

به نام خدای مهربان

آموزش و کار

پایه دهم

مجموعه

محمدحسین انوشه • محمدجواد فولادی • ویراستار علی: محمد رضا نصیری اوانکی

مدیر و ناظر علمی گروه شیمی: محمدحسین انوشه



مهروماه

مورد تأیید دفتر تکنولوژی
آموزشی و کمک آموزشی
وزارت آموزش و پرورش



تقدیم به علی حسن‌زاده (پسر عمو) و
سریه انوشه (خواهرم) خوشبخت‌ترین
زوج عالم و الگوهای انسانیت و مهربانی



مقدمه



و سرانجام آن روز رسید! دخترم (بزرگ‌ترین و با ارزش‌ترین سرمایه‌ی عمرم) رسید به کلاس دهم... حالا می‌تونم برای او هم بنویسم. سال‌ها بود منتظر چنین ایامی بودم.

بیشتر از ۲۰ سال تجربه خود در زمینه تالیف کتاب‌های شیمی دبیرستان و کنکور رو به‌کار گرفتم و همراه با یاران توانمندم در گروه شیمی مهرماه، دست به‌کار تالیف کتاب کاری برای شیمی دهم شدیم، در حد لالیگا! نه، شایدم فراتر از اون! بگذار کل دانش‌آموزان سال دهمی کشورمون به همراه دختر دلبندم، از شیمی دهم، سیراب و ارضاء بشن. بگذار هرچه دلشون می‌خواد، از شیمی دهم تمرین‌های دلنشین و جذاب و متنوع و مفهومی داشته باشن. بگذار از حل تمرینای شیمی لذت ببرن و به‌راحتی به نمره مطلوب هم برسند: **۲۰** این شما و این هم کامل‌ترین، متنوع‌ترین و جذاب‌ترین کتاب کار شیمی در کل کهکشان راه شیری! کتابی برای دخترم، دختران و پسران عزیزم در تمام سرزمینما!

کتابی که پیش‌رو دارید، کتاب کار شیمی دهم بوده و ۱۰۰٪ کتاب درسی در آن، به صورت پرسش و تمرین ارائه شده است. شاید هم بیش‌تر از ۱۰۰٪! نه، واقعاً! هر قدر کتاب درسی شیمی دهم خالی از پرسش و تمرین‌های مناسب است، در عوض در این کتاب، پرسش‌ها و تمرین‌های بیش‌تر و وسیع‌تری از مباحث مطرح‌شده ارائه شده است. در تنظیم این کتاب، تلاش کردیم که:

- ۱ هیچ نکته‌ای از کتاب درسی از قلم نیفته و همه مطالب، از متن، حاشیه، شکل، جدول و... به طور کامل پوشش داده بشه.
- ۲ تنوع پرسش‌ها و تمرین‌ها تا جای ممکن، زیاد باشه.
- ۳ بیش‌ترین استفاده ممکن در تاریخ (!) از شکل‌ها در طراحی پرسش‌ها به عمل بیاد.
- ۴ تا جای ممکن، کتاب خوشگل و جذاب باشه.
- ۵ ضمن رعایت چارچوب کتاب درسی و خودداری از طرح مطالب خارج از کتاب درسی، سعی کردیم سطحی‌نگری کتاب درسی رو با تعمق کافی و طرح سؤال‌های ابتکاری و خلاقیت آمیز جبران کنیم.
- ۶ با ارائه کارگاه‌های آموزشی حل مسائل در درس‌نامه‌ها، تأکید ویژه‌ای بر آموزش مسائل به عمل آمد تا مشکل دانش‌آموزان در این زمینه برطرف شده و پایه قوی در حل مسائل شیمی داشته باشند.

نحوه استفاده بهینه از کتاب

هر فصل از کتاب، شامل چند مبحث مستقل است. در مورد هر یک از این مباحث، مشخص شده است که مربوط به کدام صفحات کتاب درسی است.

اول؛ درس‌نامه‌های هر مبحث رو بخونین و با رعایت اصول لازم (!) کارگاه حل مسئله رو هم طی کنین. نگاهی هم به کتاب درسی داشته باشین تا مطمئن بشین که درسنامه‌های این کتاب چقدر کامله. سپس؛ تمرینات آن قسمت را حل کنین تا به

انتهای آن قسمت برسین. نکات مهمی را که ضمن حل تمرین‌ها یاد می‌گیرین، حتماً توی یک دفترچه یادداشت کنین و کنار هر کدام از نکات یادداشت‌شده، بنویسین: «مربوط به تمرین از صفحه»

تشکرنامه

برای آماده شدن کتابی با این مشخصات، دوستان مهروماهی‌ام واقعاً سنگ تمام گذاشتند و همه‌جوره از ما حمایت کردند: از جناب آقای احمد اختیاری (مدیر فرزانه و خوش فکر انتشارات مهروماه) و جناب آقای گودرزی (مدیر فروش کتاب‌های مهروماه) گرفته تا همه عوامل مهروماه، از جمله:

- خانم سمیه جباری مدیر تولید انتشارات به خاطر زحمات بی‌پایانشان
- آقای فرهادی مدیر هنری واقعاً هنرمند مهروماه
- خانم زهرا خوشنود مدیر اجرایی زحمتکش و دلسوز تألیف
- آقای حسین شیرمحمدی که در حد لالیگا طراحی‌های داخل و روی جلد را به انجام رساندند.
- خانم‌ها الهام پیلوایه و سمیه امیدی برای صفحه آرای بی‌نظیرشان و آقای میلاد صفایی به خاطر زحمات بی‌دریغشان برای پیشرفت هر چه بهتر کتاب.
- خانم فرشته شاهبیک و منصوره محمدی برای رسم هنرمندانه شکل‌های کتاب
- مدیر توانمند واحد سایت مهروماه آقای امیر انوشه
- آقای بهبودی بخاطر پشتیبانی همه‌جانبه ایشان
- گروه ویراستاری کتاب؛ آقایان دکتر مصطفی صابونی، امیرحسین علی‌پور، کورش هوشیار عشقی و خانم هنگامه اصغری که در ویرایش همه‌جانبه کتاب، سنگ تمام گذاشتند.
- در پایان، از همکاران ارجمند و دانش‌آموزان عزیز خواهش‌مندم نظرات خود را برای کامل‌تر شدن کتاب به یکی از طرق زیر به ما اعلام نمایند:
- ◀ وب سایت مهروماه از طریق آدرس mehromah.ir
- ◀ سایت شخصی اینجانب به آدرس anooshe.com

محمد حسین انوشه

فهرست

۷



کیهان زادگاه الفبای هستی

| | |
|----|---|
| ۸ | قسمت اول: پیدایش کیهان و عنصرها |
| ۱۲ | قسمت دوم: ایزوتوپها و رادیوایزوتوپها |
| ۲۰ | قسمت سوم: طبقه‌بندی عنصرها |
| ۲۴ | قسمت چهارم: جرم اتمی عنصرها - شمارش ذره‌ها از روی جرم آن‌ها |
| ۳۴ | قسمت پنجم: نور کلید شناخت جهان - طیف |
| ۴۳ | قسمت ششم: مدل کوانتومی اتم - آرایش الکترونی اتم |
| ۵۲ | قسمت هفتم: ساختار اتم و رفتار آن - تشکیل پیوندهای شیمیایی |
| ۶۲ | آزمون فصل ۱ |

۶۵



رد پای گازها در زندگی

| | |
|-----|--|
| ۶۶ | قسمت اول: هواکره یا اتمسفر و اجزای سازنده آن |
| ۷۸ | قسمت دوم: واکنش‌های شیمیایی و قانون پایستگی جرم |
| ۸۴ | قسمت سوم: ترکیب اکسیژن با فلزها و نافلزها |
| ۸۷ | قسمت چهارم: نام‌گذاری ترکیبات یونی و مولکولی |
| ۹۲ | قسمت پنجم: ساختار لوویس |
| ۹۶ | قسمت ششم: خواص اکسیدهای فلزی و نافلزی |
| ۹۹ | قسمت هفتم: چه بر سر هواکره می‌آوریم؟ |
| ۱۰۵ | قسمت هشتم: اوزون، دگر شکلی از اکسیژن در هواکره |
| ۱۰۹ | قسمت نهم: خواص و رفتار گازها |
| ۱۱۸ | قسمت دهم: استوکیومتری واکنش‌ها |
| ۱۲۶ | قسمت یازدهم: تولید آمونیاک، کاربردی از واکنش گازها در صنعت |
| ۱۲۹ | آزمون فصل ۲ |

۱۳۳

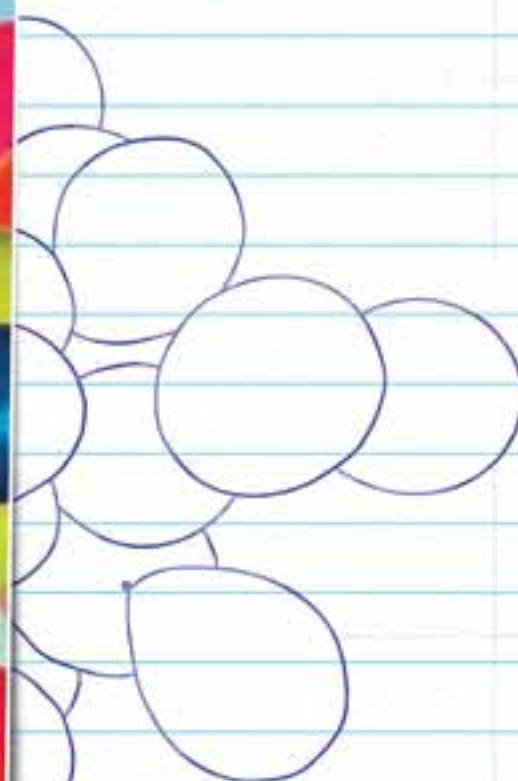


آب؛ آهنگ زندگی

- قسمت اول: سامانه‌های تشکیل‌دهنده سیاره زمین و منابع آبی ۱۳۴
- قسمت دوم: همراهان ناپیدای آب ۱۳۹
- قسمت سوم: محلول‌ها و مقدار حل‌شونده - قسمت در میلیون - درصد جرمی ۱۴۵
- قسمت چهارم: غلظت مولی - انحلال‌پذیری ۱۵۴
- قسمت پنجم: رفتار آب و دیگر مولکول‌ها در میدان الکتریکی - نیروهای بین مولکولی ۱۷۰
- قسمت ششم: آب و دیگر حلال‌ها - تفکیک یونی - انحلال گازها در آب - رسانایی الکتریکی محلول‌ها ۱۸۲
- قسمت هفتم: رد پای آب در زندگی - اسمز - اسمز معکوس ۱۹۵
- آزمون فصل ۳ ۱۹۹
- آزمون پایانی ۲۰۱
- پاسخ کوتاه برخی از سؤال‌ها ۲۰۴
- آزمون تشریحی تمرین‌های دشوار ۲۰۶

فصل دوم

رِد پای گازها در زندگی



۱۵ کارگاه حل مسئله

- اوزون
- هواکره و اجزای آن
- معادله واکنش‌های شیمیایی و موازنه معادله آن‌ها
- اکسیدهای فلزی و نافلزی
- استوکیومتری واکنش‌ها
- ساختار لوویس
- تولید آمونیاک به روش هابر
- اثر گلخانه‌ای

مباحث اساسی این بخش:

دو مبحث ساختار لوویس و استوکیومتری واکنش‌ها قطعاً جزء مهم‌ترین و وسیع‌ترین مباحث کل شیمی محسوب می‌شوند و لازم است توجه ویژه‌ای به این مباحث داشته باشید.

