کلاس مسئله + تمرین‌های تکمیلی + آزمون‌های جامع

مسائل شیمی کنکور

ویراست دوم

مسعود جعفری، امیرحسین معروفی، سعید نوری

نشر الگو

پیشگفتار

تغییرات ویراست دوم

۱- کامل‌تر 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 دفترچهٔ اختصاصی کنکور سراسری قرار می‌گیرد، درسی بسیار مهم و تعیین‌کننده در رتبهٔ 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 مسئلهٔ 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 اولیهٔ 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 مسئلهٔ 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، موازنهٔ 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.

نکتهٔ 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 ارائهٔ مسائل به شدت دشوار و بی‌فایده که طراحی آن‌ها در کنکور سراسری، دارای احتمال بسیار کمی است، اجتناب شود.

کلام آخر: کتاب ما، قطعاً ماحصل یک کارگروهی و منسجم بوده است. بدون یاری و مهربانی و دقت دوستانی که در زیر نامشان را می‌آوریم، قطعاً کار ما به سرانجام نمی‌رسید:

- از همکاران گرامی، آقایان مصطفی رستم‌آبادی و مسعود علوی امامی که ویرایش علمی کتاب را انجام دادند، تشکر می‌کنیم.
- از دانشـــجویان بادقت که از نخبگان کشـــور هســـتند، خانم محبوبه بیک محمدی و آقایان ساجد شیری، مرتضی فاتحی، ایمان حسین‌نژاد و محمدرضا یوسفی که ویراستاری و نمونه‌خوانی کتاب بر عهدهٔ آن‌ها بود، سپاسگزاریم.
- واحد تألیف انتشـــارات الگو به سرپرســـتی خانم سکینه مختار، در فرایند تهیهٔ کتاب زحمات زیادی کشیدند، سپاس ویژه‌ای از تلاش و پیگیری بی‌وقفهٔ آن‌ها داریم. همچنین از خانم افتخار معصومی برای صفحه‌آرایی کتاب سپاسگزاریم.

سربلند و اثرگذار باشید

مسعود جعفری

امیرحسین معروفی

سعید نوری

فهرست

فصل صفر: مقدمات حل مسئله در شیمی

تکنیک‌های محاسباتی در مسئله‌های شیمی ۲
فرمول‌نویسی ترکیب‌های یونی و مولکولی ۶
مقدمات واکنش‌نویسی ۶
موازنهٔ 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: ردّپای 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

کلاس مسئله ۱: پاک‌کننده‌ها ۲۵۲
تمرین‌های کلاس مسئله ۱ ۲۵۵
کلاس مسئله ۲: درجهٔ یونش ۲۵۶
تمرین‌های کلاس مسئله ۲ ۲۵۸
کلاس مسئله ۳: ثابت تعادل و مسائل آن ۲۵۹
تمرین‌های کلاس مسئله ۳ ۲۶۵
کلاس مسئله ۴: ثابت یونش اسیدها و بازها ۲۶۷
تمرین‌های کلاس مسئله ۴ ۲۷۱
کلاس مسئله ۵: pH محلول‌ها و یونش آب ۲۷۲
تمرین‌های کلاس مسئله ۵ ۲۸۴
کلاس مسئله ۶: خنثی شدن اسیدها و بازها و کاربرد آن‌ها ۲۸۷
تمرین‌های کلاس مسئله ۶ ۲۹۳
آزمون جامع ۱ ۲۹۵
آزمون جامع ۲ ۲۹۷
آزمون جامع ۳ ۲۹۸
پاسخ تشریحی تمرین‌ها ۲۹۹
پاسخ تشریحی آزمون‌های جامع QR Code

فصل هشتم: آسایش و رفاه در سایه شیمی

کلاس مسئله ۱: واکنش‌های اکسایش - کاهش ۳۲۰
تمرین‌های کلاس مسئله ۱ ۳۲۱
کلاس مسئله ۲: سری الکتروشیمیایی در سلول‌های گالوانی ۳۲۱
تمرین‌های کلاس مسئله ۲ ۳۲۶
کلاس مسئله ۳: سلول‌های الکترولیتی ۳۲۸
تمرین‌های کلاس مسئله ۳ ۳۳۲
کلاس مسئله ۴: خوردگی و آبکاری ۳۳۲
تمرین‌های کلاس مسئله ۴ ۳۳۷
آزمون جامع ۱ ۳۳۹
آزمون جامع ۲ ۳۴۰
آزمون جامع ۳ ۳۴۱
پاسخ تشریحی تمرین‌ها ۳۴۲
پاسخ تشریحی آزمون‌های جامع QR Code

فصل نهم: شیمی جلوه‌ای از هنر، زیبایی و ماندگاری

کلاس مسئله ۱: درصد جرمی ۳۵۰
تمرین‌های کلاس مسئله ۱ ۳۵۲
کلاس مسئله ۲: شاره (سیال)های مولکولی و یونی ۳۵۳
تمرین‌های کلاس مسئله ۲ ۳۵۴
کلاس مسئله ۳: جامدهای بلوری ۳۵۴
تمرین‌های کلاس مسئله ۳ ۳۵۶
کلاس مسئله ۴: آنتالپی فروپاشی ۳۵۶
تمرین‌های کلاس مسئله ۴ ۳۵۷
کلاس مسئله ۵: آلیاژها ۳۵۸
تمرین‌های کلاس مسئله ۵ ۳۵۹
آزمون جامع ۱ ۳۶۰
آزمون جامع ۲ ۳۶۰
آزمون جامع ۳ ۳۶۱
پاسخ تشریحی تمرین‌ها ۳۶۲
پاسخ تشریحی آزمون‌های جامع QR Code

فصل دهم: شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر

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

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 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

. فصل دوم .

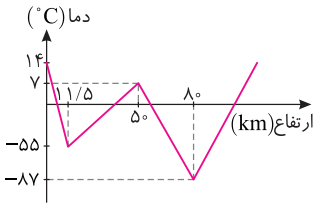
[ردّپای گازها در زندگی]

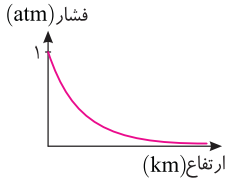
موضوع	تعداد تست
کلاس مسئله ۱ روند تغییر دما و فشار در هواکره	۶
کلاس مسئله ۲ خواص و رفتار گازها	۴۰
کلاس مسئله ۳ استوکیومتری واکنش	۲۸
آزمون جامع ۱ کل فصل	۱۰
آزمون جامع ۲ مسئله‌های ترکیبی	۸
آزمون جامع ۳ مسئله‌های سطح دوم	۱۰
مجموع	۱۰۲

کلاس مسئله ۱

روند تغییر دما و فشار در هواکره

۱- دما و فشـار هواکره، از جمله عوامل مهم در تعیین ویژگی‌های آن اسـت. 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.
۲- تغییرات فشار در لایه‌های زیرین با شیب بیشتری صورت می‌گیرد و در لایه‌های بالایی اتمسفر، این کاهش فشار، کمتر است.





نکته

آب و هوا نتیجهٔ برهم‌کنش میان زمین، هواکره، آب و خورشـید اسـت. تغییرات آب و هوایی تا فاصلهٔ ۱۰-۱۲ کیلومتری از سطح زمین (لایهٔ تروپوسفر) رخ می‌دهد. در این لایه، با افزایش ارتفاع به ازای هر کیلومتر، دما در حدود $۶^\circ C$ افت می‌کند.

چگونه مسئله حل کنیم؟

در مسـائل این قسـمت با دانسـتن اینکه در لایهٔ تروپوسـفر با افزایش ارتفاع به ازای هر کیلومتر، دما در حدود $۶^\circ C$ افت می‌کند، می‌توانید تسـت را حل نمایید. فقط یک نکته وجود دارد، آن هم اینکه به یکای دماهای داده شده در مسئله توجه کنید. برای تبدیل یکای درجهٔ سلسیوس به یکای کلوین از رابطهٔ زیر استفاده کنید. (نماد دما برحسب درجه سلسیوس، « θ » و نماد دما بر حسب کلوین، «T» است.)

$$T(K)=\theta(^\circ C)+۲۷۳$$

توجه ارزش دمایی $۱^\circ C$ برابر $۱K$ 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.

تست ۱

در لایهٔ تروپوسـفر با افزایش ارتفاع به ازای هر کیلومتر، دما در حدود $۶^\circ C$ افت می‌کند و در انتهای این لایه به حدود $۲۱۸K$ می‌رسـد. اگر میانگین دما در سطح زمین در حدود $۱۴^\circ C$ باشد، ارتفاع تقریبی لایهٔ تروپوسفر چند کیلومتر است؟

۱) ۶/۸ ۲) ۹/۱ ۳) ۱۱/۵ ۴) ۳۴/۲

راه‌حل ابتدا دمای انتهای این لایه را به درجهٔ سلسیوس تبدیل می‌کنیم:

$$T(K)=\theta(^\circ C)+۲۷۳\rightarrow ۲۱۸(K)=\theta(^\circ C)+۲۷۳\rightarrow\theta(^\circ C)=-۵۵^\circ C$$

سپس به کمک رابطهٔ روبه‌رو، ارتفاع لایهٔ تروپوسفر را به‌دست می‌آوریم: $\Delta\theta=-۶h\Rightarrow(-۵۵)-۱۴=-۶h\Rightarrow h=۱۱/۵km$ (گزینهٔ ۳)

تست ۲

اگر یک بالون هواشناسی، دمای منطقه‌ای از سطح زمین را $۲۵^\circ C$ ثبت کرده باشد، در ارتفاع ۵۴۰۰ متری از سطح زمین در همان منطقه، چه دمایی ثبت خواهد شد؟

۱) $-۵۷/۱^\circ C$ ۲) $-۷/۴K$ ۳) $۲۱۵/۶^\circ C$ ۴) $۲۶۵/۶K$

راه‌حل از سطح زمین تا ارتفاع حدود ۱۲ کیلومتری، لایهٔ تروپوسفر قرار دارد که در آن با افزایش ارتفاع به ازای هر کیلومتر، دما در حدود $۶^\circ C$ افت می‌کند.

$$h=۵۴۰۰m=۵/۴km\quad,\quad \Delta\theta=-۶h\rightarrow\theta_۲-۲۵=-۶\times۵/۴\rightarrow\theta_۲=-۷/۴^\circ C$$

$T_۲=-۷/۴+۲۷۳=۲۶۵/۶K$ (گزینهٔ ۴)

تمرین‌های کلاس مسئله ۱

صفحات پاسخ: ۷۱

۱- در یکی از لایه‌های هواکره، با افزایش ارتفاع به ازای هر کیلومتر، دما در حدود $۳/۱K$ کاهش پیدا می‌کند. اگر دما در ابتدای این لایه حدود $۷^\circ C$ بوده و در انتهای این لایه به حدود $۱۸۷K$ برسد، ارتفاع تقریبی این لایه چند کیلومتر است؟

۱) ۶۲ ۲) ۵۸ ۳) ۳۸ ۴) ۳۰

۲- دمای منطقه‌ای روی سطح زمین ۲۹۳K اندازه‌گیری شده است. در لایهٔ تروپوسفر، در چه ارتفاعی از این منطقه بر حسب کیلومتر، دما در مقیاس سلسیوس به ۱۰٪ دمای روی سطح زمین می‌رسد؟

۱) ۲/۵ ۲) ۳ ۳) ۳/۵ ۴) ۴

۳- واکنش‌های لایهٔ اوزون در لایهٔ استراتوسفر انجام می‌شوند. این لایه حدوداً از ارتفاع ۱۲ کیلومتری سطح زمین با دمای $(-55)^\circ C$ شروع شده و حدوداً در ارتفاع ۵۰ کیلومتری سطح زمین با دمای ۲۸۰K به پایان می‌رسد. اگر لایهٔ اوزون در ارتفاع حدود ۲۳ کیلومتری سطح زمین قرار داشته باشد، واکنش‌های این لایه در چه دمایی بر حسب کلوین انجام می‌شود؟

۱) ۳۱۰ ۲) ۲۶۲ ۳) ۲۳۶ ۴) ۱۹۹

۴- در لایهٔ تروپوسفر به ازای هر ۲۰۰۰ متر افزایش ارتفاع، فشار هوا تقریباً ۲۰٪ کاهش می‌یابد. دمای هوا در ارتفاعی که فشار هوا تقریباً ۰/۴ اتمسفر باشد، برابر با چند کلوین است؟ (دمای سطح زمین را $14^\circ C$ و فشار آن را ۱ اتمسفر فرض کنید.)

