



● **فَلْيَنْظُرِ الْإِنْسَانُ إِلَى طَعَامِهِ .** (سوره عبس - آیه ۲۴)

انسان باید به غذای خویش (و آفرینش آن) بنگرد.

ماده و انرژی
دانشمندان اجزای بنیادی جهان مادی
را ماده و انرژی میدانند
کاهش جرم خورشید، به عنوان تنها
منبع حیاتبخش انرژی، تبدیل ماده به
انرژی را تأیید میکند
ماده و انرژی طبق رابطه انیشتین
با یکدیگر در ارتباط $E = mc^2$ یعنی
هستند



دانشمندان اجزای بنیادی جهان مادی را ماده و انرژی می دانند. یافته های تجربی نشان می دهد که انرژی از راه های گوناگون با ماده ارتباط دارد؛ آن چنان که کاهش جرم خورشید به عنوان تنها منبع حیات بخش انرژی، تبدیل ماده به انرژی را تأیید می کند. از سوی دیگر نیاز به انرژی برای انجام هر فعالیت با هر آهنگی، وجود یک منبع انرژی نزدیک تر را آشکار می سازد؛ منبعی که در آن تغییرهای فیزیکی و به ویژه واکنش های شیمیایی انجام می شود. تأمین انرژی از سوزاندن سوخت ها و نیز گوارش غذا در بدن را می توان گواهی بر این مدعا دانست. امید است با بررسی و درک واکنش های گرماشیمیایی و سرعت انجام آنها، در استفاده درست و مناسب از دو منبع سوخت و غذا تلاش کنیم.

تولید و تأمین غذا

کاشتن دانه و درو کردن فراورده، نخستین انقلاب در صنعت کشاورزی بود. میزان تولید و بهره برداری از غلات، در سالهای اخیر روند افزایشی داشته است. برای تولید غذا در حجم انبوه، به فعالیتهای صنعتی گوناگونی نیاز است که به مجموعه این حوزه ها (تولید، حمل و نقل، نگهداری فراوری و ...) صنایع غذایی گفته میشود. به علت افزایش جمعیت، یکی از مهمترین مسئولیتهای هر دولت، تأمین غذای افراد جامعه است. امروزه غذا به روش صنعتی تولید میشود و به علت فساد مواد غذایی، حفظ کیفیت و ارزش آنها، اهمیت دارد.

سرانه مصرف ماده غذایی، مقدار میانگین مصرف آن را به ازای هر فرد در یک گستره زمانی معین نشان میدهد. سرانه مصرف نان، برنج، شکر، نمک خوراکی و روغن در کشور ما بیشتر از جهان است. سرانه مصرف حبوبات، سبزیجات، میوه، ماهی، شیر، تخممرغ و گوشت قرمز در کشور ما کمتر از جهان است.

آیا می دانید

میزان تولید گندم ایران در سال ۹۹ به بیش از ۱۴ میلیون تن رسید.



میزان تولید برنج ایران در سال ۹۹ به حدود ۲/۲ میلیون تن رسید.



غذا^۱ همواره نقش محوری در رشد، تندرستی و زندگی انسان داشته است. بررسی ها نشان می دهد که نیاکان ما بیشتر وقت خود را صرف تهیه وعده های غذایی می کردند؛ آن چنان که در طول روز اغلب در جست و جوی غذا و جمع آوری دانه های خوراکی بودند. آنها به تدریج یاد گرفتند که دانه ها را بکارند و فراورده ها را درو کنند. فرایندی که نخستین انقلاب در کشاورزی بود و باعث شد انسان ها حبوبات، غلات و... را به مقدار زیادی تولید کنند. اما افزایش جمعیت جهان عاملی تعیین کننده بوده و هست، به طوری که امروزه تأمین غذای حدود ۷/۵ میلیارد نفر ساکن کره زمین بسیار پیچیده و دشوار است، زیرا برای انجام این مهم سالانه بایستی حجم انبوهی از غلات، حبوبات، مواد پروتئینی و... تولید شود. نمودار ۱ تولید و مصرف جهانی غلات را در یک دهه اخیر نشان می دهد.



نمودار ۱- تولید و مصرف جهانی غلات در دهه اخیر

سرانه مصرف و رژیم غذایی مردم کشور ما نامناسب بوده و در راستای توسعه پایدار نیست

اینک می پذیرید که یکی از مهم ترین و شاید دشوارترین مسئولیت هر دولت، تأمین غذای

افراد جامعه است. مسئولیتی که یکی از چالش های نگران کننده در عصر کنونی است.

برای تولید غذا در حجم انبوه به فعالیت های صنعتی گوناگونی مانند تولید، حمل و نقل، نگهداری، فراوری و... نیاز است؛ مجموعه حوزه هایی که صنایع غذایی نامیده می شوند. در این صنعت نیز همانند دیگر صنایع منابع شیمیایی بسیاری، سطح وسیعی از زمین های بایر و حجم عظیمی از آب های قابل استفاده در کشاورزی مصرف می شود. این نیازها تأیید می کند که یکی از مهم ترین و شاید سنگین ترین مسئولیت های هر دولت، تأمین غذای افراد جامعه است. مسئولیتی که در گذشته با قحطی و جنگ غذا تهدید می شد و امروزه نیز چالشی نگران کننده به شمار می رود.

- پیشرفت دانش و فناوری موجب شده است که تولید فراورده های کشاورزی و دامی افزایش یابد و غذا به روش صنعتی تولید شود. در تولید انبوه، به دلیل فساد مواد غذایی و دشواری نگهداری آنها، حفظ کیفیت و ارزش مواد غذایی اهمیت بسزایی دارد.

نقش غذا در بدن

تأمین انرژی مورد نیاز برای حرکت ماهیچه ها، ارسال پیام عصبی، جابه جایی یونها و مولکول ها از دیواره هر یاخته تأمین مواد اولیه برای ساخت و رشد بخش های گوناگون بدن مانند پوست، مو، سلول های خونی، استخوان، ماهیچه ها تنظیم و کنترل دمای بدن مواد غذایی حاوی ترکیب های مورد نیاز بدن

کارشناسان تغذیه برای پیشگیری و ترمیم پوکی استخوان بر مصرف شیر و فراورده های آن تأکید دارند.

کمبود آهن در بدن موجب بروز کم خونی خواهد شد.
مصرف بی رویه شکر، نان و برنج باعث گسترش نوعی بیماری به نام دیابت بزرگسالی میشود

خود را بیازمایید

خوراکی	سرانه مصرف (kg)	
	جهان	ایران
نان	۲۵	۱۱۵
برنج	۲۲	۳۷
حبوبات	۲۲	۱۲
سبزیجات	۱۳۰	۱۰۰
میوه	۱۴۵	۹۵
گوشت قرمز	۳۷	۱۹
تخم مرغ	۲۴	۹
شیر	۳۰۰	۹۰
شکر	۵	۳۰
نمک خوراکی	۳	۶

جدول روبه‌رو، سرانه مصرف سالانه برخی مواد خوراکی را نشان می‌دهد. با توجه به آن، به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.

الف) دیابت بزرگسالی یکی از بیماری‌های شایع در ایران است. مصرف بی‌رویه کدام مواد در گسترش این بیماری نقش دارد؟ **برنج، شکر، نان**

ب) گوشت قرمز و ماهی افزون بر پروتئین^۱، محتوی انواع ویتامین^۲ و مواد معدنی^۳ است. چه پیشنهادهایی برای گنجاندن آنها در برنامه غذایی خانواده خود دارید؟ **در هفته چند نوبت در رژیم غذایی قرار گیرای**

پ) شیر و فراورده‌های آن، منبع مهمی برای تأمین پروتئین و به‌ویژه کلسیم است. کارشناسان تغذیه بر مصرف مناسب آنها برای پیشگیری و ترمیم پوکی استخوان تأکید دارند.

اگر شما یک مدیر تصمیم‌گیرنده در کشور باشید، چه راهکارهایی برای افزایش مصرف آنها ارائه می‌کنید؟ **کاهش قیمت بر اساس پرداخت یارانه، توزیع آن در مدارس و محل کار کارمندان، فرهنگ‌سازی و تشویق خانواده‌ها**

ت) کارشناسان تغذیه بر مصرف حبوبات مانند نخود، لوبیا، عدس و... در برنامه غذایی تأکید دارند زیرا سرشار از مواد مغذی هستند. براساس برنامه غذایی خانواده خود چه پیشنهادی برای افزایش مصرف آنها دارید؟ **استفاده آن همراه با مواد غذایی به طور مستمر**



آیا می‌دانید

سازمان جهانی خواربار و کشاورزی ^۴(FAO) در راستای بالا بردن سطح زندگی و بهبود تغذیه، توزیع مناسب مواد غذایی و ایجاد امنیت غذایی در جهان فعالیت می‌کند. این سازمان در شهر رم، پایتخت کشور ایتالیا قرار دارد. برخی آمارهای این سازمان براساس مصرف سرانه مواد غذایی است.



آیا تاکنون اندیشیده‌اید که نقش غذا در بدن چیست؟ آیا غذا چیزی فراتر از یک پاسخ به احساس گرسنگی است؟ پژوهش‌ها و یافته‌های تجربی نشان می‌دهند که مصرف غذا، انرژی مورد نیاز بدن برای حرکت ماهیچه‌ها، ارسال پیام‌های عصبی، جابه‌جایی یون‌ها و مولکول‌ها از دیواره هر یاخته را تأمین می‌کند. غذا همچنین مواد اولیه برای ساخت و رشد بخش‌های گوناگون بدن مانند سلول‌های خونی، استخوان، پوست، مو، ماهیچه‌ها، آنزیم‌ها و... را فراهم می‌کند. همه این فرایندها

۱- Protein

۲- Vitamin

۳- Minerals

۴- Food and Agriculture Organization

تغذیه درست

بخش عمده اتمها، مولکولها و یونها موجود در بدن، از غذا تأمین میشود. تغذیه درست، شامل وعده‌های غذایی است که مخلوط مناسبی از انواع ذرها را در برمیگیرد. هنگامی که وعده‌های غذایی با کمبود نوع خاصی از آنها همراه باشد، سوء تغذیه رخ میدهد. افزایش نامتناسب برخی مولکولها و یونها، سبب افزایش وزن و دیگر بیماریها میشود. رزش سوختی مواد با هم متفاوت است، در واقع به ازای سوختن گرمای برابر از مواد متفاوت، انرژی متفاوتی حاصل

یکی از راههای آزاد کردن انرژی مواد غذایی، سوزاندن آنها است. میزان انرژی حاصل از سوختن یک ماده غذایی، به جرم آن بستگی دارد. هرچه جرم ماده بیشتر باشد، انرژی آزاد شده در اثر سوختن آن بیشتر است.

آیا می دانید

علوم و صنایع غذایی به مجموعه‌ای از علوم و فنون گفته می‌شود که به بررسی کیفیت فیزیکی، شیمیایی و زیست‌شناختی فرآورده‌های کشاورزی و دامی و شیلات از لحاظ تولید، تبدیل، فراوری، نگهداری و حمل و نقل می‌پردازد به گونه‌ای که از مواد خام تا غذای آماده مصرف را پوشش می‌دهد.

آیا می دانید

شمار اتم‌های تشکیل دهنده بدن یک فرد 70×10^{27} کیلوگرمی در حدود ۳/۵ برآورد می‌شود.



● هنگام روزه داری به ویژه نزدیک افطار اغلب احساس گرسنگی و سرما می‌کنید. در این شرایط، بدن نیاز به ماده و انرژی دارد تا دمای خود را کنترل کند. پس از افطار احساس گرمی دلچسبی خواهید داشت زیرا انرژی مواد غذایی در حال آزاد شدن است.

وابسته به انجام واکنش‌های شیمیایی هستند که هر یک آهنگ ویژه‌ای دارند؛ واکنش‌هایی که دمای بدن را نیز کنترل و تنظیم می‌کنند.

غذا به عنوان معجونی از مواد شیمیایی، محتوی ذره‌های گوناگون است. بخش عمده اتم‌ها، مولکول‌ها و یون‌های موجود در بدن شما از غذایی که می‌خورید، تأمین می‌شود. با این توصیف، تغذیه درست شامل وعده‌های غذایی است که مخلوط مناسبی از انواع ذره‌ها را در برمی‌گیرد و سوء تغذیه هنگامی خودنمایی می‌کند که وعده‌های غذایی با کمبود نوع خاصی از آنها همراه باشد. در این شرایط، بدن به تدریج ضعیف شده و شرایط بیماری فراهم خواهد شد. بدیهی است که افزایش نامتناسب برخی مولکول‌ها و یون‌ها در وعده‌های غذایی سبب افزایش وزن و دیگر بیماری‌ها خواهد شد.

اکنون این پرسش مطرح می‌شود که محتوای انرژی مواد غذایی گوناگون چقدر است؟ مواد مغذی موجود در خوراکی‌ها از چه نوعی هستند و به چه مقدار وجود دارند؟ برای افزایش زمان ماندگاری و ارزش غذایی خوراکی‌ها چه باید کرد؟ چگونه می‌توان بو و مزه مواد خوراکی را تغییر داد یا بهبود بخشید؟ برای تولید بیشتر و سریع‌تر مواد غذایی چه راه‌هایی وجود دارد؟ آیا انرژی موجود در مواد غذایی یکسان است؟

علم شیمی برای هر یک از این پرسش‌ها پاسخی دارد. **گرماشیمی^۱ و سینتیک**

شیمیایی^۲ شاخه‌هایی از علم شیمی هستند که می‌توان پاسخ پرسش‌هایی از این دست را در آنها جست‌وجو کرد.

غذا، ماده و انرژی^۳

شاید برای شما هم پیش آمده باشد که بدون خوردن صبحانه به مدرسه بروید، پیاده‌روی یا ورزش کنید! پس از مدت کوتاهی احساس گرسنگی و بی‌حالی به شما دست می‌دهد به طوری که توانایی کافی برای تمرکز، فکر کردن و انجام فعالیت‌های ورزشی را نخواهید داشت. در این حال با خوردن کمی غذا یا تکه‌ای شیرینی، سر حال خواهید شد زیرا بدن شما انرژی کسب کرده است. بدن ما برای انجام فعالیت‌های ارادی و غیرارادی گوناگون به ماده و انرژی نیاز دارد. برای نمونه هنگامی که قند خون پایین باشد می‌توان با خوردن سیب یا نوشیدن شربت آبلیمو و عسل و هنگامی که بدن دچار کمبود آهن باشد می‌توان با خوردن اسفناج و عدسی بدن را به حالت طبیعی بازگرداند. توجه کنید که ارزش مواد غذایی در تأمین ماده و انرژی مورد نیاز بدن یکسان نیست.

۱- Thermochemistry
۲- Chemical Kinetics
۳- Energy

هرچه جرم ماده بیشتر باشد، انرژی آزاد شده در اثر سوختن آن بیشتر است
 گرم گردو > 2 گرم گردو: مقایسه انرژی حاصل از سوختن 1
 ارزش سوختی مواد با هم متفاوت است، در واقع به ازای سوختن گرمای برابر از مواد متفاوت، انرژی متفاوتی حاصل میشود
 گرم ماکارونی > 2 گرم گردو: مقایسه انرژی حاصل از سوختن 2

آیا می دانید

اسفناج و عدس، منبع غنی از آهن هستند و خوردن آنها از شما در برابر کم خونی محافظت می کنند.



تخم مرغ سرشار از انواع آمینواسیدهاست که گنجاندن آن در برنامه غذایی به ساخت پروتئین ها در بافت های بدن کمک می کند.



گوشت ماهی به دلیل داشتن امگا ۳ سبب کاهش کلسترول خون شده و احتمال بیماری های قلبی را کاهش می دهد.



ماست منبعی غنی از منیزیم و کلسیم است.



کاوش کنید

درباره «اثر نوع و مقدار ماده بر انرژی آن» کاوش کنید.

وسایل و مواد مورد نیاز: چراغ الکلی یا شمع، لوله آزمایش بزرگ، دماسنج، پایه، میله، گیره، انبر، ماکارونی و مغز گردو.

هشدار: از عینک ایمنی استفاده نموده و نکات ایمنی را هنگام کار با چراغ بونزن رعایت کنید.

۱- یک لوله آزمایش بزرگ را با گیره به پایه و میله وصل کنید.

۲- درون آن تا ۶ mL آب بریزید و دمای آن را اندازه گیری کنید (توجه داشته باشید که دماسنج با بدنه یا ته لوله تماس نداشته باشد).

۳- یک گرم یا $\frac{1}{4}$ مغز گردو بردارید و آن را با انبر یا میله نازک تا شعله ور شدن روی شعله بگیرید. بلافاصله آن را تا سوختن کامل زیر لوله آزمایش نگهدارید. پس از سوختن کامل و خاموش شدن شعله، دمای پایانی آب را یادداشت کنید.

۴- آزمایش را جداگانه با دو گرم یا $\frac{1}{2}$ مغز گردو و همچنین با دو گرم ماکارونی تکرار و جدول زیر را کامل کنید سپس به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید.

شماره آزمایش	ماده غذایی	دمای آغازی آب (°C)	دمای پایانی آب (°C)
۱	یک گرم یا $\frac{1}{4}$ مغز گردو		
۲	دو گرم یا $\frac{1}{2}$ مغز گردو		
۳	دو گرم ماکارونی		

(الف) با توجه به اینکه در آزمایش ۱ و ۲، نوع ماده ای که می سوزد یکسان است، چرا تغییر دمای آب تفاوت دارد؟

(ب) با توجه به اینکه در آزمایش ۲ و ۳، مقدار ماده ای که می سوزد یکسان است، چرا تغییر دمای آب تفاوت دارد؟

(پ) یافته های خود را از این آزمایش جمع بندی کنید.

یکی از راه های آزاد شدن انرژی مواد، سوزاندن آنهاست. سوخت هایی مانند گاز شهری، بنزین، الکل و زغال هنگام سوختن انرژی آزاد می کنند و این انرژی برای گرم کردن خانه، پخت و پز و نیز به حرکت درآوردن خودروها مصرف می شود. همچنین مواد غذایی مانند

مفهوم دما و گرما متفاوت است. دمای یک ماده میزان سردی و گرمی آن را نشان می‌دهد هرچه دمای یک ماده بیشتر باشد، جنبش‌های نامنظم ذره‌های آن بیشتر است. میدانیم ذره‌های سازنده یک ماده در هر سه حالت گاز، مایع و جامد پیوسته در حال جنب و جوش هستند جامد > مایع > گاز: مقایسه میزان جنبش ذره‌های سازنده یک ماده



● کاکائو و خوراکی‌های محتوی آن باید در جای خنک نگهداری شوند. هنگامی که چنین خوراکی‌هایی را در جیب خود بگذارید یا در دست بگیرید، پس از مدتی ذوب شده و حالت خمیری و روان به خود می‌گیرند، زیرا دمای آنها افزایش یافته و جنبش ذره‌های سازنده آنها شدیدتر می‌شود.

