فصل دوم

فرایندهای شیمیایی

انرژی گرمایی چه تأثیری بر واکنش‌های شیمیایی دارد؟
چگونه می‌توان سرعت واکنش‌های شیمیایی را تغییر داد؟

سیمای فصل

مفهوم دما و گرما

واکنش‌های شیمیایی

گرما شیمی

سرعت واکنش

1 . قانون پایستگی انرژی را بیان کنید ؟

دانشمندان تا حدود ۳۰۰ سال پیش، دنیای فیزیک و شیمی را جدا از یکدیگر می‌پنداشتند؛ آنها فیزیک را بررسی فرایندهایی می‌دانستند که طی آن ساختار ماده دستخوش دگرگونی نمی شود؛ درحالی که شیمی، بررسی فرایندها با تغییر ساختار ماده بود. آزمایش‌های فیزیک‌دانان آشکار ساخت که(انرژی در فرایندهایی که با مبادلهٔ گرما همراه است، از بین نمی رود و به وجود نمی‌آید؛ بلکه از شکلی به شکل دیگر درمی‌آید.)این نتیجه‌گیری بعدها قانون پایستگی انرژی نامیده شد.

چنین پیشرفت‌هایی در دنیای فیزیک، نمی‌توانست بی‌نیاز از دنیای شیمی باشد. به‌طور مثال حدود صد سال بعد دانشمندان پی بردند که منبع بیشتر انرژی‌ها (صرف نظر از انرژی خورشیدی)، واکنش‌های شیمیایی به ویژه سوختن موادی مانند چوب، زغال سنگ، نفت و... است. به این ترتیب فیزیک دانان و شیمی‌دان‌ها ضرورت ارتباط دنیای فیزیک و شیمی را دریافتند.

یکی از مفاهیم مشترک میان علوم فیزیک و شیمی مفهوم گرما و دما است، این دو مفهوم در انجام فرایندهای شیمیایی نقش عمده ای دارند.

شکل۱ . تغییرات دما تأثیر بسیاری بر وضعیت حیات روی کره زمین دارد.

مفهوم دما و گرما

مفهوم دما

(دما بیان کننده میزان گرمی یا سردی یک جسم است) جسمی که دمای کمتری دارد سردتر احساس می‌شود. بسیاری از خواص مواد به دما وابسته است. نخستین وسیله برای اندازه‌گیری دما در سال ۱۵۹۲ توسط گالیله اختراع شد. وی به این منظور یک بطری شیشه‌ای گردن باریک انتخاب کرد. بطری با آب رنگین تا نیمه پر شده و به‌صورت وارونه در یک ظرف محتوی آب رنگین قرار گرفته بود. با تغییر دما، هوای محتوی بطری منبسط یا منقبض می‌شد و ستون آب در گردن بطری بالا یا پایین می‌رفت (شکل۲).

شکل۲. تأثیردما بر هوای درون بطری

2 . دما را تعریف کنید ؟

دما را می توان کمیتی دانست که میزان شدت جنبش های گرمایی ذره های سازندهٔ ماده را بیان می کند .

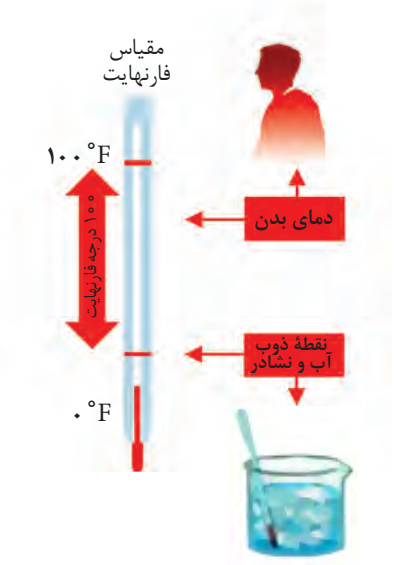
1 . دو نمونه از رایج ترین دماسنج ها را نام ببرید ؟دماسنج های جیوه ای و الکلی

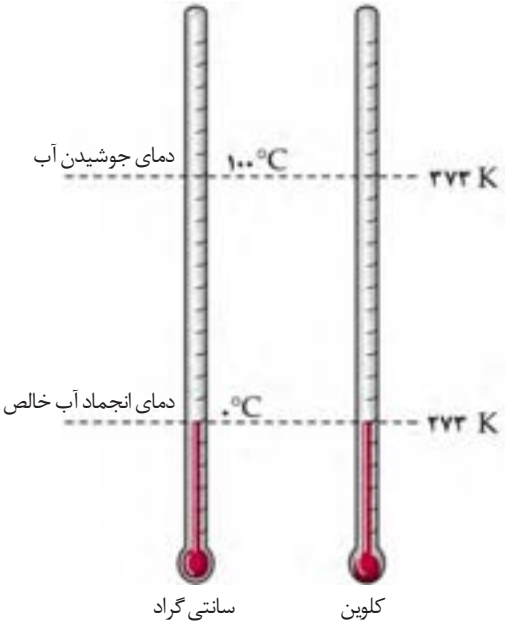
با استفاده از دماسنج می‌توان میزان گرمی و سردی جسم را اندازه گیری کرد. دماسنج‌های جیوه‌ای و الکلی رایج‌ترین دماسنج‌ها هستند. این دماسنج‌ها برمبنای انبساط مایعات کار می‌کنند. تقریبا همهٔ مواد هنگام گرم شدن منبسط می‌شوند. هرگاه دمای محیط اطراف دماسنج افزایش یابد، مایع دماسنج بالا می‌رود و با کاهش دمای محیط،جیوه و الکل به درون محفظهٔ شیشه ای باز می‌گردند. امروزه بیشتر از مقیاس سانتی‌گراد(°C) یا سلسیوس برای اندازه‌گیری دما استفاده می‌شود. بسیاری از شیمی‌دانان برای اندازه‌گیری دما از کلوین(K) نیز استفاده می‌کنند. برای تبدیل دمای سانتی‌گراد به کلوین از رابطهٔ زیر استفاده می‌شود:

سال ۱۷۱۵ میلادی، فارنهایت دماسنج جیوه‌ای را اختراع نمود که در آن زمان پیشرفت فوق‌العاده‌ای محسوب می‌شد. او برای تعیین درجهٔ صفر، از سرمای زمستان سال ۱۷۰۹ میلادی الهام گرفت و ترکیبی از یخ، آمونیوم کلرید جامد (نشادر) و آب را به‌کار برد و دمای خون یک شخص سالم را تقریباً ۱۰۰ درجه فارنهایت در نظر گرفت.

2 . برای تبدیل دمای سانتی‌گراد به کلوین از چه رابطهٔ ای استفاده می شود ؟

2 ($T_k = T_c + ۲۷۳/۱۵$) 2





شکل ۳. مقایسهٔ دمای انجماد و جوشیدن آب در مقیاس کلوین و سانتی گراد

جواب تحقیق کنید :

1- جیوه کدر است و به خوبی دیده میشود.
2- جیوه به دلیل جاذبه بین مولکولی زیاد به جداره لوله دماسنج نمیچسبد و بنابراین دربرابر حرکت آن نیروی مقاومی ایجاد نمی شود.
3-تغییر حجم جیوه در برابر تغییرات کوچك دما نیز به خوبی قابل مشاهده است.
4-نقطه انجماد و جوش جیوه به ترتیب 39- و 357 درجهٔ سانتیگراد است، پس قابلیت اندازه گیری دماهای بالای 100 درجه سانتیگراد که در این دما آب به جوش می آید را داراست.
نقطهٔ انجماد و جوش الکل به ترتیب 115- و 79 درجه سانتیگراد است که از دماسنج الکلی برای محاسبه نقاط انجماد پایین استفاده می شود ولی برای محاسبهٔ نقطه جوش،گزینهٔ مناسبی نیست. دماسنج الکلی حتی نمی تواند نقطه جوش آب را نشان دهد زیرا نقطه جوش آن تنها 79 درجه است. با توجه به نقطه انجماد و جوش جیوه، دماسنج جیوه ای برای اندازه گیری دماهای بالا مناسب است.

