

آزمون حضوری
شماره دو

رشته تجربی



تجربی | ریاضی | انسانی

ویژه کنکور
۱۴۰۳

مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

نام درس	مباحث	از صفحه	تا صفحه	مؤلف	ویراستار
شیمی	زوج درس دهم: فصل دوم صفحه ۴۵ تا ۸۴ زوج درس یازدهم: فصل دوم صفحه ۴۹ تا ۹۶	۲	۴۲	عباس سرمایه - معصومه سعیدی - سروش عبادی	یاسر راش - مرضیه قاسمی



فصل ۲ دهم: ردپای گازها در زندگی

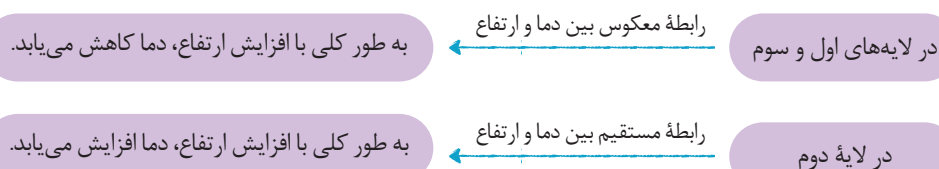
نوع، رفتار و واکنش‌های اجزای سازندهٔ هواکره، در حیات موجودات زنده روی زمین تأثیرگذار است.

– هواکره –

- ۱) به لایهٔ گازی و فیروزه‌ای‌رنگ پیرامون زمین، اتمسفر زمین (هواکره) می‌گویند که اغلب هوا نامیده می‌شود.
- ۲) زمین تنها سیاره در سامانهٔ خورشیدی است که اتمسفری دارد که امکان زندگی روی آن را فراهم می‌کند. این اتمسفر مخلوطی از گازهای گوناگون است که تا فاصلهٔ ۵۰۰ کیلومتری از سطح زمین امتداد یافته است.
- ۳) اتمسفر را می‌توان به اقیانوسی از مولکول‌های گازی تشبیه کرد که ما در کف آن زندگی می‌کنیم. جاذبهٔ زمین گازهای تشکیل‌دهندهٔ هواکره را در اطراف خود نگه می‌دارد و جلوی خروج آن‌ها از اتمسفر را می‌گیرد و از سوی دیگر، انرژی گرمایی مولکول‌ها سبب می‌شود تا پیوسته آن‌ها در حال جنب‌وجوش باشند و در سرتاسر هواکره توزیع شوند.
- ۴) اغلب (نه همه!) گازها نامرئی (بی‌رنگ) هستند. در میان گازهای هواکره، واکنش‌های شیمیایی گوناگونی رخ می‌دهد که اغلب (نه همه!) آن‌ها برای ساکنان زمین سودمند هستند؛ اما برخی از این واکنش‌ها مفید نبوده و فرآورده‌هایی که تولید می‌کنند برای ساکنان این سیارهٔ خاکی مضر هستند. نکات تغییر دما و اجزاء سازندهٔ هواکره برحسب ارتفاع از سطح زمین (۱) هواکره را براساس روند تغییر دمای آن می‌توان به چهار لایه تقسیم نمود:

لایه	محدودهٔ ارتفاع (km)	محدودهٔ دما (°C) (روند تغییر دما با افزایش ارتفاع)	گونه‌های شیمیایی موجود
تروپوسفر	۰ – ۱۱/۵	از ۱۴+ تا ۵۵- (کاهش)	$H_2O, N_2, O_2, CO_2, O_3$
استراتوسفر	۱۱/۵ – ۵۰	از ۵۵- تا ۷+ (افزایش)	N_2, O_2, CO_2, O_3
مزوسفر	۵۰ – ۸۰	از ۷+ تا ۸۷- (کاهش)	N_2, O_2, CO_2, O_3
ترموسفر	۸۰ – ۵۰۰	از ۸۷- تا ۱۳۰۰+ (افزایش)	$N_2, O_2, O_3^+, N_2^+, O, O^+, H^+, He^+$

(۲) ارتباط دمای هواکره با ارتفاع آن:





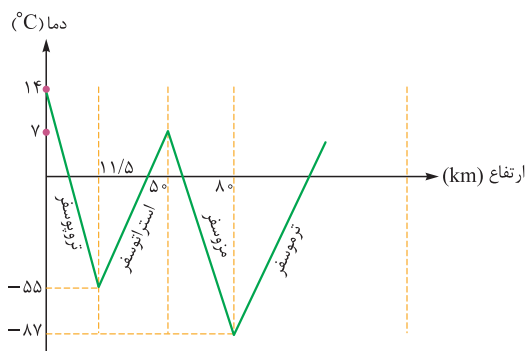
– لایه اول (تروپوسفر) –

- ۱ پایین‌ترین لایه هواکره است که تا ارتفاع ۱۲ – ۱۰ کیلومتری از سطح زمین را شامل می‌شود.
- ۲ حدوداً ۷۵٪ از جرم (نه حجم!) کل هواکره در تروپوسفر متمرکز شده است و تغییرات آب‌وهوایی در این لایه اتفاق می‌افتد.
- ۳ در این لایه با افزایش ارتفاع به ازای هر کیلومتر، دما در حدود 6°C افت می‌کند و در انتهای این لایه (ارتفاع ۱۱/۵ کیلومتری)، دما به حدود 55°C – (۲۱۸ K) می‌رسد؛ دمای سطح زمین به طور میانگین، 14°C (۲۸۷ K) می‌باشد.

نکات مهم

- ۱ بخار آب تنها در لایه اول (تروپوسفر) وجود دارد و به همین دلیل تغییرات آب‌وهوایی و بسیاری از پدیده‌های جوی که با رطوبت سروکار دارند، مانند ابر، باران، برف و ... در این لایه اتفاق می‌افتد.
- ۲ در لایه چهارم علاوه بر N_2 و O_2 ، اتم اکسیژن (O) و کاتیون نیز موجود است؛ اما یون بار منفی یا آنیون وجود ندارد!
- ۳ علت وجود کاتیون‌ها و اتم‌های آزاد در لایه چهارم، برخورد پرانرژی کیهانی مانند نور فرابنفش خورشید به اتم‌ها و مولکول‌ها در این لایه است.
- ۴ هر چند لایه اوزون مربوط به لایه دوم (استراتوسفر) است، اما باید بدانید که گاز اوزون در لایه تروپوسفر نیز وجود دارد.

نمودار کلی تغییرات دما (برحسب $^{\circ}\text{C}$) برحسب ارتفاع در بین لایه‌های هواکره را می‌توان به صورت زیر نشان داد:

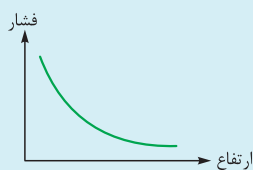


– فشار هوا در لایه‌های هواکره –

توجه هواکره به دلیل داشتن گازهای گوناگون، فشار دارد. این فشار در همه (نه اغلب!) جهت‌ها بر بدن ما و به میزان یکسان (نه متفاوت!) وارد می‌شود.

نکات مهم

- ۱ هر چه از سطح زمین بالاتر می‌رویم، هواکره رقیق‌تر می‌شود، یعنی تعداد کل ذرات در حجم مشخص از هواکره (چگالی هوا) کاهش یافته و در نتیجه فشار هواکره کاهش می‌یابد.
- ۲ نمودار مقابل تغییرات فشار هواکره برحسب افزایش ارتفاع از سطح زمین را نشان می‌دهد. با توجه به نمودار، با افزایش ارتفاع، تغییرات فشار کاهش می‌یابد.
- ۳ میزان کاهش فشار، در ارتفاع‌های پایین‌تر، بیشتر است؛ اما رفته‌رفته با افزایش ارتفاع، این کاهش فشار کم‌تر می‌شود؛ یعنی اندازه شیب منحنی کاهش یافته است.



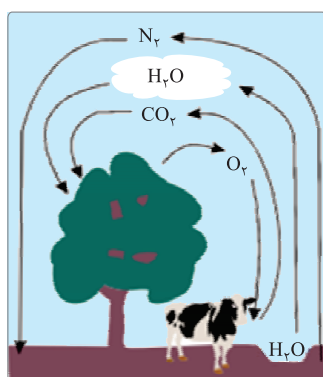


مسئله‌های مربوط به تغییرات دمایی هواکره با تغییر ارتفاع

- رابطه مربوط به تبدیل واحد دما از درجه سلسیوس به کلونین و بالعکس:
- ارزش دمایی « 1°C » برابر با « 1 K » است؛ از این رو در فرایندهایی که دما تغییر می‌کند، $(\Delta T = \Delta \theta)$ خواهد بود؛ یعنی تغییر دما در مقیاس سلسیوس و کلونین با هم برابر است.
- لایه تروپوسفر تا ارتفاع حدود $11/5$ کیلومتری سطح زمین ادامه دارد و با افزایش ارتفاع به ازای هر 1 km ، دما حدود 6°C کاهش می‌یابد.

$$\theta = -6h + \theta_0$$

ارتفاع \uparrow
 θ \downarrow دما در ارتفاع h کیلومتری
 θ_0 \downarrow دمای سطح زمین



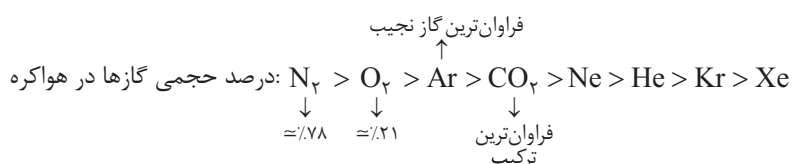
– هوا معجونی ارزشمند –

۱ هواکره و زیست کره مدام با یکدیگر در تعامل می‌باشند. در واقع برهم کنش این دو به نوعی تضمین کننده حیات موجودات زنده است؛ به بیان دیگر زندگی جانداران گوناگون در زیست کره با گازهای هوا، گره خورده است. موجودات زنده برای تنفس نیازمند اکسیژن هستند. جانداران ذره بینی، گاز نیتروژن هواکره را برای مصرف گیاهان در خاک تثبیت می‌کنند.

نکته

O_2 ، N_2 و CO_2 از جمله گازهای هواکره هستند که در زندگی روزانه نقش حیاتی دارند.

۲ درصد حجمی گازهای تشکیل دهنده هوای پاک و خشک در تروپوسفر به صورت زیر است:



- با توجه به این که سه گاز نیتروژن، اکسیژن و آرگون بیشترین درصد حجمی را در میان اجزای هواکره دارا می‌باشند، می‌توان گفت که هوا منبعی غنی برای این گازها می‌باشد.
- توجه کنید که رطوبت هوا متغیر بوده و میانگین بخار آب در هوا حدود 1% است، هرچند این مقدار از جایی به جایی دیگر، از روزی به روز دیگر و حتی از ساعتی به ساعتی دیگر تغییر می‌کند.
- مقدار گازهای نجیب موجود در هواکره بسیار کم است؛ از این رو به گازهای کمیاب معروف هستند.



۲ چند مورد از کاربردهای گاز نیتروژن که اصلی ترین جزء هواکره می باشد در زیر آورده شده است:

- (۱) بسته بندی برخی مواد خوراکی
- (۲) پرکردن تایر خودرو
- (۳) صنعت سرماسازی برای انجماد مواد غذایی
- (۴) نگهداری نمونه های بیولوژیکی در پزشکی

– تقطیر جزء به جزء هوای مایع –

- (۱) عبور هوا از صافی ها به منظور گرفته شدن گرد و غبار
 - (۲) کاهش پیوسته دما با استفاده از تغییر فشار
 - (۳) جداسدن رطوبت هوا به صورت یخ در دمای 0°C
 - (۴) جداسدن کربن دی اکسید به حالت جامد در دمای -78°C (چگالش گاز CO_2)
 - (۵) تهیه هوای مایع با سرد کردن بیشتر دما تا -200°C
 - (۶) عبور هوای مایع (مخلوط چند مایع بسیار سرد) از ستون تقطیر و جداسازی اجزای آن
- براساس تفاوت نقطه جوش اجزاء

نکات مهم

نکات مهم تقطیر جزء به جزء هوای مایع

- ۱ ترتیب جداسدن گازها از هوای مایع وابسته به دمای جوش آن ها است. پس از ورود هوای مایع به برج تقطیر و افزایش تدریجی دما، هر ماده ای که به نقطه جوش خود می رسد، به سرعت به گاز تبدیل شده و از مخلوط جدا می شود. بنابراین هر چه دمای جوش یک گاز پایین تر (منفی تر) باشد، زودتر از مخلوط هوای مایع جدا می شود.
- ۲ در مخلوط هوای مایع، ابتدا گاز نیتروژن (N_2) که نقطه جوش پایین تری دارد، خارج می شود؛ بعد آرگون (Ar) و سپس گاز اکسیژن (O_2)!

گاز	اکسیژن	آرگون	نیتروژن	هلیوم
نقطه جوش ($^{\circ}\text{C}$)	-183	-186	-196	-269

مقایسه نقطه جوش: $\text{N}_2 < \text{Ar} < \text{O}_2$
 $-196^{\circ}\text{C} < -186^{\circ}\text{C} < -183^{\circ}\text{C}$

ترتیب جداسدن گازها: $\text{N}_2 \rightarrow \text{Ar} \rightarrow \text{O}_2$

۳

- A آسان تر به مایع تبدیل می شود.**
 (در سرد کردن مخلوط گازهای A و B، گاز A زودتر مایع می شود.)
- B آسان تر به گاز تبدیل می شود.**
 (در گرم کردن مخلوطی مایع از A و B، جزء B زودتر به گاز تبدیل و از مخلوط جدا می شود.)

۴ توجه کنید که هوای مایع، با دمای -200°C فاقد هلیوم می باشد. زیرا نقطه جوش هلیوم پایین تر از -200°C (-269°C) است و اصلاً در دمای -200°C این گاز مایع نشده است و هم چنان به صورت گاز است.

۵ در مواردی که نقطه جوش دو ماده نزدیک به یکدیگرند مانند اکسیژن و آرگون، با استفاده از برج تقطیر نمی توان آن ها را به صورت ۱۰۰٪ خالص از یکدیگر جدا کرد.



- آرگون -

- ۱) در میان گازهای سازنده هواکره در هوای پاک و خشک، پس از دو گاز نیتروژن (N_2) و اکسیژن (O_2)، رتبه سوم بیشترین درصد حجمی گازهای هواکره را از آن خود کرده است.
- ۲) آرگون یک گاز نجیب، بی‌رنگ، بی‌بو و غیرسمی است.
- ۳) واژه آرگون به معنای تنبل، است، زیرا واکنش‌پذیری آن بسیار ناچیز بوده و در عمل واکنش‌ناپذیر است.
- ۴) هنگام جوشکاری و یا برش فلزها، دما به شدت بالا می‌رود و امکان ترکیب‌شدن این فلزات با اکسیژن هوا زیاد است. یکی از کاربردهای آرگون ایجاد محیط بی‌اثر هنگام جوشکاری است؛ این روش بر استحکام و طول عمر فلز جوشکاری‌شده می‌افزاید.
- ۵) در لامپ‌های رشته‌ای نیز به کار می‌رود و در پتروشیمی شیراز از تقطیر جزء به جزء هوای مایع با خلوص بسیار زیاد تهیه می‌شود.

- هلیوم -

- ۱) هلیوم به عنوان سبک‌ترین گاز نجیب (در دوره اول و جزء عناصر دسته S جدول دوره‌ای)، بی‌رنگ، بی‌بو و بی‌مزه است.
- ۲) هلیوم در کره زمین به مقدار خیلی کم یافت می‌شود، به طوری که مقدار ناچیزی از آن در هوا و مقدار بیشتری در لایه‌های زیرین پوسته زمین وجود دارد، از این رو منابع زمینی آن از هواکره سرشارتر و برای تولید هلیوم در مقیاس صنعتی مناسب‌ترند.
- ۳) هلیوم از واکنش‌های هسته‌ای در ژرفای زمین تولید می‌شود و این گاز پس از نفوذ به لایه‌های زمین، وارد میدان‌های گازی می‌شود.
- ۴) حدود ۷٪ حجمی از مخلوط گاز طبیعی را هلیوم تشکیل می‌دهد و البته این مقدار، در میدان‌های گازی مختلف متفاوت است.
- ۵) چند مورد از کاربردهای هلیوم:

- ۱) پرکردن بالن‌های هواشناسی، تفریحی و تبلیغاتی
- ۲) خنک کردن قطعات الکترونیکی در دستگاه‌های تصویربرداری مانند MRI
- ۳) جوشکاری
- ۴) کپسول غواصی

- اکسیژن، گازی واکنش‌پذیر در هواکره -

- ۱) یکی از مهم‌ترین گازهای تشکیل‌دهنده هواکره است که بیشتر به صورت مولکول‌های دواتمی O_2 یافت می‌شود.
- ۲) مقدار این گاز در لایه‌های مختلف هواکره متفاوت است؛ ولی دقت کنید که درصد حجمی این گاز در سه لایه اول هواکره تقریباً ثابت و حدود ۲۱٪ است.
- ۳) اکسیژن در آب‌کره، در ساختار مولکول‌های آب وجود دارد و در سنگ‌کره، به صورت ترکیب با دیگر عناصرها وجود دارد و در ساختار همه مولکول‌های زیستی مانند کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها یافت می‌شود.
- ۴) اکسیژن واکنش‌پذیری زیادی دارد و با اغلب عناصرها و مواد واکنش می‌دهد به همین دلیل اکثر واکنش‌های شیمیایی پیرامون ما به دلیل وجود گاز اکسیژن در محیط است.
- ۵) هر چه از سطح زمین بالاتر می‌رویم، هواکره رقیق‌تر شده و تعداد کل ذرات موجود در هر لیتر هوا کاهش می‌یابد؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش ارتفاع، فشار همه مولکول‌های گازی از جمله اکسیژن کاهش می‌یابد.

- اگرچه با افزایش ارتفاع، غلظت یا فشار اکسیژن (و گازهای دیگر) کاهش می‌یابد اما درصد حجمی آن‌ها تقریباً ثابت است.
- فشار گاز اکسیژن در هر ارتفاعی از سطح زمین را می‌توان از رابطه زیر حساب کرد:

$$\text{فشار هوا} \times \frac{\text{درصد حجمی گاز اکسیژن}}{100} \approx 21\%$$

$$\frac{\text{فشار گاز نیتروژن}}{\text{فشار گاز اکسیژن}} = \frac{\text{درصد حجمی گاز نیتروژن}}{\text{درصد حجمی گاز اکسیژن}}$$

- نسبت فشار دو گاز در هواکره برابر با نسبت درصد حجمی آن‌هاست:



– ترکیب اکسیژن با فلزها و نافلزها –

● اکسیژن در سنگ کره به شکل اکسیدهای گوناگون یافت می‌شود.

مثال فلز آلومینیم به شکل یوکسیت (Al_2O_3) به همراه ناخالصی و سیلیسیم به شکل سیلیس (SiO_2) در طبیعت وجود دارد.

توجه اغلب (نه همه!) عناصر در طبیعت به شکل ترکیب وجود دارند. (فلزاتی مانند طلا (Au) و پلاتین به حالت آزاد در طبیعت یافت می‌شوند و یا نافلزاتی مانند O_2 و N_2 نیز به صورت آزاد در طبیعت وجود دارند.)

● برخی از فلزات مانند آهن در واکنش با اکسیژن (نافلزها)، دو نوع اکسید تولید می‌کنند. برای نام‌گذاری (فرمول‌نویسی) ترکیب‌های فلزهایی که بیش از یک نوع کاتیون با بار متفاوت دارند، به صورت زیر عمل می‌کنیم.

