}$)



۱۸ (۱) ۳۶ (۲) ۲۴ (۳) ۵۴ (۴)



برای دریافت فایل پاسخ تشریحی آزمون‌های جامع QR Code را اسکن کنید.

کل فصل

آزمون جامع ۱

۱- میانگین دمای سطح زمین برابر 14°C است. چنانچه در ارتفاع ۲۰۰۰ متری از سطح زمین یک بالن هواشناسی را برای بررسی تغییرات آب و هوا آماده کنیم. دمای این منطقه چند درجه سلسیوس است و بالن پس از حدوداً چند متر صعود از این ارتفاع، دما را با ۲۰٪ کاهش در مقیاس کلونین گزارش خواهد کرد؟ (به ترتیب از راست به چپ)

(۱) ۲-۹۱۶۷ (۲) ۸-۱۱۱۷۰ (۳) ۲-۱۱۱۷۰ (۴) ۸-۹۱۶۷

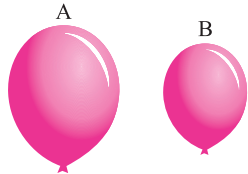
۲- جدول زیر، فشار گاز اکسیژن در ارتفاع‌های مختلف از سطح زمین را نشان می‌دهد. یک کوهنورد، دمای هوا را در دو ارتفاع مختلف به ترتیب $272/6\text{K}$ و $(-22)^{\circ}\text{C}$ گزارش کرده است. اختلاف ارتفاع و اختلاف فشار گاز اکسیژن در دو نقطه‌ای که دما در آن گزارش شده، به ترتیب از راست به چپ برابر چند کیلومتر و چند اتمسفر است؟ (دمای سطح زمین را 14°C در نظر بگیرید.)

ارتفاع از سطح زمین (km)	۰	۳/۰	۶/۰	۸/۱	۴/۲	۰/۳	۶/۳	۲/۴	۸/۴	۶	۷/۶	۳/۷	۹/۷
فشار گاز اکسیژن ($\times 10^{-2}\text{ atm}$)	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

(۱) $5/7 \times 10^{-2} - 4/2$ (۲) $6/9 \times 10^{-2} - 3/6$ (۳) $6/9 \times 10^{-2} - 4/2$ (۴) $5/7 \times 10^{-2} - 3/6$

۳- مقداری گاز آرگون در یک ظرف مکعبی با دمای $(-173)^{\circ}\text{C}$ وجود دارد. اگر همه محتویات این ظرف را به یک ظرف مکعبی دیگر با اضلاع دو برابر ظرف قبل منتقل کنیم، برای ثابت ماندن فشار ظرف، دمای آن را چند درجه سلسیوس باید افزایش دهیم؟

(۱) ۸۶۱ (۲) ۵۸۸ (۳) ۷۰۰ (۴) ۹۷۳



۴- اگر در بادکنک A مقداری گاز اکسیژن و در بادکنک B مقداری گاز گوگرد دی‌اکسید وجود داشته باشد، تعداد اتم‌های موجود در بادکنک A برابر تعداد مولکول‌های موجود در بادکنک B است و چگالی گاز موجود در بادکنک A از گاز موجود در بادکنک B است. ($S=32, O=16 : \text{g.mol}^{-1}$)

A
۲۷۳°C
۲atm
۴۴/۸L

B
۴۰۹/۵K
۰/۵atm
۳۳/۶L

(۲) ۸- بیشتر

(۱) ۴- بیشتر

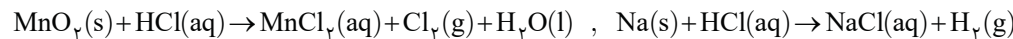
(۴) ۸- کمتر

(۳) ۴- کمتر

۵- مخلوطی به جرم ۹۲ گرم از گازهای متان و نئون در شرایط STP حجمی معادل ۱۱۲ لیتر دارد. چند درصد مولی مخلوط گازی را نئون تشکیل می‌دهد؟