اگر می‌خواهین وضع شیمی‌تون خوب بشه، توصیه می‌کنم بیش‌تر وقت خود را صرف یادگیری عمیق و دقیق مباحث مهم مثل موازنه، ساختار لوویس و استوکیومتری واکنش‌ها کرده و وقت و انرژی کمتری را به حفظ کردن برخی مطالب حفظی و توصیفی بنمایید. به‌ویژه در مورد استوکیومتری واکنش‌ها، هر چه کارکنین و مسئله حل کنین، بازم کمه!

◀ نگاهی کلی به هواکره



اتمسفر زمین یا هواکره که به طور ساده، هوا نیز نامیده می‌شود، برای ما و همه موجودات زنده سیاره زمین نعمت بزرگی است. میان سیاره‌های سامانه خورشیدی، فقط سیاره زمین است که چنین اتمسفری دارد.

اتمسفر یا هواکره از سطح زمین تا فاصله ۵۰۰ کیلومتری از سطح زمین امتداد یافته و شامل چهار لایه متمایز است، که به ترتیب دور شدن از سطح زمین، عبارتند از: تروپوسفر، استراتوسفر، مزوسفر و ترموسفر.

در کتاب درسی از دو لایه مزوسفر و ترموسفر کلامی هم طرح نشده و حتی نام این دو لایه نیز در کتاب درسی نیامده است و لایه‌ای که مورد توجه و بررسی وسیع‌تری قرار گرفته است، همان لایه‌ای است که ما در واقع، از بدو تولد تا پایان زندگی، درون آن به سر می‌بریم، یعنی تروپوسفر.

◀ تروپوسفر و گازهای تشکیل‌دهنده آن

● نزدیک‌ترین لایه هواکره به سطح زمین، تروپوسفر نامیده می‌شود. ضخامت این لایه از سطح زمین تا ارتفاع حدود ۱۰ تا ۱۲ کیلومتری زمین می‌باشد.

● حدود ۷۵٪ از جرم هواکره به تروپوسفر اختصاص دارد.

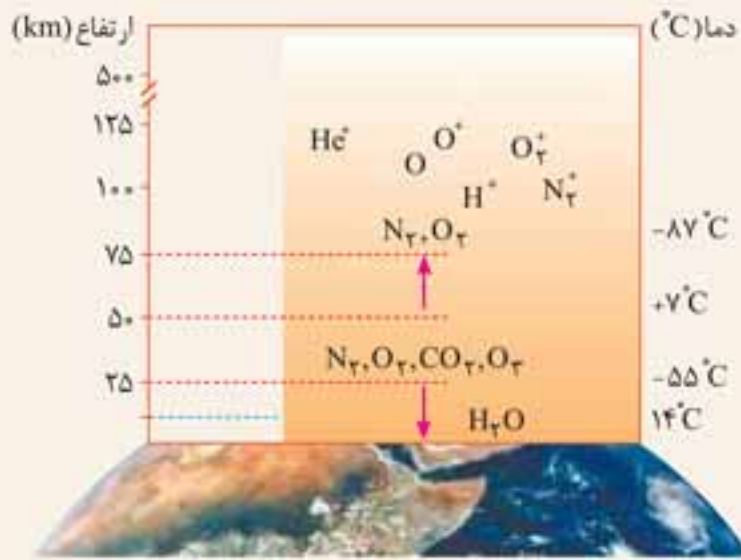
● تغییرات آب و هوایی در فاصله ۱۰ تا ۱۲ کیلومتری از سطح زمین یعنی در محدوده تروپوسفر اتفاق می‌افتد. آب و هوا نتیجه برهم‌کنش میان زمین، هواکره، آب و خورشید است.

● درصد حجمی گازهای تشکیل‌دهنده هوای خشک و پاک در لایه تروپوسفر به صورت زیر است:

| نام و فرمول شیمیایی گاز | فراوانی گاز در هوا |
|--------------------------|----------------------|
| نیتروژن (N_2) | اندکی بیش از ۷۸ درصد |
| اکسیژن (O_2) | نزدیک به ۲۱ درصد |
| آرگون (Ar) | نزدیک به ۱ درصد |
| کربن‌دی‌اکسید (CO_2) | ۰/۰۳۸۵ درصد |
| نون (Ne) | ۰/۰۰۱۸ درصد |
| هلیوم | ۰/۰۰۰۵ درصد |
| کریپتون | ۰/۰۰۰۱ درصد |
| زنون و دیگر گازها | ناچیز |

⚠ تذکر: در هوای مرطوب، مقداری بخار آب نیز وجود دارد که به طور عمده، در نزدیکی سطح زمین قرار دارد.

تغییرات دما و فشار در هواکره برحسب افزایش ارتفاع از سطح زمین



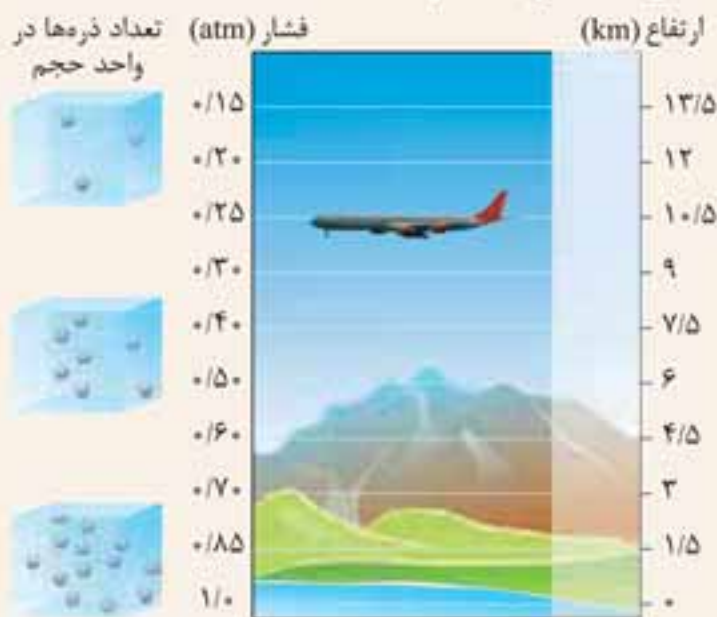
● در محدوده لایه تروپوسفر، به ازای هر کیلومتر دور شدن از سطح زمین، حدود 6°C از دمای هوا کاسته می‌شود. پس از آن، در محدوده لایه استراتوسفر، دما رو به افزایش می‌گذارد و در لایه‌های بالاتر، بار دیگر دما کم‌تر می‌شود.

● روند تغییر دما در هواکره را می‌توان دلیلی بر لایه‌ای بودن آن دانست.

● با توجه به این شکل مشخص است که در لایه‌های بالایی هواکره، یون‌هایی مانند O^+ ، O_p^+ ، N_p^+ و ... نیز وجود دارند.

زیرا با جذب پرتوهای پرنرژی خورشید توسط مولکول‌های N_p ، O_p و ... در آن محدوده، پیوند موجود در برخی مولکول‌ها، شکسته و موجب تبدیل آن به یون می‌شود. از آنجا که لایه اوزون موجود در لایه استراتوسفر، مانع از عبور بخش عمده پرتوهای پرنرژی فرابنفش خورشید می‌شود، خوشبختانه در فضاها پایین‌تر از لایه اوزون، ذراتی به صورت یون تقریباً وجود ندارند.

● برای بررسی چگونگی تغییر فشار در هوا (برحسب افزایش ارتفاع از سطح زمین)، بهتر است ابتدا مختصری درباره فشار توضیح دهیم.



فشار هر گاز ناشی از برخورد مولکول‌های آن با دیواره ظرف است. هرچه تعداد مولکول گاز در واحد حجم، بیش‌تر باشد، نیروی وارد بر واحد سطح یعنی فشار گاز بیش‌تر خواهد بود. وجود گازهای مختلف در هواکره موجب ایجاد فشار هوا می‌شود. این فشار در همه جهت‌ها و به میزان یکسان بر بدن، وارد می‌شود. در هواکره، هرچه از سطح زمین دورتر شویم، به دلیل کاهش جاذبه زمین، از غلظت و تراکم مولکول‌های گاز در هوا کاسته شده و در نتیجه، فشار هوا نیز کم‌تر می‌شود.

جداسازی اجزای هوا در صنعت

● بخش عمده هواکره را گازهای نیتروژن (N_p) و اکسیژن (O_p) تشکیل می‌دهند. آرگون هم رتبه سوم را در میان اجزای تشکیل‌دهنده هواکره دارد. در صنعت، گازهای نیتروژن، اکسیژن و آرگون را از تقطیر جز به جز، هوای مایع تهیه می‌کنند.

● فرآیند مایع کردن هوا و تقطیر جز به جز، آن در نمودار زیر به تصویر کشیده شده است. برای درک درست این نمودار، لازم است در نظر بگیرید که آب در دمای صفر درجه سلسیوس به یخ تبدیل می‌شود و گاز کربن دی‌اکسید در دمای -78°C به حالت جامد درمی‌آید و همین‌طور، لازم است به نقطه جوش اجزای تشکیل‌دهنده هوای مایع توجه کنید:

| [Ar] | $\text{N}_p(l)$ | $\text{O}_p(l)$ | $\text{Ar}(l)$ |
|----------------------------------|-----------------|-----------------|----------------|
| $30\% \times 10^{\circ}\text{C}$ | -196 | -183 | -186 |



نمایی از یک برج تقطیر برای جداسازی اجزای هوا

- توجه کنید که بخشی از اجزای تشکیل‌دهنده هواکره مانند He(g) که نقطه جوش آن‌ها پایین‌تر از -200°C است، در هوای مایع حضور ندارند، زیرا این گازها در دمای -200°C که هوای مایع تهیه می‌شود، همچنان به صورت گاز می‌باشند.

برخی از اجزای هوا زیر ذره‌بین کتاب درسی

- **نیتروژن:** گاز نیتروژن (N₂) که بالاترین درصد حجمی را در هوا دارد، از طریق تقطیر جز به جز، هوای مایع تهیه می‌شود و کاربردهای متعددی دارد. از جمله کاربردهای گاز نیتروژن می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- برای پرکردن تایر خودروها



(آ)

- در صنعت سرماسازی برای انجماد مواد غذایی



(ب)

- برای نگهداری نمونه‌های بیولوژیک در پزشکی



(پ)

■ **آرگون:** گاز نجیب آرگون (Ar) گازی بی‌رنگ، بی‌بو و غیرسمی است. واژه آرگون به معنای تنبل است، زیرا واکنش‌پذیری ناچیزی دارد. آرگون نیز همراه با نیتروژن و اکسیژن، از تقطیر جز به‌جزء هوای مایع (با خلوص بسیار زیاد) تهیه می‌شود. از کاربردهای گاز آرگون در صنعت می‌توان موارد زیر را برشمرد:

● به عنوان محیط بی‌اثر در جوشکاری و برش فلزها



● برای فراهم کردن محیط بی‌اثر در ساخت لامپ‌های رشته‌ای



■ **هلیوم:** سبک‌ترین گاز نجیب بوده، بی‌رنگ، بی‌بو و بی‌مزه است. هلیوم در کره زمین به مقدار خیلی کم یافت می‌شود؛ به طوری که مقدار ناچیزی از آن در هوا و مقدار بیشتری از آن در لایه‌های زیرین پوسته زمین وجود دارد. به همین دلیل، برای تهیه و تولید صنعتی آن، منابع زمینی آن در مقایسه با هواکره مناسب‌ترند. هلیوم از واکنش‌های هسته‌ای در ژرفای زمین تولید می‌شود و پس از نفوذ به لایه‌های زمین، وارد میدان‌های گازی می‌شود. در حدود ۷٪ حجمی از مخلوط گاز طبیعی را هلیوم تشکیل می‌دهد. به همین دلیل، تهیه هلیوم از طریق تقطیر جز به‌جزء گاز طبیعی، مناسب‌تر و از نظر اقتصادی، مقرون به صرفه‌تر از تهیه آن از طریق تقطیر جز به‌جزء هوای مایع است.



