کلاس مسئله + تمرین‌های تکمیلی + آزمون‌های جامع

مسائل شیمی کنکور

ویراست سوم

مسعود جعفری، امیرحسین معروفی، سعید نوری

نشر الگو

مقدمه مولف

تغییرات ویراست سوم

۱- به روز شدن آزمون‌های محاسبات فصل صفر مطابق کنکورهای جدید
۲- کامل‌تر شدن برخی از درسنامه‌ها و اضافه شدن مثال‌های جدید
۳- اضافه شدن سؤالات جدید و ایده‌دار مطابق کنکورهای جدید
۴- کامل‌تر شدن پاسخ تشریحی برخی از مسئله‌ها (اضافه شدن روش دوم)

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. برای دریافت پاسخ تشریحی آزمون‌های جامع به سایت نشر الگو به نشانی www.olgoobooks.ir مراجعه کنید.

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 مؤثرترین 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 دانشجویان بادقت که از نخبگان کشور هستند، خانم‌ها محبوبه بیک محمدی، نگار رحمانی و رومینا الهیاری و آقایان ساجد شیری، مرتضی فاتحی، ایمان حسین‌نژاد، محمدرضا یوسفی، امیر بصراوی، محمدمهدی صوفیان، محمدمعین مرادی و آرمین بحری که ویراستاری و نمونه‌خوانی کتاب بر عهدهٔ آن‌ها بود، سپاسگزاریم.
- از همکاران نشر الگو خانم‌ها عاطفه ربیعی، سارا درویش‌وند، نگین رفیعی‌پرتو و سوده زارعی که در فرایند تهیهٔ کتاب زحمات زیادی کشیدند، سپاس ویژه‌ای داریم. همچنین از خانم مریم احمدی برای صفحه‌آرایی کتاب سپاسگزاریم.

سربلند و اثرگذار باشید

مسعود جعفری

امیرحسین معروفی

سعید نوری

فهرست مطالب

فصل صفر: مقدمات حل مسئله در شیمی

۱. تکنیک‌های محاسباتی در مسئله‌های شیمی ۲

۲. فرمول‌نویسی ترکیب‌های یونی و مولکولی ۵

۳. مقدمات واکنش‌نویسی ۵

٤. موازنهٔ واکنش‌های شیمیایی ۸

۵. ترکیب‌های آلی ۹

٦. جرم مولی ترکیب‌های مهم ۱۸

۷. آزمون‌های محاسبه در شیمی ۱۹

پاسخ آزمون‌های محاسبه در شیمی ۲۴

فصل اول: کیهان، زادگاه الفبای هستی

کلاس مسئله ۱: ذره‌های زیراتمی، عدد اتمی و عدد جرمی ۳۰

تمرین‌های کلاس مسئله ۱ ..... ۳۲

کلاس مسئله ۲: درصد فراوانی ایزوتوپ‌ها ۳۳

تمرین‌های کلاس مسئله ۲ ..... ۳۴

کلاس مسئله ۳: واپاشی هسته‌ای و نیم‌عمر رادیوایزوتوپ‌ها ۳۴

تمرین‌های کلاس مسئله ۳ ..... ۳۷

کلاس مسئله ۴: یکای جرم اتمی (amu) ۳۷

تمرین‌های کلاس مسئله ۴ ..... ۳۸

کلاس مسئله ۵: جرم اتمی میانگین ۳۹

تمرین‌های کلاس مسئله ۵ ..... ۴۱

کلاس مسئله ۶: شمارش ذره‌ها از روی جرم آن‌ها ۴۲

تمرین‌های کلاس مسئله ۶ ..... ۴۵

آزمون جامع ۱: کل فصل ۴۶

آزمون جامع ۲: مسئله‌های ترکیبی ۴۸

آزمون جامع ۳: مسئله‌های سطح دوم ۴۹

فصل دوم: ردّپای گازها در زندگی

کلاس مسئله ۱: روند تغییر دما و فشار در هواکره ۵۲

تمرین‌های کلاس مسئله ۱ ..... ۵۲

کلاس مسئله ۲: خواص و رفتار گازها ۵۳

تمرین‌های کلاس مسئله ۲ ..... ۵۸

کلاس مسئله ۳: استوکیومتری واکنش ۶۰

تمرین‌های کلاس مسئله ۳ ..... ۶۵

آزمون جامع ۱: کل فصل ۶۷

آزمون جامع ۲: مسئله‌های ترکیبی ۶۹

آزمون جامع ۳: مسئله‌های سطح دوم ۷۰

فصل سوم: آب، آهنگ زندگی

کلاس مسئله ۱: غلظت محلول‌ها ۷۲

تمرین‌های کلاس مسئله ۱ ..... ۸۰

کلاس مسئله ۲: انحلال‌پذیری ۸۲

تمرین‌های کلاس مسئله ۲ ..... ۸۸

کلاس مسئله ۳: استوکیومتری محلول‌ها ۹۰
تمرین‌های کلاس مسئله ۳ ۹۳
آزمون جامع ۱: کل فصل ۹۴
آزمون جامع ۲: مسئله‌های ترکیبی ۹۶
آزمون جامع ۳: مسئله‌های سطح دوم ۹۷

فصل چهارم: قدر هدایای زمینی را بدانیم

کلاس مسئله ۱: درصد خلوص مواد در واکنش‌های شیمیایی ۱۰۰
تمرین‌های کلاس مسئله ۱ ۱۰۳
کلاس مسئله ۲: بازده درصدی واکنش‌های شیمیایی ۱۰۴
تمرین‌های کلاس مسئله ۲ ۱۰۷
کلاس مسئله ۳: استوکیومتری هیدروکربن‌ها ۱۰۸
تمرین‌های کلاس مسئله ۳ ۱۱۰
آزمون جامع ۱: کل فصل ۱۱۱
آزمون جامع ۲: مسئله‌های ترکیبی ۱۱۳
آزمون جامع ۳: مسئله‌های سطح دوم ۱۱۴

فصل پنجم: در پی غذای سالم

کلاس مسئله ۱: گرما، ظرفیت گرمایی، ظرفیت گرمایی ویژه ۱۱۶
تمرین‌های کلاس مسئله ۱ ۱۱۹
کلاس مسئله ۲: آنتالپی یا محتوای انرژی ۱۲۰
تمرین‌های کلاس مسئله ۲ ۱۲۲
کلاس مسئله ۳: آنتالپی پیوند ۱۲۳
تمرین‌های کلاس مسئله ۳ ۱۲۵
کلاس مسئله ۴: ارزش سوختی ۱۲۶
تمرین‌های کلاس مسئله ۴ ۱۲۷
کلاس مسئله ۵: آنتالپی سوختن ۱۲۸
تمرین‌های کلاس مسئله ۵ ۱۳۰
کلاس مسئله ۶: گرماسنج ۱۳۱
تمرین‌های کلاس مسئله ۶ ۱۳۲
کلاس مسئله ۷: جمع‌پذیری گرمای واکنش‌ها (قانون هس) ۱۳۳
تمرین‌های کلاس مسئله ۷ ۱۳۷
کلاس مسئله ۸: سرعت متوسط تولید یا مصرف مواد ۱۳۸
تمرین‌های کلاس مسئله ۸ ۱۴۴
کلاس مسئله ۹: سرعت واکنش ۱۴۶
تمرین‌های کلاس مسئله ۹ ۱۴۸
آزمون جامع ۱: کل فصل ۱۵۰
آزمون جامع ۲: مسئله‌های ترکیبی ۱۵۲
آزمون جامع ۳: مسئله‌های سطح دوم ۱۵۳

فصل ششم: پوشاک، نیازی پایان‌ناپذیر

کلاس مسئله ۱: واکنش پلیمری شدن ۱۵۶
تمرین‌های کلاس مسئله ۱ ۱۶۰
کلاس مسئله ۲: استر و آمید ۱۶۱
تمرین‌های کلاس مسئله ۲ ۱۶۳
کلاس مسئله ۳: پلی‌استرها ۱۶۴
تمرین‌های کلاس مسئله ۳ ۱۶۷

کلاس مسئله ۴: پلی‌آمیدها ۱۶۷
تمرین‌های کلاس مسئله ۴ ۱۷۰
کلاس مسئله ۵: پلی‌ساکاریدها ۱۷۱
تمرین‌های کلاس مسئله ۵ ۱۷۳
آزمون جامع ۱: کل فصل ۱۷۳
آزمون جامع ۲: مسئله‌های ترکیبی ۱۷۴
آزمون جامع ۳: مسئله‌های سطح دوم ۱۷۵

فصل هفتم: مولکول‌ها در خدمت تندرستی

کلاس مسئله ۱: پاک‌کننده‌ها ۱۷۸
تمرین‌های کلاس مسئله ۱ ۱۸۲
کلاس مسئله ۲: درجهٔ یونش ۱۸۳
تمرین‌های کلاس مسئله ۲ ۱۸۵
کلاس مسئله ۳: ثابت تعادل و مسائل آن ۱۸۷
تمرین‌های کلاس مسئله ۳ ۱۹۱
کلاس مسئله ۴: ثابت یونش اسیدها و بازها ۱۹۳
تمرین‌های کلاس مسئله ۴ ۱۹۶
کلاس مسئله ۵: pH محلول‌ها و یونش آب ۱۹۸
تمرین‌های کلاس مسئله ۵ ۲۰۸
کلاس مسئله ۶: خنثی شدن اسیدها و بازها و کاربرد آن‌ها ۲۱۰
تمرین‌های کلاس مسئله ۶ ۲۱۵
آزمون جامع ۱: کل فصل ۲۱۷
آزمون جامع ۲: مسئله‌های ترکیبی ۲۱۹
آزمون جامع ۳: مسئله‌های سطح دوم ۲۲۰

فصل هشتم: آسایش و رفاه در سایه شیمی

کلاس مسئله ۱: واکنش‌های اکسایش - کاهش ۲۲۲
تمرین‌های کلاس مسئله ۱ ۲۲۳
کلاس مسئله ۲: سری الکتروشیمیایی در سلول‌های گالوانی ۲۲۴
تمرین‌های کلاس مسئله ۲ ۲۲۹
کلاس مسئله ۳: سلول‌های الکترولیتی ۲۳۱
تمرین‌های کلاس مسئله ۳ ۲۳۴
کلاس مسئله ۴: خوردگی و آبکاری ۲۳۵
تمرین‌های کلاس مسئله ۴ ۲۳۹
آزمون جامع ۱: کل فصل ۲۴۰
آزمون جامع ۲: مسئله‌های ترکیبی ۲۴۱
آزمون جامع ۳: مسئله‌های سطح دوم ۲۴۲

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

کلاس مسئله ۱: درصد جرمی ۲۴۴
تمرین‌های کلاس مسئله ۱ ۲۴۶
کلاس مسئله ۲: شاره (سیال)های مولکولی و یونی ۲۴۷
تمرین‌های کلاس مسئله ۲ ۲۴۸
کلاس مسئله ۳: جامدهای بلوری ۲۴۸
تمرین‌های کلاس مسئله ۳ ۲۵۰
کلاس مسئله ۴: آنتالپی فروپاشی ۲۵۰
تمرین‌های کلاس مسئله ۴ ۲۵۱
کلاس مسئله ۵: آلیاژها ۲۵۲

تمرین‌های کلاس مسئله ۵ ..... ۲۵۳
آزمون جامع ۱: کل فصل ۲۵۳
آزمون جامع ۲: مسئله‌های ترکیبی ۲۵۵
آزمون جامع ۳: مسئله‌های سطح دوم ۲۵۵

فصل دهم: شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر

کلاس مسئله ۱: انرژی فعال‌سازی ۲۵۸
تمرین‌های کلاس مسئله ۱ ..... ۲۶۰
کلاس مسئله ۲: مبدل‌های کاتالیستی ۲۶۱
تمرین‌های کلاس مسئله ۲ ..... ۲۶۲
کلاس مسئله ۳: اصل لوشاتلیه و فرایند هابر ۲۶۳
تمرین‌های کلاس مسئله ۳ ..... ۲۶۷
کلاس مسئله ۴: سنتز مواد آلی ۲۶۸
تمرین‌های کلاس مسئله ۴ ..... ۲۷۲
آزمون جامع ۱: کل فصل ۲۷۳
آزمون جامع ۲: مسئله‌های ترکیبی ۲۷۴
آزمون جامع ۳: مسئله‌های سطح دوم ۲۷۵

فصل یازدهم: آزمون‌های جامع مسئله شیمی کنکور

آزمون جامع ۱ ..... ۲۷۸
آزمون جامع ۲ ..... ۲۸۰
آزمون جامع ۳ ..... ۲۸۲
آزمون جامع ۴ ..... ۲۸۴

فصل دوازدهم: پاسخ‌های تشریحی

فصل اول ۲۸۸
فصل دوم ۲۹۸
فصل سوم ۳۰۷
فصل چهارم ۳۲۰
فصل پنجم ۳۲۸
فصل ششم ۳۵۱
فصل هفتم ۳۶۰
فصل هشتم ۳۸۷
فصل نهم ۳۹۹
فصل دهم ۴۰۶

پاسخ‌نامه کلیدی آزمون‌های جامع ۴۱۶

برای دریافت پاسخ تشریحی آزمون‌های جامع به سایت نشر الگو به نشانی www.olgoobooks.ir مراجعه کنید.

فصل ۲

ردّپای گازها در زندگی

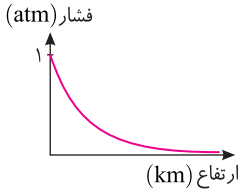
موضوع	تعداد تست
کلاس مسئله (۱) روند تغییر دما و فشار در هواکره	۲+۴
کلاس مسئله (۲) خواص و رفتار گازها	۲۰+۲۰
کلاس مسئله (۳) استوکیومتری واکنش	۱۳+۲۰
آزمون جامع (۱) کل فصل	۱۵
آزمون جامع (۲) مسئله‌های ترکیبی	۱۰
آزمون جامع (۳) مسئله‌های سطح دوم	۱۰
مجموع	۱۱۴

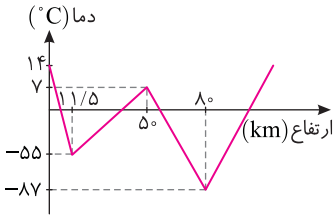
کلاس مسئلهٔ ۱

روند تغییر دما و فشار در هواکره

۱ دما و فشـار هواکـره، از جمله عوامل مهم در تعیین ویژگی‌های آن اسـت. روند تغییـر دمـا در هواکره دلیلی بر لایه‌ای بودن آن اسـت. در حالی که فشـار گازها در هواکره با افزایش ارتفاع از سطح زمین، پیوسته در حال کاهش است.