در فیزیک پایه دهم، مفاهیم دما و گرما و کاربرد آنها در زندگی و برخی از فناوری‌ها را آموختید. در این فصل مفهوم دما و گرما را در فرایندها و واکنش‌های شیمیایی در موقعیت‌های گوناگون زندگی

تفاوت

دما و گرما بررسی می‌کنید.

دمای یک نمونه ماده، نمایانگر انرژی جنبشی ذرات تشکیل دهنده آن ماده است.

انرژی گرمایی یک نمونه ماده، نمایانگر مجموع انرژی جنبشی ذرات تشکیل‌دهنده آن ماده است.

دما مستقل از مقدار ماده است، درحالی‌که انرژی گرمایی به مقدار ماده بستگی دارد.

بیان دما، توصیف یک ویژگی از ماده است. درحالی‌که تغییر دما برای توصیف یک فرایند به‌کار میرود.



● بوی غذای گرم آسان‌تر و سریع‌تر از غذای سرد به مشام می‌رسد. (چرا؟)

هرچه دمای ماده بالاتر باشد، میانگین تندی و میانگین انرژی جنبشی ذره‌های سازنده آن بیشتر است

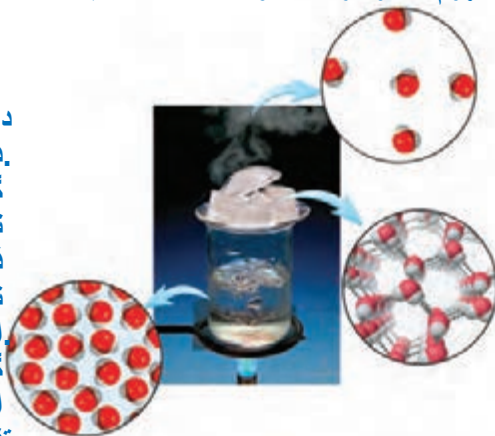
ماکارونی و گردو نیز هنگام سوختن، انرژی آزاد می‌کنند. در واقع هر ماده غذایی انرژی دارد و میزان انرژی آن به جرمی بستگی دارد که می‌سوزد، انرژی‌ای که می‌تواند باعث تغییر دما شود. اما اینکه دمای یک ماده چه چیزی را نشان می‌دهد و با انرژی چه رابطه‌ای دارد، هدفی است که در ادامه دنبال خواهد شد.

دمای یک ماده از چه خبر می‌دهد؟

نوشیدن چای داغ و آب خنک به ترتیب در هوای سرد و هوای گرم، لذت‌بخش است. در این تجربه‌های خوشایند «داغی یا خنکی نوشیدنی» و «سردی یا گرمی هوا» نشانه‌ای از تفاوت میان دمای آنهاست، کمیتی که میزان گرمی و سردی مواد را نشان می‌دهد. از آنجا که در شیمی بررسی ساختار مواد و فرایندها از دیدگاه ذره‌ای اهمیت و جایگاه ویژه‌ای دارد، نخست باید با مفهوم دما^۱ از این دیدگاه آشنا شوید. برای درک آسان‌تر آن، تجربه زیر را به دقت بررسی کنید (شکل ۱).

نشان می‌دهد

داد و ستد گرما، باعث تغییر دما میشود. گرما از ویژگیهای ماده نیست— برای توصیف یک فرایند استفاده میشود— برای توصیف ماده نباید از آن استفاده کرد. گرما، هم ارز با آن مقدار انرژی گرمایی است که به دلیل تفاوت در دما جاری میشود.



شکل ۱- اثر دما بر میزان جنبش مولکول‌ها

مطابق شکل ۱، هنگامی که به ظرف محتوی آب گرما داده می‌شود، به تدریج دمای آن افزایش می‌یابد تا اینکه سرانجام آب می‌جوشد و بخ موجود در بالای آن نیز ذوب می‌شود. آیا می‌دانید جنب‌وجوش مولکول‌ها در این فرایند چه تغییری می‌کند؟ جنب‌وجوش مولکول‌ها در کدام حالت فیزیکی شدیدتر است؟

بررسی شکل ۱ نشان می‌دهد با اینکه ذره‌های سازنده یک ماده در سه حالت فیزیکی یکسان بوده و پیوسته در جنب‌وجوش هستند اما میزان جنبش ذره‌ها متفاوت از یکدیگر است، به‌طوری که جنبش‌های نامنظم ذره‌ها در حالت گاز شدیدتر از مایع و آن هم شدیدتر از حالت جامد است. همچنین هر چه دما بالاتر باشد، جنبش‌های نامنظم ذره‌های آن شدیدتر است. برای نمونه این جنبش‌ها در آب گرم شدیدتر از آب سرد است.

با بررسی این تجربه اینک می‌پذیرید که در دمای معین یک ویژگی مشترک مواد با هر حالت فیزیکی، وجود جنبش‌های نامنظم ذره‌های سازنده آنها است. هر چه دمای ماده بالاتر باشد، میانگین **تندی**^۱ و میانگین انرژی جنبشی^۲ ذره‌های سازنده آن بیشتر است. به دیگر سخن دمای یک ماده، معیاری برای توصیف میانگین تندی و میانگین انرژی جنبشی ذره‌های سازنده آن است.

آیا می‌دانید

هر جرم «m» که با تندی «v» حرکت می‌کند، دارای انرژی جنبشی $\frac{1}{2}mv^2$ است.

با هم بیندیشیم

۱- شکل زیر دو نمونه از هوای صاف شهر شما را با جرم یکسان نشان می‌دهد. با توجه به آن در هر مورد با خط زدن واژه نادرست، عبارت را کامل کنید.



الف) شکل A، نمونه‌ای از هوا را در ظهر نشان می‌دهد.

ب) شکل B، نمونه‌ای از هوا را در یک روز تابستانی نشان می‌دهد.

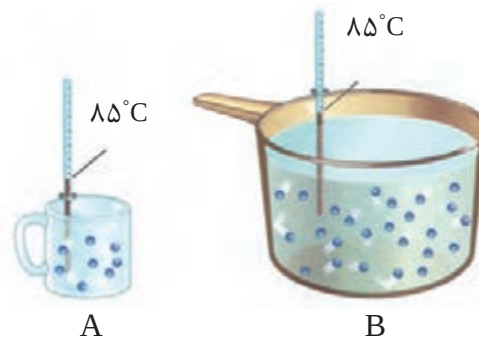
پ) اگر مجموع انرژی جنبشی ذره‌های سازنده یک نمونه ماده، هم‌ارز با **انرژی گرمایی**^۳ آن باشد، انرژی گرمایی $\frac{A}{B}$ بیشتر بوده زیرا شمار مولکول‌های آن بیشتر است.

دمای کلونین = تتا + ۲۷۳

● یکای رایج دما، درجه سلسیوس (°C)، در حالی که یکای دما در «SI»، کلونین (K) است.

● نماد دما برحسب سلسیوس، «θ» و نماد دما برحسب کلونین، «T» است.

۲- با توجه به شکل‌های زیر به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.



الف) با هم برابر است چون دمای آب درون دو ظرف یکسان است. چون شمار ذرات یا B، ب) ظرف مقدار ماده بیشتری دارد و انرژی گرمایی یعنی مجموع انرژی جنبشی ذره‌های سازنده ماده بیشتر است.

الف) میانگین تندی مولکول‌های آب را در دو ظرف مقایسه کنید.

ب) انرژی گرمایی آب موجود در کدام ظرف بیشتر است؟ چرا؟

۱- Speed

۲- Kinetic Energy

۳- Thermal Energy

اینک دما را کمیتی می‌دانید که افزون بر میزان سردی و گرمی یک نمونه ماده، از میانگین تندی و میانگین انرژی جنبشی ذره‌های سازنده آن خبر می‌دهد. همچنین آموختید که انرژی گرمایی یک نمونه ماده، کمیتی است که هم به دما و هم به جرم ماده بستگی دارد.

● ارزش دمایی « 1°C » برابر با « 1K » است؛ از این رو، در فرایندهایی که دما تغییر می‌کند، « $\Delta\theta = \Delta T$ » خواهد بود.

تهیه غذای آب‌پز، تجربه تفاوت دما و گرما^۱

آب‌پز کردن روشی ساده و مفید برای تهیه بسیاری غذاها از جمله پختن تخم‌مرغ است. درون یک ظرف فلزی مقداری آب با دمای 25°C بریزید سپس درون آن یک تخم مرغ قرار دهید. بدیهی است که با گذشت زمان تخم‌مرغ در این دما نمی‌پزد مگر آنکه ظرف را روی شعله اجاق گاز قرار داده و به آن گرما بدهید. در این شرایط به تدریج دما افزایش یافته تا اینکه تخم‌مرغ بپزد. در این تجربه، 25°C تنها یک کمیت به نام دما را برای آب نشان می‌دهد. در واقع بیان دما، توصیف یک ویژگی از ماده است، در حالی که برای افزایش دما و پختن تخم‌مرغ به ظرف گرما داده شد، فرایندی که دمای آب را به 75°C رساند. تغییر دما در این فرایند برابر است با:

$$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 = 75^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C} = 50^{\circ}\text{C}$$

مواردی از این دست نشان می‌دهد که تغییر دما برای توصیف یک فرایند به کار می‌رود، در واقع انجام فرایند است که می‌تواند باعث تغییر دما شود.

در این تجربه دمای ماده با جذب گرما افزایش یافته است، به دیگر سخن دادوستد گرما می‌تواند باعث تغییر دما شود. توجه کنید که گرما از ویژگی‌های یک نمونه ماده نیست و نباید

برای توصیف آن به کار رود.

هنگام آشپزی نیز می‌توان به رابطه میان دما و گرما پی برد. تصور کنید ظرفی محتوی 20° گرم روغن زیتون را با دمای 25°C در اختیار دارید. آیا برای افزایش دمای آن به 50°C یا 75°C ، گرمای یکسانی نیاز است؟ پاسخ منفی به این پرسش نشان می‌دهد که برای رساندن دمای روغن به 75°C باید گرمای بیشتری مصرف شود.

اینک دو ظرف فلزی یکسان در دمای اتاق (25°C) در نظر بگیرید که یکی محتوی 20° گرم آب و دیگری محتوی 20° گرم روغن زیتون است. اگر با گرما دادن، دمای هر یک را به 75°C برسانید و هم زمان محتویات تخم‌مرغی را به آرامی به هر یک بیفزایید با پدیده جالبی روبه رو خواهید شد (شکل ۲).

● روغن و چربی از جمله ترکیب‌های آلی هستند که به دلیل تفاوت در ساختار، رفتارهای فیزیکی و شیمیایی متفاوتی دارند. روغن دارای حالت فیزیکی مایع بوده اما چربی جامد است. از دیدگاه شیمیایی، در ساختار مولکول‌های روغن، پیوندهای دوگانه بیشتری وجود داشته و واکنش‌پذیری بیشتری نیز دارد.

آیا می‌دانید

بررسی و توصیف ماده و همچنین تغییر (فیزیکی و شیمیایی) آن یکی از مهم‌ترین قلمروهای دانش شیمی است، به‌طوری که پس از بررسی یک نمونه ماده، برای توصیف آن از کمیت‌هایی مانند دما (T)، حجم (V)، مول (n)، آنتالپی (H) و... استفاده می‌شود. این درحالی است که اگر ماده در فرایندی دچار تغییر فیزیکی یا شیمیایی شود، برای توصیف فرایند از تغییر کمیت‌هایی مانند ΔT ، ΔV ، Δn ، ΔH و... استفاده می‌شود. برای مثال یک مول آب در دمای اتاق با $T = 298\text{K}$ و $V = 18\text{mL}$ اما تبخیر آن با ΔT و ΔV توصیف می‌شود.

^۱ - Heat

ظرفیت گرمایی

به مقدار گرمایی گفته می‌شود که اگر به ماده‌ای داده شود دمای آن ۱ درجه افزایش مییابد.

ظرفیت گرمایی هر ماده‌ای با جرم آن رابطه مستقیم دارد، یعنی ظرفیت گرمایی با افزایش جرم، افزایش مییابد.

ظرفیت گرمایی هر ماده در دما و فشار اتاق، به نوع ماده و مقدار (جرم) آن وابسته است.

ظرفیت گرمایی یک جسم که دمای آن در اثر ژول گرما، به اندازه

ΔT افزایش یافته



شکل ۲- تخم مرغ درون آب (الف) و روغن زیتون (ب) با دمای 75°C

تخم مرغ در این دما درون آب پخته می شود اما درون روغن زیتون تغییر محسوسی نخواهد کرد. آیا می دانید علت این پدیده چیست؟

- گرما را با نماد «Q» نشان می دهند و یکای اندازه گیری آن در «SI»، ژول «J» است. $1\text{J} = 1\text{kg m}^2\text{s}^{-2}$

- هنوز در برخی موارد از یکای کالری (cal) برای بیان مقدار گرما استفاده می شود. $1\text{cal} = 4.18\text{J}$

با هم بیندیشیم

با توجه به شکل های داده شده، به پرسش های زیر پاسخ دهید.

(الف) مطابق شکل، برای افزایش دمای آب به میزان 50°C گرمای بیشتری جذب شده است. پس انرژی گرمایی ظرف محتوی آب بیشتر است و تخم مرغ انرژی گرمایی بیشتری دریافت میکند



$$200\text{ g روغن زیتون } (25^{\circ}\text{C}) \xrightarrow{19700\text{ J}} 200\text{ g روغن زیتون } (75^{\circ}\text{C})$$

$$200\text{ g آب } (25^{\circ}\text{C}) \xrightarrow{41800\text{ J}} 200\text{ g آب } (75^{\circ}\text{C})$$

ظرفیت گرمایی ویژه یک ویژگی ذاتی ماده است و برای هر ماده مقدار مشخصی دارد.

این کمیت نشان میدهد که چه مقدار گرما از (m) باید به یک جرم مشخص (Q) ماده اضافه شود تا دمای آن به اندازه افزایش یابد (ΔT)

رابطه بین این کمیتها به این صورت است:

$$Q = mc\Delta T$$

SI، واحد ظرفیت گرمایی ویژه در سیستم است ($\text{J/kg}\cdot\text{K}$) ژول بر کیلوگرم کلون

اهمیت ظرفیت گرمایی ویژه

درک ظرفیت گرمایی ویژه برای

بسیاری از فرایندهای فیزیکی و شیمیایی

مهم است، مانند

طراحی سیستم های گرمایشی و

سرمایشی

مطالعه رفتار مواد در دماهای

مختلف

تحلیل پدیده هایی مانند آب و هوا

(الف) توضیح دهید چرا تخم مرغ در آب می پزد اما در روغن زیتون تغییر محسوسی نمی کند؟

(ب) می دانید که ظرفیت گرمایی^۱ ماده هم ارز با گرمای لازم برای افزایش دمای آن به اندازه

یک درجه سلسیوس است. با این توصیف ظرفیت گرمایی آب و روغن زیتون را محاسبه و با ظرفیت گرمایی 200 گرم آب بیشتر از ظرفیت گرمایی 200 گرم روغن زیتون است یکدیگر مقایسه کنید.

(پ) ظرفیت گرمایی ماده به چه عواملی بستگی دارد؟ به نوع و مقدار ماده

(ت) در فیزیک دهم آموختید که ظرفیت گرمایی یک گرم ماده، ظرفیت گرمایی ویژه یا گرمای ویژه^۲ (c) آن ماده را نشان می دهد، مقدار این کمیت را برای آب و روغن زیتون حساب و باهم

مقایسه کنید. گرمای ویژه آب بیشتر از گرمای ویژه روغن زیتون است

(ث) رابطه ای میان ظرفیت گرمایی و گرمای ویژه یک ماده بیابید.

$$\text{ظرفیت گرمایی} = \text{جرم} \times \text{گرمای ویژه}$$

اینک می توان پختن تخم مرغ در آب 75°C در مقایسه با روغن زیتون در همین دما را توضیح

داد. با اینکه جرم هر دو مایع در این آزمایش برابر است اما آب به دلیل داشتن ظرفیت گرمایی

۱- Heat Capacity

۲- Specific Heat

ظرفیت گرمایی ویژه (یا گرمای ویژه) به مقدار انرژی گرمایی گفته میشود که برای افزایش دمای یک واحد جرم از یک ماده به میزان یک درجه سلسیوس (یا یک کلونین لازم است به عبارت دیگر، این کمیت نشان میدهد که یک ماده چقدر در برابر تغییر دما مقاوم است

ظرفیت گرمایی ویژه، برخلاف ظرفیت گرمایی، به جرم ماده بستگی ندارد. گرمای ویژه در دما و فشار اتاق تنها به نوع ماده وابسته است

از میان دو جسم مختلف با جرم یکسان، آن که ظرفیت گرمایی ویژه کمتری دارد، به ازای دادن گرمای یکسان افزایش دمای بیشتری پیدا میکند

بیشتر برای این میزان از تغییر دما، گرمای بیشتری جذب کرده است و همین گرمای بیشتر

سبب پختن تخم مرغ شده است. در واقع روغن زیتون با ظرفیت گرمایی کمتر توانایی پختن

تخم مرغ را با این تغییر دما در همین زمان نخواهد داشت. برای حساب کردن گرمای جذب یا

آزاد شده در چنین فرایندهایی می توان از رابطه $Q = mc\Delta\theta$ استفاده کرد.

این تجربه نشان می دهد که ظرفیت گرمایی در دما و فشار اتاق، افزون بر نوع ماده به مقدار

آن نیز بستگی دارد. در حالی که گرمای ویژه در این شرایط، تنها به نوع ماده وابسته است.

جدول ۱، گرمای ویژه برخی مواد خالص را در دما و فشار اتاق نشان می دهد.

جدول ۱- گرمای ویژه برخی مواد خالص در 25°C و 1 atm

ماده	گرمای ویژه ($\text{Jg}^{-1}^{\circ}\text{C}^{-1}$)	ماده	گرمای ویژه ($\text{Jg}^{-1}^{\circ}\text{C}^{-1}$)
آب	۴/۱۸۴	آلومینیم	۰/۹۰۰
سدیم کلرید	۰/۸۵۰	نقره	۰/۲۳۶
اتانول	۲/۴۳۰	طلا	۰/۱۲۸
کربن دی اکسید	۰/۸۴۰	اکسیژن	۰/۹۲۰

کاهش مییابد. استکان چای انرژی از دست داده و در نهایت با هوای اتاق هم دما میشود در نتیجه، میانگین انرژی جنبشی ذرات و در پی آن انرژی گرمایی چای کاهش مییابد

خود را بیازمایید

۱- یک استکان چای با دمای 90°C درون اتاقی با دمای 25°C قرار دارد. با گذشت زمان، دما و انرژی گرمایی آن چه تغییری می کند؟ چرا؟

۲- با خط زدن واژه نادرست در هر مورد، عبارت زیر را کامل کنید.

