

کلاس مسئلہ + تمرین‌های تکمیلی + آزمون‌های جامع

# مسائل شیمی کنکور

ویراست سوم

مسعود جعفری، امیرحسین معروفی، سعید نوری



انتشارات  
انتگرالگو

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

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

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

تکنیک‌های انجام محاسبات ریاضی که در فصل صفر آمده، آخرین و 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.

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

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

## کلام آخر

کتاب ما، قطعاً ماحصل یک کار گروهی 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 شیرینی، مرتضی فاتحی، ایمان حسین‌نژاد، محمدرضا یوسفی، امیر بصرایی، محمدمهدی صوفیان، محمدمعین مرادی و آرمین بحری که ویراستاری و نمونه‌خوانی کتاب بر عهده آن‌ها بود، سپاسگزاریم.
- از همکاران نشر الگو خانم‌ها عاطفه ربیعی، سارا درویش‌وند، نگین رفیعی‌پرتو و سوده زارعی که در فرایند تهیه 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
  ۴. موازنه واکنش‌های شیمیایی ..... ۸
  ۵. ترکیب‌های آلی ..... ۹
  ۶. 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: ردپای 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 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 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

### ○ 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: شماره (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

- 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: درجه 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 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](http://www.olgoobooks.ir)  
مراجعه کنید.

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 ۲

# رَدپای گازها در زندگی

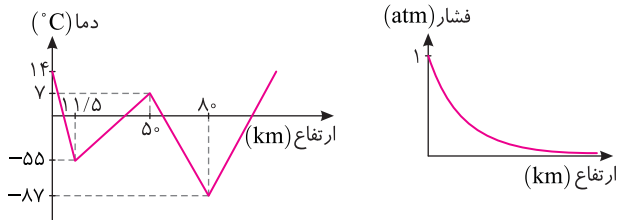


تعداد تست	موضوع
۲+۴	کلاس مسئله (۱) روند تغییر دما و فشار در هواکره
۲۰+۲۰	کلاس مسئله (۲) خواص و رفتار گازها
۱۳+۲۰	کلاس مسئله (۳) استوکیومتری واکنش
۱۵	آزمون جامع (۱) کل فصل
۱۰	آزمون جامع (۲) مسئله‌های ترکیبی
۱۰	آزمون جامع (۳) مسئله‌های سطح دوم
۱۱۴	مجموع



کلاس مسئله ۱

روند تغییر دما و فشار در هواکره



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

نکته

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

چگونه مسئله حل کنیم؟

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

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

\* توجه ارزش دمایی  $1^{\circ}\text{C}$  برابر  $1\text{K}$  است، از این رو در فرایندهایی که دما تغییر می‌کند،  $\Delta T = \Delta\theta$  است و می‌توان  $\Delta T$  را به جای  $\Delta\theta$  و بالعکس استفاده کرد.

تست ۱

در لایه تروپوسفر با افزایش ارتفاع به ازای هر کیلومتر، دما در حدود  $6^{\circ}\text{C}$  افت می‌کند و در انتهای این لایه به حدود  $218\text{K}$  می‌رسد. اگر میانگین دما در سطح زمین در حدود  $14^{\circ}\text{C}$  باشد، ارتفاع تقریبی لایه تروپوسفر چند کیلومتر است؟

- (۱)  $6/8$  (۲)  $9/1$  (۳)  $11/5$  (۴)  $34/2$

پاسخ ابتدا دمای انتهای این لایه را به درجه سلسیوس تبدیل می‌کنیم:  
 $T(K) = \theta(^{\circ}\text{C}) + 273 \Rightarrow 218(K) = \theta(^{\circ}\text{C}) + 273 \Rightarrow \theta(^{\circ}\text{C}) = -55^{\circ}\text{C}$   
 $\Delta\theta = -\epsilon h \Rightarrow (-55) - 14 = -\epsilon h \Rightarrow h = 11/5\text{km}$   
 سپس به کمک رابطه روبه‌رو، ارتفاع لایه تروپوسفر را به دست می‌آوریم:

گزینه ۳

تست ۲

اگر یک بالون هواشناسی، دمای منطقه‌ای از سطح زمین را  $25^{\circ}\text{C}$  ثبت کرده باشد، در ارتفاع  $5400$  متری از سطح زمین در همان منطقه، چه دمایی ثبت خواهد شد؟

- (۱)  $57/1^{\circ}\text{C}$  (۲)  $-7/4\text{K}$  (۳)  $215/6^{\circ}\text{C}$  (۴)  $265/6\text{K}$

پاسخ از سطح زمین تا ارتفاع حدود  $12$  کیلومتری، لایه تروپوسفر قرار دارد که در آن با افزایش ارتفاع به ازای هر کیلومتر، دما در حدود  $6^{\circ}\text{C}$  افت می‌کند.

$$h = 5400\text{m} = 5/4\text{km}, \quad \Delta\theta = -\epsilon h \Rightarrow \theta_p - 25 = -6 \times 5/4 \Rightarrow \theta_p = -7/4^{\circ}\text{C}, \quad T_p = -7/4 + 273 = 265/6\text{K}$$

گزینه ۴

فصل دوم تمرین‌های کلاس مسئله ۱

صفحات پاسخ: ۲۹۸ و ۲۹۹

۱ در یکی از لایه‌های هواکره، با افزایش ارتفاع به ازای هر کیلومتر، دما در حدود  $3/1\text{K}$  کاهش پیدا می‌کند. اگر دما در ابتدای این لایه حدود  $7^{\circ}\text{C}$  بوده و در انتهای این لایه به حدود  $187\text{K}$  برسد، ارتفاع تقریبی این لایه چند کیلومتر است؟

- (۱)  $62$  (۲)  $58$  (۳)  $38$  (۴)  $30$

۲ دمای منطقه‌ای روی سطح زمین  $293\text{K}$  اندازه‌گیری شده است. در لایه تروپوسفر، در چه ارتفاعی از این منطقه برحسب کیلومتر، دما در مقیاس سلسیوس به  $10\%$  دمای روی سطح زمین می‌رسد؟

- (۱)  $2/5$  (۲)  $3$  (۳)  $3/5$  (۴)  $4$

۳ واکنش‌های لایه اوزون در لایه استراتوسفر انجام می‌شوند. این لایه حدوداً از ارتفاع  $12$  کیلومتری سطح زمین با دمای  $55^{\circ}\text{C}$  شروع شده و حدوداً در ارتفاع  $50$  کیلومتری سطح زمین با دمای  $280\text{K}$  به پایان می‌رسد. اگر لایه اوزون در ارتفاع حدود  $23$  کیلومتری سطح زمین قرار داشته باشد، واکنش‌های این لایه در چه دمایی برحسب کلونین انجام می‌شود؟

- (۱)  $310$  (۲)  $262$  (۳)  $236$  (۴)  $199$

۴ در لایه تروپوسفر به ازای هر ۲۰۰۰ متر افزایش ارتفاع، فشار هوا تقریباً ۲٪ کاهش می‌یابد. دمای هوا در ارتفاعی که فشار هوا تقریباً ۱/۴ اتمسفر باشد.

برابر با چند کلون است؟ (دمای سطح زمین را  $14^{\circ}\text{C}$  و فشار آن را ۱ اتمسفر فرض کنید.)

- ۲۲۷ (۱)      ۲۳۹ (۲)      ۲۵۱ (۳)      ۲۶۳ (۴)

## کلاس مسئله ۲

### خواص و رفتار گازها

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

یا برخی از دیگر ویژگی‌های نمونه نیز دچار تغییر می‌شود. برای مثال، برای یک نمونه گازی در دمای ثابت، با افزایش فشار، حجم کاهش می‌یابد.

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

### چگونه مسئله حل کنیم؟

برای حل مسائل این قسمت، کافی است رابطه ارائه شده در بالا را به خاطر داشته باشید و شرایط اولیه نمونه گاز را با زیروند (۱) و شرایط ثانویه نمونه گاز را با زیروند (۲) به صورت روبه‌رو نمایش دهید: (دقت کنید که در رابطه داده شده، دما حتماً باید برحسب کلون 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 شده آن استفاده نمایید. برای جلوگیری از سردرگم شدن شما، مسائل مربوط به این قسمت در شش حالت کلی دسته‌بندی شده است.

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

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

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

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

### تست ۱

حجم یک نمونه گاز در دمای  $25^{\circ}\text{C}$  و فشار  $1.0 \text{ atm}$ ، برابر یک لیتر است. حجم این نمونه گاز در دمای  $25^{\circ}\text{C}$  و فشار  $2/5 \text{ atm}$ ، برابر چند لیتر است؟

- ۶/۵ (۱)      ۴ (۲)      ۳/۲ (۳)      ۲/۵ (۴)

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } T, n} P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow 1.0 \times 1 = 2/5 \times V_2 \Rightarrow V_2 = 2.5 \text{ L}$$

پاسخ

گزینه ۲

### تست ۲

در یک تعمیرگاه، مخزنی به حجم  $2000$  لیتر در دمای  $27^{\circ}\text{C}$  توسط گاز نیتروژن، تحت فشار  $4.0$  اتمسفر پر شده است. به کمک این مخزن چند حلقه لاستیک خودرو به حجم  $31/25$  لیتر را در فشار  $32 \text{ atm}$  می‌توان پر نمود؟ (دما را ثابت فرض کنید.)

- ۸۰۰ (۱)      ۲۵۰ (۲)      ۵۰۰ (۳)      ۱۰۲۵ (۴)

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } T, n} P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow 4.0 \times 2000 = 32 \times V_2 \Rightarrow V_2 = 2500 \text{ L}$$

پاسخ

لاستیک ۱  $= 2500 \text{ L} \times \frac{31/25}{32} = 800$  لاستیک

گزینه ۱

### تست ۳

فشار یک نمونه گاز در یک سیلندر مجهز به پیستون روان به حجم  $2$  لیتر، برابر  $5$  اتمسفر است. اگر در دمای ثابت، حجم گاز را به  $8$  لیتر افزایش دهیم، فشار گاز چند اتمسفر و چگونه تغییر می‌کند؟

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

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

پاسخ

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

از آنجا که  $\Delta P$  منفی به دست آمده، پس فشار گاز کاهش یافته است.