۱) ۲۲۷ ۲) ۲۳۹ ۳) ۲۵۱ ۴) ۲۶۳

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 همهٔ گازها نسبت $\frac{P\times V}{n\times T}$ مقدار ثابتی است. از این رو با تغییر هر یک از شرایط نمونهٔ گازی، همه یا برخی از دیگر ویژگی‌های نمونه نیز دچار تغییر می‌شود. برای مثال، برای یک نمونهٔ 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 رابطهٔ ارائه شده در بالا را به خاطر داشته باشید و شرایط اولیهٔ نمونهٔ گاز را با زیروند (۱) و شرایط ثانویهٔ نمونهٔ گاز را با زیروند (۲) به صورت روبه‌رو نمایش دهید: (دقت کنید که در رابطهٔ داده شده، دما حتماً باید برحسب کلوین باشد.)

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

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

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

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

$$\frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_2V_2}{n_2T_2}\xrightarrow{T_1=T_2\ ,\ n_1=n_2}P_1V_1=P_2V_2$$

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

تست ۱

حجم یک نمونه گاز در دمای $25^\circ C$ و فشار ۱۰atm، برابر یک لیتر است. حجم این نمونه گاز در دمای $25^\circ C$ و فشار ۲/۵atm، برابر چند لیتر است؟

۱) ۶/۵ ۲) ۴ ۳) ۳/۲ ۴) ۲/۵

راه‌حل

$$\frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_2V_2}{n_2T_2}\xrightarrow{T,n\ \text{ثابت}}P_1V_1=P_2V_2\Rightarrow 10\times 1=2/5\times V_2\Rightarrow V_2=4L$$ (گزینهٔ ۲)

تست ۲

در یک تعمیرگاه، مخزنی به حجم ۲۰۰۰ لیتر در دمای $27^\circ C$ 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.)

۱) ۸۰۰ ۲) ۲۵۰ ۳) ۵۰۰ ۴) ۱۰۲۵

راه‌حل

$$\frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_2V_2}{n_2T_2}\xrightarrow{T,n\ \text{ثابت}}P_1V_1=P_2V_2\Rightarrow 400\times 2000=32\times V_2\Rightarrow V_2=25000L$$

(گزینهٔ ۱) لاستیک $\times\frac{\text{لاستیک ۱}}{31/25L}=800$ تعداد لاستیک‌های پر شده $=25000L$

تست 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؟

۱) ۱/۶ - افزایش ۲) ۳/۷۵ - کاهش ۳) ۱/۶ - کاهش ۴) ۳/۷۵ - افزایش

راه‌حل

$$\frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_2V_2}{n_2T_2}\xrightarrow{T,n\ \text{ثابت}}P_1V_1=P_2V_2\Rightarrow 5\times 2=P_2\times 8\Rightarrow P_2=1/25atm$$

از آنجا که ΔP منفی به‌دست آمده، پس فشار گاز کاهش یافته است. (گزینهٔ ۲) $\Delta P=1/25-5=-3/75atm$

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.

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

تست ٤

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

۱) ۳۷/۵ - افزایش ۲) ۶۲/۵ - کاهش ۳) ۳۷/۵ - کاهش ۴) ۶۲/۵ - افزایش

راه‌حل

$$V_2=V_1+\frac{60}{100}V_1=1/6V_1\quad,\quad \frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_2V_2}{n_2T_2}\xrightarrow{T,n\ \text{ثابت}}P_1V_1=P_2V_2\Rightarrow P_1V_1=P_2\times 1/6V_1\Rightarrow\frac{P_2}{P_1}=\frac{5}{8}$$

$$\text{درصد تغییر فشار}=\frac{\Delta P}{P_1}\times 100=\frac{P_2-P_1}{P_1}\times 100=\frac{\frac{5}{8}P_1-P_1}{P_1}\times 100=\frac{\frac{-3}{8}P_1}{P_1}\times 100=-\%37/5$$

از آنجا که درصد تغییرات منفی به‌دست آمده، پس فشار گاز کاهش یافته است. (گزینهٔ ۳)

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

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

$$\frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_2V_2}{n_2T_2}\xrightarrow[n_1=n_2]{P_1=P_2}\frac{V_1}{T_1}=\frac{V_2}{T_2}$$

توجه در این رابطه، دما برحسب کلوین نوشته می‌شود.

تست ۵

حجم گازی در دمای $-173^\circ C$ برابر ۸ لیتر است. اگر در فشار ثابت دمای گاز به $127^\circ C$ افزایش یابد، حجم گاز چند لیتر افزایش می‌یابد؟

۱) ۸ ۲) ۱۶ ۳) ۲۴ ۴) ۳۲

راه‌حل

$$\frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_2V_2}{n_2T_2}\xrightarrow{P,n\ \text{ثابت}}\frac{V_1}{T_1}=\frac{V_2}{T_2}\Rightarrow\frac{8}{-173+273}=\frac{V_2}{127+273}\Rightarrow\frac{8}{100}=\frac{V_2}{400}\rightarrow V_2=32L$$

(گزینهٔ ۳) $\Delta V=32L-8L=24L$

تست ۶

اگر با افزایش دما به اندازهٔ $10^\circ C$، حجم یک نمونه گاز ۵٪ افزایش یابد، دمای اولیهٔ نمونه گاز برابر چند کلوین بوده است؟ (فشار را ثابت فرض کنید.)

۱) ۱۵۰ **۲)** ۲۰۰ **۳)** ۲۵۰ **۴)** ۳۰۰

راه‌حل

$$T_2 = T_1 + 10 \quad , \quad V_2 = V_1 + \frac{5}{100} V_1 = 1/05 V_1$$

$$\frac{P_1V_1}{n_1T_1} = \frac{P_2V_2}{n_2T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } P,n} \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{1/05V_1}{T_1+10} \Rightarrow \frac{1}{T_1} = \frac{1/05}{T_1+10} \Rightarrow T_1 + 10 = 1/05T_1 \Rightarrow T_1 = 200K$$ (گزینهٔ ۲)

تست ۷

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

۱) ۵۰ - افزایش **۲)** ۳۳ - افزایش **۳)** ۵۰ - کاهش **۴)** ۳۳ - کاهش

راه‌حل

$$\frac{P_1V_1}{n_1T_1} = \frac{P_2V_2}{n_2T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } P,n} \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V_1}{-73+273} = \frac{V_2}{27+273} \Rightarrow \frac{V_1}{200} = \frac{V_2}{300} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{3}{2}$$

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

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

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

برای گازها، در دما و فشار ثابت، رابطهٔ ارائه شده به صورت زیر تغییر می‌کند: (قانون آووگادرو)

$$\frac{P_1V_1}{n_1T_1} = \frac{P_2V_2}{n_2T_2} \xrightarrow[T_1=T_2]{P_1=P_2} \frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$$

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

تست ۸

در دما و فشار اتاق، برای پر کردن یک بالن به حجم ۵۰ لیتر به ۲ مول گاز هلیم نیاز است. اگر در همین شرایط بخواهیم یک بالن دیگر به حجم ۱۲۰ لیتر را با گاز هلیم پر کنیم، چند مول از این گاز لازم است؟

۱) ۱/۲ **۲)** ۳/۸ **۳)** ۴/۲ **۴)** ۴/۸

راه‌حل

$$\frac{P_1V_1}{n_1T_1} = \frac{P_2V_2}{n_2T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } P \text{ و } T} \frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} \Rightarrow \frac{50}{2} = \frac{120}{n_2} \Rightarrow n_2 = 4/8mol$$ (گزینهٔ ۴)

تست ۹

در دما و فشار معین و ثابت، مقدار گاز موجود در یک ظرف با پیستون متحرک را از ۴/۲ مول به ۳/۵ مول کاهش می‌دهیم، حجم گاز تقریباً چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟

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

راه‌حل

$$\frac{P_1V_1}{n_1T_1} = \frac{P_2V_2}{n_2T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } P,T} \frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} \Rightarrow \frac{V_1}{4/2} = \frac{V_2}{3/5} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{5}{6}$$

$$\text{درصد تغییرات حجم} = \frac{\Delta V}{V_1} \times 100 = \frac{\frac{5}{6}V_1 - V_1}{V_1} \times 100 \simeq -\%16/7$$

از آنجا که درصد تغییرات حجم، منفی به‌دست آمده، پس حجم کاهش یافته است. (گزینهٔ ۳)

تست ۱۰

چنانچه با اضافه کردن ۱۶ گرم گاز اکسیژن به یک سیلندر حاوی گاز اکسیژن، حجم سیلندر ۱/۲ برابر شود، مقدار اولیهٔ گاز اکسیژن موجود در سیلندر چند گرم بوده است؟ (دما و فشار را طی فرایند ثابت فرض کنید.) $(O=16 g.mol^{-1})$

۱) ۹۶ ۲) ۸۰ ۳) ۶۴ ۴) ۳۸

راه‌حل **روش اول:** ابتدا تعداد مول گاز اکسیژن اضافه شده را حساب می‌کنیم:

$$?\,mol O_2 = 16 g\ O_2 \times \frac{1 mol O_2}{32 g\ O_2} = 0/5 mol O_2 \quad \text{(گاز اکسیژن اضافه شده)}$$

سپس تعداد مول‌های اولیهٔ گاز O_2 را حساب می‌کنیم:

$$n_2 = n_1 + 0/5 \qquad V_2 = 1/2 V_1$$

$$\frac{P_1V_1}{n_1T_1} = \frac{P_2V_2}{n_2T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } P, T} \frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} \Rightarrow \frac{V_1}{n_1} = \frac{1/2V_1}{n_1 + 0/5} \Rightarrow n_1 = 2/5 mol\ O_2$$

اکنون مقدار جرم اولیهٔ گاز اکسیژن را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g O_2 = 2/5 mol\ O_2 \times \frac{32 g\ O_2}{1 mol O_2} = 80 g\ O_2 \quad \text{(گزینهٔ ۲)}$$

روش دوم:

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

$$\frac{P_1V_1}{n_1T_1} = \frac{P_2V_2}{n_2T_2} \xrightarrow[\text{ثابت}]{P, T} \frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} \Rightarrow \frac{n_2}{n_1} = \frac{V_2}{V_1} \xrightarrow{n=\frac{m}{M}} \frac{\frac{m_2}{M}}{\frac{m_1}{M}} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow \frac{m_2}{m_1} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow \frac{m_1+16}{m_1} = \frac{1/2V_1}{V_1} \Rightarrow m_1 = 80 g\ O_2$$

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 درجهٔ 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 خواستهٔ مسئله، می‌توان از یک تساوی استفاده نمود.

$$\frac{\text{لیتر گاز (غیر STP)}}{\text{حجم مولی گازها}} = \frac{\text{لیتر گاز (STP)}}{22/4} = \frac{\text{تعداد ذره‌های گازی}}{6/02\times10^{23}} = \frac{\text{جرم مادهٔ گازی}}{\text{جرم مولی}} = \frac{\text{تعداد مول مادهٔ گازی}}{1}$$