۲ تغییـرات فشـار در لایه‌هـای زیرین با شـیب بیشـتری صـورت 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 ۱۲-۱۰ کیلومتری از سـطح زمین (لایهٔ تروپوسـفر) 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 تروپوسفر با افزایش ارتفاع به ازای هر کیلومتر، دما در حدود $۶^\circ C$ افت می‌کند، می‌توانید تست را حل نمایید. فقط یک نکته وجود دارد، آن هم اینکه به یکای دماهای داده شـده در مسـئله توجه کنید. برای تبدیل یکای درجهٔ سلسـیوس به یکای کلوین از رابطهٔ زیر اسـتفاده کنید. (نماد دما برحسب درجه سلسیوس، « θ » و نماد دما برحسب کلوین، «T» است.)

$$T(K)=\theta(^\circ C)+۲۷۳$$

* **توجه** ارزش دمایی $۱^\circ C$ برابر $۱K$ است، از این‌رو 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 تروپوسفر با افزایش ارتفاع به ازای هر کیلومتر، دما در حدود $۶^\circ C$ افت می‌کند و در انتهای این لایه به حدود $۲۱۸K$ می‌رسد. 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

پاسخ 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) $۲۶۵/۶K$

پاسخ 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.

$$h=۵۴۰۰m=۵/۴km,\quad \Delta\theta=-۶h\rightarrow\theta_۲-۲۵=-۶\times۵/۴\rightarrow\theta_۲=-۷/۴^\circ C,\quad T_۲=-۷/۴+۲۷۳=۲۶۵/۶K$$

گزینهٔ ۴

تمرین‌های کلاس مسئلهٔ ۱ فصل دوم

صفحات پاسخ: ۲۹۸ و ۲۹۹

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 برحسب 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 $(-۵۵)^\circ C$ 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 برحسب 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 مسئلهٔ 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 این‌رو 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 مقابل 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 ۱۰ atm، برابر یک لیتر است. حجم این نمونه گاز در دمای $25^\circ C$ و فشار ۲/۵ atm، برابر چند لیتر است؟

۱) ۶/۵ ۲) ۴ ۳) ۳/۲ ۴) ۲/۵

پاسخ

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

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

پاسخ

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

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

گزینهٔ ۱

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

پاسخ

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

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

$$\Delta P=1/25-5=-3/75atm$$

گزینهٔ ۲

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.

$$\text{درصد تغییرات کمیت مورد نظر} = \frac{\text{تغییرات کمیت مورد نظر}}{\text{مقدار اولیه}} \times ۱۰۰$$

تست ۴

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

پاسخ

$$V_۲ = V_۱ + \frac{۶۰}{۱۰۰} V_۱ = ۱/۶ V_۱ \quad , \quad \frac{P_۱V_۱}{n_۱T_۱} = \frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲} \xrightarrow{\text{ثابت } T,n} P_۱V_۱ = P_۲V_۲ \Rightarrow P_۱V_۱ = P_۲ \times ۱/۶ V_۱ \Rightarrow \frac{P_۲}{P_۱} = \frac{۵}{۸}$$

$$\text{درصد تغییر فشار} = \frac{\Delta P}{P_۱} \times ۱۰۰ = \frac{P_۲ - P_۱}{P_۱} \times ۱۰۰ = \frac{\frac{۵}{۸}P_۱ - P_۱}{P_۱} \times ۱۰۰ = \frac{\frac{-۳}{۸}P_۱}{P_۱} \times ۱۰۰ = -٪۳۷/۵$$

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.

$$\frac{P_۱V_۱}{n_۱T_۱} = \frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲} \xrightarrow[n_۱=n_۲]{P_۱=P_۲} \frac{V_۱}{T_۱} = \frac{V_۲}{T_۲}$$

توجه در این رابطه، دما برحسب کلوین نوشته می‌شود.

تست ۵

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

۱) ۸ ۲) ۱۶ ۳) ۲۴ ۴) ۳۲

پاسخ

$$\frac{P_۱V_۱}{n_۱T_۱} = \frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲} \xrightarrow{\text{ثابت } P,n} \frac{V_۱}{T_۱} = \frac{V_۲}{T_۲} \Rightarrow \frac{۸}{-۱۷۳+۲۷۳} = \frac{V_۲}{۱۲۷+۲۷۳} \Rightarrow \frac{۸}{۱۰۰} = \frac{V_۲}{۴۰۰} \Rightarrow V_۲ = ۳۲L \,, \quad \Delta V = ۳۲L - ۸L = ۲۴L$$

گزینهٔ ۳

نکته

طبق قوانین تناسب می‌توانیم برای قانون شارل، به رابطهٔ پرکاربرد مقابل برسیم:

$$\frac{V_۱}{T_۱} = \frac{V_۲}{T_۲} \Rightarrow \frac{T_۲}{T_۱} = \frac{V_۲}{V_۱} \xrightarrow{\text{تفضیل مخرج از صورت}} \frac{T_۲ - T_۱}{T_۱} = \frac{V_۲ - V_۱}{V_۱} \Rightarrow \frac{\Delta T}{T_۱} = \frac{\Delta V}{V_۱}$$

همچنین می‌توان دریافت که درصد تغییرات حجم با درصد تغییرات دما (برحسب کلوین) در فشار ثابت، برابر است.

تست ۶

اگر با افزایش دما به اندازهٔ $۱۰^\circ C$، 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

پاسخ روش اول:

$$T_۲ = T_۱ + ۱۰ \quad , \quad V_۲ = V_۱ + \frac{۵}{۱۰۰} V_۱ = ۱/۰۵ V_۱$$

$$\frac{P_۱V_۱}{n_۱T_۱} = \frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲} \xrightarrow{\text{ثابت } P,n} \frac{V_۱}{T_۱} = \frac{V_۲}{T_۲} \Rightarrow \frac{V_۱}{T_۱} = \frac{۱/۰۵V_۱}{T_۱+۱۰} \Rightarrow \frac{۱}{T_۱} = \frac{۱/۰۵}{T_۱+۱۰} \Rightarrow T_۱ + ۱۰ = ۱/۰۵T_۱ \Rightarrow T_۱ = ۲۰۰K$$

روش دوم:

$$\Delta\theta = \Delta T = ۱۰ \,, \quad \Delta V = V_۲ - V_۱ = ۱/۰۵V_۱ - V_۱ = ۰/۰۵V_۱ \,, \quad \frac{\Delta T}{T_۱} = \frac{\Delta V}{V_۱} \Rightarrow \frac{۱۰}{T_۱} = \frac{۰/۰۵V_۱}{V_۱} \Rightarrow T_۱ = ۲۰۰K$$

گزینهٔ ۲

تست ۷

چنانچه دمای یک نمونه گاز از $-۷۳^\circ C$ به $+۲۷^\circ C$ 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

پاسخ روش اول:

$$\frac{P_۱V_۱}{n_۱T_۱} = \frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲} \xrightarrow{\text{ثابت } P,n} \frac{V_۱}{T_۱} = \frac{V_۲}{T_۲} \Rightarrow \frac{V_۱}{-۷۳+۲۷۳} = \frac{V_۲}{۲۷+۲۷۳} \Rightarrow \frac{V_۱}{۲۰۰} = \frac{V_۲}{۳۰۰} \Rightarrow \frac{V_۲}{V_۱} = \frac{۳}{۲}$$

$$\text{درصد تغییر حجم}=\frac{\Delta V}{V_1}\times ۱۰۰=\frac{\frac{۳}{۲}V_1-V_1}{V_1}\times ۱۰۰=٪۵۰$$

روش دوم: $\frac{\Delta V}{V_1}\times ۱۰۰=\frac{\Delta T}{T_1}\times ۱۰۰\Rightarrow \frac{\Delta V}{V_1}\times ۱۰۰=\frac{۱۰۰}{۲۰۰}\times ۱۰۰=٪۵۰$, $\Delta\theta=\Delta T=(۲۷)-(-۷۳)=۱۰۰$, $T_1=(-۷۳)+۲۷۳=۲۰۰K$

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 مقابل تغییر می‌کند: (قانون آووگادرو)

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

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

تست ۸

در دما و فشـار اتاق، برای پر کردن یک بالن به حجم ۵۰ لیتر به ۲ مول گاز هلیم نیاز اسـت. اگر در همین شـرایط 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

پاسخ $\frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_2V_2}{n_2T_2}\xrightarrow{\text{ثابت P و T}}\frac{V_1}{n_1}=\frac{V_2}{n_2}\Rightarrow\frac{۵۰}{۲}=\frac{۱۲۰}{n_2}\Rightarrow n_2=۴/۸mol$

گزینهٔ ۴

نکته

طبق قوانین تناسب می‌توانیم برای قانون آووگادرو، به رابطهٔ پرکاربرد زیر برسیم:

$$\frac{V_1}{n_1}=\frac{V_2}{n_2}\Rightarrow\frac{n_2}{n_1}=\frac{V_2}{V_1}\xrightarrow{\text{تفضیل مخرج از صورت}}\frac{n_2-n_1}{n_1}=\frac{V_2-V_1}{V_1}\Rightarrow\frac{\Delta n}{n_1}=\frac{\Delta V}{V_1}$$

همچنین می‌توان دریافت که درصد تغییرات حجم با درصد تغییرات مول در دما و فشار ثابت، برابر است.

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

پاسخ روش اول: $\text{درصد تغییرات حجم}=\frac{\Delta V}{V_1}\times ۱۰۰=\frac{\frac{۵}{۶}V_1-V_1}{V_1}\times ۱۰۰\simeq -٪۱۶/۷$, $\frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_2V_2}{n_2T_2}\xrightarrow{\text{ثابت P,T}}\frac{V_1}{n_1}=\frac{V_2}{n_2}\Rightarrow\frac{V_1}{۴/۲}=\frac{V_2}{۳/۵}\Rightarrow\frac{V_2}{V_1}=\frac{۵}{۶}$

روش دوم: $\Delta n=n_2-n_1=۳/۵-۴/۲=-۰/۷$, $\frac{\Delta V}{V_1}\times ۱۰۰=\frac{\Delta n}{n_1}\times ۱۰۰\Rightarrow\frac{\Delta V}{V_1}\times ۱۰۰=\frac{-۰/۷}{۴/۲}\times ۱۰۰=٪-۱۶/۷$

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 اکسـیژن به یک سـیلندر حاوی گاز اکسـیژن، 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.) $(O=۱۶g.mol^{-1})$

۱) ۹۶ ۲) ۸۰ ۳) ۶۴ ۴) ۳۸

پاسخ روش اول: ابتدا تعداد مول گاز اکسیژن اضافه شده را حساب می‌کنیم: (گاز اکسیژن اضافه شده) $?molO_2=۱۶g\ O_2\times\frac{۱molO_2}{۳۲g\ O_2}=۰/۵molO_2$

سپس تعداد مول‌های اولیهٔ گاز O_2 را حساب می‌کنیم:

$$n_2=n_1+۰/۵\ ,\quad V_2=۱/۲V_1\ ,\quad \frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_2V_2}{n_2T_2}\xrightarrow{\text{ثابت P , T}}\frac{V_1}{n_1}=\frac{V_2}{n_2}\Rightarrow\frac{V_1}{n_1}=\frac{۱/۲V_1}{n_1+۰/۵}\Rightarrow n_1=۲/۵mol\ O_2$$

اکنون مقدار جرم اولیهٔ گاز اکسیژن را محاسبه می‌کنیم: $?g\ O_2=۲/۵mol\ O_2\times\frac{۳۲g\ O_2}{۱molO_2}=۸۰g\ O_2$

روش دوم:

$$m_۲=m_۱+۱۶ \quad , \quad V_۲=۱/۲V_۱$$

$$\frac{P_۱V_۱}{n_۱T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲} \xrightarrow[\text{ثابت}]{P,T} \frac{V_۱}{n_۱}=\frac{V_۲}{n_۲} \Rightarrow \frac{n_۲}{n_۱}=\frac{V_۲}{V_۱} \xrightarrow{n=\frac{m}{M}} \frac{\frac{m_۲}{M}}{\frac{m_۱}{M}}=\frac{V_۲}{V_۱} \Rightarrow \frac{m_۲}{m_۱}=\frac{V_۲}{V_۱} \Rightarrow \frac{m_۱+۱۶}{m_۱}=\frac{۱/۲V_۱}{V_۱} \Rightarrow m_۱=۸۰g\ O_۲$$

روش سوم:

$$\Delta n=۰/۵mol, \quad \Delta V=V_۲-V_۱=۱/۲V_۱-V_۱=۰/۲V_۱, \quad \frac{\Delta n}{n_۱}=\frac{\Delta V}{V_۱} \Rightarrow \frac{۰/۵}{n_۱}=\frac{۰/۲V_۱}{V_۱} \Rightarrow n_۱=۲/۵mol$$

پس جرم اکسیژن اولیه برابر است با:

$$?\,g\,O_۲=۲/۵mol\,O_۲ \times \frac{۳۲g\,O_۲}{۱mol\,O_۲}=۸۰g\,O_۲$$

گزینهٔ ۲

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.

$$\frac{\text{لیتر گاز (غیر STP)}}{\text{حجم مولی گازها}}=\frac{\text{لیتر گاز (STP)}}{۲۲/۴}=\frac{\text{تعداد ذره‌های گازی}}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}}=\frac{\text{جرم مادهٔ گازی}}{\text{جرم مولی}}=\frac{\text{تعداد مول مادهٔ گازی}}{۱}$$