گزینه 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.

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

**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

$$V_2 = V_1 + \frac{60}{100} V_1 = 1.6 V_1, \quad \frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } T, n} P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow P_1 V_1 = P_2 \times 1.6 V_1 \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{5}{8}$$

پاسخ

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

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

گزینه ۳

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

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

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

**\* توجه** در این رابطه، دما برحسب کلونین نوشته می‌شود.

**تست ۵**

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

- (۱) ۸ (۲) ۱۶ (۳) ۲۴ (۴) ۳۲

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } P, n} \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{8}{-173+273} = \frac{V_2}{127+273} \Rightarrow \frac{8}{100} = \frac{V_2}{400} \Rightarrow V_2 = 32L, \quad \Delta V = 32L - 8L = 24L$$

پاسخ

گزینه ۳

**نکته**

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{V_2}{V_1} \xrightarrow{\text{تفضیل مخرج از صورت}} \frac{T_2 - T_1}{T_1} = \frac{V_2 - V_1}{V_1} \Rightarrow \frac{\Delta T}{T_1} = \frac{\Delta V}{V_1}$$

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

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

**تست ۶**

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

- (۱) ۱۵۰ (۲) ۲۰۰ (۳) ۲۵۰ (۴) ۳۰۰

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

پاسخ روش اول:

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

$$\Delta \theta = \Delta T = 10, \quad \Delta V = V_2 - V_1 = 1.05 V_1 - V_1 = 0.05 V_1, \quad \frac{\Delta T}{T_1} = \frac{\Delta V}{V_1} \Rightarrow \frac{10}{T_1} = \frac{0.05 V_1}{V_1} \Rightarrow T_1 = 200K$$

روش دوم:

گزینه ۲

**تست ۷**

چنانچه دمای یک نمونه گاز از  $^{\circ}C (-73)$  به  $^{\circ}C (27)$  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

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

پاسخ روش اول:



روش دوم:

$$m_p = m_1 + 16, \quad V_p = 1/2 V_1$$

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

روش سوم:

$$\Delta n = \Delta \nu \text{ mol}, \quad \Delta V = V_p - V_1 = 1/2 V_1 - V_1 = -1/2 V_1, \quad \frac{\Delta n}{n_1} = \frac{\Delta V}{V_1} \Rightarrow \frac{\Delta \nu}{n_1} = \frac{-1/2 V_1}{V_1} \Rightarrow n_1 = 2/\Delta \nu \text{ mol}$$

$$? \text{ g O}_p = 2/\Delta \nu \text{ mol O}_p \times \frac{32 \text{ g O}_p}{1 \text{ mol O}_p} = 8 \text{ g O}_p$$

پس جرم اکسیژن اولیه برابر است با:

گزینه 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. شیمی دان‌ها معمولاً حجم گازها را در دمای صفر درجه سلسیوس و فشار یک اتمسفر بیان می‌کنند که به آن شرایط استاندارد (STP) می‌گویند. در شرایط استاندارد (STP)، حجم یک مول از هر گاز برابر ۲۲/۴ لیتر است. به بیان دیگر، حجم مولی گازها در شرایط استاندارد (STP) برابر ۲۲/۴ لیتر می‌باشد.

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

لیتر گاز (غیر STP)	لیتر گاز (STP)	تعداد ذره‌های گازی	جرم ماده گازی	تعداد مول ماده گازی
۲۲/۴	۲۲/۴	$6.02 \times 10^{23}$	جرم مولی	۱

تست ۱۱

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

۵۶۰ (۴)	۷۰۰ (۳)	۵۶ (۲)	۷۰ (۱)
---------	---------	--------	--------

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

پاسخ روش اول:

$$\frac{\text{جرم ماده گازی}}{\text{جرم مولی}} = \frac{\text{لیتر گاز (STP)}}{22.4} \Rightarrow \frac{2}{64} = \frac{x}{22.4} \Rightarrow x = 70 \text{ mL} = 700 \text{ mL}$$

روش دوم:

گزینه ۳

تست ۱۲

اگر در دمای ۲۰°C و فشار ۲ atm، 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<sup>-1</sup>)

۱۷۲ (۴)	۱۸۷ (۳)	۱۸۲ (۲)	۱۷۸ (۱)
---------	---------	---------	---------

$$? \text{ g NH}_3 = 132 \text{ L NH}_3 \times \frac{1 \text{ mol NH}_3}{17 \text{ g NH}_3} \times \frac{17 \text{ g NH}_3}{1 \text{ mol NH}_3} = 187 \text{ g NH}_3$$

پاسخ روش اول:

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

روش دوم:

گزینه ۳

تست ۱۳

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

N <sub>2</sub> O (۴)	NH <sub>3</sub> (۳)	N <sub>2</sub> (۲)	O <sub>2</sub> (۱)
----------------------	---------------------	--------------------	--------------------

$$\text{گاز } 28 \text{ g} = \frac{22.4 \text{ L گاز}}{1 \text{ mol گاز}} \times \frac{7 \text{ g گاز}}{5/6 \text{ L گاز}} = 28 \text{ g}$$

پاسخ روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{جرم ماده گازی}}{\text{جرم مولی}} = \frac{\text{لیتر گاز (STP)}}{22.4} \Rightarrow \frac{7}{x} = \frac{5/6}{22.4} \Rightarrow x = 28 \text{ g.mol}^{-1}$$

روش دوم (تناسب):

در میان گزینه‌ها، جرم مولی N<sub>2</sub> برابر ۲۸ گرم بر مول است.

گزینه ۲

تست ۱۴

حجم یک مخلوط گازی شامل  $۱۲/۰۴ \times ۱۰^{۲۲}$  مولکول کربن دی‌اکسید و  $۳/۰۱ \times ۱۰^{۲۳}$  اتم آرگون در شرایط استاندارد چند لیتر است؟  
 ۱۵/۶۸ (۱)      ۱۶/۵۸ (۲)      ۱۸/۶۵ (۳)      ۲۴/۶۴ (۴)

$$? \text{ mol CO}_2 = ۱۲/۰۴ \times ۱۰^{۲۲} \text{ molecule CO}_2 \times \frac{۱ \text{ mol CO}_2}{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳} \text{ molecule CO}_2} = ۰/۲ \text{ mol CO}_2$$

پاسخ

$$? \text{ mol Ar} = ۳/۰۱ \times ۱۰^{۲۳} \text{ atom Ar} \times \frac{۱ \text{ mol Ar}}{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳} \text{ atom Ar}} = ۰/۵ \text{ mol Ar}$$

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

گزینه 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<sup>-1</sup>)  
 ۳۳/۳ (۱)      ۳۷/۵ (۲)      ۶۲/۵ (۳)      ۶۶/۷ (۴)

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

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

سپس مقدار مول گاز O<sub>۲</sub> را x و مقدار مول گاز Ar را (y-x) در نظر می‌گیریم و جرم هر یک از گازها را محاسبه می‌کنیم:

$$\left. \begin{aligned} ? \text{ g O}_2 &= x \text{ mol O}_2 \times \frac{۳۲ \text{ g O}_2}{۱ \text{ mol O}_2} = ۳۲x \text{ g O}_2 \\ ? \text{ g Ar} &= (y-x) \text{ mol Ar} \times \frac{۴۰ \text{ g Ar}}{۱ \text{ mol Ar}} = ۴۰ \times (y-x) \text{ g Ar} \end{aligned} \right\} \Rightarrow ۳۲x + (۴۰ \times (y-x)) = ۲۴۰ \Rightarrow x = ۵, \quad ? \text{ g O}_2 = ۵ \text{ mol O}_2 \times \frac{۳۲ \text{ g O}_2}{۱ \text{ mol O}_2} = ۱۶۰ \text{ g O}_2$$

$$\% \text{ O}_2 = \frac{\text{جرم O}_2}{\text{جرم کل مخلوط}} \times ۱۰۰ = \frac{۱۶۰}{۲۴۰} \times ۱۰۰ = ۶۶/۷ \%$$

اکنون درصد جرمی گاز O<sub>۲</sub> را در مخلوط گازی به دست می‌آوریم:

گزینه 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 رابطه کلی که در ابتدای بحث آموختید استفاده کنید:

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

تست ۱۶

حجم گازی در دمای ۲۷°C و فشار ۱/۲ atm و فشار ۷۰ L برابر است. اگر نیمی از مقدار مول ماده گازی از ظرف واکنش خارج شود، فشار گاز در دمای ۱۷۷°C باید به چند اتمسفر برسد تا حجم گاز تغییر نکند؟

۱/۹ (۱)      ۱/۵ (۳)      ۱/۱ (۲)      ۱/۸ (۴)

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } V} \frac{P_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2}{n_2 T_2} \Rightarrow \frac{1/2}{n_1 \times (27 + 273)} = \frac{P_2}{0.5 n_1 \times (177 + 273)} \Rightarrow P_2 = \frac{0.5 \times 45 \times 1/2}{300} \Rightarrow P_2 = 0.9 \text{ atm}$$

پاسخ

گزینه ۱

تست ۱۷

یک بالن هواشناسی به حجم ۲۴ لیتر، در دمای ۲۷°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°C - و ۰/۶ atm است، برابر با چند لیتر است؟

۱۳/۵ (۱)      ۲۷ (۲)      ۶۶/۲ (۳)      ۳۶ (۴)

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } n} \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{1 \times 24}{27 + 273} = \frac{0.6 \times V_2}{-3 + 273} \Rightarrow V_2 = 36 \text{ L}$$

پاسخ

گزینه 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

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

مولی آن به دست می‌آید:

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

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

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

تست ۱۸

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

(O=۱۶, C=۱۲ :  $\text{g.mol}^{-1}$ )