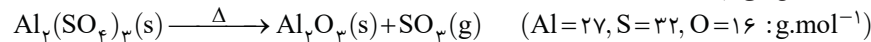
(۱) ۲۰ (۲) ۴۰ (۳) ۶۰ (۴) ۸۰

۶- مخلوطی به جرم ۷۸ گرم از منگنز (IV) اکسید و فلز سدیم با مقدار کافی محلول هیدروکلریک اسید مطابق معادله‌های موازنه نشده زیر واکنش می‌دهد. اگر در پایان واکنش‌ها ۱۱/۲ لیتر گاز کلر تولید شود، جرم گاز هیدروژن تولید شده چند گرم است؟ (واکنش‌ها در دمای 0°C و فشار ۱ atm انجام می‌شوند.)



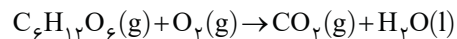
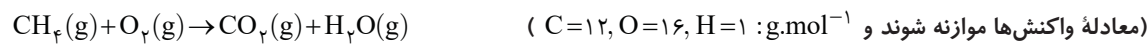
(۱) ۱/۵ (۲) ۳ (۳) ۰/۷۵ (۴) ۲/۲۵

۷- اگر ۱۷/۱ گرم آلومینیم سولفات را حرارت دهیم تا طبق معادله موازنه نشده زیر به طور کامل تجزیه شود، جرم مواد جامد درون ظرف واکنش به تقریب چند درصد کاهش می‌یابد؟



(۱) ۲۳/۳ (۲) ۲۹/۸ (۳) ۷۰/۲ (۴) ۷۶/۶

۸- گاز کربن دی‌اکسید حاصل از سوختن چند لیتر گاز متان با چگالی $0/6\text{g.L}^{-1}$ را می‌توان از اکسایش ۵۴ گرم گلوکز به دست آورد؟



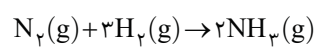
(۱) ۸ (۲) ۲۴ (۳) ۳۲ (۴) ۴۸

۹- از سوختن کامل مقداری هیدروکربن سیر شده ($\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$) در شرایط استاندارد، ۴۴/۸ لیتر گاز کربن دی‌اکسید و ۴۳/۲ گرم آب تولید شده است. برای سوختن کامل ۱۸ گرم از این هیدروکربن به چند مولکول اکسیژن نیاز است؟ (معادله موازنه شود.)



(۱) $1/204 \times 10^{23}$ (۲) $1/204 \times 10^{24}$ (۳) $7/525 \times 10^{23}$ (۴) $7/525 \times 10^{24}$

۱۰- جرم‌های برابری از کلسیم و آب با یکدیگر واکنش می‌دهند. چنانچه در پایان واکنش ۱۲ گرم آب باقی بماند، گاز هیدروژن آزاد شده از این واکنش با چند گرم گاز نیتروژن برای تولید آمونیاک، می‌تواند به طور کامل واکنش دهد؟



۳۵ (۴)

۲۸ (۳)

۱۴ (۲)

۲۱ (۱)

پاسخ تشریحی تمرین‌های کلاس مسئله ۱

۱- گزینه ۴ دما در انتهای لایه را برحسب درجه سلسیوس محاسبه می‌کنیم:

$$T(K) = \theta_p(^{\circ}C) + 273 \Rightarrow 187(K) = \theta_p(^{\circ}C) + 273 \Rightarrow \theta_p(^{\circ}C) = -86^{\circ}C$$

طبق روابط داریم:

$$\Delta\theta = -3/h \Rightarrow \theta_p - \theta_1 = -3/h \Rightarrow -86 - 7 = -3/h \Rightarrow h = 30 \text{ km}$$

۲- گزینه ۲ دمای سطح زمین و ارتفاع مورد نظر را برحسب درجه سلسیوس محاسبه می‌کنیم:

$$T(K) = \theta_1(^{\circ}C) + 273 \Rightarrow 292(K) = \theta_1(^{\circ}C) + 273 \Rightarrow \theta_1(^{\circ}C) = 19^{\circ}C, \theta_p = 0/1 \theta_1 = 0/1 \times 19 = 19^{\circ}C$$