به هنگام سوختن گاز طبیعی، هلیوم موجود در آن بدون مصرف شدن وارد هواکره می‌شود.

■ **کاربردهای هلیوم:**

۱ | پر کردن بالون‌های هواشناسی، تفریحی و تبلیغاتی



۲ استفاده در جوشکاری



۳ استفاده در کپسول غواصی



۴ برای خنک کردن قطعات الکترونیکی در دستگاه‌های تصویربرداری مانند MRI (مهم‌ترین کاربرد)



اکسیژن: گاز اکسیژن (O_2) که بیش از ۲۰ درصد حجم هواکره را به خود اختصاص می‌دهد، در صنعت از طریق تقطیر جز به جز، هوای مایع تهیه می‌شود.

زندگی روی زمین به وجود اکسیژن گره خورده است. این عنصر در آب‌کره، در ساختار مولکول‌های آب و در سنگ‌کره به صورت ترکیب با دیگر عناصر وجود دارد.

اکسیژن در ساختار همه مولکول‌های زیستی مانند کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها نیز یافت می‌شود.

هرچه در هواکره از سطح زمین دورتر شده و بالاتر رویم، فشار گاز اکسیژن کمتر می‌شود. به طوری که در سطح زمین، فشار گاز اکسیژن برابر $209/0$ اتمسفر و در ارتفاع 7900 متری، فشار گاز اکسیژن $0.76/0$ اتمسفر است.

اکسیژن گازی واکنش‌پذیر است و با اغلب عناصرها و مواد واکنش نشان می‌دهد، واکنش‌هایی مانند سوختن سوخت‌ها، زنگ زدن وسایل آهنی، فساد مواد غذایی، پوسیدن چوب و فرسایش سنگ و خاک.

یکی از مهم‌ترین واکنش‌های اکسیژن، واکنش سوختن است. سوختن، واکنشی شیمیایی است که در آن، یک ماده با اکسیژن به سرعت واکنش می‌دهد و بخشی از انرژی شیمیایی آن به صورت گرما و نور آزاد می‌شود.

◀ واکنش سوختن و اکسایش

سوختن به واکنشی گفته می‌شود که طی آن، ماده‌ای با گاز اکسیژن به سرعت واکنش می‌دهد و بخشی از انرژی شیمیایی آن به صورت گرما و نور آزاد می‌شود.

چه چیزایی می‌تونن بسوزن؟ خب! خیلی از مواد می‌تونن بسوزن، از جمله: سوخت‌های فسیلی مانند بنزین و گاز طبیعی، زغال سنگ، تعدادی از فلزها مثل فلزهای قلیایی، منیزیم و آهن، تعدادی از نافلزها مثل کربن، گوگرد و ...



(ا)

(ب)

(پ)

اگر واکنش ماده‌ای با اکسیژن، این قدر سریع نباشد که با تولید نور و گرما همراه باشد، آن واکنش به جای سوختن، یک واکنش اکسایش به حساب می‌آید، مانند زنگ زدن آهن.

اگر واکنش ماده‌ای با اکسیژن گرماده نباشد، واکنش آن با اکسیژن نمی‌تواند از نوع سوختن باشد، مانند واکنش $N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO(g)$ که گرماگیر است.

سوختن فسیلی (یعنی در واقع، هیدروکربن‌ها) دو جور می‌تونه باشه: کامل و ناقص. اگه اکسیژن به اندازه کافی وجود داشته باشه، سوختن از نوع کامل و در غیر این صورت، از نوع ناقص خواهد بود.

سوختن کامل سوخت فسیلی با تولید شعله آبی رنگ همراه است و موجب تولید بخار آب و گاز کربن دی‌اکسید می‌شود، مانند:



در سوختن ناقص سوخت فسیلی، که با تولید شعله زرد رنگ همراه است، گاز سمی کربن مونوکسید هم تولید می‌شود.



سوختن ناقص

(ا)



سوختن کامل

(ب)

هواکره یا اتمسفر زمین و اجزای سازنده آن

پرسش‌نامه

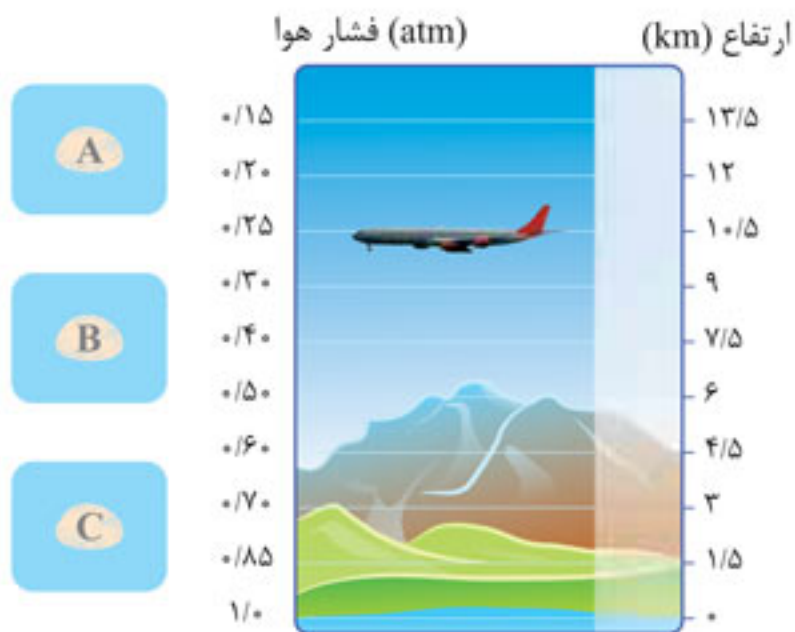
۱ در جاهای خالی عبارتهای زیر، کلمه درست را بنویسید:

- الف با دور شدن از سطح زمین، فشار هوا می‌شود.
- ب تغییر آب و هوای زمین در لایه تعیین می‌شود.
- پ دمای هوا در قسمت انتهایی تروپوسفر در مقایسه با سطح زمین، است.
- ت از گاز برای پُر کردن تایر خودروها استفاده می‌شود.
- ث هواکره زمین در حدود کیلومتر ضخامت دارد.
- ج بیشترین جرم هواکره در لایه قرار دارد.
- چ درصد گاز در تروپوسفر در مقایسه با سایر گازهای نجیب، بیش تر است.
- ح سوختن یک واکنش شیمیایی است که در آن، یک ماده با به سرعت واکنش می‌دهد و بخشی از انرژی شیمیایی آن به صورت و آزاد می‌شود.

۵ با دور شدن از سطح زمین، فشار هوا چه تغییری می‌کند؟ چرا؟

۶ علت ایجاد یون‌ها در لایه‌های بالایی هواکره چیست؟

۷ با توجه به شکل زیر، هر یک از شکل الف، ب، پ را در یکی از سه کادر A، B و C قرار دهید:





قله اورست

۸ اگر دمای هوا در پای کوه اورست (ارتفاع ۱۸۰۰ متری) برابر 10°C باشد، در نزدیکی قله اورست (ارتفاع ۸۸۰۰ متری)، دمای هوا برحسب درجه سلسیوس و نیز برحسب کلوین، در چه حدودی خواهد بود؟

۹ در رابطه با فرایند تقطیر جزء به جزء هوای مایع در صنعت به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:



دستگاه تقطیر جزء به جزء هوای مایع

الف مبنای جداسازی اجزای تشکیل‌دهنده هوای مایع از یکدیگر چیست؟

ب در این فرایند، گرد و غبار هوا در نخستین مرحله، چگونه گرفته می‌شود؟

پ چگونه رطوبت موجود در هوا را از آن جدا می‌کنند؟

ت نحوه جدا کردن گاز کربن دی‌اکسید از هوا را توضیح دهید.



۱۲) هر یک از گازهای ستون سمت راست را به یکی از عددهای ستون سمت چپ ارتباط دهید:

| مقدار گاز (درصد) در تروپوسفر |
|------------------------------|
| ۱ ۰/۰۰۰۱ |
| ۲ ۰/۰۰۰۵ |
| ۳ ۰/۰۰۲ |
| ۴ ۰/۰۴ |
| ۵ ۰/۹۳ |
| ۶ ۲۰/۹۵ |
| ۷ ۷۸/۰۸ |

| نام گاز تشکیل دهنده |
|---------------------|
| الف آرگون |
| ب هلیم |
| پ نئون |
| ت نیتروژن |
| ث کربن دی اکسید |
| ج اکسیژن |
| چ کریپتون |

۱۳) کدام گاز در لامپی که در شکل زیر دیده می‌شود، برای ایجاد محیط بی‌اثر به کار گرفته شده است؟ این گاز که یکی از فراورده‌های تقطیر جزء به جزء هوای مایع می‌باشد، کاربردهای زیادی در صنعت دارد. علاوه بر استفاده در ساخت لامپ‌های رشته‌ای، کاربرد صنعتی دیگری از این گاز ذکر کنید.



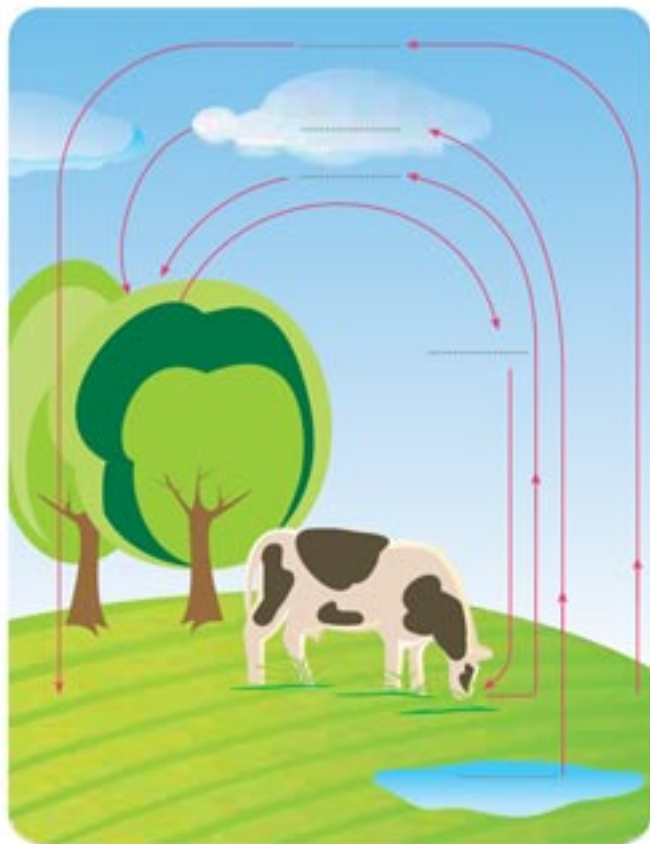
لامپ رشته‌ای

۱۴) شکل مقابل در رابطه با برهم‌کنش هواکره با زیست کره رسم شده است.