تست ۱۱

حجم ۲ گرم گاز گوگرد دی‌اکسید در شرایط استاندارد (STP) برابر چند میلی‌لیتر است؟ $(S=32, O=16: g.mol^{-1})$

۱) ۷۰ ۲) ۵۶ ۳) ۷۰۰ ۴) ۵۶۰

راه‌حل **روش اول:**

$$?\,mL SO_2 = 2 g\ SO_2 \times \frac{1 mol\ SO_2}{64 g\ SO_2} \times \frac{22/4 L\ SO_2}{1 mol\ SO_2} \times \frac{10^3 mL\ SO_2}{1 L\ SO_2} = 700 mL\ SO_2 \quad \text{(گزینهٔ ۳)}$$

روش دوم:

$$\frac{\text{جرم مادهٔ گازی}}{\text{جرم مولی}} = \frac{\text{لیتر گاز (STP)}}{22/4} \Rightarrow \frac{2}{64} = \frac{x L SO_2}{22/4} \Rightarrow x = 0/7 L = 700 mL$$

تست ۱۲

اگر در دمای $20^\circ C$ و فشار $2 atm$، حجم یک مول از گازها برابر ۱۲ لیتر باشد، جرم ۱۳۲ لیتر گاز آمونیاک در این شرایط چند گرم است؟ $(N=14, H=1: g.mol^{-1})$

۱) ۱۷۸ ۲) ۱۸۲ ۳) ۱۸۷ ۴) ۱۷۲

راه‌حل **روش اول:**

$$?\,g NH_3 = 132 L\ NH_3 \times \frac{1 mol\ NH_3}{12 L\ NH_3} \times \frac{17 g\ NH_3}{1 mol\ NH_3} = 187 g\ NH_3 \quad \text{(گزینهٔ ۳)}$$

روش دوم:

$$\frac{\text{جرم مادهٔ گازی}}{\text{جرم مولی}} = \frac{\text{لیتر گاز (غیر STP)}}{\text{حجم مولی گازها}} \Rightarrow \frac{x g\ NH_3}{17} = \frac{132}{12} \Rightarrow x = 187 g$$

تست ۱۳ ۵/۶ لیتر از کدام گاز در دمای صفر درجهٔ سلسیوس و فشار یک اتمسفر، جرمی برابر با ۷ گرم دارد؟ $(O=16, N=14, H=1: g.mol^{-1})$

۱) O_2 ۲) N_2 ۳) NH_3 ۴) N_2O

راه‌حل روش اول:

$$\text{جرم یک مول از گاز مجهول} = 1\,mol\ \text{گاز} \times \frac{22/4\,L\ \text{گاز}}{1\,mol\ \text{گاز}} \times \frac{7\,g\ \text{گاز}}{5/6\,L\ \text{گاز}} = 28\,g\ \text{گاز}$$

روش دوم:

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

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

تست ۱۴ حجم یک مخلوط گازی شامل $12/04\times10^{22}$ مولکول کربن دی‌اکسید و $3/01\times10^{23}$ اتم آرگون در شرایط استاندارد چند لیتر است؟

۱) ۱۵/۶۸ ۲) ۱۶/۵۸ ۳) ۱۸/۶۵ ۴) ۲۴/۶۴

راه‌حل

$$?\,mol\,CO_2 = 12/04\times10^{22}\,molecule\,CO_2 \times \frac{1\,mol\,CO_2}{6/02\times10^{23}\,molecule\,CO_2} = 0/2\,mol\,CO_2$$

$$?\,mol\,Ar = 3/01\times10^{23}\,atom\,Ar \times \frac{1\,mol\,Ar}{6/02\times10^{23}\,atom\,Ar} = 0/5\,mol\,Ar$$

$$\text{مجموع مول گازها} = 0/2+0/5 = 0/7\,mol \Rightarrow ?\,L\ \text{مخلوط گازی} = 0/7\,mol\ \text{گاز} \times \frac{22/4\,L}{1\,mol\ \text{گاز}} = 15/68\,L$$

(گزینهٔ ۱)

تست 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؟ $(O=16, Ar=40: g.mol^{-1})$

۱) ۳۳/۳ ۲) ۳۷/۵ ۳) ۶۲/۵ ۴) ۶۶/۷

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

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

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:

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

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

اکنون درصد جرمی گاز O_2 را در مخلوط گازی به‌دست می‌آوریم:

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

(گزینهٔ ۴)

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 رابطهٔ کلی که در ابتدای بحث آموختید استفاده کنید:

رابطهٔ کلی: $\frac{P_1V_1}{n_1T_1} = \frac{P_2V_2}{n_2T_2}$

تست ۱۶ حجم گازی در دمای $۲۷^\circ C$ و فشار $۱/۲atm$ برابر $۷۰L$ است، اگر نیمی از مقدار مول مادهٔ گازی از ظرف واکنش خارج شود، فشار گاز در دمای $۱۷۷^\circ C$ باید به چند اتمسفر برسد تا حجم گاز تغییر نکند؟

۱) ۰/۹ ۲) ۱/۱ ۳) ۱/۵ ۴) ۱/۸

راه‌حل $\frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_2V_2}{n_2T_2} \xrightarrow{V\text{ ثابت}} \frac{P_1}{n_1T_1}=\frac{P_2}{n_2T_2} \Rightarrow \frac{۱/۲}{n_1\times(۲۷+۲۷۳)}=\frac{P_2}{۰/۵n_1\times(۱۷۷+۲۷۳)} \Rightarrow P_2=\frac{۰/۵\times۴۵۰\times۱/۲}{۳۰۰} \Rightarrow P_2=۰/۹\,atm$

(گزینهٔ ۱)

تست ۱۷ یک بالن هواشناسی به حجم ۲۴ لیتر، در دمای $۲۷^\circ C$ و فشار $۱atm$ قرار دارد. حجم این بالن در ارتفاع ۵ کیلومتری از سطح زمین که دما و فشار به ترتیب برابر $-۳^\circ C$ و $۰/۶atm$ است، برابر با چند لیتر است؟

۱) ۱۳/۵ ۲) ۲۷ ۳) ۶۶/۲ ۴) ۳۶

راه‌حل $\frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_2V_2}{n_2T_2} \xrightarrow{n\text{ ثابت}} \frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{۱\times۲۴}{۲۷+۲۷۳}=\frac{۰/۶\times V_2}{-۳+۲۷۳} \Rightarrow V_2=۳۶L$ (گزینهٔ ۴)

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 جرم مولی بر حجم مولی آن به‌دست می‌آید:

$$\text{چگالی گازها (d)}=\frac{\text{جرم مولی (M)}}{\text{حجم مولی (V)}}$$

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

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)

$$\frac{P_1M_1}{d_1T_1}=\frac{P_2M_2}{d_2T_2}$$

تست ۱۸ چگالی گاز کربن مونوکسید در شرایط STP برابر چند گرم بر لیتر است؟ $(O=۱۶, C=۱۲ : g.mol^{-1})$

۱) ۲/۵ ۲) ۱/۷۵ ۳) ۱/۲۵ ۴) ۰/۷۵

راه‌حل $\text{چگالی (d)}=\frac{\text{جرم مولی (M)}}{\text{حجم مولی (V)}}=\frac{۲۸g.mol^{-1}}{۲۲/۴L.mol^{-1}}=۱/۲۵g.L^{-1}$ (گزینهٔ ۳)

تست ۱۹ در دمای $۷۵^\circ C$ و فشار $۱/۵atm$، چگالی گاز اتان چند برابر چگالی گاز متان است؟ $(H=۱, C=۱۲ : g.mol^{-1})$

۱) ۱/۲۷۵ ۲) ۱/۸۷۵ ۳) ۲/۸۱ ۴) ۳/۷۵

راه‌حل $\frac{P_1M_1}{d_1T_1}=\frac{P_2M_2}{d_2T_2} \xrightarrow{P,T\text{ ثابت}} \frac{M_1}{d_1}=\frac{M_2}{d_2} \rightarrow \frac{d_2}{d_1}=\frac{M_2}{M_1}=\frac{۳۰}{۱۶}=۱/۸۷۵$ (گزینهٔ ۲)

تست ۲۰ چگالی گاز O_2 در دمای $۲۷^\circ C$ و فشار $۱atm$ چند برابر چگالی گاز H_2 در دمای $-۶۳^\circ C$ و فشار $۲atm$ است؟ $(O=۱۶, H=۱ : g.mol^{-1})$

۱) ۱۶/۸ ۲) ۱۴/۴ ۳) ۱۱/۲ ۴) ۵/۶

راه‌حل $\frac{P_{H_2}M_{H_2}}{d_{H_2}T_{H_2}}=\frac{P_{O_2}M_{O_2}}{d_{O_2}T_{O_2}} \Rightarrow \frac{d_{O_2}}{d_{H_2}}=\frac{P_{O_2}M_{O_2}T_{H_2}}{P_{H_2}M_{H_2}T_{O_2}}=\frac{۱\times۳۲\times(-۶۳+۲۷۳)}{۲\times۲\times(۲۷+۲۷۳)}=۵/۶$ (گزینهٔ ۴)

تمرین‌های کلاس مسئله ۲

صفحات پاسخ: ۷۱ تا ۷۴

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؟

۱) ۲ ۲) ۲/۵ ۳) ۱۲/۵ ۴) ۲۵

۲- با یک کپسول ۱۲ لیتری حاوی گاز هلیم، ۵۰۰ بادکنک هلیمی با حجم ۴۰۰ میلی‌لیتر و فشار ۱/۵ اتمسفر را پر می‌کنیم. فشار این کپسول چند اتمسفر بوده است؟ (دما را ثابت فرض کنید.)

۱) ۰/۰۵ ۲) ۲/۵ ۳) ۱۲/۵ ۴) ۲۵

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 $۲۷۳^\circ C$ برابر ۲ لیتر است. اگر در فشار ثابت، دمای این گاز بر حسب درجهٔ سلسیوس دو برابر شود، حجم گاز چند لیتر افزایش می‌یابد؟

۱) ۱ ۲) ۱/۵ ۳) ۲ ۴) ۳

۵- اگر در فشار ثابت، دمای یک نمونه گاز را $۴^\circ C$ افزایش دهیم، حجم آن به $\frac{۹۲}{۹۱}$ حجم اولیه‌اش می‌رسد. دمای اولیهٔ گاز چند درجهٔ سلسیوس بوده است؟

۱) ۹۱ ۲) ۹۲ ۳) ۳۶۴ ۴) ۳۶۸

۶- دمای یک نمونه گاز را که برابر ۳۰۰ کلوین است، در فشار ثابت $۶۰^\circ C$ 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؟ $(H=۱ g.mol^{-۱})$

۱) ۳ ۲) ۶ ۳) ۹ ۴) ۱۲

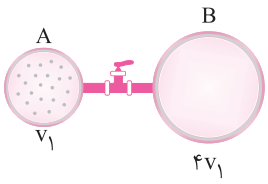
۸- اگر در دما و فشار ثابت، $\frac{۵x}{۸}$ گرم گاز نیتروژن را از سیلندری با پیستون متحرک که دارای x گرم از این گاز بوده است، خارج کنیم، حجم سیلندر چه تغییری می‌کند؟

۱) ۳۷/۵ درصد کاهش می‌یابد. ۲) ۶۲/۵ درصد کاهش می‌یابد. ۳) ۳۷/۵ درصد افزایش می‌یابد. ۴) ۶۲/۵ درصد افزایش می‌یابد.