خود را بیازمایید

الف) دماهای زیر را بر حسب درجهٔ فارنهایت و کلوین محاسبه کنید.

جواب:

با توجه به رابطهٔ $T_K = T_c + ۲۷۳/۱۵$ جدول را کامل می‌کنیم:

سلسیوس	۰	۱۰۰	۳۷	۲۵	-۲۷۳
کلوین	۲۷۳/۱۵	۳۷۳/۱۵	۳۱۰/۱۵	۲۹۸/۱۵	۰/۱۵

تحقیق کنید

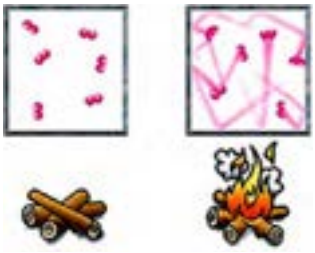
چرا معمولاً از جیوه و الکل برای ساخت دماسنج استفاده می‌شود؟ آیا از آب نیز می‌توان به این منظور استفاده کرد؟ تفاوت عمدهٔ دماسنج های جیوه‌ای و الکلی چیست؟

جواب آزمایش کنید :
هنگامی که مقداری مرکب به ظرف حاوی آب داغ اضافه شود با توجه به اینکه مولکول های آن سریع تر حرکت می کنند ، مرکب سریع پخش می شود. در حالی که در آب سرد با توجه به جنب و جوش کم ذرات آن، در یک زمان مشخص مرکب به مقدار کمتری پخش می شود.

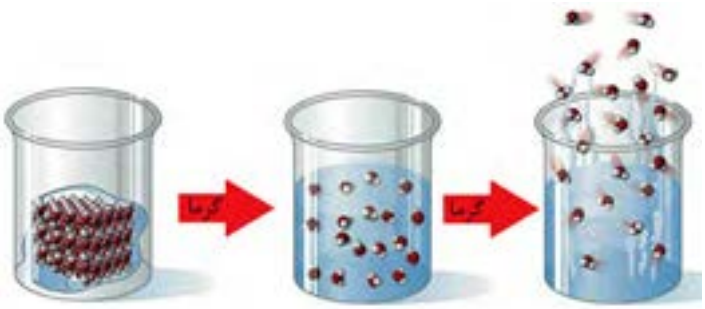
مفهوم گرما

1 . گرما را تعریف کنید ؟

دانشمندان از حدود سه قرن پیش، به مطالعهٔ مفهوم گرما پرداختند. در آن زمان، بشر معتقد بود که گرما یک مادهٔ نامرئی است که وقتی یک جسم گرم در کنار جسم سرد قرار می گیرد، از مادهٔ گرم خارج شده و به مادهٔ سرد منتقل می شود.
امروزه می‌دانیم گرما نیز مانند انرژی الکتریکی، شیمیایی، مکانیکی و... یکی از صورت‌های انرژی است. گرم کردن یک ماده جنب و جوش ذرات آن را افزایش می‌دهد که نتیجهٔ آن افزایش دما یا تغییر حالت است (شکل ۴).(گرما صورتی از انرژی است که در اثر اختلاف دما به‌طور خود به خود از جسم گرم به جسم سرد منتقل می شود.)واحد اندازه گیری گرما ژول (J) است، اما از واحدهای دیگر مانند کالری (cal)نیز استفاده می‌شود. شکل ۵ تفاوت های مفهوم دما و گرما را در تبدیل یخ به آب مایع و بخار آب نمایش می‌دهد.



شکل ۴ــ گرم کردن یک ماده باعث افزایش جنب و جوش ذرات آن می‌شود.



شکل ۵. تفاوت دما و گرما در تبدیل یخ به آب مایع و بخار آب

آزمایش کنید

دو لیوان بردارید و به اندازهٔ مساوی در یکی آب سرد و در دیگری آب گرم بریزید. آنگاه با قطره چکان در یک لیوان یک قطره جوهر آبی و در دیگری جوهر قرمز بریزید. در مورد آنچه مشاهده می کنید با هم کلاسی های خود گفت‌وگو کنید.

تمرین در خانه

۱- مفهوم دما و روش‌های اندازه‌گیری آن را توضیح دهید.
۲- تفاوت مفهوم دما و گرما چیست؟
۳- با افزایش دما جنبش مولکول‌های ماده چه تغییری می کند؟ توضیح دهید.

واکنش‌های شیمیایی

معادلهٔ شیمیایی

هنگام انجام یک واکنش شیمیایی، ماهیت ماده دچار تغییر شده و مادهٔ جدیدی تولید می‌شود. برای نمایش واکنش های شیمیایی از معادلهٔ شیمیایی به‌صورت زیر استفاده می‌شود:

فراورده (ها) ← واکنش‌دهنده (ها)

معادلهٔ شیمیایی یک واکنش، به شکل‌های مختلف نمایش داده می‌شود. در نوعی از معادلهٔ شیمیایی که معادلهٔ نوشتاری نامیده می‌شود، نام مواد شرکت‌کننده (واکنش‌دهنده‌ها) و مواد تولید شده در واکنش (فراورده‌ها)

واکنش سوختن در نتیجه یک فرایند شیمیایی میان یک مادهٔ سوختنی و اکسیژن است. در این خصوص می‌توان سوختن گاز متان (گاز طبیعی) که برای پخت و پز استفاده می‌شود، را مثال زد.

2 . برای نمایش واکنش های شیمیایی از چه چیزی استفاده می شود ؟
معادلهٔ شیمیایی

1-تغییرات فیزیکی: تغییراتی که در آنها فقط حالت فیزیکی ماده تغییرمی کندو ماهیت شیمیایی مواد ثابت باقیمانده و دچار تغییر نمی شود.
2-تغییرات شیمیایی: تغییراتی که در آن ماهیت مواد و ساختار ذره های تشکیل دهندهٔ آن دچار تغییرات اساسی شده و مواد جدیدی تولید می شود.

1 . معادله نمادی چند نوع است ، نام ببرید ؟ و توضیح دهید ؟

دو نوع ، 1 . معادله نوشتاری : معادله ای که در آن نام مواد شرکت کننده (واکنش دهنده ها) و مواد تولید شده در واکنش (فرآورده) نوشته می شود ، معادله نوشتاری می گویند .

2 . معادله نمادی : معادله ای است اطلاعات بیشتری از واکنش را نمایش می دهد ، مثل نماد یا فرمول شیمیایی مواد موجود در واکنش ، حالت فیزیکی مواد و گاهی هم شرایط انجام دادن واکنش را نشان می دهد .