۰/۷۵ (۴)      ۱/۲۵ (۳)      ۱/۷۵ (۲)      ۲/۵ (۱)

$$d = \frac{M}{V} = \frac{28 \text{ g.mol}^{-1}}{22.4 \text{ L.mol}^{-1}} = 1.25 \text{ g.L}^{-1}$$

پاسخ

گزینه ۳

تست ۱۹

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

(H=۱, C=۱۲ :  $\text{g.mol}^{-1}$ )

۳/۷۵ (۴)      ۲/۸۱ (۳)      ۱/۸۷۵ (۲)      ۱/۲۷۵ (۱)

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

پاسخ

گزینه ۲

تست ۲۰

چگالی گاز  $\text{O}_2$  در دمای  $27^\circ\text{C}$  و فشار  $1 \text{ atm}$  چند برابر چگالی گاز  $\text{H}_2$  در دمای  $-63^\circ\text{C}$  و فشار  $2 \text{ atm}$  است؟

(O=۱۶, H=۱ :  $\text{g.mol}^{-1}$ )

۵/۶ (۴)      ۱۱/۲ (۳)      ۱۴/۴ (۲)      ۱۶/۸ (۱)

$$\frac{P_{\text{H}_2} M_{\text{H}_2}}{d_{\text{H}_2} T_{\text{H}_2}} = \frac{P_{\text{O}_2} M_{\text{O}_2}}{d_{\text{O}_2} T_{\text{O}_2}} \Rightarrow \frac{d_{\text{O}_2}}{d_{\text{H}_2}} = \frac{P_{\text{O}_2} M_{\text{O}_2} T_{\text{H}_2}}{P_{\text{H}_2} M_{\text{H}_2} T_{\text{O}_2}} = \frac{1 \times 32 \times (-63 + 273)}{2 \times 2 \times (27 + 273)} = 5/6$$

پاسخ

گزینه ۴

فصل دوم

تمرین‌های کلاس مسئله ۲

صفحات پاسخ: ۲۹۹ تا ۳۰۲

۱ حجم یک نمونه گاز در دمای  $298 \text{ K}$  و فشار  $2$  اتمسفر برابر  $5$  لیتر است. اگر فشار این گاز در دمای ثابت  $2/5$  برابر شود، حجم آن چند لیتر می‌شود؟

۲۵ (۴)      ۱۲/۵ (۳)      ۲/۵ (۲)      ۲ (۱)

۲ با یک کپسول  $12$  لیتری حاوی گاز هلیوم،  $500$  بادکنک هلیومی با حجم  $400$  میلی‌لیتر و فشار  $1/5$  اتمسفر را پر می‌کنیم. فشار این کپسول چند اتمسفر بوده است؟ (دما را ثابت فرض کنید.)

۲۵ (۴)      ۱۲/۵ (۳)      ۲/۵ (۲)      ۰/۵ (۱)

۳ در دمای ثابت، فشار یک نمونه گاز را  $20$  درصد کاهش می‌دهیم. حجم آن چه تغییری می‌کند؟

(۱)  $20$  درصد افزایش می‌یابد.

(۲) به  $80$  درصد مقدار اولیه‌اش می‌رسد.

(۳)  $25$  درصد افزایش می‌یابد.

(۴)  $25$  درصد کاهش می‌یابد.

۴ حجم یک نمونه گاز در دمای  $273^\circ\text{C}$  برابر  $2$  لیتر است. اگر در فشار ثابت، دمای این گاز برحسب درجه 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.)

۳ - ۱ (۲)      ۲ - ۱ (۲)      ۳ - ۲ (۳)      ۲ - ۲ (۴)

۵ اگر در فشار ثابت، دمای یک نمونه گاز را  $4^\circ\text{C}$  افزایش دهیم، حجم آن به  $92/91$  حجم اولیه‌اش می‌رسد. دمای اولیه گاز چند درجه سلسیوس بوده است؟

۳۶۸ (۴)      ۳۶۴ (۳)      ۹۲ (۲)      ۹۱ (۱)

۶ دمای یک نمونه گاز را که برابر  $300$  کلوین است، در فشار ثابت  $60^\circ\text{C}$  کاهش می‌دهیم. حجم آن چگونه تغییر می‌کند؟

(۱)  $20$  درصد افزایش می‌یابد.

(۲)  $20$  درصد کاهش می‌یابد.

(۳)  $25$  درصد افزایش می‌یابد.

(۴)  $25$  درصد کاهش می‌یابد.

۷ چند گرم گاز هیدروژن را در دما و فشار اتاق به سیلندری با پیستون روان که در آن ۳ مول گاز هیدروژن وجود دارد، اضافه کنیم تا حجم گاز از ۲ لیتر به ۴ لیتر برسد؟

- ۳ (۱) ۶ (۲) ۹ (۳) ۱۲ (۴)

۸ اگر در دما و فشار ثابت،  $\frac{\Delta X}{\lambda}$  گرم گاز نیتروژن را از سیلندری با پیستون متحرک که دارای X گرم از این گاز بوده است، خارج کنیم، حجم سیلندر چه تغییری می کند؟

- ۱) ۳۷/۵ درصد کاهش می یابد. ۲) ۶۲/۵ درصد کاهش می یابد. ۳) ۳۷/۵ درصد افزایش می یابد. ۴) ۶۲/۵ درصد افزایش می یابد.

۹ در سیلندری با پیستون روان، مخلوطی از ۴ گرم گاز هلیوم و مقداری گاز متان وجود دارد. اگر در دما و فشار ثابت، ۸ گرم گاز هلیوم به این مخلوط اضافه کنیم، ارتفاع پیستون نسبت به حالت اول ۱/۵ برابر می شود. چند درصد جرمی مخلوط نهایی را گاز متان تشکیل می دهد؟

- (C=۱۲, H=۱, He=۴: g.mol<sup>-1</sup>) ۷۶ (۱) ۸۰ (۲) ۸۵ (۳) ۹۲ (۴)

۱۰ دو ظرف مقابل توسط یک شیر به یکدیگر متصل شده اند. مقداری گاز در ظرف A در دمای ۲۲۷°C و فشار ۲ atm وجود دارد. شیر را باز می کنیم تا گاز هر دو ظرف را اشغال کند. اگر دمای گاز به ۲۷°C برسد، فشار نهایی آن برابر چند اتمسفر می شود؟

- ۰/۶۴ (۱) ۰/۲۴ (۲) ۰/۳۶ (۳) ۰/۴۲ (۴)

۱۱ ۲۰ گرم گاز آرگون در محفظه ای وجود دارد. اگر ۶ گرم از این گاز را خارج، حجم ظرف را دو برابر و دمای گاز باقی مانده را برحسب کلوین ۴ برابر کنیم، فشار گاز باقی مانده چند برابر فشار گاز اولیه خواهد شد؟

- ۲/۸ (۱) ۲/۱ (۲) ۱/۴ (۳) ۰/۷ (۴)

۱۲ اگر حجم مولی گازها در دمای ۲۵°C و فشار ۱ atm برابر ۲۴ لیتر باشد، به تقریب از راست به چپ مجموع جرم ۳ مول گاز هیدروژن و ۸۴ لیتر گاز پروپان (C<sub>۳</sub>H<sub>۸</sub>) در این شرایط برابر با چند گرم است و شمار اتم های هیدروژن موجود در پروپان به تقریب چند برابر شمار اتم های هیدروژن موجود در گاز هیدروژن است؟

- (C=۱۲, H=۱: g.mol<sup>-1</sup>) ۲/۷ - ۱۶۰ (۱) ۲/۷ - ۱۵۷ (۲) ۴/۷ - ۱۶۰ (۳) ۴/۷ - ۱۵۷ (۴)

۱۳ اگر ۵/۱ گرم گاز آمونیاک در دما و فشار معین ۹ لیتر حجم داشته باشد، ۳۲ گرم گاز گوگرد تری اکسید در همین دما و فشار، چه حجمی را برحسب لیتر اشغال می کند؟

- (S=۳۲, O=۱۶, N=۱۴, H=۱: g.mol<sup>-1</sup>) ۱۲ (۱) ۱۵ (۲) ۱۸ (۳) ۲۱ (۴)

۱۴ در مخلوطی از ۲/۲۴ لیتر متان (CH<sub>۴</sub>) و ۱۳/۴۴ لیتر اتان (C<sub>۲</sub>H<sub>۶</sub>) در شرایط STP، به ترتیب از راست به چپ چند اتم هیدروژن و چند گرم اتم کربن وجود دارد؟

- (C=۱۲: g.mol<sup>-1</sup>) ۱) ۱۵/۶ - ۴/۵۱۵ × ۱۰<sup>۲۴</sup> (۲) ۱۵/۶ - ۲/۴۰۸ × ۱۰<sup>۲۴</sup> (۳) ۱۶/۸ - ۴/۵۱۵ × ۱۰<sup>۲۴</sup> (۴) ۱۶/۸ - ۲/۴۰۸ × ۱۰<sup>۲۴</sup>

۱۵ حجم یک نمونه ۱۳/۲ گرمی از یک گاز در شرایط STP برابر ۶/۷۲ لیتر است. این نمونه در دمای ۱۸۲°C و فشار ۲ اتمسفر چند لیتر حجم دارد و این گاز کدام است؟

- (O=۱۶, N=۱۴, C=۱۲, H=۱: g.mol<sup>-1</sup>) C<sub>۲</sub>H<sub>۶</sub> - ۵/۶ (۱) CO<sub>۲</sub> - ۲/۲۴ (۲) NO<sub>۲</sub> - ۵/۶ (۳) NO - ۲/۲۴ (۴)

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=۴۰, O=۱۶, N=۱۴: g.mol<sup>-1</sup>) CO<sub>۲</sub> (۴۴ g.mol<sup>-1</sup>) (۱) N<sub>۲</sub>O<sub>۳</sub> (۷۶ g.mol<sup>-1</sup>) (۲) C<sub>۴</sub>H<sub>۱۰</sub> (۵۸ g.mol<sup>-1</sup>) (۳) SF<sub>۶</sub> (۷۰ g.mol<sup>-1</sup>) (۴)