تست ۱۱

حجم ۲ گرم گاز گوگرد دی‌اکسید در شرایط استاندارد (STP) برابر چند میلی‌لیتر است؟ $(S=۳۲, O=۱۶:g.mol^{-۱})$

۱) ۷۰ ۲) ۵۶ ۳) ۷۰۰ ۴) ۵۶۰

پاسخ روش اول:

$$?\,mL\,SO_۲=۲g\,SO_۲ \times \frac{۱mol\,SO_۲}{۶۴g\,SO_۲} \times \frac{۲۲/۴L\,SO_۲}{۱mol\,SO_۲} \times \frac{۱۰^{۳}mL\,SO_۲}{۱L\,SO_۲}=۷۰۰mL\,SO_۲$$

روش دوم:

$$\frac{\text{جرم مادهٔ گازی}}{\text{جرم مولی}}=\frac{\text{لیتر گاز (STP)}}{۲۲/۴} \Rightarrow \frac{۲}{۶۴}=\frac{x\,LSO_۲}{۲۲/۴} \Rightarrow x=۰/۷L=۷۰۰mL$$

گزینهٔ ۳

تست ۱۲

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

۱) ۱۷۸ ۲) ۱۸۲ ۳) ۱۸۷ ۴) ۱۷۲

پاسخ روش اول:

$$?\,g\,NH_۳=۱۳۲L\,NH_۳ \times \frac{۱mol\,NH_۳}{۱۲L\,NH_۳} \times \frac{۱۷g\,NH_۳}{۱mol\,NH_۳}=۱۸۷g\,NH_۳$$

روش دوم:

$$\frac{\text{جرم مادهٔ گازی}}{\text{جرم مولی}}=\frac{\text{لیتر گاز (غیر STP)}}{\text{حجم مولی گازها}} \Rightarrow \frac{x\,g\,NH_۳}{۱۷}=\frac{۱۳۲}{۱۲} \Rightarrow x=۱۸۷g$$

گزینهٔ ۳

تست ۱۳

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

۱) $O_۲$ ۲) $N_۲$ ۳) $NH_۳$ ۴) $N_۲O$

پاسخ روش اول (کسر تبدیل):

$$\text{جرم یک مول از گاز مجهول}=۱mol\ \text{گاز} \times \frac{۲۲/۴L\ \text{گاز}}{۱mol\ \text{گاز}} \times \frac{۷g\ \text{گاز}}{۵/۶L\ \text{گاز}}=۲۸g\ \text{گاز}$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم مادهٔ گازی}}{\text{جرم مولی}}=\frac{\text{لیتر گاز (STP)}}{۲۲/۴} \Rightarrow \frac{۷}{x}=\frac{۵/۶}{۲۲/۴} \Rightarrow x=۲۸\ g.mol^{-۱}$$

در میان گزینه‌ها، جرم مولی $N_۲$ برابر ۲۸ گرم بر مول است.

گزینهٔ ۲

تست ۱۴

حجم یک مخلوط گازی شامل $۱۲/۰۴\times۱۰^{۲۲}$ مولکول کربن دی‌اکسید و $۳/۰۱\times۱۰^{۲۳}$ اتم آرگون در شرایط استاندارد چند لیتر است؟

۱) ۱۵/۶۸ ۲) ۱۶/۵۸ ۳) ۱۸/۶۵ ۴) ۲۴/۶۴

پاسخ

$$?\,mol\,CO_۲=۱۲/۰۴\times۱۰^{۲۲}\,molecule\,CO_۲\times\frac{۱\,mol\,CO_۲}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\,molecule\,CO_۲}=۰/۲\,mol\,CO_۲$$

$$?\,mol\,Ar=۳/۰۱\times۱۰^{۲۳}\,atom\,Ar\times\frac{۱\,mol\,Ar}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\,atom\,Ar}=۰/۵\,mol\,Ar$$

$$\text{مجموع مول گازها}=۰/۲+۰/۵=۰/۷\,mol\Rightarrow ?\,L\ \text{مخلوط گازی}=۰/۷\,mol\ \text{گاز}\times\frac{۲۲/۴\,L}{۱\,mol\ \text{گاز}}=۱۵/۶۸\,L$$

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؟ $(O=۱۶, Ar=۴۰ : g.mol^{-۱})$

۱) ۳۳/۳ ۲) ۳۷/۵ ۳) ۶۲/۵ ۴) ۶۶/۷

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

$$?\,mol\ \text{گاز}=۱۵۶/۸\,L\ \text{گاز}\times\frac{۱\,mol\ \text{گاز}}{۲۲/۴\,L\ \text{گاز}}=۷\,mol\ \text{گاز}$$

سپس مقدار مول گاز $O_۲$ را x و مقدار مول گاز Ar را $(۷-x)$ در نظر می‌گیریم و جرم هر یک از گازها را محاسبه می‌کنیم:

$$\left.\begin{array}{l}?\,g\,O_۲=x\,mol\,O_۲\times\frac{۳۲\,g\,O_۲}{۱\,mol\,O_۲}=۳۲x\,g\,O_۲\\ ?\,g\,Ar=(۷-x)\,mol\,Ar\times\frac{۴۰\,g\,Ar}{۱\,mol\,Ar}=۴۰\times(۷-x)\,g\,Ar\end{array}\right\}\Rightarrow ۳۲x+(۴۰\times(۷-x))=۲۴۰\Rightarrow x=۵,\quad ?\,g\,O_۲=۵\,mol\,O_۲\times\frac{۳۲\,g\,O_۲}{۱\,mol\,O_۲}=۱۶۰\,g\,O_۲$$

اکنون درصد جرمی گاز $O_۲$ را در مخلوط گازی به‌دست می‌آوریم:

$$\%O_۲=\frac{\text{جرم } O_۲}{\text{جرم کل مخلوط}}\times۱۰۰=\frac{۱۶۰}{۲۴۰}\times۱۰۰\simeq\%۶۶/۷$$

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: $\frac{P_۱V_۱}{n_۱T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲}$

تست ۱۶

حجم گازی در دمای $۲۷^\circ C$ و فشار $۱/۲\,atm$ برابر $۷۰\,L$ 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

پاسخ

$$\frac{P_۱V_۱}{n_۱T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲}\xrightarrow{V\ \text{ثابت}}\frac{P_۱}{n_۱T_۱}=\frac{P_۲}{n_۲T_۲}\Rightarrow\frac{۱/۲}{n_۱\times(۲۷+۲۷۳)}=\frac{P_۲}{۰/۵n_۱\times(۱۷۷+۲۷۳)}\Rightarrow P_۲=\frac{۰/۵\times۴۵۰\times۱/۲}{۳۰۰}\Rightarrow P_۲=۰/۹\,atm$$

گزینهٔ ۱

تست ۱۷

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

۱) ۱۳/۵ ۲) ۲۷ ۳) ۶۶/۲ ۴) ۳۶

پاسخ

$$\frac{P_۱V_۱}{n_۱T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲}\xrightarrow{n\ \text{ثابت}}\frac{P_۱V_۱}{T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{T_۲}\Rightarrow\frac{۱\times۲۴}{۲۷+۲۷۳}=\frac{۰/۶\times V_۲}{-۳+۲۷۳}\Rightarrow V_۲=۳۶\,L$$

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؟ $(O=16, C=12 : g.mol^{-1})$

۱) ۲/۵ ۲) ۱/۷۵ ۳) ۱/۲۵ ۴) ۰/۷۵

پاسخ

$$\text{چگالی } (d)=\frac{\text{جرم مولی } (M)}{\text{حجم مولی } (V)}=\frac{28g.mol^{-1}}{22/4L.mol^{-1}}=1/25g.L^{-1}$$

گزینهٔ ۳

تست ۱۹

در دمای $75^\circ C$ و فشار $1/5atm$، چگالی گاز اتان چند برابر چگالی گاز متان است؟ $(H=1, C=12 : g.mol^{-1})$

۱) ۱/۲۷۵ ۲) ۱/۸۷۵ ۳) ۲/۸۱ ۴) ۳/۷۵

پاسخ

$$\frac{P_1M_1}{d_1T_1}=\frac{P_2M_2}{d_2T_2}\xrightarrow{P,T\text{ ثابت}}\frac{M_1}{d_1}=\frac{M_2}{d_2}\Rightarrow\frac{d_2}{d_1}=\frac{M_2}{M_1}=\frac{30}{16}=1/875$$

گزینهٔ ۲

تست ۲۰

چگالی گاز O_2 در دمای $27^\circ C$ و فشار $1atm$ چند برابر چگالی گاز H_2 در دمای $-63^\circ C$ و فشار $2atm$ است؟ $(O=16, H=1 : g.mol^{-1})$

۱) ۱۶/۸ ۲) ۱۴/۴ ۳) ۱۱/۲ ۴) ۵/۶

پاسخ

$$\frac{P_{H_2}M_{H_2}}{d_{H_2}T_{H_2}}=\frac{P_{O_2}M_{O_2}}{d_{O_2}T_{O_2}}\Rightarrow\frac{d_{O_2}}{d_{H_2}}=\frac{P_{O_2}M_{O_2}T_{H_2}}{P_{H_2}M_{H_2}T_{O_2}}=\frac{1\times32\times(-63+273)}{2\times2\times(27+273)}=5/6$$

گزینهٔ ۴

تمرین‌های کلاس مسئله ۲ فصل دوم

صفحات پاسخ: ۲۹۹ تا ۳۰۲

۱ حجم یک نمونه گاز در دمای $298K$ 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 یک نمونه گاز در دمای $273^\circ C$ برابر ۲ لیتر است. اگر در فشار ثابت، دمای این گاز برحسب درجهٔ سلسیوس دو برابر شود، حجم گاز چند لیتر افزایش می‌یابد و در دمای ثابت، در چه فشاری برحسب اتمسفر، حجم مولی این گاز با حجم مولی گازها در شرایط STP برابر می‌شود؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.)

۱) ۱ - ۳ ۲) ۱ - ۲ ۳) ۲ - ۳ ۴) ۲ - ۲

۵ اگر در فشار ثابت، دمای یک نمونه گاز را $4^\circ C$ افزایش دهیم، حجم آن به $\frac{92}{91}$ 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 $60^\circ C$ 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؟ $(H=1 g.mol^{-1})$

۱) ۳ ۲) ۶ ۳) ۹ ۴) ۱۲

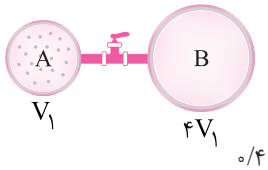
۸ اگر در دما و فشار ثابت، $\frac{5x}{8}$ گرم گاز نیتروژن را از سیلندری با پیستون متحرک که دارای x گرم از این گاز بوده است، خارج کنیم، حجم سیلندر چه تغییری می‌کند؟

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؟ $(C=12, H=1, He=4: g.mol^{-1})$

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 $227^{\circ}C$ و فشار ۲atm وجود دارد. شیر را باز می‌کنیم تا گاز هر دو ظرف را اشغال کند. اگر دمای گاز به $27^{\circ}C$ 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 برحسب 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 اگر حجم مولی گازها در دمای $25^{\circ}C$ و فشار ۱atm برابر ۲۴ لیتر باشد، به تقریب از راست به چپ مجموع جرم ۳ مول گاز هیدروژن و ۸۴ لیتر گاز پروپان (C_3H_8) در این شرایط برابر با چند گرم است و شمار اتم‌های هیدروژن موجود در پروپان به تقریب چند برابر شمار اتم‌های هیدروژن موجود در گاز هیدروژن است؟ $(C=12, H=1: g.mol^{-1})$

۱) ۱۶۰ - ۲/۷ ۲) ۱۵۷ - ۲/۷ ۳) ۱۶۰ - ۴/۷ ۴) ۱۵۷ - ۴/۷

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 برحسب لیتر اشغال می‌کند؟ $(S=32, O=16, N=14, H=1: g.mol^{-1})$

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، به ترتیب از راست به چپ چند اتم هیدروژن و چند گرم اتم کربن وجود دارد؟ $(C=12 g.mol^{-1})$

۱) $15/6 - 4/515\times10^{24}$ ۲) $15/6 - 2/408\times10^{24}$ ۳) $16/8 - 4/515\times10^{24}$ ۴) $16/8 - 2/408\times10^{24}$

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) NO - 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) $SF_2 (70 g.mol^{-1})$

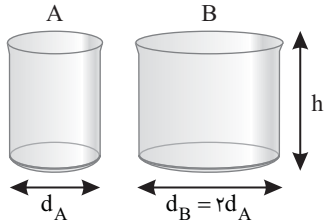
۱۷ اگر در دما و فشار معین چگالی گاز نیتروژن برابر $1/4 g.L^{-1}$ باشد، چگالی گاز گوگرد دی‌اکسید برابر چند گرم بر لیتر است؟ $(S=32, O=16, N=14: g.mol^{-1})$

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

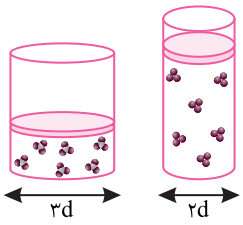
۱۹ دو استوانهٔ A و B مطابق شکل در اختیار داریم و مقدار معینی گاز در ظرف A در شرایط STP وجود دارد. اگر در اثر انتقال تمام این مقدار گاز به ظرف B، فشار ۵۰ درصد کاهش یابد، اختلاف دمای دو ظرف A و B چند درجهٔ سلسیوس است؟



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 مسئلهٔ 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:

تبدیل تعداد ذرات به مول: $\frac{1}{6/02\times10^{23}}$

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

تبدیل حجم ماده گازی (L) به مول در شرایط STP: $\frac{1}{22/4}$

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

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

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.

$$\frac{\text{چگالی}(\frac{g}{L})\times\text{لیتر گاز (غیر STP)}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}} = \frac{\text{لیتر گاز (غیر STP)}}{\text{حجم مولی}(\frac{L}{mol})\times\text{ضریب}} = \frac{\text{لیتر گاز (STP)}}{22/4\times\text{ضریب}} = \frac{\text{گرم}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}} = \frac{\text{شمار اتم‌ها یا مولکول‌ها}}{N_A\times\text{ضریب}} = \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$$

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.