الف جاهای خالی موجود در شکل را با استفاده از نمادهای درست پر کنید.

ب جاهای خالی عبارت زیر را در این رابطه پر کنید:

گیاهان با بهره‌گیری از و مصرف هواکره،
مورد نیاز جانداران را تولید می‌کنند. جانداران ذره‌بینی،
گاز هواکره را برای مصرف گیاهان در خاک تثبیت می‌کنند.

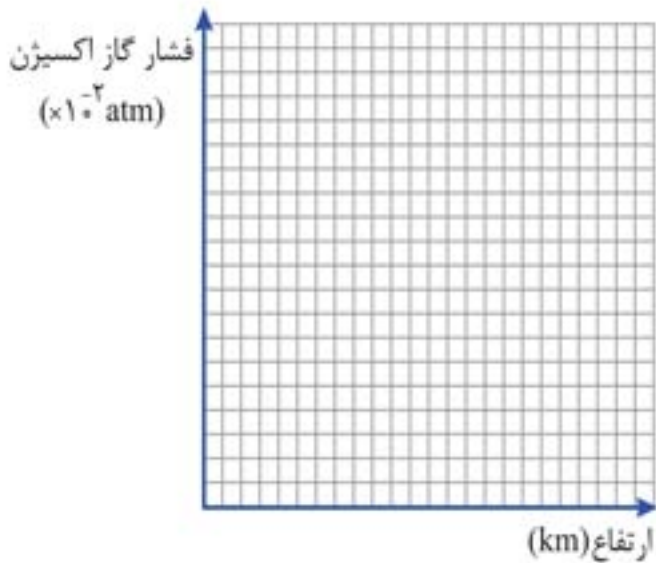




- ث** یکی از کاربردهای گاز نیتروژن، انجماد مواد غذایی است.
- ج** در لایه تروپوسفر، هر چه از سطح زمین دورتر شویم، دمای هوا بیش تر می شود.
- چ** یکی از گازهایی که در صنعت، از طریق تقطیر جزء به جزء هوای مایع به دست می آید، گاز هلیوم است.
- ح** در فرایند تقطیر جزء به جزء هوای مایع، نخست هوا را از صافی‌هایی عبور می دهند تا بخار آب موجود در آن حذف شود.
- خ** ضمن سرد کردن هوا، پس از جدا شدن رطوبت موجود در هوا، گاز نیتروژن به صورت جامد درآمده و از هوا جدا می شود.
- د** هوای مایع با دمای -200°C ، شامل گازهای نیتروژن، اکسیژن، آرگون و کربن دی‌اکسید است.
- ذ** نمونه‌ای از هوای مایع با دمای -200°C موجود است. اگر دمای آن را به -184°C برسانیم، آرگون موجود در آن، شروع به جدا شدن از آن به صورت گاز می کند. (نقطه جوش اکسیژن، آرگون و نیتروژن به ترتیب، -183°C ، -186°C و -196°C درجه سلسیوس است.)
- ر** آرگون گازی بی‌رنگ، بی‌بو و سمی است.
- ز** آرگون در عمل واکنش‌ناپذیر است.
- ژ** از گاز نیتروژن برای نگهداری نمونه‌های بیولوژیک در پزشکی استفاده می شود.
- س** استفاده از گاز آرگون در جوشکاری و برش فلزها، موجب افزایش طول عمر فلز می شود.
- ش** عنصر نیتروژن در ساختار همه مولکول‌های زیستی مانند کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها یافت می شود.
- ص** درصد گاز اکسیژن در لایه‌های گوناگون هواکره، تقریباً یکسان است.
- ض** از گاز آرگون در لامپ‌های رشته‌ای استفاده می شود.
- ط** اکسیژن با اغلب عناصرها و مواد واکنش می دهد.
- ظ** طی واکنش‌های انجام‌شده در سلول‌های بدن ما، چربی‌ها و قندها با اکسیژن وارد واکنش شده و کربن دی‌اکسید، آب و انرژی تولید می شود.
- ع** زغال‌سنگ در حضور اکسیژن می‌سوزد و افزون بر گازهای CO_2 ، SO_2 و بخار آب، مقدار زیادی انرژی آزاد می کند.
- غ** اگر شعله سوختن هیدروکربن به رنگ زرد باشد، نشانگر زیاد بودن اکسیژن در دسترس در سوختن هیدروکربن است.
- ف** کربن مونوکسید گازی بی‌رنگ با بوی تند است.
- ق** کربن مونوکسید پایدارتر از کربن دی‌اکسید است.
- ک** CO تولیدشده در سوختن ناقص در حضور اکسیژن و در شرایط مناسب، به CO_2 تبدیل می شود.
- گ** چگالی گاز کربن مونوکسید، بیش تر از هوا است. به همین دلیل در سطح زمین پراکنده می شود.
- ل** میل ترکیبی هموگلوبین خون با گاز کربن مونواکسید، بسیار زیاد و در حدود 300 برابر اکسیژن است.
- م** تنفس گاز کربن مونوکسید می تواند موجب فلج شدن سامانه عصبی شود.
- ن** همه فلزها در شرایط مناسب با گاز اکسیژن می‌سوزند.

۱۹ در جدول زیر، فشار گاز اکسیژن در ارتفاع‌های مختلف از سطح زمین داده شده است:

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---|
| ۷/۹ | ۷/۳ | ۶/۷ | ۶ | 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 ($\times 10^{-2}$ atm) |



الف نمودار فشار گاز اکسیژن را بر حسب ارتفاع، در نمودار زیر رسم کنید.

ب با توجه به نمودار، با افزایش ارتفاع در هواکره، فشار گاز اکسیژن چه تغییری می کند؟

پ با استفاده از نمودار رسم شده، فشار گاز اکسیژن را در ارتفاع ۲۵۰۰ متری و ۶۲۰۰ متری پیش بینی کنید.



ت چرا کوهنوردان هنگام صعود به قله های بلند از کپسول اکسیژن استفاده می کنند؟

زنده یاد محمد اوراز (اهل شهر زیبا و کوهستانی نقده) کوهنورد ایرانی هنگام صعود به قله اورست دارنده ۵ مدل طلا و نقره جهانی کوهنوردی

قسمت دوم: واکنش های شیمیایی و قانون پایستگی جرم

صفحه 56 تا 60 کتاب درسی

درس نامه

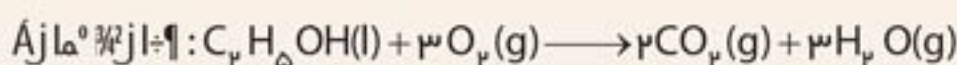
برای بیان تغییرهای شیمیایی از نوشتن معادله واکنش استفاده می شود. تغییر شیمیایی به تغییری گفته می شود که طی آن، ماهیت ماده دچار تغییر شده و مولکول ها یا ذرات جدیدی پدید می آیند.

◀ معادله نوشتاری و معادله نمادی واکنش

معادله هر واکنش به دو صورت قابل نوشتن است: معادله نوشتاری و معادله نمادی

در معادله نوشتاری نام مواد واکنش دهنده و فراورده نوشته می شود اما در معادله نمادی، فرمول شیمیایی مواد نوشته شده و اطلاعاتی درباره شرایط واکنش و حالت فیزیکی آنها با استفاده از نمادهای شیمیایی مشخص می گردد.

مثال:

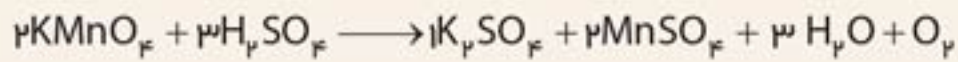


در معادله نمادی واکنش، حالت فیزیکی هریک از مواد با استفاده از نمادهای زیر می تواند مشخص گردد:

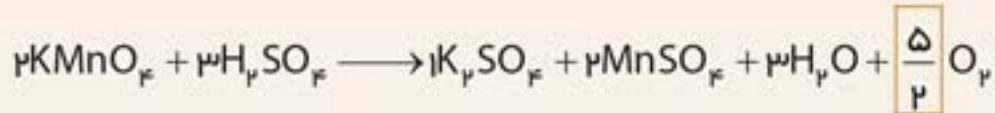
| سخت | مایع | جامد | گاز | محلول آبی |
|-----|------|------|-----|-----------|
| (s) | (l) | (c) | (g) | (aq) |



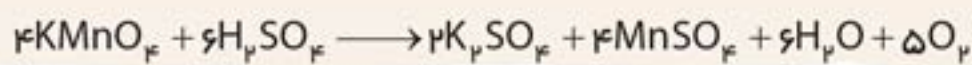
وارسی سوم: از دو عنصر موازنه نشده (O و H)، تعداد اتم هر دوی آنها در سمت چپ معادله مشخص شده است. اما در این مرحله O را نمی‌توان موازنه کرد، زیرا در سمت راست معادله، دو ماده دارای O وجود دارند که ضریب ندارند. پس با تعیین ضریب مناسب برای H_2O ، به موازنه H می‌پردازیم:



اکنون **آخرین وارسی** را انجام می‌دهیم: تعداد اتم O در سمت چپ معادله، مشخص شده است: ۲۰ اتم O. پس ضریب O_2 را چنان تعیین می‌کنیم که O نیز موازنه شود:



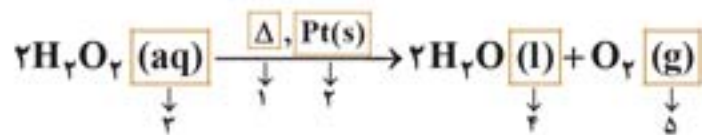
لازم است همه ضریب‌ها را در عدد ۲ ضرب کنیم تا ضریب کسری نداشته باشیم:



واکنش‌های شیمیایی و قانون پایستگی جرم

پیش‌نامه

۲۰) معادله واکنشی به صورت زیر نوشته شده است:



با توجه به معادله واکنش، به موارد زیر پاسخ دهید:

الف) فرمول شیمیایی واکنش‌دهنده چیست؟

ب) فرمول شیمیایی هر یک از فراورده‌ها را بنویسید.

پ) این معادله، نوشتاری است یا نمادی؟

ت) مفهوم هر یک از نمادهای مشخص شده را در جدول زیر مشخص کنید:

| شماره نماد | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ |
|------------|---|---|---|---|---|
| مفهوم | | | | | |

۲۱) گازهای نیتروژن و هیدروژن در دمای $550^\circ C$ و فشار ۲۰۰ اتمسفر در حضور کاتالیزگر فلز آهن با یکدیگر واکنش داده و موجب تولید گاز آمونیاک (NH_3) می‌شوند. معادله نمادی مربوط به این واکنش را نوشته و شرایط ذکر شده را نیز در معادله مشخص کنید. توجه نمایید که قانون پایستگی جرم در معادله نوشته شده، رعایت شده باشد.