– نام‌گذاری و فرمول‌نویسی کاتیون‌های چندظرفیتی –

۱) برای فلزاتی که تنها یک نوع کاتیون دارند، نام یون مربوط به همان نام عنصر بوده و از فرمول «یون + نام عنصر» پیروی می‌کند.

مثال کاتیون‌های فلزات گروه‌های ۱ و ۲ جدول دورهای، (Ag^+ : یون نقره)، (Sc^{3+} : یون اسکاندیم)، (Zn^{2+} : یون روی)، (Al^{3+} : یون آلومینیم)

۲) برای فلزاتی که بیش از یک نوع کاتیون با بار متفاوت دارند، بار کاتیون با اعداد رومی جلوی نام کاتیون داخل پرانتز نشان داده می‌شود.

● در نام‌گذاری یون فلزاتی که فقط یک نوع کاتیون می‌دهند، نباید از اعداد رومی استفاده کرد!

نام‌گذاری: یون + نام فلز + ظرفیت فلز (با عدد رومی داخل پرانتز نشان داده می‌شود).

عدد	۱	۲	۳	۴	۵
نماد رومی	I	II	III	IV	V

مثال

یون آهن (II)	یون آهن (III)	یون کروم (II)	یون کروم (III)	یون مس (I)	یون مس (II)
Fe^{2+}	Fe^{3+}	Cr^{2+}	Cr^{3+}	Cu^+	Cu^{2+}

۳) برای نوشتن فرمول ترکیب یونی ابتدا کاتیون مربوط به فلز را سمت چپ و سپس آنیون را سمت راست می‌نویسیم. بار کاتیون را به عنوان زیروند آنیون و بار آنیون (قدرمطلق آن را) به عنوان زیروند کاتیون قرار می‌دهیم.

دقت کنید که در صورت ساده‌شدن زیروندها، آن‌ها را با هم ساده می‌کنیم و زیروند ۱ هم نوشته نمی‌شود.

۴) برای نام‌گذاری ترکیب‌های یونی ابتدا نام کاتیون و سپس نام آنیون را بدون ذکر واژه «یون» می‌نویسیم.

۵) برای نام‌گذاری نام آنیون، از فرمول «یون + نام عنصر یا ریشه نام + ید» استفاده می‌کنیم.

مثال $CrS \leftarrow$ کروم (II) سولفید، $Li_2O \leftarrow$ لیتیم اکسید، مس (II) اکسید $\leftarrow O^{2-}$ ، $CuO \leftarrow Cu^{2+}$

– نام‌گذاری و فرمول‌نویسی اکسیدهای نافلزی و به طور کلی ترکیب‌های مولکولی دوتایی –

۱) واکنش عنصرها با اکسیژن، تنها به فلزات محدود نمی‌شوند، بلکه (اغلب!) نافلزات نیز با آن واکنش داده و به اکسید نافلزات تبدیل می‌شوند. در واقع اکسیدهای نافلزی دسته دیگری از ترکیبات شیمیایی هستند که از واکنش نافلزها با اکسیژن تولید می‌شوند.

مثال CO_2 ، NO_2 ، SO_2 ، SO_3 و ...

۲) هر زیروند در فرمول شیمیایی، نمایانگر شمار اتم‌های آن عنصر در ترکیب است و به همین دلیل شیمی‌دان‌ها برای بیان شمار هر یک از اتم‌ها، پیشوندهای معرفی شده در جدول زیر را به کار می‌برند.

تعداد اتم	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
پیشوند یونانی	مونو	دی	تری	تترا	پنتا	هگزا	هپتا	اکتا	نونا	دکا



• برای نام‌گذاری ترکیب‌های مولکولی دوتایی به صورت زیر عمل می‌شود:

فرمول: پیشوند یونانی (در صورت لزوم) + نام نافلز سمت چپ + پیشوند یونانی + نام یا ریشه نام نافلز سمت راست + پسوند «ید»

نکات مهم

- پیشوندها اعداد یونانی هستند که تعداد اتم عنصر مربوطه را در ترکیب نشان می‌دهد.
 - اگر تعداد اتم نافلز سمت چپ در فرمول برابر یک باشد پیشوند «مونو» برای آن نباید ذکر شود.
 - اگر تعداد اتم نافلز سمت راست برابر یک باشد ذکر پیشوند «مونو» برای آن ضروری است.
 - برای ترکیبات هیدروژن‌دار دوتایی عنصرهای گروه ۱۷ جدول دوره‌ای (هیدروژن هالیدها)، برای عنصر دوم (هالوژن) هم از پیشوند «مونو» استفاده نمی‌کنیم.
- مثال** (دی‌کلرو هپتاکسید: Cl_7O_2) (کربن تتراکلرید: CCl_4) (هیدروژن فلوئورید: HF)
- برای نوشتن فرمول شیمیایی ترکیبات مولکولی دوتایی به کمک نام آن‌ها، هیچ‌وقت در مرحله آخر زیروندها را ساده نکنید. برای مثال اگر زیروندها را در ترکیب N_2O_5 ساده کنیم، NO_2 ایجاد می‌شود؛ اما این دو ماده، دو ترکیب با خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوت هستند.
- مثال** (Cl_2O : دی‌کلر مونو اکسید) (N_2O_5 : دی‌نیتروژن تترا اکسید) (NO_2 : نیتروژن دی اکسید)

– ساختار لوویس –

مراحل رسم ساختار لوویس گونه‌هایی که از قاعده هشت‌تایی پیروی می‌کنند:

• در ساختار لوویس یک مولکول، الکترون‌های لایه ظرفیت اتم‌ها طوری در اطراف اتم‌ها چیده می‌شوند که همه اتم‌های موجود در مولکول از قاعده هشت‌تایی پیروی کنند. (به‌جز هیدروژن!)

۱) محاسبه تعداد کل الکترون‌های لایه ظرفیت اتم‌های سازنده

تذکر تعداد الکترون‌های ظرفیت عناصر S و P (به‌جز هلیم) برابر با عدد یکان شماره گروه آن عنصر است.

۲) تعیین اتم مرکزی و چیدمان اتم‌های دیگر اطراف آن

• اغلب نخستین اتم از سمت چپ (به‌جز هیدروژن) در فرمول مولکولی ماده، اتم مرکزی است.

۳) متصل کردن اتم‌های اطراف به اتم مرکزی با یک پیوند و هشت‌تایی کردن اتم‌های اطراف با قراردادن ۳ جفت الکترون‌های ناپیوندی روی همه اتم‌های مجاور به‌جز هیدروژن

۴) محاسبه باقی‌مانده الکترون‌های ظرفیتی و قراردادن آن‌ها در صورت وجود روی اتم مرکزی

• تعداد کل الکترون‌های به‌کاررفته (پیوندی و ناپیوندی) در مرحله (۳) را از شمار کل الکترون‌های ظرفیتی اتم‌ها در مرحله (۱) کم می‌کنیم و در صورت باقی‌ماندن الکترون، آن‌ها را به صورت جفت ناپیوندی روی اتم مرکزی قرار می‌دهیم.

۵) هشت‌تایی کردن اتم مرکزی به شرطی که تا این مرحله هشت‌تایی نشده باشد.

اگر پس از مرحله (۴)، اتم مرکزی هشت‌تایی نشده باشد، برای هشت‌تایی کردن آن می‌توانیم از یک (یا در صورت نیاز دو) اتم کناری یک (یا براساس نیاز دو) جفت ناپیوندی کم کرده و آن را به صورت یک پیوند جدید دوگانه (یا سه‌گانه) با اتم مرکزی درآوریم.

مثال مراحل رسم ساختار لوویس CO_2 :

$$16 = 4 + 2(6) = \text{محاسبه تعداد کل ظرفیت}$$

$$\begin{array}{c} \downarrow \quad \downarrow \\ \text{C} \quad \text{O} \end{array}$$

۲) چیدمان اتم‌ها $\Rightarrow \text{O} \quad \text{C} \quad \text{O} \Rightarrow$ کربن اتم مرکزی است.

۳) $16 = \text{تعداد e های به‌کاررفته در ساختار} \Rightarrow \text{O}::\text{C}::\text{O}:: \Rightarrow$ هشت‌تایی کردن اتم‌های کناری

۴) جفت ناپیوندی برای اتم کربن وجود ندارد. \Rightarrow تعداد e به‌کاررفته در ساختار = تعداد کل e ظرفیت

۵) هشت‌تایی کردن اتم کربن (اتم مرکزی) با استفاده از اتم‌های کناری

$$\begin{array}{c} \downarrow \quad \downarrow \\ 16 \quad 16 \end{array}$$

$$\Rightarrow \text{O}::\text{C}::\text{O}:: \Rightarrow \text{O}::\text{C}::\text{O}::$$

ساختار نهایی



مثال رسم ساختار لوویس یون NO_2^+ :

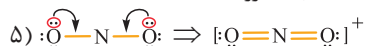
$$1) \text{NO}_2^+ \Rightarrow [(1 \times 5) + (2 \times 6)] - 1 = 16$$

\downarrow \downarrow
 N ۶ (باریون +۱)



$$3) \text{:}\ddot{\text{O}}-\text{N}-\ddot{\text{O}}\text{:} \Rightarrow 16 \text{ e}^- \text{ های به کار رفته}$$

$$4) 16 - 16 = 0 \Rightarrow \text{اتم مرکزی جفت ناپیوندی ندارد.}$$



نکات مهم

- ۱ در رسم ساختار لوویس، هنگامی که اتم‌های یکسانی به اتم مرکزی متصل‌اند، نمایش پیوند دوگانه بر سه گانه مقدم است.
- ۲ اتم‌های هیدروژن همواره یک پیوند تشکیل می‌دهند و هشت‌تایی نمی‌شوند در واقع تنها با $2e^-$ پایدار می‌شوند. اتم‌های H در مولکول‌ها، همیشه اتم کناری هستند.
- ۳ هرگاه اتم عنصرهای گروه ۱۷ (هالوژن‌ها) اتم کناری باشند، تنها یک پیوند اشتراکی (یگانه) تشکیل می‌دهند.
- ۴ به جفت‌الکترونی که در تشکیل پیوند شرکت می‌کند، جفت‌الکترون پیوندی و به جفت‌الکترونی که در تشکیل پیوند شرکت نمی‌کند و فقط متعلق به یکی از اتم‌هاست، جفت‌الکترون ناپیوندی می‌گویند؛ می‌دانید که هر پیوند اشتراکی یگانه، معادل یک جفت (دو) الکترون پیوندی است. (به آوردن یا نیاوردن کلمه جفت در تست‌ها دقت کنید!)
- ۵ مراحل رسم ساختار لوویس یون‌های چنداتمی، دقیقاً مشابه به رسم ساختار مولکول‌هاست با این تفاوت که در مرحله (۱) و در هنگام محاسبه تعداد کل الکترون‌های ظرفیت در یون‌هایی با بار منفی، به اندازه بار منفی یون، به شمار الکترون‌های ظرفیت، اضافه و در یون‌هایی با بار مثبت، به تعداد بار مثبت از شمار الکترون‌های ظرفیت، کم می‌کنیم.
- ۶ نکته خیلی مهم در یون‌های چنداتمی آن‌که بار یون متعلق به همه اتم‌های سازنده است؛ (نه یک اتم خاص!) بنابراین ساختار به دست آمده در مرحله آخر را درون یک کروشه [] قرار داده و بار یون را بالا و سمت راست کروشه یادداشت کنید.

نکات مهم

نکات کار راه‌انداز:

- ۱ با استفاده از فرمول زیر می‌توان بدون رسم ساختار لوویس مولکول‌ها، شمار کل پیوندهای اشتراکی در مولکول را محاسبه کرد:
 (یا همان مجموع تعداد الکترون‌های جفت‌نشده در آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم‌ها)

$$\text{شمار کل پیوندهای اشتراکی در یک مولکول} = \frac{\text{مجموع ظرفیت اتم‌ها}}{2}$$
- ظرفیت برای عناصر گروه ۱ و ۱۷، برابر ۱؛ برای عناصر گروه ۱۶، برابر ۲؛ برای عناصر گروه ۱۴، برابر ۴ و ... به همین ترتیب است! (به نوعی تعداد الکترون‌های جفت‌نشده در ساختار لوویس هر اتم است.)
- ۲ محاسبه بار یون چنداتمی = (مجموع شمار الکترون‌های ساختار لوویس) - (مجموع شمار الکترون‌های لایه ظرفیت اتم‌ها)

- سوختن -

- ۱ یک واکنش شیمیایی است که در آن یک ماده با اکسیژن به سرعت واکنش می‌دهد علاوه بر تولید ترکیب (یا ترکیبات) اکسیژن‌دار، بخشی از انرژی شیمیایی آن به صورت گرما و نور آزاد می‌شود.
- دقت کنید که بخشی از انرژی شیمیایی مواد با سوختن آزاد می‌شود، نه تمام آن!
- ۲ شیمی‌دان‌ها از واکنش‌پذیری بالای اکسیژن برای تهیه بسیاری از مواد بهره می‌گیرند؛ برای نمونه در صنعت برای تولید سولفوریک اسید، نخست گوگرد را در واکنش با اکسیژن (واکنش سوختن گوگرد) به SO_2 تبدیل می‌کنند.
- رنگ شعله واکنش سوختن گوگرد آبی می‌باشد.
- برخی عنصرهای فلزی و نافلزی دیگر نیز می‌توانند با اکسیژن بسوزند و به اکسیدهای فلزی و نافلزی تبدیل شوند. اغلب فلزات (نه همه آن‌ها!) در شرایط مناسب با گاز اکسیژن می‌سوزند.



● رنگ شعله سوختن فلزهای مختلف می‌توانند با هم متفاوت باشند، فلز آهن، رنگ شعله نارنجی، فلز منیزیم، رنگ شعله سفید و فلز سدیم، رنگ شعله زردرنگ دارند.

۳ افزون بر برخی عناصر، دیگر مواد از جمله سوخت‌های فسیلی نیز در شرایط مناسب می‌سوزند.

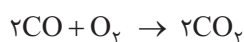
نور و گرما + کربن دی‌اکسید + گوگرد دی‌اکسید + بخار آب \Rightarrow اکسیژن + زغال سنگ

نکات مهم

- ۱ نوع فراورده‌ها در واکنش سوختن، علاوه بر ماهیت خود ماده سوختنی به مقدار (کمیت؛ نه کیفیت!) اکسیژن در دسترس نیز بستگی دارد!
- ۲ به طوری که اگر اکسیژن کافی وجود داشته باشد، سوختن کامل انجام می‌شود و در مورد سوختن هیدروکربن‌ها، گاز CO_2 و بخار آب تولید می‌شود. در این حالت رنگ شعله آبی است که نشان از سوختن کامل می‌باشد.
- ۳ اما اگر اکسیژن کم باشد، در حین سوختن هیدروکربن‌ها گاز کربن مونوکسید به همراه دیگر فراورده‌ها تولید خواهد شد. رنگ شعله در این حالت تقریباً زردرنگ خواهد شد که نشان‌دهنده سوختن ناقص است.

ویژگی‌ها و اثرات گاز کربن مونوکسید -

- ۱ گاز بی‌رنگ، بی‌بو و بسیار سمی است.
- ۲ چگالی این گاز کم‌تر از هوا است و قابلیت انتشار آن در محیط بسیار زیاد می‌باشد به طوری که به سرعت در همه فضای یک اتاق پخش می‌شود.
- ۳ میل ترکیبی هموگلوبین خون با گاز CO بسیار زیاد و بیش از ۲۰۰ برابر اکسیژن است. به همین دلیل می‌تواند باعث مسمومیت و در نهایت موجب مرگ فرد شود.
- ۴ CO از CO_2 ناپایدارتر است؛ می‌تواند دوباره در اکسیژن بسوزد و نور و گرما به همراه CO_2 تولید کند:



۵ در ساختار شیمیایی هر مولکول CO، سه جفت الکترون پیوندی (یک پیوند سه‌گانه) و دو جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.



رفتار اکسیدهای فلزی و نافلزی -

- ۱ اکسیدهای فلزی و نافلزی به دلیل تنوع رفتار، کاربردهای فراوانی در زندگی دارند. مثال:
- برخی کشاورزان کلسیم اکسید (آهک - CaO) را برای افزایش بهره‌وری در کشاورزی به خاک می‌افزایند؛ زیرا افزودن این ماده به خاک سبب می‌شود تا مقدار و نوع مواد معدنی در دسترس گیاه تغییر کند.
- همچنین از کلسیم اکسید برای کنترل میزان اسیدی بودن آب دریاچه‌ها، به عنوان اکسید بازی استفاده می‌شود.
- مرجان‌ها گروهی از کیسه‌تنان با اسکلت آهکی (از جنس کلسیم اکسید) هستند و پژوهش‌ها نشان می‌دهد که این جانداران با افزایش میزان کربن دی‌اکسید (یک اکسید نافلزی) محلول در آب از بین می‌روند؛ زیرا گاز CO_2 در آب، باعث ایجاد خاصیت اسیدی در آن می‌شود.

اکسیدهای فلزی و نافلزی -

- ۱ به طور کلی اغلب اکسیدهای فلزی در صورت حل شدن در آب با تولید یک باز باعث افزایش pH آب می‌شوند به همین دلیل به آن‌ها اکسیدهای بازی می‌گوییم. ($\text{pH} > 7$)
- ۲ به طور کلی اغلب اکسیدهای نافلزی در صورت حل شدن در آب، با تولید یک اسید pH آب را کاهش می‌دهند به همین دلیل به آن‌ها اکسیدهای اسیدی می‌گوییم. ($\text{pH} < 7$)
- ۳ pH، معیاری است برای سنجش میزان اسیدی یا بازی بودن محلول‌ها. محدوده تغییرات pH محلول‌های آبی در دمای اتاق از ۰ تا ۱۴ است. آب خالص یک ماده خنثی است و pH آن ۷ می‌باشد، مواد اسیدی $\text{pH} < 7$ و مواد بازی $\text{pH} > 7$ دارند.

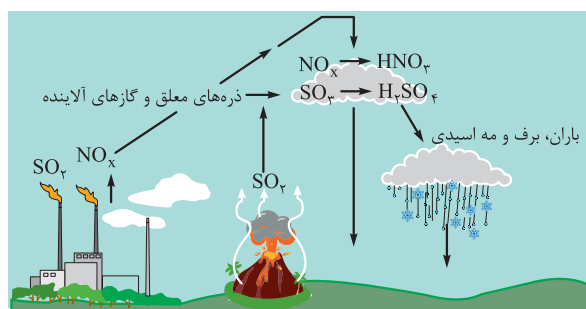
نکات مهم

- آب گازدار یا آب کربناته آبی است که در آن کربن دی اکسید، تحت فشار حل شده باشد و یکی از مواد اولیه برای ساخت نوشابه‌های گازدار است؛ پس آب گازدار خاصیت اسیدی دارد.
- لزوماً هر اکسید نافلزای اکسید اسیدی نیست؛ به طور مثال گازهای CO ، NO و N_2O در آب به صورت مولکولی حل شده و با آب واکنش نمی‌دهند؛ پس اکسید اسیدی نیستند.
- یکی از ساده‌ترین روش‌های اندازه‌گیری pH محلول‌ها، استفاده از کاغذ pH است که تنها می‌توان pH تقریبی محلول را اندازه‌گیری و آن‌ها را با هم مقایسه کرد.