۹- در سیلندری با پیستون روان، مخلوطی از ۴ گرم گاز هلیم و مقداری گاز متان وجود دارد. اگر در دما و فشار ثابت، ۸ گرم گاز هلیم 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؟ $(C=۱۲, H=۱, He=۴ : g.mol^{-۱})$

۱) ۷۶ ۲) ۸۰ ۳) ۸۵ ۴) ۹۲

۱۰- دو ظرف مقابل توسط یک شیر به یکدیگر متصل شده‌اند. مقداری گاز در ظرف A در دمای $۲۲۷^\circ C$ و فشار ۲atm وجود دارد. شیر را باز می‌کنیم تا گاز هر دو ظرف را اشغال کند. اگر دمای گاز به $۲۷^\circ C$ برسد، فشار نهایی آن برابر چند اتمسفر می‌شود؟



۱) ۰/۶۴ ۲) ۰/۲۴
۳) ۰/۳۶ ۴) ۰/۴۲

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 کلوین ۴ برابر کنیم، فشار گاز باقی‌مانده چند برابر فشار گاز اولیه خواهد شد؟

۱) ۲/۸ ۲) ۲/۱ ۳) ۱/۴ ۴) ۰/۷

۱۲- حجم مولی گازها در دمای $۲۵^\circ C$ و فشار ۱atm برابر ۲۴ لیتر است. مجموع جرم ۳ مول گاز هیدروژن و ۸۴ لیتر گاز پروپان $(C_۳H_۸)$ در این شرایط برابر با چند گرم است؟ $(C=۱۲, H=۱ : g.mol^{-۱})$

۱) ۱۶۶ ۲) ۱۶۳ ۳) ۱۵۷ ۴) ۱۶۰

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 حجمی را بر حسب لیتر اشغال می‌کند؟ $(S=۳۲, O=۱۶, N=۱۴, H=۱ : g.mol^{-۱})$

۱) ۱۲ ۲) ۱۵ ۳) ۱۸ ۴) ۲۱

۱۴- در مخلوطی از ۲/۲۴ لیتر متان (CH_4) و ۱۳/۴۴ لیتر اتان (C_2H_6) در شرایط STP، چند اتم هیدروژن وجود دارد؟

۱) $2/408\times10^{23}$ ۲) $2/408\times10^{24}$ ۳) $4/214\times10^{23}$ ۴) $4/214\times10^{24}$

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؟ $(O=16, N=14, C=12, H=1: g.mol^{-1})$

۱) C_3H_8 - ۵/۶ ۲) CO_2 - ۲/۲۴ ۳) NO_2 - ۵/۶ ۴) N_2O - ۲/۲۴

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؟ $(Ar=40, O=16, N=14: g.mol^{-1})$

۱) $CO_2 (44 g.mol^{-1})$ ۲) $N_2O_3 (76 g.mol^{-1})$ ۳) $C_4H_{10} (58 g.mol^{-1})$ ۴) $SF_2 (70 g.mol^{-1})$

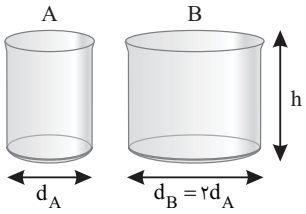
۱۷- اگر در دما و فشار معین چگالی گاز نیتروژن برابر $1/4 g.L^{-1}$ باشد، چگالی گاز گوگرد دی‌اکسید برابر چند گرم بر لیتر است؟ $(S=32, O=16, N=14: g.mol^{-1})$

۱) ۱/۶ ۲) ۲/۴ ۳) ۳/۲ ۴) ۴/۸

۱۸- در شرایط معینی از دما و فشار که چگالی گاز N_2 برابر ۱/۰۵ گرم بر لیتر است، یک مخلوط گازی با چگالی ۱/۴۴ گرم بر لیتر دارای ۳۰ درصد حجمی گاز O_2 است. درصد جرمی گاز اکسیژن در این مخلوط چقدر است؟ $(O=16, N=14: g.mol^{-1})$

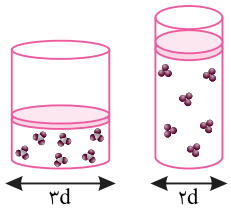
۱) ۴۰ ۲) ۱۵ ۳) ۲۵ ۴) ۳۰

۱۹- دو استوانهٔ 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 درجهٔ 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؟ $(S=32, O=16: g.mol^{-1})$



- ارتفاع پیستون در سیلندر حاوی گاز اوزون، ۳/۷۵ برابر سیلندر دیگر است.
- تعداد اتم‌ها در سیلندر دارای حجم بیشتر، ۱/۲۵ برابر سیلندر دیگر است.
- چگالی گاز در سیلندر حاوی گاز SO_3، ۱/۶۷ 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 کمّی 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 نحوهٔ 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: معادلهٔ واکنش را نوشته و موازنه کنید.

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

$\frac{۱}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}}$: تبدیل تعداد ذرات به مول

$\frac{۱}{\text{جرم مولی ماده}}$: تبدیل جرم ماده به مول

$\frac{۱}{۲۲/۴}$: تبدیل حجم ماده گازی (L) به مول در شرایط STP

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

$\frac{۱}{\text{حجم مولی گازها}}$: تبدیل حجم ماده گازی به مول به کمک حجم مولی

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

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

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: معادلهٔ 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 خواستهٔ مسئله است، به‌دست آورید.

$$\frac{\text{چگالی}(\frac{g}{L})\times\text{لیتر گاز (غیر STP)}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}} = \frac{\text{لیتر گاز (غیر STP)}}{\text{حجم مولی}(\frac{L}{mol})\times\text{ضریب}} = \frac{\text{لیتر گاز (STP)}}{۲۲/۴\times\text{ضریب}} = \frac{\text{گرم}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}} = \frac{\text{شمار اتم‌ها یا مولکول‌ها}}{N_A\times\text{ضریب}} = \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$$

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 مادهٔ دیگر در واکنش را به‌دست آورید. در این‌گونه مسائل با استفاده از ضرایب استوکیومتری مواد شرکت‌کننده در معادلهٔ 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 درنظر بگیرید. برای تبدیل تعداد مول مادهٔ A به تعداد مول مادهٔ B و یا برعکس، به صورت زیر عمل می‌کنیم:

تعداد مول مادهٔ A ⇄ تعداد مول مادهٔ B

(از A به B: $\times\frac{b}{a}$ ، از B به A: $\times\frac{a}{b}$)

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

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

تست ۱

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

$$KNO_۳(s) \xrightarrow{\Delta} KNO_۲(s) + O_۲(g)$$

۱) ۲/۵ ۲) ۵ ۳) ۱۰ ۴) ۲۰

راه‌حل معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش:

$$۲KNO_۳(s) \xrightarrow{\Delta} ۲KNO_۲(s) + O_۲(g)$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,mol\,O_۲ = ۱۰\,mol\,KNO_۳ \times \frac{۱\,mol\,O_۲}{۲\,mol\,KNO_۳} = ۵\,mol\,O_۲$$ (گزینهٔ ۲)

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{مول } KNO_۳}{\text{ضریب}} = \frac{\text{مول } O_۲}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{۱۰}{۲} = \frac{x}{۱} \Rightarrow x = ۵\,mol\,O_۲$$

تست ۲

به منظور تهیه ۱۰۰۰ مول فلز آهن مذاب چند مول Fe_2O_3 باید مطابق واکنش زیر با مقدار کافی کربن وارد واکنش شود؟

$$2Fe_2O_3(s)+3C(s)\xrightarrow{\Delta}4Fe(l)+3CO_2(g)$$

۱) ۱۰۰۰ ۲) ۷۵۰ ۳) ۵۰۰ ۴) ۲۵۰

راه‌حل روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,mol\,Fe_2O_3=1000\,mol\,Fe\times\frac{2\,mol\,Fe_2O_3}{4\,mol\,Fe}=500\,mol\,Fe_2O_3$$ (گزینهٔ ۳)

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{مول } Fe_2O_3}{\text{ضریب}}=\frac{\text{مول } Fe}{\text{ضریب}}\Rightarrow\frac{x}{2}=\frac{1000}{4}\Rightarrow x=500\,mol\,Fe_2O_3$$

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

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

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

جرم مادهٔ A $\xrightleftharpoons[\frac{\text{جرم مولی A}}{1}\times]{\times\frac{1}{\text{جرم مولی A}}}$ تعداد مول مادهٔ A $\xrightleftharpoons[\frac{a}{b}\times]{\times\frac{b}{a}}$ تعداد مول مادهٔ B $\xrightleftharpoons[\frac{1}{\text{جرم مولی B}}\times]{\times\frac{\text{جرم مولی B}}{1}}$ جرم مادهٔ B

روش تناسب: برای محاسبه جرم یک مادهٔ شرکت‌کننده در واکنش به کمک جرم مادهٔ دیگر، می‌توان از تساوی زیر استفاده کرد:

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

تست ۳

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

$$Na(s)+HCl(aq)\rightarrow NaCl(aq)+H_2(g)$$

۱) ۱۱۵ ۲) ۸۶/۲ ۳) ۵۷/۵ ۴) ۴۷/۷

راه‌حل معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش:

$$2Na(s)+2HCl(aq)\rightarrow 2NaCl(aq)+H_2(g)$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,g\,Na=5g\,H_2\times\frac{1mol\,H_2}{2g\,H_2}\times\frac{2mol\,Na}{1mol\,H_2}\times\frac{23g\,Na}{1mol\,Na}=115g\,Na$$ (گزینهٔ ۱)

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{گرم Na}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}=\frac{\text{گرم } H_2}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}\Rightarrow\frac{x\,g\,Na}{2\times23}=\frac{5}{1\times2}\Rightarrow x=115g\,Na$$

تست ۴

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

$$NaN_3(s)\rightarrow Na(s)+N_2(g)\quad(Na=23,N=14:g.mol^{-1})$$

۱) ۷/۳ ۲) ۸/۴ ۳) ۵/۶ ۴) ۴/۸

راه‌حل معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش:

$$2NaN_3(s)\rightarrow 2Na(s)+3N_2(g)$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,g\,N_2=13g\,NaN_3\times\frac{1mol\,NaN_3}{65g\,NaN_3}\times\frac{3mol\,N_2}{2mol\,NaN_3}\times\frac{28g\,N_2}{1mol\,N_2}=8/4g\,N_2$$ (گزینهٔ ۲)

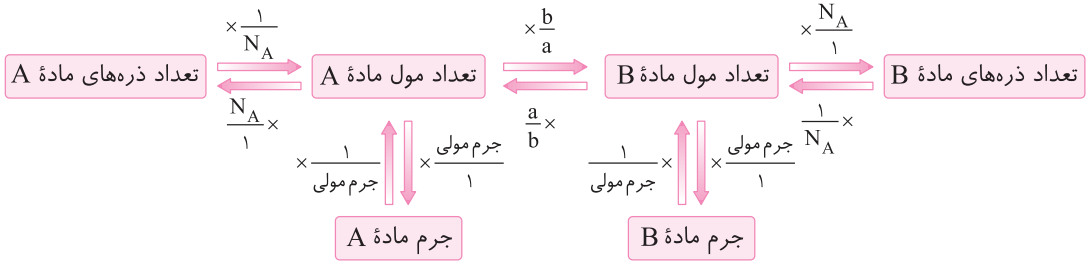
روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{گرم } NaN_3}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}=\frac{\text{گرم } N_2}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}\Rightarrow\frac{13}{2\times65}=\frac{x\,g\,N_2}{3\times28}\Rightarrow x=8/4g\,N_2$$

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 ... مادهٔ دیگر خواسته می‌شود یا برعکس. برای حل اینگونه مسائل ابتدا به کمک عدد آووگادرو ($N_A = ۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$)، مقدار مادهٔ داده شده را برحسب مول محاسبه کنید. سپس به کمک ضرایب استوکیومتری مواد در معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش، مقدار مادهٔ موردنظر را برحسب مول به‌دست 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 مادهٔ A به تعداد ذره‌ها، جرم یا مول مادهٔ 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 مادهٔ دیگر و یا برعکس، از تناسب‌های زیر استفاده می‌کنیم:

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

تست ۵

مطابق واکنش زیر، بر اثر سوختن ۱/۱ گرم گاز پروپان $(C_۳H_۸)$، چند مولکول گازی تولید می‌شود؟ (معادله موازنه شود.)