2 . معادله نمادی چه اطلاعاتی از واکنش را نمایش می دهد ؟

نوشته می‌شود. برای مثال معادلهٔ نوشتاری واکنش سوختن کربن در گاز اکسیژن خالص به‌صورت زیر است:

معادله نوشتاری

شکل دوم نمایش یک معادلهٔ شیمیایی، معادلهٔ نمادی است.(معادلهٔ نمادی اطلاعات بیشتری از واکنش را نمایش می‌دهد، نماد یا فرمول شیمیایی مواد موجود در واکنش، حالت فیزیکی مواد جامد را با (s)، مایع را با (l)، گاز را با (g) و محلول را با (aq) در جلوی نماد یا فرمول ماده نشان می‌دهند و گاهی شرایط انجام دادن واکنش (روی پیکان واکنش) هم ذکر می‌شود.) برای مثال معادلهٔ نمادی واکنش سوختن کربن به‌صورت زیر است:

معادله نمادی

3 . قانون پایستگی جرم را بیان کنید ؟

در این واکنش، کربن در حالت جامد و مولکول اکسیژن و کربن دی اکسید در حالت گازی هستند.

واکنش های شیمیایی از قانون پایستگی جرم پیروی می‌کنند.(در یک واکنش شیمیایی اتمی از بین نمی‌رود و اتم جدیدی نیز تولید نمی‌شود.)

4 . منظور از معادله موازنه شده چیست ؟

پس(معادلهٔ شیمیایی هنگامی صحیح نوشته می‌شود که نشان دهد واکنش از قانون پایستگی جرم پیروی می‌کند. به چنین معادله‌ای، معادلهٔ موازنه شده می‌گویند). هنگام انجام یک واکنش شیمیایی همه یا تعدادی از پیوندهای شیمیایی میان اتم های واکنش دهنده‌ها شکسته شده و پیوندهای شیمیایی جدید تشکیل می‌شوند. بنابراین در معادلهٔ نمادی یک واکنش شیمیایی، تعداد اتم های هر عنصر در دوطرف معادله باید برابر باشد (معادله موازنه باشد).

کار در کلاس

واکنش شیمیایی تولید آب از گاز اکسیژن و گاز هیدروژن را در نظر بگیرید.

$$H_۲ + O_۲ \rightarrow H_۲O$$

الف) جدول زیر را کامل کنید.

عناصر موجود در واکنش	نماد شیمیایی	تعداد اتم هر عنصر	
		در واکنش دهنده‌ها	در فراورده‌ها
اکسیژن	O	۲	۱
هیدروژن	H	۲	۲

در معادلهٔ موازنه شده ضرایبی که برای مواد به کار برده می‌شوند کوچک‌ترین اعداد صحیح (غیر کسری) ممکن هستند.

ب) آیا این معادله صحیح است؟ چرا؟

خیر زیرا تعداد اتم‌های اکسیژن در دو طرف معادله برابر نیست.

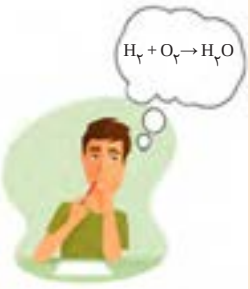
پ) برای حل این مشکل چه پیشنهادی دارید؟ (توجه! در فرمول شیمیایی هر ماده ای نباید زیروندها تغییر داده شوند)

معادله را موازنه کنیم.

ج) معادلهٔ نمادی موازنه شده را بنویسید. در پایان تعداد اتم‌های سمت چپ و راست معادله را مشخص کنید.

$$۲H_۲(g) + O_۲(g) \rightarrow ۲H_۲O(g)$$

تعداد اتم‌های هیدروژن در دو طرف معادله ۴ و تعداد اتم‌های اکسیژن ۲.



در ابتدای کار باید بدانیم از هر اتم چه تعداد در هر طرف واکنش وجود دارد. مراحل موازنه کردن یک واکنش شیمیایی:

1- ابتدا به دنبال عنصری می گردیم که فقط در یک واکنش دهنده (در سمت چپ واکنش) و یک فراورده (در سمت راست واکنش) وجود دارد. بهتر است این عنصر اکسیژن وهیدروژن نباشد و تا حد امکان از سایرعنصرها شروع کنیم.

2- در صورتی که با ضرایب کسری(1/2یا 2/3 و...) موازنه را پیش بردیم باید در انتهای کار همه ضریبها را در عددی ضرب کنیم تا به ضریبهای صحیح تبدیل شوند. نمی خواهیم درمعادله ها ضریب های نیمه صحیح داشته باشیم، زیرا نمی توانیم کسری ازمولکول را در واکنش شرکت دهیم .

نمونهٔ حل شده

آیا واکنش زیر از قانون پایستگی جرم پیروی می کند؟ چرا؟

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

پاسخ: ابتدا تعداد اتم های کربن(C)، هیدروژن(H) و اکسیژن (O) را در فراورده‌ها و واکنش دهنده‌ها محاسبه می کنیم:

عنصر	واکنش دهنده‌ها		فراورده‌ها
کربن (C)	۱	=	۱
هیدروژن (H)	۴	≠	۲
اکسیژن (O)	۲	≠	۳

3 . پس از موازنهٔ این اتم سراغ اتم بعدی می رویم که در تعداد کمتری از مواد در دو سوی واکنش وجود دارد.برای دیگر واکنش دهنده نیز به همین ترتیب عمل می کنیم .

در سمت واکنش دهنده‌ها ۷ اتم (۱ اتم کربن، ۴ اتم هیدروژن و ۲ اتم اکسیژن) و در سمت فراورده‌ها ۶ اتم (۱ اتم کربن، ۲ اتم هیدروژن و ۳ اتم اکسیژن) وجود دارد. پس این معادله موازنه نیست و واکنش مورد نظر از قانون پایستگی جرم پیروی نمی کند.

برای برابر شدن تعداد اتم های اکسیژن و هیدروژن در دو سمت واکنش، با ضریب ۲ برای آب (H_2O) و ضریب ۲ برای گاز اکسیژن (O_2)معادله را موازنه می کنیم:

$$CH_4(g)+2O_2(g) \rightarrow CO_2(g)+2H_2O(g)$$

4- موازنه را به همین ترتیب ادامه دهیم تا به اکسیژن و هیدروژن برسیم. با موازنهٔ این دو عنصر موازنه را به اتمام می رسانیم . اغلب توصیه میشود. اکسیژن و هیدروژن را به انتهای موازنه موکول می کنیم. چون این عنصرها معمولا در بیش از یک ترکیب وجود دارند و باعث سر درگمی می شوند. توجه شود که گونه هایی را که به صورت عنصری در واکنش شرکت کرده اند نیز بهتر است بعد از گونه های دیگر موازنه کنیم .

عنصر	واکنش دهنده‌ها		فراورده‌ها
کربن (C)	۱	=	۱
هیدروژن (H)	۴	=	۴
اکسیژن (O)	۴	=	۴

معادله‌های شیمیایی زیر را موازنه کنید.