– باران اسیدی و اثرات مخرب آن –

- باران طبیعی و معمولی: به دلیل وجود CO_2 محلول در آن، اندکی اسیدی و دارای $\text{pH} < 7$ است.

$$\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$$
- منظور از باران اسیدی، بارانی است که pH آن کمتر از $5/6$ باشد:
 آلاینده‌هایی که از سوختن سوخت‌های فسیلی وارد هواکره می‌شوند (به طور عمده SO_2 و NO_x) هنگام بارش باران در آب حل می‌شوند و به صورت محلولی که خاصیت اسیدی چشمگیری دارد به زمین فرو می‌ریزد. در این حالت می‌گوییم باران اسیدی شده است.
- در شیمی هواکره اصطلاح رایجی با عنوان «آنچه که در هواکره بالا می‌رود باید پایین بیاید» وجود دارد؛ این اصطلاح بیان می‌کند که آلاینده‌هایی که از سوختن سوخت‌های فسیلی وارد هواکره می‌شود و بالا می‌رود؛ هنگام بارش در آب حل می‌شوند و پس از واکنش با آب به صورت باران اسیدی به زمین فرو می‌ریزد.



عامل کاهش pH: CO_2 محلول در آب باران

$5/6 < \text{pH} < 7$

باران معمولی

عامل کاهش pH نسبت به باران طبیعی: حل شدن آلاینده‌های هوا مانند NO_2 و SO_2 در آب باران و تولید نیتریک اسید و سولفوریک اسید

$1/5 < \text{pH} < 5/6$

باران اسیدی

نکات مهم

- در اثر سوزاندن سوخت‌های فسیلی علاوه بر گاز کربن دی اکسید، گازهای دیگری مانند NO ، NO_2 ، SO_2 ، CO و برخی هیدروکربن‌ها هم وارد هواکره می‌شود.
- از سوختن سوخت‌های فسیلی در کارخانجات و در گازهای خروجی از آتشفشان‌ها، گاز SO_2 وجود دارد. از کارخانجات، اکسیدهای نیتروژن مختلفی هم با فرمول کلی NO_x آزاد می‌شود در هواکره، SO_2 به SO_3 تبدیل می‌شود. گازهای NO_x و SO_3 در طی واکنش‌های مختلفی در هواکره، سولفوریک اسید (H_2SO_4) و نیتریک اسید (HNO_3) را می‌سازند که با خاصیت اسیدی زیاد خود سبب باران، مه و برف اسیدی می‌شود.



توجه اگرچه گاز NO موجود در هوا کره اکسید اسیدی نیست ولی به علت واکنش پذیری زیاد، با اکسیژن هوا ترکیب شده و NO_2 تولید می کند. NO_2 اکسید اسیدی است که با آب و اکسیژن واکنش داده و به HNO_3 که اسید قوی است تبدیل می شود.

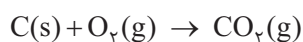
– واکنش های شیمیایی و قانون پایستگی جرم –

۱) هر تغییر شیمیایی می تواند شامل یک یا چند واکنش شیمیایی باشد که هر یک از آن ها را با یک معادله نشان می دهند.

● تغییر شیمیایی می تواند با تغییر رنگ، مزه، بو یا آزادسازی گاز، رسوب و گاهی ایجاد نور یا صدا همراه باشد.

۲) **مثال** سوختن کربن را به صورت زیر نمایش می دهند:

کربن دی اکسید \rightarrow اکسیژن + کربن



معادله نخست، نوشتاری و معادله دوم، نمادی نامیده می شوند؛ در معادله نوشتاری، نام واکنش دهنده ها در سمت چپ و نام فراورده ها در سمت راست فلش نوشته می شود.

۳) شیوه های نمایش واکنش های شیمیایی به دو صورت معادله نوشتاری و نمادی است که در جدول زیر آن ها را مقایسه کرده ایم:

نوع معادله / اطلاعات دریافتی	نمادی	نوشتاری
نام مواد	x	✓
فرمول شیمیایی مواد	✓	x
حالت فیزیکی مواد	✓	x
شرایط لازم برای انجام واکنش	✓	x
نسبت مولی مواد شرکت کننده در واکنش	✓	x
چگونگی و ترتیب اختلاط واکنش دهنده	x	x
شرح عملی واکنش و نکته های ایمنی	x	x

● نمادهای به کار رفته برای نمایش حالت فیزیکی مواد در معادله های شیمیایی

نماد	(s)	(l)	(g)	(aq)
معنا	جامد	مایع	گاز	محلول آبی

۴) معنای برخی عبارت ها یا نمادهای مورد استفاده در معادله های شیمیایی در جدول زیر آمده است:

نماد	معنا
\rightarrow	تولید می کند یا می دهد.
$\xrightarrow{\Delta}$	واکنش دهنده ها در اثر گرم شدن واکنش می دهند.
$\xrightarrow{2\text{ atm}}$	واکنش در فشار 2 atm انجام می شود.
$\xrightarrow{1200^\circ\text{C}}$	واکنش در دمای 1200 درجه سلسیوس انجام می شود.
$\xrightarrow{\text{Pd}}$	برای انجام شدن از پالادیم (Pd) به عنوان یک کاتالیزگر استفاده می شود.

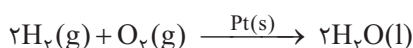


نکات مهم

- علامت (Δ) تنها به این معناست که واکنش دهنده‌ها در اثر گرم شدن واکنش می‌دهند؛ حالا این واکنش می‌تواند گرماگیر یا گرماده باشد!
- علامت‌های $\xrightarrow{1200^\circ\text{C}}$ و $\xrightarrow{20\text{ atm}}$ به این معناست که واکنش به ترتیب در دمای 1200°C درجه سلسیوس و فشار 20 atm انجام می‌شود و نمی‌توان گفت پس از انجام واکنش دما و فشار گونه‌ها به ترتیب به 1200°C درجه سلسیوس و 20 atm می‌رسد.

۵ کاتالیزگر ماده‌ای است که سرعت واکنش شیمیایی را افزایش می‌دهد بدون آن که در واکنش مصرف شود.

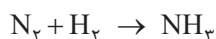
مثال واکنش سوختن کامل گاز هیدروژن و تشکیل آب، در حضور کاتالیزگر پلاتین (Pt(s)) انجام می‌شود:



قانون پایستگی جرم -

- مطابق این قانون مجموع جرم مواد واکنش دهنده با مجموع جرم فراورده‌ها برابر است یا به عبارت دیگر، جرم کل مواد در مخلوط واکنش ثابت است.
- یکی از ویژگی‌های مهم واکنش‌های شیمیایی این است که همه آن‌ها از این قانون پیروی می‌کنند؛ زیرا در واکنش‌های شیمیایی نه اتمی به وجود می‌آید و نه اتمی از بین می‌رود، بلکه پس از انجام واکنش همه اتم‌ها به شیوه‌های دیگر به هم متصل می‌شوند.
- مطابق قانون پایستگی جرم، مجموع شمار اتم‌های هر عنصر در دو سمت معادله یک واکنش یکسان است.
- مجموع شمار اتم‌های موجود در واکنش دهنده‌ها با مجموع شمار اتم‌های موجود در فراورده‌ها برابر است؛ یعنی شمار کل اتم‌ها در یک واکنش شیمیایی ثابت است.

● دقت کنید که برابری تعداد اتم‌ها در دو طرف معادله کفایت نمی‌کند! و حتماً تعداد اتم‌های هر عنصر باید برابر باشد!



مثال

هر چند تعداد کل اتم‌ها در دو طرف معادله یکسان است؛ اما معادله موازنه شده نیست!

اشتباه نکنید:

- در واکنش‌های شیمیایی، مولکول‌ها و ترکیب‌های اولیه از بین می‌روند و مولکول‌ها و ترکیبات جدید به وجود می‌آیند.
- در ضمن لزوماً تعداد مولکول‌ها و مول‌های مواد در دو طرف معادله برابر نیستند.
- مطابق قانون پایستگی جرم، شمار کل اتم‌ها در یک واکنش شیمیایی ثابت است؛ بنابراین برای موازنه کردن یک معادله شیمیایی، باید به هر یک از واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها ضریبی نسبت داد تا تعداد اتم‌های هر عنصر در دو سمت معادله برابر شود.

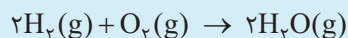
موازنه کردن معادله واکنش شیمیایی -

یعنی برابری تعداد اتم‌های هر عنصر در دو سوی معادله شیمیایی

نکات مهم

- در معادله‌های شیمیایی موازنه شده، ضریب ۱ نوشته نمی‌شود.
- برای موازنه کردن هر معادله نمادی، باید برای هر یک از واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها ضریبی قرار داد تا شمار اتم‌های هر عنصر در دو سوی معادله برابر شود.
- هنگام موازنه کردن، نباید زیروندها را در فرمول شیمیایی واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها تغییر داد.
- ضریب‌ها در معادلات موازنه شده باید کوچک‌ترین عدد طبیعی ممکن باشد.
- سعی کنید تا حد امکان اتم‌های اکسیژن و هیدروژن را در مراحل آخر موازنه نمایید؛ زیرا این عناصر معمولاً در ساختار تعداد بیشتری از گونه‌ها قرار دارند.

۶ معادله شیمیایی موازنه شده به صورت خوانده می‌شود؛ برای نمونه معادله موازنه شده سوختن گاز هیدروژن در حضور اکسیژن:



- ۱) دو مول گاز هیدروژن با یک مول گاز اکسیژن واکنش می‌دهد و دو مول بخار آب تولید می‌شود.
- ۲) دو مولکول هیدروژن با یک مولکول اکسیژن واکنش می‌دهد و دو مولکول آب تولید می‌شود.



– رد پای کربن دی اکسید –

- ۱) سبک زندگی انسان و نوع وسایلی که در زندگی استفاده می کند و رفتارهایی که در شرایط مختلف محیطی انجام می دهد، روی کره زمین و هواکره تأثیر دارد.
- ۲) رد پا اصطلاحی است که به این اثر نسبت داده اند. رد پای کربن دی اکسید نشان می دهد در تولید یک محصول یا در اثر انجام یک فعالیت چه مقدار از این گاز تولید و وارد هواکره می شود.
- ۳) برای این که مقدار CO_2 هواکره از مقدار طبیعی آن فراتر نرود، باید مقدار اضافی آن به وسیله گیاهان یا دیگر پدیده های طبیعی مصرف شود؛ حال هر چه مقدار کربن دی اکسید وارد شده به طبیعت زیادتر باشد، رد پای ایجاد شده سنگین تر و اثر آن ماندگارتر خواهد بود، زیرا زمان لازم برای تعدیل این اثر به وسیله پدیده های طبیعی طولانی تر است.
- ۴) یک درخت تنومند سالانه در حدود 50 کیلوگرم CO_2 مصرف می کند، هر چه درخت تنومندتر باشد، CO_2 ی بیشتری مصرف می کند و تأثیر بیشتری در کاهش رد پای کربن دی اکسید دارد.
- ۵) در اثر سوزاندن سوخت های فسیلی انواع آلاینده ها وارد هواکره می شود؛ یعنی علاوه بر گاز کربن دی اکسید، گازهایی مانند: CO ، SO_2 ، NO و NO_2 و هیدروکربن ها (C_xH_y) هم وارد هواکره می شوند که ناشی از سوختن ناخالصی های موجود در این سوخت ها است.
- ۶) مقایسه رد پای CO_2 ایجاد شده از منابع گوناگون تولید انرژی الکتریکی:
باد > گرمای زمین > انرژی خورشید > گاز طبیعی > نفت خام > زغال سنگ: مقایسه رد پای CO_2

- ۷) طبیعت با کمک گیاهان، CO_2 را مصرف می کند؛ بنابراین یکی از راهکارهای کاهش رد پای کربن دی اکسید، کاشت و مراقبت از درختان و ایجاد کمربندهای سبز در شهرها، شهرک های صنعتی و روستاها است.

– گرم شدن زمین و اثرات آن –

- ۱) دانشمندان با استفاده از (۱) بالون های هواشناسی، (۲) ماهواره ها، (۳) کشتی های اقیانوس پیما و (۴) گویچه های شناور در دریاچه ها که به حسگرهای دما مجهز هستند، پیوسته دمای کره زمین را اندازه می گیرند. شواهد نشان می دهد که در طول سده اخیر، میانگین دمای کره زمین افزایش یافته است و این افزایش دما سبب شده است که شرایط آب و هوایی در نقاط مختلف زمین تغییر کند.
- ۲) سالانه میلیاردها تن CO_2 به هواکره وارد می شود، به طوری که مقدار این گاز در سده اخیر در هواکره به مقدار قابل توجهی افزایش یافته است که دارای آثار زیر است:
 آثار افزایش میزان CO_2 موجود در هوا → افزایش دمای کره زمین و افزایش سطح آب دریا
 ← کاهش مساحت برف در نیمکره شمالی
- ۳) به دلیل گرم شدن زمین و کوتاه شدن فصل زمستان، شواهد بیانگر این است که فصل بهار در نیمکره شمالی زمین، نسبت به 50 سال گذشته در حدود ۱ هفته زودتر آغاز می شود.

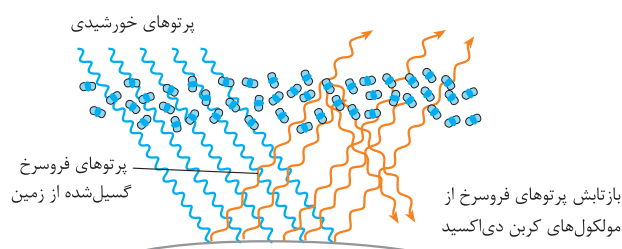
– اثر گلخانه ای –

- ۱) گلخانه ها زمین های کشاورزی ویژه ای هستند که دور تا دور آن ها را تا ارتفاع معینی با لایه ای از پلاستیک های شفاف می پوشانند و در آن ها گیاهان و میوه های گوناگونی پرورش می دهند.
- ۲) دمای درون گلخانه در ساعت شبانه روز به طور نامنظم در حال تغییر است ولی تغییرات دمایی بسیار ناچیز بوده و آسیبی به گیاهان نمی رساند.
- ۳) به پدیده به دام افتادن و برگرداندن پرتوهای فروسرخ به وسیله مولکول های CO_2 ، H_2O و برخی گازهای دیگر موجود در هواکره که باعث گرم شدن زمین می شود، اثر گلخانه ای و به این گازها، گازهای گلخانه ای می گویند.
- ۴) نور خورشید هنگام گذر از هواکره با مولکول ها و دیگر ذره های موجود در آن برخورد می کند و تنها بخشی از (نه همه!) آن به سطح زمین می رسد. از این رو زمین گرم شده، مانند یک جسم داغ از خود پرتوهای الکترومغناطیسی (بیشتر از نوع فروسرخ) گسیل می دارد؛ انرژی پرتوهای

فروسرخ، کم تر و طول موج آن ها بلندتر است. بخش قابل توجهی از پرتوهای فروسرخ منتشر شده از زمین وارد فضا می شوند و بخش کوچک تری از آن هم توسط گازهای گلخانه ای، به زمین بازگردانده می شوند و به این ترتیب زمین را گرم می کنند.

۵ اگر پدیده گلخانه ای وجود نداشت، میانگین دمای کره زمین به -18 درجه سلسیوس یا 255 کلوین می رسید. امروزه افزایش بیش از حد گازهای گلخانه ای (CO_2) در هواکره، باعث افزایش میانگین دمای زمین بیش از حد معمول شده است.

۶ پلاستیک یا شیشه گلخانه ها دقیقاً مانند گازهای گلخانه ای عمل می کنند. پرتوهای پرنرژی خورشید از شیشه یا پلاستیک گلخانه عبور می کند و توسط خاک و گیاهان جذب و باعث گرم شدن آن ها می شوند. از خاک و گیاهان پرتوهای فروسرخ منتشر می شود که به علت بلندبودن طول موج از پلاستیک یا شیشه عبور نمی کند و درون فضای گلخانه به دام افتاده و آن را گرم می کنند.



– شیمی سبز –

۱ شاخه ای از شیمی است که در آن شیمی دان ها در جست و جوی فرایندها و فرآورده هایی هستند که به کمک آن ها بتوان (۱) کیفیت زندگی را با بهره گیری از منابع طبیعی افزایش داد و (۲) هم زمان از طبیعت محافظت کرد.

۲ در این راستا بایستی تولید و مصرف مواد شیمیایی را که رد پاهای سنگینی روی کره زمین بر جا می گذارند کاهش داد یا متوقف کرد.

– برخی از دستاوردهای شیمی سبز –

۱ تولید سوخت سبز: سوختی است که در ساختار آن افزون بر کربن و هیدروژن، اکسیژن نیز وجود دارد و از پسماندهای گیاهی مانند شاخ و برگ گیاه سویا، نیشکر و دانه های روغنی به دست می آید.

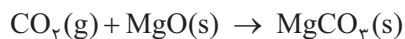
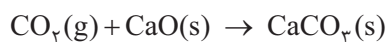
این مواد زیست تخریب پذیرند، از این رو در مدت زمان نسبتاً کوتاهی به وسیله جانداران ذره بینی به مواد ساده تر تجزیه می شوند و به طبیعت بازمی گردند.

اتانول (C_2H_5OH) و روغن های گیاهی نمونه هایی از این نوع سوخت ها هستند.

در اثر سوختن اتانول، آلاینده های کمتری نسبت به سوخت های فسیلی تولید می شود، هم چنین در مقایسه با هیدروکربن ها هم به ازای جرم یکسان، CO_2 کمتری را تولید می کند.

۲ تبدیل CO_2 به مواد معدنی

کافی است CO_2 تولید شده در نیروگاه ها و مراکز صنعتی را با منیزیم اکسید و کلسیم اکسید (اکسیدهای بازی) واکنش دهند و آن ها را به کربنات های جامد این فلزات تبدیل کنند.



۳ تولید پلاستیک‌های سبز (زیست تخریب پذیر)

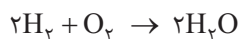
این پلیمرهای بر پایهٔ مواد گیاهی مانند نشاسته ساخته می‌شوند و به همین دلیل در ساختار آن‌ها علاوه بر کربن و هیدروژن، اکسیژن هم وجود دارد. این نوع پلاستیک‌ها زیست تخریب پذیرند بنابراین در مدت‌زمان نسبتاً کوتاهی تجزیه می‌شوند و به طبیعت بازمی‌گردند.

۴ دفن کردن CO_2 در (۱) سنگ‌های متخلخل در زیرزمین، (۲) میدان‌های قدیمی گاز و (۳) چاه‌های قدیمی نفت خالی از این مواد هستند.

۵ تولید خودرو و سوخت با کیفیت بسیار خوب

– هیدروژن و توسعهٔ پایدار –

۱ هیدروژن فراوان‌ترین عنصر در جهان است که به صورت ترکیب‌های گوناگون یافت می‌شود. این گاز مانند سوخت‌های فسیلی می‌تواند با اکسیژن بسوزد و نور و گرما تولید کند.



۲ جدول بسیار مهم:

نام سوخت	گرمای آزادشده (کیلوژول بر گرم)	فراورده‌های سوختن	قیمت (ریال به ازای یک گرم)
بنزین	۴۸	$\text{CO}, \text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}$	۱۴
زغال‌سنگ	۳۰	$\text{CO}, \text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}, \text{SO}_2$	۴
هیدروژن	۱۴۳	H_2O	۲۸۰۰
گاز طبیعی	۵۴	$\text{CO}, \text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}$	۵

نکات مهم

نکات مهم و اصلی جدول

۱ با توجه به این جدول، استفاده از گاز هیدروژن در مقایسه با سوخت‌های فسیلی آلاینده‌های کم‌تری ایجاد می‌کند؛ در واقع بر اثر سوختن هیدروژن فقط بخار آب تولید می‌شود و خبری از آلاینده‌ها نیست.