پرسش نامه

خواص و رفتار گازها

۸۴ با توجه به شکل های زیر، اگر حالت ماده در ظرف های الف، ب و پ به ترتیب، جامد و مایع و گاز باشد، جدول زیر را با استفاده از کلمات «دارد» و «ندارد» کامل کنید:



| جرم معین | شکل معین | حجم معین | |
|----------|----------|----------|------|
| دارد | | | جامد |
| | ندارد | | مایع |
| | | | گاز |

۸۵ اگر تعداد مول و دمای هر سه نمونه گاز در شکل مقابل یکسان باشد، در این صورت:



الف فشار گاز موجود در ظرف ب چند برابر فشار گاز موجود در ظرف پ است؟

ب حجم گاز موجود در ظرف الف چند برابر حجم گاز موجود در ظرف ب است؟

پ از این شکل نتیجه می شود:

«در دمای ثابت، اگر فشار گاز،، حجم گاز»

ت اگر فشار را با P و حجم را با V نشان دهیم، آیا می توان در مورد یک نمونه گاز در دمای ثابت نوشت:

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

۸۶ در یک ظرف ۵ لیتری گازی با فشار ۰/۴ اتمسفر موجود است. اگر در دمای ثابت، گاز موجود در این ظرف را به یک ظرف ۲ لیتری انتقال دهیم، فشار گاز در ظرف جدید چند اتمسفر خواهد بود؟

.....

.....

.....

۲۲ معادله نمادی هر یک از معادله‌های نوشتاری زیر را نوشته و آن‌گاه، به روش وارسی، معادله را موازنه کنید:

- الف $K_2CO_3 + H_2O \rightarrow K_2O + H_2CO_3$
(کربنات پتاسیم) (آب) (اکسید پتاسیم) (اسید کربنیک)
- ب $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$
- پ $K_2CO_3 + H_2O \rightarrow K_2O + H_2CO_3$
(کربنات پتاسیم) (آب) (اکسید پتاسیم) (اسید کربنیک)

۲۳ معادله هر یک از واکنش‌های زیر را به روش وارسی موازنه کنید:

- الف $C_2H_5OH + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$
- ب $C_2H_5NO_2 \rightarrow CO_2 + H_2O + N_2 + O_2$
- پ $(NH_4)_2Cr_2O_7 \rightarrow Cr_2O_3 + N_2 + H_2O$
- ت $C_2H_5(OH)_2 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$
- ث $H_3PO_4 + CaSO_4 \rightarrow H_2SO_4 + Ca_3(PO_4)_2$
- ج $Al + H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + H_2$

۲۴ معادله هر یک از واکنش‌های زیر را موازنه کنید:

- الف $Al_2O_3 + HF + NaOH \rightarrow Na_3AlF_6 + H_2O$
- ب $K_2Cr_2O_7 + HCl \rightarrow KCl + CrCl_3 + Cl_2 + H_2O$
- پ $KMnO_4 + HBr \rightarrow KBr + MnBr_2 + Br_2 + H_2O$
- ت $KOH + Cl_2 \rightarrow KCl + KClO_3 + H_2O$
- ث $CuSO_4 + KI \rightarrow CuI + I_2 + K_2SO_4$

۲۵ معادله هر یک از واکنش‌های زیر را کامل کرده و سپس آن‌ها را موازنه کنید:

- الف $KF + CaCl_2 \rightarrow \dots + KCl$
- ب $H_2SO_4 + BaCl_2 \rightarrow \dots + HCl$
- پ $H_3PO_4 + \dots \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 + H_2O$
- ت $Na_3P + \dots \rightarrow NaF + AlP$
- ث $\dots + Ag_2N \rightarrow Ag + Mg_3N_2$

۲۶ با توجه به شکل زیر، در جای خالی (مربوط به ترازوی وسطی) عدد مناسب بنویسید. ($S = 32, Ag = 108 \text{ g.mol}^{-1}$)



درس نامه

قسمت سوم: ترکیب اکسیژن با فلزها و نافلزها

صفحة 45 تا 56 کتاب درسی

اغلب فلزها در طبیعت، به شکل ترکیب یافت می‌شوند که بخش قابل توجهی از آن‌ها به شکل اکسید است، مانند Al_2O_3 (در سنگ معدن بوکسیت) و Fe_2O_3 (در سنگ معدن هماتیت).

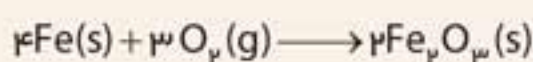


بوکسیت



هماتیت

آهن با اکسیژن در هوای مرطوب واکنش داده و زنگ آهن قهوه‌ای رنگ را تشکیل می‌دهد.



زنگار تشکیل شده متخلخل است، به همین دلیل بخار آب و اکسیژن می‌توانند به لایه‌های زیرین نفوذ کرده و باقی‌مانده فلز را نیز مورد حمله قرار دهند. به این ترتیب، اکسایش آهن تا تبدیل تمام فلز به زنگار پیشرفت می‌کند. زنگار (اکسید آهن) استحکام لازم را نداشته و در اثر ضربه، خرد می‌شود و فرو می‌ریزد.

به ترد شدن، خرد شدن و فرو ریختن فلزها بر اثر اکسایش، خوردگی گفته می‌شود.

برخی از فلزها، مانند آلومینیم (Al) و روی (Zn)، با این‌که اکسید شونده‌تر از آهن نیز می‌باشند ولی برخلاف آهن، دچار خوردگی نمی‌شوند. زیرا اکسید آن‌ها در سطح فلز، همانند یک لایه محافظ عمل کرده و از ادامه اکسایش فلز جلوگیری می‌کند.



آلومینیوم اکسید (Al_2O_3) جامدی با ساختار متراکم و پایدار است که محکم به سطح فلز چسبیده و از رسیدن بخار آب و اکسیژن به فلز ممانعت می‌کند. دقیقاً به همین دلیل است که آلومینیوم برخلاف آهن، نیازی به رنگ کردن ندارد و در برابر خوردگی، مقاوم است.

آهن با اکسیژن دو نوع اکسید دارد: FeO و Fe_2O_3 . در واقع اکسید آهن، ابتدا به تولید FeO می‌انجامد و سپس، از اثر اکسیژن بر این ترکیب، Fe_2O_3 پدید می‌آید.

پرسش نامه

ترکیب اکسیژن با فلزها و نافلزها

۳۰ با استفاده از کلمه‌های ارائه شده در کادر زیر، جمله‌های نوشته شده را تکمیل کنید: (همه کلمه‌ها استفاده نمی‌شوند).

همه • اغلب • قابل توجهی • اندکی • هماتیت • بوکسیت • قهوه‌ای • سفید • گرم • مرطوب • دارد • ندارد • می‌شود

نمی‌شود • متراکم و پایدار • متخلخل و نفوذپذیر • برخلاف • همانند • است • نیست • فولاد • آلومینیم • مس

الف فلزها در طبیعت به شکل ترکیب یافت می‌شوند که بخش _____ از آن‌ها، به شکل اکسید هستند.

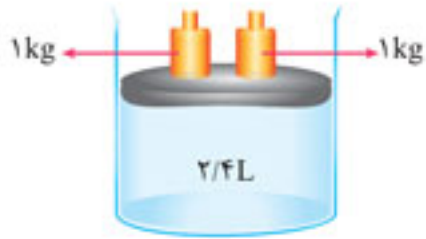
ب فلز آلومینیم به صورت _____ (Al_2O_3) و فلز آهن، به صورت _____ (Fe_2O_3) در طبیعت وجود دارد.

پ آهن با اکسیژن در هوای _____ واکنش داده و زنگ آهن _____ رنگ تشکیل می‌دهد.



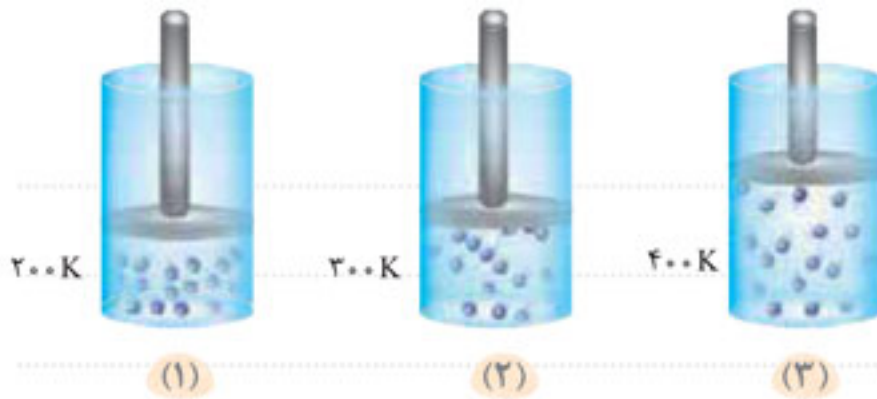
۸۷ در یک ظرف مجهز به پیستون روان و متحرک، یک نمونه گازی مطابق شکل زیر موجود است:

اگر یک وزنه چهار کیلوگرمی دیگر روی درپوش ظرف قرار دهیم، حجم گاز (با فرض عدم تغییر دما) به چند لیتر خواهد رسید؟



۸۸ با توجه به شکل زیر، اگر تعداد مول و فشار گاز در سه ظرف، یکسان باشد:

الف حجم گاز در ظرف (۲)، چند برابر حجم گاز در ظرف (۱) می باشد؟



ب چه رابطه‌ای میان دمای گاز (بر حسب کلوین) با حجم آن (در فشار ثابت) وجود دارد؟

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

پ آیا در مورد یک نمونه گاز در فشار ثابت می توان نوشت:

۸۹ در یک ظرف مجهز به پیستون روان و متحرک، یک نمونه گاز مطابق شکل زیر موجود است:

اگر دمای گاز را از 50°C به 373°C برسانیم، به طوری که فشار ثابت بماند، حجم گاز در شرایط جدید به چند لیتر خواهد رسید؟

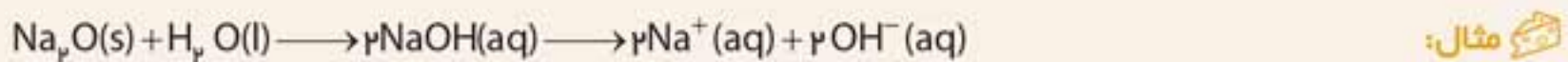


توجه: برای تبدیل دمای سلسیوس ($^{\circ}\text{C}$) به دمای کلوین (K)، باید عدد 273 را با دمای سلسیوس جمع کنیم.

$$K = ^{\circ}\text{C} + 273$$

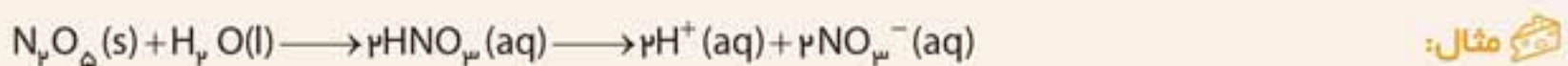
● به طور کلی اکسیدهای فلزی با حل شدن در آب، محلول بازی و اکسیدهای نافلزی با حل شدن در آب، محلول اسیدی پدید می‌آورند. به همین دلیل، اکسیدهای فلزی را اکسیدهای بازی و اکسیدهای نافلزی را اکسیدهای اسیدی نیز می‌نامند.