تعداد مول مادهٔ A ⇄ تعداد مول مادهٔ B (ضرب در $\frac{b}{a}$ از A به B، ضرب در $\frac{a}{b}$ از B به A)

- **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 مقابل عمل می‌کنیم:

● **روش تناسب:** برای تبدیل تعداد مول یک ماده به تعداد مول مادهٔ دیگر، به صورت مقابل 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 تجزیهٔ ۱۰ مول پتاسیم نیترات مطابق معادلهٔ موازنه نشدهٔ مقابل، چند مول گاز اکسیژن تولید می‌شود؟

$KNO_3(s) \xrightarrow{\Delta} KNO_2(s)+O_2(g)$

۱) ۲/۵ ۲) ۵ ۳) ۱۰ ۴) ۲۰

پاسخ معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش:

$2KNO_3(s) \xrightarrow{\Delta} 2KNO_2(s)+O_2(g)$

روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,mol\,O_2 = 10\,mol\,KNO_3 \times \frac{1\,mol\,O_2}{2\,mol\,KNO_3} = 5\,mol\,O_2$$

روش دوم (تناسب):

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

گزینهٔ ۲

تست ۲

به منظور تهیهٔ 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

پاسخ روش اول (کسر تبدیل):

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

روش دوم (تناسب):

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

گزینهٔ ۳

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

(برگشت‌ها: $\times \frac{\text{جرم مولی A}}{1}$ و $\times \frac{a}{b}$ و $\times \frac{1}{\text{جرم مولی B}}$)

● **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.)

$Na(s)+HCl(aq) \rightarrow NaCl(aq)+H_2(g)$ $(Na=23, H=1: g.mol^{-1})$

۱) ۱۱۵ ۲) ۸۶/۲ ۳) ۵۷/۵ ۴) ۴۷/۷

پاسخ معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش:

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

روش اول (کسر تبدیل):

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

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{گرم Na}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{گرم } H_2}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{x\,g\,Na}{2 \times 23} = \frac{5}{1 \times 2} \Rightarrow x = 115\,g\,Na$$

گزینهٔ ۱

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) ۸/۴

پاسخ معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش:

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

روش اول (کسر تبدیل):

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

روش دوم (تناسب):

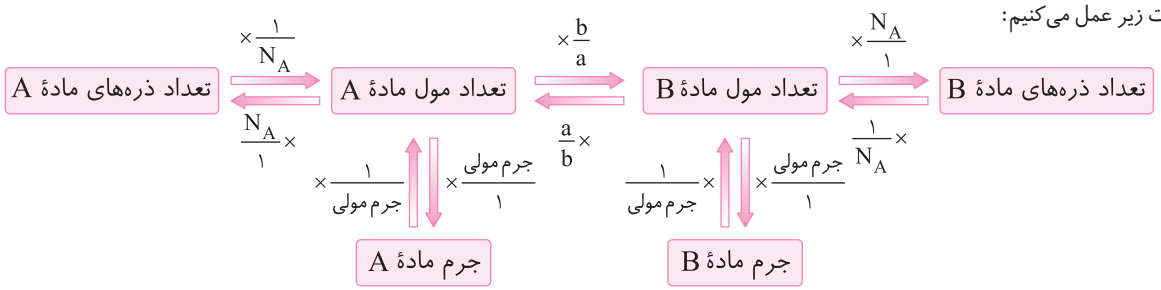
$$\frac{\text{گرم } NaN_3}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{\text{گرم } N_2}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{13}{2\times 65} = \frac{x\,g\,N_2}{3\times 28} \Rightarrow x = 8/4\,g\,N_2$$

گزینهٔ ۲

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 $(N_A = 6/02\times10^{23})$، 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:

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

تست ۵

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

$C_3H_8(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(l)$ $\quad (C=12, H=1 : g.mol^{-1})$

۱) $3/01\times10^{23}$ ۲) $8/026\times10^{22}$ ۳) $4/515\times10^{22}$ ۴) $12/04\times10^{21}$

پاسخ معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش:

$C_3H_8(g) + 5O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(l)$

روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,molecule\,CO_2 = 1/1\,g\,C_3H_8 \times \frac{1\,mol\,C_3H_8}{44\,g\,C_3H_8} \times \frac{3\,mol\,CO_2}{1\,mol\,C_3H_8} \times \frac{6/02\times10^{23}\,molecule\,CO_2}{1\,mol\,CO_2} = 4/515\times10^{22}\,molecule\,CO_2$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{گرم } C_3H_8}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{\text{تعداد مولکول‌های } CO_2}{\text{ضریب} \times N_A} \Rightarrow \frac{1/1}{1\times44} = \frac{x\,molecule\,CO_2}{3\times6/02\times10^{23}} \Rightarrow x = 4/515\times10^{22}\,molecule\,CO_2$$

گزینهٔ ۳

تست ۶

برای تهیه $1/204\times10^{23}$ مولکول SO_2 در واکنش سوختن کربن دی‌سولفید، چند مولکول CS_2 باید با مقدار کافی گاز اکسیژن بسوزد؟

$CS_2(l) + 3O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2SO_2(g)$

۱) $6/02\times10^{22}$ ۲) $3/01\times10^{23}$ ۳) $1/204\times10^{23}$ ۴) $2/408\times10^{22}$

پاسخ **روش اول (کسر تبدیل):**

$$?\,molecule\,CS_2 = 1/204\times10^{23}\,molecule\,SO_2 \times \frac{1\,mol\,SO_2}{N_A\,molecule\,SO_2} \times \frac{1\,mol\,CS_2}{2\,mol\,SO_2} \times \frac{N_A\,molecule\,CS_2}{1\,mol\,CS_2} = 6/02\times10^{22}\,molecule\,CS_2$$

روش دوم (تناسب):

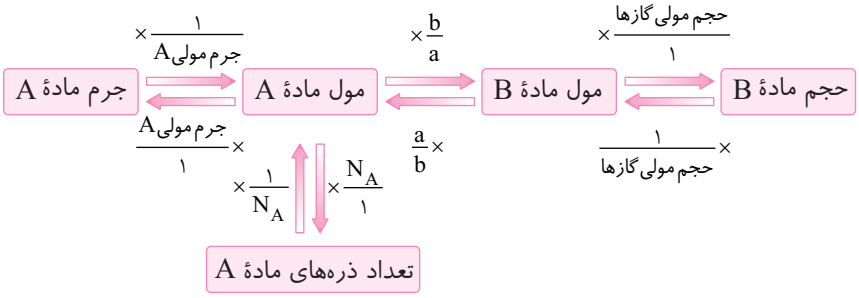
$$\frac{\text{تعداد مولکول‌های } CS_2}{\text{ضریب} \times N_A} = \frac{\text{تعداد مولکول‌های } SO_2}{\text{ضریب} \times N_A} \Rightarrow \frac{x\,molecule\,CS_2}{1\times N_A} = \frac{1/204\times10^{23}}{2\times N_A} \Rightarrow x = 6/02\times10^{22}\,molecule\,CS_2$$

گزینهٔ ۱

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:

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

تست ۷

از تجزیهٔ 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

پاسخ معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش:

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

روش اول (کسر تبدیل):

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

روش دوم (تناسب):

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

گزینهٔ ۲

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

پاسخ 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:

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

سپس حجم مولی گازها را محاسبه می‌کنیم:

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

روش دوم (تناسب):

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

گزینهٔ ۱

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 $(\frac{g}{L})$، حجم گاز را محاسبه می‌کنیم:

جرم مادهٔ گازی $\xrightleftharpoons[\frac{\text{۱}}{\text{چگالی}}\times]{\frac{\text{چگالی}}{\text{۱}}\times}$ 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:

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

تست ۹

از تجزیه ۲۲/۷ گرم نیتروگلیسیرین $(C_۳H_۵N_۳O_۹)$، چند لیتر گاز نیتروژن با چگالی ۱/۱۲ گرم بر لیتر آزاد می‌شود؟ (معادلهٔ واکنش موازنه نشده است.)

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

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

۱) ۲/۲۵ ۲) ۳/۲۵ ۳) ۳/۷۵ ۴) ۵/۵

پاسخ معادلهٔ موازنه شده واکنش:

$$۴C_۳H_۵N_۳O_۹(l)\rightarrow ۱۲CO_۲(g)+۱۰H_۲O(g)+۶N_۲(g)+O_۲(g)$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,L\,N_۲=۲۲/۷\,g\,C_۳H_۵N_۳O_۹\times\frac{۱\,mol\,C_۳H_۵N_۳O_۹}{۲۲۷\,g\,C_۳H_۵N_۳O_۹}\times\frac{۶\,mol\,N_۲}{۴\,mol\,C_۳H_۵N_۳O_۹}\times\frac{۲۸\,g\,N_۲}{۱\,mol\,N_۲}\times\frac{۱\,L\,N_۲}{۱/۱۲\,g\,N_۲}=۳/۷۵\,L\,N_۲$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{گرم } C_۳H_۵N_۳O_۹}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}=\frac{\text{چگالی}(\frac{g}{L})\times\text{لیتر گاز(غیر STP)}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}\Rightarrow\frac{۲۲/۷}{۴\times۲۲۷}=\frac{x\,L\,N_۲\times۱/۱۲}{۶\times۲۸}\Rightarrow x=۳/۷۵\,L\,N_۲$$

گزینهٔ ۳

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؟ $(C=۱۲, O=۱۶, H=۱ : g.mol^{-۱})$

$$C_nH_{۲n}(g)+\frac{۳n}{۲}O_۲(g)\rightarrow nCO_۲(g)+nH_۲O(g)$$

۱) ۱/۱۵ ۲) ۱/۲۵ ۳) ۱/۷۵ ۴) ۲/۱۵

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

$$۲۴\,g\,O_۲\times\frac{۱\,mol\,O_۲}{۳۲\,g\,O_۲}\times\frac{۱\,mol\,C_nH_{۲n}}{\frac{۳n}{۲}\,mol\,O_۲}\times\frac{(۱۴n)\,g\,C_nH_{۲n}}{۱\,mol\,C_nH_{۲n}}\times\frac{۱\,L\,C_nH_{۲n}}{d\,g\,C_nH_{۲n}}=۵/۶\,L\,C_nH_{۲n}\Rightarrow d=۱/۲۵\,g.L^{-۱}$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{چگالی}(\frac{g}{L})\times\text{لیتر آلکن (غیر STP)}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}=\frac{\text{گرم گاز اکسیژن}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}\Rightarrow\frac{۵/۶\times d\,(g.L^{-۱})}{۱\times۱۴n}=\frac{۲۴}{\frac{۳n}{۲}\times۳۲}\Rightarrow d=۱/۲۵\,g.L^{-۱}$$

گزینهٔ ۲

تست ۱۱

جرم گاز کربن دی‌اکسید آزاد شده از تجزیهٔ گرمایی چند گرم کلسیم کربنات، برابر جرم گاز کربن دی‌اکسید آزاد شده از سوختن کامل ۱/۱۲ لیتر گاز بوتان $(C_۴H_{۱۰})$ در شرایط STP است؟ $(Ca=۴۰, O=۱۶, C=۱۲ : g.mol^{-۱})$

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

II) $۲C_۴H_{۱۰}(g)+۱۳O_۲(g)\rightarrow ۸CO_۲(g)+۱۰H_۲O(l)$

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۴۰ ۴) ۸۰

پاسخ روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,g\,CaCO_۳=۱/۱۲\,L\,C_۴H_{۱۰}\times\frac{۱\,mol\,C_۴H_{۱۰}}{۲۲/۴\,L\,C_۴H_{۱۰}}\times\frac{۸\,mol\,CO_۲(II)}{۲\,mol\,C_۴H_{۱۰}}\times\frac{۱\,mol\,CO_۲(I)}{۱\,mol\,CO_۲(II)}\times\frac{۱\,mol\,CaCO_۳}{۱\,mol\,CO_۲(I)}\times\frac{۱۰۰\,g\,CaCO_۳}{۱\,mol\,CaCO_۳}=۲۰\,g\,CaCO_۳$$

روش دوم (تناسب): ابتدا ضریب $CO_۲$ در واکنش (I) و (II) را یکسان می‌کنیم و سپس بین $C_۴H_{۱۰}$ و $CaCO_۳$ ارتباط برقرار می‌کنیم:

$$\left.\begin{array}{l}۸CaCO_۳\rightarrow ۸CaO+۸CO_۲\\ ۲C_۴H_{۱۰}+۱۳O_۲\rightarrow ۸CO_۲+۱۰H_۲O\end{array}\right\}\Rightarrow ۸CaCO_۳\sim ۲C_۴H_{۱۰}$$

$$\frac{\text{لیتر } C_۴H_{۱۰}}{\text{حجم مولی}\times\text{ضریب}}=\frac{\text{گرم } CaCO_۳}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}\Rightarrow\frac{۱/۱۲}{۲\times۲۲/۴}=\frac{x}{۸\times۱۰۰}\Rightarrow x=۲۰\,g\,CaCO_۳$$

گزینهٔ ۲

تست ۱۲

در واکنش‌های زیر، اگر نسبت جرم بخار آب تشکیل شده در واکنش (I) به واکنش (II)، برابر ۴ باشد و حجم گاز NH_3 تولیدی در شرایط STP برابر ۸/۹۶ لیتر باشد، چند گرم سدیم کربنات در واکنش (II) تولید می‌شود؟ (معادلهٔ واکنش‌ها موازنه شود.)