گرمای انرژی گرمایی دانست که به دلیل تفاوت در انرژی گرمایی دما جاری می شود.

۳- تکه ای نان و تکه ای سیب زمینی را با جرم و سطح یکسان در دمای 60°C در نظر بگیرید. اگر آنها را هم زمان در محیطی با دمای 20°C قرار دهیم کدام یک زودتر با محیط هم دما می شود؟ درستی پاسخ خود را در منزل بررسی کنید.

نان. نان و سیب زمینی هر دو تقریباً از مناسبت تشکیل شده اند بنابراین سرعت هم دما شدن با محیط به میزان آب موجود در آنها بستگی دارد. از آنجا که مقدار آب در نان کمتر است زودتر با محیط هم دما میشود

جاری شدن انرژی گرمایی

تجربه خوردن شیر گرم در یک روز سرد زمستانی تجربه خوشایندی است، تجربه ای لذت بخش که به بدن انرژی می بخشد. اگر دمای شیر گرم در حدود 60°C باشد پس از ورود به بدن، نخست جاری شدن انرژی گرمایی به فرآیندی گفته میشود که در آن انرژی گرمایی از یک جسم با دمای بالاتر به جسمی با دمای پایینتر منتقل میشود. این انتقال به دلیل اختلاف دما اتفاق می افتد و گرما به عنوان شکلی از انرژی در این فرآیند جاری میشود

به عبارت دیگر، انرژی گرمایی به طور طبیعی از جسمی با دمای بالاتر به جسمی با دمای پایینتر منتقل میشود نه از جسمی با انرژی گرمایی بیشتر به جسمی با انرژی گرمایی کمتر، مگر اینکه این دو مفهوم هم زمان باشند

بنابراین، جهت جاری شدن انرژی گرمایی همواره از جسم با دمای بالاتر به جسم با دمای پایینتر است، صرف نظر از میزان کل انرژی گرمایی موجود در هر یک از اجسام.

تبادل گرما میان دو جسم: اگر دو ماده که مقدار دمای آنها با یکدیگر متفاوت است، در کنار هم قرار بگیرند، گرما از جسم با دمای بالاتر به جسم با دمای پایینتر منتقل میشود تا هر دو جسم همدم شوند.

مقداری انرژی به شکل گرما از دست می‌دهد تا با بدن همدم شود. شیمی دان‌ها برای درک

آسان‌تر جاری شدن انرژی گرمایی در فرایندهایی از این دست، شیر گرم را سامانه^۱ و بدن را

محیط^۲ پیرامون آن در نظر می‌گیرند، با این توصیف در این فرایند با جاری شدن انرژی از سامانه

به محیط، دمای سامانه کاهش می‌یابد ($\Delta\theta < 0$). این ویژگی نشان می‌دهد که $Q < 0$ بوده و با

فرایندی گرماده^۳ سروکار داریم. الگوی نوشتاری این فرایند به صورت زیر است:

گرما + شیر (37°C) $\rightarrow$ شیر (6°C)

انجام این فرایند را از دیدگاه انرژی می‌توان با نمودار ۲ نشان داد.

واکنش گرماده

+ فراورده‌ها $\rightarrow$ واکنش دهنده‌ها

Q انرژی از سامانه به محیط منتقل میشود

(گرما از سامانه خارج میشود)

برای سامانه منفی $\Delta\theta$ و Q علامت

برای محیط مثبت

نمودار این واکنش‌ها بصورت روبه‌رو

است:

مثال: خوردن یک لیوان شیر با دمای

و هم دما شدن آن با بدن- فرایند ۶۰ نمودار ۲- فرایند همدم شدن شیر در بدن

گوارش شیر و بستنی



● شیر اشرف نوشیدنی‌ها، غذایی که مصرف آن برای همگان مفید است.



● بستنی یک خوراکی دوست‌داشتنی، خنک و سرشار از مواد مغذی و انرژی‌زاست. فرایند هم دما شدن آن در بدن با جذب انرژی، در حالی که گوارش و سوخت و ساز آن با آزاد شدن انرژی همراه است.

اما بخش عمده انرژی موجود در شیر هنگام فرایند گوارش و سوخت‌وساز به بدن می‌رسد.

فرایندهایی که با انجام واکنش‌های شیمیایی گوناگونی همراه است. به دیگر سخن، انجام

مجموعه این واکنش‌ها منجر به تولید انرژی و مواد اولیه مورد نیاز سوخت‌وساز یاخته‌ها

خواهد شد. نمودار ۳، تغییر انرژی وابسته به مجموعه این واکنش‌ها را نشان می‌دهد.

واکنش گرماگیر

فراورده‌ها $\rightarrow$ واکنش دهنده‌ها $Q +$

گرما از محیط به سامانه منتقل میشود. (گرما به سامانه وارد میشود

برای سامانه مثبت و برای محیط منفی $\Delta\theta$ و Q علامت

:نمودار این واکنش‌ها به صورت روبه‌رو است

مثال: خوردن بستنی و هم دما شدن آن با بدن

سامانه:

بخشی از جهان که مورد مطالعه قرار

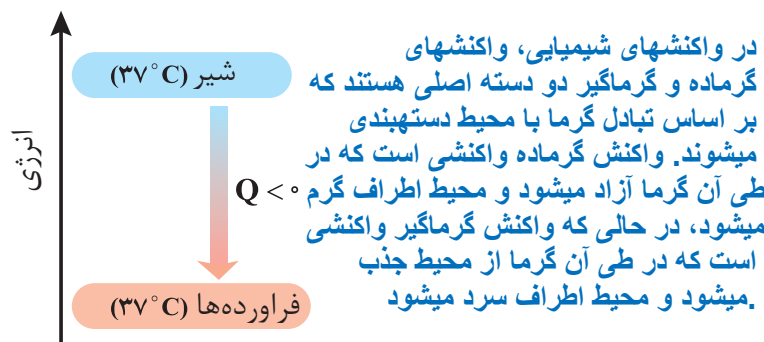
میگیرد و تغییرات انرژی و جرم آن

بررسی میشود

محیط:

تمام آنچه که خارج از سامانه قرار دارد و

با آن در ارتباط است



نمودار ۳- آزاد شدن انرژی در فرایند گوارش و سوخت و ساز شیر در بدن

در این واکنش‌ها با اینکه دما ثابت است (37°C)، اما باز هم میان سامانه و محیط پیرامون،

انرژی دادوستد می‌شود.

۱- System

۲- Surroundings

۳- Exothermic

واکنش گرماده

در این نوع واکنش، انرژی به صورت گرما از سیستم به محیط اطراف آزاد میشود آنتالپی واکنش

در واکنشهای گرماده منفی است، به این معنی که آنتالپی فراورده‌ها کمتر از آنتالپی واکنشدهنده‌ها

است مثالی از واکنشهای گرماده شامل سوختن چوب، احتراق سوخت‌ها و واکنش خنثی سازی

اسید و باز هستند نمودار تغییرات آنتالپی در واکنش‌های گرماده به صورت نزولی است

در این نوع واکنش، انرژی به صورت گرما از محیط به سیستم جذب میشود. آنتالپی واکنش در واکنش های گرماگیر مثبت است، به این معنی که آنتالپی فرآورده ها بیشتر از آنتالپی واکنش دهنده ها است. مثالهایی از واکنشهای گرماگیر شامل ذوب یخ، تبخیر آب و تجزیه کربنات کلسیم هستند. نمودار تغییرات آنتالپی در واکنش های گرماگیر به صورت صعودی است.

گرما در واکنش های شیمیایی (گرماشیمی)

آیا می دانید

شیمی فیزیک^۱، شاخه ای از علم شیمی است که این علم تجربی را بر مبنای مفاهیم فیزیکی و زبان ریاضی بنا نهاده و گسترش می دهد. این شاخه همه شیمی را به یکدیگر مرتبط می کند به طوری که با اصول علمی آن می توان ساختار و تغییر ماده را درک کرد. سینتیک شیمیایی، طیف سنجی، الکتروشیمی و ... از جمله مباحث آن است.

می دانید که هر واکنش شیمیایی ممکن است با تغییر رنگ، تولید رسوب، آزاد شدن گاز و ایجاد نور و صدا همراه باشد اما یک ویژگی بنیادی در همه آنها داد و ستد گرما با محیط پیرامون است. از این رو هر واکنش شیمیایی ممکن است گرماده یا گرماگیر باشد. بررسی و مطالعه این ویژگی در واکنش ها، منجر به پیدایش ترموشیمی (گرماشیمی) شد؛ شاخه ای از علم شیمی که به بررسی کمی و کیفی گرمای واکنش های شیمیایی، تغییر آن و تأثیری که بر حالت ماده دارد، می پردازد. از آنجا که روزانه واکنش های شیمیایی بسیاری در اطراف ما و حتی درون بدن ما رخ می دهد، می توان به وسعت قلمرو ترموشیمی پی برد؛ شما نیز با کمی دقت درمی یابید که امروزه گرماشیمی نقش و اهمیت بسیاری در زندگی دارد. شکل ۳ نمونه هایی از آنها را نشان می دهد.



(پ)



(ب)

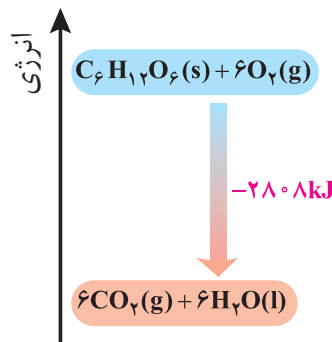


(الف)

شکل ۳- (الف) مواد غذایی پس از گوارش، انرژی لازم برای سوخت و ساز یاخته ها را در بدن تأمین می کنند. (ب) سوختن سوخت ها، انرژی لازم برای حمل و نقل و نیز گرمایش محیط های گوناگون را فراهم می کنند. (پ) زغال کک، واکنش دهنده ای رایج در استخراج آهن و تأمین کننده انرژی لازم برای انجام واکنش است.

منبع انرژی در بدن غذا است. منبعی که انرژی آن پس از انجام واکنش های شیمیایی گوناگون به بدن می رسد. بدیهی است که هر یک از این واکنش ها می تواند گرماده یا گرماگیر باشد؛

واکنش هایی که برای انجام شدن باید گرما از دست بدهند یا جذب کنند. نمودار ۴ یکی از



نمودار ۴- اکسایش گلوکز برای تولید انرژی در بدن

الب اینکه با وجود تولید انرژی در واکنش اکسایش گلوکز، دمای بدن تغییر محسوسی

ترموشیمی

علم ترموشیمی به بررسی کمی و کیفی گرمای واکنشهای شیمیایی، تغییرات آن و تأثیری که بر حالت ماده دارد، میپردازد

(گرما در واکنشهای شیمیایی (گرماشیمی یکی از ویژگیهای بنیادی همه واکنشهای

شیمیایی، داد و ستد گرما با محیط پیرامون یا نشان می دهد. گرماشیمی شاخه ای از علم شیمی است که به بررسی کمی و کیفی گرمای واکنشهای شیمیایی تغییر آن و تأثیری که بر حالت ماده دارد میپردازد.

منبع انرژی در بدن غذا است که پس از انجام واکنشهای شیمیایی گوناگون به بدن میرسد. این واکنشها میتوانند گرماده یا گرماگیر باشند اکسایش گلوکز در بدن، برای تولید انرژی، نمونه ای از واکنشهای گرماده است. با وجود تولید انرژی گرمایی در این واکنش، دمای بدن تغییر محسوسی نمیکند

در واکنش فتوسنتز (که عکس واکنش اکسایش گلوکز است) مقداری انرژی از محیط جذب میشود، بنابراین فتوسنتز نمونه ای از واکنشهای گرماگیر است

نمی‌کند، زیرا دمای مواد واکنش دهنده پیش از آغاز واکنش با دمای مواد فراورده پس از پایان واکنش برابر است ($\Delta\theta = 0$)، در واقع واکنش در دمای ثابت انجام می‌شود، اما چرا با وجود

دادوستد گرما میان سامانه و واکنش و محیط پیرامون، دما ثابت می‌ماند؟

برای پاسخ به این پرسش، یک واکنش میان مولکول‌های دو اتمی^۲ را بررسی می‌کنیم. این واکنش که یک جسم به‌دلیل نیروهای جاذبه و دافعه نسبت به دیگر اجسام در خود ذخیره سامانه‌ای محتوی یک مول گاز هیدروژن و یک مول گاز کلر را با دمای 25°C در نظر بگیریم.

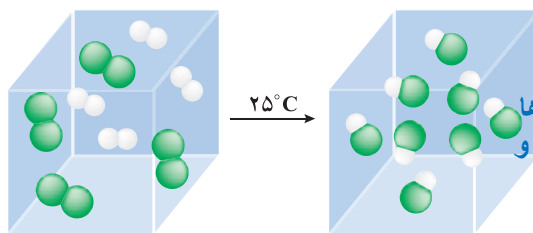
با انجام واکنش میان آنها افزون بر گاز هیدروژن کلرید، گرمای زیادی نیز تولید می‌شود. آن است و هم‌ارز با انرژی ناشی از آزمایش نشان می‌دهد هنگامی که دمای سامانه پس از انجام واکنش به 25°C می‌رسد، گرمای آن

اندازه‌گیری شده پس از تولید دو مول گاز هیدروژن کلرید برابر با 184 kJ است (شکل ۴). شیمی‌دانها گرمای جذب یا آزاد شده در هر

واکنش شیمیایی را به‌طور عمده وابسته به تفاوت میان انرژی پتانسیل مواد واکنش‌دهنده و فراورده میدانند.

گرمای مبادله شده در دمای ثابت، ناشی از تفاوت انرژی گرمایی در مواد واکنش‌دهنده و فراورده نیست.

با انجام یک واکنش شیمیایی و تغییر در شیوه اتصال اتم‌ها به یکدیگر، تفاوت آشکاری در انرژی پتانسیل وابسته به آنها ایجاد می‌شود.



شکل ۴ - نمونه‌ای از انجام یک واکنش گرماده در دمای ثابت

این تفاوت انرژی در واکنش‌ها به‌صورت گرما ظاهر می‌شود. نیروهای نگهدارنده اتم در هر مولکول و در نتیجه استحکام پیوندها علاوه بر نوع پیوند (یگانه، دوگانه و سه‌گانه بودن پیوند)، به نوع اتم‌های درگیر در پیوند نیز وابسته است.

پژوهش‌ها نشان می‌دهد که این مقدار گرمای آزاد شده ناشی از تفاوت انرژی گرمایی

(مجموع انرژی جنبشی ذره‌ها) در مواد واکنش‌دهنده و فراورده نیست! زیرا در دمای ثابت،

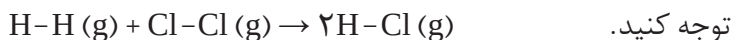
تفاوت چشمگیری میان انرژی گرمایی آنها وجود ندارد. شیمی‌دان‌ها گرمای جذب یا آزاد شده

در هر واکنش شیمیایی را به‌طور عمده وابسته به تفاوت میان انرژی پتانسیل مواد واکنش‌دهنده

و فراورده می‌دانند. با این توصیف، انرژی پتانسیل یک نمونه ماده، انرژی نهفته شده در آن است،

انرژی‌ای که ناشی از نیروهای نگه‌دارنده ذره‌های سازنده آن است.

برای درک این مفهوم، به ساختار مولکول‌های گازی مواد شرکت‌کننده در واکنش یادشده



در هر مولکول از این مواد، تنها دو اتم با یک پیوند اشتراکی به یکدیگر متصل‌اند، اما

نوع اتم‌های متصل به هم در هر مولکول متفاوت از دیگری است؛ به دیگر سخن نیروهای

نگه‌دارنده اتم در هر مولکول و در نتیجه استحکام پیوندها از یکدیگر متفاوت خواهد بود.

این الگو نشان می‌دهد که با انجام یک واکنش شیمیایی و تغییر در شیوه اتصال اتم‌ها به

یکدیگر، تفاوت آشکاری در انرژی پتانسیل وابسته به آنها ایجاد می‌شود؛ تفاوت انرژی‌ای که

در واکنش‌ها به شکل گرما ظاهر می‌شود.

● در برخی منابع از انرژی پتانسیل^۱

موجود در یک نمونه ماده، با نام

انرژی شیمیایی^۲ یاد می‌شود.

(انرژی پتانسیل (انرژی شیمیایی

انرژی که یک جسم به‌دلیل نیروهای جاذبه و دافعه نسبت به دیگر اجسام در خود ذخیره

انرژی پتانسیل یک نمونه ماده، انرژی نهفته

در آن است و هم‌ارز با انرژی ناشی از

نیروهای نگهدارنده ذره‌های سازنده آن

است. شیمی‌دانها گرمای جذب یا آزاد شده در هر

واکنش شیمیایی را به‌طور عمده وابسته به

تفاوت میان انرژی پتانسیل مواد واکنش‌دهنده

و فراورده میدانند.

گرمای مبادله شده در دمای ثابت، ناشی از

تفاوت انرژی گرمایی در مواد واکنش‌دهنده و

فراورده نیست.

با انجام یک واکنش شیمیایی و تغییر در

شیوه اتصال اتم‌ها به یکدیگر، تفاوت

آشکاری در انرژی پتانسیل وابسته به آنها

ایجاد می‌شود.

۸ آیا می‌دانید

افتادن سیب از درخت بر روی زمین

نتیجه نیروی گرانش بوده و نشانه‌ای

از وجود پتانسیل گرانشی است در

حالی که رسانایی الکتریکی محلول

الکتrolیت نتیجه نیروی جاذبه میان

یون‌ها و قطب‌های ناهم‌نام بوده و

نشانه‌ای از وجود پتانسیل الکتریکی

است. در واقع پتانسیل‌ها نتیجه‌ای

از برهم‌کنش‌های گوناگون هستند.

آلوتروپهای کربن

(الماس و گرافیت، دو آلوتروپ (دگرشکل

کربن هستند که اگر در اکسیژن به‌طور

کامل بسوزند، تولید می‌کنند

از واکنش سوختن الماس و گرافیت مقدار

متفاوتی گرما آزاد می‌شود، زیرا این دو

ماده، سطح انرژی و پیوندهای متفاوت و

در نتیجه استحکام پیوند متفاوتی دارند

سطح انرژی گرافیت پایین‌تر از الماس بوده

و پایدارتر از الماس است

در هر دو واکنش، انرژی پتانسیل

واکنش‌دهنده‌ها بالاتر از فراورده‌ها بوده و

پایداری واکنش‌دهنده‌ها کمتر از

فراورده‌هاست

^۱ - Potential Energy

^۲ - Chemical Energy

^۳ - Diatomic Molecules

آلوتروپ یا دگرشکل، در شیمی به پدیده وجود اشکال مختلف یک عنصر در حالت فیزیکی یکسان (مثل جامد) گفته میشود که در آن، اتمهای سازنده عنصر به روشهای متفاوتی با یکدیگر پیوند دارند و در نتیجه ساختار و خواص متفاوتی ایجاد میکنند. به عبارت دیگر، آلوتروپها، شکلهای مختلف یک عنصر هستند که تفاوت آنها در نحوه اتصال اتمها به یکدیگر و در نتیجه، در ساختار و خواص فیزیکی و شیمیایی آنهاست.