۱۷ اگر در دما و فشار معین چگالی گاز نیتروژن برابر ۱/۴ g.L<sup>-1</sup> باشد، چگالی گاز گوگرد دی اکسید برابر چند گرم بر لیتر است؟

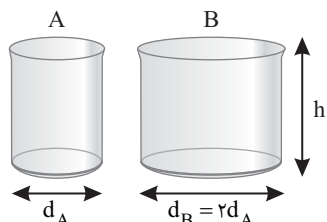
- (S=۳۲, O=۱۶, N=۱۴: g.mol<sup>-1</sup>) ۱/۶ (۱) ۲/۴ (۲) ۳/۲ (۳) ۴/۸ (۴)

۱۸ در شرایط معینی از دما و فشار که چگالی گاز N<sub>۲</sub> برابر ۱/۰۵ گرم بر لیتر است، یک مخلوط گازی با چگالی ۱/۴۴ گرم بر لیتر دارای ۳۰ درصد حجمی گاز O<sub>۲</sub> است. درصد جرمی گاز اکسیژن در این مخلوط چقدر است؟

- (O=۱۶, N=۱۴: g.mol<sup>-1</sup>) ۴۰ (۱) ۱۵ (۲) ۲۵ (۳) ۳۰ (۴)

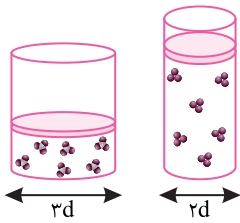
۱۹ دو استوانه A و B مطابق شکل در اختیار داریم و مقدار معینی گاز در ظرف A در شرایط STP وجود دارد. اگر در اثر انتقال تمام این مقدار گاز به ظرف B، فشار ۵۰ درصد کاهش یابد، اختلاف دمای دو ظرف A و B چند درجه سلسیوس است؟

- ۲۷۳ (۱) ۱۰۹۲ (۲) ۸۱۹ (۴) ۵۴۶ (۳)





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،  $3/75$  برابر سیلندر دیگر است.
- تعداد اتم‌ها در سیلندر دارای حجم بیشتر،  $1/25$  برابر سیلندر دیگر است.
- چگالی گاز در سیلندر حاوی گاز  $SO_3$ ،  $1/67$  برابر سیلندر دیگر است.
- افزودن مقدار یکسانی گاز هیدروژن به محتویات سیلندرها، چگالی گازهای موجود در آن‌ها را به یک مقدار کاهش می‌دهد.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

### کلاس مسئله ۳

## استوکیومتری واکنش

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

### چگونه مسئله حل کنیم؟

در فصل قبل با نحوه محاسبه شمار مول‌های انواع مواد آشنا شدید، اکنون قصد داریم روش حل انواع مسائل استوکیومتری واکنش را برای شما یادآوری کنیم.

- **روش کسر تبدیل (روش تشریحی):** برای حل مسائل استوکیومتری واکنش در آزمون‌های تشریحی از روش کسر تبدیل استفاده کنید. به منظور رسیدن به پاسخ این مسائل، گام‌های زیر را یکی پس از دیگری بردارید:

**گام اول:** معادله واکنش را نوشته و موازنه کنید. **گام دوم:** اگر مقدار ماده داده شده برحسب مول نبود، آن را با ضرب در یکی از کسرهای تبدیل زیر به مول تبدیل کنید:

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

$$\frac{1}{6/0.2 \times 10^{23}} \times \text{تبدیل تعداد ذرات به مول}$$

$$\frac{1}{\text{جرم مولی ماده}} \times \text{تبدیل حجم یک ماده به مول به کمک چگالی ماده و جرم مولی}$$

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

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

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

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

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

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

**گام اول:** معادله واکنش را نوشته و موازنه کنید.

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

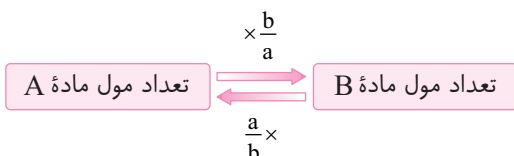
$$\frac{\text{چگالی} \left(\frac{g}{L}\right) \times \text{لیتر گاز (غیر STP)}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{لیتر گاز (غیر STP)}}{\text{حجم مولی} \left(\frac{L}{mol}\right) \times \text{ضریب}} = \frac{\text{لیتر گاز (STP)}}{22.4 \times \text{ضریب}} = \frac{\text{گرم}}{\text{جرم مولی}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

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

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

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

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



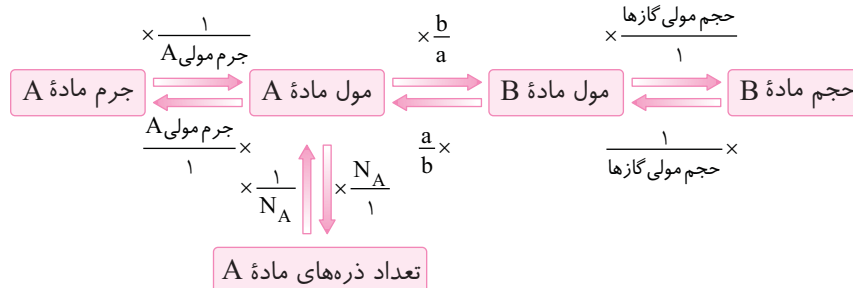




**حالت (۴): روابط مولی- حجمی در مسائل استوکیومتری به کمک حجم مولی گازها**

در برخی مسائل استوکیومتری واکنش، به شما مول یا جرم و یا تعداد ذرات یک ماده داده می‌شود و از شما حجم یک ماده گازی که در واکنش تولید یا مصرف شده، خواسته می‌شود و یا برعکس. در این گونه مسائل، ابتدا مول ماده گازی را به دست آورید. سپس حجم گاز را با استفاده از حجم مولی آن به دست آورید.

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

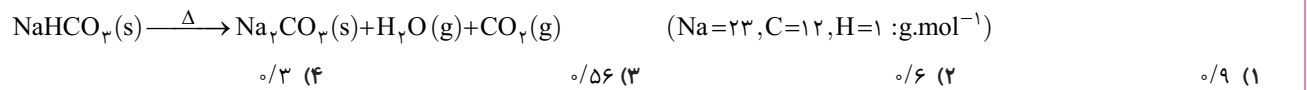


● روش تناسب: برای محاسبه حجم یک ماده گازی شرکت کننده در واکنش به کمک جرم، مقدار مول و ... ماده دیگر، می‌توان به صورت زیر عمل نمود:

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

**تست ۷**

از تجزیه ۴/۲ گرم سدیم هیدروژن کربنات ( $\text{NaHCO}_3$ ) مطابق معادله 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.)



روش اول (کسر تبدیل):

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

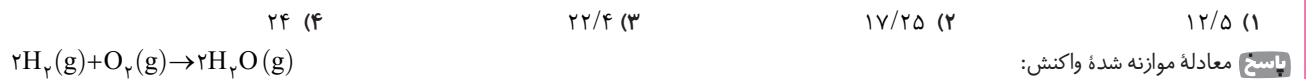
روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{NaHCO}_3 \text{ گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{لیتر گاز (غیر STP)}}{22.4 \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{4/2}{2 \times 84} = \frac{x \text{ L H}_2\text{O}}{1 \times 24/2} \Rightarrow x = 0/6 \text{ L H}_2\text{O}$$

گزینه 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؟



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

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

سپس حجم مولی گازها را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{حجم مولی گازها} = \frac{\text{حجم گازها}}{\text{مول گازها}} = \frac{15 \text{ L}}{1/2 \text{ mol}} = 30 \text{ L.mol}^{-1}$$

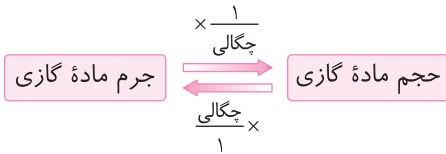
روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم بخار آب}}{\text{حجم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{لیتر گاز (غیر STP)}}{22.4 \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{14/4}{2 \times 18} = \frac{15}{3 \times x} \Rightarrow x = 30 \text{ L.mol}^{-1}$$

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



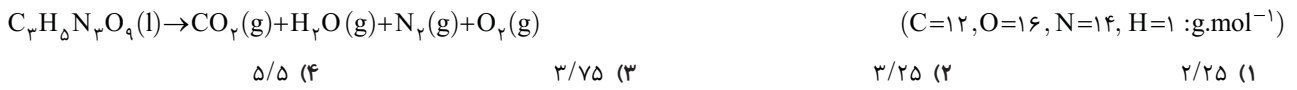
● **روش کسر تبدیل:** برای محاسبه حجم یک ماده گازی شرکت کننده در واکنش، جرم ماده گازی را محاسبه کرده و سپس به کمک چگالی ( $\frac{g}{L}$ )، حجم گاز را محاسبه می‌کنیم:

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

$$\frac{\text{جرم ماده گازی}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{شمار مولکولها یا اتمها}}{N_A \times \text{ضریب}} = \frac{\text{حجم ماده گازی} \left(\frac{g}{L}\right)}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}$$

**تست ۹**

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



**پاسخ** معادله موازنه شده واکنش:

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

**روش اول (کسر تبدیل):**  $3/75 L N_2 = 22/7g C_3H_5N_3O_9 \times \frac{1 mol C_3H_5N_3O_9}{227g C_3H_5N_3O_9} \times \frac{6 mol N_2}{4 mol C_3H_5N_3O_9} \times \frac{28g N_2}{1 mol N_2} \times \frac{1 L N_2}{1/12g N_2}$