می‌دانیم در لایه تروپوسفر با افزایش ارتفاع به ازای یک کیلومتر، دما در حدود $6^{\circ}C$ کاهش می‌یابد، پس:

$$\Delta\theta = -6h \Rightarrow \theta_p - \theta_1 = -6h \Rightarrow 19 - 19 = -6h \Rightarrow h = 0 \text{ km}$$

۳- گزینه ۳ ابتدا باید محاسبه کنیم که در این لایه در اثر افزایش ارتفاع به ازای یک کیلومتر، دما چقدر تغییر می‌کند:

$$h_1 = 12 \text{ km} \text{ و } \theta_1(^{\circ}C) = -55^{\circ}C$$

$$h_p = 50 \text{ km} \text{ و } \theta_p(^{\circ}C) = T_p(K) - 273 = 280 - 273 = 7^{\circ}C \Rightarrow \Delta\theta = m\Delta h \Rightarrow \theta_p - \theta_1 = m(h_p - h_1) \Rightarrow 7 - (-55) = m(50 - 12) \Rightarrow m = 1/63^{\circ}C$$

اکنون بین ابتدای این لایه و لایه اوزون روابط را می‌نویسیم. دما و ارتفاع لایه اوزون را با θ_0 و h_0 نشان می‌دهیم.

$$\Delta\theta = 1/63 \Delta h \Rightarrow \theta_0 - \theta_1 = 1/63(h_0 - h_1) \Rightarrow \theta_0 - (-55) = 1/63(23 - 12) \Rightarrow \theta_0 = -37^{\circ}C \Rightarrow T_0(K) = \theta_0(^{\circ}C) + 273 \Rightarrow T_0(K) = -37^{\circ}C + 273 = 236 \text{ K}$$

۴- گزینه ۲ ابتدا بررسی می‌کنیم که در چه ارتفاعی فشار هوا به $1/4 \text{ atm}$ می‌رسد:

$$1 \text{ atm} \xrightarrow[2 \text{ km}]{\text{کاهش } 20\%} 0.8 \text{ atm} \xrightarrow[2 \text{ km}]{\text{کاهش } 20\%} 0.64 \text{ atm} \xrightarrow[2 \text{ km}]{\text{کاهش } 20\%} 0.512 \text{ atm} \xrightarrow[2 \text{ km}]{\text{کاهش } 20\%} 0.4096 \text{ atm}$$

$$\Delta\theta = -6h \Rightarrow \theta_p - 14 = -6(8)$$

پس در ارتفاع ۸ کیلومتری از سطح زمین، فشار هوا تقریباً به $1/4$ اتمسفر می‌رسد:

$$\theta_p = -34^{\circ}C \Rightarrow T_p(K) = -34^{\circ}C + 273 = 239 \text{ K}$$

پاسخ تشریحی تمرین‌های کلاس مسئله ۲

۱- گزینه ۱

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } T \text{ و } n} P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow 2 \times 5 = (2/5 \times 2) \times V_2 \Rightarrow V_2 = 2L$$

۲- گزینه ۴

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } T \text{ و } n} P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow 1/5 \times (50 \times 0.4) = P_2 \times 12 \Rightarrow P_2 = 2.5 \text{ atm}$$

۳- گزینه ۳

$$P_2 = P_1 - \frac{20}{100} P_1 = \frac{80}{100} P_1, \frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } T \text{ و } n} P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow P_1 \times V_1 = \frac{80}{100} P_1 \times V_2 \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{5}{4}$$

$$\text{درصد تغییرات حجم} = \frac{\Delta V}{V_1} \times 100 = \frac{V_2 - V_1}{V_1} \times 100 = \frac{5/4 V_1 - V_1}{V_1} \times 100 = \frac{1/4 V_1}{V_1} \times 100 = 25\%$$

از آنجا که درصد تغییرات حجم مثبت به دست آمده است، پس حجم افزایش یافته است.