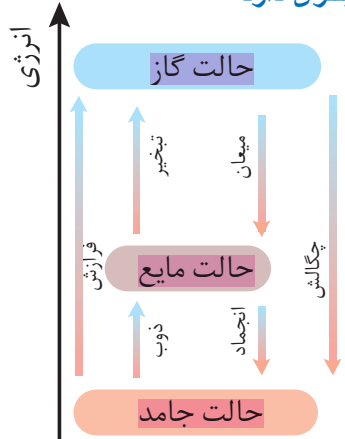
آیا می دانید

N_2H_4 ، هیدرازین نامیده می شود، ماده ای پرانرژی که به عنوان سوخت موشک استفاده می شود.

• در شیمی ۱ آموختید که اتمها در حالت پایه با جذب انرژی به اتمهای برانگیخته تبدیل می شوند. اتمهای برانگیخته، پرانرژی تر و ناپایدارترند.



• الماس و گرافیت، دو آلوتروپ کربن (الف) زیرا در دو آلوتروپ کربن، نحوه اتصال اتمها متفاوت و در نتیجه ساختار متفاوت دارند پس رفتار و محتوای انرژی گرمایی آنها نیز یکسان نیست (ب) گرافیت، زیرا در اثر سوختن انرژی کمتری تولید کرده است. به عبارت دیگر محتوای انرژی آن کمتر است (سطح انرژی پایینتری دارد)

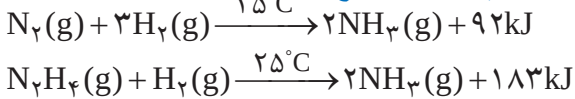


• تغییر حالت فیزیکی مواد خالص با تغییر انرژی همراه است.

با هم بیندیشیم

(الف) چون واکنش دهنده ها متفاوت هستند و محتوای انرژی یکسانی ندارند

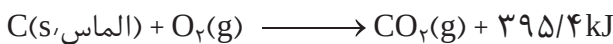
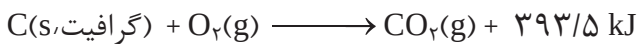
(ب) واکنش اول. چون انرژی کمتری تولید کرده است پس سطح انرژی واکنش دهنده ها کمتر از فرآورده ها است. به بیان سطح انرژی واکنش دهنده ها در واکنش اول پایینتر از سطح انرژی واکنش دهنده ها در واکنش دوم است



(الف) چرا گرمای آزاد شده در دو واکنش متفاوت است؟ توضیح دهید.

(ب) در کدام واکنش، مواد واکنش دهنده پایدارتر است؟ چرا؟

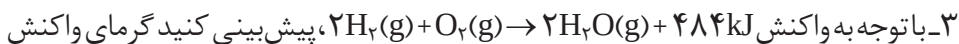
۲-گرافیت و الماس دو آلوتروپ کربن هستند که فرآورده واکنش سوختن کامل آنها، گاز کربن دی اکسید است.



(الف) چرا گرمای حاصل از سوختن یک مول گرافیت متفاوت از یک مول الماس است؟

(ب) الماس پایدارتر است یا گرافیت؟ چرا؟

(پ) از سوختن کامل ۷/۲ g گرافیت، چند کیلوژول گرما آزاد می شود؟



این دو واکنش تنها در حالت فیزیکی آب تفاوت دارند و از آنجا که در حالت گازی آب مقدار انرژی چرا؟ آزاد شده -484

..... کیلوژول است. برای حالت مایع به انرژی کمتری نسبت به حالت گازی دارد. باید انرژی بیشتری آزاد شود و عدد -572

دریافتید. که گرمای یک واکنش در دما و فشار ثابت، به نوع و مقدار واکنش دهنده ها، نوع

فرآورده ها و حالت فیزیکی آنها بستگی دارد. کمیتی که یکی از ویژگی های کاربردی و بنیادی

هر واکنش به شمار می رود.

پیوند با صنعت

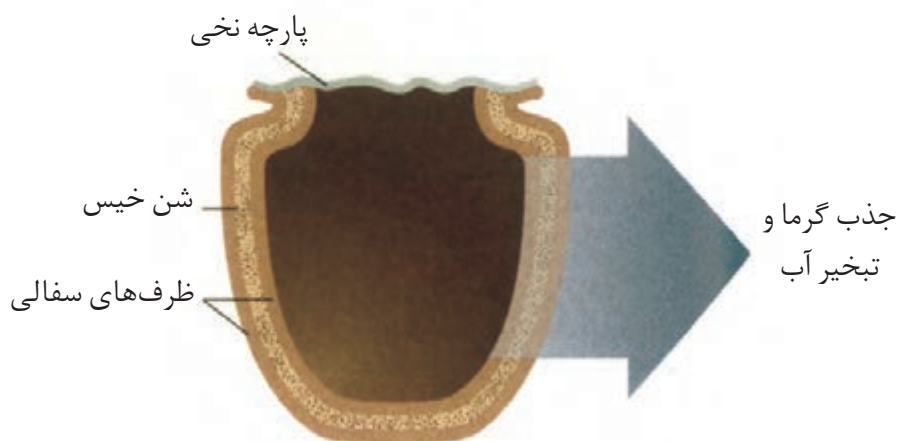
بسیاری از مردم کشور نیجریه در مناطق خشک، بیابانی و بادخیز زندگی می کنند. مناطقی که

تهیه غذا در آنها دشوار اما نگهداری آن دشوارتر است. محمد باه آبا، معلم نیجریایی با طراحی

و ساخت دستگاهی ساده و ارزان به مردم کشورش خدمتی ارزنده ارائه کرد. دستگاهی که

همانند یک یخچال اما بدون نیاز به انرژی الکتریکی، غذا را خنک و برای مدت طولانی تری

نگه می دارد (شکل ۵).



شکل ۵- ساختار یخچال صحرایی

• آیا تاکنون آبی گوارا و خنک از کوزه نوشیده اید؟ کوزه، ظرفی سفالی است که ایرانیان از گذشته های دور برای نگهداری آب آشامیدنی از آن استفاده می کردند. این سفالینه نیز از خاک رس تهیه می شود و در بدنه خود روزنه های بسیار ریزی دارد. هنگامی که کوزه حاوی آب باشد، آب به آسانی به دیواره آن نفوذ کرده تا جایی که حتی سطح بیرونی آن را نیز نمناک می کند. در این شرایط، به تدریج آب از سطح بیرونی کوزه تبخیر شده و گرمای لازم برای این فرایند از محتویات کوزه تأمین می شود. فرایندی که باعث کاهش دما و خنک شدن آب خواهد شد.

مطابق شکل ۵، او برای ساخت این دستگاه، دو ظرف سفالی (ساخته شده از خاک رس) را درون یکدیگر قرار داد و فضای میان آنها را با شن خیس پر کرد. درپوش این مجموعه، پوششی نخی و مرطوب است که تهویه را به آسانی انجام می دهد. آب در بدنه سفالی ظرف بیرونی نفوذ کرده و به آرامی تبخیر می شود، معادله انجام این فرایند به صورت زیر است:



این معادله نشان می دهد که برای تبخیر یک مول آب به ۴۴/۱ کیلوژول گرما نیاز است. جذب گرما در این فرایند باعث افت دما شده و فضای درونی دستگاه همراه با محتویات آن را خنک می کند؛ شرایطی که برای سالم نگهداشتن غذا به مدت طولانی تر مناسب است.

آنتالپی مجموع انرژی درونی و کار انجام شده توسط سیستم در فشار ثابت است. این مفهوم در ترمودینامیک برای محاسبه تغییرات انرژی در فرآیندهای شیمیایی و فیزیکی استفاده میشود

آنتالپی^۱، همان محتوای انرژی است؟

هر نمونه ماده شامل مجموعه ای از شمار بسیار زیادی ذره های سازنده است. این ذره ها افزون بر جنبش های نامنظم، با یکدیگر برهم کنش نیز دارند. در واقع، ذره های سازنده یک نمونه ماده افزون بر انرژی جنبشی، دارای انرژی پتانسیل نیز هستند. می دانید که یک نمونه ماده با مقدار آن در دما و فشار معین توصیف می شود، به طوری که ۲۰۰ گرم آب در دما و فشار اتاق را می توان یک نمونه ماده دانست. اینک ظرفی را در نظر بگیرید که محتوی این نمونه

ماده باشد، چنین مجموعه ای یک سامانه به شمار می رود.

تغییر آنتالپی در یک فرآیند، تفاوت آنتالپی در حالت نهایی و حالت اولیه است و نشان دهنده میزان انرژی آزاد شده یا مصرف شده در فرآیند است

۱- Enthalpy

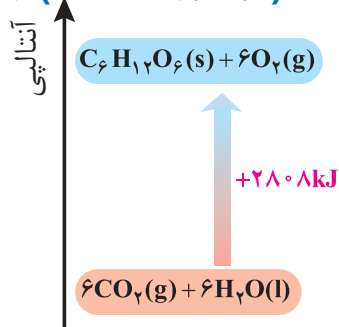
در یک واکنش شیمیایی که در آن گرما آزاد میشود (واکنش گرماده)، تغییر آنتالپی منفی است، به این معنی برعکس، در یک واکنش گرماگیر که در آن گرما از محیط جذب میشود، تغییر آنتالپی مثبت است

انتالپی عوامل مؤثر بر واکنش
 برای بیان واکنش باید موارد روبه رو مشخص باشد دما و فشار سامانه
 نوع مواد واکنش دهنده و فراورده
 مقدار مواد واکنش دهنده

• همه مواد پیرامون ما در دما و فشار اتاق، آنتالپی معینی دارند.

واکنش شیمیایی گرماگیر در یک سامانه، مواد با محتوای انرژی (آنتالپی) کمتر به موادی با

انرژی (آنتالپی) بیشتر تبدیل می شوند (نمودار ۵).
 هرچه اختلاف انرژی واکنش دهنده ها با فراورده ها بیشتر باشد، گرمای واکنش (بدون توجه به علامت) بیشتر خواهد



نمودار ۵- آنتالپی واکنش در فتوسنتز

انجام این واکنش، برخلاف اکسایش گلوکز با جذب انرژی همراه است. از آنجا که دادو ستد انرژی در واکنش ها به طور عمده به شکل گرما ظاهر می شود، شیمی دان ها تغییر آنتالپی هر واکنش را هم ارز با گرمایی می دانند که در فشار ثابت با محیط پیرامون دادوستد می کند و آن را با Q_p نشان می دهند.

نماد آنتالپی، «H» است در حالی که نماد تغییر آنتالپی، « ΔH » می باشد؛ کمیتی که با رابطه زیر بیان می شود:

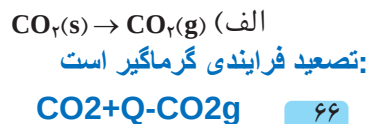
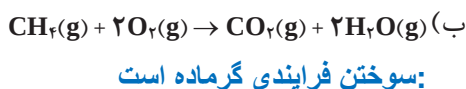
$$Q_p = H(\text{مواد واکنش دهنده}) - H(\text{مواد فراورده}) = \Delta H(\text{واکنش})$$

• در بسیاری از منابع علمی معتبر از آنتالپی با نام محتوای گرمایی یاد می شود.

• برای یک واکنش اغلب به جای تغییر آنتالپی واکنش، واژه آنتالپی واکنش به کار می رود.

خود را بیازمایید

۱- نماد Q را در هر معادله وارد کرده سپس علامت « ΔH » را در هر مورد مشخص کنید.



● مقدار عددی « ΔH »، یک فرایند بزرگی آن را نشان می‌دهد، درحالی که علامت مثبت و منفی تنها نشان‌دهنده گرماگیر و گرماده بودن آن است.



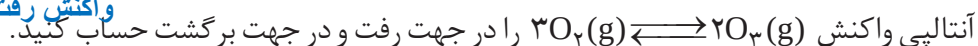
انجماد فرایندی گرماده است



فرایند گرماگیر شکستن پیوند

۲- اگر برای تولید یک مول گاز اوزون از گاز اکسیژن، آنتالپی به اندازه 143 kJ افزایش یابد،

واکنش رفت گرماگیر و واکنش برگشت گرماده است



با توجه به این که برای تولید یک مول گاز اوزون از گاز اکسیژن آنتالپی افزایش می‌یابد پس تبدیل گاز اکسیژن به گاز اوزون فرایندی گرماگیر است، و در واکنش برگشت پذیر، دو مول گاز اوزون تولید شده است

آنتالپی پیوند و میانگین آن

انجام یک واکنش شیمیایی نشانه‌ای از تغییر در شیوه اتصال اتم‌ها به یکدیگر است که به تغییر

در ساختار و خواص مواد منجر می‌شود. یکی از خواصی که در واکنش‌های شیمیایی تغییر

می‌کند، محتوای انرژی مواد است. این توصیف از واکنش، اهمیت پیوندهای شیمیایی و نقش

انرژی وابسته به آنها را در گرمای یک واکنش نشان می‌دهد. برای درک انرژی پیوند می‌توان

بحث را با پیوند میان ساده‌ترین اتم‌ها ادامه داد.

یک نمونه گاز هیدروژن، مجموعه‌ای از شمار بسیار زیادی مولکول‌های دواتمی بوده و هر

مولکول شامل دو اتم هیدروژن با یک پیوند اشتراکی است. انتظار می‌رود برای تبدیل این

مولکول‌ها به اتم‌های جدا از هم انرژی صرف شود. شواهد تجربی نشان می‌دهد که انرژی

لازم برای شکستن پیوندهای اشتراکی موجود در یک مول $\text{H}_2\text{(g)}$ و تبدیل آن به دو مول H(g) ،

حدود 436 kJ است (نمودار ۶).

جدول ۲- آنتالپی برخی پیوندها

پیوند	آنتالپی (kJ mol^{-1})
Cl-Cl	۲۴۲
Br-Br	۱۹۳
I-I	۱۵۱
H-F	۵۶۷
H-Cl	۴۳۱
O=O	۴۹۵
N≡N	۹۴۵

انرژی لازم برای

شکستن یک مول از یک

پیوند اشتراکی و تبدیل آن به

دو مول اتم جدا از هم گازی

برای محاسبه آنتالپی یک

پیوند معین، واکنش‌دهنده‌ها و

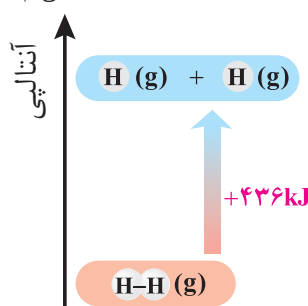
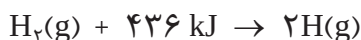
فرآورده‌ها باید در حالت

گازی باشند

آنتالپی پیوند همواره مثبت

است، زیرا فرایند شکستن

پیوند، گرماگیر است



نمودار ۶- آنتالپی پیوند H-H

آنتالپی پیوند یک مقدار تجربی

است و برای هر پیوند خاص در یک

مولکول مشخص اندازه‌گیری

میشود

میانگین آنتالپی پیوند یک مقدار

میانگین است و برای یک نوع پیوند

در مولکول‌های مختلف محاسبه

میشود

از میانگین آنتالپی پیوند برای تخمین

آنتالپی واکنش‌ها استفاده می‌شود، به

ویژه زمانی که آنتالپی پیوند برای

همه پیوندها در دسترس نباشد

برای محاسبه آنتالپی پیوند در مولکول‌هایی که در آنها یک اتم مرکزی به چند اتم کناری یکسان با پیوندهای اشتراکی متصل است

CH_4, NH_3

از میانگین آنتالپی پیوند استفاده می‌شود

هرچه طول پیوند اشتراکی کمتر باشد، استحکام پیوند بیشتر بوده و در نتیجه، انرژی پیوند نیز بیشتر است
هرچه شعاع اتمی برای اتم های تشکیل دهنده یک پیوند اشتراکی، کمتر باشد، طول پیوند کمتر و استحکام و انرژی پیوند بیشتر

جدول ۳- میانگین آنتالپی
برخی پیوندها

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

در ترموشیمی به مقدار ۴۳۶ kJ، آنتالپی پیوند «H-H» می‌گویند و آن را با نماد $\Delta H (H-H) = 436 \text{ kJ mol}^{-1}$ نشان می‌دهند. جدول ۲، آنتالپی برخی پیوندها را نشان می‌دهد. اینک شاید بپرسید که شیمی‌دان‌ها چگونه آنتالپی پیوند را برای مولکول‌های چند اتمی مانند CH_4 و H_2O ، NH_3 تعیین و گزارش می‌کنند؟ در مولکول‌هایی از این دست، اتم مرکزی به چند اتم کناری یکسان با پیوندهای اشتراکی متصل است. یافته‌های تجربی نشان می‌دهد که برای چنین مولکول‌هایی به کار بردن میانگین آنتالپی پیوند مناسب‌تر است. برای نمونه براساس واکنش:



میانگین آنتالپی پیوند «C-H» در جدول‌ها، 415 kJ mol^{-1} درج شده (چرا؟)، به دیگر سخن $\Delta H(\text{C-H}) = 415 \text{ kJ mol}^{-1}$ است. جدول ۳، میانگین آنتالپی برخی پیوندها را نشان می‌دهد.

خود را بیازمایید

شکسته شده است، و با توجه به اینکه شکستن پیوند فرایندی H_2O در مولکول $\text{O} - \text{H}$ در این فرایند دو پیوند
گرم‌گیر است پس

$$\Delta H = 2 \times (+463) = +926 \text{ kJ}$$



تشکیل شده است و با توجه به اینکه تشکیل پیوند فرایندی گرماده است پس $\text{N} - \text{H}$ (ب) در این فرایند یک پیوند

$$\Delta H = -391 \text{ kJ}$$

آموختید که انجام فرایندهای فیزیکی و شیمیایی منجر به تغییر محتوای انرژی مواد می‌شود، از این رو انجام هریک از آنها با جذب یا از دست دادن گرما همراه است. تجربه نشان می‌دهد که گرمای تولید یا مصرف شده در واکنش‌های شیمیایی قابل اندازه‌گیری بوده و یکی از هدف‌هایی است که در ترموشیمی دنبال می‌شود.

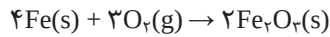
آنتالپی پیوند، راهی برای تعیین ΔH واکنش

شیمی‌دان‌ها به کار بردن آنتالپی پیوند و میانگین آن را روشی برای تعیین آنتالپی یک واکنش می‌دانند. به دیگر سخن آنتالپی‌های پیوند کمک می‌کند تا از یک روش محاسباتی برای تعیین ΔH برخی واکنش‌ها بهره برد؛ راهی که در آن تصور می‌شود شماری از پیوندهای اشتراکی در مولکول‌های مواد واکنش دهنده، شکسته شده سپس شماری پیوند جدید تشکیل می‌شود تا مولکول‌های فراورده پدید آیند؛ با این توصیف دوباره به واکنش میان گازهای هیدروژن و کلر توجه کنید (نمودار ۷). این بار با این تصور که با شکسته شدن پیوندهای اشتراکی در مواد واکنش دهنده و تشکیل پیوندهای جدید، تنها فراورده این واکنش تولید می‌شود.