$C_۳H_۸(g)+O_۲(g)\rightarrow CO_۲(g)+H_۲O(l)$ $\quad (C=۱۲, H=۱ : g.mol^{-۱})$

۱) $۳/۰۱\times۱۰^{۲۳}$ ۲) $۸/۰۲۶\times۱۰^{۲۲}$ ۳) $۴/۵۱۵\times۱۰^{۲۲}$ ۴) $۱۲/۰۴\times۱۰^{۲۱}$

راه‌حل معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش:

$C_۳H_۸(g)+۵O_۲(g)\rightarrow ۳CO_۲(g)+۴H_۲O(l)$

روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,molecule\,CO_۲ = ۱/۱\,g\,C_۳H_۸\times\frac{۱\,mol\,C_۳H_۸}{۴۴\,g\,C_۳H_۸}\times\frac{۳\,mol\,CO_۲}{۱\,mol\,C_۳H_۸}\times\frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\,molecule\,CO_۲}{۱\,mol\,CO_۲}$$

$= ۴/۵۱۵\times۱۰^{۲۲}\,molecule\,CO_۲$ (گزینهٔ ۳)

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{گرم } C_۳H_۸}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}} = \frac{\text{تعداد مولکول‌های } CO_۲}{N_A\times\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{۱/۱}{۱\times۴۴} = \frac{x\,molecule\,CO_۲}{۳\times۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}} \Rightarrow x = ۴/۵۱۵\times۱۰^{۲۲}\,molecule\,CO_۲$$

تست ۶

برای تهیه $۱/۲۰۴\times۱۰^{۲۳}$ مولکول $SO_۲$ در واکنش سوختن کربن دی‌سولفید، چند مولکول $CS_۲$ باید با مقدار کافی گاز اکسیژن بسوزد؟

$CS_۲(l)+۳O_۲(g)\rightarrow CO_۲(g)+۲SO_۲(g)$

۱) $۶/۰۲\times۱۰^{۲۲}$ ۲) $۳/۰۱\times۱۰^{۲۳}$ ۳) $۱/۲۰۴\times۱۰^{۲۳}$ ۴) $۲/۴۰۸\times۱۰^{۲۲}$

راه‌حل روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,molecule\,CS_۲ = ۱/۲۰۴\times۱۰^{۲۳}\,molecule\,SO_۲\times\frac{۱\,mol\,SO_۲}{N_A\,molecule\,SO_۲}\times\frac{۱\,mol\,CS_۲}{۲\,mol\,SO_۲}\times\frac{N_A\,molecule\,CS_۲}{۱\,mol\,CS_۲}$$

$= ۶/۰۲\times۱۰^{۲۲}\,molecule\,CS_۲$ (گزینهٔ ۱)

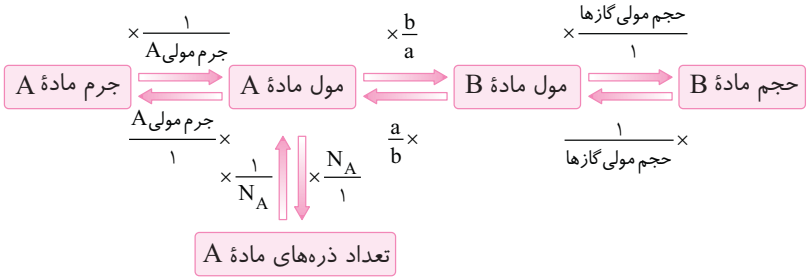
روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{تعداد مولکول‌های } CS_۲}{N_A\times\text{ضریب}} = \frac{\text{تعداد مولکول‌های } SO_۲}{N_A\times\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{x\,molecule\,CS_۲}{۱\times N_A} = \frac{۱/۲۰۴\times۱۰^{۲۳}}{۲\times N_A} \Rightarrow x = ۶/۰۲\times۱۰^{۲۲}\,molecule\,CS_۲$$

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 مادهٔ گازی که در واکنش تولید یا مصرف شده، خواسته می‌شود و یا برعکس. در این گونه مسائل، ابتدا مول مادهٔ گازی را به‌دست آورید. سپس حجم گاز را با استفاده از حجم مولی آن به دست آورید.

روش کسر تبدیل: برای به‌دست آوردن حجم یک مادهٔ گازی شرکت‌کننده در واکنش به کمک جرم، مقدار مول و یا تعداد ذرات مادهٔ دیگر، می‌توان به صورت زیر عمل نمود: (واکنش فرضی $aA \rightarrow bB(g)$ را در نظر بگیرید.)



روش تناسب: برای محاسبهٔ حجم یک مادهٔ گازی شرکت‌کننده در واکنش به کمک جرم، مقدار مول و ... مادهٔ دیگر، می‌توان به صورت زیر عمل نمود:

$$\frac{\text{لیتر گاز (غیر STP)}}{\text{حجم مولی}(\frac{L}{mol})\times\text{ضریب}} = \frac{\text{لیتر گاز (STP)}}{۲۲/۴\times\text{ضریب}} = \frac{\text{شمار مولکول‌ها یا اتم‌ها}}{N_A\times\text{ضریب}} = \frac{\text{گرم}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}} = \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$$

تست ۷

از تجزیه ۴/۲ گرم سدیم هیدروژن کربنات $(NaHCO_3)$ مطابق معادلهٔ واکنش زیر، در شرایطی که حجم مولی گازها برابر ۲۴/۲ لیتر بر مول است، حدوداً چند لیتر بخار آب تولید می‌شود؟ (معادله موازنه شود.)

$$NaHCO_3(s) \xrightarrow{\Delta} Na_2CO_3(s) + H_2O(g) + CO_2(g) \qquad (Na=۲۳, C=۱۲, H=۱ : g.mol^{-1})$$

۱) ۰/۹ ۲) ۰/۶ ۳) ۰/۵۶ ۴) ۰/۳

راه‌حل معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش:

$$2NaHCO_3(s) \xrightarrow{\Delta} Na_2CO_3(s) + H_2O(g) + CO_2(g)$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,L\,H_2O = ۴/۲\,g\,NaHCO_3 \times \frac{۱\,mol\,NaHCO_3}{۸۴\,g\,NaHCO_3} \times \frac{۱\,mol\,H_2O}{۲\,mol\,NaHCO_3} \times \frac{۲۴/۲\,L\,H_2O}{۱\,mol\,H_2O} \simeq ۰/۶\,L\,H_2O$$ (گزینهٔ ۲)

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{گرم } NaHCO_3}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}} = \frac{\text{لیتر گاز(غیر STP)}}{\text{حجم مولی}\times\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{۴/۲}{۲\times۸۴} = \frac{x\,L\,H_2O}{۱\times۲۴/۲} \Rightarrow x \simeq ۰/۶\,L\,H_2O$$

تست ۸

اگر در اثر واکنش کامل ۱۵ لیتر از مخلوط گازی شامل هیدروژن و اکسیژن، ۱۴/۴ گرم بخار آب به دست آید، حجم مولی گازها در شرایط آزمایش برابر چند لیتر بر مول است؟ $(O=۱۶, H=۱ : g.mol^{-1})$

۱) ۱۲/۵ ۲) ۱۷/۲۵ ۳) ۲۲/۴ ۴) ۲۴

راه‌حل معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش:

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

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

$$?\,mol(H_2, O_2) = ۱۴/۴\,g\,H_2O \times \frac{۱\,mol\,H_2O}{۱۸\,g\,H_2O} \times \frac{۳\,mol(H_2, O_2)}{۲\,mol\,H_2O} = ۱/۲\,mol(H_2, O_2)$$

سپس حجم مولی گازها را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{حجم مولی گازها} = \frac{\text{حجم گازها}}{\text{مول گازها}} = \frac{۱۵L}{۱/۲mol} = ۱۲/۵\,L.mol^{-1}$$ (گزینهٔ ۱)

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم بخار آب}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}} = \frac{\text{لیتر گاز(غیر STP)}}{\text{حجم مولی}\times\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{۱۴/۴}{۲\times۱۸} = \frac{۱۵}{۳\times x} \Rightarrow x = ۱۲/۵\,L.mol^{-1}$$

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

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

روش کسر تبدیل: برای محاسبهٔ حجم یک مادهٔ گازی شرکت‌کننده در واکنش، جرم مادهٔ گازی را محاسبه کرده و سپس به کمک چگالی $\left(\frac{g}{L}\right)$، حجم گاز را محاسبه می‌کنیم:

جرم مادهٔ گازی $\xrightleftharpoons[\frac{\text{چگالی}}{1}\times]{\times\frac{1}{\text{چگالی}}}$ حجم مادهٔ گازی

روش تناسب: برای محاسبهٔ حجم یک مادهٔ گازی شرکت‌کننده در واکنش به کمک جرم، مقدار مول و تعداد ذرات مادهٔ دیگر، می‌توان به صورت زیر عمل کرد:

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

تست ۹

از تجزیه ۲۲/۷ گرم نیتروگلیسیرین $(C_3H_5N_3O_9)$، چند لیتر گاز نیتروژن با چگالی ۱/۱۲ گرم بر لیتر آزاد می‌شود؟ (معادلهٔ واکنش موازنه نشده است.) $(C=12, O=16, N=14, H=1 : g.mol^{-1})$

$$C_3H_5N_3O_9(l)\rightarrow CO_2(g)+H_2O(g)+N_2(g)+O_2(g)$$

۱) ۲/۲۵ ۲) ۳/۲۵ ۳) ۳/۷۵ ۴) ۵/۵

راه‌حل معادلهٔ موازنه شده واکنش:

$$4C_3H_5N_3O_9(l)\rightarrow 12CO_2(g)+10H_2O(g)+6N_2(g)+O_2(g)$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,L\,N_2=22/7\,g\,C_3H_5N_3O_9\times\frac{1\,mol\,C_3H_5N_3O_9}{227\,g\,C_3H_5N_3O_9}\times\frac{6\,mol\,N_2}{4\,mol\,C_3H_5N_3O_9}\times\frac{28\,g\,N_2}{1\,mol\,N_2}\times\frac{1\,L\,N_2}{1/12\,g\,N_2}=3/75\,L\,N_2$$ (گزینهٔ ۳)

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{گرم } C_3H_5N_3O_9}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}=\frac{\left(\frac{g}{L}\right)\text{چگالی}\times\text{لیتر گاز(غیر STP)}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}\Rightarrow\frac{22/7}{4\times227}=\frac{x\,L\,N_2\times1/12}{6\times28}\Rightarrow x=3/75\,L\,N_2$$

تست ۱۰

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

$$C_nH_{2n}(g)+\frac{3n}{2}O_2(g)\rightarrow nCO_2(g)+nH_2O(g)\qquad (C=12, O=16, H=1 : g.mol^{-1})$$

۱) ۱/۱۵ ۲) ۱/۲۵ ۳) ۱/۷۵ ۴) ۲/۱۵

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

$$24\,g\,O_2\times\frac{1\,mol\,O_2}{32\,g\,O_2}\times\frac{1\,mol\,C_nH_{2n}}{\frac{3n}{2}\,mol\,O_2}\times\frac{(14n)\,g\,C_nH_{2n}}{1\,mol\,C_nH_{2n}}\times\frac{1\,L\,C_nH_{2n}}{d\,g\,C_nH_{2n}}=5/6\,L\,C_nH_{2n}\Rightarrow d=1/25\,g.L^{-1}$$ (گزینهٔ ۲)

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\left(\frac{g}{L}\right)\text{چگالی}\times\text{لیتر آلکن (غیر STP)}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}=\frac{\text{گرم گاز اکسیژن}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}\Rightarrow\frac{5/6\times d\,(g.L^{-1})}{14n\times1}=\frac{24}{\frac{3n}{2}\times32}\Rightarrow d=1/25\,g.L^{-1}$$

تمرین‌های کلاس مسئله ۳

صفحات پاسخ: ۷۴ تا ۷۸

۱- در اثر تجزیهٔ گرمایی ۲۱ گرم سدیم هیدروژن کربنات مطابق معادلهٔ موازنه نشدهٔ زیر، چند گرم فراوردهٔ جامد تولید می‌شود؟

$NaHCO_3(s) \rightarrow Na_2CO_3(s) + CO_2(g) + H_2O(g)$ $(Na=23, O=16, C=12, H=1 : g.mol^{-1})$

۱) ۲۶/۵ ۲) ۱۳/۲۵ ۳) ۳۹/۷۵ ۴) ۱۱/۲۵

۲- از واکنش چند گرم فلز منیزیم با مقدار کافی محلول هیدروکلریک اسید، مطابق واکنش زیر، ۴/۵ گرم گاز تولید می‌شود؟

$Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$ $(Mg=24, H=1 : g.mol^{-1})$

۱) ۲۴ ۲) ۳۶ ۳) ۴۸ ۴) ۵۴

۳- در اثر سوختن کامل ۶/۴ گرم متانول چند مولکول کربن دی‌اکسید تولید می‌شود؟ (معادله موازنه شود.)