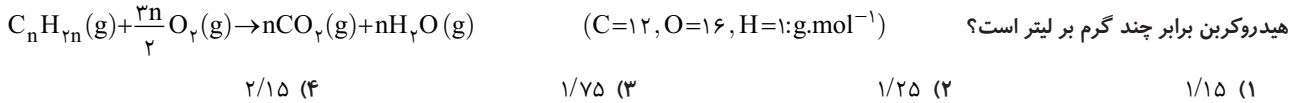
**روش دوم (تناسب):**

$$\frac{C_3H_5N_3O_9 \text{ گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{چگالی} \left(\frac{g}{L}\right) \times \text{لیتر گاز (غیر STP)}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{22/7}{4 \times 227} = \frac{x L N_2 \times 1/12}{6 \times 28} \Rightarrow x = 3/75 L N_2$$

گزینه ۳

**تست ۱۰**

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



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

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

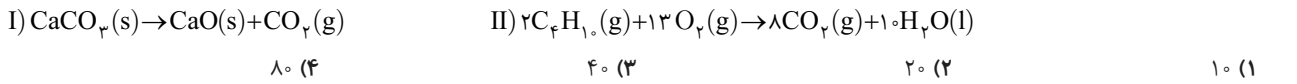
**روش دوم (تناسب):**

$$\frac{\text{چگالی} \left(\frac{g}{L}\right) \times \text{لیتر آلکن (غیر STP)}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم گاز اکسیژن}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{5/6 \times d (g.L^{-1})}{1 \times 14n} = \frac{24}{\frac{3n}{2} \times 32} \Rightarrow d = 1/25 g.L^{-1}$$

گزینه ۲

**تست ۱۱**

جرم گاز کربن دی‌اکسید آزاد شده از تجزیه گرمایی چند گرم کلسیم کربنات، برابر جرم گاز کربن دی‌اکسید آزاد شده از سوختن کامل ۱/۱۲ لیتر گاز بوتان ( $C_4H_{10}$ ) در شرایط STP است؟



**پاسخ** **روش اول (کسر تبدیل):**

$$? g CaCO_3 = 1/12 L C_4H_{10} \times \frac{1 mol C_4H_{10}}{58g C_4H_{10}} \times \frac{8 mol CO_2(II)}{2 mol C_4H_{10}} \times \frac{1 mol CO_2(I)}{1 mol CO_2(II)} \times \frac{1 mol CaCO_3}{1 mol CO_2(I)} \times \frac{100g CaCO_3}{1 mol CaCO_3} = 20g CaCO_3$$

**روش دوم (تناسب):** ابتدا ضریب  $CO_2$  در واکنش (I) و (II) را یکسان می‌کنیم و سپس بین  $CaCO_3$  و  $C_4H_{10}$  ارتباط برقرار می‌کنیم:

$$\left. \begin{array}{l} 8CaCO_3 \rightarrow 8CaO + 8CO_2 \\ 2C_4H_{10} + 13O_2 \rightarrow 8CO_2 + 10H_2O \end{array} \right\} \Rightarrow 8CaCO_3 \sim 2C_4H_{10}$$

$$\frac{C_4H_{10} \text{ لیتر}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{CaCO_3 \text{ گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{1/12}{2 \times 58/4} = \frac{x}{8 \times 100} \Rightarrow x = 20g CaCO_3$$

گزینه 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  $\text{NH}_3$  تولیدی در شرایط STP برابر ۸/۹۶ لیتر باشد، چند گرم سدیم کربنات در واکنش (II) تولید می‌شود؟ (معادله واکنش‌ها موازنه شود.)



۵/۳ (۴)

۱۰/۶ (۳)

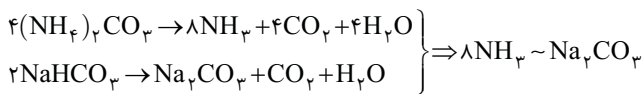
۲۱/۲ (۲)

۲/۶۵ (۱)

پاسخ روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ g Na}_2\text{CO}_3 = 8/96 \text{ L NH}_3 \times \frac{1 \text{ mol NH}_3}{22/4 \text{ L NH}_3} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O(I)}}{2 \text{ mol NH}_3} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O(II)}}{4 \text{ mol H}_2\text{O(I)}} \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3}{1 \text{ mol H}_2\text{O(II)}} \times \frac{106 \text{ g Na}_2\text{CO}_3}{1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3} = 5/3 \text{ g Na}_2\text{CO}_3$$

روش دوم (تناسب): ابتدا ضریب  $\text{H}_2\text{O}$  در واکنش (I) را ۴ برابر ضریب  $\text{H}_2\text{O}$  در واکنش (II) قرار می‌دهیم و سپس بین  $\text{NH}_3$  و  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ارتباط برقرار می‌کنیم:



$$\frac{\text{NH}_3 \text{ لیتر}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{8/96}{8 \times 22/4} = \frac{x}{1 \times 106} \Rightarrow x = 5/3 \text{ g Na}_2\text{CO}_3$$

گزینه ۴

تست ۱۳

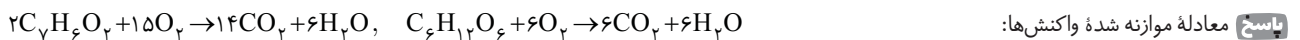
مخلوطی از بنزوتیک اسید ( $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$ ) و گلوکز درون یک ظرف سربسته به طور کامل سوزانده می‌شوند. اگر میزان آب حاصل برابر ۴/۸ مول و  $\text{CO}_2$  تولید شده ۶/۴ مول باشد، درصد مولی گلوکز در مخلوط اولیه کدام است؟ (از سوختن هر دو ترکیب،  $\text{H}_2\text{O}$  و  $\text{CO}_2$  تولید می‌شود.)

۸۰ (۴)

۲۰ (۳)

۶۰ (۲)

۴۰ (۱)



اگر مول گلوکز x و مول بنزوتیک اسید را y در نظر بگیریم، در واکنش سوختن گلوکز، ۶x مول  $\text{CO}_2$  و ۶x مول  $\text{H}_2\text{O}$  و در واکنش سوختن بنزوتیک اسید، ۷y مول  $\text{CO}_2$  و ۳y مول  $\text{H}_2\text{O}$  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:

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

گزینه ۲

فصل دوم

تمرین‌های کلاس مسئله ۳

صفحات پاسخ: ۳۰۲ تا ۳۰۶

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



۱۱/۲۵ (۴)

۳۹/۷۵ (۳)

۱۳/۲۵ (۲)

۲۶/۵ (۱)

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



۵۴ (۴)

۴۸ (۳)

۳۶ (۲)

۲۴ (۱)

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



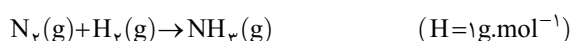
۳/۴ - ۲/۴۰۸ × ۱۰<sup>۲۳</sup> (۴)

۱/۶ - ۲/۴۰۸ × ۱۰<sup>۲۳</sup> (۳)

۳/۴ - ۱/۲۰۴ × ۱۰<sup>۲۳</sup> (۲)

۱/۶ - ۱/۲۰۴ × ۱۰<sup>۲۳</sup> (۱)

۴ ۱۵/۰۵ × ۱۰<sup>۲۱</sup> 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.)



۳/۰۱ × ۱۰<sup>۲۱</sup> - ۰/۱۵ (۴)

۳/۰۱ × ۱۰<sup>۲۲</sup> - ۰/۰۵ (۳)

۳/۰۱ × ۱۰<sup>۲۱</sup> - ۰/۰۵ (۲)

۳/۰۱ × ۱۰<sup>۲۲</sup> - ۰/۱۵ (۱)



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<sup>-1</sup>)

۶۰ (۱) ۳۹ (۲) ۸۰ (۳) ۹۰ (۴)

۱۷ برای سوختن کامل ۳۰ لیتر بنزین با فرمول تقریبی C<sub>۸</sub>H<sub>۱۸</sub> و چگالی ۰/۷۶ g.mL<sup>-1</sup>، 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.)

$$C_8H_{18}(l) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(g) \quad (C=12, H=1 : g.mol^{-1})$$

۲۵ (۱) ۱۲۵ (۲) ۵۰ (۳) ۲۵۰ (۴)

۱۸ مخلوطی به جرم ۲۷ گرم از گازهای متان (CH<sub>۴</sub>) و اتان (C<sub>۲</sub>H<sub>۶</sub>) 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<sup>-1</sup>)

۵۵ (۱) ۶۶ (۲) ۷۷ (۳) ۸۸ (۴)

۱۹ مخلوطی به جرم ۸۰ گرم حاوی اتان (C<sub>۲</sub>H<sub>۶</sub>) و اتین (C<sub>۲</sub>H<sub>۲</sub>) 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<sup>-1</sup>)

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

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؟

$$2Al(s) + 6HCl(aq) \rightarrow 2AlCl_3(aq) + 3H_2(g) \quad Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$$

$$H_2(g) + CuO(s) \rightarrow Cu(s) + H_2O(g) \quad (Al=27, Mg=24, Cu=64, O=16, H=1 : g.mol^{-1})$$

۵۴ (۴) ۲۴ (۳) ۳۶ (۲) ۱۸ (۱)

برای دریافت فایل پاسخ آزمون‌های جامع به سایت الگو به نشانی [www.olgoobooks.ir](http://www.olgoobooks.ir) مراجعه کنید.

### کل فصل

## آزمون جامع ۱

۱ میانگین دمای سطح زمین برابر ۱۴°C است. چنانچه در ارتفاع ۲۰۰۰ متری از سطح زمین یک بالن هواشناسی را برای بررسی تغییرات آب و هوا آماده کنیم، دمای این منطقه چند درجه سلسیوس است و بالن پس از حدوداً چند متر صعود از این ارتفاع، دما را با ۲٪ کاهش در مقیاس کلوین گزارش خواهد کرد؟ (به ترتیب از راست به چپ)

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

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 ۰°C (-۲۲) 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°C در نظر بگیرید.)