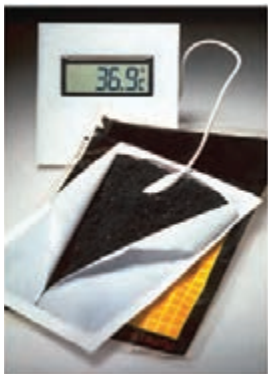
آنتالپی پیوند میتواند برای تخمین آنتالپی واکنش استفاده شود. این روش به این صورت است که آنتالپی واکنش به عنوان تفاضل مجموع آنتالپی پیوندهای شکسته شده در واکنش دهنده‌ها و مجموع آنتالپی پیوندهای تشکیل شده در فراورده‌ها محاسبه میشود. به عبارت دیگر
مجموع آنتالپی پیوندهای شکسته $\Delta H =$
شده - مجموع آنتالپی پیوندهای تشکیل شده
در این روش، اگر پیوندی در هر دو طرف واکنش (واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها) به تعداد مساوی وجود داشته باشد، میتوان آن را در محاسبات نادیده گرفت، زیرا تأثیری بر تغییر آنتالپی کل نخواهد داشت

آیا می دانید

در هوای سرد زمستان برای گرم نگه داشتن دست ها می توان از کیسه های گرمازا استفاده کرد. این کیسه ها حاوی مواد شیمیایی هستند که در اثر مخلوط شدن بایکدیگر واکنش می دهند و گرما آزاد می شود. در برخی از این کیسه ها از واکنش اکسایش آهن برای تولید گرما استفاده می شود.

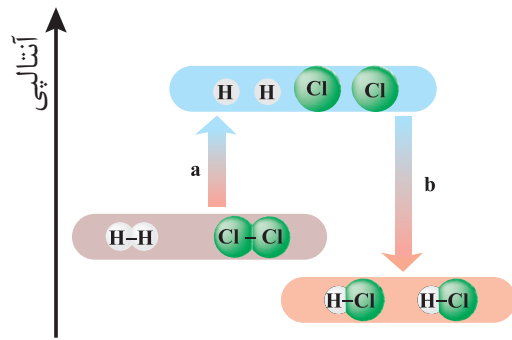
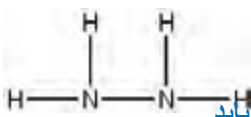


دمای محتویات کیسه پیش از انجام واکنش شیمیایی



دمای محتویات کیسه پس از انجام واکنش شیمیایی

● در ارزشیابی های پایانی، نهایی و آزمون های سراسری در این گونه پرسش ها باید فرمول ساختاری مواد شرکت کننده داده شود.



نمودار ۷- الگویی برای واکنش H_2 با Cl_2 و تولید HCl

کمیت a در نمودار ۷، انرژی لازم برای شکستن پیوندهای اشتراکی H-H و Cl-Cl را در یک مول از هر کدام آنها نشان می دهد، به طوری که این مقدار انرژی هم ارز با مجموع آنتالپی این پیوندهاست:

$$a = (1 \text{ mol} \times 436 \text{ kJmol}^{-1}) + (1 \text{ mol} \times 242 \text{ kJmol}^{-1}) = 678 \text{ kJ}$$

کمیت b در این نمودار، انرژی حاصل از تشکیل پیوندهای اشتراکی H-Cl را در دو مول از آن نشان می دهد، از این رو کمیت b هم ارز با دو برابر آنتالپی این پیوند اما با علامت منفی است:

$$b = -(2 \text{ mol} \times 431 \text{ kJmol}^{-1}) = -862 \text{ kJ}$$

اینک از جمع جبری کمیت های a و b، آنتالپی واکنش به دست می آید:

$$\Delta H(\text{واکنش}) = a + b = 678 \text{ kJ} + (-862 \text{ kJ}) = -184 \text{ kJ}$$

شیمی دان ها به کار بردن آنتالپی های پیوند را برای تعیین ΔH واکنش هایی مناسب می دانند که همه مواد شرکت کننده در آنها به حالت گازند. در چنین واکنش هایی هر چه مولکول های مواد شرکت کننده ساده تر باشند، آنتالپی واکنش محاسبه شده با داده های تجربی همخوانی بیشتری دارد. به دیگر سخن به کار بردن میانگین آنتالپی پیوندها برای تعیین ΔH واکنش های گازی با مولکول های پیچیده تر اغلب در مقایسه با داده های تجربی، تفاوتی آشکار نشان می دهد.

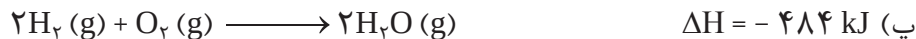
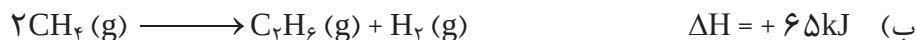
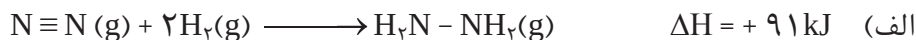
خود را بیازمایید

۱- دانش آموزی برای تعیین آنتالپی یک واکنش گازی از رابطه زیر استفاده کرده است، درستی این رابطه را بررسی کنید.

$$\Delta H(\text{واکنش}) = \left[\begin{array}{c} \text{مجموع آنتالپی پیوندها} \\ \text{در مواد واکنش دهنده} \end{array} \right] - \left[\begin{array}{c} \text{مجموع آنتالپی پیوندها} \\ \text{در مواد فراورده} \end{array} \right]$$

در واکنش دهنده ها باید پیوندهای اشتراکی شکسته شود و شکستن پیوند فرایندی گرماگیر است. در فراورده ها باید پیوندهای اشتراکی تشکیل شود و تشکیل پیوند فرایندی گرماده است. مجموع آنتالپی پیوندها در مواد فراورده - مجموع آنتالپی پیوندها در مواد واکنش دهنده = واکنش ΔH

۲- با استفاده از جدول میانگین آنتالپی پیوندها، ΔH هر یک از واکنش های ترموشیمیایی زیر را حساب نموده و با ΔH داده شده مقایسه کنید.



در ترکیبهای پیچیده تر بین آنتالپی تجربی و محاسبه شده از طریق آنتالپی پیوند اختلاف بیشتری وجود دارد. اما در ترکیبهای ساده اختلاف کمتری مشاهده میشود

پیوند بازندگی



گروههای عاملی مختلفی که در ترکیبات آلی وجود دارند، بررسی میشوند، این گروهها شامل هیدروکربنها (آلکانها، آلکنها، آلکینها)، هالوآلکانها، الکلها، اترها، تیولها، آمینها و سایر گروههای عاملی هستند. گروههای عاملی مسئول خواص شیمیایی و واکنشهای یک ترکیب آلی هستند

گروه عاملی، آرایش منظمی از اتم هاست که به مولکول آلی خواص فیزیکی و شیمیایی منحصر به فردی میبخشد

خواص ادویه ها (بو، مزه، رنگ خوشایند و مصرف دارویی) به علت وجود ترکیبهای آلی در ساختار آنها است

ادویهها نقش جالبی در تمدن و تاریخ ملتها دارند به طوری که بو و مزه لذت بخش غذاهای بومی در هر جای جهان، اغلب به دلیل افزودن ادویههای ویژه ای به آنها است. این مواد افزون بر رنگ، بو و مزه خوشایندی که به غذا می دهند، مصرف دارویی نیز دارند آن چنان که امروزه این مواد برای جلوگیری از گرسنگی، افزایش سوخت و ساز، جلوگیری از التهاب، پیشگیری از سرطان و گاهی بهبود یا رفع آن به کار می روند.

یافته های تجربی نشان می دهند که چنین خواصی در ادویهها به طور عمده وابسته به ترکیبهای آلی موجود در آنها است؛ ترکیبهایی که در ساختار خود افزون بر اتمهای هیدروژن و کربن، اتمهای اکسیژن، گاهی نیتروژن و گوگرد نیز دارند. شواهد تجربی نشان می دهد که تفاوت در خواص ادویهها به دلیل تفاوت در ساختار این مواد آلی است. بررسی مواد آلی موجود در آنها نشان می دهد که وجود آرایش ویژه ای از اتمها به نام **گروه عاملی**^۱ نقش تعیین کننده ای در خواص آنها دارد. در هر یک از این گروهها شیوه اتصال اتمها به یکدیگر یا پیوند میان آنها اهمیت ویژه ای دارد. برای نمونه آرایش اتمهای کربن و اکسیژن با پیوند دوگانه ($C=O$) نشانه وجود یک گروه عاملی به نام **کربونیل**^۲ است، گروهی که به آلدهیدها و کتونها خواص

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

هالوآلکانها: ترکیباتی که در آنها یک یا چند اتم هالوژن (مانند کلر، برم) به یک اتم کربن متصل است

الکلها: ترکیباتی که در آنها یک گروه به یک اتم (OH) هیدروکسیل کربن متصل است

گروههای عاملی مهم در شیمی یازدهم

هیدروکربنها

(C-C) آلکانها: ترکیباتی با پیوندهای یگانه کربن-کربن

(C=C) آلکنها: ترکیباتی با پیوند دوگانه کربن-کربن

(C≡C) آلکینها: ترکیباتی با پیوند سهگانه کربن-کربن

۱- Functional Group

۲- Carbonyl

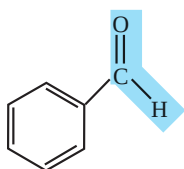
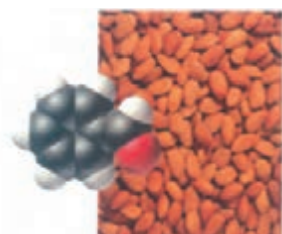
گروههای عاملی دارای اکسیژن

استرها، $(R-COOH)$ کربوکسیلیک اسیدها، $(R-CO-R')$ کتونها، $(R-CHO)$ آلدهیدها، $(R-O-R')$ اترها، $(R-OH)$ این گروهها شامل الکلها هستند $(R-COO-R')$

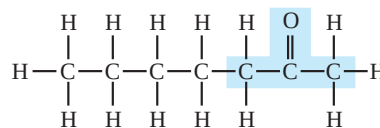
گروههای عاملی دارای نیتروژن

از این دسته اند $(R-CONH_2)$ و آمیدها $(R-NH_2, R-NHR', R_2NR')$ آمینها

ویژه ای می بخشد (شکل ۶).



(ب) بنزالدهید



(الف) ۲-هپتانون



میخک

اهمیت گراولهای عاملی

گروههای عاملی نقش مهمی در تعیین

خواص فیزیکی و شیمیایی ترکیبات آلی

دارند. هر گروه عاملی، ویژگیهای منحصر

به فردی به مولکول میدهد و بر

واکنشپذیری آن تأثیر میگذارد. شناخت

گروههای عاملی برای درک شیمی آلی و

پیشبینی رفتار ترکیبات مختلف ضروری

است

اما در ساختار برخی ادویهها گروههای عاملی دیگری نیز وجود دارد. گروههایی که در آنها

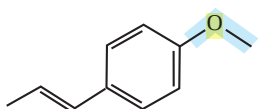
اتم اکسیژن به یک یا دو اتم کربن با پیوند یگانه متصل است. این گروههای عاملی به ترتیب

هیدروکسیل^۱ $(-O-H)$ و گروه اتری $(-O-)$ نام دارند. برای نمونه طعم و بوی گشنیز و

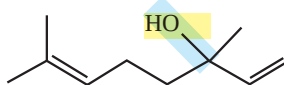
رازپانه به طور عمده وابسته به وجود این گروههای عاملی است (شکل ۷).



رازپانه



(ب)



(الف)



گشنیز

انواع گروههای عاملی

شکل ۷- نمونه ای از ترکیبهای آلی موجود در (الف) گشنیز و (ب) رازپانه

، (Cl) کلر، (F) هالوژنها: فلونور

، (I) ید، (Br) برم

$(C=O)$: گروه عاملی کربونیل

(OH) : گروه عاملی هیدروکسیل

$(COOH)$: گروه عاملی کربوکسیل

$(R-O-R')$: گروه عاملی اتر

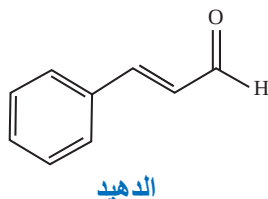
(NH_2) : گروه عاملی آمین

خود را بیازمایید

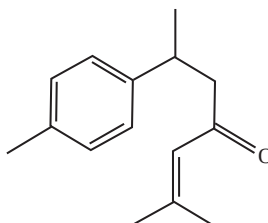
۱- هر ساختار زیر یک ترکیب آلی موجود در آن ادویه را نشان می دهد. گروههای عاملی موجود در هر مولکول را مشخص کنید و نام آنها را بنویسید.



دارچین



الدهید



کربونیل کتونی



زردچوبه

۱- Hydroxyl

شیمی‌دانها به موادی که فرمول مولکولی یکسان، اما فرمول ساختاری (نحوه اتصال اتمها) آنها متفاوت است ایزومر (همپار) میگویند. خواص هر ماده به ساختار آن بستگی دارد بنابراین ایزومرها که از نظر ساختار مولکولی تفاوت دارند، دارای خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوتی هستند.

ایزومرها از نظر محتوای انرژی نیز با یکدیگر تفاوت دارند

- شیمی‌دان‌ها به موادی که فرمول مولکولی یکسان اما ساختار متفاوتی دارند، ایزومر (همپار) می‌گویند.



- هنگام کباب کردن گوشت و خوردن آن نقش و اهمیت ترموشیمی را احساس می‌کنید.

آیا می‌دانید

واکنش سوختن پروتئین‌ها در آزمایشگاه با واکنش اکسایش آنها در بدن متفاوت است، زیرا پروتئین‌ها مواد آلی نیتروژن دارند که از سوختن کامل آنها افزون بر H_2O ، CO_2 و انرژی، گاز N_2 نیز تولید می‌شود. در حالی که از اکسایش آنها در بدن، نیتروژن به طور عمد به شکل اوره درمی‌آید.

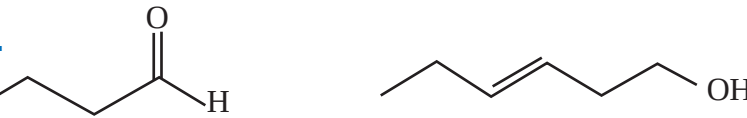
- با اینکه همه واکنش‌های سوختن گرماده است؛ اما ارزش سوختی در منابع معتبر علمی بدون علامت منفی گزارش شده است.

آیا می‌دانید

هر کیلوگرم از بدن به طور میانگین به 100 کیلوژول انرژی در شبانه‌روز نیاز دارد تا وظایف خود را در پایین‌ترین سطح انجام دهد. این در حالی است که آهنگ مصرف انرژی در یک فرد 70 کیلوگرمی هنگام فعالیت سبکی مانند باغبانی یا پیاده‌روی حدود 800 کیلوژول و هنگام دیدن حدود 2000 کیلوژول در هر ساعت است.

آنتالپی سوختن یک کمیت ترمودینامیکی درجه سانتیگراد و 1 اتمسفر را نشان می‌دهد. این کمیت در تأمین انرژی از طریق سوختن مواد مختلف، به ویژه در احتراق، نقش کلیدی دارد. به عبارت دیگر، آنتالپی سوختن نشان می‌دهد که چه مقدار گرما در اثر سوختن کامل یک ماده آزاد میشود که میتواند برای تولید انرژی مکانیکی گرمایی یا الکتریکی مورد استفاده قرار گیرد

الف) فرمول مولکولی است پس $C_6H_{12}O$ هر دو شمار و نوع اتمهای سازنده در دو ترکیب یکسان میباشد. ب) خیر، زیرا فرمول ساختاری و گروه عاملی متفاوتی دارند. پ) خیر، زیرا نحوه اتصال اتمها یکسان نیست. در واقع ساختار متفاوت و رفتار متفاوت دارند



الف) شمار و نوع اتم‌های سازنده آنها را با یکدیگر مقایسه کنید.

ب) آیا خواص فیزیکی و شیمیایی آنها یکسان است؟ چرا؟

پ) آیا محتوای انرژی آنها را یکسان پیش‌بینی می‌کنید؟ توضیح دهید.

ممکن است آلدئیدها، کتونها، الکلها و اترها دو به دو ایزومر یکدیگر باشند، به عنوان مثال یک آلدئید میتواند با یک الکل نیز ایزومر باشد

آنتالپی سوختن، تکیه‌گاهی برای تأمین انرژی

کباب کردن انواع گوشت، نمونه‌ای کاربردی و خوشایند از ترموشیمی به ویژه آنتالپی سوختن در زندگی است. انرژی لازم برای پختن گوشت در این فرایند از سوختن زغال یا گاز شهری فراهم می‌شود و از سوی دیگر خوردن کباب، مواد و انرژی لازم برای انجام فعالیت‌های بدن را تأمین می‌کند.

این دیدگاه شیمیایی در تهیه غذا کمک می‌کند تا افزون بر درک و تعیین آنتالپی واکنش سوختن مواد، به ارزش غذایی انواع خوراکی‌ها نیز توجه شود.

بدن ما از غذا، مواد گوناگونی دریافت می‌کند. این مواد شامل کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها، پروتئین‌ها، آب، ویتامین‌ها و مواد معدنی بوده که سه ماده نخست، افزون بر تأمین مواد اولیه برای سوخت‌وساز یاخته‌ها، منابعی برای تأمین انرژی آنها نیز هستند. در این میان تنها کربوهیدرات‌ها

هستند که در بدن به گلوکز شکسته شده و گلوکز حاصل از آنها در خون حل می‌شود. خون این ماده را به یاخته‌ها می‌رساند (گلوکز، قندخون است) و این ماده هنگام اکسایش در یاخته‌ها، انرژی تولید می‌کند؛ این روند به آسانی انرژی مورد نیاز یاخته‌ها را تأمین می‌کند. اما پرسش

این است که چرا بدن ما، چربی را بیشتر ذخیره می‌کند؟

پژوهش‌ها نشان می‌دهد که چربی ارزش سوختی بیشتری از کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها

نیز دارد. به دیگر سخن، انرژی حاصل از اکسایش یک گرم چربی بیشتر از دو ماده غذایی دیگر است (جدول ۴).