● در اثر واکنش یک اکسید فلزی با آب، هیدروکسید آن تولید شده و در نتیجه، موجب افزایش غلظت یون OH^- در محلول آبی و تولید محلول بازی می‌شود.



با افزایش غلظت OH^- در محلول آبی، pH محلول افزایش یافته و محلول بازی می‌شود.

● در اثر واکنش یک اکسید نافلزی با آب، اسید اکسیژن‌دار مربوط به آن نافلز تولید شده و در نتیجه، موجب افزایش غلظت یون H^+ در محلول آبی و تولید محلول اسیدی می‌شود.



با افزایش غلظت H^+ در محلول آبی، pH محلول کاهش یافته و محلول اسیدی می‌شود.



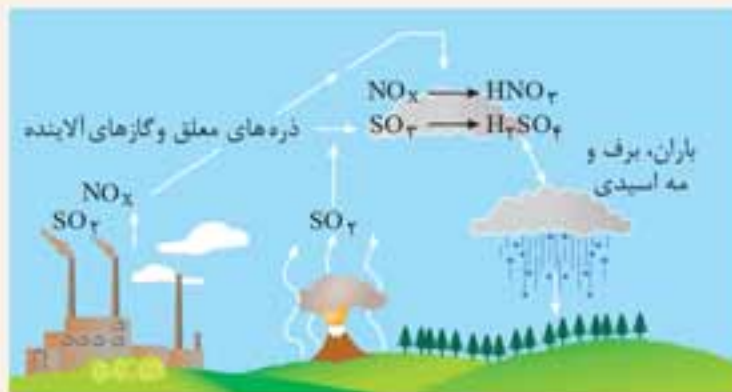
◀ pH محلول‌های آبی



pH عددی است بین صفر و چهارده که نمایانگر وضعیت محلول از نظر اسیدی یا بازی یا خنثی بودن است.

در دمای اتاق، pH آب خالص و محلول‌های خنثی برابر ۷ است. هرچه pH پایین‌تر رود، نشانگر اسیدی‌تر شدن محلول و هرچه pH بالاتر رود، نمایانگر بازی‌تر شدن محلول است.

به طور کلی، اکسیدهای فلزی دارای خاصیت بازی و اکسیدهای نافلزی دارای خاصیت اسیدی می‌باشند و افزودن آن‌ها به آب، pH آب را به ترتیب افزایش و کاهش می‌دهد.



آلاینده‌هایی که شامل اکسیدهای نافلزی هستند (از جمله CO_2 ، NO_2 و SO_2)، هنگام بارش باران در آب باران حل شده و به آب باران خاصیت اسیدی می‌دهند. در این حالت گفته می‌شود «باران اسیدی باریده است.» برای کنترل میزان اسیدی بودن آب دریاچه‌ها در زمین‌های کشاورزی، از افزودن آهک (CaO) استفاده می‌شود.



پیش‌نامه

خواص اکسیدهای فلزی و نافلزی

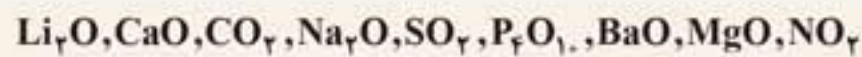
۵۱ الف اکسیدهای فلزی چه خاصیتی دارند؟

ب چند اکسید فلزی نام برده و فرمول شیمیایی هر کدام را بنویسید.

۵۲ الف اکسیدهای نافلزی چه خاصیتی دارند؟

ب چند اکسید نافلزی نام برده و فرمول شیمیایی هر کدام را بنویسید.

۵۳ اکسیدهای زیر را به دو دسته تقسیم کنید: اکسیدهای اسیدی و اکسیدهای بازی



۵۴ در هر یک از جمله‌های زیر، با توجه به کلمه‌ها یا نمادهای پیشنهاد شده در داخل کادر، در جای خالی، گزینه درست را قرار دهید:

توجه: برخی از کلمه‌ها یا نمادها، بیش از یک بار استفاده می‌شود و برخی دیگر، ممکن است استفاده نشده و اضافی باشند.

منیزیم اکسید • کلسیم اکسید • اسیدی • بازی • آهکی • یون Na^+ • کربن دی‌اکسید • افزایش • کاهش • قرمز • آبی • بیشتر • کم‌تر • SO_2 • NO_2 • SO_3 • CO

الف افزودن _____ به خاک کشاورزی، موجب کاهش خاصیت _____ آن می‌شود.



مرجان

ب مرجان‌ها گروهی از کیسه‌تنان هستند که اسکلت _____ دارند. با افزایش مقدار _____ در آب، این جانداران از بین می‌روند.

پ از _____ برای کنترل میزان اسیدی بودن آب دریاچه‌ها استفاده می‌شود.

ت حل شدن کربن دی‌اکسید موجود در هواکره در آب دریاها و اقیانوس‌ها، خاصیت اسیدی آب را _____ می‌دهد و موجب _____ pH آن می‌شود.

ث آب گازدار دارای خاصیت _____ بوده و کاغذ پی‌اچ را به رنگ _____ در می‌آورد.

ج آب آهک دارای pH _____ از ۷ بوده و کاغذ پی‌اچ را به رنگ _____ در می‌آورد.

چ حل شدن کربن دی‌اکسید و آلاینده‌هایی مانند _____ و _____ در آب باران، موجب پدید آمدن «باران اسیدی» می‌شود. باران اسیدی دارای pH _____ از ۷ می‌باشد.

۹۰ با توجه به شکل زیر، اگر دو نمونه گاز دارای دما و فشار ثابت و یکسان باشند، حجم گاز در ظرف **ب**، چند برابر حجم گاز در ظرف **الف** می‌باشد؟ (هر ذره را معادل $1/02$ مول در نظر بگیرید.)



۹۱ در جاهای خالی عبارتهای **الف تا ج**، کلمه‌ها یا نمادهای مناسب را از کادر کلمات زیر قرار دهید: (برخی از کلمه‌ها، ممکن است بیش از یک بار استفاده شوند و تعدادی از کلمه‌ها یا نمادها ممکن است استفاده نشوند.)

جامدها • گازها • مایعات • بیش‌تر • کم‌تر • ۲۵ • صفر • $21/2$ • $22/4$ • دارند • ندارند • فشار • دمای • گازهای • جامدهای

الف بر خلاف و شکل و حجم معینی ندارند.

ب تراکم‌پذیرند و حجم آن‌ها در فشارهای بالاتر، می‌شود.

پ با افزایش گاز، حجم آن کم‌تر می‌شود.

ت با افزایش گاز موجود در سیلندری با پیستون روان، فاصله بین مولکول‌های گاز، شده و حجم گاز، بیش‌تر می‌شود.

ث مطابق قانون آووگادرو، یک مول از مختلف در دما و فشار ثابت و یکسان، حجم یکسانی

ج در دمای درجه سلسیوس و فشار یک اتمسفر، یک مول گاز نیتروژن دارای لیتر حجم می‌باشد.

۹۲ درستی (✓) یا نادرستی (✗) هر یک از عبارتهای زیر را مشخص کرده و شکل درست عبارتهای نادرست را بازنویسی کنید:

الف با افزایش فشار وارد بر یک مایع، از حجم آن کاسته می‌شود.

ب در دمای ثابت، تغییر فشار گاز در مقدار حجم آن، بی‌تأثیر است.

پ هرچه دما و فشار یک نمونه گاز بیش‌تر باشد، حجم آن کم‌تر است.

ت در دما و فشار ثابت و یکسان، حجم یک مول $H_2(g)$ کم‌تر از حجم یک مول $CO_2(g)$ است.

ث مطابق قانون آووگادرو، یک مول از هر گازی در دمای $25^\circ C$ و فشار یک اتمسفر، حجمی برابر $22/4$ لیتر دارد.

ج حجم یک مول گاز O_2 در دمای $25^\circ C$ و فشار یک اتمسفر، کم‌تر از حجم یک مول گاز NO_2 در دمای $20^\circ C$ و فشار دو اتمسفر است.

۹۳ شخصی در دمای صفر درجه سلسیوس و فشار یک اتمسفر در هر دقیقه، ۱۵ بار نفس می‌کشد و هر بار، ۴۰۰ میلی‌لیتر هوا وارد ریه‌های او می‌شود. با فرض این‌که ۲۰٪ هوا را گاز اکسیژن تشکیل دهد، چند ساعت طول می‌کشد تا اکسیژن موجود در ۷۲۰ لیتر هوا را تنفس کند؟



- چ آلوتروپ یا دگرشکل به اشکال مختلف یک ترکیب گفته می‌شود.
- ح رنگ قهوه‌ای هوای آلوده در شهرهای صنعتی، به خاطر گاز نیتروژن مونوکسید موجود در هوای این شهرها می‌باشد.
- خ در موتور خودرو در اثر واکنش گازهای نیتروژن و اکسیژن، اکسیدهای نیتروژن پدید می‌آیند.

۸۳ اگر واکنش $2O_3(g) \rightarrow 3O_2(g)$ برگشت‌ناپذیر بود، چه فاجعه‌ای پیش می‌آمد؟

قسمت نهم: خواص و رفتار گازها

درسنامه

صفحه 81 تا 84 کتاب درسی

برخی ویژگی‌های گازها - مقایسه با جامدها و مایعات

- گازها شکل و حجم معینی ندارند.
- گازها به سرعت در هوا منتشر می‌شوند و به همین دلیل، در هر ظرف معینی، در تمام فضای داخل آن ظرف پخش می‌شوند و لذا، حجم و شکل ظرف، حجم و شکل گاز داخل آن را نیز مشخص می‌کند.
- فاصله میان مولکول‌های گاز در مقایسه با حجم اشغال‌شده توسط مولکول‌های گاز، به قدری بیشتر است که حجم اشغال‌شده توسط یک گاز (در دمای معین)، صرفاً تابع تعداد مولکول گاز بوده و نوع و اندازه مولکول‌های گاز در حجم گاز تأثیری ندارد.

مقایسه گازها با جامدها و مایعات

| حجم معین | شکل معین | جرم معین | |
|----------|----------|----------|------|
| ندارد | ندارد | دارد | گاز |
| دارد | ندارد | دارد | مایع |
| دارد | دارد | دارد | جامد |

رابطه حجم یک نمونه گاز با فشار آن

حجم یک نمونه معین از یک گاز (که شامل تعداد مول معینی است)، به دما و فشار وابسته است. در دمای ثابت، هرچه فشار گاز بالاتر باشد، حجم اشغال‌شده توسط آن، کمتر است.

در دمای معین، حجم یک نمونه گازی معین با فشار آن، رابطه وارون دارد، به طوری که می‌توان نوشت:

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

یعنی اگر فشار گاز دو برابر شود، حجم آن نصف می‌شود.



شکل مقابل نیز رابطه حجم یک نمونه گاز با فشار آن را (در دمای ثابت) به خوبی نشان می‌دهد.

فشار گاز در ظرف (پ)، دو برابر ظرف (الف) و $\frac{2}{3}$ برابر ظرف (ب) است. بنابراین، حجم گاز در ظرف (پ)، نصف ظرف (الف) و $\frac{3}{2}$ برابر ظرف (ب) است.