با توجه به قوانین ذکر شده برای موازنه یک معادله شیمیایی:

خودرابیازمایید

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

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

نسبت مواد در واکنش

1 . مشخص بودن نسبت مواد در واکنش چه کمکی به ما می کند ؟

در معادلهٔ نمادی، نسبت واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها مشخص است. برای مثال، معادلهٔ نمادی واکنش سوختن کربن، نشان می‌دهد که اگر ۱ اتم کربن در واکنش شرکت کند، ۱ مولکول گاز اکسیژن (شامل ۲ اتم اکسیژن) در واکنش شرکت می کند و ۱ مولکول کربن دی اکسید (شامل ۱ اتم کربن و ۲ اتم اکسیژن) تولید می‌شود(مشخص بودن نسبت مواد به ما کمک می کند تا بتوانیم مقدار مواد مورد نیاز برای یک واکنش یا مقدار فراورده تولید شده را محاسبه کنیم. اگر تعداد اتم‌های یکی از مواد موجود در واکنش را بدانیم، با استفاده از ضرایب معادله موازنه شده، تعداد اتم‌ها یا مولکول های سایر مواد (چه واکنش دهنده و چه فراورده) را می‌توانیم محاسبه کنیم.)

اعدادی که قبل از فرمول شیمیایی مواد در معادله موازنه شده وجود دارد . (عدد یک را در معادله موازنه شده نمی نویسیند)

در واکنش سوختن متان تعداد مولکول‌های اکسیژن و متان مورد نیاز برای تولید ۵۰ مولکول کربن دی اکسید را محاسبه نمایید.

ابتدا معادله شیمیایی سوختن متان را موازنه کنید.

مولکول آب — مولکول اکسیژن

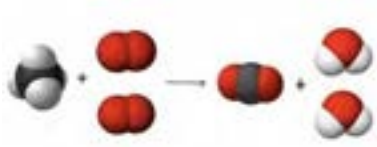
$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$$

مولکول متان — مولکول کربن دی اکسید

با توجه به معادلهٔ شیمیایی موازنه شده، برای تولید ۱ مولکول کربن دی اکسید ۲ مولکول اکسیژن و ۱ مولکول متان نیاز است. پس برای تولید ۵۰ مولکول دی اکسید کربن به ۵۰ برابر این تعداد نیاز است، یعنی ۵۰ مولکول کربن دی اکسید و ۱۰۰ مولکول اکسیژن:

$$50\,CH_4(g) + 100\,O_2(g) \rightarrow 50\,CO_2(g) + 100\,H_2O(g)$$

خود را بیازمایید



شکل ۶. واکنش سوختن یک مول گاز متان با ۲ مول گاز اکسیژن.

بیندیشید

فرض کنید یک کیسهٔ ۵۰ کیلوگرمی لوبیا در اختیار دارید و می‌خواهید با کمک یک ترازوی معمولی (حداقل ۱۰ گرم را می‌تواند دقیق اندازه‌گیری کند) تعداد لوبیاهای داخل کیسه و جرم یک دانهٔ لوبیا را تعیین کنید. چه راه حلی پیشنهاد می‌کنید؟

ابتدا یک لوبیا را روی ترازو قرار داده و جرم آن را مشخص می کنیم و سپس با تقسیم جرم کل کیسه یعنی 50 کیلوگرم بر جرم یک لوبیا تعداد لوبیاهای موجود درون کیسه را مشخص می کنیم .

شمارش اتم‌ها

1 . عدد آووگادرو چیست ؟ عدد $6/022 \times 10^{23}$ را عدد آووگادرو می گویند .

می‌دانیم جرم هر اتم به تعداد پروتون و نوترون موجود در هستهٔ آن اتم (عدد جرمی) بستگی دارد. اتم‌ها آن‌قدر کوچک اندکه مشاهده و شمارش آنها با دستگاه های معمولی امکان پذیر نیست. پس چگونه می‌توان تعداد اتم‌ها را در یک مقدار معین ماده تعیین کرد؟ بر اساس پاسخی که به فعالیت بیندیشید قبل داده‌اید، راه حلی پیشنهاد کنید.

عدد $۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}$ را به یاد دانشمند پیر آوازه ایتالیایی آمدئو آووگادرو، عدد آووگادرو نامیدند.

اگر جرم تعداد مشخصی اتم را داشته باشیم می‌توانیم جرم هر اتم را از تقسیم جرم بر تعداد اتم‌ها محاسبه کنیم (مانند محاسبهٔ جرم ۱ لوبیا!) و تعداد اتم‌ها را نیز می‌توانیم در مقداری از ماده تعیین کنیم (مانند شمردن تعداد لوبیا در یک کیسهٔ لوبیا!).

تعداد بسیار زیادی اتم باید کنار هم قرار گیرند تا جرمِ قابل اندازه گیری داشته باشند. (به‌نظر شما چند اتم؟)

این تعداد را دانشمندان $۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}$ به‌دست آوردند! (می‌توانید بزرگی این عدد را تصور کنید؟ با این تعداد توپ بسکتبال می‌توانیم سیاره‌ای به اندازه کره زمین بسازیم! یا اگر این تعداد سکهٔ ۵۰۰۰ ریالی روی هم چیده شوند ارتفاع آنها به طرف دیگر کهکشان راه شیری می‌رسد!).

عدد آووگادرو (N_A) تعداد ذره‌های موجود در یک مول از یک ماده است.

این عدد (یعنی $۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}$) به عدد آووگادرو معروف است و به این تعداد از هر اتم یا مولکول، یک مول (mol) اتم یا مولکول گفته می‌شود. بنابراین می‌توانیم تعداد اتم‌ها و مولکول‌ها را با واحد مول گزارش کنیم.

2 . مول چیست ؟ به تعداد $6/022 \times 10^{23}$ از هر ذره یا ماده را ، یک مول می گویند .

نکته : ذره می تواند مولکول ، اتم و یون باشد ، درواقع مول واحد شمارش برای ذره ها یا ماده هایی با تعداد خیلی زیاد است .

عدد آووگادرو

تعداد ذره ها در یک مول ماده

$۶/۰۲۲\times۱۰^{۲۳}$

اگر یک مول اتم ($۶/۰۲۲\times۱۰^{۲۳}$ اتم) کنار هم باشند جرم آنها با دستگاه‌های معمولی قابل اندازه‌گیری است. مثلاً، یک مول اتم کربن جرمی معادل ۱۲ گرم، یک مول اتم اکسیژن جرمی برابر ۱۶ گرم و یک مول اتم هیدروژن جرمی معادل ۱ گرم دارند.
مول(mol) کاربرد بسیار وسیعی در دنیای شیمی پیدا کرده است تا جایی که امروزه به عنوان یکا یا واحد شمارش اتم‌ها، مولکول‌ها و یون‌ها شناخته می‌شود.

نمونهٔ حل شده

با توجه به اینکه جرم یک مول اتم کربن ۱۲ گرم است،
الف) جرم یک اتم کربن را بر حسب گرم حساب کنید.
ب) در ۲۴ گرم کربن چند اتم کربن وجود دارد؟

پاسخ:
الف) جرم یک مول یعنی $۶/۰۲۲\times۱۰^{۲۳}$ تا اتم کربن ۱۲ گرم است، پس جرم یک اتم کربن از تقسیم کردن ۱۲ بر $۶/۰۲۲\times۱۰^{۲۳}$ به دست می‌آید:

$$\text{جرم یک اتم کربن} = \frac{۱۲}{۶/۰۲۲\times۱۰^{۲۳}} = ۱/۹۹۳\times۱۰^{-۲۳}\,g$$

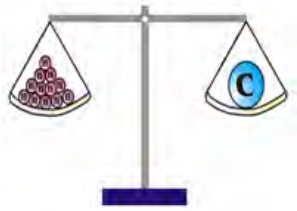
ب) در ۱۲ گرم کربن ۱ مول ($۶/۰۲۲\times۱۰^{۲۳}$) اتم کربن وجود دارد، پس از تقسیم کردن جرم مورد نظر از کربن بر ۱۲ و سپس ضرب کردن حاصل در عدد آووگادرو (با N_A نشان داده شده است) تعداد اتم کربن به‌دست می‌آید:

$$\text{تعداد اتم کربن در ۲۴ گرم کربن} = (\frac{۲۴}{۱۲})\times N_A = ۲\times N_A = ۲\times ۶/۰۲۲\times۱۰^{۲۳}$$

از محاسبات مشخص می‌شود که در ۲۴ گرم کربن، ۲ مول اتم کربن وجود دارد.