جدول ۴- ارزش سوختی سه ماده غذایی

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

با این الگو می‌توان مقدار انرژی‌ای که با مصرف مقدار معینی از هر غذا به بدن می‌رسد را

است که میزان انرژی آزاد شده هنگام سوختن یک مول از یک ماده در شرایط استاندارد (معمولاً 25°C درجه سانتیگراد و 1 اتمسفر) را نشان می‌دهد. این کمیت در تأمین انرژی از طریق سوختن مواد مختلف، به ویژه در احتراق، نقش کلیدی دارد. به عبارت دیگر، آنتالپی سوختن نشان می‌دهد که چه مقدار گرما در اثر سوختن کامل یک ماده آزاد میشود که میتواند برای تولید انرژی مکانیکی گرمایی یا الکتریکی مورد استفاده قرار گیرد

به مقدار گرمای آزاد شده یا جذب شده در اثر سوختن یک مول از یک ماده در شرایط استاندارد آنتالپی سوختن گفته میشود. این کمیت معمولاً به است (kcal/mol) یا کیلوکالری بر مول (kJ/mol) صورت منفی بیان میشود (به این معنی که واکنش گرماده است) و واحد آن کیلوژول بر مول است.

جدول ۵- ارزش سوختی برخی خوراکی ها که محتوی کربوهیدرات، چربی و پروتئین هستند.

خوراکی	ارزش سوختی (kJ g ⁻¹)
نان	۱۱/۵
پنیر	۲۰/۰
تخم مرغ	۶/۰
شکلات	۱۸/۰
شیر	۳/۰
بادام زمینی	۲۳

حساب کرد. برای این کار می توان از جدول هایی همانند جدول ۵ که در منابع علمی معتبر موجود است، استفاده کرد. باید توجه داشت که میزان انرژی مورد نیاز بدن هر فرد به وزن، سن و میزان فعالیت های روزانه او بستگی دارد. هر مقدار اضافی از مواد و انرژی دریافتی از مواد غذایی به طور عمده به شکل چربی در بدن ذخیره شده و باعث چاقی می شود.

آشکار است که تهیه هر غذای گرمی به انرژی نیاز دارد، انرژی ای که به طور عمده از واکنش سوختن سوخت های فسیلی تأمین می شود. یکی از این سوخت ها متان است که بخش عمده گاز شهری را تشکیل می دهد. این ماده در حضور اکسیژن کافی به طور کامل می سوزد و افزودن $\text{CO}_2(\text{g})$ و $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ مقدار زیادی انرژی تولید می کند. این ویژگی در واکنش های سوختن باعث شده که سوخت های فسیلی تکیه گاهی برای تأمین انرژی در صنعت، کشاورزی و زندگی روزانه باشند.

شیمی دان ها بر اساس این واکنش ها، آنتالپی سوختن یک ماده را هم ارز با آنتالپی واکنشی می دانند که در آن یک مول ماده در اکسیژن کافی به طور کامل می سوزد. جدول ۶، آنتالپی سوختن برخی ترکیب های آلی را در 25°C نشان می دهد.

جدول ۶- 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	$\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$	-۱۹۳۸
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l})$	-۱۴۱۰	$\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$	-۷۲۶
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{g})$	-۲۰۵۸	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l})$	-۱۳۶۸

• یکی از فرآورده های سوختن کامل مواد آلی در دمای اتاق، H_2O است و حالت مایع دارد.

آیا می دانید

برای اندازه گیری دقیق گرمای سوختن یک ماده می توان از گرماسنج بمبی استفاده کرد.

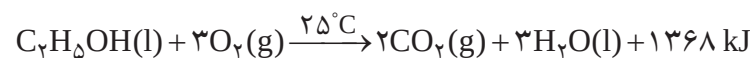
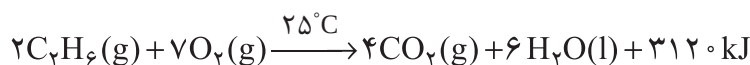


۷۳

خود را بیازمایید

۱- با توجه به جدول ۶ آنتالپی سوختن پروپان (C_3H_8) و ۱- بوتن (C_4H_8) را پیش بینی کرده سپس با مراجعه به منابع علمی معتبر درستی پیش بینی خود را بررسی کنید.

۲- با توجه به معادله واکنش سوختن کامل اتان و اتانول به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید.



الف) ارزش سوختی هریک را محاسبه و با یکدیگر مقایسه کنید.

ارزش سوختی به میزان انرژی آزاد شده هنگام سوختن کامل یک واحد جرمی یا حجمی از یک ماده سوختنی گفته میشود. این مقدار معمولاً بر حسب کیلوژول بر کیلوگرم یا کیلوژول بر لیتر بیان میشود. به عبارت دیگر، ارزش سوختی نشان میدهد که یک سوخت چقدر میتواند انرژی تولید کند و به عنوان یک معیار برای مقایسه کارایی سوخت های مختلف استفاده میشود.

چون به دلیل داشتن اکسیژن در ساختار خود، کمتری به ازای یک گرم ماده سوختنی تولید میکند، همچنین برای سوختن آن اکسیژن کمتری مصرف میشود

ب) جرم CO₂ حاصل از سوختن یک گرم از هریک را محاسبه و با یکدیگر مقایسه کنید.
پ) توضیح دهید چرا اتانول سوخت سبز^۱ به شمار می‌رود؟

● سوخت‌های سبز در ساختار خود افزون بر هیدروژن و کربن، اکسیژن نیز دارند و از پسماندهای گیاهانی مانند سبوسا، نیشکر و دیگر دانه‌های روغنی استخراج می‌شوند.

در میان تارنماها

با مراجعه به منابع علمی معتبر گزارشی از مواد انرژی‌زا یا نیروزا در ورزش‌های قهرمانی و آثار زیان‌بار آنها بر بدن تهیه و در کلاس ارائه کنید.

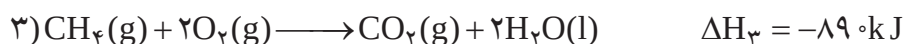
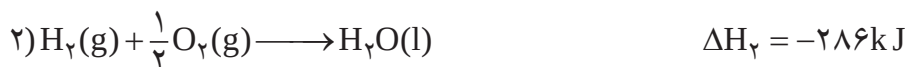
جمع‌پذیری گرمای واکنش‌ها، قانون هس^۲

آنتالپی بسیاری از واکنش‌های شیمیایی را نمی‌توان به روش تجربی (شکل ۸) اندازه‌گیری کرد، زیرا برخی از آنها مرحله‌ای از یک واکنش پیچیده هستند و برخی دیگر به آسانی انجام نمی‌شوند. آشکار است که تأمین شرایط بهینه برای انجام آنها بسیار دشوار است. شیمی‌دان‌ها برای تعیین ΔH چنین واکنش‌هایی از روش‌های دقیق دیگری همانند قانون هس بهره می‌برند.

می‌دانید که متان، ساده‌ترین هیدروکربن و نخستین عضو خانواده آلکان‌ها است و بخش عمده گاز طبیعی را تشکیل می‌دهد. این گاز از تجزیه گیاهان به وسیله باکتری‌های بی‌هوازی نیز در زیر آب تولید می‌شود. (شکل ۹) شاید تصور کنید که گاز متان را می‌توان مطابق معادله زیر از واکنش میان گرافیت و گاز هیدروژن در آزمایشگاه تهیه کرد:



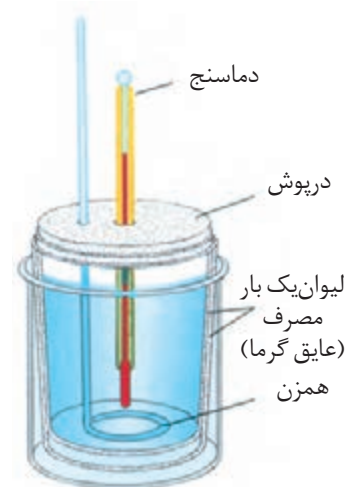
آزمایش‌ها و یافته‌های تجربی نشان می‌دهند که تأمین شرایط بهینه برای انجام این واکنش بسیار دشوار و پرهزینه است، به همین دلیل برای تعیین ΔH این واکنش می‌توان از واکنش‌های دیگری بهره برد که ΔH آنها پیش از این تعیین شده است. این واکنش‌های ترموشیمیایی می‌توانند واکنش سوختن یک مول گرافیت، یک مول گاز هیدروژن و یک مول گاز متان باشند که معادله هریک از آنها در $25^\circ C$ به صورت زیر است:



۱- Green Fuel

۲- Hess's Law

۳- Thermochemical Reaction



شکل ۸- ساختار گرماسنج لیوانی.

دستگاهی که به کمک آن می‌توان گرمای واکنش را در فشار ثابت به روش تجربی تعیین کرد. این گرماسنج برای تعیین ΔH فرایندهای انحلال و واکنش‌هایی که در حالت محلول انجام می‌شوند، مناسب است.

● اگر واکنش شیمیایی با ΔH وابسته به آن بیان شود، به آن واکنش گرما(ترموشیمیایی)^۳ می‌گویند.

قانون هس در شیمی برای محاسبه آنتالپی (تغییرات گرما) واکنش‌های شیمیایی که به صورت مستقیم قابل اندازه‌گیری نیستند، استفاده میشود. این قانون بیان میکند که آنتالپی یک واکنش، صرف نظر از اینکه واکنش در یک مرحله یا چند مرحله انجام شود، یکسان است. به عبارت دیگر، آنتالپی یک واکنش برابر با مجموع آنتالپی واکنش‌های مرحله‌ای است که واکنش کلی از جمع آنها به دست می‌آید

مراحل محاسبه با قانون هس: شناسایی واکنش کلی.

ابتدا باید واکنش شیمیایی که آنتالپی آن مورد نظر است را شناسایی کنید. این واکنش، واکنش اصلی است که میخواهید آنتالپی آن را محاسبه کنید.

یافتن واکنش های مرحله ای .

باید واکنش هایی را پیدا کنید که مجموع آنها به واکنش کلی منجر شود. این واکنشها میتوانند در منابع مختلفی مانند کتابهای درسی، مقالات علمی یا پایگاههای داده شیمی یافت شوند ۳ موازنه واکنش ها

هر یک از واکنشهای مرحله ای باید به طور جداگانه موازنه شوند. این به این معنی است که تعداد اتمهای هر عنصر در دو طرف واکنش باید برابر باشد با کمی دقت درمی یابید که به آسانی نمی توان از جمع سه واکنش ترموشیمیایی صفحه قبل به

واکنش موردنظر رسید. در این شرایط باید از قواعد رایج در ترموشیمی بهره برد.

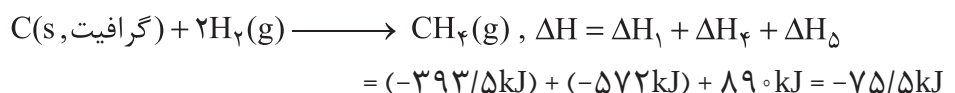
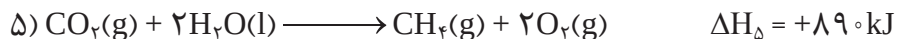
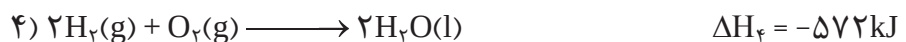
در واکنش موردنظر، نخستین واکنش دهنده گرافیت با ضریب استوکیومتری برابر با ۱ است که در معادله نخست نیز با همان ویژگی ها دیده می شود. دومین واکنش دهنده، گاز هیدروژن با ضریب استوکیومتری برابر با ۲ است که در معادله دوم نیز واکنش دهنده اما با ضریب استوکیومتری برابر با ۱ است؛ از این رو، باید این معادله ترموشیمیایی در ۲ ضرب شود.



سومین ماده در واکنش موردنظر، $CH_4(g)$ بوده که تنها فراورده با ضریب استوکیومتری برابر با ۱ است، ماده ای که در سومین معادله، واکنش دهنده با همان ضریب استوکیومتری است. وارونه کردن این معادله هدف ما را تأمین می کند.



اینک از جمع معادله های ۱، ۴ و ۵ می توان به معادله ترموشیمیایی مورد نظر رسید. این روند نشان می دهد که ΔH آن برابر با جمع جبری ΔH_1 ، ΔH_f و ΔH_d خواهد بود.



نخستین بار هنری هس دریافت که گرمای یک واکنش معین به راهی که برای انجام آن درپیش گرفته می شود، وابسته نیست. به دیگر سخن با استفاده از ΔH دو یا چند واکنش دیگر می توان ΔH یک واکنش معین را به دست آورد، به شرطی که شرایط انجام همه واکنش ها یکسان باشد. امروزه از این نتیجه با نام قانون هس یاد می شود، قانونی که به جمع پذیری گرمای واکنش ها معروف است. بیان علمی قانون هس براساس مفهوم ΔH ، به صورت زیر است:

«اگر معادله واکنشی را بتوان از جمع معادله دو یا چند واکنش دیگر به دست آورد،

ΔH آن نیز از جمع جبری ΔH همان واکنش ها به دست می آید».

اهمیت قانون هس

محاسبه آنتالپی واکنش هایی که به طور مستقیم قابل اندازه گیری نیستند، با استفاده از این قانون امکان پذیر است

قانون هس در پیش بینی آنتالپی واکنش های پیچیده و چندمرحله ای کاربرد دارد

این قانون به درک بهتر مفاهیم ترمودینامیکی و محاسبه سایر پارامترهای ترمودینامیکی مانند انرژی آزاد گیبس و آنتروپی کمک می کند



شکل ۹- سوختن متان در سطح مرداب. گاز متان نخستین بار از سطح مرداب ها جمع آوری شده، از این روزه گاز مرداب معروف است.

آیا می دانید

یکی از منابع باور نکردنی اما به اثبات رسیده تولید گاز متان، موریانه ها هستند. هنگامی که این حشره چوب را می خورد، سلولز آن پس از گوارش به برخی مواد از جمله متان تبدیل می شود. این حشره سالانه بیش از ۱۷۰ میلیون تن متان تولید می کند.

تنظیم ضرایب استوکیومتری .

اگر واکنش های مرحله ای به شکلی

نیستند که با جمع آنها واکنش کلی به

دست آید، باید ضرایب استوکیومتری آنها

را تغییر دهید

محاسبه آنتالپی واکنش های مرحله ای

با استفاده از جدول های آنتالپی استاندارد

یا اطلاعات موجود، آنتالپی هر یک از

واکنش های مرحله ای را محاسبه کنید

جمع جبری آنتالپی ها

اگر جهت یک واکنش مرحله ای را تغییر

داده اید، علامت آنتالپی آن را معکوس

کنید. سپس آنتالپی تمام واکنش های

مرحله ای را با هم جمع کنید. حاصل

جمع، آنتالپی واکنش کلی خواهد بود

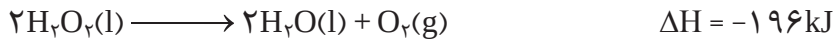
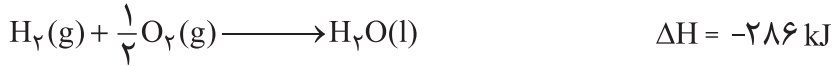
در واکنش $\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2(\text{l})$ نخستین واکنش دهنده گاز هیدروژن واکنش دهنده با ضریب استوکیومتری برابر ۱، پس واکنش اول را بدون تغییری مینویسید

دومین واکنش دهنده گاز اکسیژن است که در هر دو واکنش گاز اکسیژن وجود دارد، بنابراین با این ماده کاری نداشته و در پایان با جمع کردن واکنشها در واکنش با مجهول وارد میشود

۸ آب می دانید **خود را بیازمایید** تنه را وروده هیدروژن پراکسید مایع با ضریب استوکیومتری برابر با ۱، پس واکنش دوم را وارونه و ضرایب را از ضرب میکنید. واکنش نیز قرینه و در ضرب میشود $\frac{1}{2}$ محلول رقیق آب اکسیژنه یک محلول صدغفونی کننده است که خاصیت رنگبری و لکهبری نیز دارد.



۱- هیدروژن پراکسید (H_2O_2) ماده ای است که با نام تجاری آب اکسیژنه به فروش می رسد. الف) با استفاده از واکنش های زیر، آنتالپی واکنش $\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2(\text{l})$ را حساب کنید.

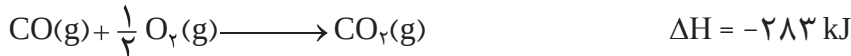


ب) توضیح دهید چرا تهیه این ماده از واکنش مستقیم گاز هیدروژن با اکسیژن ممکن نیست؟ (ب) زیرا با توجه به ΔH واکنشهای تولید آب و هیدروژن پراکسید از گازهای هیدروژن و اکسیژن آب پایدارتر از هیدروژن پراکسید بوده و ماده پایدارتر تمایل بیشتری به تشکیل دارد

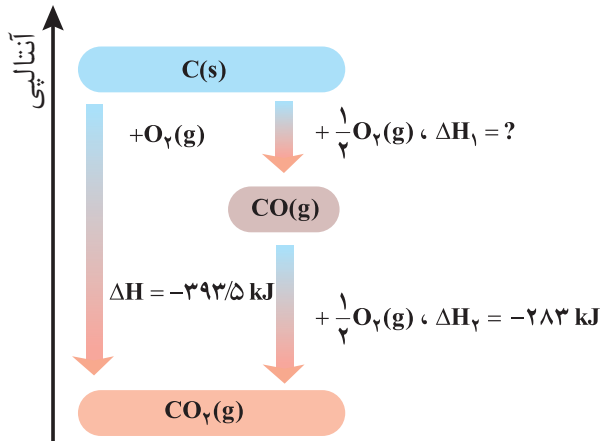
۲- در شیمی ۱ آموختید که گازهای آلاینده مانند NO و CO از آگروز خودروها به هوا کره وارد می شوند. شیمی دان های هوا کره انجام واکنش زیر را برای تبدیل این آلاینده ها به گازهایی پایدارتر و با آلاینده گی کمتر، طراحی کرده اند.



آنتالپی واکنش بالا را با استفاده از واکنش های ترموشیمیایی زیر حساب کنید.



۳- واکنش سوختن کامل گرافیت را می توان مجموعه ای از دو واکنش پی در پی مطابق نمودار زیر دانست.



الف) چون در این فرایند از طریق یک واکنش معین نمیتوان تنها تولید کرد و همواره همراه آن مواد دیگری CO نیز تولید میشوند. از طرفی با توجه به نمودار، گاز کربن دی اکسید انرژی کمتری از گاز کربن مونوکسید دارد و پایدارتر از میباشد و در واکنش ماده پایدارتر تولید میشود

الف) شواهد نشان می دهد که ΔH واکنش تولید $\text{CO}(\text{g})$ را نمی توان به روش تجربی تعیین کرد. درباره علت آن گفت و گو کنید.

ب) ΔH واکنش تولید $\text{CO}(\text{g})$ را از گرافیت و گاز اکسیژن حساب کنید.