$CH_3OH(l) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(l)$ $(C=12, H=1, O=16 : g.mol^{-1})$

۱) $1/204 \times 10^{23}$ ۲) $1/204 \times 10^{22}$ ۳) $2/408 \times 10^{23}$ ۴) $2/408 \times 10^{22}$

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.) $(H=1 g.mol^{-1})$

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

۱) $3/01 \times 10^{22}$ - ۰/۱۵ ۲) $3/01 \times 10^{21}$ - ۰/۰۵ ۳) $3/01 \times 10^{22}$ - ۰/۰۵ ۴) $3/01 \times 10^{21}$ - ۰/۱۵

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؟ (معادلهٔ واکنش، موازنه نشده است.)

$H_2O_2(aq) \xrightarrow{KI} H_2O(l) + O_2(g)$ $(H=1, O=16 : g.mol^{-1})$

۱) ۱۷ ۲) ۳۴ ۳) ۱/۷ ۴) ۳/۴

۶- ۲۰/۲ گرم پتاسیم نیترات در دمای بالاتر از $500^\circ C$، مطابق معادلهٔ موازنه نشدهٔ زیر تجزیه می‌شود. طی این واکنش چند لیتر گاز در شرایط STP تولید می‌شود؟

$KNO_3(s) \xrightarrow{\theta > 500^\circ C} K_2O(s) + N_2(g) + O_2(g)$ $(K=39, N=14, O=16 : g.mol^{-1})$

۱) ۲/۲۴ ۲) ۵/۶ ۳) ۷/۸۴ ۴) ۳/۳۶

۷- در واکنش سوختن ناقص ۶/۷۲ 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.) $(O=16, H=1 : g.mol^{-1})$

۱) ۱۰/۸ - ۶/۷۲ ۲) ۱۰/۸ - ۳/۳۶ ۳) ۵/۴ - ۶/۷۲ ۴) ۵/۴ - ۳/۳۶

۸- اگر از تجزیهٔ ۲/۵۲ گرم آمونیوم دی‌کرومات، ۰/۸ لیتر بخار آب تولید شده باشد، چگالی بخار آب تولید شده در شرایط آزمایش برابر چند گرم بر لیتر است؟ $(Cr=52, N=14, O=16, H=1 : g.mol^{-1})$

معادلهٔ موازنه نشدهٔ واکنش: $(NH_4)_2Cr_2O_7(s) \rightarrow Cr_2O_3(s) + N_2(g) + H_2O(g)$

۱) ۱/۲ ۲) ۰/۸ ۳) ۰/۹ ۴) ۱/۳۵

۹- چنانچه گاز کربن دی‌اکسید حاصل از تخمیر ۲۷۰ 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.) $(C=12, O=16, H=1 : g.mol^{-1})$

$C_6H_{12}O_6(aq) \rightarrow C_2H_5OH(aq) + CO_2(g)$

$Li_2O_2(aq) + CO_2(g) \rightarrow Li_2CO_3(aq) + O_2(g)$

۱) ۲۲/۴ ۲) ۳۳/۶ ۳) ۴۴/۸ ۴) ۵۶

۱۰- با توجه به مراحل تشکیل گاز آلایندهٔ 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 $1/4 g.L^{-1}$ مصرف می‌شود؟ $(N=14 g.mol^{-1})$

$N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO(g)$

$2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$

$NO_2(g) + O_2(g) \rightarrow NO(g) + O_3(g)$

۱) ۴/۵ ۲) ۶ ۳) ۷/۵ ۴) ۹

۱۱- اگر در شرایط یکسان، حجم گاز کربن دی‌اکسید حاصل از تجزیهٔ مقداری کلسیم کربنات، $\frac{۲}{۳}$ برابر حجم گاز اکسیژن تولید شده از واکنش تجزیهٔ مقداری سدیم کلرات $(NaClO_۳)$ باشد، نسبت جرم سدیم کلرات به جرم کلسیم کربنات مصرفی در دو واکنش کدام است؟ $(Ca=۴۰, Cl=۳۵/۵, Na=۲۳, C=۱۲, O=۱۶ : g.mol^{-۱})$

$$CaCO_۳(s) \rightarrow CaO(s) + CO_۲(g)$$

$$۲NaClO_۳(s) \rightarrow ۲NaCl(s) + ۳O_۲(g)$$

۱) ۰/۹۳۸ ۲) ۱/۸۷۷ ۳) ۱/۰۶۵ ۴) ۲/۱۳

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 ۹/۶ گرم از جرم مواد درون ظرف کاسته شده باشد، اختلاف جرم دو جامد باقی‌مانده در ظرف چند گرم است؟

$$NaNO_۳(s) \rightarrow NaNO_۲(s) + O_۲(g) \qquad (Na=۲۳, N=۱۴, O=۱۶ : g.mol^{-۱})$$

۱) ۹/۶ ۲) ۲۴/۴ ۳) ۲۸/۸ ۴) ۲۶/۶

۱۳- اگر ۳/۸۱ گرم از کلرید یک فلز با مقدار کافی محلول سدیم هیدروکسید، مطابق معادلهٔ زیر واکنش داده و ۲/۷ گرم رسوب تشکیل شود، جرم مولی فلز مورد نظر کدام است؟

$$MCl_۲(aq) + ۲NaOH(aq) \rightarrow M(OH)_۲(s) + ۲NaCl(aq) \qquad (Cl=۳۵/۵, O=۱۶, H=۱ : g.mol^{-۱})$$

۱) ۲۴ ۲) ۳۹ ۳) ۵۶ ۴) ۶۵

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.) $(C=۱۲, S=۳۲ : g.mol^{-۱})$

۱) ۶۰ ۲) ۳۹ ۳) ۸۰ ۴) ۹۰

۱۵- برای سوختن کامل ۳۰ لیتر بنزین با فرمول تقریبی $C_۸H_{۱۸}$ و چگالی $۰/۷۶ g.mL^{-۱}$، به چند مترمکعب هوا در شرایطی که حجم مولی گازها برابر ۲۰ لیتر بر مول است، نیاز است؟ (۲۰ درصد حجمی هوا را گاز اکسیژن تشکیل می‌دهد.) (معادله موازنه شود.)

$$C_۸H_{۱۸}(l) + O_۲(g) \rightarrow CO_۲(g) + H_۲O(g) \qquad (C=۱۲, H=۱ : g.mol^{-۱})$$

۱) ۲۵ ۲) ۱۲۵ ۳) ۵۰ ۴) ۲۵۰

۱۶- مخلوطی به جرم ۲۷ گرم از گازهای متان $(CH_۴)$ و اتان $(C_۲H_۶)$ 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؟

$$(C=۱۲, O=۱۶, H=۱ : g.mol^{-۱})$$

۱) ۵۵ ۲) ۶۶ ۳) ۷۷ ۴) ۸۸

۱۷- مخلوطی به جرم ۸۰ گرم حاوی اتان $(C_۲H_۶)$ و اتین $(C_۲H_۲)$ را در اکسیژن کافی می‌سوزانیم. اگر مجموع تعداد مول‌های کربن دی‌اکسید تولیدی ۱/۵ برابر مجموع تعداد مول‌های بخار آب تولیدی باشد، چند درصد جرمی مخلوط اولیه را اتان تشکیل داده است؟

$$(C=۱۲, H=۱, O=۱۶ : g.mol^{-۱})$$

۱) ۲۱/۷۹ ۲) ۱۸/۷۵ ۳) ۱۴/۴۵ ۴) ۹/۶۸

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 ۲۲۰ گرم مس (II) اکسید به طور کامل واکنش دهد، جرم آلومینیم در مخلوط اولیه چند گرم است؟ $(Al=۲۷, Mg=۲۴, Cu=۶۴, O=۱۶, H=۱ : g.mol^{-۱})$

$$۲Al(s) + ۶HCl(aq) \rightarrow ۲AlCl_۳(aq) + ۳H_۲(g)$$

$$Mg(s) + ۲HCl(aq) \rightarrow MgCl_۲(aq) + H_۲(g)$$

$$H_۲(g) + CuO(s) \rightarrow Cu(s) + H_۲O(g)$$

۱) ۱۸ ۲) ۳۶ ۳) ۲۴ ۴) ۵۴

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

آزمون جامع ۱

کل فصل

۱- میانگین دمای سطح زمین برابر $14^\circ C$ 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 درجهٔ سلسیوس است و بالن پس از حدوداً چند متر صعود از این ارتفاع، دما را با ۲۰٪ کاهش در مقیاس کلوین گزارش خواهد کرد؟ (به ترتیب از راست به چپ)

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

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 ۲۷۲/۶K و $(-22)^\circ C$ 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 $14^\circ C$ در نظر بگیرید.)

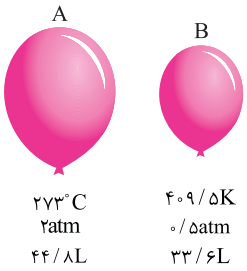
ارتفاع از سطح زمین (km)	۰	۳/۰	۶/۰	۸/۱	۱۰/۴	۱۲/۴	۱۵/۳	۱۸/۳	۲۱/۳	۲۴/۳	۲۷/۶	۳۰/۷	۳۴/۷
فشار گاز اکسیژن $(\times 10^{-2}\,atm)$	۲۰/۹	۲۰/۱	۱۹/۴	۱۶/۶	۱۵/۴	۱۳/۲	۱۲/۳	۱۱/۴	۹/۷	۹	۸/۴	۷/۶	۶/۸

۱) $5/7\times10^{-2}$ - ۴/۲ ۲) $6/9\times10^{-2}$ - ۳/۶ ۳) $6/9\times10^{-2}$ - ۴/۲ ۴) $5/7\times10^{-2}$ - ۳/۶

۳- مقداری گاز آرگون در یک ظرف مکعبی با دمای $(-173)^\circ C$ وجود دارد. اگر همهٔ 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 درجهٔ 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. $(S=32, O=16 : g.mol^{-1})$



۱) ۴- بیشتر ۲) ۸- بیشتر
۳) ۴- کمتر ۴) ۸- 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؟ $(Ne=20, C=12, H=1 : g.mol^{-1})$

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 نشدهٔ 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 $0^\circ C$ و فشار ۱atm انجام می‌شوند.) $(Mn=55, Na=23, O=16, H=1 : g.mol^{-1})$

$$MnO_2(s)+HCl(aq)\rightarrow MnCl_2(aq)+Cl_2(g)+H_2O(l) \quad , \quad Na(s)+HCl(aq)\rightarrow NaCl(aq)+H_2(g)$$