۷/۹	۷/۳	۶/۷	۶/۰	۴/۸	۴/۲	۳/۶	۳/۰	۲/۴	۱/۸	۰/۶	۰/۳	۰	ارتفاع از سطح زمین (km)
۷/۶	۸/۴	۹	۹/۷	۱۱/۴	۱۲/۳	۱۳/۲	۱۴/۳	۱۵/۴	۱۶/۶	۱۹/۴	۲۰/۱	۲۰/۹	فشار گاز اکسیژن (×۱۰ <sup>-۲</sup> atm)
۵/۷×۱۰ <sup>-۲</sup> - ۳/۶ (۴)			۶/۹×۱۰ <sup>-۲</sup> - ۴/۲ (۳)			۶/۹×۱۰ <sup>-۲</sup> - ۳/۶ (۲)			۵/۷×۱۰ <sup>-۲</sup> - ۴/۲ (۱)				

۳ مقداری گاز آرگون در یک ظرف مکعبی با دمای ۰°C (-۱۷۳) وجود دارد. اگر همه محتویات این ظرف را به یک ظرف مکعبی دیگر با اضلاع دو برابر ظرف قبل منتقل کنیم، برای ثابت ماندن فشار ظرف، دمای آن را چند درجه سلسیوس باید افزایش دهیم؟

۹۷۳ (۴) ۷۰۰ (۳) ۵۸۸ (۲) ۸۶۱ (۱)

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<sup>-1</sup>)

A ۲۷۳°C ۴۰۹/۵K  
۲atm ۰/۵atm  
۴۴/۸L ۳۳/۶L

۴ (۱) بیشتر  
۴ (۳) کمتر  
۸ (۲) بیشتر  
۸ (۴) کمتر

۵ مخلوطی به جرم ۹۲ گرم از گازهای متان و نئون در شرایط STP حجمی معادل ۱۱۲ لیتر دارد. چند درصد مولی مخلوط گازی را نئون تشکیل می‌دهد 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<sup>-1</sup>)

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





$$\bar{M} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2 + M_3 F_3}{F_1 + F_2 + F_3} = \frac{(39 \times 85) + (40 \times 5) + (41 \times 10)}{100} = 39.25 \text{ amu}$$

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

$$\bar{M} = M_1 + \frac{F_2}{100} (M_2 - M_1) + \frac{F_3}{100} (M_3 - M_1) = 39 + \frac{5}{100} (40 - 39) + \frac{10}{100} (41 - 39) = 39.25 \text{ amu}$$

**روش دوم:**

در هر مول پتاسیم،  $20/25 = 19 - 39 = 20/25$  مول نوترون وجود دارد و با توجه به این که هر مول  $^{16}_8\text{O}$  دارای ۸ مول نوترون است، پس هر مول  $\text{K}_2\text{O}$  دارای

$$? \text{ mol n} = 189 \text{ g K}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol K}_2\text{O}}{94 \text{ g K}_2\text{O}} \times \frac{48/5 \text{ mol n}}{1 \text{ mol K}_2\text{O}} = 97 \text{ mol n}$$

**روش اول:**  $2(20/25) + 8 = 48/5$  مول نوترون است که داریم: **روش اول:**

$$\text{K}_2\text{O در n مول: } \frac{\text{جرم ماده}}{\text{جرم مولی}} = \frac{n \text{ مول}}{48/5} \Rightarrow \frac{189}{48/5} = \frac{x}{48/5} \Rightarrow x = 97 \text{ mol n}$$

**روش دوم:**

$$? \text{ mol} = 4/515 \times 10^{23} \text{ atom} \times \frac{1 \text{ mol}}{6/0.2 \times 10^{23} \text{ atom}} = 0.75 \text{ mol}$$

**۱۴ ۳** ابتدا مقدار مول اتم های موجود در مخلوط را محاسبه می کنیم:

مقدار مول آهن را x و مقدار مول مس را  $(0.75 - x)$  در نظر می گیریم و با توجه به این مقادیر، جرم آنها را محاسبه می کنیم:

$$? \text{ g Fe} = x \text{ mol Fe} \times \frac{56 \text{ g Fe}}{1 \text{ mol Fe}} = 56x \text{ g Fe} \quad ? \text{ g Cu} = (0.75 - x) \text{ mol Cu} \times \frac{64 \text{ g Cu}}{1 \text{ mol Cu}} = (48 - 64x) \text{ g Cu}$$

$$56x + 48 - 64x = 44 \Rightarrow 8x = 4 \Rightarrow x = 0.5$$

پس داریم:

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 می کنیم:

$$\text{Fe جرمی} = \frac{\text{جرم آهن}}{\text{جرم کل}} \times 100 = \frac{0.5 \times 56}{44} \times 100 = 63.6\% \quad \text{Cu درصد مولی} = \frac{\text{مول مس}}{\text{مول کل}} \times 100 = \frac{0.25}{0.75} \times 100 = 33.3\%$$

**۱۵ ۴** ابتدا مول اکسیژن و مول اختلاف  $e^-$  های این دو یون را محاسبه می کنیم:

$$? \text{ mol O} = 272 \text{ g O} \times \frac{1 \text{ mol O}}{16 \text{ g O}} = 17 \text{ mol O} \quad ? \text{ mol } e^- = 2/40.8 \times 10^{24} e^- \times \frac{1 \text{ mol } e^-}{6/0.2 \times 10^{23} e^-} = 4 \text{ mol } e^-$$

مول سولفات را x و مول نیترات را y در نظر می گیریم، پس نمونه سولفات  $4x$  مول اکسیژن و  $50x$  مول الکترون دارد و نمونه نیترات  $3y$  مول اکسیژن و  $32y$  مول الکترون دارد. آن گاه داریم:

$$\begin{cases} 4x + 3y = 17 \\ 50x - 32y = 4 \end{cases} \Rightarrow x = 2, y = 3$$

$$\text{NO}_3^- \text{ درصد مولی} = \frac{\text{مول NO}_3^-}{\text{مول کل}} \times 100 = \frac{3}{3+2} \times 100 = 60\%$$

پس درصد مولی نیترات برابر است با:

**۱۶ ۱** ابتدا ایزوتوپ های A، B و C را مشخص می کنیم. A: ایزوتوپ مدنظر  $^2_1\text{H}$  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:  $^3_1\text{H}$  بیشترین پایداری را در میان ایزوتوپ های ساختگی هیدروژن دارد. با توجه به جرم ۱۰ گرمی این ایزوتوپ، ۲ مول از این ایزوتوپ داریم. C:  $^4_1\text{H}$  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 نیم عمر ایزوتوپ B و C به ترتیب یکبار و سه بار نصف خواهند شد.

تغییر درصد فراوانی ایزوتوپ B:  $1/25 \text{ mol} \rightarrow 0.75 \text{ g}$  سه بار نصف  $0.6 \text{ g}$   $1 \text{ mol} \rightarrow 2 \text{ mol}$  یک بار نصف  $2 \text{ mol}$   $2 \text{ mol} \rightarrow 4 \text{ mol}$  پایدار A:

$$\begin{cases} \text{B درصد فراوانی اولیه} = \frac{2}{5} \times 100 = 40\% \\ \Rightarrow \text{B تغییر درصد فراوانی} = 40 - 32 = 8\% \\ \text{B درصد فراوانی جدید} = \frac{1}{3/125} \times 100 = 32\% \end{cases}$$

تغییر درصد جرمی ایزوتوپ A:  $0.75 \text{ g} \rightarrow 0.6 \text{ g}$  سه بار نصف  $0.6 \text{ g}$   $1 \text{ g} \rightarrow 0.5 \text{ g}$  یک بار نصف  $0.5 \text{ g}$   $4 \text{ g} \rightarrow 2 \text{ g}$  پایدار A:

$$\begin{cases} \text{A درصد جرمی اولیه} = \frac{4}{20} \times 100 = 20\% \\ \Rightarrow \text{A تغییر درصد جرمی} = 41 - 20 = 21\% \\ \text{A درصد جرمی جدید} = \frac{4}{9/75} \times 100 = 41\% \end{cases}$$

## تمرین های فصل دوم

## پاسخ تشریحی

### فصل دوم: تمرین های کلاس مسئله ۱

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

**۱ ۴** دما در انتهای لایه را برحسب درجه سلسیوس محاسبه می کنیم:

$$\Delta\theta = -3/1 \text{ h} \Rightarrow \theta_p - \theta_1 = -3/1 \text{ h} \Rightarrow -86 - \theta_1 = -3/1 \text{ h} \Rightarrow \theta_1 = -89 \text{ h} \Rightarrow \theta_1 = 3 \text{ km}$$

طبق روابط داریم:

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

$$T(K) = \theta_1(^{\circ}C) + 273 \Rightarrow 293(K) = \theta_1(^{\circ}C) + 273 \Rightarrow \theta_1(^{\circ}C) = 20^{\circ}C, \theta_p = 0/1 \theta_1 = 0/1 \times 20 = 2^{\circ}C$$

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

$$\Delta\theta = -6h \Rightarrow \theta_p - \theta_1 = -6h \Rightarrow 2 - 20 = -6h \Rightarrow h = 3 \text{ km}$$

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

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

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

اکنون بین ابتدای این لایه و لایه اوزون روابط را می‌نویسیم. دما و ارتفاع لایهٔ اوزون را با  $\theta_0$  و  $h_0$  نشان می‌دهیم.