۱- گزینه ۱

$$\theta_p = 2\theta_1 = 546^{\circ}C, \frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } P \text{ و } n} \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{2}{273 + 273} = \frac{V_2}{546 + 273} \Rightarrow V_2 = 3L$$

$$\Delta V = V_2 - V_1 = 3 - 2 = 1L$$

۱ - گزینه ۱

$$V_2 = \frac{92}{91} V_1, \quad \frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } P \text{ و } n} \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{92}{91} \frac{V_1}{T_1 + 4} \Rightarrow T_1 = 364 \text{ K}$$

$$\theta_1 (^{\circ}\text{C}) = T_1 (\text{K}) - 273 = 364 - 273 = 91^{\circ}\text{C}$$

۲ - گزینه ۲

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } P \text{ و } n} \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V_1}{300} = \frac{V_2}{240} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{4}{5}$$

$$\text{درصد تغییرات حجم} = \frac{\Delta V}{V_1} \times 100 = \frac{V_2 - V_1}{V_1} \times 100 = \frac{\frac{4}{5} V_1 - V_1}{V_1} \times 100 = \frac{-\frac{1}{5} V_1}{V_1} \times 100 = -20\%$$

از آنجا که درصد تغییرات حجم منفی به دست آمده است، پس حجم کاهش یافته است.

۲ - گزینه ۲

ابتدا شمار مولهای گاز هیدروژن اضافه شده به سیلندر را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } P \text{ و } T} \frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} \Rightarrow \frac{2}{3} = \frac{4}{3 + n'} \Rightarrow n' = 3 \text{ mol H}_2$$

$$? g \text{ H}_2 = 3 \text{ mol H}_2 \times \frac{2 \text{ g H}_2}{1 \text{ mol H}_2} = 6 \text{ g H}_2$$

جرم گاز هیدروژن اضافه شده برابر است با:

۲ - گزینه ۲

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } P \text{ و } T} \frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} \xrightarrow{n = \frac{m}{M}} \frac{V_1}{\frac{m_1}{M_1}} = \frac{V_2}{\frac{m_2}{M_2}} \xrightarrow{M_1 = M_2} \frac{V_1}{m_1} = \frac{V_2}{m_2} \Rightarrow \frac{V_1}{m_1} = \frac{V_2}{m_2} \Rightarrow \frac{V_1}{8} = \frac{V_2}{x - \frac{5x}{8}} \Rightarrow \frac{V_1}{8} = \frac{V_2}{\frac{3x}{8}}$$

$$\text{درصد تغییرات حجم} = \frac{\Delta V}{V_1} \times 100 = \frac{V_2 - V_1}{V_1} \times 100 = \frac{\frac{3}{8} V_1 - V_1}{V_1} \times 100 = \frac{-\frac{5}{8} V_1}{V_1} \times 100 = -62.5\%$$

از آنجا که درصد تغییرات حجم منفی به دست آمده است، پس حجم کاهش یافته است.

۲ - گزینه ۲

شعاع پیستون (r) ثابت و ارتفاع آن (h) متغیر است:

$$V_{\text{پیستون}} = \pi r^2 h, \quad h_2 = 1/\delta h_1$$

ابتدا جرم متان را X گرم در نظر می‌گیریم و مقدار مول گازها را در حالت اولیه و ثانویه به دست می‌آوریم:

$$? \text{ mol He} = 4 \text{ g He} \times \frac{1 \text{ mol He}}{4 \text{ g He}} = 1 \text{ mol He}$$

مقدار مول اولیه گاز هلیوم:

$$? \text{ mol CH}_4 = x \text{ g CH}_4 \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{16 \text{ g CH}_4} = \frac{x}{16} \text{ mol CH}_4$$

مقدار مول اولیه گاز متان:

$$? \text{ mol He} = 8 \text{ g He} \times \frac{1 \text{ mol He}}{4 \text{ g He}} = 2 \text{ mol He}$$