۱) ۱/۵ ۲) ۳ ۳) ۰/۷۵ ۴) ۲/۲۵

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

$$Al_2(SO_4)_3(s)\xrightarrow{\Delta} Al_2O_3(s)+SO_3(g) \quad (Al=27, S=32, O=16 : g.mol^{-1})$$

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 $0/6\,g.L^{-1}$ را می‌توان از اکسایش ۵۴ گرم گلوکز به‌دست آورد؟ (معادلهٔ واکنش‌ها موازنه شوند و $C=12, O=16, H=1 : g.mol^{-1}$)

$$CH_4(g)+O_2(g)\rightarrow CO_2(g)+H_2O(g)$$
$$C_6H_{12}O_6(g)+O_2(g)\rightarrow CO_2(g)+H_2O(l)$$

۱) ۸ ۲) ۲۴ ۳) ۳۲ ۴) ۴۸

۹- از سوختن کامل مقداری هیدروکربن سیرشده (C_nH_{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.) $(C=12, O=16, H=1 : g.mol^{-1})$

$$C_nH_{2n+2}+O_2\rightarrow CO_2+H_2O$$

۱) $1/204\times10^{23}$ ۲) $1/204\times10^{24}$ ۳) $7/525\times10^{23}$ ۴) $7/525\times10^{24}$

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؟**

$Ca(s)+2H_2O(l)\rightarrow Ca(OH)_2(aq)+H_2(g)$ $\quad (Ca=40, O=16, H=1, N=14 : g.mol^{-1})$

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

۱) ۲۱ **۲)** ۱۴ **۳)** ۲۸ **۴)** ۳۵

فصل دوم

پاسخ تشریحی تمرین‌ها

پاسخ تشریحی تمرین‌های کلاس مسئله ۱

۱- گزینهٔ ۴ دما در انتهای لایه را برحسب درجهٔ سلسیوس محاسبه می‌کنیم:

$$T(K)=\theta_۲(^\circ C)+۲۷۳\Rightarrow ۱۸۷(K)=\theta_۲(^\circ C)+۲۷۳\Rightarrow \theta_۲(^\circ C)=-۸۶^\circ C$$

طبق روابط داریم:

$$\Delta\theta=-۳/۸h\Rightarrow \theta_۲-\theta_۱=-۳/۸h\Rightarrow -۸۶-۷=-۳/۸h\Rightarrow h=۳۰km$$

۲- گزینهٔ ۲ دمای سطح زمین و ارتفاع مورد نظر را برحسب درجهٔ سلسیوس محاسبه می‌کنیم:

$$T(K)=\theta_۱(^\circ C)+۲۷۳\Rightarrow ۲۹۳(K)=\theta_۱(^\circ C)+۲۷۳\Rightarrow \theta_۱(^\circ C)=۲۰^\circ C\ ,\ \theta_۲=۰/۸\theta_۱=۰/۸\times ۲۰=۲^\circ C$$

می‌دانیم در لایهٔ تروپوسفر با افزایش ارتفاع به ازای یک کیلومتر، دما در حدود $۶^\circ C$ کاهش می‌یابد، پس:

$$\Delta\theta=-۶h\Rightarrow \theta_۲-\theta_۱=-۶h\Rightarrow ۲-۲۰=-۶h\Rightarrow h=۳km$$

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

$$h_۱=۱۲km\ \text{و}\ \theta_۱(^\circ C)=-۵۵^\circ C$$

$$h_۲=۵۰km\ \text{و}\ \theta_۲(^\circ C)=T_۲(K)-۲۷۳=۲۸۰-۲۷۳=۷^\circ C\Rightarrow \Delta\theta=m\Delta h\Rightarrow \theta_۲-\theta_۱=m(h_۲-h_۱)\Rightarrow ۷-(-۵۵)=m(۵۰-۱۲)\Rightarrow m\simeq ۱/۶۳^\circ C$$

اکنون بین ابتدای این لایه و لایه اوزون روابط را می‌نویسیم. دما و ارتفاع لایهٔ اوزون را با $\theta_۰$ و $h_۰$ نشان می‌دهیم.

$$\Delta\theta=۱/۶۳\Delta h\Rightarrow \theta_۰-\theta_۱=۱/۶۳(h_۰-h_۱)\Rightarrow \theta_۰-(-۵۵)=۱/۶۳(۲۳-۱۲)\Rightarrow \theta_۰\simeq -۳۷^\circ C\Rightarrow T_۰(K)=\theta_۰(^\circ C)+۲۷۳\Rightarrow T_۰(K)=-۳۷^\circ C+۲۷۳=۲۳۶K$$

۴- گزینهٔ ۲ ابتدا بررسی می‌کنیم که در چه ارتفاعی فشار هوا به $۰/۴\ atm$ می‌رسد:

$$۱\,atm\xrightarrow[۲km]{\text{کاهش }٪۲۰}۰/۸\,atm\xrightarrow[۲km]{\text{کاهش }٪۲۰}۰/۶۴\,atm\xrightarrow[۲km]{\text{کاهش }٪۲۰}۰/۵۱۲\,atm\xrightarrow[۲km]{\text{کاهش }٪۲۰}۰/۴۰۹۶\,atm$$

پس در ارتفاع ۸ کیلومتری از سطح زمین، فشار هوا تقریباً به $۰/۴$ اتمسفر می‌رسد:

$$\Delta\theta=-۶h\Rightarrow \theta_۲-۱۴=-۶(۸)$$

$$\theta_۲=-۳۴^\circ C\Rightarrow T_۲(K)=-۳۴^\circ C+۲۷۳=۲۳۹\,K$$

پاسخ تشریحی تمرین‌های کلاس مسئله ۲

۱- گزینهٔ ۱

$$\frac{P_۱V_۱}{n_۱T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲}\xrightarrow{n\text{ و }T\text{ ثابت}}P_۱V_۱=P_۲V_۲\Rightarrow ۲\times ۵=(۲/۵\times ۲)\times V_۲\Rightarrow V_۲=۲L$$

۲- گزینهٔ ۴

$$\frac{P_۱V_۱}{n_۱T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲}\xrightarrow{n\text{ و }T\text{ ثابت}}P_۱V_۱=P_۲V_۲\Rightarrow ۱/۵\times(۵۰۰\times ۰/۴)=P_۲\times ۱۲\Rightarrow P_۲=۲۵atm$$

۳- گزینهٔ ۳

$$P_۲=P_۱-\frac{۲۰}{۱۰۰}P_۱=\frac{۸}{۱۰}P_۱\ ,\ \frac{P_۱V_۱}{n_۱T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲}\xrightarrow{n\text{ و }T\text{ ثابت}}P_۱V_۱=P_۲V_۲\Rightarrow P_۱\times V_۱=\frac{۸}{۱۰}P_۱\times V_۲\Rightarrow \frac{V_۲}{V_۱}=\frac{۵}{۴}$$

$$\text{درصد تغییرات حجم}=\frac{\Delta V}{V_۱}\times ۱۰۰=\frac{V_۲-V_۱}{V_۱}\times ۱۰۰=\frac{\frac{۵}{۴}V_۱-V_۱}{V_۱}\times ۱۰۰=\frac{\frac{V_۱}{۴}}{V_۱}\times ۱۰۰=٪۲۵$$

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

۴- گزینهٔ ۱

$$\theta_۲=۲\theta_۱=۵۴۶^\circ C\ ,\ \frac{P_۱V_۱}{n_۱T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲}\xrightarrow{P\text{ و }n\text{ ثابت}}\frac{V_۱}{T_۱}=\frac{V_۲}{T_۲}\Rightarrow \frac{۲}{۲۷۳+۲۷۳}=\frac{V_۲}{۵۴۶+۲۷۳}\Rightarrow V_۲=۳L$$

$$\Delta V=V_۲-V_۱=۳-۲=۱\,L$$

۵- گزینهٔ ۱

$$V_۲=\frac{۹۲}{۹۱}V_۱ \quad , \quad \frac{P_۱V_۱}{n_۱T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲} \xrightarrow{\text{ثابت } P \text{ و } n} \frac{V_۱}{T_۱}=\frac{V_۲}{T_۲} \Rightarrow \frac{V_۱}{T_۱}=\frac{\frac{۹۲}{۹۱}V_۱}{T_۱+۴} \Rightarrow T_۱=۳۶۴K$$

$$\theta_۱(^\circ C)=T_۱(K)-۲۷۳=۳۶۴-۲۷۳=۹۱^\circ C$$

۶- گزینهٔ ۲

$$\frac{P_۱V_۱}{n_۱T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲} \xrightarrow{\text{ثابت } P \text{ و } n} \frac{V_۱}{T_۱}=\frac{V_۲}{T_۲} \Rightarrow \frac{V_۱}{۳۰۰}=\frac{V_۲}{۲۴۰} \Rightarrow \frac{V_۲}{V_۱}=\frac{۴}{۵}$$

$$\text{درصد تغییرات حجم}=\frac{\Delta V}{V_۱}\times ۱۰۰=\frac{V_۲-V_۱}{V_۱}\times ۱۰۰=\frac{\frac{۴}{۵}V_۱-V_۱}{V_۱}\times ۱۰۰=\frac{-\frac{V_۱}{۵}}{V_۱}\times ۱۰۰=-٪۲۰$$

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

۷- گزینهٔ ۲ ابتدا شمار مول‌های گاز هیدروژن اضافه شده به سیلندر را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{P_۱V_۱}{n_۱T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲} \xrightarrow{\text{ثابت } P \text{ و } T} \frac{V_۱}{n_۱}=\frac{V_۲}{n_۲} \Rightarrow \frac{۲}{۳}=\frac{۴}{۳+n'} \Rightarrow n'=۳mol\,H_۲$$

جرم گاز هیدروژن اضافه شده برابر است با:

$$?\,g\,H_۲=۳mol\,H_۲\times\frac{۲g\,H_۲}{۱mol\,H_۲}=۶g\,H_۲$$

۸- گزینهٔ ۲

$$\frac{P_۱V_۱}{n_۱T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲} \xrightarrow{\text{ثابت } P \text{ و } T} \frac{V_۱}{n_۱}=\frac{V_۲}{n_۲} \xrightarrow{n=\frac{m}{M}} \frac{V_۱}{\frac{m_۱}{M_۱}}=\frac{V_۲}{\frac{m_۲}{M_۲}} \xrightarrow{M_۱=M_۲} \frac{V_۱}{m_۱}=\frac{V_۲}{m_۲} \Rightarrow \frac{V_۱}{x}=\frac{V_۲}{x-\frac{۵x}{۸}} \Rightarrow \frac{V_۱}{x}=\frac{V_۲}{\frac{۳x}{۸}} \Rightarrow \frac{V_۲}{V_۱}=\frac{۳}{۸}$$

$$\text{درصد تغییرات حجم}=\frac{\Delta V}{V_۱}\times ۱۰۰=\frac{V_۲-V_۱}{V_۱}\times ۱۰۰=\frac{\frac{۳}{۸}V_۱-V_۱}{V_۱}\times ۱۰۰=\frac{-\frac{۵V_۱}{۸}}{V_۱}\times ۱۰۰=-٪۶۲/۵$$

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

۹- گزینهٔ ۲ شعاع پیستون (r) ثابت و ارتفاع آن (h) متغیر است:

$$V_{\text{پیستون}}=\pi r^۲h \quad , \quad h_۲=۱/۵h_۱$$

ابتدا جرم متان را x گرم در نظر می‌گیریم و مقدار مول گازها را در حالت اولیه و ثانویه به‌دست می‌آوریم:

مقدار مول اولیهٔ گاز هلیم:

$$?\,mol\,He=۴g\,He\times\frac{۱mol\,He}{۴g\,He}=۱mol\,He$$

مقدار مول اولیهٔ گاز متان:

$$?\,mol\,CH_۴=x g\,CH_۴\times\frac{۱mol\,CH_۴}{۱۶g\,CH_۴}=\frac{x}{۱۶}mol\,CH_۴$$