۲ مقایسهٔ گرمای آزادشده به ازای سوختن ۱ g

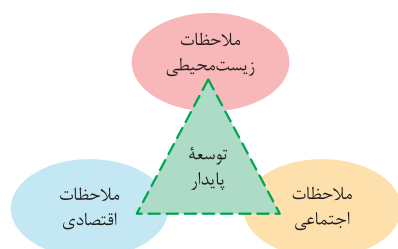
۳ مقایسهٔ قیمت به ازای ۱ g

۴ فراورده‌های CO (در اثر سوختن ناقص)، CO_2 و H_2O در اثر سوختن هر سه سوخت فسیلی گاز طبیعی، زغال‌سنگ و بنزین یکسان است.

۵ زغال‌سنگ دارای بیشترین تنوع آلاینده‌هاست و علاوه بر موارد مشترک بالا، SO_2 (و البته NO_x) هم تولید می‌کند که می‌تواند مسبب ایجاد باران اسیدی باشد!

تولید، حمل‌ونقل و نگهداری هیدروژن بسیار پرهزینه است؛ اما در برخی کشورها برای تولید گاز هیدروژن سرمایه‌گذاری هنگفتی می‌شود!

۳ توسعهٔ پایدار یعنی این که در تولید هر فراورده، همهٔ هزینه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی آن در نظر گرفته شود.



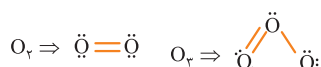
– اوزون، دگرشکلی از اکسیژن در هواکره –

۱ آلوتروپ (دگرشکل): به شکل‌های گوناگون مولکولی یا بلوری یک عنصر گفته می‌شود: اکسیژن دارای دو آلوتروپ است؛ یعنی عنصر اکسیژن به دو شکل گاز اکسیژن (O_2) و گاز اوزون (O_3) در هواکره یافت می‌شود.

نکته

آلوتروپ یعنی شکل‌های گوناگون یک عنصر که تنها از یک نوع اتم تشکیل شده‌اند، بنابراین در مورد ترکیب‌ها استفاده از واژه آلوتروپ نادرست است.

۲ آرایش الکترون – نقطه‌ای (ساختار لوویس) گازهای اکسیژن و اوزون به صورت زیر است:



۳ اصطلاح لایه اوزون به منطقه مشخصی از استراتوسفر می‌گویند که بیشترین مقدار اوزون در آن محدوده قرار دارد. مقدار اوزون در هواکره ناچیز است.

۴ مولکول‌های اوزون مانع ورود بخش عمده‌ای از تابش فرابنفش خورشید به سطح زمین می‌شود تا موجودات زنده از آثار زیانبار این تابش در امان بمانند؛ پس به طور کامل مانع ورود تابش فرابنفش نمی‌شود!

– مقایسه گازهای اوزون (O_3) و اکسیژن (O_2) –

۱ اکسیژن و اوزون هر دو در شرایط عادی گازهای بی‌رنگ هستند. اما اکسیژن در حالت مایع، آبی‌رنگ و اوزون مایع، لاجوردی (آبی پررنگ‌تر) است.

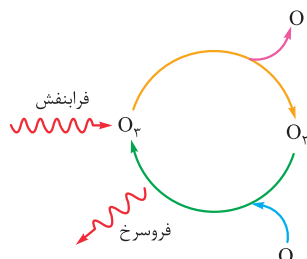
۲ جرم مولی اوزون بیشتر از اکسیژن است و دمای جوش آن هم بالاتر از اکسیژن است، پس با سردکردن این دو گاز، اوزون راحت‌تر به مایع تبدیل می‌شود.

نام دگرشکل	فرمول شیمیایی	جرم مولی	نقطه جوش ($^{\circ}C$)
اکسیژن	O_2	۳۲	-۱۸۳
اوزون	O_3	۴۸	-۱۱۲

۳ گاز اوزون از گاز اکسیژن واکنش‌پذیرتر بوده و در صنعت از گاز اوزون برای گندزدایی میوه‌ها و سبزیجات و از بین بردن جانداران ذره‌بینی درون آب استفاده می‌شود.

۴ تفاوت در ساختار لوویس اوزون و اکسیژن است که باعث ایجاد تفاوت‌های چشمگیر در خواص آن‌ها شده است، در واقع با این‌که اوزون و اکسیژن از اتم‌های یکسان تشکیل شده‌اند، اما تفاوت ساختاری باعث تفاوت در خواص شده است؛ پس ساختار هر ماده تعیین‌کننده خواص و رفتار آن است.

– عملکرد لایه اوزون –

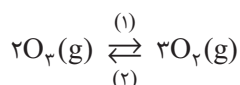


۱ هنگامی که تابش پرنرژی فرابنفش به مولکول‌های O_3 در لایه اوزون برخورد می‌کند، O_3 می‌شکند و به یک اتم اکسیژن (O) و یک مولکول اکسیژن (O_2) تبدیل می‌شود. ذره‌های تولیدشده دوباره با هم واکنش می‌دهند و مولکول اوزون را به وجود می‌آورند و مقداری انرژی به صورت تابش فروسرخ آزاد می‌شود.

۲ تابش فروسرخ انرژی کمتر نسبت به تابش فرابنفش دارد و برای موجودات زنده تهدیدی به حساب نمی‌آید.

۳ با تکرار پیوسته دو واکنش فوق، لایه اوزون بخش قابل توجهی از (نه همه!) تابش فرابنفش را جذب و تابش‌های کم‌انرژی‌تر فروسرخ را به زمین گسیل می‌دارد.

۴ مجموعه واکنش‌های لایه اوزون را می‌توان با معادله زیر نمایش داد:



۵ شیمی‌دان‌ها به واکنش در جهت (۱)، واکنش رفت و به واکنش در جهت (۲)، واکنش برگشت می‌گویند.



۶ واکنش‌ها

برگشت‌ناپذیر (یک طرفه)
→

فقط در جهت رفت انجام می‌شود مانند واکنش‌های سوختن، پختن غذا و ...

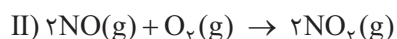
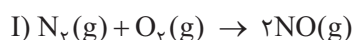
برگشت‌پذیر (دو طرفه)
⇌

واکنش‌هایی که امکان انجام آن‌ها در جهت رفت و برگشت وجود دارد، یعنی فرآورده‌ها نیز می‌توانند به واکنش‌دهنده‌ها تبدیل شوند. مانند تغییر حالت‌های فیزیکی (ذوب، تبخیر و ...)، شارژ شدن باتری‌های قابل شارژ

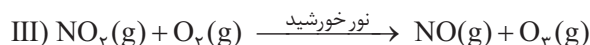
– اوزون تروپوسفری –

۱) در تروپوسفر با نقش زیانبار و مضر اوزون مواجه هستیم در حالی که در استراتوسفر، نقش مفید و حفاظتی اوزون آشکار است. به طوری که وجود آن در هوایی که تنفس می‌کنیم سبب ۱) سوزش چشمان و ۲) آسیب دیدن ریه‌ها می‌شود.

۲) گاز نیتروژن به عنوان اصلی‌ترین جزء سازنده هواکره، واکنش‌پذیری بسیار کمی دارد به طور معمول با اکسیژن واکنش نمی‌دهد اما تنها هنگام رعد و برق، دمای مولکول‌های هوا در آن ناحیه به اندازه‌ای بالا می‌رود که گاز نیتروژن با اکسیژن هوا ترکیب شده و به اکسیدهای نیتروژن تبدیل می‌شود.



۳) از سوی دیگر در هوای آلوده شهرهای صنعتی و بزرگ، به مقدار قابل توجهی اکسیدهای نیتروژن وجود دارد. این گازها در واقع از واکنش گازهای نیتروژن و اکسیژن درون موتور خودرو در دمای بالا به وجود می‌آیند. از آن‌جا که گاز نیتروژن دی‌اکسید (NO_2) به رنگ قهوه‌ای است، هوای آلوده شامل این گاز به رنگ قهوه‌ای روشن دیده می‌شود. در این شرایط و در حضور نور خورشید، با انجام واکنش زیر در تروپوسفر مقداری گاز اوزون تولید می‌شود که همان اوزون تروپوسفری است.



– خواص و رفتار گازها –

- ۱) مولکول‌های یک ماده گازی به راحتی در فضای اطراف منتشر می‌شوند.
- ۲) گازها شکل و حجم معینی ندارند. (مایعات شکل معینی ندارند ولی حجم معینی دارند).
- ۳) گازها برخلاف جامدات و مایعات تراکم‌پذیرند یعنی با فشرده کردن می‌توانند در حجم کوچک‌تری جای گیرند.

نکته

گاز بر اثر فشار متراکم می‌شود اما اگر فشار کاهش یابد، فاصله بین مولکول‌های آن افزایش می‌یابد.



– عوامل مؤثر بر حجم گازها –

۱) برای توصیف یک نمونه گاز، علاوه بر مقدار، باید دما و فشار آن نیز مشخص باشد؛ برای مثال ۱ مول گاز هیدروژن در دما و فشار اتاق، مثالی از یک نمونه گاز است.

۱) مقدار گاز ۲) دمای گاز ۳) فشار گاز



– قوانین گازها –

۱. رابطه میان حجم گاز با فشار در دمای ثابت

۱ مطابق این قانون، در دمای ثابت برای مقدار معینی گاز، بین حجم و فشار یک نمونه گاز رابطه عکس وجود دارد، به طوری که حاصل ضرب حجم در فشار گاز برابر با عدد ثابتی خواهد بود.

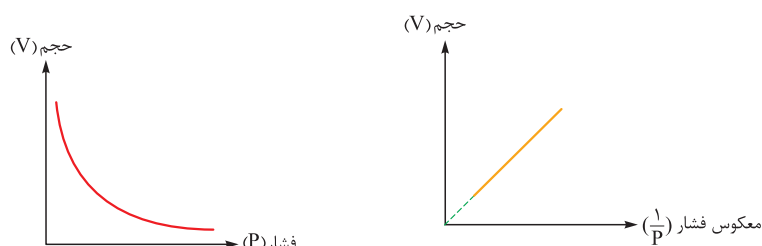
۲ مطابق این قانون، با افزایش فشار (P)، حجم گاز (V) کاهش و با کاهش فشار (P)، حجم گاز (V) افزایش می‌یابد.

$$V \propto \frac{1}{P}$$

$$P \times V = \text{عدد ثابت} \Rightarrow P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

در فرمول بالا یکاهای P_1 و P_2 و یکاهای V_1 و V_2 باید یکسان باشند.

نمودارهای مربوط به رابطه بین حجم گاز با فشار آن:



۲. رابطه میان حجم گاز با دما در فشار ثابت

۱ در فشار ثابت بین حجم و دمای یک نمونه گاز رابطه مستقیم وجود دارد. به طوری که نسبت حجم به دمای گاز برابر با عدد ثابتی خواهد بود.

۲ مطابق این قانون، با افزایش دما (T)، حجم گاز (V) افزایش و با کاهش دما (T)، حجم گاز (V) کاهش می‌یابد.

$$V \propto T$$

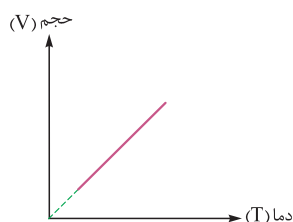
$$\frac{V}{T} = \text{عدد ثابت} \Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

در فرمول بالا یکاهای V_1 و V_2 باید یکسان باشند اما دما (T) حتماً باید برحسب کلوین (K) باشد؛ پس اگر در سؤالی دما برحسب درجه سلسیوس ($^{\circ}\text{C}$) داده شده باشد باید حتماً با رابطه زیر دما را به کلوین تبدیل کرد:

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

مثال قراردادادن بادکنک‌های پرشده از هوا، درون نیتروژن مایع، سبب می‌شود که حجم آن‌ها به شدت کاهش یابد.

– نمودار مربوط به رابطه بین حجم گاز و دمای آن –



گفتیم که در فشار ثابت، حجم یک نمونه معینی گاز با دمای آن رابطه مستقیم دارد؛ پس می‌توان گفت نمودار حجم برحسب دمای کلوین برای هر گازی به صورت خط راست با شیب ثابت است.

۳. رابطه بین مول (مقدار) و حجم گاز در دما و فشار ثابت

۱ در دما و فشار یکسان، حجم یک مول از گازهای گوناگون با هم برابر است.

۱ در دما و فشار ثابت، حجم هر گازی به تعداد مول‌های آن بستگی دارد و بین تعداد مول‌های گازی (n) و حجم نمونه گاز (V) رابطه مستقیم برقرار است.



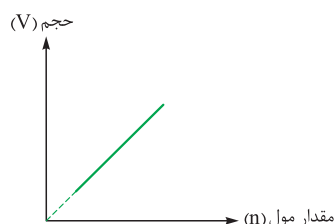
۲ مطابق این قانون، با افزایش تعداد مول‌های گازی (n)، حجم گاز (V) افزایش و با کاهش تعداد مول‌های گازی (n)، حجم گاز (V) کاهش می‌یابد.

$$V \propto n$$

$$\frac{V}{n} = \text{عدد ثابت} \Rightarrow \frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$$

۳ در دما و حجم ثابت، هر چه شمار مول‌های یک گاز بیشتر باشد، فشار گاز هم بیشتر خواهد شد.

– نمودار مربوط به رابطه حجم و مول گاز –



گفتیم که در دما و فشار ثابت، حجم هر گاز با شمار مول‌های آن رابطه مستقیم دارد.

دیدید که حجم یک نمونه گاز به مقدار، دما و فشار آن وابسته است. بنابراین، با تغییر هر یک از این کمیت‌ها حجم گاز تغییر می‌کند.

۴ قانون آووگادرو: در دما و فشار یکسان، حجم یک مول از گازهای گوناگون با هم برابر است.

دقت کنید که:

در دما و فشار یکسان در حجم‌های یکسانی از گازهای مختلف، تعداد مولکول‌های برابری وجود دارد ولی الزاماً تعداد اتم‌های تشکیل‌دهنده گازها با هم برابر نیست! زیرا برخی گازها تک‌اتمی (گازهای نجیب)، برخی دواتمی (O_2 ، N_2 و ...) و تعدادی نیز چنداتمی (CO_2 ، CH_4 و ...) هستند.

$$\frac{\text{حجم گاز A}}{\text{حجم گاز B}} = \frac{\text{تعداد مول یا مولکول گاز A}}{\text{تعداد مول یا مولکول گاز B}} \Rightarrow \frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$$

فرمول قانون آووگادرو:

$$(1) \quad \text{حجم مولی} = \frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی}} = \frac{\text{تعداد مول}}{(1)}$$

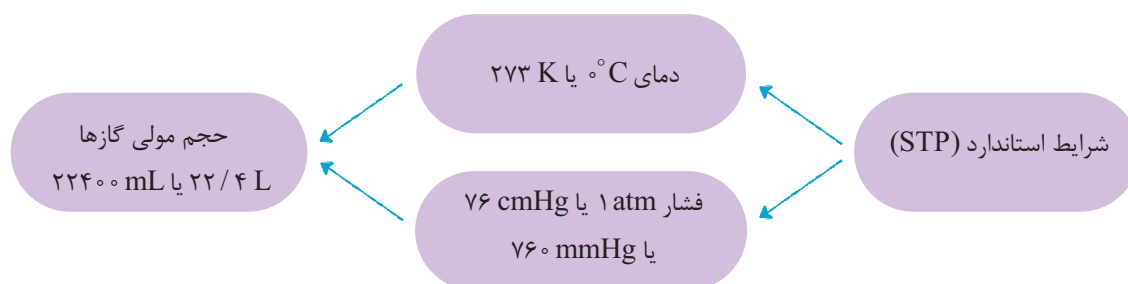
۱ چگالی یا جرم حجمی یک گاز، از تقسیم جرم مولی بر حجم مولی گاز مورد نظر در شرایط مورد نظر به دست می‌آید:

$$(2) \quad \rho = \frac{M_w(\text{جرم مولی})}{V(\text{حجم مولی})}$$

۲ برای محاسبه نسبت چگالی دو گاز در دما و فشار یکسان، کافی است جرم مولی دو گاز را به هم تقسیم کنیم؛ زیرا مطابق قانون آووگادرو،

$$(3) \quad \text{نسبت چگالی دو گاز} = \frac{M_{w2}}{M_{w1}} \left(\frac{\rho_2}{\rho_1} \right)$$

– شرایط استاندارد یا STP –



دقت کنید که:

در شرایط استاندارد یا STP، شرایط دمایی در دمای اتاق نیست!



● در شرایط استاندارد هر یک مول از هر نوع گازی، $22/4$ لیتر یا 22400 میلی لیتر حجم دارد که به این مقدار، حجم مولی گازها در شرایط استاندارد یا STP می گوییم.

دقت کنید که:

برای به دست آوردن حجم یک گاز در شرایط غیراستاندارد از چگالی آن استفاده می کنیم.

– استوکیومتری واکنش –

❶ به بخشی از دانش شیمی که به ارتباط کمی میان مواد شرکت کننده (واکنش دهنده ها و فراورده ها) در هر واکنش می پردازد، استوکیومتری واکنش می گویند.

❷ دانشی که کمک می کند تا شیمی دان ها و مهندسان در آزمایشگاه و صنعت با بهره گیری از آن، مشخص کنند که برای تولید مقدار معینی از یک فراورده به چه مقدار از هر واکنش دهنده نیاز است.

نکات مهم

- ❶ به هر یک از ضرایب مواد شرکت کننده در یک معادله موازنه شده ضریب استوکیومتری می گویند.
 - ❷ دقت کنید که در محاسبات استوکیومتری فقط از معادله موازنه شده باید استفاده کنیم! یعنی اولین گام در حل تست های استوکیومتری، موازنه کردن معادله واکنش داده شده است.
- زیرا معادله موازنه شده واکنش است که ضرایبی را مشخص می کند (ضرایب استوکیومتری) که مواد موجود در واکنش متناسب با آن تولید یا مصرف می شود و این ضرایب رابطه مولی بین تعداد ذرات واکنش دهنده (ها) و فراورده (ها) را نشان می دهد.