ب) با توجه به نمودار: $\Delta H_1 = -110/5 \text{ kJ} \Rightarrow \Delta H_1 + (-283) = \Delta H \Rightarrow \Delta H = -393/5$

CO_2
از
 CO
پایدارتر است

الف) آمونیاک، زیرا با توجه به نمودار آمونیاک انرژی کمتری از هیدرازین دارد و پایداری آن بیشتر است

ب) در واکنش $N_2(g) + 2H_2(g) \rightarrow N_2H_4(g)$:

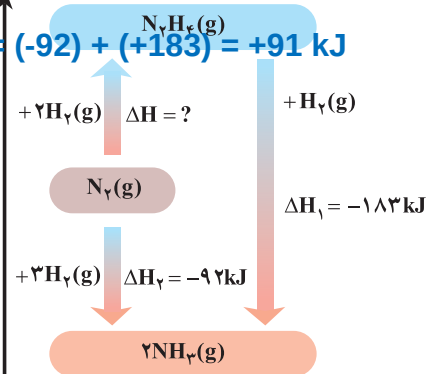
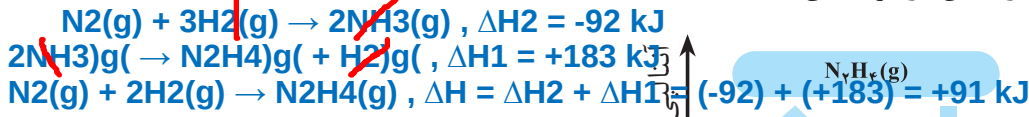
واکنشدهنده با ضریب استوکیومتری برابر با 1، پس واکنش شماره 2 مینویسد $N_2(g)$

ماده مشترک در دو واکنش 1 و 2 پس با آن کاری نداشته در پایان وارد واکنش میشود $H_2(g)$

فرآورده با ضریب استوکیومتری برابر با 1، پس واکنش 1 را وارونه و آن قرینه میشود $N_2H_4(g)$

4- شواهد تجربی نشان می دهند که تهیه آمونیاک به روش هابر از گازهای نیتروژن و

هیدروژن مطابق نمودار زیر یک واکنش دو مرحله ای است.



گروههای عاملی حاوی اکسیژن:

هیدروکسیل (متصل به کربن اشباع) -OH: الکلها: دارای گروه عاملی

(اکسیژن بین دو کربن) -O-: اترها: دارای گروه عاملی

الف) در شرایط یکسان، هیدرازین پایدارتر است یا آمونیاک؟ چرا! (کربنیل متصل به هیدروژن) -CHO: آلدهیدها: دارای گروه عاملی

(کربونیل بین دو کربن) -CO-: کتونها: دارای گروه عاملی

(کربوکسیل) -COOH: کربوکسیلیک اسیدها: دارای گروه عاملی

با یک گروه H استرها: مشتقات کربوکسیلیک اسیدها با جایگزینی

ب) آنتالپی واکنش تولید هیدرازین را حساب کنید.

تا اینجا با تغییر محتوای انرژی مواد شرکت کننده از جمله سوخت ها و مواد غذایی در واکنش ها

آشنا شدید. اما از دیگر ویژگی های مهم یک واکنش، آهنگ انجام آن است؛ کمیتی که در تهیه

و نگهداری مواد غذایی سالم نقش کلیدی و تعیین کننده دارد.

گروههای عاملی حاوی نیتروژن:

-NR2، -NHR، یا -NH2: آمینها: دارای گروه عاملی

-CONR2، یا -CONHR، -CONH2: آمیدها: دارای گروه عاملی

غذای سالم

همه خوراکی ها و غذاها تاریخ مصرف دارند. آیا تاکنون اندیشیده اید که تاریخ مصرف مواد چه

معنایی دارد؟ تاریخ مصرف مواد غذایی نشان می دهد که چه مدتی سالم می ماند و قابل مصرف

است. انسان همواره در طول تاریخ در جست و جوی روش هایی بوده که بتواند ماده غذایی را برای

مدت های طولانی تری سالم نگه دارد و ذخیره کند. شکل ۱ برخی روش های نگهداری آنها را

نشان می دهد.



پ) نمک سود کردن



ب) تهیه ترشی



الف) خشک کردن میوه ها

شکل ۱- برخی روش های افزایش زمان ماندگاری مواد غذایی

تهیه کننده دبیرشیمی سمیه زارع

آیا می دانید

بیماری غذازاد از سه منبع فیزیکی، شیمیایی و زیست‌شناختی موجود در ماده غذایی ناشی می‌شود. ماده غذایی ممکن است شامل سنگ‌ریزه و برخی ناخالصی‌ها باشد. وجود مواد شیمیایی مانند آفت‌کش‌ها، حشره‌کش‌ها و سموم می‌تواند بیماری‌های گوناگونی را ایجاد کند. همچنین وجود جانداران ذره‌بینی می‌تواند سبب فساد ماده غذایی شده و منجر به ایجاد بیماری شود. غذای سالم، غذایی است که از نگاه فیزیکی، شیمیایی و زیست‌شناختی برای بدن ضرر ندارد.

(الف)



(ب)



(پ)



• برای نگهداری سالم برخی خوراکی‌ها، آنها را با خالی کردن هوای درون ظرف بسته‌بندی می‌کنند (چرا؟).

تجربه نشان می‌دهد که محیط سرد، خشک و تاریک برای نگهداری انواع مواد غذایی مناسب‌تر از محیط گرم، روشن و مرطوب است. نگهداری اغلب مواد غذایی در سردخانه‌ها تأییدی بر این تجربه است. در واقع عوامل محیطی مانند رطوبت، اکسیژن، نور و دما در چگونگی و زمان نگهداری غذا مؤثرند. در محیط مرطوب، میکروب‌ها شروع به رشد و تکثیر نموده تا جایی که ماده غذایی کپک زده و سرانجام فاسد می‌شود. اما در محیط خشک امکان رشد این جانداران ذره‌بینی وجود ندارد، از این رو می‌توان خشکبار را آسان‌تر و به مدت طولانی‌تری در این محیط نگهداری کرد. نیاکان ما نیز بر همین اساس بسیاری از میوه‌ها را در فصل برداشت خشک می‌کردند تا آنها را برای مصرف در فصل‌های دیگر ذخیره کنند.

در شیمی دهم آموختید که اکسیژن گازی واکنش‌پذیر است و تمایل زیادی برای انجام واکنش با دیگر مواد دارد. براساس این ویژگی، مواد غذایی در هوای آزاد و در معرض اکسیژن، سریع‌تر فاسد می‌شوند. وجود پوست و پوشش میوه‌ها و خشکبار یک عامل طبیعی برای افزایش زمان ماندگاری است زیرا مانع از ورود اکسیژن و جانداران ذره‌بینی به درون آنها می‌شود. این ویژگی نشان می‌دهد که حذف اکسیژن از محیط نگهداری مواد غذایی و خوراکی‌ها سبب افزایش زمان ماندگاری و بهبود کیفیت آنها خواهد شد. آیا می‌دانید برای حذف اکسیژن از این محیط‌ها چه باید کرد؟

خود را بیازمایید

هر یک از موارد زیر نقش چه عاملی را در سرعت واکنش نشان می‌دهد؛ توضیح دهید.

(الف) برای نگهداری طولانی مدت فراورده‌های گوشتی و پروتئینی، آنها را به حالت منجمد با کاهش دما، سرعت واکنشهایی که سبب فساد مواد غذایی می‌شود کم شده، در ذخیره می‌کنند. نتیجه مدت ماندگاری افزایش می‌یابد

(ب) روغن‌های مایع که در ظرف مات و کدر بسته‌بندی شده‌اند، زمان ماندگاری بیشتری نور و امواج الکترومغناطیس دارای انرژی بوده و اثر مخرب بر ساختار مولکولهای روغن دارند. دارند اما ظروف جداره کدر مانع رسیدن این امواج به روغن میشوند لذا ماندگاری بیشتری خواهند داشت

(پ) قاووت گردی مغزی و تهیه شده از مغز آفتاب‌گردان، پسته و ... است. این سوغات

کرمان زودتر از مغز این خوراکی‌ها فاسد می‌شود.

چون به حالت پودر، سطح تماس مواد غذایی با هوا بیشتر شده و سرعت انجام واکنشهایی که سبب فساد آن میشود نیز بیشتر است در نتیجه ماندگاری قاووت از مغز آن کمتر است

پیشرفت علوم تجربی سبب شده تا برای افزایش زمان ماندگاری مواد غذایی و بهبود کیفیت

آنها از روش‌های گوناگونی مانند تهیه کنسرو، بسته‌بندی نوین، افزودن نگهدارنده‌ها و ...

استفاده شود. در این راستا یخچال‌های صنعتی، سردخانه‌ها و ... تکمیل‌کننده این فرایند

هستند. اکنون باید به این پرسش پاسخ داد که نقش دانش شیمی در نگهداری مواد غذایی

آیا می دانید

اگر گندم در محیطی سرد و خشک نگهداری شود تا ۲۵ سال کیفیت خود را حفظ می کند و سالم می ماند؛ درحالی که در محیط گرم و خشک تا ۵ سال سالم می ماند!

امروزه گندم در مقیاس صنعتی در مکان هایی تاریک، خنک و خشک به نام سیلو نگهداری می شود. روشی که حضرت یوسف علیه السلام از آن بهره برده بود.

چیست؟ چرا افزایش دما سبب کاهش زمان ماندگاری اغلب مواد غذایی می شود؟ اکسیژن چه رفتاری با مواد غذایی دارد؟ چرا مواد غذایی را باید در محلی تاریک و دور از تابش مستقیم نور خورشید نگه داشت؟ پاسخ به این پرسش ها را می توان در رفتار مواد با یکدیگر و اثر عوامل گوناگون روی رفتار آنها جست و جو کرد. در واقع سینتیک شیمیایی به عنوان شاخه ای از علم شیمی افزون بر بررسی آهنگ تغییر شیمیایی در واکنش ها، عوامل مؤثر بر این آهنگ را نیز بررسی می کند. با آشنایی و درک چنین مفاهیمی می توان روش های گوناگون نگهداری سالم مواد غذایی را یافت و آنها را گسترش داد.

آهنگ واکنش

تهیه و تولید سریع تر یا کندتر یک فراورده صنعتی، دارویی یا غذایی بر کیفیت و زمان ماندگاری آن نقش تعیین کننده ای دارد. **آهنگ واکنش**^۱ معیاری برای زمان ماندگاری مواد است، کمیتی که نشان می دهد هر تغییر شیمیایی در چه گستره ای از زمان رخ می دهد. هرچه گستره زمان انجام آنها کوچک تر باشد، آهنگ انجام تندتر است و واکنش سریع تر انجام می شود (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- مقایسه آهنگ چند فرایند طبیعی

این شکل فرایندهایی را نشان می دهد که تفاوت آهنگ انجام آنها آشکار بوده و مقایسه آنها به صورت کیفی آسان است. شیمی دان ها آهنگ واکنش را در گستره معینی از زمان با نام **سرعت واکنش** بیان می کنند. توجه کنید که گستره زمان انجام واکنش ها از چند صدم ثانیه تا چند سده را در بر می گیرد (شکل ۱۲).

این شکل فرایندهایی را نشان می دهد که تفاوت آهنگ انجام آنها آشکار بوده و مقایسه آنها به صورت کیفی آسان است. شیمی دان ها آهنگ واکنش را در گستره معینی از زمان با نام **سرعت واکنش** بیان می کنند. توجه کنید که گستره زمان انجام واکنش ها از چند صدم ثانیه تا چند سده را در بر می گیرد (شکل ۱۲).

مثال: فلزهای قلیایی سدیم و پتاسیم با آب به سرعت واکنش می دهند، اما سرعت واکنش آنها با هم متفاوت است

سطح تماس: هرچه سطح تماس میان واکنش دهنده ها بیشتر باشد، سرعت واکنش بیشتر است

مثال: قاووت، از مغز خوراکیها سریعتر فاسد میشود

مثال: هرچه مساحت جانبی یک تکه زغال بیشتر باشد، سرعت واکنش سوختن آن بیشتر است

غلظت: هرچه غلظت واکنش دهنده گاز و محلول بیشتر باشد، سرعت واکنش نیز بیشتر میشود

مثال: بیماران دارای مشکلات تنفسی، در شرایط اضطراری، نیاز به تنفس از کپسول اکسیژن دارند

کاتالیزگر: سرعت واکنشهای شیمیایی، با وجود کاتالیزگر افزایش مییابد

مثال: برخی افراد با مصرف کلم و حبوبات، دچار نفخ میشوند، زیرا فاقد آنزیمی هستند که آنها را کامل و سریع هضم کند

مثال: واکنش سوختن قند آغشته به خاک باغچه، سریعتر انجام میشود

آیا می دانید

در انفجار مواد شیمیایی، انبساط بسیار سریع گازهای آزاد شده، شوک موجی بسیار قوی با فشار بیش از $700,000$ اتمسفر در سرتاسر محیط پیرامون منتشر کرده که با سرعتی بیش از 9000 ms^{-1} باعث تخریب فیزیکی بناها می شود.



الف) انفجار^۱، واکنش شیمیایی بسیار سریعی است که در آن از مقدار کمی ماده منفجر شونده به حالت جامد یا مایع، حجم زیادی از گازهای داغ تولید می شود.



ب) افزودن محلول سدیم کلرید به محلول نقره نیترات باعث تشکیل سریع رسوب سفیدرنگ نقره کلرید می شود.



ت) بسیاری از کتاب های قدیمی در گذر زمان زرد و پوسیده می شود. این پدیده نشان می دهد که واکنش تجزیه سلولز کاغذ بسیار کند رخ می دهد.



پ) اشیای آهنی در هوای مرطوب به کندی زنگ می زنند. زنگار تولید شده در این واکنش ترد و شکننده است و فرو می ریزد.

شکل ۱۲- انجام برخی واکنش های شیمیایی با سرعت های گوناگون

بررسی ها نشان می دهد که زمان انجام واکنش ها به عوامل گوناگونی وابسته است. به گونه ای که برای کاهش یا افزایش سرعت انجام واکنش ها می توان عواملی مانند دما، غلظت، نوع مواد واکنش دهنده، کاتالیزگر و سطح تماس واکنش دهنده ها را تغییر داد.

کاوش کنید

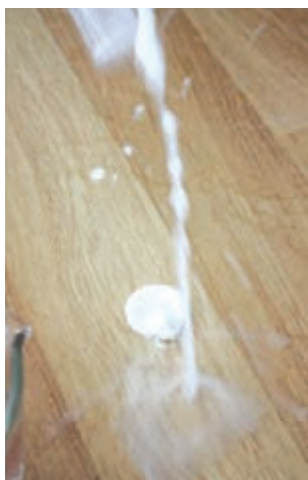
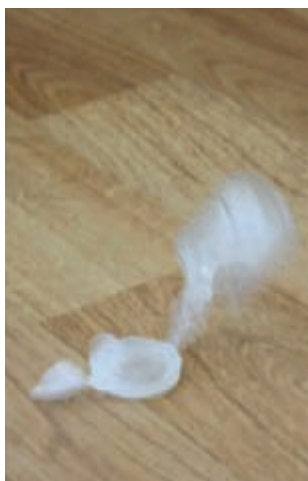
درباره «عوامل مؤثر بر سرعت واکنش» کاوش کنید.

مواد و ابزار لازم: عینک ایمنی، قرص جوشان، آب، قوطی فیلم عکاسی، استوانه مدرج، هاون چینی، دماسنج و زمان سنج.
نکات ایمنی: به دلیل پرتاب شدن قوطی فیلم عکاسی، آزمایش را در فاصله مناسبی از خود و هم کلاسی ها انجام دهید.



آزمایش ۱

الف) درون قوطی فیلم عکاسی ۵mL آب با دمای $^{\circ}\text{C}$ بریزید.



ب) به آن $\frac{1}{4}$ قرص جوشان بیفزایید و بلافاصله درپوش آن را محکم ببندید سپس آن را وارونه روی زمین قرار دهید.

پ) زمان لازم برای پرتاب شدن قوطی را با استفاده از زمان سنج اندازه گیری و در جدول داده شده یادداشت کنید.

ت) همین آزمایش را با $\frac{1}{4}$ قرص جوشان تکرار و زمان را یادداشت کنید. از مشاهددهای خود چه نتیجه ای می گیرید؟

آزمایش ۲

الف) این بار درون قوطی فیلم عکاسی ۵mL آب با دمای 25°C بریزید.

ب) به آن $\frac{1}{4}$ قرص جوشان بیفزایید و بلافاصله درپوش آن را محکم ببندید سپس آن را وارونه روی زمین قرار دهید.

پ) زمان پرتاب شدن قوطی را اندازه گیری و در جدول یادداشت کنید.

ت) این آزمایش را در دمای 10°C تکرار و نتیجه را در جدول بنویسید.

از مشاهددهای خود چه نتیجه ای می گیرید؟

آزمایش	مقدار قرص جوشان	شکل قرص جوشان	دمای آب	زمان پرتاب شدن قوطی (ثانیه)
۱- الف				
۱- ب				
۲- الف				
۲- ب				
۳				

آیا می دانید

در اغلب قرص های جوشان افزون بر ویتامین ث، جوش شیرین، سیتریک اسید، تارتاریک اسید و... وجود دارد.

آزمایش ۳



الف) نیمی از قرص را به خوبی در هاون چینی بسایید.
 ب) آن را به درون قوطی فیلم عکاسی محتوی ۵mL آب با دمای °C بیفزایید و بلافاصله درپوش آن را محکم ببندید سپس آن را وارونه روی زمین قرار دهید.
 پ) زمان پرتاب شدن قوطی را اندازه گیری و در جدول صفحه قبل یادداشت کنید.
 از مشاهده های خود چه نتیجه ای می گیرید؟
 یافته های خود را از این آزمایش ها جمع بندی کنید و در چند سطر بنویسید.

• زمان حل شدن قرص سوء هاضمه در مقدار یکسانی از آب با دماهای متفاوت، می تواند تأثیر دما بر سرعت واکنش را نشان بدهد. جدول زیر زمان حل شدن یک عدد از این قرص را در سه دمای متفاوت نشان می دهد.

زمان پایان یافتن خروج گاز (s)	دمای آب (°C)
۷۸	۱۳
۴۲	۲۴
۲۲	۴۱

نتیجه کاوش کنید

انجام آزمایش های بالا نشان داد که با افزایش دما، افزایش مقدار واکنش دهنده ها و افزایش سطح تماس می توان سرعت انجام واکنش ها را افزایش داد. همچنین از پیش می دانید که واکنش سوختن قند آغشته به خاک باغچه سریع تر است زیرا در خاک باغچه کاتالیزگر مناسب برای این واکنش وجود دارد. البته باید توجه داشت که مواد واکنش دهنده گوناگون با سرعت های متفاوتی در واکنش شرکت می کنند (در فصل اول با واکنش پذیری متفاوت فلزها آشنا شدید).