مقدار مول گاز هلیوم اضافه شده:

$$n_1 = 1 + \frac{x}{16} \quad \text{و} \quad n_2 = 1 + \frac{x}{16} + 2 = 3 + \frac{x}{16}$$

مقدار مول اولیه و ثانویه برابر است با:

به کمک اطلاعات مسئله، مقدار X را به دست می‌آوریم:

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } P \text{ و } T} \frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} \Rightarrow \frac{\pi r_1^2 h_1}{1 + \frac{x}{16}} = \frac{\pi r_2^2 h_2}{3 + \frac{x}{16}} \xrightarrow{h_2 = 1/\delta h_1 \text{ و } r_1 = r_2} \frac{1}{1 + \frac{x}{16}} = \frac{1/\delta}{3 + \frac{x}{16}} \Rightarrow x = 48 \text{ g}$$

$$\text{جرم مخلوط نهایی} = 4 \text{ g He} + 48 \text{ g CH}_4 + 8 \text{ g He} = 60 \text{ g}$$

اکنون جرم مخلوط نهایی را محاسبه کرده و درصد جرمی متان را به دست می‌آوریم:

$$\text{درصد جرمی متان} = \frac{48}{60} \times 100 = 80\%$$

۱۰ - گزینه ۲

با باز شدن شیر رابط بین دو ظرف، حجم کل برابر مجموع حجم دو ظرف است، یعنی:

$$V_2 = V_1 + 4V_1 = 5V_1, \quad \frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } n} \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{2 \times V_1}{227 + 273} = \frac{P_2 \times 5V_1}{27 + 273} \Rightarrow P_2 = 0.24 \text{ atm}$$

۱۱ - گزینه ۳

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{n = \frac{m}{M} \text{ و } M_1 = M_2} \frac{P_1 V_1}{m_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{m_2 T_2} \Rightarrow \frac{P_1 \times V_1}{2 \times T_1} = \frac{P_2 \times 2V_1}{14 \times 4T_1} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = 1/4$$

۱۲- گزینه ۴ جرم هر یک از گازها را به دست می آوریم:

$$? g H_2 = 3 \text{ mol } H_2 \times \frac{2 \text{ g } H_2}{1 \text{ mol } H_2} = 6 \text{ g } H_2$$

$$? g C_2H_6 = 84 \text{ L } C_2H_6 \times \frac{1 \text{ mol } C_2H_6}{24 \text{ L } C_2H_6} \times \frac{30 \text{ g } C_2H_6}{1 \text{ mol } C_2H_6} = 105 \text{ g } C_2H_6$$

$$\text{مجموع جرم} = 6 \text{ g} + 105 \text{ g} = 111 \text{ g}$$

مجموع جرم این دو گاز برابر است با:

۱۳- گزینه ۱ ابتدا حجم مولی گازها را در این شرایط به دست می آوریم:

$$\text{حجم مولی گاز} = 1 \text{ mol } NH_3 \times \frac{17 \text{ g } NH_3}{1 \text{ mol } NH_3} \times \frac{1 \text{ L } NH_3}{17 \text{ g } NH_3} = 1 \text{ L}$$

$$? L SO_2 = 32 \text{ g } SO_2 \times \frac{1 \text{ mol } SO_2}{64 \text{ g } SO_2} \times \frac{22.4 \text{ L } SO_2}{1 \text{ mol } SO_2} = 11.2 \text{ L } SO_2$$

حجم گاز SO_2 برابر است با:

۱۴- گزینه ۲

$$? \text{ atom H} = 2/24 \text{ L } CH_4 \times \frac{1 \text{ mol } CH_4}{22.4 \text{ L } CH_4} \times \frac{6 \times 10^{23} \text{ molecule } CH_4}{1 \text{ mol } CH_4} \times \frac{4 \text{ atom H}}{1 \text{ molecule } CH_4} = 2/4 \times 10^{23} \text{ atom H}$$

$$? \text{ atom H} = 13/44 \text{ L } C_2H_6 \times \frac{1 \text{ mol } C_2H_6}{22.4 \text{ L } C_2H_6} \times \frac{6 \times 10^{23} \text{ molecule } C_2H_6}{1 \text{ mol } C_2H_6} \times \frac{6 \text{ atom H}}{1 \text{ molecule } C_2H_6} = 21/672 \times 10^{23} \text{ atom H}$$