روش کلی حل مسائل استوکیومتری واکنش

در حل این مسائل به دو روش می توان عمل کرد:

– ۱- استفاده از کسر تبدیل –

در این روش سه مرحله زیر را باید انجام داد:

مرحله اول: با استفاده از کسر تبدیل های مناسب، مقدار ماده داده شده (A) را به تعداد مول آن تبدیل می کنیم:

$$\text{جرم (g)} \xrightarrow{\times \frac{1}{\text{جرم مولی}}} \text{مول}$$

$$\text{تعداد ذرات} \xrightarrow{\times \frac{1}{6/02 \times 10^{23}}} \text{مول}$$

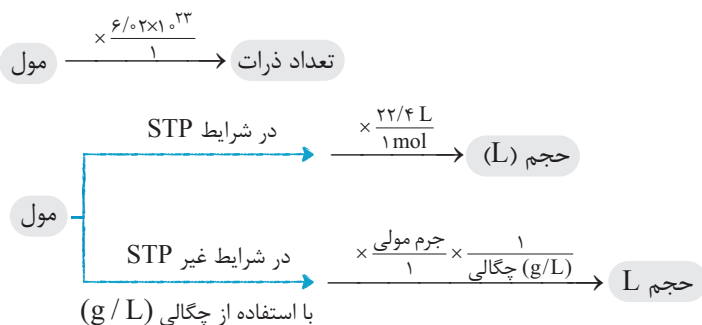
$$\begin{aligned} \text{حجم (L)} &\xrightarrow{\text{در شرایط غیر STP}} \xrightarrow{\frac{1 \text{ mol}}{22/4 \text{ L}}} \text{مول} \\ &\xrightarrow{\text{در شرایط غیر STP}} \xrightarrow{\times \frac{\text{چگالی (g/L)}}{1} \times \frac{1}{\text{جرم مولی (g.mol}^{-1})}} \text{مول} \\ &\quad \text{با استفاده از چگالی (g / L)} \end{aligned}$$

مرحله دوم: تعداد مول ماده داده شده (A) را که در مرحله قبل حساب کردیم، با استفاده از ضرایب استوکیومتری مواد در معادله موازنه شده به تعداد مول ماده خواسته شده (B)، تبدیل می کنیم.

$$\text{تعداد مول B} = \text{تعداد مول A} \times \frac{\text{ضریب استوکیومتری B}}{\text{ضریب استوکیومتری A}}$$

مرحله سوم: تعداد مول ماده خواسته شده (B) را به کمیتی از آن که در مسئله مورد نظر است، تبدیل می کنیم (برعکس مرحله اول):

$$\text{مول} \xrightarrow{\times \frac{\text{جرم مولی}}{1}} \text{جرم (g)}$$



۲- حل مسائل به روش تناسب -

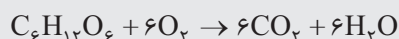
در این روش، کافی است با توجه به یکاهای مطرح شده در صورت مسئله، با کمک دوتا از کسرهای تناسب زیر، یک معادله تشکیل داده و مجهول مورد نظر را به دست آورد:

$$\frac{\text{جرم مولی} \times \text{چگالی}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم مولی} \times \text{چگالی}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم مولی} \times \text{چگالی}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم مولی} \times \text{چگالی}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم مولی} \times \text{چگالی}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم مولی} \times \text{چگالی}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}$$

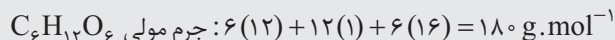
منظور از ضریب در تناسب‌های فوق، ضریب استوکیومتری ماده مورد نظر در معادله موازنه شده واکنش است.

مثال

اگر بدن انسان در دما و فشار ثابت و معینی به طور میانگین در هر شبانه‌روز ۳۳۶ L گاز اکسیژن مصرف کند، در هر شبانه‌روز چند گرم گلوکز ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) مصرف می‌شود؟ (چگالی گاز اکسیژن را $1/4 \text{ g.L}^{-1}$ در نظر بگیرید.) ($\text{O} = 16, \text{C} = 12, \text{H} = 1; \text{g.mol}^{-1}$)



پاسخ گزینه «۲»: ابتدا معادله واکنش:



روش اول: استفاده از کسر تبدیل:

$$336 \text{ L O}_2 \times \frac{1/4 \text{ g O}_2}{1 \text{ L O}_2} \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{32 \text{ g O}_2} \times \frac{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{6 \text{ mol O}_2} \times \frac{180 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} = 441 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$$

$$\frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{حجم} \times \text{چگالی}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \quad \frac{x}{1 \times 180} = \frac{1/4 \times 336}{6 \times 32} \quad x = \frac{180 \times 1/4 \times 336}{6 \times 32}$$

روش دوم: استفاده از کسر تناسب:

$$x = 30 \times 0 / 7 \times 21 = 21 \times 21 = 441 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$$

مثال

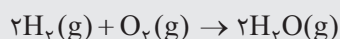
اگر مخلوطی از گازهای هیدروژن و متان (در شرایط استاندارد) به طور کامل بسوزند و مقدار ۵/۶ لیتر گاز کربن دی‌اکسید (در شرایط استاندارد) و ۱۱/۲۵ گرم آب تولید کنند، چند درصد حجمی این مخلوط را گاز متان تشکیل می‌دهد؟ ($\text{O} = 16, \text{C} = 12, \text{H} = 1; \text{g.mol}^{-1}$)

(سراسری ریاضی خارج از کشور ۸۷ و سراسری تهرانی ۸۸)

$$35/25 \quad 25/12 \quad 33/33$$

$$66/66 \quad 66/66$$

پاسخ گزینه «۴»: روش اول: معادله واکنش سوختن هیدروژن و متان به صورت زیر است:



همان‌طور که می‌بینید CO_2 فقط بر اثر سوختن متان به دست می‌آید؛ پس در اولین حرکت باید با استفاده از حجم CO_2 ، حجم گاز متان

$$5/6 \text{ L CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{22/4 \text{ L CO}_2} \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{22/4 \text{ L CH}_4}{1 \text{ mol CH}_4} = 5/6 \text{ L CH}_4$$

موجود در این مخلوط را حساب کنیم:

در حرکت بعدی باید ببینیم که بر اثر سوختن ۵/۶ لیتر گاز CH_4 ، چند گرم H_2O به دست می‌آید:

$$5/6 \text{ L CH}_4 \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{22/4 \text{ L CH}_4} \times \frac{2 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol CH}_4} \times \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 9 \text{ g H}_2\text{O}$$



فب! تا این جا فهمیدیم که از ۱۱/۲۵ گرم H_2O تولید شده، ۹ گرم آن مربوط به سوختن گاز CH_4 بود؛ پس حتماً بقیه آن یعنی ۲/۲۵ گرم، مربوط به سوختن H_2 است. حالا باید حساب کنیم که برای تولید ۲/۲۵ گرم H_2O ، چند لیتر H_2 باید بسوزد:

$$\frac{2}{25} g H_2O \times \frac{1 \text{ mol } H_2O}{18 g H_2O} \times \frac{2 \text{ mol } H_2}{2 \text{ mol } H_2O} \times \frac{22.4 \text{ L } H_2}{1 \text{ mol } H_2} = 2.8 \text{ L } H_2$$

$$\text{آفیش! دیگه داره تموم می شه!} \quad \text{درصد حجمی گاز } CH_4 = \frac{\text{حجم گاز } CH_4}{\text{حجم گاز } CH_4 + \text{حجم گاز } H_2} \times 100 = \frac{5/6}{5/6 + 2/8} \times 100 = 66/66\%$$

روش دوم: آله بفوایم فیلی شیک و مهلسی! حلش کنیم، ابتدا تعداد مول متان را به دست می آوریم:

$$5/6 \text{ L } CO_2 \times \frac{1 \text{ mol } CO_2}{22.4 \text{ L } CO_2} \times \frac{1 \text{ mol } CH_4}{1 \text{ mol } CO_2} = 0.25 \text{ mol } CH_4$$

حالا باید ببینیم بر اثر سوختن ۰/۲۵ مول CH_4 ، چند گرم H_2O به دست می آید:

$$0.25 \text{ mol } CH_4 \times \frac{2 \text{ mol } H_2O}{1 \text{ mol } CH_4} \times \frac{18 g H_2O}{1 \text{ mol } H_2O} = 9 g H_2O$$

پس ۲/۲۵ گرم H_2O باقی مانده مال H_2 می باشد! پس تعداد مول H_2 برابر است با:

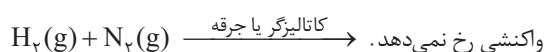
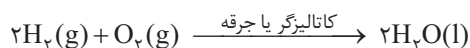
$$\frac{2}{25} g H_2O \times \frac{1 \text{ mol } H_2O}{18 g H_2O} \times \frac{2 \text{ mol } H_2}{2 \text{ mol } H_2O} = 0.125 \text{ mol } H_2$$

در شرایط یکسان دما و فشار، نسبت های حجمی گازها برابر با نسبت های مولی آنها است؛ بنابراین تمام شد!

$$\text{درصد حجمی (مولی) گاز } CH_4 = \frac{\text{مول گاز } CH_4}{\text{مول گاز } CH_4 + \text{مول گاز } H_2} \times 100 = \frac{0.25}{0.25 + 0.125} \times 100 = 66/66\%$$

– تولید آمونیاک، کاربردی از واکنش گازها در صنعت –

- ۱ گاز نیتروژن، فراوان ترین جزء سازنده هواکره بوده که در مقایسه با اکسیژن از نظر شیمیایی غیرفعال و واکنش ناپذیر است.
- ۲ برای مثال، مخلوط گازهای اکسیژن و هیدروژن در حضور کاتالیزگر یا جرقه در یک واکنش سریع و شدید، منفجر می شود و آب تولید می کند. اما در مخلوط گازهای نیتروژن و هیدروژن، حتی در حضور کاتالیزگر یا جرقه واکنش رخ نمی دهد.



- ۳ پس گاز نیتروژن در مقایسه با اکسیژن از نظر شیمیایی غیرفعال و واکنش ناپذیر است. از این رو گاز نیتروژن به جوی اثر شهرت یافته و در محیط هایی که گاز اکسیژن، عامل ایجاد تغییر شیمیایی است به جای آن از گاز نیتروژن استفاده می کنند.

- ۴ برای پرکردن و تنظیم باد تایر خودرو به جای هوا از گاز نیتروژن استفاده می شود.

- ۵ در سال ۱۹۱۸ میلادی، دانشمندی به نام فریتس هابر شیمی دان معروف آلمانی، به دلیل تهیه آمونیاک از گازهای N_2 و H_2 ، برنده جایزه نوبل شیمی شد. هابر واکنش زیر را مبنای پژوهش های خود قرار داد:



- ۶ مشکل اصلی هابر یافتن شرایط بهینه برای انجام این واکنش بود. او در این راستا با دو چالش عمده مواجه بود:

۱. واکنش در دما و فشار اتاق انجام نمی شد.

- ۱ هابر با تلاش ها و آزمایشات فراوان واکنش میان گازهای هیدروژن و نیتروژن را بارها در دماها و فشارهای مختلف انجام داد تا بتواند شرایط بهینه آن را پیدا کند.

- ۲ سرانجام دریافت که اگر مخلوط این گازها از روی ورقه آهنی (به عنوان کاتالیزگر) در دما و فشار مناسب (به عنوان نکته اضافه بدانید! دمای ۴۵۰ درجه سلسیوس و فشار ۲۰۰ atm)، عبور داده شود، با انجام واکنش، مقدار قابل توجهی آمونیاک تولید می شود، اما همه واکنش دهنده ها به فراورده ها تبدیل نخواهد شد؛ زیرا این واکنش برگشت پذیر است؛ با این توصیف در ظرف واکنش مخلوطی از سه گاز H_2 ، N_2 و NH_3 وجود دارد. اکنون هابر با مشکل دیگری هم روبه رو بود:



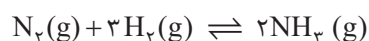
۲. چگونه آمونیاک (فراوردهٔ واکنش) را از مخلوط واکنش جدا کند.

۱) او با بررسی نقطهٔ جوش این مواد، راه‌حلی را برای جداسازی آمونیاک پیدا کرد.

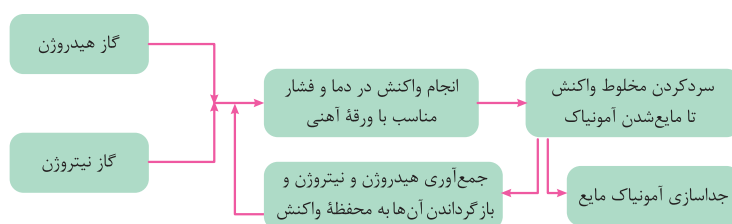
$\text{NH}_3 > \text{N}_2 > \text{H}_2$:نقطهٔ جوش

$-34^\circ\text{C} \quad -196^\circ\text{C} \quad -253^\circ\text{C}$

هابر پس از انجام واکنش، دما را کمی پایین‌تر از نقطهٔ جوش آمونیاک آورد تا فقط آمونیاک مایع‌شده و از مخلوط خارج شود. در فرایند هابر، گازهای N_2 و H_2 واکنش نداده را بازگردانی کرده و به ظرف اصلی واکنش برمی‌گردانند تا دوباره با هم واکنش دهند.



جمع‌بندی





فصل ۲ یازدهم: در پی غذای سالم

- اجزای بنیادی جهان مادی را ماده و انرژی می‌دانند که می‌توانند به هم تبدیل شوند.
- تنها منبع حیات بخش انرژی، خورشید است.
- کاهش جرم خورشید، تبدیل ساده به انرژی را تأیید می‌کند.
- منابع شیمیایی بسیار (کودها و آفت‌کش‌ها و ...)
- نیازهای صنایع غذایی
 - سطح وسیعی از زمین‌های بایر
 - حجم عظیمی از آب‌های قابل استفاده در کشاورزی (آب شیرین)
- نقش غذا در بدن
 - تأمین انرژی
 - تأمین مواد اولیه برای ساخت و رشد بخش‌های مختلف بدن
- فراایندهای بالا وابسته به انجام واکنش‌های شیمیایی هستند که هر یک **آهنگ ویژه‌ای** دارند: واکنش‌هایی که **دمای بدن** را نیز کنترل و تنظیم می‌کند.
- منابع موجود در برخی خوراکی‌ها
 - گوشت قرمز و ماهی: پروتئین، انواع ویتامین و مواد معدنی
 - شیر و فراورده‌های آن: پروتئین و کلسیم (پیشگیری و ترمیم پوکی استخوان)

غذا، ماده و انرژی

- بدن ما برای انجام فعالیت‌های ارادی و غیرارادی به ماده و انرژی نیاز دارد که از غذا تأمین می‌شود.
- ارزش مواد غذایی در تأمین ماده و انرژی یکسان نیست.
- یکی از راه‌های آزادشدن انرژی مواد، سوزاندن آن‌هاست. مثل گاز شهری، بنزین، الکل، زغال و هم‌چنین مواد غذایی مثل ماکارونی و ...
- انرژی آزادشده به نوع ماده و جرم آن بستگی دارد.

دمای یک ماده از چه خبر می‌دهد؟

- هر ماده‌ای جنبش‌های پیوسته و نامنظم دارد.
- انرژی جنبشی تک‌تک ذره‌ها با هم برابر نیستند و میزان جنبش ذره‌ها، متفاوت از یکدیگر است.

نکته

میانگین انرژی جنبشی ذرات سازنده ماده به **حالت فیزیکی و دمای** ماده وابسته است.

جامد > مایع > گاز: میانگین انرژی جنبشی
دما بالاتر ← میانگین انرژی جنبشی بیشتر

- میزان گرمی و سردی ماده
- دما: میانگین تندی حرکت ذره‌های سازنده ماده
- میانگین انرژی جنبشی ذره‌های سازنده ماده

یکای رایج دما: درجه سلسیوس ($^{\circ}\text{C}$)

یکای دما در SI: کلوین (K)

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

دما: میانگین انرژی جنبشی ذره‌های سازنده یک نمونه ماده است. ← به تعداد ذره‌ها وابسته نیست.

انرژی گرمایی: مجموع انرژی جنبشی ذره‌های سازنده یک نمونه ماده است. ← به تعداد ذره‌ها وابسته است.

انرژی گرمایی کمیتی است که هم به دما و هم به جرم (تعداد ذرات سازنده) ماده بستگی دارد.

← اگر دمای جسم X بیشتر از Y باشد لزوماً انرژی گرمایی جسم X بیشتر نیست. به مثال‌های زیر توجه کنید:

انرژی گرمایی: یک لیوان آب 25°C > یک لیوان آب 9°C ، یک استخر آب 25°C > یک لیوان آب 9°C



تفاوت دما و گرما

دما برای توصیف یک نمونه ماده، ولی تغییر دما برای توصیف یک فرایند است.

گرما از ویژگی‌های یک نمونه ماده نیست ← برای توصیف یک فرایند است.

● اشاره به گرمای یک نمونه ماده اشتباه علمی است.

گرما: به مقدار انرژی گرمایی که به دلیل تفاوت دما در یک فرایند جاری می‌شود، گفته می‌شود.

گرما همواره از جسمی با دمای بالاتر (حتی اگر انرژی گرمایی‌اش کم‌تر باشد) به جسمی با دمای پایین‌تر جاری می‌شود.

مقایسه دما، انرژی گرمایی و گرما

دما	انرژی گرمایی	گرما
● میانگین انرژی جنبشی ذره‌های یک ماده	● مجموع انرژی جنبشی ذره‌های یک ماده	● مقداری از انرژی گرمایی که به دلیل تفاوت دما در فرایند مبادله می‌شود.
● برای توصیف یک نمونه ماده	● برای توصیف یک نمونه ماده	● برای توصیف یک فرایند
● صورتی از انرژی نیست.	● صورتی از انرژی است.	● صورتی از انرژی است.
(معیاری برای بیان سردی و گرمی جسم است.)		
● به مقدار ماده وابسته نیست.	● به تعداد ذره‌ها (جرم) و دمای جسم وابسته است.	● به مقدار جسم وابسته است.
● قابل اندازه‌گیری است.	● قابل اندازه‌گیری نیست.	● قابل اندازه‌گیری است.
نماد: θ یا T	نماد: Q	نماد: Q
یکا: $^{\circ}\text{C}$ یا K	یکا: J و cal	یکا: J و cal

ظرفیت گرمایی (C): گرمای لازم برای افزایش دمای یک ماده به اندازه یک درجهٔ سلسیوس. $(\text{J} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1})$

● یکای اندازه‌گیری گرما (q) در (SI) ژول (J) است.

● ظرفیت گرمایی به ۴ عامل وابسته است:

۱) دما ۲) فشار ۳) نوع ماده ۴) جرم

گرمای ویژه (c): گرمای لازم برای افزایش دمای یک گرم از ماده به اندازه یک درجهٔ سلسیوس. $(\text{J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1})$

● گرمای ویژه به ۳ عامل وابسته است:

۱) دما ۲) فشار ۳) نوع ماده

رابطه بین ظرفیت گرمایی (C) و گرمای ویژه (c) $C = mc$

نکته

برای پاسخ به سوال‌های مقایسه‌ای از این نکته استفاده کنید: «ظرفیت گرمایی (mc)، مقاومت در برابر تغییر دما است.»

← به ازای q برابر: هر چه ظرفیت گرمایی بیشتر ← تغییر دما ($\Delta\theta$) کم‌تر

← به ازای $\Delta\theta$ برابر: هر چه ظرفیت گرمایی بیشتر ← گرما (q) بیشتر ← مدت‌زمان (t) بیشتر

● آب یکی از بیشترین گرمای ویژه را دارد.