نکتهٔ مهم این است که گرم برای گزارش جرم یک اتم، یکای بسیار بزرگی است. مثل اینکه بخواهیم قطر نوک خودکار را با واحد کیلومتر گزارش کنیم. به همین دلیل دانشمندان برای جرم اتم‌ها و مولکول‌ها یکای کوچکی به‌نام واحد جرم اتمی که آن را با amu نشان می‌دهند ارائه کرده‌اند. جرم یک اتم، عدد جرمی آن است که بر حسب amu بیان می‌شود؛ برای مثال، جرم اتم $^{۱۶}_{۸}O$ برابر ۱۶amu است.
واحد جرم اتمی یا amu واحدی است که برای بیان جرم اتم ها یا ذره های خیلی خیلی سبک از آن استفاده می شود .

یک amu برابر $۱/۶۷\times۱۰^{-۲۴}$ گرم که برابر با $\frac{۱}{۱۲}$ جرم اتم کربن ۱۲ است.



جرم پروتون و نوترون تقریباً یکسان و برابر amu ۱ است و جرم الکترون در حدود amu ۰/۰۰۰۵ است.

1 . جرم مولی چیست ؟

جرم مولی

شیمی‌دان‌ها برای بیان جرم یک مول از اتم‌ها یا مولکول‌ها از جرم مولی استفاده می‌کنند.

1 (جرم مولی، جرم یک مول از اتم‌ها یا مولکول‌هاست که برحسب گرم بر مول ($g.mol^{-1}$) بیان می‌شود.)1برای مثال جرم مولی اتم‌های اکسیژن ۱۶ گرم بر مول است. جرم مولی مولکول‌ها بر اساس جرم مولی اتم‌های سازندهٔ آنها قابل محاسبه است. برای مثال، جرم مولی مولکول‌های اکسیژن (O_2) ۲×۱۶=۳۲ گرم بر مول و جرم مولی مولکول‌های آب (H_2O) ۱۸ = ۱۶+ (۲×۱) گرم بر مول ($g.mol^{-1}$) است.

خودرابیازمایید

۱. بر اساس جرم مولی عناصر داده شده، جرم مولی ترکیب‌های خواسته شده را محاسبه کنید.

نام و نماد شیمیایی	کربن (C)	هیدروژن (H)	اکسیژن (O)	فسفر (P)	گوگرد (S)
جرم مولی (گرم بر مول)	۱۲	۱	۱۶	۳۱	۳۲

الف) فسفریک اسید (H_3PO_4):

ب) گوگرد تری اکسید(SO_3):

ج) متان(CH_4):

جواب در صفحه بعد

۲. با توجه به اینکه با داشتن جرم و جرم مولی ماده می‌توانیم تعداد مول را محاسبه کنیم به سؤالات زیر پاسخ دهید.

الف) در ۹ گرم آب (جرم مولی $18g.mol^{-1}$) چند مول مولکول H_2O و چند مول اتم هیدروژن وجود دارد؟

ب) چند گرم از کربن دی اکسید شامل ۲ مول مولکول کربن دی اکسید است؟

همان‌طور که گفته شد، معادلهٔ شیمیایی موازنه شده، نسبت تعداد اتم‌ها یا مولکول‌هایی را که در واکنش شرکت می‌کنند یا در جریان واکنش تولید می‌شوند، نشان می‌دهد. برای واکنش سوختن متان در اکسیژن دو توصیف زیر را می‌توانیم به کار ببریم:

۱مولکول متان با ۲ مولکول اکسیژن واکنش می‌دهد و ۱ مولکول کربن دی اکسید و ۲ مولکول آب تولید می‌شود.

۱مول متان با ۲ مول اکسیژن واکنش می‌دهد و ۱ مول کربن دی اکسید و ۲ مول آب تولید می‌شود.

خودرابیازمایید

با توجه به معادله شیمیایی واکنش سوختن گاز متان در گاز اکسیژن جدول زیر را کامل کنید.

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$$

تعداد مولکول متان	تعداد مولکول اکسیژن مورد نیاز	تعداد مولکول کربن دی اکسید تولید شده	تعداد مولکول آب تولید شده
۱	۲	۱	۲
۱۰	۲۰	۱۰	۲۰
۱۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰
$۶/۰۲۲\times۱۰^{۲۳}$	$۱۲/۰۴۴\times۱۰^{۲۳}$	$۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$	$۱۲/۰۴۴\times۱۰^{۲۳}$
۱mol	۲	۱	۲
۵ mol	۱۰	۵	۱۰

در معادلهٔ موازنه شدهٔ سوختن گاز متان، یک مولکول از گاز متان با دو مولکول از گاز اکسیژن واکنش می دهند که به تولید یک مول از مولکول کربن دی اکسید و دو مولکول آب منجرمی‌شود.

۱ـالف) بر اساس جرم مولی عناصر داده شده، جرم مولی ترکیب‌های خواسته شده را محاسبه کنید.

نام و نماد شیمیایی	کربن (C)	هیدروژن (H)	اکسیژن (O)	فسفر (P)	گوگرد (S)
جرم مولی (گرم بر مول)	۱۲	۱	۱۶	۳۱	۳۲

فسفریک اسید (H_3PO_4)

$3(1)+31+4(16)=98$

گوگرد تری اکسید (SO_3)

$32+3(16)=80$

متان (CH_4)

$12+4(1)=16$

ب) جرم مولی ترکیبی با فرمول شیمیایی HNO_3، ۶۳ گرم بر مول است. اتم گرم عنصر نیتروژن (N) را محاسبه کنید. (از اطلاعات جدول قبل استفاده کنید)

$1+N+3(16)=63 \rightarrow N=4$

۲ـ با توجه به اینکه با داشتن جرم و جرم مولی ماده می‌توانیم تعداد مول را محاسبه کنیم به سؤالات زیر پاسخ دهید.

الف) در ۹ گرم آب (جرم مولی: $18\ g.mol^{-1}$) چند مول مولکول H_2O و چند مول اتم هیدروژن وجود دارد؟

تعداد مول آب $= 9 \frac{1}{18} = 0/5$

با توجه به اینکه به ازای هر مول آب دو مول هیدروژن وجود دارد پس در نیم مول آب یک مول هیدروژن وجود دارد.