$(Na=۲۳, O=۱۶, C=۱۲, H=۱ : g.mol^{-1})$

I) $(NH_4)_2CO_3(s) \rightarrow NH_3(g)+CO_2(g)+H_2O(g)$

II) $NaHCO_3(s) \rightarrow Na_2CO_3(s)+CO_2(g)+H_2O(g)$

۱) ۲/۶۵ ۲) ۲۱/۲ ۳) ۱۰/۶ ۴) ۵/۳

پاسخ روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,g\,Na_2CO_3 = 8/96\,L\,NH_3 \times \frac{1\,mol\,NH_3}{22/4\,L\,NH_3} \times \frac{1\,mol\,H_2O(I)}{2\,mol\,NH_3} \times \frac{1\,mol\,H_2O(II)}{4\,mol\,H_2O(I)} \times \frac{1\,mol\,Na_2CO_3}{1\,mol\,H_2O(II)} \times \frac{106\,g\,Na_2CO_3}{1\,mol\,Na_2CO_3} = 5/3\,g\,Na_2CO_3$$

روش دوم (تناسب): ابتدا ضریب H_2O در واکنش (I) را ۴ برابر ضریب H_2O در واکنش (II) قرار می‌دهیم و سپس بین NH_3 و Na_2CO_3 ارتباط برقرار می‌کنیم:

$$\left.\begin{array}{l} 4(NH_4)_2CO_3 \rightarrow 8NH_3+4CO_2+4H_2O \\ 2NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3+CO_2+H_2O \end{array}\right\} \Rightarrow 8NH_3 \sim Na_2CO_3$$

$$\frac{\text{لیتر } NH_3}{\text{ضریب} \times \text{حجم مولی}} = \frac{\text{گرم } Na_2CO_3}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{8/96}{8 \times 22/4} = \frac{x}{1 \times 106} \Rightarrow x = 5/3\,g\,Na_2CO_3$$

گزینهٔ ۴

تست ۱۳

مخلوطی از بنزوئیک اسید $(C_7H_6O_2)$ و گلوکز درون یک ظرف سربسته به‌طور کامل سوزانده می‌شوند. اگر میزان آب حاصل برابر ۴/۸ مول و CO_2 تولید شده ۶/۴ مول باشد، درصد مولی گلوکز در مخلوط اولیه کدام است؟ (از سوختن هر دو ترکیب، CO_2 و H_2O تولید می‌شود.)

۱) ۴۰ ۲) ۶۰ ۳) ۲۰ ۴) ۸۰

پاسخ معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش‌ها: $2C_7H_6O_2+15O_2 \rightarrow 14CO_2+6H_2O$, $C_6H_{12}O_6+6O_2 \rightarrow 6CO_2+6H_2O$

اگر مول گلوکز x و مول بنزوئیک اسید را y در نظر بگیریم، در واکنش سوختن گلوکز، ۶x مول CO_2 و ۶x مول H_2O و در واکنش سوختن بنزوئیک اسید، ۷y مول CO_2 و ۳y مول H_2O تولید می‌شود، پس داریم:

$$\begin{cases} 6x+3y=4/8 \\ 6x+7y=6/4 \end{cases} \Rightarrow y=0/4, x=0/6$$

پس درصد مولی گلوکز برابر است با:

$$\text{درصد مولی گلوکز} = \frac{\text{مول گلوکز}}{\text{مول کل}} \times 100 = \frac{0/6}{0/6+0/4} \times 100 = \%60$$

گزینهٔ ۲

تمرین‌های کلاس مسئله ۳ فصل دوم

صفحات پاسخ: ۳۰۲ تا ۳۰۶

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

$(Na=۲۳, O=۱۶, C=۱۲, H=۱ : g.mol^{-1})$

$NaHCO_3(s) \rightarrow Na_2CO_3(s)+CO_2(g)+H_2O(g)$

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؟

$(Mg=۲۴, H=۱ : g.mol^{-1})$

$Mg(s)+2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq)+H_2(g)$

۱) ۲۴ ۲) ۳۶ ۳) ۴۸ ۴) ۵۴

۳ در اثر سوختن کامل ۶/۴ گرم متانول به ترتیب از راست به چپ چند مولکول کربن دی‌اکسید تولید می‌شود و اختلاف جرم فراورده‌های تولید شده چند گرم است؟ (معادله موازنه شود.)

$(C=۱۲, H=۱, O=۱۶ : g.mol^{-1})$

$CH_3OH(l)+O_2(g) \rightarrow CO_2(g)+H_2O(l)$

۱) $1/6 - 1/204 \times 10^{23}$ ۲) $3/4 - 1/204 \times 10^{23}$ ۳) $1/6 - 2/408 \times 10^{23}$ ۴) $3/4 - 2/408 \times 10^{23}$

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.)

$(H=۱ g.mol^{-1})$

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

۱) $3/01 \times 10^{22} - 0/15$ ۲) $3/01 \times 10^{21} - 0/05$ ۳) $3/01 \times 10^{22} - 0/05$ ۴) $3/01 \times 10^{21} - 0/15$

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

$$H_2O_2(aq) \xrightarrow{KI} H_2O(l) + O_2(g)$$

۱) ۱۷ ۲) ۳۴ ۳) ۱/۷ ۴) ۳/۴

۶ در واکنش سوختن ناقص ۶/۷۲ لیتر گاز متان در شرایط استاندارد، به ترتیب چند لیتر گاز 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

۷ 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

۸ 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.) $(C=12, O=16, H=1 : g.mol^{-1})$

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

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

۱) ۲۲/۴ ۲) ۳۳/۶ ۳) ۴۴/۸ ۴) ۵۶

۹ با توجه به مراحل تشکیل گاز آلایندهٔ اوزون تروپوسفری که در زیر به آن‌ها اشاره شده است، در اثر تولید $۲۷/۰۹ \times ۱۰^{۲۲}$ مولکول اوزون، چند لیتر گاز نیتروژن با چگالی $۱/۴ g.L^{-1}$ مصرف می‌شود؟ $(N=14 g.mol^{-1})$

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

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

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

۱) ۴/۵ ۲) ۶ ۳) ۷/۵ ۴) ۹

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

$$CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)$$

$$2NaClO_3(s) \rightarrow 2NaCl(s) + 3O_2(g)$$

۱) ۰/۹۳۸ ۲) ۱/۸۷۷ ۳) ۱/۰۶۵ ۴) ۲/۱۳

۱۱ ۲۰/۲ گرم پتاسیم نیترات در دمای بالاتر از $500^\circ C$، مطابق معادلهٔ زیر تجزیه می‌شود. طی این واکنش چند لیتر گاز در شرایط STP تولید می‌شود و مخلوط حاصل با چند گرم گاز بوتان (C_4H_{10}) به طور کامل واکنش می‌دهد؟ (معادله‌ها موازنه شوند و گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.) $(K=39, N=14, O=16 : g.mol^{-1})$

$$KNO_3(s) \xrightarrow{\theta > 500^\circ C} K_2O(s) + N_2(g) + O_2(g)$$

$$C_4H_{10}(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(g)$$

۱) ۵/۶ - ۳/۳۸ ۲) ۵/۶ - ۲/۲۳ ۳) ۷/۸۴ - ۳/۳۸ ۴) ۷/۸۴ - ۲/۲۳

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؟ $(Na=23, N=14, O=16 : g.mol^{-1})$

$$NaNO_3(s) \rightarrow NaNO_2(s) + O_2(g)$$

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؟ $(Cl=35/5, O=16, H=1 : g.mol^{-1})$

$$MCl_2(aq) + 2NaOH(aq) \rightarrow M(OH)_2(s) + 2NaCl(aq)$$

۱) ۲۴ ۲) ۳۹ ۳) ۵۶ ۴) ۶۵

۱۴ پتاسیم کلرید حاصل از تجزیهٔ ۲۷/۷ گرم $KClO_x$ در واکنش با نقره نیترات، ۲۸/۷ گرم نقره کلرید تولید می‌کند. x در فرمول شیمیایی $KClO_x$ برابر با کدام است؟ $(Ag=108, K=39, Cl=35/5, O=16 : g.mol^{-1})$

$$KCl(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow AgCl(s) + KNO_3(g)$$

$$KClO_x(s) \rightarrow KCl(s) + O_2(g)$$ (معادلهٔ واکنش موازنه شود.)

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۵ نمونه‌ای از باریم نیترید که تفاوت شمار یون‌ها در نمونه‌ای از آن برابر $۲/۴۰۸ \times ۱۰^{۲۳}$ است در واکنش موازنه نشدهٔ زیر به‌طور کامل مصرف می‌شود. طی این واکنش جرم مادهٔ جامد به تقریب چند درصد افزایش پیدا می‌کند و آمونیاک حاصل را از واکنش چند گرم نیتروژن با مقدار هیدروژن کافی می‌توان به‌دست آورد؟ $(Ba=137, O=16, N=14, H=1 : g.mol^{-1})$

$$Ba_3N_2(s) + H_2O(l) \rightarrow Ba(OH)_2(s) + NH_3(g)$$

۱) ۱۱/۲ - ۱۴/۴ ۲) ۱۱/۲ - ۱۶/۹ ۳) ۵/۶ - ۱۶/۹ ۴) ۵/۶ - ۱۴/۴

۱۶ 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

۱۷ 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.)

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

۱) ۲۵ ۲) ۱۲۵ ۳) ۵۰ ۴) ۲۵۰

۱۸ 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

۱۹ 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

۲۰ 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؟

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

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

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

$(Al=۲۷, Mg=۲۴, Cu=۶۴, O=۱۶, H=۱ : g.mol^{-۱})$

۱) ۱۸ ۲) ۳۶ ۳) ۲۴ ۴) ۵۴

آزمون جامع ۱ کل فصل

برای دریافت فایل پاسخ آزمون‌های جامع به سایت الگو به نشانی www.olgoobooks.ir مراجعه کنید.

۱ میانگین دمای سطح زمین برابر $۱۴^\circ C$ 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 $(-۲۲)^\circ C$ 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 $۱۴^\circ C$ در نظر بگیرید.)

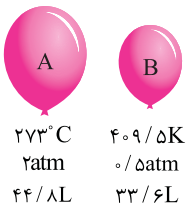
ارتفاع از سطح زمین (km)	۰	۰/۳	۰/۶	۱/۸	۲/۴	۳/۰	۳/۶	۴/۲	۴/۸	۶/۰	۶/۷	۷/۳	۷/۹
فشار گاز اکسیژن $(\times ۱۰^{-۲} atm)$	۲۰/۹	۲۰/۱	۱۹/۴	۱۶/۶	۱۵/۴	۱۴/۳	۱۳/۲	۱۲/۳	۱۱/۴	۹/۷	۹	۸/۴	۷/۶

۱) $۵/۷\times ۱۰^{-۲}$ - ۴/۲ ۲) $۶/۹\times ۱۰^{-۲}$ - ۳/۶ ۳) $۶/۹\times ۱۰^{-۲}$ - ۴/۲ ۴) $۵/۷\times ۱۰^{-۲}$ - ۳/۶

۳ مقداری گاز آرگون در یک ظرف مکعبی با دمای $(-۱۷۳)^\circ C$ 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. $(S=۳۲, O=۱۶ : g.mol^{-۱})$



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 و در اثر سوختن کامل این مخلوط در اکسیژن کافی، در همین شرایط چند لیتر گاز تولید می‌شود؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.)

$(Ne=۲۰, C=۱۲, H=۱ : g.mol^{-۱})$

۱) ۱۳۴/۴ - ۶۰ ۲) ۱۳۴/۴ - ۴۰ ۳) ۴۴/۸ - ۶۰ ۴) ۴۴/۸ - ۴۰

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 $1atm$ انجام می‌شوند.)

$(Mn=55, Na=23, O=16, H=1 : g.mol^{-1})$

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

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؟ $(Al=27, S=32, O=16 : g.mol^{-1})$

$Al_2(SO_4)_3(s)\xrightarrow{\Delta} Al_2O_3(s)+SO_3(g)$

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

$CH_4(g)+O_2(g)\rightarrow CO_2(g)+H_2O(g)$

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

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؟ $(Ca=40, O=16, H=1, N=14 : g.mol^{-1})$

$Ca(s)+2H_2O(l)\rightarrow Ca(OH)_2(aq)+H_2(g)$ $N_2(g)+3H_2(g)\rightarrow 2NH_3(g)$

۱) ۲۱ ۲) ۱۴ ۳) ۲۸ ۴) ۳۵

۱۱ با توجه به معادلهٔ موازنه‌نشدهٔ زیر، چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟ $(I=127, Al=27, F=19, O=16 : g.mol^{-1})$

$Al_2O_3(s)+IF_5(s)\rightarrow AlF_3(s)+IF(s)+O_2(g)$

- مجموع ضرایب واکنش‌دهنده‌ها با فراورده‌ها در معادلهٔ موازنه‌شده برابر است.
- به ازای تولید ۰/۴ مول ترکیب یونی، ۱۰/۲ گرم آلومینیم اکسید مصرف می‌شود.
- با مصرف ۱۱/۱ ترکیب یددار، ۱/۱۲ لیتر گاز اکسیژن در شرایط STP تولید می‌شود.
- با انجام کامل این واکنش به تقریب ۱۵٪ از جرم مواد جامد موجود در ظرف کاسته می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۲ در جرم برابری از گازهای SO_2 و SO_3، شمار اتم‌های SO_2 چند برابر شمار اتم‌های SO_3 است و اگر $1/204\times10^{23}$ مولکول گوگرد تری‌اکسید با مقدار کافی آب واکنش دهد، چند گرم اسید تولید خواهد شد؟ $(S=32, O=16, H=1 : g.mol^{-1})$

$SO_3(g)+H_2O(l)\rightarrow H_2SO_4(g)$

۱) ۰/۷۵ - ۹/۸ ۲) ۰/۹۳۷۵ - ۹/۸ ۳) ۰/۷۵ - ۱۹/۶ ۴) ۰/۹۳۷۵ - ۱۹/۶

۱۳ در دما و فشار یکسان، حجم گاز حاصل از تجزیهٔ ۵۶/۷ گرم روی نیترات با حجم گاز حاصل از تجزیهٔ چند گرم کروم (II) سولفات برابر است و نسبت جرم فراوردهٔ جامد تولید شده در واکنش (I) نسبت به جرم فراوردهٔ جامد تولید شده در واکنش (II) به تقریب برابر با چقدر خواهد بود؟

$(Zn=65, Cr=52, S=32, O=16, H=1 : g.mol^{-1})$

I) $CrSO_4(s)\rightarrow Cr_2O_3(s)+SO_2(g)+O_2(g)$ II) $Zn(NO_3)_2(s)\rightarrow ZnO(s)+O_2(g)+NO_2(g)$

۱) ۲/۷۶ - ۸۸/۸ ۲) ۱/۸۷ - ۸۸/۸ ۳) ۲/۷۶ - ۴۴/۴ ۴) ۱/۸۷ - ۴۴/۴

۱۴ اگر ۸۱ گرم از عنصر X با مقداری از عنصر M واکنش داده و ۲۲۵ گرم ترکیب X_2M_3 را تشکیل دهد و معادل نصف جرم مصرفی M در واکنش اول با ۱۷۵/۵ گرم عنصر Z واکنش داده و ترکیب Z_2M را تولید کرده باشد، در این صورت جرم مولی ترکیب Z_2M چند گرم بر مول است و در عنصر Z تفاوت شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها برابر ۱ باشد، مجموع شمارهٔ دوره و گروه این عنصر کدام است؟ (جرم مولی عنصر X برابر ۲۷ گرم بر مول است.)