به مقایسه گرمای ویژه ماده‌های روبه‌رو دقت کنید: آب < روغن زیتون ، سیب‌زمینی < نان

روغن و چربی ← تفاوت فیزیکی: روغن ← مایع (l)، چربی ← جامد (s)

← تفاوت شیمیایی: روغن دارای پیوندهای دوگانهٔ بیشتر ← واکنش‌پذیری بیشتر

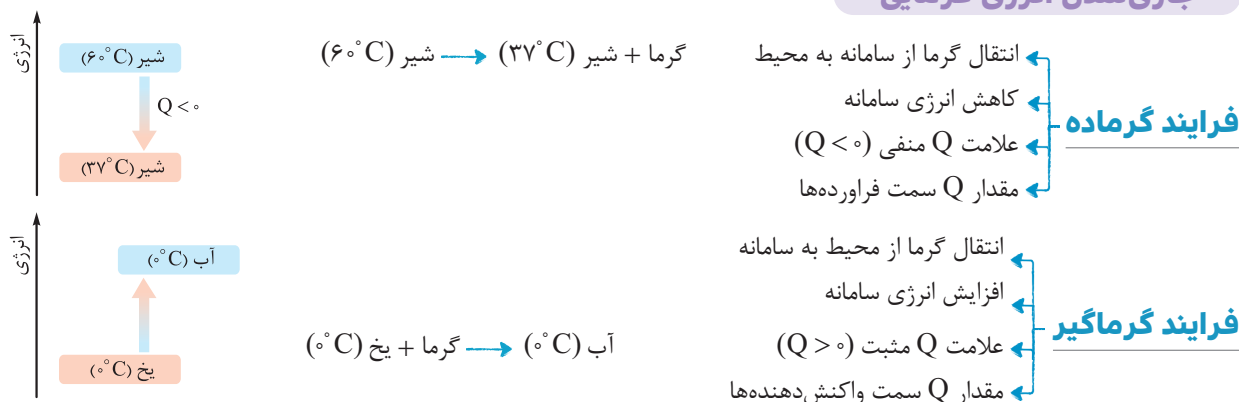
نکته

مسئله‌هایی از جنس هم‌دمایی: وقتی دو ماده با دمای متفاوت را در تماس با هم قرار دهیم، ماده با دمای بالاتر گرما از دست می‌دهد و ماده با دمای پایین‌تر، همان مقدار آب را جذب می‌کند تا جایی که به یک دما برسند. برای حل این مسائل، کافی است مقدار گرمایی که یکی یا چند ماده از دست می‌دهد را با مقدار گرمایی که یک یا چند ماده دیگر جذب می‌کند. برابر قرار دهیم:

$$|q_A + q_B + \dots| = |q_C + q_D + \dots|$$

موادی که گرما می‌گیرند. موادی که گرما از دست می‌دهند.

– جاری شدن انرژی گرمایی –



نکته

جاری شدن انرژی گرمایی در مواردی می‌تواند بدون تغییر دما باشد. ($\Delta\theta = 0$)

به علامت $\Delta\theta$ کاری نداشته باشید.
 گرماده \leftarrow سامانه گرما داد ، $Q < 0$
 گرماگیر \leftarrow سامانه گرما گرفت ، $Q > 0$

● گوارش فرایندی گرماده است.

خوردن بستنی \leftarrow فرایند هم‌دماشدن بستنی با بدن: گرماگیر، $Q > 0$
 فرایند گوارش و سوخت‌وساز بستنی: گرماده، $Q < 0$
 در کل گرماده

● گرما در واکنش‌های شیمیایی (گرمایشیمی) ●

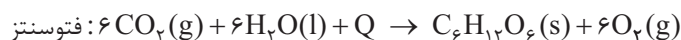
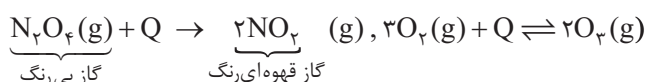
● ویژگی بنیادی همهٔ واکنش‌ها: دادوستد گرما با محیط پیرامون

تأمین انرژی بدن: گوارش غذا
 کاربرد گرمای واکنش‌ها \leftarrow تأمین انرژی حمل‌ونقل یا گرم کردن محیط: سوختن سوخت‌ها
 واکنش‌دهنده و تأمین‌کنندهٔ انرژی استخراج آهن: زغال کک

$$\frac{1}{\text{سطح انرژی}} \propto \text{پایداری}$$

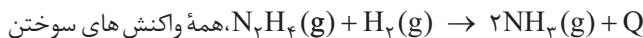
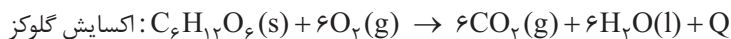
● سطح انرژی مواد با پایداری آن‌ها رابطهٔ عکس دارد:

\leftarrow در واکنش‌های گرماگیر: واکنش‌دهنده‌ها پایدارتر از فراورده‌ها هستند: **مثال**





← در واکنش‌های گرماده، فراورده‌ها پایدارتر از واکنش دهنده‌ها هستند. **مثال**



● با وجود تولید انرژی در واکنش اکسایش گلوکز، دمای بدن تغییر محسوس نمی‌کند.

هر ماده‌ای دو نوع انرژی دارد:

۱) انرژی گرمایی ← مجموع انرژی جنبشی ذره‌ها

۲) انرژی پتانسیل ← انرژی ناشی از نیروهای نگه‌دارنده ذره‌های سازنده ماده (انرژی نهفته) مثل پیوندهای شیمیایی.

انجام واکنش شیمیایی ← شکسته شدن پیوندهای اولیه ← تشکیل پیوندهای جدید ← تفاوت انرژی پتانسیل مواد ← مبادله گرما

«گرمای مبادله‌شده در واکنش‌های شیمیایی به طور عمده وابسته به تفاوت انرژی پتانسیل مواد واکنش دهنده و فراورده است.»

«گرمای مبادله‌شده در دمای ثابت، ناشی از تفاوت انرژی گرمایی در مواد واکنش دهنده و فراورده نیست.»

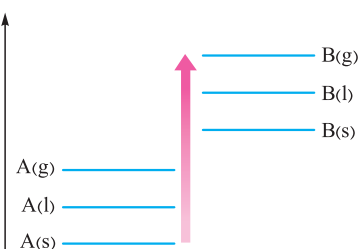
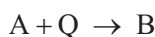
– گرمای واکنش در دما و فشار ثابت به سه عامل وابسته است: –

۱) نوع مواد واکنش دهنده و فراورده

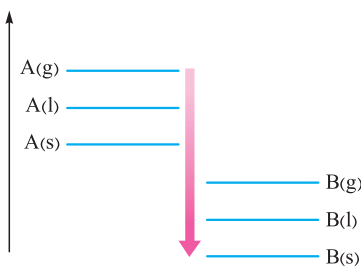
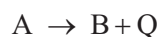
تغییر نوع ماده ← تفاوت انرژی پتانسیل ماده ← تغییر گرمای واکنش

۲) حالت فیزیکی مواد واکنش دهنده و فراورده

مقایسه سطح انرژی: جامد > مایع > گاز



در فرایندهای گرماگیر، هر چه سطح انرژی واکنش دهنده‌ها پایین‌تر و سطح انرژی فراورده‌ها بالاتر باشد، گرمای مصرف‌شده، بیشتر می‌شود.



در فرایندهای گرماده، هر چه سطح انرژی واکنش دهنده‌ها بالاتر و سطح انرژی فراورده‌ها پایین‌تر باشد، گرمای آزادشده، بیشتر می‌شود.

نکته

تفاوت سطح انرژی یک ماده در حالت‌های مایع و گاز، بیشتر از تفاوت سطح انرژی حالت‌های جامد و مایع آن است.

← راحت‌ترین راه برای حل تست‌های مقایسه‌ای، رسم نمودار سطح انرژی مواد است.

● بررسی مقایسه گرما صرفاً مقدار عددی گرما مهم است، نه علامت آن!

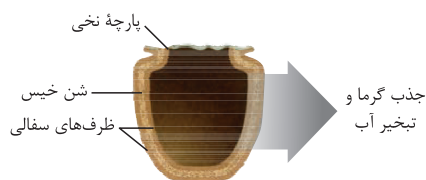
۳) مقدار مواد واکنش دهنده‌ها ← ترکیب استوکیومتری و گرمای واکنش



مثلاً گرمای حاصل از سوختن ۴ گرم متان برابر است با:

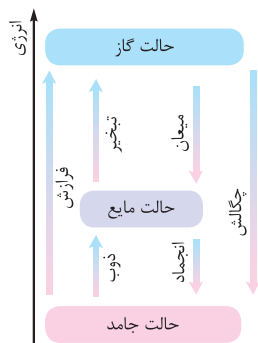
$$4g CH_4 \times \frac{1 \text{ mol } CH_4}{16g CH_4} \times \frac{-890 \text{ kJ}}{1 \text{ mol } CH_4} = -222.5 \text{ kJ}$$

مروارثه آزمون آزمایشی خیلی سبز



دو ظرف سفالی، فضای بینشان شن خیس، درپوش نخی
خنک شدن غذا بدون انرژی الکتریکی
عملکرد: جذب گرما از فضای درونی ظرف برای تبخیر آب

یخچال صحرایی



تغییر حالت فیزیکی مواد خالص با تغییر انرژی همراه است.

آنتالپی، همان محتوای انرژی است.

هر نمونه ماده دو نوع انرژی دارد: انرژی جنبشی (گرمایی): جنبش های نامنظم
انرژی پتانسیل (شیمیایی): برهم کنش بین ذره ها

آنتالپی (H) یا محتوای انرژی، انرژی کل سامانه است.

انجام واکنش → تغییر آنتالپی مواد (ΔH) ← مبادله گرما

تغییر آنتالپی واکنش (ΔH)، هم ارز با گرمای واکنش در فشار ثابت است.

$$Q_p = H(\text{مواد واکنش دهنده}) - H(\text{مواد فراورده}) = \Delta H \text{ واکنش}$$

افزایش انرژی کل سامانه	نشانه های	کاهش انرژی کل سامانه
انتقال گرما از محیط به سامانه	واکنش گرماگیر	انتقال گرما از سامانه به محیط
«Q» سمت واکنش دهنده ها		«Q» سمت فراورده ها
مواد واکنش دهنده، پایدارتر از مواد فراورده		مواد فراورده، پایدارتر از مواد واکنش دهنده
آنتالپی مواد فراورده بیشتر از مواد واکنش دهنده		آنتالپی مواد فراورده کمتر از آنتالپی مواد واکنش دهنده
علامت «Q» و « ΔH » واکنش، مثبت		علامت «Q» و « ΔH » واکنش، منفی

ΔH همانند گرمای واکنش در دما و فشار ثابت، به سه عامل وابسته است:

۱) نوع مواد واکنش دهنده و فراورده

۲) حالت فیزیکی واکنش دهنده و فراورده

۳) مقدار واکنش دهنده ها ← ترکیب استوکیومتری و گرمای واکنش

برای حل تست های استوکیومتری و ΔH می توانیم از روش نسبت مولی (یا کسر تناسب) استفاده کنیم و به نسبت های قبل،

$$\left(\frac{\text{جرم مولی}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} \right) \text{ نسبت } \frac{q}{|\Delta H|} \text{ را اضافه کنیم.}$$

دقت کنید که q ، ΔH باید بر حسب یک واحد باشند. (KJ)

q : گرمای مبادله شده در واکنش به ازای مقداری که در مسئله داده شده است.



ΔH : گرمای مبادله شده در واکنش طبق ضرایب استوکیومتری مواد در معادله موازنه شده است.

$$\frac{\text{مول}}{\text{ضریب مول}} = \frac{\text{تعداد ذره ها}}{\text{تعداد ذره ها}} = \frac{\text{گرم}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی گرم}} = \frac{\text{لیتر گاز}}{\text{ضریب} \times \text{لیتر گاز (STP)}} = \frac{\text{لیتر گاز}}{\text{ضریب} \times \text{حجم مولی (لیتر گاز (چگالی))}} = \frac{\text{چگالی} \times \text{لیتر گاز}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{M \times V(L)}{\text{ضریب غلظت مولی (L)}} =$$

$$\frac{M \times V(\text{mL})}{1000 \times \text{ضریب مولی (mL)}} = \frac{\text{گرم ناخالص} \times \frac{P}{100}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی گرم ناخالص}} = \frac{q}{|\Delta H|} \rightarrow (\text{KJ})$$

مثلاً در حل تست زیر:

برای بالابردن دمای یک قطعه مس به وزن ۲/۵ کیلوگرم از ۲۵°C به ۲۲۵°C، چند کیلوژول گرما لازم است و این مقدار گرما، به تقریب از سوختن کامل چند گرم گاز متان تأمین می شود؟ (ظرفیت گرمایی ویژه مس را برابر با ۰/۳۹ J.g⁻¹.°C⁻¹ در نظر بگیرید، گزینه ها را از راست به چپ بخوانید، C = ۱۲ : g.mol⁻¹، H = ۱)

۲/۵، ۱۹۵ (۱) ۳/۵، ۱۹۵ (۲) ۲۵، ۱۹۵ (۳) ۳۵، ۱۹۵ (۴)

«کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور (۱۳۹۹)»

قسمت اول: استفاده از رابطه $q = mc\Delta\theta$

اگر در رابطه $q = mc\Delta\theta$ ، m را بر حسب kg بگذاریم q بر حسب kJ محاسبه می شود:

$$q = 2/5 \times 0/39 \times (225 - 25) = \frac{1}{4} \times \frac{39}{100} \times 2n = \frac{39}{4} = 9.75 \text{ kJ}$$

قسمت دوم: استفاده از کسر تناسب های نسبت گرما و نسبت جرم CH_4 :

$$\frac{\text{جرم}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{q}{|\Delta H|} \Rightarrow \frac{x}{16 \times 1} = \frac{195}{890} \rightarrow x = \frac{16 \times 195}{890} = \frac{16 \times 39}{890 \times 2} = \frac{8}{89} \times 39 = 3/9 \downarrow \approx 3/5 \text{ g}$$

آنتالپی پیوند و میانگین آن

به انرژی لازم برای شکستن یک مول پیوند در حالت گازی و تبدیل آن به دو مول اتم مجزای گازی، آنتالپی پیوند می گوئیم.

● شکستن پیوند ← گرماگیر ($\Delta H > 0$) ● تشکیل پیوند ← گرماده ($\Delta H < 0$)

جدول آنتالپی برخی پیوندها

پیوند	Cl—Cl	Br—Br	I—I	H—F	H—Cl	O=O	N≡N
آنتالپی (kJ mol ⁻¹)	۲۴۲	۱۹۳	۱۵۱	۵۶۷	۴۳۱	۴۹۵	۹۴۵

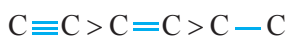
● برای پیوندهایی که در مولکول های دواتمی وجود دارند، مثل H—H، N≡N و ... از آنتالپی پیوند و برای پیوندهایی که در مولکول های چنداتمی وجود دارند، مانند C—H، N—H و ... از «میانگین آنتالپی پیوند» استفاده می کنیم.

میانگین آنتالپی برخی پیوندها

پیوند	C—O	N—H	O—H	C—C	C=C	C≡C	C=O	N—N	O—O
میانگین آنتالپی (kJ mol ⁻¹)	۳۸۰	۳۹۱	۴۶۳	۳۴۸	۶۱۴	۸۳۹	۷۹۹	۱۶۳	۱۴۶



(۱) مرتبه پیوند (تعداد پیوند بین دو اتم): هر چه مرتبه پیوند بیشتر، میانگین آنتالپی پیوند بیشتر:



(۲) شعاع اتمها: به طور کلی، هر چه شعاع اتمهای تشکیل دهنده پیوند کم تر، آنتالپی پیوند بیشتر:



عوامل مؤثر بر آنتالپی پیوند

استفاده از آنتالپی پیوند ← مناسب برای واکنش های گازی

روش محاسباتی ← استفاده از قانون هس

روش های تعیین ΔH واکنش

روش تجربی ← استفاده از گرماسنج لیوانی ← مناسب برای واکنش های در حالت محلول

آنتالپی پیوند، راهی برای تعیین ΔH واکنش

● شکستن هر نوع پیوند ← گرماگیر (ΔH مثبت)

● تشکیل هر نوع پیوند ← گرماده (ΔH منفی)

$$\Delta H = [\text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد فراورده}] - [\text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد واکنش دهنده}] = \Delta H_{\text{واکنش}}$$

مثلاً در حل تست زیر:

اگر آنتالپی پیوندهای $N \equiv N$ و $N - N$ ، $N - H$ ، $H - H$ با یکای کیلوژول بر مول، به ترتیب برابر با ۴۳۵، ۳۸۹، ۱۵۹ و ۹۴۱ باشد، مطابق

واکنش: $N_2(g) + 2H_2(g) \rightarrow H_2N - NH_2(g)$ ، به ازای مصرف $3/01 \times 10^{25}$ مولکول هیدروژن، چند کیلوژول انرژی جذب می شود؟

۴۸۰۰ (۴)

۳۶۰۰ (۳)

۲۴۰۰ (۲)

۱۲۰۰ (۱)

«کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور (۱۳۹۹)»

مرحله اول: محاسبه ΔH واکنش: پیوندهای سمت چپ با علامت مثبت، پیوندهای سمت راست با علامت منفی

$$\Delta H = (N \equiv N) + 2(H - H) - (N - N) - 4(N - H) = 941 + 2(435) - 159 - 4(389) = +96 \text{ kJ}$$

مرحله دوم: استفاده از نسبت گرما و نسبت تعداد ذره های H_2

$$\frac{\text{تعداد ذره ها}}{\text{ضریب}} = \frac{q}{|\Delta H|} \Rightarrow \frac{3/01 \times 10^{25} \times 2}{6/02 \times 10^{23} \times 2} = \frac{x}{96 \text{ kJ}} \rightarrow x = 2400 \text{ kJ}$$

هر چه مولکول های یک واکنش ساده تر ← مولکول های دواتمی بیشتر ← استفاده بیشتر از آنتالپی پیوندی ← دقیق تر

همخوانی بیشتر ΔH با داده های تجربی

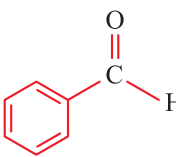
هر چه مولکول های یک واکنش پیچیده تر ← مولکول های چنداتمی بیشتر ← استفاده بیشتر از میانگین آنتالپی پیوند

دقت کم تر ← همخوانی کم تر ΔH با داده های تجربی

پیوند با زندگی (گروه های عاملی)

گروه عاملی: آرایش منظمی از اتمها که به مولکول آلی دارای آن، خواص فیزیکی و شیمیایی منحصر به فردی می بخشد.



خانواده (فرمول مولکولی)*	فرمول ساختاری و نام گروه عاملی	فرمول کلی	تعداد کربن‌های ساده‌ترین عضو	مثال‌های معروف
الکل‌ها ($C_nH_{2n+1}OH$)	$-OH$ هیدروکسیل	$R-OH$ R گروه هیدروکربنی است.	۱	CH_3CH_2-OH اتانول
اترها ($C_nH_{2n+2}O$)	$-O-$ اتری	$R-O-R'$ R و R' گروه هیدروکربنی هستند.	۲	CH_3-O-CH_3 دی‌متیل اتر
آلدهیدها ($C_nH_{2n}O$)	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C-H \end{array}$ آلدهیدی	$\begin{array}{c} O \\ \\ R-C-H \end{array}$ R هیدروژن یا گروه هیدروکربنی است.	۱	توجه: دقت کنید که بنزآلدهید، آلدهیدی سیر نشده است و فرمول مولکولی آن از $C_nH_{2n}O$ پیروی نمی‌کند.  بنزآلدهید
کتون‌ها ($C_nH_{2n}O$)	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C-$ کربونیل	$\begin{array}{c} O \\ \\ R-C-R' \end{array}$ R و R' گروه هیدروکربنی هستند.	۳	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2-C(=O)-CH_3$ ۲-پنتانون
کربوکسیلیک اسیدها ($C_nH_{2n}O_2$)	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C-OH \end{array}$ کربوکسیل	$\begin{array}{c} O \\ \\ R-C-OH \end{array}$ R هیدروژن یا گروه هیدروکربنی است.	۱	$CH_3-C(=O)OH$ اتانویک (استیک) اسید
استرها ($C_nH_{2n}O_2$)	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C-O-$ استری	$\begin{array}{c} O \\ \\ R-C-O-R' \end{array}$ R' گروه هیدروکربنی است؛ ولی R هیدروژن یا گروه هیدروکربنی می‌تواند باشد.	۲	$CH_3CH_2CH_2-C(=O)O-CH_2CH_3$ اتیل بوتانوات
آمین‌ها ($C_nH_{2n+3}N$)	$\begin{array}{c} -N- \\ \end{array}$ آمینی	$\begin{array}{c} R-N-R'' \\ \\ R' \end{array}$ R، R' و R'' می‌توانند گروه هیدروکربنی یا هیدروژن باشند، اما هر سه تایی آن‌ها نباید هیدروژن باشند.	۱	CH_3-NH_2 متیل آمین
آمیدها ($C_nH_{2n+1}NO$)	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C-N- \\ \end{array}$ آمیدی	$\begin{array}{c} O \\ \\ R-C-N-R'' \\ \\ R' \end{array}$ R، R' و R'' هیدروژن یا گروه هیدروکربنی هستند.	۱	$H-C(=O)NH_2$ متانامید

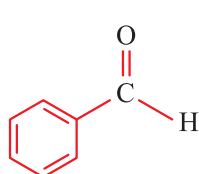
*- فرمول مولکولی برای ترکیب‌های یک‌عاملی و سیر شده

** - اگر تعداد کربن‌ها یکسان باشد.

ایزومر (همپار): ترکیب‌هایی با فرمول مولکولی یکسان، ولی فرمول ساختاری متفاوت

تشخیص ارتباط دو ساختار:

حالت	فرمول مولکولی	فرمول ساختاری	وضعیت
I	x		متفاوت
II	✓	✓	یکسان
III	✓	x	ایزومر



حداقل یک طرف H باشد ← آلدهید (آلدهیدی) مثل بنز آلدهید (C_7H_6O)


—C—O
O
نشانه وجود یک گروه عاملی به نام کربونیل است.