ب) چند گرم از کربن دی اکسید شامل ۲ مول مولکول کربن دی اکسید است؟

ابتدا جرم مولی کربن دی اکسید را محاسبه می کنیم:

$12+2(16)=44$

تعداد مول کربن دی اکسید $= 2 \frac{44}{1} = 0/5$

نمونهٔ حل‌شده

با توجه به معادلهٔ شیمیایی سوختن گاز متان:
الف) چند مول گاز اکسیژن برای سوزاندن ۱/۶ گرم گاز متان نیاز است؟
ب) چند مول آب در طی این واکنش تولید می‌شود؟
(جرم مولی کربن، اکسیژن و هیدروژن به ترتیب ۱۲، ۱۶ و ۱ گرم بر مول است)

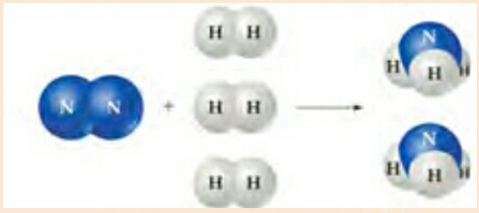
پاسخ:
الف) ضرایب در معادلهٔ موازنه شده نشان دهندهٔ نسبت مولی مواد در واکنش است. پس ابتدا مقادیر داده شده را به مول تبدیل می کنیم :

$$\text{تعداد مول متان} = \frac{\text{جرم ماده}}{\text{جرم مولی}} = \frac{۱/۶}{۱۶} = ۰/۱ \ \text{mol}$$

ب) معادلهٔ واکنش نشان می‌دهد که اگر ۰/۱ مول متان در واکنش شرکت کند، ۰/۲ مول گاز اکسیژن (یعنی $۰/۲ \times ۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}$ مولکول $O_۲$) نیاز است و ۰/۲ مول آب تولید می‌شود.

خودرا بیازمایید

با توجه به معادلهٔ موازنه شده تولید گاز امونیاک به سؤالات زیر پاسخ دهید.



الف) برای تولید ۳ مول $NH_۳$ چند مول گاز هیدروژن نیاز است؟
با توجه به اینکه برای تولید ۲ مول آمونیاک به ۳ مول هیدرورن نیاز است، پس برای ۳ مول آمونیاک به ۴/۵مول گاز هیدرژن نیاز است.

ب) چند مول اتم نیتروژن برای واکنش کامل با ۲ مول گاز هیدروژن نیاز است؟ (توجه! در مولکول گاز نیتروژن ۲ اتم نیتروژن وجود دارد)
با توجه به معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش برای واکنش ۳ مول گازهیدروژن به ۱ مول گاز نیتروژن یا ۲ مول اتم نیتروژن نیاز است. پس برای واکنش ۲ مول گاز هیدروژن به $\frac{۴}{۳}$ مول اتم نیتروژن نیاز است.

ج) در صورتی که ۵/۶ گرم گاز نیتروژن ($N_۲$) در واکنش شرکت کند، چند مول $NH_۳$ تولید می‌شود؟ (جرم مولی عنصر نیتروژن ۱۴ گرم بر مول است)
با توجه به اینکه به ازای ۱ مول گاز نیتروژن ۲ مول آمونیاک تولید می‌شود پس تعداد مول‌های نیتروژن را محاسبه و در ۲ ضرب می کنیم

$$\text{تعداد مول آب} = ۵/۶ \frac{۱}{۱۴} = ۰/۴$$

پس تعداد مول‌های آمونیاک تولید شده ۰/۸ است.

گرماشیمی

1 . گرماشیمی یا ترموشیمی چیست ؟

1 (گرما شیمی یا ترمو شیمی علمی است که به مطالعهٔ تغییرات انرژی (گرما) طی یک واکنش شیمیایی می‌پردازد) به‌طور کلی انجام دادن یک واکنش شیمیایی با تغییر انرژی همراه است. در بسیاری از واکنش‌ها مانند سوختن گاز طبیعی، گرما آزاد می‌شود و گرمای لازم برای پختن غذا روی اجاق گاز یا جوشیدن آب فراهم می‌شود. در مقابل، فرایند ذوب یخ به جذب انرژی گرمایی نیاز دارد. پس (برای انجام دادن برخی واکنش‌ها، به گرما نیاز داریم، یعنی گرما باید از محیط جذب شود، این واکنش‌ها

2 . منظور از واکنش های گرماگیر و گرماده چیست ؟

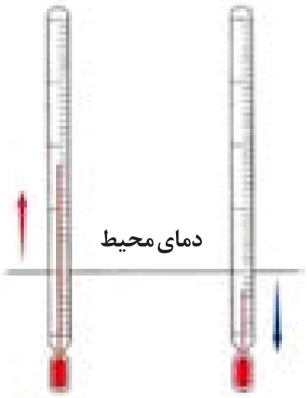
واکنش گرماگیر : به واکنشی گفته می شود که برای انجام شدن از محیط گرما می گیرد .
واکنش گرماده : به واکنشی گفته می شود که ضمن انجام شدن به محیط گرما می دهد .

گرماگیر نامیده می‌شوند.واکنش‌های دیگری هستند که با آزاد شدن گرما همراه اند، در این نوع واکنش‌ها، گرمای آزاد شده به محیط اطراف منتقل می‌شود. این واکنش‌ها گرماده یا گرمازا نامیده می‌شوند.) 2

• در واکنشهاي گرماده، دما افزايش مي يابد .

• در واکنشهاي گرماگير، دما کاهش مي يابد.

شکل ۷. واکنش‌های گرماده و گرماگیر



نمونه‌هایی از واکنش های گرماده و گرماگیر در طبیعت در جدول زیر نمایش داده شده است.

1 (**جدول ۱. نمونه‌هایی از فرایندهای گرماده و گرماگیر در طبیعت**) 1

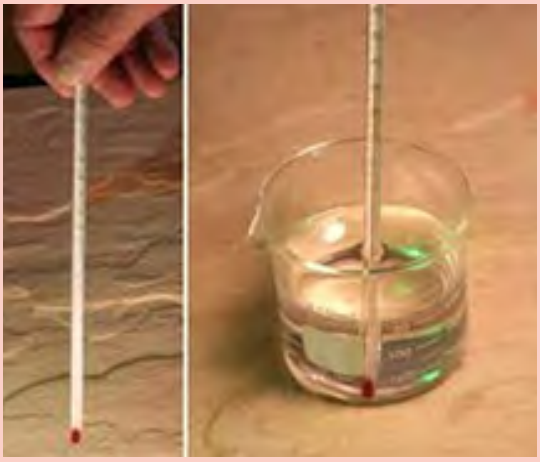
فرایند گرماده	فرایند گرماگیر
تشکیل یخ	ذوب یخ
تشکیل برف از ابر	تبدیل یخ به بخار آب
تشکیل باران از بخار آب	تبخیر آب
سوختن کبریت	پخت نان
زنگ زدن آهن	تولید قند در فرایند فتوسنتز
سوختن گاز طبیعی و نفت	انحلال آمونیوم نیترات در آب
انحلال اسیدها در آب	ذوب نمک

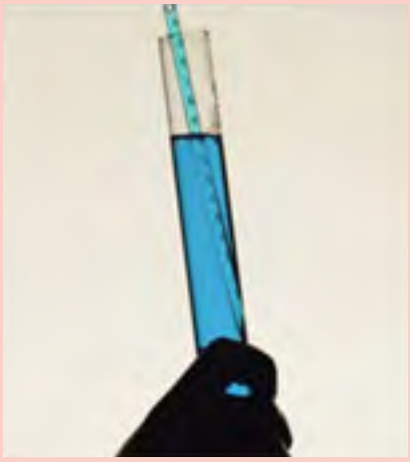
1 . نمونه هایی از فرایندهای گرماده و گرماگیر در طبیعت را نام ببرید ؟