در ارتباط با رابطه حجم گاز با فشار آن در دمای ثابت، مسائل جالبی قابل طرح است. اگر تشریف بیارین کارگاه ۶، چند مسئله خوش‌فرم در این زمینه حل خواهیم کرد:

کارگاه حل مسئله 6

رابطه حجم گاز با فشار آن در دمای ثابت

مسئله ۱: یک نمونه گاز در دمای 12.25°C ۱۲ لیتر حجم دارد. هرگاه در دمای ثابت، فشار گاز را چهار برابر کنیم، حجم آن به چند لیتر می‌رسد؟

پاسخ: حاصل ضرب حجم گاز در فشار آن در دمای ثابت، مقداری ثابت است. بنابراین:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{P_1}{P_2} \times V_1$$

$$V_2 = \frac{1}{4} \times 12 = 3\text{L} \text{ بنابراین:}$$

مسئله ۲: در دمای 30°C یک نمونه گاز در ظرفی به حجم ۶ لیتر با فشار ۶ اتمسفر موجود است. هرگاه این نمونه گاز را در دمای ثابت، به یک ظرف ۱۵ لیتری انتقال دهیم، فشار گاز به چند اتمسفر می‌رسد؟

پاسخ: در دمای ثابت، حجم گاز از ۶ لیتر به ۱۵ لیتر رسیده و $\frac{15}{6}$ یا $\frac{5}{2}$ برابر شده است. به هر نسبتی که

حجم افزایش پیدا می‌کند، فشار گاز کمتر می‌شود. بنابراین:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow P_2 = \frac{P_1 V_1}{V_2} = \frac{6}{5} \times 6 = 7.2\text{ atm}$$

رابطه حجم یک نمونه گاز با دمای آن

با افزایش دمای یک نمونه گازی شکل، برخورد مولکول‌های گاز با یکدیگر، شدیدتر شده و موجب افزایش فاصله مولکول‌های گاز از یکدیگر و در نتیجه، افزایش حجم گاز می‌شود.

در فشار ثابت، به هر نسبتی که دمای گاز (برحسب کلوین) بیشتر شود، حجم آن نیز بیشتر می‌شود.

برای یک نمونه گاز در فشار ثابت می‌توان نوشت:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad (K \text{ ve } 0^\circ\text{C})$$

توجه کنید که در رابطه فوق، T دمای گاز برحسب کلوین است و اگر دما برحسب درجه سلسیوس مشخص شده باشد، با افزودن عدد ۲۷۳ به دمای سلسیوس، می‌توان دمای کلوین را به دست آورد.

$$K = ^\circ\text{C} + 273$$

درس نامه

قسمت دهم: استوکیومتری واکنش‌ها

صفحه 84 و 85 کتاب درسی

قواعدی در ارتباط با کسرهای تبدیل - یادآوری

● فرض کنید m گرم از یک ماده گازی با حجم V لیتر در اختیار داریم که جرم مولی آن، M گرم بر مول است. با

$$\frac{m}{M} = \frac{V}{22.4} = \frac{p \cdot V}{N_A} = p \cdot V \cdot \frac{1}{N_A} \quad (N_A = 6.02 \times 10^{23})$$

فرض این‌که شرایط STP باشد:

$$1(\text{mol}) \sim M(\text{g}) \sim 22.4(\text{L}) \sim N_A$$

● اگر مقدار گاز مذکور به یکی از چهار فرم فوق‌الذکر در دست باشد، با استفاده از یک کسر تبدیل مناسب می‌توان مقدار آن را به هر یک از سه فرم دیگر نیز به دست آورد. در کسر تبدیل مورد نظر، صورت و مخرج با یکدیگر هم‌ارز بوده و جنس مخرج کسر از فرم معلوم و جنس صورت کسر از فرم مجهول است.

کارگاه حل مسئله 12

تبدیلات استوکیومتری - 1

مسئله 1: در شرایط STP، مقدار $1/12$ لیتر از گاز کربن دی‌اکسید موجود است.

الف این نمونه گاز شامل چند مول است؟

ب این نمونه گاز چند گرم جرم دارد؟ ($\text{CO}_2 = 44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

پ این نمونه گاز شامل چند مولکول CO_2 است؟

پاسخ:

الف $1/12 \times \frac{1}{22.4} = 0.00375 \text{ mol CO}_2$

ب $1/12 \times \frac{1}{22.4} \times \frac{44}{1} = 0.1625 \text{ g CO}_2$

پ $1/12 \times \frac{1}{22.4} \times \frac{6.02 \times 10^{23}}{1} = 2.25 \times 10^{21}$ (مولکول CO_2)

مسئله 2: در شرایط STP، مقدار $9/6$ گرم گاز اوزون موجود است. با توجه به این‌که جرم مولی اوزون، 48 گرم بر مول است:

الف حجم این نمونه گاز چند لیتر است؟

ب تعداد مولکول موجود در این نمونه گاز چقدر است؟

الف $9/6 \times \frac{1}{48} \times \frac{22.4}{1} = 4.2 \text{ L O}_3(\text{g})$

ب $9/6 \times \frac{1}{48} \times \frac{6.02 \times 10^{23}}{1} = 2.0075 \times 10^{23}$ (مولکول O_3)

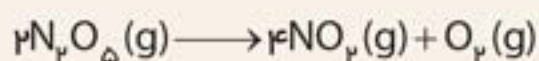


کارگاه حل مسئله 19

استوکیومتری واکنش‌ها- تبدیل مول به حجم گاز با چگالی معین و بالعکس

مسئله ۱: با تجزیه ۸ لیتر گاز N_2O_5 با چگالی $2/16$ گرم بر لیتر مطابق واکنش زیر، چند گرم گاز NO_2 حاصل می‌شود؟

$$(NO_2 = 46, N_2O_5 = 108 \text{ g.mol}^{-1})$$



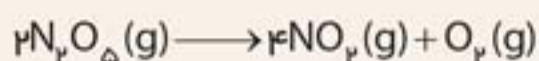
$$\frac{8 \times 2/16}{108} \times \frac{1}{2} \times 4 \times 46 = 14/72 \text{ g } NO_2$$

$\frac{\text{g } N_2O_5}{\text{mol } N_2O_5} \times \frac{\text{mol } N_2O_5}{\text{mol } NO_2} \times \frac{\text{mol } NO_2}{\text{g } NO_2}$

پاسخ:

مسئله ۲: برای تولید $4/6$ گرم NO_2 طبق واکنش زیر، چند لیتر گاز N_2O_5 با چگالی $2/16$ گرم بر لیتر لازم است؟

$$(NO_2 = 46 \text{ g.mol}^{-1}, N_2O_5 = 108 \text{ g.mol}^{-1})$$



$$\frac{4/6}{46} \times \frac{2}{4} \times 108 \times \frac{1}{2/16} = 2/5 \text{ L } N_2O_5$$

$\frac{\text{mol } NO_2}{\text{g } NO_2} \times \frac{\text{mol } N_2O_5}{\text{mol } NO_2} \times \frac{\text{g } N_2O_5}{\text{L } N_2O_5}$

پاسخ:

استوکیومتری واکنش‌ها

پرسش‌نامه

۹۶ با توجه به معادله واکنش $4NO_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2N_2O_5(g)$ به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

الف ۸/۰ مول O_2 با چند مول NO_2 واکنش می‌دهد؟

ب با مصرف ۸/۰ مول NO_2 ، چند مول N_2O_5 تولید می‌شود؟

۹۷ با توجه به معادله واکنش فوق، به پرسش‌های مطرح‌شده پاسخ دهید: $4NH_3(g) + 5O_2(g) \longrightarrow 4NO(g) + 6H_2O(g)$

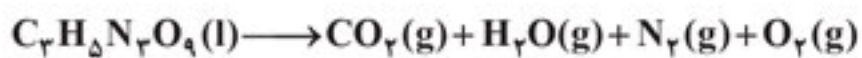
الف با مصرف چند مول O_2 ، ۱۲/۰ مول NO حاصل می‌شود؟

ب با مصرف ۰/۸ مول NH_3 چند گرم گاز NO حاصل می‌شود؟

پ برای تولید ۲۸/۸ گرم بخار آب، چند مول NH_3 لازم است مصرف شود؟

ت مصرف ۱۳/۶ گرم گاز آمونیاک با تولید چند گرم H_2O همراه است؟ ($\text{H} = 1, \text{O} = 16, \text{N} = 14 \text{ g.mol}^{-1}$)

۹۸ در صورتی که ۰/۸ مول نیتروگلیسرین مطابق معادله موازنه‌نشده زیر تجزیه شود، در این صورت:



الف چند مول گاز تولید می‌شود؟

ب چند گرم گاز کربن دی‌اکسید تولید می‌شود؟

پ حجم گاز نیتروژن تولیدشده در شرایط STP برابر چند لیتر است؟

۹۹ با اثر دادن ۲/۴ مول فلز آلومینیم بر محلول مس (II) فلوئورید، چند مول فلز مس حاصل می‌شود؟



۱۰۰ ۰/۴ مول گاز اتان (C_2H_6) با چند مول گاز اکسیژن به طور کامل می‌سوزد و در این واکنش، چند مول CO_2 و چند



(1/5 نمره)

۱ جاهای خالی را با کلمات مناسب پر کنید.

- الف فشار در هواکره با فاصله گرفتن از سطح زمین می یابد.
- ب زغال سنگ در حضور اکسیژن می سوزد و افزون بر آزاد کردن انرژی باعث تولید گازهای و بخار آب می شود.
- پ حل شدن کربن دی اکسید در دریاها منجر به افزایش خاصیت آب می شود که این امر زندگی آبزیان را به خطر می اندازد.
- ت اصطلاح لایه اوزون به منطقه مشخصی از هواکره به نام گفته می شود.

۲ درستی (✓) یا نادرستی (✗) هر یک از عبارتهای زیر را مشخص نمایید و دلیل نادرستی عبارات نادرست را مشخص کنید. (2/25 نمره)

- الف در باتری های قابل شارژ واکنش های شیمیایی برگشت پذیر رخ می دهد.
- ب شیمی دان ها دمای صفر کلوین و فشار یک اتمسفر را به عنوان شرایط استاندارد (STP) ارائه دادند.
- پ پرتوهای الکترومغناطیسی در لایه های بالایی هواکره می توانند اتم ها و مولکول ها را به یون ها تبدیل کنند.
- ت گازهای نیتروژن، اکسیژن و آرگون را در صنعت از طریق تقطیر جزء به جزء هوای مایع تهیه می کنند.
- ث دگر شکل به شکل های گوناگون یک ترکیب گفته می شود.
- ج به بخشی از شیمی که به ارتباط کیفی میان مواد شرکت کننده در یک واکنش می پردازد، استوکیومتری واکنش می گویند.

۳ ویژگی های نام برده شده در ستون ب متعلق به گازهای موجود در ستون الف می باشد. آن ها را با یک خط به

(1 نمره)

یکدیگر متصل کنید:

| الف | ب |
|------------------|--|
| نیتروژن | گازی بی رنگ، بی بو و غیر سمی است و به مقدار اندکی در هواکره وجود دارد. |
| آرگون | این گاز به رنگ قهوه ای است و درون موتور خودرو در دمای بالا به وجود می آید. |
| کربن مونو اکسید | گازی بی رنگ، بی بو و سمی است. |
| نیتروژن دی اکسید | از این گاز برای پر کردن تایر خودرو و در صنعت سرماسازی برای انجماد مواد غذایی استفاده می شود. |

(1/5 نمره)

۴ هر یک از اصطلاحات زیر را تعریف کنید.