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

۲ ۴ ابتدا بررسی می‌کنیم که در چه ارتفاعی فشار هوا به  $0.4 \text{ atm}$  می‌رسد:

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

پس در ارتفاع ۸ کیلومتری از سطح زمین، فشار هوا تقریباً به  $0.4$  اتمسفر می‌رسد:

$$\Delta\theta = -6h \Rightarrow \theta_p - 14 = -6(8) \Rightarrow \theta_p = -34^{\circ}C \Rightarrow T_p(K) = -34^{\circ}C + 273 = 239K$$

### فصل دوم: تمرین‌های کلاس مسئله ۲

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

۱ ۱

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } T \text{ و } n} P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow 1/5 \times (500 \times 0.4) = P_2 \times 12 \Rightarrow P_2 = 25 \text{ atm}$$

۴ ۲

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

۳ ۳

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

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

$$\theta_p = 20\theta_1 = 546^{\circ}C, \frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } P \text{ و } n} \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{2}{273 + 273} = \frac{V_2}{546 + 273} \Rightarrow V_2 = 3L$$

۱ ۴

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

در شرایط STP، دما و فشار به ترتیب برابر  $273K$  و  $1 \text{ atm}$  است و حجم یک مول گاز برابر  $22.4L$  است، پس داریم:

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \Rightarrow \frac{1 \times 22.4}{1 \times 273} = \frac{P_2 \times 22.4}{1 \times (546 + 273)} \Rightarrow P_2 = 3 \text{ atm}$$

۱ ۵ روش اول:

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

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

$$\Delta\theta = \Delta T = 4, \Delta V = V_2 - V_1 = \frac{92}{91} V_1 - V_1 = \frac{1}{91} V_1$$

روش دوم:

$$\frac{\Delta T}{T_1} = \frac{\Delta V}{V_1} \Rightarrow \frac{4}{T_1} = \frac{1}{91} \Rightarrow T_1 = 364K \Rightarrow \theta_1(^{\circ}C) = T_1(K) - 273 = 364 - 273 = 91^{\circ}C$$

۲ ۶

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

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

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

۲۷ | ابتدا شمار مول های گاز هیدروژن اضافه شده به سیلندر را محاسبه می کنیم:

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } P \text{ و } T} \frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} \Rightarrow \frac{2}{3} = \frac{4}{3+n'} \Rightarrow n' = 3 \text{ mol } H_2$$

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

جرم گاز هیدروژن اضافه شده برابر است با:

۲۸ |

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

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

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

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

۲۹ | با توجه به این که شعاع پیستون (r) ثابت است و ارتفاع آن (h) متغیر است داریم:

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

مول اولیه متان را x فرض می کنیم و مول اولیه هلیوم برابر است با:

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

مول هلیوم اضافه شده را محاسبه می کنیم:

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } T, P} \frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} \Rightarrow \frac{V_1}{1+x} = \frac{1/\delta V_1}{3+x} \Rightarrow x = 3 \text{ mol } CH_4$$

روش اول:

$$\frac{\Delta n}{n_1} = \frac{\Delta V}{V_1} \Rightarrow \frac{2}{1+x} = \frac{1/\delta V_1 - V_1}{V_1} \Rightarrow \frac{2}{1+x} = \frac{-\frac{5}{8} V_1}{V_1} \Rightarrow x = 3 \text{ mol } CH_4$$

روش دوم:

جرم متان و درصد جرمی متان در مخلوط نهایی را محاسبه می کنیم:

$$? g CH_4 = 3 \text{ mol } CH_4 \times \frac{16 \text{ g } CH_4}{1 \text{ mol } CH_4} = 48 \text{ g } CH_4, \quad \text{درصد جرمی متان در مخلوط نهایی} = \frac{\text{جرم متان}}{\text{جرم نهایی}} \times 100 = \frac{48}{48+4+8} \times 100 = 80\%$$

$$V_2 = V_1 + 4V_1 = 5V_1, \quad \frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } n} \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{2 \times V_1}{227+273} = \frac{P_2 \times 5V_1}{27+273} \Rightarrow P_2 = 0.224 \text{ atm}$$

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{n = \frac{m}{M}, M_1 = M_2} \frac{P_1 V_1}{m_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{m_2 T_2} \Rightarrow \frac{P_1 \times V_1}{20 \times T_1} = \frac{P_2 \times 2V_1}{14 \times 4 T_1} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = 1/4$$

۳۱ |

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

۳۱۲ | جرم هر یک از گازها را به دست می آوریم:

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

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

مجموع جرم این دو گاز برابر است با:

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

$$? \text{ mol H} = 84 \text{ L } C_3H_8 \times \frac{1 \text{ mol } C_3H_8}{24 \text{ L } C_3H_8} \times \frac{8 \text{ mol H}}{1 \text{ mol } C_3H_8} = 28 \text{ mol H}, \quad \frac{\text{شمار اتم های H در پروپان}}{\text{شمار اتم های H در گاز هیدروژن}} = \frac{28 N_A}{6 N_A} = 4/7$$

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

۱۱۳ | ابتدا حجم مولی گازها را در این شرایط به دست می آوریم:

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

حجم گاز  $SO_3$  برابر است با: روش اول:

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

روش دوم (تناسب):

$$? \text{ atom H} = 2/24 \text{ L CH}_4 \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{22/4 \text{ L CH}_4} \times \frac{6/0.2 \times 10^{23} \text{ molecule CH}_4}{1 \text{ mol CH}_4} \times \frac{4 \text{ atom H}}{1 \text{ molecule CH}_4} = 2/4 \cdot 8 \times 10^{23} \text{ atom H}$$

$$? \text{ atom H} = 13/44 \text{ L C}_2\text{H}_6 \times \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_6}{22/4 \text{ L C}_2\text{H}_6} \times \frac{6/0.2 \times 10^{23} \text{ molecule C}_2\text{H}_6}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_6} \times \frac{6 \text{ atom H}}{1 \text{ molecule C}_2\text{H}_6} = 21/672 \times 10^{23} \text{ atom H}$$

روش دوم (تناسب):

$$\text{CH}_4 \text{ در H: } \frac{\text{لیتر CH}_4}{\text{تعداد ذره}} = \frac{2/24}{N_A \times 4} \Rightarrow \frac{x}{22/4 \cdot 6/0.2 \times 10^{23} \times 4} \Rightarrow x = 2/4 \cdot 8 \times 10^{23} \text{ atom H}$$

$$\text{C}_2\text{H}_6 \text{ در H: } \frac{\text{لیتر C}_2\text{H}_6}{\text{تعداد ذره}} = \frac{13/44}{N_A \times 6} \Rightarrow \frac{y}{22/4 \cdot 6/0.2 \times 10^{23} \times 6} \Rightarrow y = 21/672 \times 10^{23} \text{ atom H}$$

مجموع تعداد اتم‌های هیدروژن در این مخلوط برابر است با:  $2/4 \cdot 8 \times 10^{23} + 21/672 \times 10^{23} = 24/0.8 \times 10^{23} = 2/4 \cdot 8 \times 10^{23}$

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

$$\text{CH}_4: ? \text{ g C} = 2/24 \text{ L CH}_4 \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{22/4 \text{ L CH}_4} \times \frac{1 \text{ mol C}}{1 \text{ mol CH}_4} \times \frac{12 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}} = 1/2 \text{ g C}$$

$$\text{C}_2\text{H}_6: ? \text{ g C} = 13/44 \text{ L C}_2\text{H}_6 \times \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_6}{22/4 \text{ L C}_2\text{H}_6} \times \frac{2 \text{ mol C}}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_6} \times \frac{12 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}} = 14/4 \text{ g C}$$

روش دوم (تناسب):

$$\text{CH}_4 \text{ در C: } \frac{\text{لیتر CH}_4}{\text{جرم مولی C}} = \frac{2/24}{12 \times 1} \Rightarrow \frac{m}{22/4 \cdot 12 \times 1} \Rightarrow m = 1/2 \text{ g C}$$

$$\text{C}_2\text{H}_6 \text{ در C: } \frac{\text{لیتر C}_2\text{H}_6}{\text{جرم مولی C}} = \frac{13/44}{12 \times 2} \Rightarrow \frac{n}{22/4 \cdot 12 \times 2} \Rightarrow n = 14/4 \text{ g C}$$

پس مجموع جرم اتم‌های کربن موجود در نمونه برابر  $15/6 \text{ g}$  ( $1/2 + 14/4$ ) است.

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

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

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

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

روش دوم (تناسب):

$$\text{جرم مولی گاز: } \frac{\text{جرم گاز}}{\text{جرم مولی}} = \frac{\text{لیتر گاز}}{\text{حجم مولی}} \Rightarrow \frac{13/2}{M} = \frac{6/72}{22/4} \Rightarrow M = 44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

جرم مولی گازهای  $\text{C}_2\text{H}_8$ ،  $\text{CO}_2$  و  $\text{N}_2\text{O}$  برابر ۴۴ و جرم مولی  $\text{NO}_2$  برابر ۴۶ گرم بر مول است.

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

۳ ۱۶ ]

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

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

جرم مولی گاز بوتان ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ )، دو برابر جرم یک مول هوا است و در شرایط یکسان، چگالی آن نیز دو برابر چگالی هوا است.

$$\frac{P_1 M_1}{d_1 T_1} = \frac{P_2 M_2}{d_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } P \text{ و } T} \frac{M_1}{d_1} = \frac{M_2}{d_2} \Rightarrow \frac{M_{\text{N}_2}}{d_{\text{N}_2}} = \frac{M_{\text{SO}_2}}{d_{\text{SO}_2}} \Rightarrow \frac{28}{1/4} = \frac{64}{d_{\text{SO}_2}} \Rightarrow d_{\text{SO}_2} = 3/2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

۳ ۱۷ ]

۳ ۱۸ ] ابتدا چگالی گاز  $\text{O}_2$  را در این شرایط محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{P_1 M_1}{d_1 T_1} = \frac{P_2 M_2}{d_2 T_2} \xrightarrow{\text{ثابت } P \text{ و } T} \frac{M_1}{d_1} = \frac{M_2}{d_2} \Rightarrow \frac{M_{\text{N}_2}}{d_{\text{N}_2}} = \frac{M_{\text{O}_2}}{d_{\text{O}_2}} \Rightarrow \frac{28}{1/5} = \frac{32}{d_{\text{O}_2}} \Rightarrow d_{\text{O}_2} = 1/2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

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

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

اکنون جرم  $\text{O}_2$  موجود در مخلوط را محاسبه کرده و درصد جرمی آن را به دست می‌آوریم:

$$? \text{ g O}_2 = x \text{ L} \times \frac{30 \text{ L O}_2}{100 \text{ L گازی}} \times \frac{1/2 \text{ g O}_2}{1 \text{ L O}_2} = 0/36 x \text{ g O}_2$$

$$\text{درصد جرمی O}_2 = \frac{0/36 x \text{ g O}_2}{1/44 x \text{ g گازی}} \times 100 = 7/25$$