آزمایش کنید

برای درک بهتر واکنش های گرماده و گرماگیر آزمایش های زیر را انجام دهید.
الف)۲۵ میلی لیتر آب را در یک بشر ریخته و ۱۰ گرم پودر پتاسیم نیترات به آن اضافه کنید. سپس مخلوط را با استفاده از دماسنج به آرامی به هم بزنید. بشر را در کف دست خود نگه دارید. چه چیزی احساس می کنید؟ انرژی گرمایی به دست شما منتقل شده و یا از آن گرفته می‌شود؟

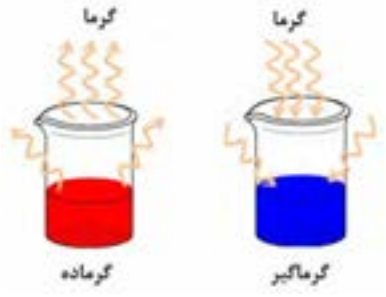
ب) ۲۵میلی لیتر محلول مس (II) سولفات را در بشر ریخته و به آن مقداری پودر روی اضافه کنید. سپس با استفاده از دماسنج مخلوط را به آرامی هم بزنید. با دقت سطح بیرونی بشر را لمس کنید. چه اتفاقی را مشاهده می کنید؟ دیوارهٔ بشر گرم شده یا سرد می شود؟





سطح انرژی

می‌دانید که واکنش‌های گرماده، گرما آزاد می‌کنند. حال ممکن است بپرسید که منبع این گرما چیست؟ و از کجا می‌آید؟ در یک واکنش گرماگیر، گرمای جذب شده چه می‌شود؟ با توجه به قانون بقای انرژی، گرما ناپدید نمی‌شود. پاسخ این پرسش‌ها به کمک کمیتی به نام سطح انرژی امکان پذیر است. هر سامانه دارای یک سطح انرژی است، به این معنی که شامل مقدار معینی گرما است. سطح انرژی یک سامانه در جریان واکنش شیمیایی تغییر می کند. تغییرسطح انرژی، همان اختلاف میان سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌هاست.
در حالت کلی می‌توان در مورد هر فرایند شیمیایی چنین گفت



بخشی از جهان که مورد مطالعه قرار می گیرد سامانه (سیستم) نام دارد.
بخشی از جهان که با سامانه برهم کنش داشته باشد، محیط در نظر گرفته می‌شود.

انتقال انرژی در واکنش‌ها را می‌توان بر روی نمودارهایی به نام نمودار سطح انرژی نشان داد. این نمودار مقدار انرژی ذخیره شده در واکنش دهنده‌ها را با مقدار انرژی ذخیره شده در فراورده‌ها مقایسه می کند.

محتوای انرژی مواد غذایی اغلب به صورت مقدار کالری در ۱۰۰گرم ماده غذایی بیان می شود. هر کالری برابر با ۴/۲ ژول است. محتوای انرژی موادغذایی مانند چربی، روغن و کربوهیدرات‌ها بسیار بالاست.

• در یک فرایند گرماده، سطح انرژی فراورده‌ها (به اندازهٔ گرمای آزاد شده) کمتر از سطح انرژی واکنش دهنده‌هاست.

شکل ۸. سطح انرژی واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها در یک فرایند گرماده

• در یک فرایند گرماگیر، سطح انرژی فراورده‌ها (به اندازهٔ گرمای گرفته شده) بیشتر از سطح انرژی واکنش دهنده‌ها است.

شکل ۹ . سطح انرژی واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها در یک فرایند گرما گیر

بیشتر بدانید

جوشکاری ترمیت، واکنشی گرماده بین اکسید فلز آهن و فلز آلومینیوم است. در اثر این واکنش، حرارت بسیار بالایی به وجود می‌آید که گرمای مورد نیاز برای ذوب شدن قطعاتی که قرار است به هم جوش داده شوند، تأمین می‌شود. جوشکاری ریل های راه آهن از جمله پر کاربردترین موارد استفاده از جوشکاری ترمیت است. علت اصلی انجام این واکنش و تولید گرمای فراوان، تمایل زیاد فلز آلومینیوم به ترکیب شدن با اکسیژن و تشکیل ترکیب پایدار Al_2O_3 است.

$$Fe_2O_3 + 2Al \longrightarrow 2Fe + Al_2O_3$$

آزمایش کنید

با استفاده از توضیحات زیر، کیسه‌های سرمازا و گرمازا بسازید:

کیسه‌های سرمازا، حاوی کیسهٔ کوچکی از آمونیم نیترات در داخل کیسهٔ آب است. با فشار دادن کیسه، آمونیم نیترات از کیسه خارج شده و وارد آب می‌شود. در این کیسه‌ها واکنش شیمیایی زیر انجام می‌شود:

$$NH_4NO_3(s) + H_2O(l) \longrightarrow NH_4NO_3(aq)$$

با قرار دادن این کیسه‌ها در محل آسیب دیده، فرد درد کمتری احساس می‌کند. چرا؟

کیسه‌های گرمازا حاوی مقداری کلرید کلسیم است و واکنش زیر در آنها انجام می‌شود.

$$CaCl_2(s) + H_2O\ (l) \longrightarrow CaCl_2(aq)$$

با قرار دادن این کیسه‌ها در محل آسیب دیده، جریان خون افزایش می‌یابد و گرفتگی ماهیچه‌ها به سرعت بر طرف می‌شود. چرا؟

تمرین در خانه

۱- گرماده یا گرماگیر بودن فرایندهای زیر را تعیین کنید:

تصعید یخ خشک (کربن دی اکسید جامد) ، واکنش پودر روی با مس (II) سولفات، ذوب کره

۲- نمودار تغییر سطح انرژی را برای فرایندهای زیر رسم کنید و تعیین کنید دمای سیستم چه تغییری می‌کند؟

انحلال آمونیوم نیترات در آب، زنگ زدن آهن

۳- مفاهیم سطح انرژی و ترموشیمی را توضیح دهید.

مفهوم سرعت: به تغییر وضعیت یک پدیده در زمان معین سرعت آن پدیده می گویند. به طور مثال وقتی گفته می شود اتومبیلی با سرعت120کیلومتردرساعت حرکت می کند یاشخصی 150 کلمه در دقیقه می خواند سرعت میزان تغییر موقعیت بر روی جاده و صفحه را با زمان توصیف میکند. همیشه سرعت برابراست باتغییر یک کمیت تقسیم بر زمانی که برای انجام این تغییر لازم است .

1 . سرعت واکنش چیست ؟ به مقدار پیشرفت یک واکنش در واحد زمان ، سرعت واکنش می گویند.

2 . واکنش های شیمیایی از نظر سرعت به چند دسته تقسیم می شوند ؟ آن ها را نام برده و با مثال توضیح دهید ؟

سه دسته

سرعت واکنش

سرعت یک واکنش شیمیایی، روند تبدیل مواد واکنش دهنده به محصول را در مدت زمان معینی نشان می‌دهد. بررسی سرعت واکنش‌ها یکی از مهم‌ترین مباحث در شیمی است. شیمی دان‌ها همیشه به دنبال راهی هستند که سرعت یک واکنش را بالا ببرند تا در زمان کوتاه بازده بالایی داشته باشند یا در پی راهی برای کاهش سرعت یا متوقف ساختن برخی واکنش های مضر هستند. هدف از مطالعه سرعت یک واکنش این است که بدانیم واکنش چقدر سریع رخ می‌دهد. از این نظر، واکنش‌ها به سه دسته تقسیم می‌شوند:

1) ۱- واکنش‌های سریع که زمان انجام این واکنش‌ها کم و در حدود حساسیت انسان به زمان (ثانیه) است، مانند واکنش‌های انفجاری.(شکل ۹)

شکل ۱۰. واکنش‌های سریع

یکی از پارامترهای مورد توجه در صنعت، سرعت انجام واکنش است. صنعت‌گران باید بدانند که در هر ساعت، روز و یا هفته می‌توانند چه مقدار محصول تولید کنند.