۱) ۵ - ۱۰۰ ۲) ۶ - ۱۰۰ ۳) ۵ - ۱۱۰ ۴) ۶ - ۱۱۰

۱۵ مخلوطی به جرم ۴۰۰ گرم از منیزیم کربنات و کلسیم کربنات طبق معادله‌های زیر کامل تجزیه می‌شوند. اگر جرم مواد جامد تشکیل شده ۵۱/۶٪ جرم مواد جامد اولیه باشد، چند درصد جرم مخلوط اولیه را کلسیم کربنات تشکیل داده است و در این دو واکنش مجموعاً چند لیتر گاز در شرایط استاندارد تولید خواهد شد؟ $(O=16, N=14, H=1 : g.mol^{-1})$

$MgCO_3(s)\rightarrow MgO(s)+CO_2(g)$ $CaCO_3(s)\rightarrow CaO(s)+CO_2(g)$

۱) ۹۸/۵۶ - ۴۷/۵ ۲) ۹۸/۵۶ - ۵۷/۵ ۳) ۱۴۷/۸ - ۴۷/۵ ۴) ۱۴۷/۸ - ۵۷/۵

جرم اتمی میانگین K برابر است با: **روش اول:**

$$\bar{M}=\frac{M_1F_1+M_2F_2+M_3F_3}{F_1+F_2+F_3}=\frac{(۳۹\times۸۵)+(۴۰\times۵)+(۴۱\times۱۰)}{۱۰۰}=۳۹/۲۵\ amu$$

روش دوم:

$$\bar{M}=M_1+\frac{F_2}{۱۰۰}(M_2-M_1)+\frac{F_3}{۱۰۰}(M_3-M_1)=۳۹+\frac{۵}{۱۰۰}(۴۰-۳۹)+\frac{۱۰}{۱۰۰}(۴۱-۳۹)=۳۹/۲۵\ amu$$

در هر مول پتاسیم، $۲۰/۲۵$ مول نوترون وجود دارد و با توجه به این‌که هر مول $^{۱۶}_{۸}O$ دارای ۸ مول نوترون است، پس هر مول K_2O دارای $۳۹/۲۵-۱۹=۲۰/۲۵$ مول نوترون است که داریم: $۲(۲۰/۲۵)+۸=۴۸/۵$

روش اول:

$$?\,mol\,n=۱۸۹g\,K_2O\times\frac{۱\,mol\,K_2O}{۹۴/۵g\,K_2O}\times\frac{۴۸/۵mol\,n}{۱\,mol\,K_2O}=۹۷mol\,n$$

روش دوم:

$$\text{مول n در } K_2O:\frac{\text{جرم ماده}}{\text{جرم مولی}}=\frac{\text{مول n}}{۴۸/۵}\Rightarrow\frac{۱۸۹}{۹۴/۵}=\frac{x}{۴۸/۵}\Rightarrow x=۹۷mol\,n$$

۱۴ ۳ ابتدا مقدار مول اتم‌های موجود در مخلوط را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol=۴/۵۱۵\times۱۰^{۲۳}\,atom\times\frac{۱\,mol}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\,atom}=۰/۷۵mol$$

مقدار مول آهن را x و مقدار مول مس را $(۰/۷۵-x)$ در نظر می‌گیریم و با توجه به این مقادیر، جرم آن‌ها را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\,Fe=x\,mol\,Fe\times\frac{۵۶g\,Fe}{۱\,mol\,Fe}=۵۶x\,g\,Fe$$

$$?\,g\,Cu=(۰/۷۵-x)\,mol\,Cu\times\frac{۶۴g\,Cu}{۱\,mol\,Cu}=(۴۸-۶۴x)g\,Cu$$

پس داریم:

$$۵۶x+۴۸-۶۴x=۴۴\Rightarrow۸x=۴\Rightarrow x=۰/۵$$

پس مقدار مول آهن و مس به ترتیب برابر ۰/۵ و ۰/۲۵ است. اکنون درصد جرمی Fe و درصد مولی Cu را در مخلوط محاسبه می‌کنیم:

$$\text{درصد مولی Cu}=\frac{\text{مول مس}}{\text{مول کل}}\times۱۰۰=\frac{۰/۲۵}{۰/۷۵}\times۱۰۰\simeq٪۳۳/۳$$

$$\text{درصد جرمی Fe}=\frac{\text{جرم آهن}}{\text{جرم کل}}\times۱۰۰=\frac{۰/۵\times۵۶}{۴۴}\times۱۰۰\simeq٪۶۳/۶$$

۱۵ ۴ ابتدا مول اکسیژن و مول اختلاف e^- های این دو یون را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\,e^-=۲/۴۰۸\times۱۰^{۲۴}\,e^-\times\frac{۱\,mol\,e^-}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\,e^-}=۴mol\,e^-$$

$$?\,mol\,O=۲۷۲g\,O\times\frac{۱\,mol\,O}{۱۶g\,O}=۱۷mol\,O$$

مول سولفات را x و مول نیترات را y در نظر می‌گیریم، پس نمونهٔ سولفات $۴x$ مول اکسیژن و $۵۰x$ مول الکترون دارد و نمونهٔ نیترات $۳y$ مول اکسیژن و $۳۲y$ مول الکترون دارد. آن‌گاه داریم:

$$\begin{cases}۴x+۳y=۱۷\\ ۵۰x-۳۲y=۴\end{cases}\Rightarrow x=۲,\ y=۳$$

پس درصد مولی نیترات برابر است با:

$$\text{درصد مولی } NO_3^-=\frac{\text{مول } NO_3^-}{\text{مول کل}}\times۱۰۰=\frac{۳}{۳+۲}\times۱۰۰=٪۶۰$$

۱۶ ۱ ابتدا ایزوتوپ‌های A، B و C را مشخص می‌کنیم. A: ایزوتوپ مدنظر $^{۲}_{۱}H$ است که شمار p، n و e برابری دارد. با توجه به جرم ۴ گرمی این ایزوتوپ، پس ۲ مول از این ایزوتوپ داریم. B: $^{۵}_{۱}H$ بیشترین پایداری را در میان ایزوتوپ‌های ساختگی هیدروژن دارد. با توجه به جرم ۱۰ گرمی این ایزوتوپ، ۲ مول از این ایزوتوپ داریم. C: $^{۶}_{۱}H$ دارای ۵ نوترون است که با توجه به جرم ۶ گرمی این ایزوتوپ، ۱ مول از آن داریم. با توجه به زمان گذشته شده و نیم‌عمر ایزوتوپ B و C به‌ترتیب یک‌بار و سه‌بار نصف خواهند شد.

تغییر درصد فراوانی ایزوتوپ B:

$$A:۲mol\xrightarrow{\text{پایدار}}۲mol\qquad B:۲mol\xrightarrow{\text{یک‌بار نصف}}۱mol\qquad C:۱\,mol\xrightarrow{\text{سه‌بار نصف}}۰/۱۲۵mol$$

$$\begin{cases}\text{درصد فراوانی اولیهٔ B}=\frac{۲}{۵}\times۱۰۰=٪۴۰\\ \text{درصد فراوانی جدید B}=\frac{۱}{۳/۱۲۵}\times۱۰۰=٪۳۲\end{cases}\Rightarrow\text{تغییر درصد فراوانی B}=۴۰-۳۲=٪۸$$

تغییر درصد جرمی ایزوتوپ A:

$$A:۴g\xrightarrow{\text{پایدار}}۴g\qquad B:۱۰g\xrightarrow{\text{یک‌بار نصف}}۵g\qquad C:۶g\xrightarrow{\text{سه‌بار نصف}}۰/۷۵g$$

$$\begin{cases}\text{درصد جرمی اولیهٔ A}=\frac{۴}{۲۰}\times۱۰۰=٪۲۰\\ \text{درصد جرمی جدید A}=\frac{۴}{۹/۷۵}\times۱۰۰\simeq٪۴۱\end{cases}\Rightarrow\text{تغییر درصد جرمی A}=۴۱-۲۰\simeq٪۲۱$$

پاسخ تشریحی — تمرین‌های فصل دوم

فصل دوم: تمرین‌های کلاس مسئله ۱

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

$$T(K)=\theta_2(^\circ C)+۲۷۳\Rightarrow۱۸۷(K)=\theta_2(^\circ C)+۲۷۳\Rightarrow\theta_2(^\circ C)=-۸۶^\circ C$$

طبق روابط داریم:

$$\Delta\theta=-۳/۱\,h\Rightarrow\theta_2-\theta_1=-۳/۱\,h\Rightarrow-۸۶-۷=-۳/۱\,h\Rightarrow h=۳۰km$$

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

$$T(K)=\theta_1(^\circ C)+۲۷۳\Rightarrow ۲۹۳(K)=\theta_1(^\circ C)+۲۷۳\Rightarrow \theta_1(^\circ C)=۲۰^\circ C\ ,\ \theta_۲=۰/۱\theta_1=۰/۱\times ۲۰=۲^\circ C$$

می‌دانیم در لایهٔ تروپوسفر با افزایش ارتفاع به ازای یک کیلومتر، دما در حدود $۶^\circ C$ کاهش می‌یابد، پس: $\Delta\theta=-۶h\Rightarrow\theta_۲-\theta_1=-۶h\Rightarrow ۲-۲۰=-۶h\Rightarrow h=۳km$

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

$$h_1=۱۲km\ ,\ \theta_1(^\circ C)=-۵۵^\circ C$$

$$h_۲=۵۰km\ ,\ \theta_۲(^\circ C)=T_۲(K)-۲۷۳=۲۸۰-۲۷۳=۷^\circ C\Rightarrow\Delta\theta=m\Delta h\Rightarrow\theta_۲-\theta_1=m(h_۲-h_1)\Rightarrow ۷-(-۵۵)=m(۵۰-۱۲)\Rightarrow m\simeq ۱/۶۳^\circ C$$

اکنون بین ابتدای این لایه و لایه اوزون روابط را می‌نویسیم. دما و ارتفاع لایهٔ اوزون را با $\theta_\circ$ و $h_\circ$ نشان می‌دهیم.

$$\Delta\theta=۱/۶۳\Delta h\Rightarrow\theta_\circ-\theta_1=۱/۶۳(h_\circ-h_1)\Rightarrow\theta_\circ-(-۵۵)=۱/۶۳(۲۳-۱۲)\Rightarrow\theta_\circ\simeq -۳۷^\circ C\Rightarrow T_\circ(K)=\theta_\circ(^\circ C)+۲۷۳\Rightarrow T_\circ(K)=-۳۷^\circ C+۲۷۳=۲۳۶K$$

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

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

پس در ارتفاع ۸ کیلومتری از سطح زمین، فشار هوا تقریباً به $۰/۴$ اتمسفر می‌رسد: $\Delta\theta=-۶h\Rightarrow\theta_۲-۱۴=-۶\ (۸)$

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

فصل دوم: تمرین‌های کلاس مسئله ۲

۱ ۱

$$\frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲}\xrightarrow{n\text{ و }T\text{ ثابت}}P_1V_1=P_۲V_۲\Rightarrow ۲\times ۵=(۲/۵\times ۲)\times V_۲\Rightarrow V_۲=۲L$$

۴ ۲

$$\frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲}\xrightarrow{n\text{ و }T\text{ ثابت}}P_1V_1=P_۲V_۲\Rightarrow ۱/۵\times(۵۰۰\times ۰/۴)=P_۲\times ۱۲\Rightarrow P_۲=۲۵atm$$

۳ ۳

$$P_۲=P_1-\frac{۲۰}{۱۰۰}P_1=\frac{۸}{۱۰}P_1\ ,\ \frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲}\xrightarrow{n\text{ و }T\text{ ثابت}}P_1V_1=P_۲V_۲\Rightarrow P_1\times V_1=\frac{۸}{۱۰}P_1\times V_۲\Rightarrow\frac{V_۲}{V_1}=\frac{۵}{۴}$$

$$\text{درصد تغییرات حجم}=\frac{\Delta V}{V_1}\times ۱۰۰=\frac{V_۲-V_1}{V_1}\times ۱۰۰=\frac{\frac{۵}{۴}V_1-V_1}{V_1}\times ۱۰۰=\frac{\frac{V_1}{۴}}{V_1}\times ۱۰۰=٪۲۵$$

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

۱ ۴

$$\theta_۲=۲\theta_1=۵۴۶^\circ C\ ,\ \frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲}\xrightarrow{n\text{ و }P\text{ ثابت}}\frac{V_1}{T_1}=\frac{V_۲}{T_۲}\Rightarrow\frac{۲}{۲۷۳+۲۷۳}=\frac{V_۲}{۵۴۶+۲۷۳}\Rightarrow V_۲=۳L$$

$$\Delta V=V_۲-V_1=۳-۲=۱L$$

در شرایط STP، دما و فشار به ترتیب برابر $۲۷۳K$ و $۱atm$ است و حجم یک مول گاز برابر $۲۲/۴L$ است، پس داریم:

$$\frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲}\Rightarrow\frac{۱\times ۲۲/۴}{۱\times ۲۷۳}=\frac{P_۲\times ۲۲/۴}{۱\times(۵۴۶+۲۷۳)}\Rightarrow P_۲=۳atm$$