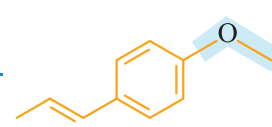
دو طرف C باشد ← کتون (کربونیل) مثل ۲-هپتانون ($C_7H_{14}O$)

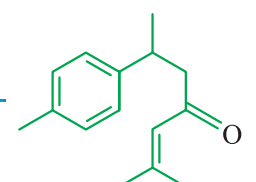


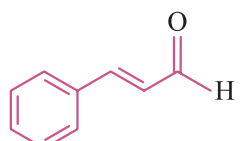
—O—
یک طرف H باشد ← الکل (هیدروکسیل): مثل ترکیب آلی موجود در گشنیز
دو طرف C باشد ← اتر (اتری): مثل ترکیب آلی موجود در رازیانه

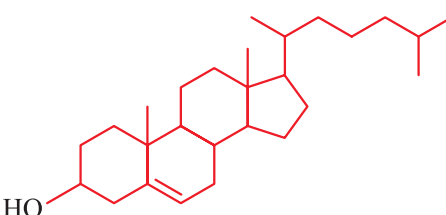
اگر نام علمی ماده آلی در کتاب درسی نوشته شده باشد باید همه اطلاعات آن (شامل فرمول مولکولی، ساختار، ویژگی‌ها و ...) را بلد باشیم. مثل بنز آلدهید (ترکیب عالی موجود در بادام)، ۲-هپتانون (ترکیب عالی موجود در میخک) و بنزوئیک اسید (ترکیب عالی موجود در تمشک و توت‌فرنگی)
اگر فقط ساختار ماده در کتاب درسی آمده باشد؛ صرفاً باید ویژگی‌هایش را بلد باشیم (مانند گروه‌های عاملی آن، سیر شده یا سیر نشده بودن و ...) مثل ویتامین‌ها، ترکیب موجود در گشنیز و ...

● ترکیب آلی موجود در گشنیز: 
گروه عاملی موجود: الکی (هیدروکسیل) ← سیر نشده (با ۲ مول H_2 سیر می‌شود).

● ترکیب آلی موجود در رازیانه: 
گروه عاملی موجود: اتری
آروماتیک (دارای حلقه بنزن) و حلقوی
سیر نشده (با ۴ مول H_2 سیر می‌شود).

● ترکیب آلی موجود در زردچوبه: 
گروه عاملی موجود: کتون (کربونیل)
آروماتیک (دارای حلقه بنزن) و حلقوی
سیر نشده (با ۴ مول H_2 سیر می‌شود).

● ترکیب آلی موجود در دارچین: 
گروه عاملی موجود: آلدهیدی
آروماتیک (دارای حلقه بنزن) و حلقوی
سیر نشده (با ۴ مول H_2 سیر می‌شود).

● کلسترول یکی از مواد آلی موجود در غذاهای جانوری است که مقدار اضافی آن در دیواره رگ‌ها رسوب می‌کند، فرایندی که منجر به گرفتگی رگ‌ها و سکته می‌شود.

گروه عاملی موجود: الکی (هیدروکسیل)
حلقوی (دارای ۴ حلقه)
سیر نشده (با ۱ مول H_2 سیر می‌شود).



- چربی ذخیره شده در کوهان شتر هنگام اکسایش افزون بر آب مورد نیاز، انرژی لازم برای فعالیت های جانور را نیز تأمین می کند.
- $$2C_{57}H_{111}O_6(s) + 163O_2(g) \rightarrow 114CO_2(g) + 110H_2O(l), \Delta H = -75520 \text{ kJ}$$

آنتالپی سوختن، تکیه گاهی برای تأمین انرژی

- کربوهیدرات ها، پروتئین ها و چربی ها، منابعی برای تأمین انرژی بدن هستند.
- کربوهیدرات ها در بدن به گلوکز شکسته شده، گلوکز حاصل در خون حل می شود \rightarrow قند خون
- ارزش سوختی:** انرژی حاصل از سوختن یا اکسایش یک گرم از ماده

ارزش سوختی سه ماده غذایی

ماده غذایی	کربوهیدرات	چربی	پروتئین
ارزش سوختی (kJ g^{-1})	۱۷	۳۸	۱۸

پروتئین = کربوهیدرات > چربی: ارزش سوختن

- آنتالپی سوختن:** واکنش سوختن کامل یک مول ماده در اکسیژن کافی
- $$\text{آنتالپی سوختن } (\text{kJ.mol}^{-1}) = \frac{\text{ارزش سوختی } (\text{kJ.g}^{-1})}{\text{جرم مولی } (\text{g.mol}^{-1})}$$
- همه واکنش های سوختن گرماده هستند $\rightarrow \Delta H < 0$.

آنتالپی سوختن برخی ترکیب های آلی در 25°C

ماده آلی	آنتالپی سوختن (kJ mol^{-1})	ماده آلی	آنتالپی سوختن (kJ mol^{-1})
$\text{CH}_4(\text{g})$	-۸۹۰	$\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})$	-۱۳۰۰
$\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$	-۱۵۶۰	$\text{C}_3\text{H}_4(\text{g})$	-۱۹۳۸
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l})$	-۱۴۱۰	$\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$	-۷۲۶
$\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}(\text{l})$	-۲۰۵۸	$\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}(\text{l})$	-۱۳۶۸

- بخش عمده گاز شهری را متان (CH_4) تشکیل می دهد: $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}), \Delta H = -890 \text{ kJ.mol}^{-1}$

- ماده مورد نظر به همراه O_2 واکنش دهنده های واکنش سوختن هستند.
- ضریب استوکیومتری ماده مورد نظر یک باشد.
- سوختن کامل باشد؛ یعنی تبدیل همه کربن ها به CO_2 (محصولات CO_2 و H_2O)
- حالت فیزیکی H_2O مایع باشد. ($\text{H}_2\text{O}(\text{l})$)

مقایسه آنتالپی سوختن در هیدروکربن ها:

نکته

به طور کلی هر چه مقدار یک هیدروکربن (در مول برابر، هر چه جرم مولی یک هیدروکربن) بیشتر باشد، مقدار گرمای حاصل از سوختن آن بیشتر است.

$\text{CH}_4 < \text{C}_2\text{H}_6 < \text{C}_3\text{H}_8 < \dots$: قدرمطلق آنتالپی سوختن

متان اتان پروپان

$\text{C}_2\text{H}_6 > \text{C}_3\text{H}_8 > \text{C}_4\text{H}_{10}$: قدرمطلق آنتالپی سوختن

اتان اتین اتان

نکته

به طور کلی وقتی جرم‌های برابر از هیدروکربن‌های هم‌خانواده می‌سوزد، گرمای حاصل از سوختن هیدروکربن سبک‌تر، بیشتر است.
 $\text{CH}_4 < \text{C}_2\text{H}_6 < \text{C}_3\text{H}_8$ ارزش سوختن
 پروپان اتان متان kJ.g^{-1}

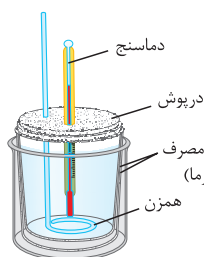
نکته

گرمای سوختن مولی الکل‌هایی که یک گروه OH دارند، از گرمای سوختن مولی آلکان‌های هم‌کربن آن‌ها کم‌تر است.
 $\text{C}_2\text{H}_6 > \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} > \text{CH}_4 > \text{CH}_3\text{OH}$ آنتالپی سوختن

نکته

در خانواده آلکان‌ها، آلکن‌ها و آلکین‌ها، تفاوت آنتالپی سوختن دو عضو متوالی از یک خانواده تقریباً ثابت و برابر آنتالپی سوختن مولی یک گروه CH_2 است، زیرا هر دو عضو متوالی از خانواده آلکان‌ها، آلکن‌ها و آلکین‌ها در یک گروه CH_2 با هم تفاوت دارند.

- سوخت‌های سبز (مثل اتانول) در ساختار خود، علاوه بر C,H اکسیژن (O) هم دارند. ← استخراج از پسماندهای گیاهانی مانند سویا، نیشکر و دیگر دانه‌های روغنی



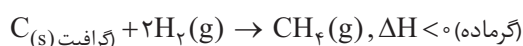
گرماسنج لیوانی
 تعیین گرمای واکنش در فشار ثابت به روش تجربی
 مناسب برای تعیین ΔH فرایندهای انحلال واکنش‌هایی که در حالت محلول انجام می‌شوند.
 روش: انجام واکنش و تعیین ΔH ← محاسبه گرمای واکنش ($q = mc\Delta\theta$)
 ΔH با نسبت $\left(\frac{q}{\Delta H}\right)$

- واکنش‌های گرماده ($\Delta H < 0$) با افزایش دما همراه بود ← مثل انحلال CaCl_2 در بسته‌های گرمازا.
- واکنش‌های گرماگیر ($\Delta H > 0$) با کاهش دما همراه بود ← مثل انحلال NH_4NO_3 در رتبه‌های سرمازا.

جمع‌پذیری گرمای واکنش‌ها، قانون هس

آنتالپی بسیاری از واکنش‌های شیمیایی را ← برخی مرحله‌ای از یک واکنش پیچیده هستند.
 نمی‌توان به روش تجربی اندازه‌گیری کرد. ← برخی واکنش‌ها به آسانی انجام نمی‌شوند، تأمین شرایط بهینه برای انجام آن‌ها بسیار دشوار است.

- ساده‌ترین هیدروکربن
- نخستین عضو خانواده آلکان‌ها
- بخش عمده گاز طبیعی
- از تجزیه گیاهان به وسیله باکتری‌های بی‌هوازی نیز در زیر آب تولید می‌شود.
- نخستین بار از سطح مرداب‌ها جمع‌آوری شده ← معروف به گاز مرداب
- تأمین شرایط بهینه برای تهیه آن از گرافیت و گاز هیدروژن بسیار دشوار و پرهزینه است.

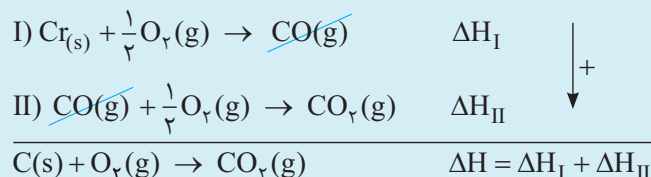


- گرمای یک واکنش معین به راهی که برای انجام آن در پیش گرفته می‌شود، وابسته نیست.
- قانون هس: اگر معادله واکنشی را بتوان از جمع معادله دو یا چند واکنش دیگر به دست آورد، ΔH آن نیز از جمع جبری ΔH همان واکنش‌ها به دست می‌آید.



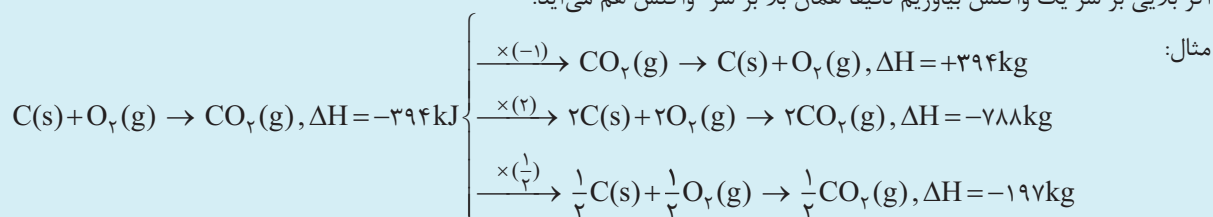
نکته

وقتی معادله‌های شیمیایی را با هم جمع کنیم، می‌توانیم ماده‌های مشترک، ولی در سمت‌های مخالف هم در واکنش‌ها (در دو طرف فلش \rightarrow) را با هم خط بزنیم.



نکته

اگر بلایی بر سر یک واکنش بیاوریم دقیقاً همان بلا بر سر واکنش هم می‌آید.

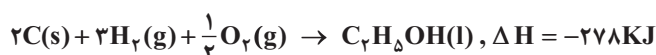


ابزارهای حل تست‌های قانون هس -

۱ رسیدن به مواد موجود در معادله نهایی: نگاه به معادله نهایی \leftarrow ببینیم هر ماده کدام سمت است و چه ضریبی دارد \leftarrow به معادله دارای آن ماده ضریب مناسبی بدهیم تا به آن ماده با ضریب برسیم.

اول ماده‌ای را بررسی می‌کنیم که فقط در یک معادله وجود داشته باشد. مثلاً در حل تست زیر:

با توجه به واکنش‌های گرمایشیمیایی زیر:



ΔH واکنش: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(l) + 2\text{CO}_2(g)$ ، برابر چند کیلوژول است و با آزاد شدن ۲۱۰ کیلوژول انرژی گرمایی در این واکنش، چند گرم گلوکز به اتانول تبدیل می‌شود؟

(۱) 450 ، -84 (۲) 540 ، -84 (۳) 450 ، -92 (۴) 540 ، -92

مرحله اول: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(s)$ در معادله نهایی سمت چپ، با ضریب ۱ است. \leftarrow معادله اول را بدون تغییر نگه می‌داریم.

$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(l)$ در معادله نهایی سمت راست با ضریب ۲ است. \leftarrow معادله دوم را در ۲ ضرب می‌کنیم.

$\text{CO}_2(g)$ در معادله نهایی سمت راست با ضریب ۲ است. \leftarrow معادله سوم را معکوس و در ۲ ضرب می‌کنیم.

$$\Delta H_{\text{نهایی}} = (1) \times \Delta H_1 + (2) \times \Delta H_2 + (-2) \times \Delta H_3 = +1260 + (-556) + (-788) = -84 \text{ kJ}$$

مرحله دوم: نوشتن نسبت گرما و نسبت گرم $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$:

$$\frac{x}{180 \times 1} = \frac{210}{84} \rightarrow x = 450 \text{ g}$$

ممکن است ابزار اول برای حل بعضی تست‌ها کافی نباشد.

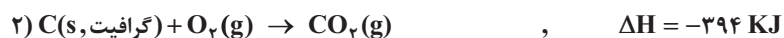
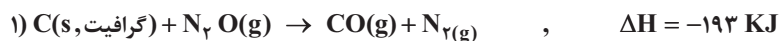
۲ حذف کردن موادی که در معادله نهایی نیستند.

تا جای ممکن با ابزار اول پیش می‌رویم \leftarrow اگر به بن‌بست خوردیم \leftarrow تعیین ضریب معادله‌ها به نحوی باید انجام شود که ماده‌ای که در معادله نهایی واکنش وجود ندارد از معادله‌ها حذف شود.



مثلاً در حل تست زیر:

با توجه به واکنش‌های داده شده، ΔH واکنش: $2N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2N_2O(g)$ چند کیلوژول است؟



+۱۶۴ (۴)

+۱۱۹ (۳)

+۱۴۴ (۲)

+۲۱ (۱)

$N_2(g)$ در معادله نهایی سمت چپ، با ضریب ۲ است \leftarrow ضریب معادله اول: ۲-

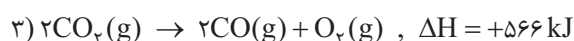


$N_2O(g)$ خودبه خود به دست آمده، ولی $O_2(g)$ در دو معادله وجود دارد \leftarrow بن بست ابزار اول!

\leftarrow گرافیت $C(s)$ در معادله نهایی نیست. \leftarrow به معادله دوم ضریب ۲ می‌دهیم تا گرافیت $C(s)$ حذف شود.



$CO_2(g)$ در معادله نهایی وجود ندارد \leftarrow به معادله سوم ضریب ۱ می‌دهیم تا $CO_2(g)$ حذف شود.



$\Delta H_{\text{نهایی}} = (+386) + (-788) + (+566) = +164 \text{ kJ}$

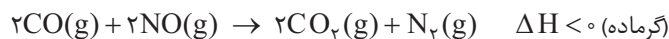
در نتیجه:

● هیدروژن پراکسید (H_2O_2) ماده‌ای است که با نام تجاری آب‌اکسیژنه به فروش می‌رسد.

\leftarrow تهیه آن از واکنش مستقیم گاز هیدروژن با اکسیژن ممکن نیست. $H_2(g) + O_2(g) \rightarrow H_2O_2(l)$, $\Delta H < 0$ (گرماده)

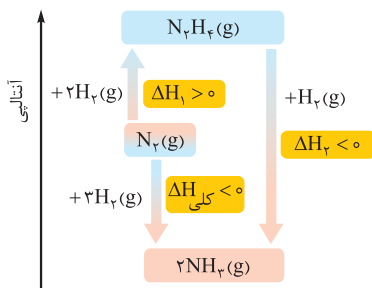
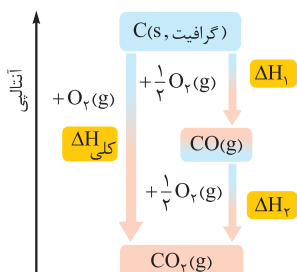
● گازهای آلاینده مانند CO , NO از آگروز خودروها به هوا کره وارد می‌شوند.

\leftarrow واکنش زیر، تبدیل این آلاینده‌ها به گازهایی پایدارتر و با آلاینده‌گی کمتر است.



● واکنش سوختن کامل گرافیت را می‌توان مجموعه‌ای از دو واکنش پی‌درپی، واکنش دمرحله‌ای مطابق

نمودار مقابل دانست.



● ΔH تولید $CO(g)$ را نمی‌توان به روش تجربی تعیین کرد.

● تهیه آمونیاک به روش هابر از گازهای نیتروژن و هیدروژن

مطابق نمودار روبه‌رو یک واکنش دمرحله‌ای است.

\leftarrow هیدرازین (N_2H_4) پایدارتر از آمونیاک (NH_3) است.

● ΔH یک واکنش را می‌توانیم از طریق آنتالپی سوختن مواد هم به دست بیاوریم.