۲- واکنش های معمولی که زمان انجام این واکنش‌ها در حدود چند دقیقه یا چند ساعت طول می‌کشد، مانند پختن تخم مرغ.

شکل ۱۱. واکنش‌های معمولی

۳- واکنش های کند که زمان انجام این واکنش‌ها ماه‌ها و سال‌ها طول می‌کشد، مانند زنگ زدن آهن. 2)

شکل ۱۲. واکنش‌های کند

برای جلوگیری از فاسد شدن موادغذایی، آنها را در یخچال نگهداری‌می‌کنند.چرا؟

چون کاهش دما ، باعث کند شدن واکنش فساد مواد غذایی می شود .

1 . عوامل مؤثر بر سرعت واکنش های شیمیایی را نام ببرید ؟ دما ، کاتالیزگر و غلظت

2 . افزایش دما چه تأثیری بر واکنش های شیمیایی دارد ؟

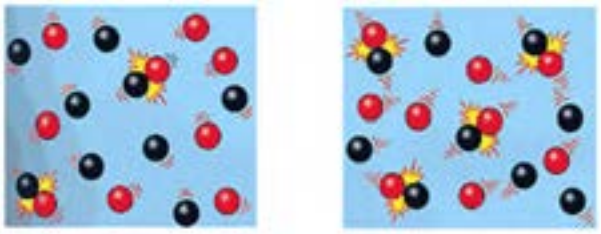
3 . کاتالیزگر چیست ؟

عوامل مؤثر بر سرعت واکنش

می‌دانیم که برخورد مولکول‌ها مقدمهٔ انجام واکنش شیمیایی است. اما واقعیت آن است که تنها برخوردهایی به انجام یک واکنش شیمیایی منجر می‌شود که از انرژی کافی برخوردار باشند. شکل زیر نشان می‌دهد که(افزایش دما باعث می‌شود تعداد برخوردهای مولکول‌ها افزایش یابد و درنتیجه باعث افزایش سرعت واکنش می‌شود.) 2

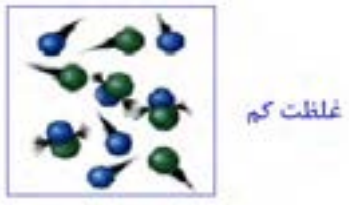
برخوردهای میان مواد واکنش‌دهنده که انرژی کافی برای انجام واکنش و تشکیل فراورده‌ها را دارند، برخوردهای مؤثر نامیده می‌شوند.

جهت گیری مناسب برای



شکل ۱۳. افزایش تعداد برخوردهای دارای انرژی کافی با افزایش دما

دیگر عامل تأثیرگذار بر سرعت واکنش‌های شیمیایی کاتالیزگر است(کاتالیزگر ماده‌ای است که در واکنش شرکت می‌کند و سرعت واکنش‌های شیمیایی را افزایش می‌دهد ولی در واکنش مصرف نمی‌شود؛) به این معنی که در پایان واکنش دست‌نخورده باقی می مانند. در صنعت استفاده از کاتالیزگر بر افزایش دما به علت صرف انرژی کمتر و کاهش هزینه‌ها برتری دارد. تعدادی از کاتالیزگرهای مورد استفاده در صنعت در شکل زیر نمایش داده شده است.

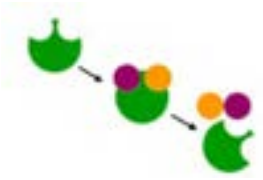


افزایش تعداد مولکول‌های واکنش‌دهنده در واحد حجم (غلظت) نیز موجب افزایش تعداد برخوردهای مؤثر و در نتیجه افزایش سرعت واکنش می‌شود.

شکل ۱۴. نمونه هایی از کاتالیزگرهای مورد استفاده در صنعت نفت، گاز و پتروشیمی.

بیشتر بدانید

سوختن بنزین در موتور خودروها، گازهای آلایندهٔ هوا از قبیل کربن مونوکسید، نیتروژن اکسید و هیدروکربن‌های نسوخته راکه گازهایی سمی هستند؛ پدید می‌آورد. با قرار دادن کاتالیزگرهایی از جنس نانو ذرات فلز پلاتین و پالادیم یا فولاد ضد زنگ در اگزوز خودروها گازهای فوق با سرعت به گازهایی بی‌خطر، مانند گاز کربن دی‌اکسید، گاز نیتروژن و بخار آب تبدیل شوند.



1) کاتالیزگرها محیطی مناسب برای نزدیک شدن واکنش‌دهنده‌ها به یکدیگر فراهم آورده و موجب افزایش سرعت واکنش می‌شوند.) 1

1 . نقش کاتالیزگر ها در واکنش های شیمیایی چیست ؟

اخیراً از نانو کاتالیزگرها درحذف آلاینده‌های آب و هوا استفاده می‌شود. به همین دلیل نانو کاتالیزورگرها در شیمی سبز مورد توجه شیمی‌دانان قرار گرفته است.

تمرین در خانه

۱- سرعت واکنش چیست؟
۲- تأثیر دما بر سرعت واکنش را توضیح دهید.
۳- کاتالیزگر چه تأثیری بر سرعت واکنش دارد؟
۴- برخوردهای مؤثر دارای چه ویژگی‌هایی هستند؟

آنچه آموختیم در یک نگاه

مطالعهٔ فرایندهای شیمیایی

معادلهٔ واکنش
با توجه به قانون بایستگی جرم

- معادلهٔ نوشتاری
- معادلهٔ نمادی

منیزیم اکسید ← اکسیژن + منیزیم

$2Mg(s) + O_2(g) \rightarrow 2MgO(s)$

گرماشیمی
با توجه به قانون بایستگی انرژی

- فرایندگرماگیر
- فرایندگرماده

ذوب یخ (گرماگیر)

سوختن شمع (گرماده)

سرعت واکنش

- سریع
- معمولی
- کند

عوامل مؤثربرسرعت واکنش
افزایش تعداد برخوردهای مؤثر

- غلظت
- دما
- کاتالیزگر

ارزشیابی پایان فصل

۱ـ تفاوت عمدهٔ مفهوم دما و گرما را توضیح دهید.

۲ـ واکنش زیر را موازنه کنید:

$$KClO_{۳}\,(s) \longrightarrow KCl\,(s) + O_{۲}\,(g)$$

۳ـ دو نمونه از واکنش‌های گرماده و گرماگیر را نام ببرید و معادلهٔ نمادی آنها را بنویسید.

۴ـ واکنش‌های زیر را از نظر سرعتِ انجام دسته‌بندی کنید:

واکنش	واکنش سدیم با آب	سوختن گاز طبیعی	تیره شدن انگشتر نقره	فاسد شدن مواد غذایی
سرعت				