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

۱۱۹ | حجم استوانه بر حسب ارتفاع و قطر استوانه از رابطه مقابل به دست می آید:

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

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

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

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

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

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

$$? \text{ mol } SO_2 = x \text{ g } SO_2 \times \frac{1 \text{ mol } SO_2}{64 \text{ g } SO_2} = \frac{x}{64} \text{ mol } SO_2$$

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

طبق قانون گازها داریم:

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

بررسی عبارت ها: عبارت اول:

$$\frac{d_{SO_2}}{d_{O_2}} = \frac{m_{SO_2}}{V_{SO_2}} = \frac{V_{O_2}}{V_{SO_2}} = 2 = 1/0.5$$

$$\text{عبارت دوم:} \quad \text{نسبت تعداد اتم ها} = \frac{n_{O_2} \times 3}{n_{SO_2} \times 4} = \frac{\frac{x}{32} \times 3 N_A}{\frac{x}{64} \times 4 N_A} = \frac{0.5}{4} = 1/8$$

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

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

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

### فصل دوم: تیرین های کلاس مسئله ۳



۱۲۱ | معادله موازنه شده واکنش:

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

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{جرم } NaHCO_3}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم } Na_2CO_3}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{21}{2 \times 84} = \frac{x \text{ g } Na_2CO_3}{1 \times 106} \Rightarrow x = 13/25 \text{ g } Na_2CO_3$$

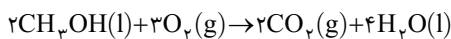
روش دوم (تناسب):

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

۱۲۲ | روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{جرم } Mg}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم } H_2}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{x \text{ g } Mg}{1 \times 24} = \frac{4/5}{1 \times 2} \Rightarrow x = 54 \text{ g } Mg$$

روش دوم (تناسب):



۱۲۳ | معادله موازنه شده واکنش:

روش اول (کسر تبدیل): محاسبه شمار مولکول های  $CO_2$  حاصل:

$$? \text{ molecule } CO_2 = 6/4 \text{ g } CH_3OH \times \frac{1 \text{ mol } CH_3OH}{32 \text{ g } CH_3OH} \times \frac{2 \text{ mol } CO_2}{2 \text{ mol } CH_3OH} \times \frac{6/0.2 \times 10^{23} \text{ molecule } CO_2}{1 \text{ mol } CO_2} = 1/20 \times 6 \times 10^{23} \text{ molecule } CO_2$$

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

محاسبه تفاوت جرم فراورده های حاصل:

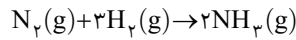
$$? \text{ g } H_2O = 6/4 \text{ g } CH_3OH \times \frac{1 \text{ mol } CH_3OH}{32 \text{ g } CH_3OH} \times \frac{4 \text{ mol } H_2O}{2 \text{ mol } CH_3OH} \times \frac{18 \text{ g } H_2O}{1 \text{ mol } H_2O} = 7/2 \text{ g } H_2O$$

تفاوت جرم فراورده‌های تولید شده (CO<sub>۲</sub> و H<sub>۲</sub>O) برابر ۱/۶g (۸/۸-۷/۲) است. **روش دوم (تناسب):**

$$\frac{\text{جرم CH}_3\text{OH}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{تعداد مولکولهای CO}_2}{N_A \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم CO}_2}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم H}_2\text{O}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{۶}{۲ \times ۳۲} = \frac{x \text{ molecule CO}_2}{۲ \times ۴۴} = \frac{y \text{ g CO}_2}{۲ \times ۴۴} = \frac{z \text{ g H}_2\text{O}}{۴ \times ۱۸}$$

$$\Rightarrow x = 1/2 \times 4 \times 10^{23} \text{ molecule CO}_2, \quad y = 8/8 \text{ g CO}_2, \quad z = 7/2 \text{ g H}_2\text{O}$$

تفاوت جرم فراورده‌های تولید شده (CO<sub>۲</sub> و H<sub>۲</sub>O) برابر ۱/۶g (۸/۸-۷/۲) است.



۱۴ | معادله موازنه شده واکنش:

$$? \text{ g H}_2 = 15/05 \times 10^{21} \text{ molecule N}_2 \times \frac{1 \text{ mol N}_2}{6/02 \times 10^{23} \text{ molecule N}_2} \times \frac{3 \text{ mol H}_2}{1 \text{ mol N}_2} \times \frac{2 \text{ g H}_2}{1 \text{ mol H}_2} = 0/15 \text{ g H}_2$$

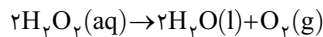
روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ molecule NH}_3 = 15/05 \times 10^{21} \text{ molecule N}_2 \times \frac{1 \text{ mol N}_2}{N_A \text{ molecule N}_2} \times \frac{2 \text{ mol NH}_3}{1 \text{ mol N}_2} \times \frac{N_A \text{ molecule NH}_3}{1 \text{ mol NH}_3} = 3/01 \times 10^{22} \text{ molecule NH}_3$$

$$\frac{\text{تعداد مولکولهای N}_2}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم H}_2}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{تعداد مولکولهای آمونیاک}}{N_A \times \text{ضریب}}$$

روش دوم (تناسب):

$$\Rightarrow \frac{15/05 \times 10^{21}}{1 \times 6/02 \times 10^{23}} = \frac{x \text{ g H}_2}{3 \times 2} = \frac{y \text{ molecule NH}_3}{2 \times 6/02 \times 10^{23}} \Rightarrow x = 0/15 \text{ g H}_2, \quad y = 3/01 \times 10^{22} \text{ molecule NH}_3$$



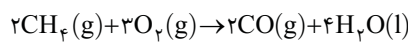
۴۵ | معادله موازنه شده واکنش:

$$? \text{ g H}_2\text{O}_2 = 80 \text{ mL O}_2 \times \frac{1 \text{ L O}_2}{1000 \text{ mL O}_2} \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{16 \text{ L O}_2} \times \frac{2 \text{ mol H}_2\text{O}_2}{1 \text{ mol O}_2} \times \frac{34 \text{ g H}_2\text{O}_2}{1 \text{ mol H}_2\text{O}_2} = 3/4 \text{ g H}_2\text{O}_2$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$\frac{\text{جرم H}_2\text{O}_2}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{لیتر O}_2}{\text{حجم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{x \text{ g H}_2\text{O}_2}{2 \times 34} = \frac{0/8}{1 \times 16} \Rightarrow x = 3/4 \text{ g H}_2\text{O}_2$$

روش دوم (تناسب):



۱۶ | معادله موازنه شده واکنش:

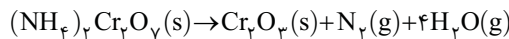
$$? \text{ L CO} = 6/72 \text{ L CH}_4 \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{22/4 \text{ L CH}_4} \times \frac{2 \text{ mol CO}}{2 \text{ mol CH}_4} \times \frac{22/4 \text{ L CO}}{1 \text{ mol CO}} = 6/72 \text{ L CO}$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$? \text{ g H}_2\text{O} = 6/72 \text{ L CH}_4 \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{22/4 \text{ L CH}_4} \times \frac{4 \text{ mol H}_2\text{O}}{2 \text{ mol CH}_4} \times \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 10/8 \text{ g H}_2\text{O}$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{لیتر متان}}{\text{حجم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{لیتر CO}}{\text{حجم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم H}_2\text{O}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{6/72}{2 \times 22/4} = \frac{x \text{ L CO}}{2 \times 22/4} = \frac{y \text{ g H}_2\text{O}}{4 \times 18} \Rightarrow x = 6/72 \text{ L CO}, \quad y = 10/8 \text{ g H}_2\text{O}$$



۳۷ | معادله موازنه شده واکنش:

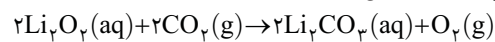
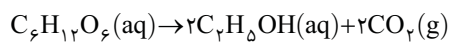
چگالی بخار آب را برابر  $d \text{ g.L}^{-1}$  در نظر می‌گیریم. **روش اول (کسر تبدیل):**

$$2/52 \text{ g (NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \times \frac{1 \text{ mol (NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7}{252 \text{ g (NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \times \frac{4 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol (NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \times \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} \times \frac{1 \text{ L H}_2\text{O}}{d \text{ g H}_2\text{O}} = 0/8 \text{ L H}_2\text{O} \Rightarrow d = 0/9 \text{ g.L}^{-1}$$

$$\frac{\text{جرم (NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{چگالی (g.L}^{-1}) \times \text{لیتر H}_2\text{O}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{2/52}{1 \times 252} = \frac{0/8 \times d}{4 \times 18} \Rightarrow d = 0/9 \text{ g.L}^{-1}$$

روش دوم (تناسب):

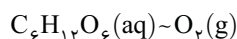
۲۸ | معادله موازنه شده واکنش‌ها:



$$? \text{ L O}_2 = 270 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \times \frac{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{180 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \times \frac{2 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol CO}_2} \times \frac{22/4 \text{ L O}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 33/6 \text{ L O}_2$$

روش اول (کسر تبدیل):

**روش دوم (تناسب):** در حل چنین مسائلی که چند واکنش شیمیایی در آن وجود دارد، کافی است ضرایب ماده مشترک در دو واکنش را یکسان کرده و میان ماده‌ای که اطلاعات آن داده شده و ماده‌ای که جرم 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<sub>۲</sub> در دو واکنش یکسان است و میان یک



مول گلوکز و یک مول اکسیژن، تناسب را برقرار می‌کنیم:

$$\frac{\text{جرم C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{حجم O}_2}{\text{حجم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{270}{1 \times 180} = \frac{x \text{ L O}_2}{1 \times 22/4} \Rightarrow x = 33/6 \text{ L O}_2$$