مجموع تعداد اتم‌های هیدروژن در این مخلوط برابر است با: $2/4 \times 10^{23} + 21/672 \times 10^{23} = 24/4 \times 10^{23} = 2/4 \times 10^{23}$

۱۵- گزینه ۱ با استفاده از رابطه قانون گازها، حجم این گاز را در شرایط داده شده محاسبه می کنیم:

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } n} \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{1 \times 6/72}{273} = \frac{2 \times V_2}{182 + 273} \Rightarrow V_2 = 5/6 \text{ L}$$

جرم مولی گاز را محاسبه می کنیم: $13/2 \text{ g گاز} = 6/72 \text{ L گاز} \times \frac{1 \text{ mol گاز}}{22.4 \text{ L گاز}} \times \frac{M \text{ g گاز}}{1 \text{ mol گاز}} \Rightarrow M = 44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

جرم مولی گازهای C_2H_6 ، CO_2 و N_2O برابر ۴۴ و جرم مولی NO_2 برابر ۴۶ گرم بر مول است.

۱۶- گزینه ۳

$$\frac{P_1 M_1}{d_1 T_1} = \frac{P_2 M_2}{d_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } P \text{ و } T} \frac{M_1}{d_1} = \frac{M_2}{d_2} \Rightarrow \frac{d_2}{d_1} = \frac{M_2}{M_1} \Rightarrow \frac{M_2}{M_1} = \frac{d_2}{d_1} = 2$$

پس باید جرم مولی گاز ۲ برابر متوسط جرم گازهای موجود در یک مول مخلوط هوا باشد، متوسط جرم گازهای موجود در یک مول مخلوط هوا برابر است با:

$$\left(\frac{78}{100} \times 28\right) + \left(\frac{21}{100} \times 32\right) + \left(\frac{1}{100} \times 40\right) = 29 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

جرم مولی گاز بوتان (C_4H_{10})، دو برابر جرم یک مول هوا است و در شرایط یکسان، چگالی آن نیز دو برابر چگالی هوا است.

۱۷- گزینه ۳

$$\frac{P_1 M_1}{d_1 T_1} = \frac{P_2 M_2}{d_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } P \text{ و } T} \frac{M_1}{d_1} = \frac{M_2}{d_2} \Rightarrow \frac{M_{N_2}}{d_{N_2}} = \frac{M_{SO_2}}{d_{SO_2}} \Rightarrow \frac{28}{1/4} = \frac{64}{d_{SO_2}} \Rightarrow d_{SO_2} = 3/2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

۱۸- گزینه ۳ ابتدا چگالی گاز O_2 را در این شرایط محاسبه می کنیم:

$$\frac{P_1 M_1}{d_1 T_1} = \frac{P_2 M_2}{d_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } P \text{ و } T} \frac{M_1}{d_1} = \frac{M_2}{d_2} \Rightarrow \frac{M_{N_2}}{d_{N_2}} = \frac{M_{O_2}}{d_{O_2}} \Rightarrow \frac{28}{1/5} = \frac{32}{d_{O_2}} \Rightarrow d_{O_2} = 1/2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

سپس حجم مخلوط گازی را X لیتر فرض می کنیم و جرم مخلوط گازی را محاسبه می کنیم:

$$\text{جرم مخلوط گازی} = X \text{ L} \times \frac{1/44 \text{ g گاز}}{1 \text{ L مخلوط گازی}} = 1/44 X \text{ g}$$

اکنون جرم O_2 موجود در مخلوط را محاسبه کرده و درصد جرمی آن را به دست می آوریم:

$$? g O_2 = X \text{ L} \times \frac{30 \text{ L } O_2}{100 \text{ L مخلوط گازی}} \times \frac{1/2 \text{ g } O_2}{1 \text{ L } O_2} = 0/36 X g O_2$$

$$\text{درصد جرمی گاز } O_2 = \frac{0/36 X g O_2}{1/44 X g \text{ مخلوط گازی}} \times 100 = 25\%$$