الف خوردگی فلز:

ب سوختن:

پاسخ کوتاه برخی از سوالها

در این بخش برای اینکه از پاسخی که به آن رسیده‌اید اطمینان پیدا کنید و اگر به جواب صحیح نرسیده‌اید بیشتر تلاش کنید تا به این پاسخ دست یابید، جواب آخر تمرین‌هایی که راه حل محاسباتی دارند آورده‌ایم.



الف ۳/۲g ب ۰/۰۴ mol (۴۹)

ب ۵۰ mol ت ۱/۵۰۵ × ۱۰^{۲۴} atom

فصل دوم: رد پای گازها در زندگی

الف حدود ۱۵/۲۱ × ۱۰^{-۲} atm (۱۹)

ب حدود ۹/۵ × ۱۰^{-۲} atm

p_r = ۱ atm (۸۶)

۰/۸L (۸۷)

الف ۱/۵ (۸۸)

V_r = ۱۶L (۸۹)

۰/۸۳ (۹۰)

۲h (۹۳)

(۹۴)

| مول (mol) | ۲ | ۲/۵ | ۴ | ۴ | ۶ |
|-----------|-------|-----|-------|-------|----------------------------|
| حجم (L) | ۴۴/۸L | ۵۶L | ۸۹/۶L | ۸۹/۶L | ۸ × ۱۰ ^۵ ۱۳۴/۴L |
| جرم (g) | ۴g | ۵۰g | ۱۷۶g | ۱۲۸g | ۲۴g |

۲mol، ۴۴/۸L حدود ۱۲/۰۴ × ۱۰^{۲۳} (۹۵)

الف ۳/۲mol NO_۲ ب ۰/۴mol N_۲O_۵ (۹۶)

الف ۰/۱۵ mol O_۲ ب ۲۴g NO (۹۷)

ب ۱/۰۶mol NH_۳ ت ۲۱/۶g H_۲O

الف ۵/۸mol pl_۲ ب ۱۰۵/۶g CO_۲ (۹۸)

ب ۱۲۹/۹۲L pl_۲

۳/۶mol Cu (۹۹)

الف ۰/۸mol CO_۲ و ۱/۲mol H_۲O (۱۰۰)

الف ۱/۶mol HNO_۳ ب ۰/۶mol Cu(NO_۳)_۲ (۱۰۱)

ب ۲۴/۰۸ × ۱۰^{۲۲} NO

فصل اول: کیهان؛ زادگاه الفبای هستی

الف ۳/۶ × ۱۰^۸ kg Fe (۴)

ب ۲/۷ × ۱۰^{-۶} g

ب ۲/۳۹۴۹ × ۱۰^{-۱۲} J ت ۳/۷۵ × ۱۰^۷ m^۳ H_۲O

ت ۵/۳ × ۱۰^{-۲} g

Z = ۲۵ (۱۳)

Z = ۲۸ (۱۴)

Z = ۵۳ (۱۵)

الف ۷/۰۴ × ۱۰^{۲۰} atom Mg ب ۱۱۱ (۱۸)

(۳۰) ۴ × ۱۰^{-۲۳} g

(۳۱) ۶/۹۴

(۳۲) N = ۲۰

(۳۴) ۵۵۰

الف ۵۲٪ درصد فراوانی ^{۱۰۹}Ag ب $\bar{M} = ۱۰/۸$ (۳۵)

الف ۱۵/۸۴ amu ب ۳۹/۶ amu (۳۶)

(۳۸) $\bar{M} = ۹/۹$

الف ۹ مولکول ب ۵ نوع (۴۰)

الف ۹ مولکول ب ۵ نوع (۴۱)

الف ۴۴۵۴۵۴ ب ۲۰۰۰ (۴۲)

ب ۸ × ۱۰^۵ ت ۱۳۹۲۸۵

(۴۳) ۴۰۰

الف ۸ × ۱۰^۵ ب ۰/۹۹۹gH (۴۴)

(۴۵) ۱۲/۰۴ × ۱۰^{۲۲}

الف ۵۶g ب ۵۶۰g ب ۱/۹۹ mol (۴۶)

ت ۱/۵۰۵ × ۱۰^{۲۴} atom

الف ۱۸ ب ۹۸ ب ۸۰ (۴۷)

الف ۱۷/۶g ب مولکول ۱۲/۰۴ × ۱۰^{۲۲} (۴۸)

ب ۲۲۰۰g ت ۱۲/۰۴ × ۱۰^{۲۳} atom

پاسخ تشریحی تمرین‌های دشوار

در این بخش می‌توانید پاسخ تشریحی سؤال‌های دشواری که با علامت  مشخص شده‌اند ببینید.



$$\text{ppm} = \frac{6/75 \times 10^{-2} \text{ g}}{9000 \text{ g}} \times 10^6 = 0.75 \text{ ppm} \quad (28)$$

$$\text{ohTwl JA } \backslash e = 700 \text{ m}^3 \times 1000 = 7 \times 10^5 \text{ L} \times \frac{1 \text{ kg}}{\text{L}} \times \frac{10^{-2} \text{ g}}{1 \text{ kg}} = 7 \times 10^3 \text{ g} \quad (29)$$

$$1 \text{ ppm} = \frac{x \text{ g O}_2}{7 \times 10^3 \text{ g ohTwl JA}} \times 10^6 \Rightarrow x = 700 \text{ g O}_2$$

$$\text{A} \{ \text{O} \} \text{ kAnj} = \frac{\% \{ \text{O} \}}{\% \{ \text{H}_2\text{O} \}} \times 100$$

$$\Rightarrow 0.7 = \frac{700 \text{ g O}_2}{x \text{ g H}_2\text{O}} \times 100 \Rightarrow x = 1000 \text{ g} \quad (30)$$

$$\text{ppm} = \frac{0.1 \text{ g}}{4 \times 10^{12} \times \frac{10^{-2} \text{ g}}{1 \text{ kg}}} \times 10^6 = 2.5 \times 10^{-11} \text{ ppm} \quad (31)$$

$$0.8 \text{ ppm} = \frac{x \text{ (g)}}{5 \times 10^6 \text{ L} \times \frac{1 \text{ kg}}{\text{L}} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}}} \times 10^6 \Rightarrow x = 4000 \text{ g O}_2 \quad (32)$$

$$\text{HCl} \{ \text{O} \} \text{ kAnj} = \frac{426 \times 10^{-2} \text{ g}}{1 \text{ mL} \times 1.18 \frac{\text{g}}{\text{mL}}} \times 100 = 36.09\% \quad (33)$$

$$\lambda = \frac{10^{-10} \text{ ton}}{x} \times 100 \Rightarrow x = \% \{ \text{O} \} = 1/25 \times 10^{11} \text{ ton} \{ \text{O} \}$$

$$\text{JA} \{ \text{O} \} = 1/25 \times 10^{11} - 10^{-10} = 1/15 \times 10^{11} \text{ ton H}_2\text{O} \quad (34)$$

$$0.26 \frac{\text{mol}}{\text{L}} = \frac{n}{0.4 \text{ L}} \Rightarrow n = 0.104 \text{ mol} \quad (35)$$

$$\text{AolmlJ}^\circ \text{ d} = \frac{\% \{ \text{O} \}}{\% \{ \text{H}_2\text{O} \}} \times 100 = \frac{25 \text{ g}}{75 \text{ g H}_2\text{O}} \times 100 = 33.3 \quad (36)$$

$$10.8 \text{ ppm} = \frac{x \text{ (g)}}{2000 \text{ mL} \times 2/0.2 \frac{\text{g}}{\text{ml}}} \times 10^6 \Rightarrow x = 4/2622 \text{ g} \quad (37)$$

$$\text{A} \{ \text{O} \} \text{ SE} \{ \text{O} \} = \frac{4/2622 \text{ g KNO}_3 \times \frac{1 \text{ mol KNO}_3}{101 \text{ g KNO}_3}}{2 \text{ L}} = 0.0216 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \quad (38)$$

فصل اول: کیهان؛ زادگاه الفبای هستی

$$\text{حجم آب استخر} = 2 \times 10 \times 200 = 4000 \text{ m}^3$$

$$4000 \text{ m}^3 \times \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} \times \frac{1200 \text{ kJ}}{1 \text{ L}} \times \frac{1000 \text{ J}}{1 \text{ kJ}} = 48 \times 10^{11} \text{ J} \quad (39)$$

$$E = mc^2 \Rightarrow 48 \times 10^{11} \text{ J} = m \times (3 \times 10^8)^2$$

$$\Rightarrow m = 5/3 \times 10^{-5} \text{ kg} \quad (40)$$

$$e = N - 20 = Z - (-1) \Rightarrow \begin{cases} N - Z = 21 \\ N + Z = 127 \end{cases} \quad (41)$$

$$2N = 148$$

$$N = 74 \Rightarrow Z = 127 - 74 = 53 \quad (42)$$

$$160 \text{ g Cu} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{64 \text{ g Cu}} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ atom}}{1 \text{ mol Cu}} = 15/0.5 \times 10^{23} \quad (43)$$

فصل دوم: رد پای گازها در زندگی

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow 0.4 \times 5 = 2 \times p_2 \Rightarrow p_2 = 1 \text{ atm} \quad (44)$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{8}{323} = \frac{V_2}{646} \Rightarrow V_2 = 16 \text{ L} \quad (45)$$

$$2/4 \text{ mol Al} \times \frac{2 \text{ mol Cu}}{2 \text{ mol Al}} = 2/6 \text{ mol Cu} \quad (46)$$

$$0.6 \text{ mol Cu} \times \frac{8 \text{ mol HNO}_3}{2 \text{ mol Cu}} = 1/6 \text{ mol HNO}_3 \quad (47)$$

$$0.6 \text{ mol Cu} \times \frac{2 \text{ mol Cu}(\text{NO}_3)_2}{2 \text{ mol Cu}} = 0.6 \text{ mol Cu}(\text{NO}_3)_2 \quad (48)$$

$$0.6 \text{ mol Cu} \times \frac{2 \text{ mol NO}}{2 \text{ mol Cu}} \times \frac{6.02 \times 10^{23}}{1 \text{ mol NO}} = 24/0.8 \times 10^{23} \text{ NO} \quad (49)$$

$$2260 \text{ L H}_2 \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{22/4 \text{ L H}_2} \times \frac{2 \text{ mol Al}}{2 \text{ mol H}_2} \times \frac{27 \text{ g Al}}{1 \text{ mol Al}} = 2700 \text{ g Al} \quad (50)$$

فصل سوم: آب آهنگ زندگی

$$\text{ppm} = \frac{84 \times 10^{-2} \text{ g}}{0.2 \times 10^3 \text{ g}} \times 10^6 = 420 \text{ ppm} \quad (51)$$

$$160 = \frac{x}{4 \text{ L} \times \frac{1 \text{ kg}}{1 \text{ L}} \times 1000} \times 10^6 \Rightarrow x = 0.64 \text{ gpb}^{2+} \quad (52)$$