مقدار مول گاز هلیم اضافه شده:

$$?\,mol\,He=۸g\,He\times\frac{۱mol\,He}{۴g\,He}=۲mol\,He$$

مقدار مول اولیه و ثانویه برابر است با:

$$n_۱=۱+\frac{x}{۱۶} \quad \text{و} \quad n_۲=۱+\frac{x}{۱۶}+۲=۳+\frac{x}{۱۶}$$

به کمک اطلاعات مسئله، مقدار x را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{P_۱V_۱}{n_۱T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲} \xrightarrow{\text{ثابت } P \text{ و } T} \frac{V_۱}{n_۱}=\frac{V_۲}{n_۲} \Rightarrow \frac{\pi r_۱^۲h_۱}{۱+\frac{x}{۱۶}}=\frac{\pi r_۲^۲h_۲}{۳+\frac{x}{۱۶}} \xrightarrow{h_۲=۱/۵h_۱ \text{ و } r_۱=r_۲} \frac{۱}{۱+\frac{x}{۱۶}}=\frac{۱/۵}{۳+\frac{x}{۱۶}} \Rightarrow x=۴۸g$$

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

$$\text{جرم مخلوط نهایی}=۴g\,He+۴۸g\,CH_۴+۸g\,He=۶۰g$$

$$\text{درصد جرمی متان}=\frac{۴۸}{۶۰}\times ۱۰۰=٪۸۰$$

۱۰- گزینهٔ ۲ با باز شدن شیر رابط بین دو ظرف، حجم کل برابر مجموع حجم دو ظرف است، یعنی:

$$V_۲=V_۱+۴V_۱=۵V_۱ \quad , \quad \frac{P_۱V_۱}{n_۱T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲} \xrightarrow{\text{ثابت } n} \frac{P_۱V_۱}{T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{T_۲} \Rightarrow \frac{۲\times V_۱}{۲۲۷+۲۷۳}=\frac{P_۲\times ۵V_۱}{۲۷+۲۷۳} \Rightarrow P_۲=۰/۲۴atm$$

۱۱- گزینهٔ ۳

$$\frac{P_۱V_۱}{n_۱T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲} \xrightarrow{n=\frac{m}{M} \text{ و } M_۱=M_۲} \Rightarrow \frac{P_۱V_۱}{m_۱T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{m_۲T_۲} \Rightarrow \frac{P_۱\times V_۱}{۲۰\times T_۱}=\frac{P_۲\times ۲V_۱}{۱۴\times ۴T_۱} \Rightarrow \frac{P_۲}{P_۱}=۱/۴$$

۱۲- گزینهٔ ۴ جرم هر یک از گازها را به‌دست می‌آوریم:

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

$$?\,g\,C_3H_8 = 84\,L\,C_3H_8 \times \frac{1\,mol\,C_3H_8}{24\,L\,C_3H_8} \times \frac{44\,g\,C_3H_8}{1\,mol\,C_3H_8} = 154\,g\,C_3H_8$$

مجموع جرم این دو گاز برابر است با:

$$\text{مجموع جرم} = 6\,g + 154\,g = 160\,g$$

۱۳- گزینهٔ ۱ ابتدا حجم مولی گازها را در این شرایط به‌دست می‌آوریم:

$$\text{حجم مولی گاز} = 1\,mol\,NH_3 \times \frac{17\,g\,NH_3}{1\,mol\,NH_3} \times \frac{9\,L\,NH_3}{5/1\,g\,NH_3} = 30\,L$$

حجم گاز SO_3 برابر است با:

$$?\,L\,SO_3 = 32\,g\,SO_3 \times \frac{1\,mol\,SO_3}{80\,g\,SO_3} \times \frac{30\,L\,SO_3}{1\,mol\,SO_3} = 12\,L\,SO_3$$

۱۴- گزینهٔ ۲

$$?\,atom\,H = 2/24\,L\,CH_4 \times \frac{1\,mol\,CH_4}{22/4\,L\,CH_4} \times \frac{6/02\times10^{23}\,molecule\,CH_4}{1\,mol\,CH_4} \times \frac{4\,atom\,H}{1\,molecule\,CH_4} = 2/408\times10^{23}\,atom\,H$$

$$?\,atom\,H = 13/44\,L\,C_2H_6 \times \frac{1\,mol\,C_2H_6}{22/4\,L\,C_2H_6} \times \frac{6/02\times10^{23}\,molecule\,C_2H_6}{1\,mol\,C_2H_6} \times \frac{6\,atom\,H}{1\,molecule\,C_2H_6} = 21/672\times10^{23}\,atom\,H$$

مجموع تعداد اتم‌های هیدروژن در این مخلوط برابر است با:

$$\text{مجموع تعداد اتم‌های H} = 2/408\times10^{23} + 21/672\times10^{23} = 24/08\times10^{23} = 2/408\times10^{24}$$

۱۵- گزینهٔ ۱ با استفاده از رابطهٔ قانون گازها، حجم این گاز را در شرایط داده شده محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{P_1V_1}{n_1T_1} = \frac{P_2V_2}{n_2T_2} \xrightarrow{n\ \text{ثابت}} \frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{1\times6/72}{273} = \frac{2\times V_2}{182+273} \Rightarrow V_2 = 5/6\,L$$

جرم مولی گاز را محاسبه می‌کنیم:

$$13/2\,g\ \text{گاز} = 6/72\,L\ \text{گاز} \times \frac{1\,mol\ \text{گاز}}{22/4\,L\ \text{گاز}} \times \frac{M\,g\ \text{گاز}}{1\,mol\ \text{گاز}} \Rightarrow M = 44\,g.mol^{-1}$$

جرم مولی گازهای C_3H_8، CO_2 و N_2O برابر ۴۴ و جرم مولی NO_2 برابر ۴۶ گرم بر مول است.

۱۶- گزینهٔ ۳

$$\frac{P_1M_1}{d_1T_1} = \frac{P_2M_2}{d_2T_2} \xrightarrow{P\ \text{و}\ T\ \text{ثابت}} \frac{M_1}{d_1} = \frac{M_2}{d_2} \Rightarrow \frac{d_2}{d_1} = \frac{M_2}{M_1} \Rightarrow \frac{M_2}{M_1} = 2$$

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:

$$\left(\frac{78}{100}\times28\right) + \left(\frac{21}{100}\times32\right) + \left(\frac{1}{100}\times40\right) \simeq 29\,g.mol^{-1}$$

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- گزینهٔ ۳

$$\frac{P_1M_1}{d_1T_1} = \frac{P_2M_2}{d_2T_2} \xrightarrow{P\ \text{و}\ T\ \text{ثابت}} \frac{M_1}{d_1} = \frac{M_2}{d_2} \Rightarrow \frac{M_{N_2}}{d_{N_2}} = \frac{M_{SO_2}}{d_{SO_2}} \Rightarrow \frac{28}{1/4} = \frac{64}{d_{SO_2}} \Rightarrow d_{SO_2} = 3/2\,g.L^{-1}$$

۱۸- گزینهٔ ۳ ابتدا چگالی گاز O_2 را در این شرایط محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{P_1M_1}{d_1T_1} = \frac{P_2M_2}{d_2T_2} \xrightarrow{P\ \text{و}\ T\ \text{ثابت}} \frac{M_1}{d_1} = \frac{M_2}{d_2} \Rightarrow \frac{M_{N_2}}{d_{N_2}} = \frac{M_{O_2}}{d_{O_2}} \Rightarrow \frac{28}{1/05} = \frac{32}{d_{O_2}} \Rightarrow d_{O_2} = 1/2\,g.L^{-1}$$

سپس حجم مخلوط گازی را x لیتر فرض می‌کنیم و جرم مخلوط گازی را محاسبه می‌کنیم:

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

اکنون جرم O_2 موجود در مخلوط را محاسبه کرده و درصد جرمی آن را به‌دست می‌آوریم:

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

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

۱۹- گزینهٔ ۱ حجم استوانه بر حسب ارتفاع و قطر استوانه از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$V_{\text{استوانه}}=\pi(\frac{d^{۲}}{۴})h$$

به کمک رابطهٔ گازها، دمای ثانویه $(T_۲)$ را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{P_۱V_۱}{n_۱T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲}\xrightarrow{\text{n ثابت}}\frac{P_۱V_۱}{T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{T_۲}\Rightarrow\frac{۱\times\pi\times\frac{d_A^{۲}}{۴}\times h}{۲۷۳}=\frac{۰/۵\times\pi\times\frac{d_B^{۲}}{۴}\times h}{T_۲}\xrightarrow{d_B=۲d_A}\frac{d_A^{۲}}{۲۷۳}=\frac{۰/۵(۲d_A)^{۲}}{T_۲}\Rightarrow T_۲=۵۴۶K$$

اکنون تفاوت دمای گاز در دو استوانه را به‌دست می‌آوریم:

$$\Delta\theta=\Delta T=T_۲-T_۱=۵۴۶-۲۷۳=۲۷۳K$$

۲۰- گزینهٔ ۱ فقط عبارت چهارم نادرست است. فرض می‌کنیم که جرم هر یک از گازها برابر با x گرم است.

$$?\,mol\,O_۳=x\,g\,O_۳\times\frac{۱\,mol\,O_۳}{۴۸g\,O_۳}=\frac{x}{۴۸}mol\,O_۳\quad,\quad ?\,mol\,SO_۳=x\,g\,SO_۳\times\frac{۱\,mol\,SO_۳}{۸۰g\,SO_۳}=\frac{x}{۸۰}mol\,SO_۳$$

طبق قانون گازها داریم:

$$\frac{P_۱V_۱}{n_۱T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲}\xrightarrow{\text{T و P ثابت}}\frac{V_{O_۳}}{n_{O_۳}}=\frac{V_{SO_۳}}{n_{SO_۳}}\Rightarrow\frac{V_{O_۳}}{V_{SO_۳}}=\frac{\frac{x}{۴۸}}{\frac{x}{۸۰}}=\frac{۵}{۳}$$

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول:

$$\frac{V_{O_۳}}{V_{SO_۳}}=\frac{۵}{۳}\Rightarrow\frac{\pi\frac{۴d^{۲}}{۴}\times h_{O_۳}}{\pi\frac{۹d^{۲}}{۴}\times h_{SO_۳}}=\frac{۵}{۳}\Rightarrow\frac{h_{O_۳}}{h_{SO_۳}}=۳/۷۵$$

عبارت دوم:

$$\text{نسبت تعداد اتم‌ها}=\frac{n_{O_۳}\times۳}{n_{SO_۳}\times۴}=\frac{\frac{x}{۴۸}\times۳N_A}{\frac{x}{۸۰}\times۴N_A}=\frac{۵}{۴}=۱/۲۵$$

عبارت سوم:

$$\frac{d_{SO_۳}}{d_{O_۳}}=\frac{\frac{m_{SO_۳}}{V_{SO_۳}}}{\frac{m_{O_۳}}{V_{O_۳}}}=\frac{V_{O_۳}}{V_{SO_۳}}=\frac{۵}{۳}\simeq۱/۶۷$$

عبارت چهارم: در حالت کلی در شرایط یکسان، افزودن مقداری گاز با جرم مولی کمتر، چگالی گازهای درون سیلندر را کاهش می‌دهد. اما نمی‌توان گفت این کاهش چگالی در دو سیلندر یکسان است. در واقع با افزودن مقدار یکسانی گاز $H_۲$ 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 چگالی‌ها نمی‌توان اظهار نظر کرد.

$$d_{\text{جدید}}\,(O_۳)=\frac{m_{O_۳}+m_{H_۲}}{V_{O_۳}+V_{H_۲}}\quad\text{و}\quad d_{\text{جدید}}\,(SO_۳)=\frac{m_{SO_۳}+m_{H_۲}}{V_{SO_۳}+V_{H_۲}}$$