۱۹- گزینه ۱

حجم استوانه بر حسب ارتفاع و قطر استوانه از رابطه زیر به دست می آید:

$$V_{\text{استوانه}} = \pi \left(\frac{d}{4}\right)^2 h$$

به کمک رابطه گازها، دمای ثانویه (T_2) را محاسبه می کنیم:

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{n \text{ ثابت}} \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{1 \times \pi \times \frac{d_A^2}{4} \times h}{273} = \frac{0.5 \times \pi \times \frac{d_B^2}{4} \times h}{T_2} \xrightarrow{d_B = 2d_A} \frac{d_A^2}{273} = \frac{0.5 (2d_A)^2}{T_2} \Rightarrow T_2 = 546 \text{ K}$$

$$\Delta\theta = \Delta T = T_2 - T_1 = 546 - 273 = 273 \text{ K}$$

اکنون تفاوت دمای گاز در دو استوانه را به دست می آوریم:

فقط عبارت چهارم نادرست است. فرض می کنیم که جرم هر یک از گازها برابر با x گرم است.

۲۰- گزینه ۱

$$? \text{ mol } O_2 = x \text{ g } O_2 \times \frac{1 \text{ mol } O_2}{32 \text{ g } O_2} = \frac{x}{32} \text{ mol } O_2, \quad ? \text{ mol } SO_2 = x \text{ g } SO_2 \times \frac{1 \text{ mol } SO_2}{64 \text{ g } SO_2} = \frac{x}{64} \text{ mol } SO_2$$

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{P \text{ و } T \text{ ثابت}} \frac{V_{O_2}}{n_{O_2}} = \frac{V_{SO_2}}{n_{SO_2}} \Rightarrow \frac{V_{O_2}}{V_{SO_2}} = \frac{32}{64} = \frac{1}{2}$$

طبق قانون گازها داریم:

$$\frac{V_{O_2}}{V_{SO_2}} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{\pi \frac{d^2}{4} \times h_{O_2}}{\pi \frac{d^2}{4} \times h_{SO_2}} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{h_{O_2}}{h_{SO_2}} = \frac{1}{2} \Rightarrow h_{O_2} = \frac{1}{2} h_{SO_2}$$

بررسی عبارت ها:

عبارت اول:

$$\text{نسبت تعداد اتم ها} = \frac{n_{O_2} \times 2}{n_{SO_2} \times 4} = \frac{\frac{x}{32} \times 2 \times N_A}{\frac{x}{64} \times 4 \times N_A} = \frac{1}{2} = 1/2$$

عبارت دوم:

$$\frac{d_{SO_2}}{d_{O_2}} = \frac{m_{SO_2}}{m_{O_2}} \times \frac{V_{O_2}}{V_{SO_2}} = \frac{64}{32} \times \frac{1}{2} = 1$$

عبارت سوم:

عبارت چهارم: در حالت کلی در شرایط یکسان، افزودن مقداری گاز با جرم مولی کمتر، چگالی گازهای درون سیلندر را کاهش می دهد. اما نمی توان گفت این کاهش چگالی در دو سیلندر یکسان است. در واقع با افزودن مقدار یکسانی گاز H_2 به سیلندرها، مقدار افزایش جرم و مقدار افزایش حجم (در صورتی که از تغییر حجم گازها در اثر اختلاط صرف نظر شود) در دو سیلندر یکسان خواهد بود، اما در رابطه با میزان کاهش چگالی ها نمی توان اظهار نظر کرد.

$$d_{\text{جدید}}(O_2) = \frac{m_{O_2} + m_{H_2}}{V_{O_2} + V_{H_2}} \quad \text{و} \quad d_{\text{جدید}}(SO_2) = \frac{m_{SO_2} + m_{H_2}}{V_{SO_2} + V_{H_2}}$$