۱ ۵ روش اول:

$$V_۲=\frac{۹۲}{۹۱}V_1\ ,\ \frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲}\xrightarrow{n\text{ و }P\text{ ثابت}}\frac{V_1}{T_1}=\frac{V_۲}{T_۲}\Rightarrow\frac{V_1}{T_1}=\frac{\frac{۹۲}{۹۱}V_1}{T_1+۴}\Rightarrow T_1=۳۶۴K$$

$$\theta_1(^\circ C)=T_1(K)-۲۷۳=۳۶۴-۲۷۳=۹۱^\circ C$$

روش دوم:

$$\Delta\theta=\Delta T=۴,\quad \Delta V=V_۲-V_1=\frac{۹۲}{۹۱}V_1-V_1=\frac{۱}{۹۱}V_1$$

$$\frac{\Delta T}{T_1}=\frac{\Delta V}{V_1}\Rightarrow\frac{۴}{T_1}=\frac{\frac{۱}{۹۱}V_1}{V_1}\Rightarrow T_1=۳۶۴K\Rightarrow\theta_1(^\circ C)=T_1(K)-۲۷۳=۳۶۴-۲۷۳=۹۱^\circ C$$

۲ ۶

$$\frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲}\xrightarrow{n\text{ و }P\text{ ثابت}}\frac{V_1}{T_1}=\frac{V_۲}{T_۲}\Rightarrow\frac{V_1}{۳۰۰}=\frac{V_۲}{۲۴۰}\Rightarrow\frac{V_۲}{V_1}=\frac{۴}{۵}$$

$$\text{درصد تغییرات حجم}=\frac{\Delta V}{V_1}\times ۱۰۰=\frac{V_۲-V_1}{V_1}\times ۱۰۰=\frac{\frac{۴}{۵}V_1-V_1}{V_1}\times ۱۰۰=\frac{-\frac{V_1}{۵}}{V_1}\times ۱۰۰=-٪۲۰$$

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

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

$$\frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_2V_2}{n_2T_2}\xrightarrow{P\text{ و }T\text{ ثابت}}\frac{V_1}{n_1}=\frac{V_2}{n_2}\Rightarrow\frac{2}{3}=\frac{4}{3+n'}\Rightarrow n'=3\,mol\,H_2$$

جرم گاز هیدروژن اضافه شده برابر است با:

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

۸ ۲

$$\frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_2V_2}{n_2T_2}\xrightarrow{P\text{ و }T\text{ ثابت}}\frac{V_1}{n_1}=\frac{V_2}{n_2}\xrightarrow{n=\frac{m}{M}}\frac{V_1}{\frac{m_1}{M_1}}=\frac{V_2}{\frac{m_2}{M_2}}\xrightarrow{M_1=M_2}\frac{V_1}{m_1}=\frac{V_2}{m_2}\Rightarrow\frac{V_1}{x}=\frac{V_2}{x-\frac{5x}{8}}\Rightarrow\frac{V_1}{x}=\frac{V_2}{\frac{3x}{8}}\Rightarrow\frac{V_2}{V_1}=\frac{3}{8}$$

$$\text{درصد تغییرات حجم}=\frac{\Delta V}{V_1}\times100=\frac{V_2-V_1}{V_1}\times100=\frac{\frac{3}{8}V_1-V_1}{V_1}\times100=\frac{-\frac{5V_1}{8}}{V_1}\times100=-\%62/5$$

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

۹ ۲ با توجه به این‌که شعاع پیستون (r) ثابت است و ارتفاع آن (h) متغیر است داریم:

$$V_{\text{پیستون}}=\pi r^2h\xrightarrow[r\text{ ثابت},\,h_2=1/5h_1]{}V_2=1/5V_1$$

مول اولیهٔ متان را x فرض می‌کنیم و مول اولیهٔ هلیم برابر است با:

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

مول هلیم اضافه شده را محاسبه می‌کنیم:

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

روش اول:

$$\frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_2V_2}{n_2T_2}\xrightarrow{T,P\text{ ثابت}}\frac{V_1}{n_1}=\frac{V_2}{n_2}\Rightarrow\frac{V_1}{1+x}=\frac{1/5V_1}{3+x}\Rightarrow x=3\,mol\,CH_4$$

روش دوم:

$$\frac{\Delta n}{n_1}=\frac{\Delta V}{V_1}\Rightarrow\frac{2}{1+x}=\frac{1/5V_1-V_1}{V_1}\Rightarrow\frac{2}{1+x}=\frac{0/5V_1}{V_1}\Rightarrow x=3\,mol\,CH_4$$

جرم متان و درصد جرمی متان در مخلوط نهایی را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\,CH_4=3\,mol\,CH_4\times\frac{16\,g\,CH_4}{1\,mol\,CH_4}=48\,g\,CH_4,\quad\text{درصد جرمی متان در مخلوط نهایی}=\frac{\text{جرم متان}}{\text{جرم نهایی}}\times100=\frac{48}{48+4+8}\times10=\%80$$

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

$$V_2=V_1+4V_1=5V_1\quad,\quad\frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_2V_2}{n_2T_2}\xrightarrow{n\text{ ثابت}}\frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{P_2V_2}{T_2}\Rightarrow\frac{2\times V_1}{227+273}=\frac{P_2\times5V_1}{27+273}\Rightarrow P_2=0/24\,atm$$

۱۱ ۳

$$\frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_2V_2}{n_2T_2}\xrightarrow{n=\frac{m}{M}\text{ و }M_1=M_2}\Rightarrow\frac{P_1V_1}{m_1T_1}=\frac{P_2V_2}{m_2T_2}\Rightarrow\frac{P_1\times V_1}{20\times T_1}=\frac{P_2\times2V_1}{14\times4T_1}\Rightarrow\frac{P_2}{P_1}=1/4$$

۱۲ ۳ 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:

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

۳ مول گاز هیدروژن (H_2) دارای ۶ اتم هیدروژن است. حال مقدار مول اتم هیدروژن موجود در ۸۴ لیتر گاز پروپان را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\,H=84\,L\,C_3H_8\times\frac{1\,mol\,C_3H_8}{24\,L\,C_3H_8}\times\frac{8\,mol\,H}{1\,mol\,C_3H_8}=28\,mol\,H,\quad\frac{\text{شمار اتم‌های H در پروپان}}{\text{شمار اتم‌های H در گاز هیدروژن}}=\frac{28N_A}{6N_A}\simeq4/7$$

۱۳ 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: **روش اول:**

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

روش دوم (تناسب):

$$\text{لیتر }SO_3:\frac{\text{جرم ماده}}{\text{جرم مولی}}=\frac{\text{لیتر ماده}}{\text{حجم مولی}}\Rightarrow\frac{32}{80}=\frac{x}{30}\Rightarrow x=12\,L\,SO_3$$

۱۴ ۲ روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,atom\,H=۲/۲۴L\,CH_۴\times\frac{۱\,mol\,CH_۴}{۲۲/۴L\,CH_۴}\times\frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\,molecule\,CH_۴}{۱\,mol\,CH_۴}\times\frac{۴atom\,H}{۱\,molecule\,CH_۴}=۲/۴۰۸\times۱۰^{۲۳}\,atom\,H$$

$$?\,atom\,H=۱۳/۴۴L\,C_۲H_۶\times\frac{۱\,mol\,C_۲H_۶}{۲۲/۴L\,C_۲H_۶}\times\frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\,molecule\,C_۲H_۶}{۱\,mol\,C_۲H_۶}\times\frac{۶atom\,H}{۱\,molecule\,C_۲H_۶}=۲۱/۶۷۲\times۱۰^{۲۳}\,atom\,H$$

روش دوم (تناسب):

شمار اتم‌های H در $CH_۴$: $\frac{\text{لیتر } CH_۴}{\text{حجم مولی}}=\frac{\text{تعداد ذره}}{N_A\times۴}\Rightarrow\frac{۲/۲۴}{۲۲/۴}=\frac{x}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\times۴}\Rightarrow x=۲/۴۰۸\times۱۰^{۲۳}\,atom\,H$

شمار اتم‌های H در $C_۲H_۶$: $\frac{\text{لیتر } C_۲H_۶}{\text{حجم مولی}}=\frac{\text{تعداد ذره}}{N_A\times۶}\Rightarrow\frac{۱۳/۴۴}{۲۲/۴}=\frac{y}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\times۶}\Rightarrow y=۲۱/۶۷۲\times۱۰^{۲۳}\,atom\,H$

مجموع تعداد اتم‌های هیدروژن در این مخلوط برابر است با: مجموع تعداد اتم‌های H $=۲/۴۰۸\times۱۰^{۲۳}+۲۱/۶۷۲\times۱۰^{۲۳}=۲۴/۰۸\times۱۰^{۲۳}=۲/۴۰۸\times۱۰^{۲۴}$

جرم کربن موجود در متان و اتان را محاسبه می‌کنیم: روش اول (کسر تبدیل):

$$CH_۴:?\,g\,C=۲/۲۴L\,CH_۴\times\frac{۱\,mol\,CH_۴}{۲۲/۴L\,CH_۴}\times\frac{۱\,mol\,C}{۱\,mol\,CH_۴}\times\frac{۱۲g\,C}{۱\,mol\,C}=۱/۲g\,C$$

$$C_۲H_۶:?\,g\,C=۱۳/۴۴L\,C_۲H_۶\times\frac{۱\,mol\,C_۲H_۶}{۲۲/۴L\,C_۲H_۶}\times\frac{۲mol\,C}{۱\,mol\,C_۲H_۶}\times\frac{۱۲g\,C}{۱\,mol\,C}=۱۴/۴g\,C$$

روش دوم (تناسب):

جرم C در $CH_۴$: $\frac{\text{لیتر } CH_۴}{\text{حجم مولی}}=\frac{\text{جرم C}}{\text{جرم مولی C}}\Rightarrow\frac{۲/۲۴}{۲۲/۴}=\frac{m}{۱۲\times۱}\Rightarrow m=۱/۲g\,C$

جرم C در $C_۲H_۶$: $\frac{\text{لیتر } C_۲H_۶}{\text{حجم مولی}}=\frac{\text{جرم C}}{\text{جرم مولی C}\times۲}\Rightarrow\frac{۱۳/۴۴}{۲۲/۴}=\frac{n}{۱۲\times۲}\Rightarrow n=۱۴/۴g\,C$

پس مجموع جرم اتم‌های کربن موجود در نمونه برابر $۱۵/۶g$ $(۱/۲+۱۴/۴)$ است.

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

$$\frac{P_۱V_۱}{n_۱T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲}\xrightarrow{n\text{ ثابت}}\frac{P_۱V_۱}{T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{T_۲}\Rightarrow\frac{۱\times۶/۷۲}{۲۷۳}=\frac{۲\times V_۲}{۱۸۲+۲۷۳}\Rightarrow V_۲=۵/۶L$$

جرم مولی گاز را محاسبه می‌کنیم: روش اول (کسر تبدیل):

$$۱۳/۲g\text{ گاز}=۶/۷۲L\text{ گاز}\times\frac{۱\,mol\text{ گاز}}{۲۲/۴L\text{ گاز}}\times\frac{M\,g\text{ گاز}}{۱\,mol\text{ گاز}}\Rightarrow M=۴۴g.mol^{-۱}$$

روش دوم (تناسب):

جرم مولی گاز: $\frac{\text{جرم گاز}}{\text{جرم مولی}}=\frac{\text{لیتر گاز}}{\text{حجم مولی}}\Rightarrow\frac{۱۳/۲}{M}=\frac{۶/۷۲}{۲۲/۴}\Rightarrow M=۴۴g.mol^{-۱}$

جرم مولی گازهای $C_۳H_۸$، $CO_۲$ و $N_۲O$ برابر ۴۴ و جرم مولی $NO_۲$ برابر ۴۶ گرم بر مول است.

۱۶ ۳

$$\frac{P_۱M_۱}{d_۱T_۱}=\frac{P_۲M_۲}{d_۲T_۲}\xrightarrow{P\text{ و }T\text{ ثابت}}\frac{M_۱}{d_۱}=\frac{M_۲}{d_۲}\Rightarrow\frac{d_۲}{d_۱}=\frac{M_۲}{M_۱}\Rightarrow\frac{M_۲}{M_۱}=۲$$

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:

$$(\frac{۷۸}{۱۰۰}\times۲۸)+(\frac{۲۱}{۱۰۰}\times۳۲)+(\frac{۱}{۱۰۰}\times۴۰)\simeq۲۹g.mol^{-۱}$$

جرم مولی گاز بوتان $(C_۴H_{۱۰})$، دو برابر جرم یک مول هوا است و در شرایط یکسان، چگالی آن نیز دو برابر چگالی هوا است.