$\Delta H = [\text{آنتالپی سوختن مواد فراورده}] - [\text{آنتالپی سوختن مواد واکنش دهنده}] = \Delta H_{\text{واکنش}}$



غذای سالم

خشک کردن میوه‌ها
روش‌های نگهداری مواد غذایی
تهیه ترشی
نمک‌سود کردن

عوامل محیطی در چگونگی و زمان نگهداری غذا مؤثرند
دما: دمای کمتر ← ماندگاری بیشتر
نور: نور کمتر ← ماندگاری بیشتر
رطوبت: رطوبت کمتر ← ماندگاری بیشتر
اکسیژن: اکسیژن کمتر ← ماندگاری بیشتر

- در محیط مرطوب، میکروب‌ها شروع به رشد و تکثیر نموده تا جایی که ماده غذایی کپک زده و سرانجام فاسد می‌شود.
- وجود پوست و پوشش میوه‌ها و خشکبار یک عامل طبیعی برای افزایش زمان ماندگاری است و مانع از ورود اکسیژن و جانداران ذره‌بینی به درون آن‌ها می‌شود.

آهنگ واکنش

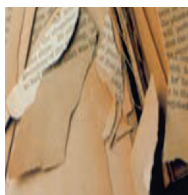
گستره زمان انجام واکنش‌ها از چند صدم ثانیه تا چند سده را در بر می‌گیرد.



(ب) سریع: افزودن محلول سدیم کلرید (NaCl) به محلول نقره نیترات (AgNO_3) باعث تشکیل سریع رسوب سفیدرنگ نقره کلرید (AgCl(s)) می‌شود.



(الف) بسیار سریع: انفجار، واکنش شیمیایی بسیار سریعی است که در آن از مقدار کمی ماده منفجرشونده به حالت جامد یا مایع، حجم زیادی از گازهای داغ تولید می‌شود.



(ت) بسیار کند: بسیاری از کتاب‌های قدیمی در گذر زمان زرد و پوسیده می‌شوند. این پدیده نشان می‌دهد که واکنش تجزیه سلولز کاغذ بسیار کند رخ می‌دهد.



(پ) کند: اشیای آهنی در هوای مرطوب به کندی زنگ می‌زنند، زنگار تولیدشده در این واکنش، ترد و شکننده است و فرومی‌ریزد.

– عوامل مؤثر بر سرعت واکنش (همه این عوامل تنها روی واکنش‌دهنده‌ها اثرگذار هستند).–

۱) نوع مواد واکنش‌دهنده: واکنش پذیری بیشتر ← سرعت بیشتر

سرعت واکنش پتاسیم (K) با آب، بیشتر از سرعت واکنش سدیم (Na) با آب است.

مروانه آزمون آزمایشی خیلی سبز



۲) دما: دما بیشتر → سرعت بیشتر
نگهداری طولانی مدت فراورده‌های گوشتی و پروتئین به حالت منجمد
محلول بنفش رنگ پتاسیم پرمنگنات (KMnO_4) با یک اسید آلی در دمای اتاق به کندی واکنش می‌دهد اما با گرم شدن محلول به سرعت بی‌رنگ می‌شود.

۳) غلظت: غلظت بیشتر واکنش دهنده‌ها → سرعت بیشتر واکنش
بیمارانی که مشکل تنفسی دارند، در شرایط اضطراری نیاز به تنفس از کیسول اکسیژن دارند.
الیاف آهن داغ و سرخ شده در هوا نمی‌سوزد در حالی که در یک ارلن پر از اکسیژن می‌سوزد.

عواملی مثل حجم (V) و فشار (P) در مواردی می‌توانند روی غلظت واکنش دهنده‌ها اثر گذاشته و سرعت را تغییر دهند:

الف) حجم (V) → اگر در واکنش دهنده‌ها (g) یا (aq) داشته باشیم

ب) فشار (P) → اگر در واکنش دهنده‌ها (g) یا (aq) داشته باشیم:

حجم ظرف ↑ ⇔ غلظت ↓ ⇔ سرعت واکنش ↓
حجم محلول ↑ ⇔ غلظت ↓ ⇔ سرعت واکنش ↓
فشار ↑ ⇔ غلظت ↑ ⇔ سرعت واکنش ↑

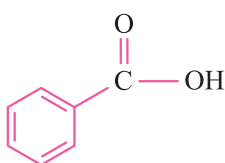
۴) کاتالیزگر: سرعت واکنش را افزایش می‌دهد ولی خودش باقی می‌ماند.
برخی افراد با مصرف کلم و حبوبات دچار نفخ می‌شوند، زیرا فاقد آنزیمی هستند که آن‌ها را کامل و سریع هضم کند.

محلول هیدروژن پراکسید در دمای اتاق به کندی تجزیه شده و گاز اکسیژن تولید می‌کند در حالی که افزودن دو قطره از محلول پتاسیم یدید، سرعت واکنش را به طور چشمگیری افزایش می‌دهد.

۵) سطح تماس واکنش دهنده‌ها: قاووت گردی مغذی و تهیه شده از مغز آفتابگردان، پسته و ... زودتر از مغز این خوراکی‌ها فاسد می‌شود.
سطح تماس بیشتر → سرعت بیشتر
شعله آتش، گرد آهن موجود در کیسول چینی را داغ و سرخ می‌کند؛ در حالی که پاشیدن و پخش کردن گرد آهن بر روی شعله، سبب سوختن آن می‌شود.

پیوند با صنعت (کربوکسیلیک اسیدها)

نگهدارنده‌ها، موادی هستند که سرعت واکنش‌های شیمیایی را که منجر به فاسد شدن ماده غذایی می‌شود، کاهش می‌دهند.
یکی از این مواد بنزویک اسید ($\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_2$) است که در تمشک و توت‌فرنگی وجود دارد.



کربوکسیلیک اسیدها، یک یا چند گروه عاملی کربوکسیل (—C(=O)OH) دارند.

آشناترین عضو کربوکسیلیک اسیدها، اتانویک اسید (استیک اسید) با فرمول CH_3COOH است.

واکنش‌ها در طبیعت، مفید و ضروری: به دنبال سرعت‌بخشیدن به آن‌ها هستیم: گوارش، تنفس، تهیه دارو و تولید فراورده‌های صنعتی
صنعت و آزمایشگاه: زیانبار و ناخواسته: به دنبال کاهش سرعت یا توقف آن‌ها هستیم: خوردگی وسایل آهنی، تولید آلاینده‌ها و زرد و پوسیده شدن کاغذ کتاب

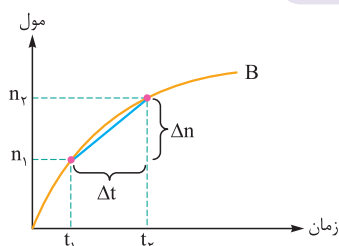
سرعت تولید یا مصرف مواد شرکت‌کننده در واکنش از دیدگاه کمی

سرعت متوسط مصرف یا تولید مواد موجود در واکنش را می‌توان با اندازه‌گیری کمیت‌هایی مانند جرم، فشار و ... تعیین کرد.

سرعت برای یک فراورده: در واکنش فرضی $A \rightarrow B$ رابطه سرعت:

$$\bar{R}_{(B)} = \frac{\Delta n_{(B)}}{\Delta t}$$

شیب نمودار ~ سرعت متوسط، نمودار صعودی، $\Delta n > 0$



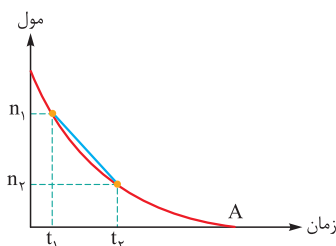


سرعت برای یک واکنش دهنده -

$$\bar{R}_{(A)} = -\frac{\Delta n_{(A)}}{\Delta t}$$

● سرعت همیشه کمیتی مثبت است، به همین دلیل یک علامت منفی در رابطه قرار می‌دهیم:

|شیب نمودار| ~ سرعت متوسط، نمودار نزولی، $\Delta n < 0$



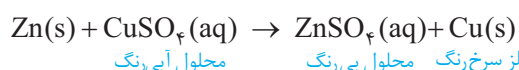
(۱) مول بر زمان: برای هر حالت فیزیکی: s, l, g و aq
 $\bar{R}_{(A)} = -\frac{\Delta n_{(A)}}{\Delta t}$, $\bar{R}_{(B)} = \frac{\Delta n_{(B)}}{\Delta t}$ یا (mol.s^{-1}) یا (mol.min^{-1}) ...

(۲) غلظت مولی بر زمان: برای حالت فیزیکی g یا aq
 $\bar{R}_{(A)} = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{\Delta n_{(A)}}{v \cdot \Delta t}$, $\bar{R}_{(B)} = \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{\Delta n_{(B)}}{v \cdot \Delta t}$ یا $(\text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1})$ یا $(\text{mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1})$...

(۳) حجم بر زمان: برای حالت فیزیکی g:

● غلظت مواد جامد (s) و مایع (l) خالص، با گذشت زمان تغییر نمی‌کند و ثابت است.

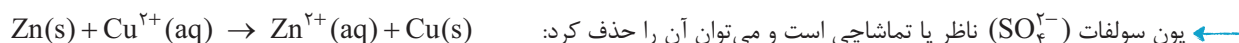
در STP: $\bar{R}_{(A)} = -\frac{\Delta v_{(A)}}{\Delta t} = -\frac{\Delta n_{(A)} \times 22.4}{\Delta t}$, $\bar{R}_{(B)} = \frac{\Delta v_{(B)}}{\Delta t} = \frac{\Delta n_{(B)} \times 22.4}{\Delta t}$



● واکنش تیغه روی با محلول مس (II) سولفات:

← واکنش‌پذیری: $\text{Zn} > \text{Cu}$

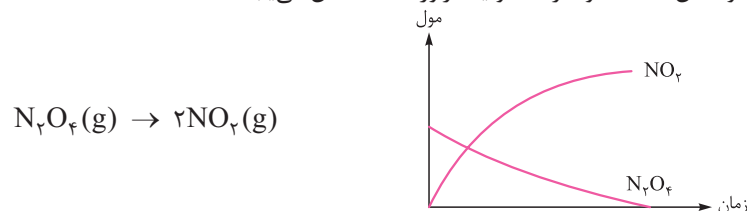
← رفته‌رفته به دلیل مصرف $\text{Cu}^{2+}\text{(aq)}$ ، رنگ آبی محلول کم می‌شود.



← گاز CO_2 به صورت حباب از مخلوط واکنش بیرون رفته و در ظرف سرباز، رفته‌رفته جرم مخلوط واکنش کاهش می‌یابد.

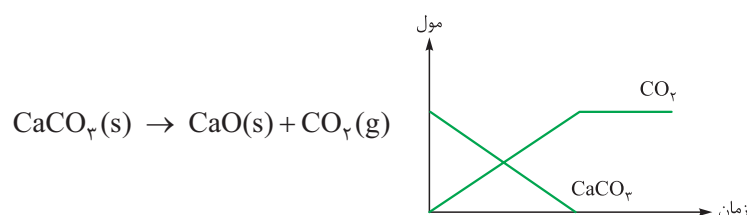
سرعت متوسط و شیب نمودار مول - زمان

● در اکثر واکنش‌های شیمیایی، رفته‌رفته سرعت مصرف واکنش‌دهنده‌ها و سرعت تولید فراورده‌ها، کاهش می‌یابند.



← سرعت هر ماده متناسب با ضریب استوکیومتری

آن است. سرعت (|شیب نمودار|) \propto ضریب



● واکنش‌هایی که در سمت چپ (g) یا (aq) نداشته

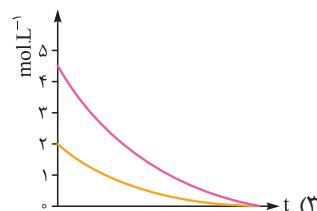
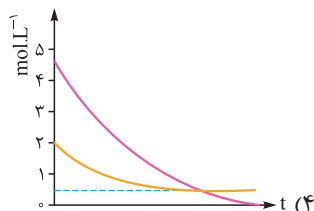
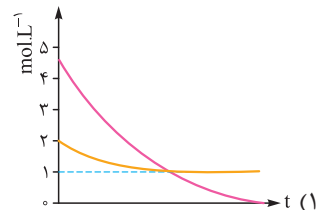
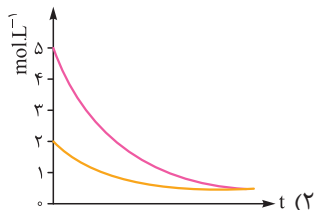
باشند، با سرعت ثابت انجام می‌شود.

$$\frac{\bar{R}_{(A)}}{a} = \frac{\bar{R}_{(B)}}{b} = \frac{\bar{R}_{(C)}}{c}$$

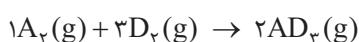
● برای واکنش فرضی $aA + bB \rightarrow cC$ داریم:

مثلاً در حل تست زیر:

روند تقریبی نمودار تغییر غلظت نسبت به زمان برای گازهای A_2 و D_2 دو واکنش فرضی زیر، به کدام صورت است؟ (با این شرط که غلظت آغازی گازها A_2 و D_2 ، به ترتیب برابر با ۲ و ۴/۵ مول بر لیتر باشد.) (معادله واکنش موازنه شود.)
 $A_2(g) + D_2(g) \rightarrow AD_2(g)$



(کنکور سراسری تجربی داخلی (۱۳۹۹))



واکنش موازنه شده:

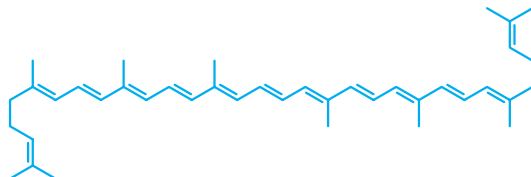
غلظت آغازی D_2 ، ۴/۵ مول بر لیتر است ← رد گزینه ۲

تغییرات غلظت (شیب نمودار) A_2 و D_2 باید طبق ضرایب استوکیومتری به صورت ۱ به ۳ باشد.

تنها گزینه ۴ به این صورت است. تغییرات غلظت A_2 : ۱/۵ مول بر لیتر، تغییرات غلظت D_2 : ۴/۵ مول بر لیتر

خوراکی‌های طبیعی رنگین، بازدارنده‌های مفید و مؤثر

- ترکیب‌های آلی سیرنشده‌ای به نام ریزمغذی‌ها، به عنوان بازدارنده از انجام واکنش‌های نامطلوب و ناخواسته به دلیل حضور رادیکال‌ها انجام می‌شوند، جلوگیری می‌کنند.
- رادیکال: گونه‌ای فعال و ناپایدار - دارای الکترون جفت‌نشده - محتوی اتم‌هایی که از قاعده هشت‌تایی پیروی نمی‌کنند - واکنش‌پذیری بالا
- در بدن ما به دلیل انجام واکنش‌های متنوع و پیچیده، رادیکال‌هایی به وجود می‌آید ← اگر به وسیله بازدارنده‌ها جذب نشوند ← می‌توانند با انجام واکنش‌های سریع به بافت‌های بدن آسیب برسانند.
- مصرف خوراکی‌های محتوی بازدارنده‌ها ← به دام افتادن رادیکال‌ها ← کاهش مقدار آن‌ها ← کاهش سرعت واکنش‌های ناخواسته.
- هندوانه و گوجه‌فرنگی محتوی لیکوپن بوده که فعالیت رادیکال‌ها را کاهش می‌دهد.



- بازدارنده‌ها سبب کاهش سرعت و کاتالیزگرها سبب افزایش سرعت واکنش‌ها می‌شوند.

سرعت واکنش

سرعت واکنش برابر است با: سرعت متوسط تولید یا مصرف هر ماده موجود در واکنش تقسیم بر ضریب استوکیومتری آن

برای واکنش کلی $aA + bB \rightarrow cC + dD$ داریم:

$$\bar{R}_{(واکنش)} = \frac{\bar{R}_{(A)}}{a} = \frac{\bar{R}_{(B)}}{b} = \frac{\bar{R}_{(C)}}{c} = \frac{\bar{R}_{(D)}}{d} \quad \text{یا} \quad \bar{R}_{(واکنش)} = \frac{\Delta n_{(A)}}{a \Delta t} = \frac{\Delta n_{(B)}}{b \Delta t} = \frac{\Delta n_{(C)}}{c \Delta t} = \frac{\Delta n_{(D)}}{d \Delta t}$$



مثلاً در حل تست زیر:

تغییر غلظت H_2O_2 نسبت به زمان در آزمایش تجزیه آن، مطابق داده‌های زیر به دست آمده است: $2H_2O_2(aq) \rightarrow 2H_2O(l) + O_2(g)$
نسبت سرعت متوسط واکنش در ۲ ثانیه چهارم به سرعت متوسط در ده ثانیه آخر ثبت شده در جدول، کدام است؟

t(s)	۰	۲/۰	۶/۰	۸/۰	۱۰/۰	۲۰/۰
$[H_2O_2(mol.L^{-1})]$	۰/۰۵۰۰	۰/۰۴۴۸	۰/۰۳۰۰	۰/۰۲۴۹	۰/۰۲۰۹	۰/۰۰۸۴

۲/۱۰ (۴)

۲/۰۴ (۳)

۷۸۱ (۲)

۷۴۶ (۱)

(کنکور سراسری تجربی داخل (۱۳۹۹))

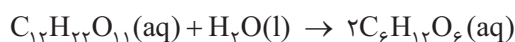
$$\bar{R}_{(واکنش)} = \frac{\bar{R}_{(H_2O_2)}}{2} = -\frac{\Delta[H_2O_2]}{2 \times \Delta t}$$

$$= -\frac{(0/0249 - 0/0300)}{2 \times 2} = \frac{51 \times 10^{-4}}{2 \times 2}$$

$$\bar{R}_{(واکنش)} = \frac{\bar{R}_{(H_2O_2)}}{2} = -\frac{\Delta[H_2O_2]}{2 \times \Delta t}$$

$$= -\frac{(0/0084 - 0/0209)}{2 \times 10} = \frac{125 \times 10^{-4}}{2 \times 10}$$

$$\text{نسبت خواسته شده} = \frac{\frac{51 \times 10^{-4}}{2 \times 2}}{\frac{125 \times 10^{-4}}{2 \times 10}} = \frac{51 \times 10}{2 \times 125} = \frac{510}{250} = \frac{51}{25} \xrightarrow{\times \frac{4}{4}} = \frac{51 \times 4}{100} = \frac{204}{100} = 2/04$$



● تبدیل قند موجود در جوانه گندم (مالتوز) به گلوکز:

← سمنو که از جوانه گندم تهیه می‌شود محتوی مواد غذایی گوناگونی از جمله مالتوز است.

● بخار ید ($I_2(g)$) بنفش‌رنگ است.

غذا، پسماند و ردپای آن

ردپای غذا { چهره آشکار: سالانه حدود ۳۰٪ غذایی که در جهان فراهم می‌شود به مصرف نمی‌رسد ← به زباله تبدیل شده یا از بین می‌رود.
چهره پنهان { (۱) همه منابعی که در تهیه غذا از آغاز تا سر سفره سهم داشته‌اند.
(۲) تولید گازهای گلخانه‌ای به ویژه کربن دی‌اکسید ← سهم تولید این گاز در ردپای غذا به مراتب بیشتر از سوختن سوخت‌ها در خودروها، کارخانه‌ها و... است.

● چهار الگو برای کاهش ردپای غذا:

الگوی کاهش ردپای غذا	بیانی از اصل شیمی سبز
خرید به اندازه نیاز	کاهش تولید زباله و پسماند
کاهش مصرف گوشت و لبنیات	کاهش ورود مواد شیمیایی ناخواسته به محیط زیست
استفاده از غذاهای بومی و فصلی	کاهش مصرف انرژی
کاهش مصرف غذاهای فراوری شده	طراحی مواد و فراورده‌های شیمیایی سالم‌تر