۱۷ ۳

$$\frac{P_۱M_۱}{d_۱T_۱}=\frac{P_۲M_۲}{d_۲T_۲}\xrightarrow{P\text{ و }T\text{ ثابت}}\frac{M_۱}{d_۱}=\frac{M_۲}{d_۲}\Rightarrow\frac{M_{N_۲}}{M_{SO_۲}}=\frac{d_{N_۲}}{d_{SO_۲}}\Rightarrow\frac{۲۸}{۱/۴}=\frac{۶۴}{d_{SO_۲}}\Rightarrow d_{SO_۲}=۳/۲g.L^{-۱}$$

۱۸ ۳ ابتدا چگالی گاز $O_۲$ را در این شرایط محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{P_۱M_۱}{d_۱T_۱}=\frac{P_۲M_۲}{d_۲T_۲}\xrightarrow{P\text{ و }T\text{ ثابت}}\frac{M_۱}{d_۱}=\frac{M_۲}{d_۲}\Rightarrow\frac{M_{N_۲}}{M_{O_۲}}=\frac{d_{N_۲}}{d_{O_۲}}\Rightarrow\frac{۲۸}{۱/۰۵}=\frac{۳۲}{d_{O_۲}}\Rightarrow d_{O_۲}=۱/۲g.L^{-۱}$$

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

$$\text{جرم مخلوط گازی}=x\,L\text{ مخلوط گازی}\times\frac{۱/۴۴g\text{ گاز}}{۱L\text{ مخلوط گازی}}=۱/۴۴x\,g$$

اکنون جرم $O_۲$ موجود در مخلوط را محاسبه کرده و درصد جرمی آن را به‌دست می‌آوریم:

$$?\,g\,O_۲=x\,L\text{ مخلوط گازی}\times\frac{۳۰L\,O_۲}{۱۰۰L\text{ مخلوط گازی}}\times\frac{۱/۲g\,O_۲}{۱L\,O_۲}=۰/۳۶x\,g\,O_۲$$

$$\text{درصد جرمی گاز }O_۲=\frac{۰/۳۶x\,g\,O_۲}{۱/۴۴x\,g\text{ مخلوط گازی}}\times۱۰۰=٪۲۵$$

۱۹ **۱** حجم استوانه بر حسب ارتفاع و قطر استوانه از رابطهٔ مقابل به‌دست می‌آید: $V_{\text{استوانه}}=\pi(\frac{d^2}{4})h$

به کمک رابطهٔ گازها، دمای ثانویه (T_2) را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_2V_2}{n_2T_2}\xrightarrow{\text{n ثابت}}\frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{P_2V_2}{T_2}\Rightarrow\frac{1\times\pi\times\frac{d_A^2}{4}\times h}{273}=\frac{0/5\times\pi\times\frac{d_B^2}{4}\times h}{T_2}\xrightarrow{d_B=2d_A}\frac{d_A^2}{273}=\frac{0/5(2d_A)^2}{T_2}\Rightarrow T_2=546K$$

اکنون تفاوت دمای گاز در دو استوانه را به‌دست می‌آوریم:

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

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

$$?\,mol\,SO_3=x\,g\,SO_3\times\frac{1\,mol\,SO_3}{80\,g\,SO_3}=\frac{x}{80}\,mol\,SO_3$$

$$?\,mol\,O_3=x\,g\,O_3\times\frac{1\,mol\,O_3}{48\,g\,O_3}=\frac{x}{48}\,mol\,O_3$$

طبق قانون گازها داریم:

$$\frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_2V_2}{n_2T_2}\xrightarrow{P\text{ و }T\text{ ثابت}}\frac{V_{O_3}}{n_{O_3}}=\frac{V_{SO_3}}{n_{SO_3}}\Rightarrow\frac{V_{O_3}}{V_{SO_3}}=\frac{\frac{x}{48}}{\frac{x}{80}}=\frac{5}{3}$$

بررسی عبارت‌ها: **عبارت اول:**

$$\frac{V_{O_3}}{V_{SO_3}}=\frac{5}{3}\Rightarrow\frac{\pi\frac{4d^2}{4}\times h_{O_3}}{\pi\frac{9d^2}{4}\times h_{SO_3}}=\frac{5}{3}\Rightarrow\frac{h_{O_3}}{h_{SO_3}}=3/75$$

عبارت دوم: نسبت تعداد اتم‌ها $=\frac{n_{O_3}\times3}{n_{SO_3}\times4}=\frac{\frac{x}{48}\times3N_A}{\frac{x}{80}\times4N_A}=\frac{5}{4}=1/25$

عبارت سوم:

$$\frac{d_{SO_3}}{d_{O_3}}=\frac{\frac{m_{SO_3}}{V_{SO_3}}}{\frac{m_{O_3}}{V_{O_3}}}=\frac{V_{O_3}}{V_{SO_3}}=\frac{5}{3}\simeq1/67$$

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_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 چگالی‌ها نمی‌توان اظهار نظر کرد.

$$d_{\text{جدید}}\,(SO_3)=\frac{m_{SO_3}+m_{H_2}}{V_{SO_3}+V_{H_2}}$$

$$d_{\text{جدید}}\,(O_3)=\frac{m_{O_3}+m_{H_2}}{V_{O_3}+V_{H_2}}$$

فصل دوم: تمرین‌های کلاس مسئله ۳

۱ **۲** معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش: $2NaHCO_3(s)\rightarrow Na_2CO_3(s)+CO_2(g)+H_2O(g)$

روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,g\,Na_2CO_3=21\,g\,NaHCO_3\times\frac{1\,mol\,NaHCO_3}{84\,g\,NaHCO_3}\times\frac{1\,mol\,Na_2CO_3}{2\,mol\,NaHCO_3}\times\frac{106\,g\,Na_2CO_3}{1\,mol\,Na_2CO_3}=13/25\,g\,Na_2CO_3$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم }NaHCO_3}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}=\frac{\text{جرم }Na_2CO_3}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}\Rightarrow\frac{21}{2\times84}=\frac{x\,g\,Na_2CO_3}{1\times106}\Rightarrow x=13/25\,g\,Na_2CO_3$$

۲ **۴** **روش اول (کسر تبدیل):**

$$?\,g\,Mg=4/5\,g\,H_2\times\frac{1\,mol\,H_2}{2\,g\,H_2}\times\frac{1\,mol\,Mg}{1\,mol\,H_2}\times\frac{24\,g\,Mg}{1\,mol\,Mg}=54\,g\,Mg$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم }Mg}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}=\frac{\text{جرم }H_2}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}\Rightarrow\frac{x\,g\,Mg}{1\times24}=\frac{4/5}{1\times2}\Rightarrow x=54\,g\,Mg$$

۳ **۱** معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش: $2CH_3OH(l)+3O_2(g)\rightarrow2CO_2(g)+4H_2O(l)$

روش اول (کسر تبدیل): محاسبهٔ شمار مولکول‌های CO_2 حاصل:

$$?\,molecule\,CO_2=6/4\,g\,CH_3OH\times\frac{1\,mol\,CH_3OH}{32\,g\,CH_3OH}\times\frac{2\,mol\,CO_2}{2\,mol\,CH_3OH}\times\frac{6/02\times10^{23}\,molecule\,CO_2}{1\,mol\,CO_2}=1/204\times10^{23}\,molecule\,CO_2$$

محاسبهٔ تفاوت جرم فراورده‌های حاصل:

$$?\,g\,CO_2=6/4\,g\,CH_3OH\times\frac{1\,mol\,CH_3OH}{32\,g\,CH_3OH}\times\frac{2\,mol\,CO_2}{2\,mol\,CH_3OH}\times\frac{44\,g\,CO_2}{1\,mol\,CO_2}=8/8\,g\,CO_2$$

$$?\,g\,H_2O=6/4\,g\,CH_3OH\times\frac{1\,mol\,CH_3OH}{32\,g\,CH_3OH}\times\frac{4\,mol\,H_2O}{2\,mol\,CH_3OH}\times\frac{18\,g\,H_2O}{1\,mol\,H_2O}=7/2\,g\,H_2O$$

تفاوت جرم فراورده‌های تولید شده (CO_2 و H_2O) برابر $1/6g$ ($8/8-7/2$) است. **روش دوم (تناسب):**

$$\frac{\text{جرم } CH_3OH}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{\text{تعداد مولکول‌های } CO_2}{\text{ضریب} \times N_A} = \frac{\text{جرم } CO_2}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{\text{جرم } H_2O}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{6/4}{2\times32} = \frac{x \text{ molecule } CO_2}{2\times6/02\times10^{23}} = \frac{y \text{ g } CO_2}{2\times44} = \frac{z \text{ g } H_2O}{4\times18}$$

$$\Rightarrow x = 1/204\times10^{23} \text{ molecule } CO_2 \quad , \quad y = 8/8 \text{ g } CO_2 \quad , \quad z = 7/2 \text{ g } H_2O$$

تفاوت جرم فراورده‌های تولید شده (CO_2 و H_2O) برابر $1/6g$ ($8/8-7/2$) است.

۴ | ۱ معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش:

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

روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,g\,H_2 = 15/05\times10^{21} \text{ molecule } N_2 \times \frac{1 \text{ mol } N_2}{6/02\times10^{23} \text{ molecule } N_2} \times \frac{3 \text{ mol } H_2}{1 \text{ mol } N_2} \times \frac{2 \text{ g } H_2}{1 \text{ mol } H_2} = 0/15 \text{ g } H_2$$

$$?\,\text{molecule } NH_3 = 15/05\times10^{21} \text{ molecule } N_2 \times \frac{1 \text{ mol } N_2}{N_A \text{ molecule } N_2} \times \frac{2 \text{ mol } NH_3}{1 \text{ mol } N_2} \times \frac{N_A \text{ molecule } NH_3}{1 \text{ mol } NH_3} = 3/01\times10^{22} \text{ molecule } NH_3$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{تعداد مولکول‌های } N_2}{\text{ضریب} \times N_A} = \frac{\text{جرم } H_2}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{\text{تعداد مولکول‌های آمونیاک}}{\text{ضریب} \times N_A}$$

$$\Rightarrow \frac{15/05\times10^{21}}{1\times6/02\times10^{23}} = \frac{x \text{ g } H_2}{3\times2} = \frac{y \text{ molecule } NH_3}{2\times6/02\times10^{23}} \Rightarrow x = 0/15 \text{ g } H_2,\ y = 3/01\times10^{22} \text{ molecule } NH_3$$

۴ | ۵ معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش:

$$2H_2O_2(aq)\rightarrow 2H_2O(l)+O_2(g)$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,g\,H_2O_2 = 800 \text{ mL } O_2 \times \frac{1 \text{ L } O_2}{1000 \text{ mL } O_2} \times \frac{1 \text{ mol } O_2}{16 \text{ L } O_2} \times \frac{2 \text{ mol } H_2O_2}{1 \text{ mol } O_2} \times \frac{34 \text{ g } H_2O_2}{1 \text{ mol } H_2O_2} = 3/4 \text{ g } H_2O_2$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم } H_2O_2}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{\text{لیتر } O_2}{\text{ضریب} \times \text{حجم مولی}} \Rightarrow \frac{x \text{ g } H_2O_2}{2\times34} = \frac{0/8}{1\times16} \Rightarrow x = 3/4 \text{ g } H_2O_2$$

۶ | ۱ معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش:

$$2CH_4(g)+3O_2(g)\rightarrow 2CO(g)+4H_2O(l)$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,L\,CO = 6/72 \text{ L } CH_4 \times \frac{1 \text{ mol } CH_4}{22/4 \text{ L } CH_4} \times \frac{2 \text{ mol } CO}{2 \text{ mol } CH_4} \times \frac{22/4 \text{ L } CO}{1 \text{ mol } CO} = 6/72 \text{ L } CO$$

$$?\,g\,H_2O = 6/72 \text{ L } CH_4 \times \frac{1 \text{ mol } CH_4}{22/4 \text{ L } CH_4} \times \frac{4 \text{ mol } H_2O}{2 \text{ mol } CH_4} \times \frac{18 \text{ g } H_2O}{1 \text{ mol } H_2O} = 10/8 \text{ g } H_2O$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{لیتر متان}}{\text{ضریب} \times \text{حجم مولی}} = \frac{\text{لیتر } CO}{\text{ضریب} \times \text{حجم مولی}} = \frac{\text{جرم } H_2O}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{6/72}{2\times22/4} = \frac{x \text{ L } CO}{2\times22/4} = \frac{y \text{ g } H_2O}{4\times18} \Rightarrow x = 6/72 \text{ L } CO,\ y = 10/8 \text{ g } H_2O$$

۳ | ۷ معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش:

$$(NH_4)_2Cr_2O_7(s)\rightarrow Cr_2O_3(s)+N_2(g)+4H_2O(g)$$

چگالی بخار آب را برابر $d\ g.L^{-1}$ در نظر می‌گیریم: **روش اول (کسر تبدیل):**

$$2/52 \text{g } (NH_4)_2Cr_2O_7 \times \frac{1 \text{ mol } (NH_4)_2Cr_2O_7}{252 \text{g } (NH_4)_2Cr_2O_7} \times \frac{4 \text{ mol } H_2O}{1 \text{ mol } (NH_4)_2Cr_2O_7} \times \frac{18 \text{g } H_2O}{1 \text{ mol } H_2O} \times \frac{1 \text{ L } H_2O}{d \text{ g } H_2O} = 0/8 \text{ L } H_2O \Rightarrow d = 0/9 \text{ g.L}^{-1}$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم } (NH_4)_2Cr_2O_7}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{\text{چگالی } (g.L^{-1}) \times \text{لیتر } H_2O}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{2/52}{1\times252} = \frac{0/8\times d}{4\times18} \Rightarrow d = 0/9 \text{ g.L}^{-1}$$

۲ | ۸ معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش‌ها:

$$C_6H_{12}O_6(aq)\rightarrow 2C_2H_5OH(aq)+2CO_2(g) \qquad 2Li_2O_2(aq)+2CO_2(g)\rightarrow 2Li_2CO_3(aq)+O_2(g)$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,L\,O_2 = 270 \text{g } C_6H_{12}O_6 \times \frac{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_6}{180 \text{g } C_6H_{12}O_6} \times \frac{2 \text{ mol } CO_2}{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_6} \times \frac{1 \text{ mol } O_2}{2 \text{ mol } CO_2} \times \frac{22/4 \text{ L } O_2}{1 \text{ mol } O_2} = 33/6 \text{ L } O_2$$

روش دوم (تناسب): در حل چنین مسائلی که چند واکنش شیمیایی در آن وجود دارد، کافی است ضرایب مادهٔ مشترک در دو واکنش را یکسان کرده و میان ماده‌ای که اطلاعات آن داده شده و ماده‌ای که جرم، حجم و یا ... آن خواسته شده است، تناسب برقرار کنیم. توجه کنید که منظور از ماده مشترک، آن ماده‌ای است که در واکنش اول به عنوان فراورده تولید شده است و در واکنش بعدی در نقش واکنش‌دهنده شرکت می‌کند. در این تست ضرایب CO_2 در دو واکنش یکسان است و میان یک مول گلوکز و یک مول اکسیژن، تناسب را برقرار می‌کنیم:

$$C_6H_{12}O_6(aq)\sim O_2(g)$$

$$\frac{\text{جرم } C_6H_{12}O_6}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{\text{حجم } O_2}{\text{ضریب} \times \text{حجم مولی}} \Rightarrow \frac{270}{1\times180} = \frac{x \text{ L } O_2}{1\times22/4} \Rightarrow x = 33/6 \text{ L } O_2$$