خود را بیازمایید

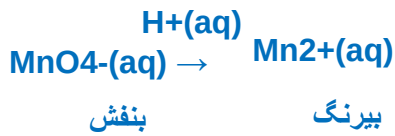
در هر یک از موارد زیر با توجه به شکل، علت اختلاف در سرعت واکنش را توضیح دهید.
 الف) فلزهای قلیایی سدیم و پتاسیم در شرایط یکسان با آب سرد به شدت واکنش می دهند، اما سرعت واکنش ها متفاوت است.



ماهیت واکنش دهنده ها متفاوت بوده و واکنش پذیری متفاوتی نیز دارند.
 واکنش پذیری پتاسیم از سدیم بیشتر است بنابراین شدت واکنش آن در نتیجه سرعت واکنش آن با آب نیز بیشتر است.

ب) شعله آتش، گرد آهن موجود در کپسول چینی را داغ و سرخ می کند؛ در حالی که پاشیدن و پخش کردن گرد آهن بر روی شعله، سبب سوختن آن می شود.

سطح تماس گرد آهن با شعله و اکسیژن هنگامی که به روی شعله پاشیده میشود بیشتر از زمانی است که در کپسول قرار دارد. افزایش سطح تماس موجب افزایش سرعت واکنش میشود



(پ) محلول بنفش رنگ پتاسیم پرمنگنات با یک اسید آلی در دمای اتاق به کندی واکنش می دهد، اما با گرم شدن، محلول به سرعت بی رنگ می شود. **با افزایش دما سرعت واکنش بیشتر میشود**



● بیماران که مشکلات تنفسی دارند در شرایط اضطراری نیاز به تنفس از کپسول اکسیژن دارند.



(ت) الیاف آهن داغ و سرخ شده در هوا نمی سوزد، در حالی که همان مقدار الیاف آهن داغ و سرخ شده در یک ارلن پر از اکسیژن می سوزد. **غلظت اکسیژن در ارلن بیشتر از هوا است. با افزایش غلظت واکنشدهندها سرعت واکنش نیز بیشتر خواهد شد**



● برخی افراد با مصرف کلم و حبوبات دچار نفخ می شوند زیرا فاقد آنزیمی هستند که آنها را کامل و سریع هضم کند.

(ث) محلول هیدروژن پراکسید در دمای اتاق به کندی تجزیه شده و گاز اکسیژن تولید می کند، در حالی که افزودن دو قطره از محلول پتاسیم یدید، سرعت واکنش را به طور چشمگیری افزایش می دهد.



پتاسیم یدید نقش کاتالیزگر داشته سبب افزایش سرعت واکنش خواهد شد. با افزایش سرعت تجزیه هیدروژن پراکسید سرعت تولید گاز اکسیژن نیز بیشتر میشود

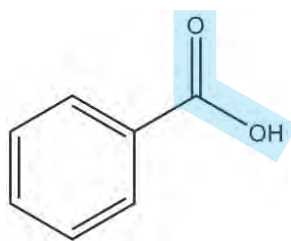


نگهدارنده ها
نگهدارنده ها سرعت واکنشهای شیمیایی را که منجر به فساد مواد غذایی میشوند، کاهش میدهند.
یکی از نگهدارنده های مهم، بنزواتیک اسید است که در تمشک و توت فرنگی وجود دارد

فرمول مولکولی بنزواتیک اسید
 C_6H_5COOH

پیوند با صنعت

با آغاز قرن بیستم، گرایش مردم به شهرنشینی به ویژه در کشورهای صنعتی، باعث پدید آمدن شهرهای بزرگ تر شد. شهرهایی که در آنها تهیه و تولید غذا به روش سنتی، دیگر پاسخگوی نیازها نبود. در چنین شرایطی ذخیره سازی و صادرات غذا به عنوان صنعتی نو خودنمایی کرد. صنعتی که با بهره گیری از فناوری های گوناگون از جمله بسته بندی، کنسروسازی، انجماد و... به سرعت در سرتاسر جهان گسترش یافت. اما هنوز شرکت های صنایع غذایی با چالش هایی در نگهداری و ماندگاری غذا روبه رو هستند. افزون بر این فناوری ها، استفاده از مواد شیمیایی با ویژگی های خاص به عنوان افزودنی ها سبب افزایش زمان ماندگاری و کیفیت مواد غذایی شد. افزودنی ها، مواد شیمیایی مانند نگهدارنده، رنگ دهنده، طعم دهنده و... هستند که به صورت هدفمند به مواد خوراکی یا غذاها افزوده می شوند. برای نمونه نگهدارنده ها، سرعت واکنش های شیمیایی که منجر به فساد ماده غذایی می شود را کاهش می دهند. یکی از این مواد، بنزواتیک اسید است که در تمشک و توت فرنگی وجود دارد (شکل ۱۳).



شکل ۱۳- بنزواتیک اسید، یک کربوکسیلیک اسید آروماتیک است.

این ترکیب آلی عضوی از خانواده کربوکسیلیک اسیدهاست. خانواده ای که در ساختار هر عضو آن یک یا چند گروه عاملی کربوکسیل ($-COOH$) وجود دارد. آشناترین عضو آن، اتانویک (استیک) اسید با فرمول CH_3COOH است.

پیوند با ریاضی

یک تکه زغال چوب به شکل مکعب با طول ضلع ۲ cm در نظر بگیرید. حجم این تکه زغال برابر با 8 cm^3 ، در حالی که مساحت کل آن برابر با 24 cm^2 است (چرا؟).

۱- کدام کمیت (حجم یا مساحت کل)، سطح تماس این تکه زغال را با شعله هنگام سوختن نشان می دهد؟ توضیح دهید.

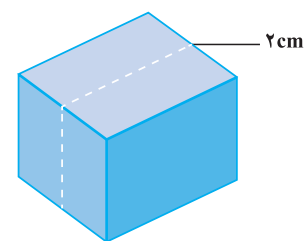
$COOH$

کربوکسیلیک اسیدها در ساختار هر عضو این خانواده، یک یا چند گروه کربوکسیل یا وجود دارد. فرم ساختاری کربوکسیلیک اسیدها به صورت روبه رو است. ساختار کربوکسیلیک اسیدها میتواند هیدروژن یا یک گروه هیدروکربنی به صورت خطی، حلقوی، سیرشده یا سیرنشده باشد.

آشناترین عضو آنها، اتانویک اسید با فرمول مولکولی CH_3COOH ، ساده ترین و اولین عضو این خانواده، متانویک اسید است $HCOOH$

آیا می دانید

در صنایع غذایی برای مواد افزودنی از نمادی به نام عدد E استفاده می شود. عددی که نوع ماده افزودنی را نشان می دهد. برای نمونه بنزواتیک اسید با $E210$ و نمک سدیم آن با $E212$ مشخص می شود.



اندازه‌گیری کرد (شکل ۱۴).



(الف)

(ب)

(پ)

شکل ۱۴ - واکنش محلول سفیدکننده با ۰/۵ مول نوعی رنگ غذا

در این واکنش با گذشت زمان به تدریج از شدت رنگ محلول کاسته شده تا اینکه در پایان واکنش، محلول تا مرز بی‌رنگ شدن پیش رفته است. این ویژگی بیانگر آن است که مقدار رنگ غذا کاهش می‌یابد و مقدار آن تقریباً به صفر می‌رسد.

خود را بیازمایید

۱- بر اساس شکل ۱۴، آهنگ مصرف رنگ غذا را برحسب مول بر دقیقه (mol min^{-1}) حساب کنید.

۲- دانش‌آموزی درون یک محلول محتوی ۰/۳ مول مس (II) سولفات، تیغه‌ای از جنس روی قرار داده است. شکل زیر پیشرفت واکنش Zn(s) با $\text{CuSO}_4\text{(aq)}$ را در این آزمایش نشان می‌دهد، با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید.



الف) واکنش پذیری روی بیشتر از مس است، زیرا فلز روی توانسته جایگزین فلز مس در ترکیب شود الف) واکنش پذیری فلز روی را با مس مقایسه کنید.

ب) با گذشت زمان مقدار $\text{Cu}^{2+}\text{(aq)}$ و Cu(s) چه تغییری می‌کند؟ چرا؟

پ) اگر شمار مول‌های مصرف شده از هر واکنش‌دهنده در واحد زمان بیانگر سرعت مصرف آن باشد، سرعت مصرف $\text{Cu}^{2+}\text{(aq)}$ را برحسب mol min^{-1} حساب کنید.

- سرعت مصرف با تولید یک ماده شرکت کننده در واکنش در گستره زمانی قابل اندازه‌گیری را سرعت متوسط آن ماده می‌گویند و آن را با $\bar{R}$ نمایش می‌دهند. از این رو، $\bar{R}(A)$ سرعت متوسط تولید یا مصرف ماده A را نشان می‌دهد.

Cu+2
مقدار کاهش مییابد چون رنگ محلول که حاوی است **Cu+2** کم رنگتر میشود و مقدار **Cu** افزایش مییابد چون مقدار رسوب مس قرمز رنگ روی تیغه افزایش پیدا میکند

نمودارهای مول - زمان و غلظت - زمان در واکنش

شیب نمودار مول - زمان در هر بازه زمانی، سرعت متوسط واکنش در آن بازه را مشخص میکند با گذشت زمان از مقدار واکنش دهنده ها کاسته و بر مقدار فراورده ها افزوده میشود، به همین دلیل نمودار پیشرفت برای واکنش دهنده ها نزولی و برای فراورده ها صعودی است

تجربه نشان می دهد که سرعت متوسط مصرف یا تولید مواد شرکت کننده را می توان

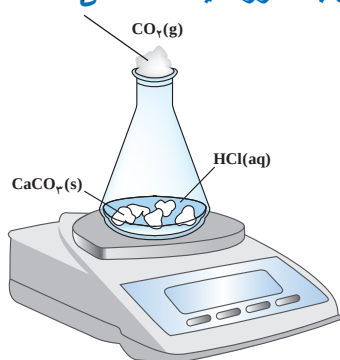
اندازه گیری کمیت هایی مانند جرم، فشار و... تعیین کرد.

شیب نمودار مول یا غلظت - زمان همانند چه برای واکنش دهنده ها و چه برای فراورده ها با گذشت زمان کاهش مییابد پس از پایان واکنش غلظت همه مواد شرکت کننده در واکنش به مقدار ثابتی رسیده و شیب نمودار برابر صفر میشود (نمودار افقی میشود)

تغییر مول یا تغییر غلظت واکنش دهنده ها و فراورده ها، متناسب با ضرایب استوکیومتری است به طوری که هرچه ضریب استوکیومتری بزرگتر باشد، تغییر مول، تغییر غلظت، شیب نمودار و سرعت بیشتر است

۱- واکنش کلسیم کربنات را با محلول هیدروکلریک اسید در دما و فشار اتاق مطابق شکل خالص به صورت یک خط افقی بنویسید

روبه رو در نظر بگیرید.



جدول زیر، جرم مخلوط واکنش را برحسب زمان برای این آزمایش نشان می دهد. با توجه

به داده های جدول، به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید:

$$65.98 - 65.32 = 0.66$$

زمان (ثانیه)	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰
جرم مخلوط واکنش (گرم)	۶۵/۹۸	۶۵/۳۲	۶۴/۸۸	۶۴/۶۶	۶۴/۵۵	۶۴/۵۰	۶۴/۵۰
جرم کربن دی اکسید (گرم)	۰	۰/۶۶	۱/۱۰	۱/۳۲	۱/۴۳	۱/۴۸	۱/۴۸

الف) با گذشت زمان گاز CO2 تولید شده از ظرف خارج میشود

الف) چرا با گذشت زمان از جرم مخلوط واکنش کاسته می شود؟

ب) جدول را کامل کنید.

پ) زیاد میشود. زیرا با گذشت زمان فراورده تولید و مقدار آن افزایش مییابد

پ) با گذشت زمان جرم گاز آزاد شده چه تغییری می کند؟ چرا؟

ت) در چه زمانی واکنش به پایان می رسد؟ چرا؟

ت) ثانیه ۵۰ زیرا از آن به بعد مقدار مواد تغییری نمیکند

۲- جدول صفحه بعد را کامل کنید. (۴۴g = ۱ mol CO2)

تهیه کننده دبیرشیمی سمیه زارع

● اگر شمار مول‌های یک ماده را با

n نمایش دهیم، $\Delta n = n_2 - n_1$ تغییر

تعداد مول‌های آن ماده را نشان

می‌دهد. $\Delta n > 0$ ، افزایش شمار

مول‌های فراورده و $\Delta n < 0$ ، کاهش

شمار مول‌های واکنش‌دهنده را در

واکنش نشان می‌دهد.

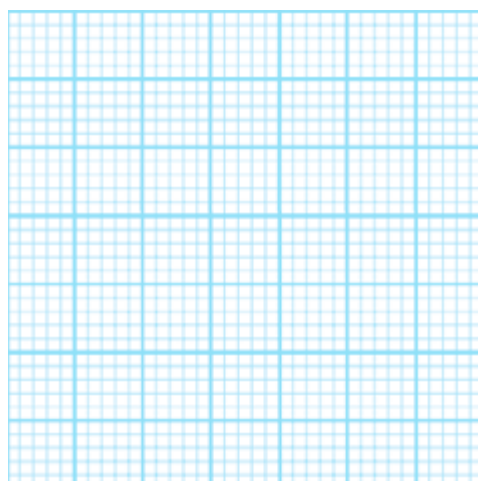
آیا می‌دانید

R حرف اول واژه Rate به معنای

نرخ، آهنگ یا سرعت است.

$\bar{R}(\text{CO}_2) = \frac{\Delta n(\text{CO}_2)}{\Delta t}$, (mols ⁻¹)	$\Delta n(\text{CO}_2)$, (mol)	$n(\text{CO}_2)$, (mol)	زمان (s)
$1/50 \times 10^{-3}$	$1/50 \times 10^{-2}$	$1/50 \times 10^{-2}$	0
$1/50 \times 10^{-3}$	$1/50 \times 10^{-2}$	$2/50 \times 10^{-2}$	10
$5/00 \times 10^{-4}$	$5/00 \times 10^{-3}$	$3/50 \times 10^{-2}$	20
$2/50 \times 10^{-4}$	$2/50 \times 10^{-3}$	$3/25 \times 10^{-2}$	30
$1/10 \times 10^{-4}$	$1/10 \times 10^{-3}$	$3/36 \times 10^{-2}$	40
			50

۳- نمودار مول - زمان را برای گاز CO_2 بر روی کاغذ میلی‌متری زیر رسم کنید.



$$t = 10, ? \text{ mol CO}_2 = \frac{0/66 \text{ g CO}_2 \times 1 \text{ mol CO}_2}{44 \text{ g CO}_2}$$

$$= 1/50 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$t = 20, ? \text{ mol CO}_2 = \frac{1/10 \text{ g CO}_2 \times 1 \text{ mol CO}_2}{44 \text{ g CO}_2}$$

$$= 2/50 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$t = 30, ? \text{ mol CO}_2 = \frac{1/32 \text{ g CO}_2 \times 1 \text{ mol CO}_2}{44 \text{ g CO}_2}$$

$$= 3/00 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$t = 40, ? \text{ mol CO}_2 = \frac{1/43 \text{ g CO}_2 \times 1 \text{ mol CO}_2}{44 \text{ g CO}_2}$$

$$= 3/25 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$t = 50, ? \text{ mol CO}_2 = \frac{1/48 \text{ g CO}_2 \times 1 \text{ mol CO}_2}{44 \text{ g CO}_2}$$

$$= 3/36 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

۴- سرعت متوسط تولید CO_2 با گذشت زمان چه تغییری می‌کند؟ چرا؟

۵- آزمایش نشان می‌دهد که نمودار مول - زمان برای هر سه فراورده در واکنش

کلسیم کربنات با محلول هیدروکلریک اسید از هر لحاظ یکسان است. چرا؟

کاهش می‌یابد. زیرا تغییرات غلظت CO_2 کم می‌شود. چون ضرایب واکنش هر سه فراورده یکسان است یعنی میزان سرعت متوسط تولید هر سه برابر است

سرعت متوسط و شیب نمودار مول - زمان

با چگونگی محاسبه سرعت متوسط تولید فراورده در یک واکنش شیمیایی آشنا شدید.

نمودار ۸، نمودار مول - زمان را برای کلسیم کلرید تولید شده در واکنش کلسیم کربنات با

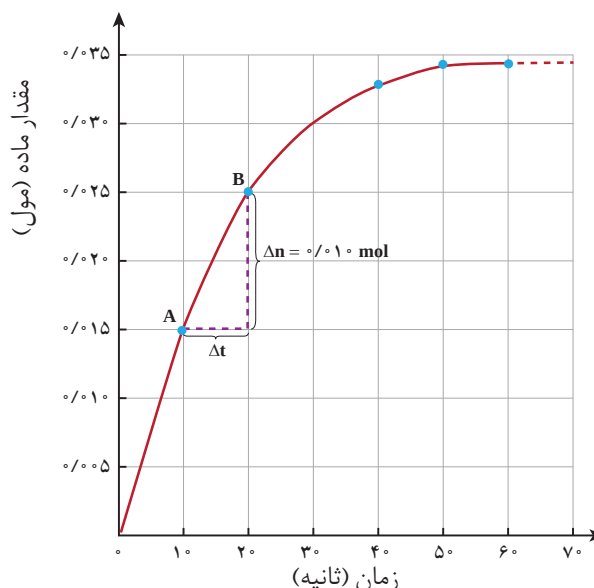
محلول هیدروکلریک اسید نشان می‌دهد.

شیمی‌دان‌ها برای درک آسان پیشرفت واکنش در واحد زمان، از مفهوم کاربردی سرعت واکنش استفاده می‌کنند

حاصل تقسیم سرعت تولید یا مصرف یک ماده شرکت‌کننده در واکنش بر ضریب استوکیومتری آن، سرعت واکنش را نشان می‌دهد

در واکنش فرضی $aA + bB \rightarrow cC + dD$ سرعت واکنش از این رابطه زیر محاسبه می‌شود

سرعت واکنش



نمودار ۸- نمودار مول - زمان برای فراورده

در نمودار ۸، نقطه A نشان می‌دهد که در زمان $t_1 = 10\text{ s}$ ، مول‌های کلسیم کلرید برابر با $n_1 = 0.15\text{ mol}$ و نقطه B نشان می‌دهد که در زمان $t_2 = 20\text{ s}$ ، مول‌های این ماده برابر با $n_2 = 0.25\text{ mol}$ است. از این‌رو:

$$\Delta n(\text{CaCl}_2) = n_2 - n_1 = 0.25\text{ mol} - 0.15\text{ mol} = 0.10\text{ mol}$$

این مقدار، تغییر مول‌های کلسیم کلرید را در گستره زمانی ۱۰ تا ۲۰ ثانیه نشان می‌دهد. نسبت $\frac{\Delta n}{\Delta t}$ ، شیب خط AB در نمودار مول-زمان است. این نسبت علامت مثبت دارد و سرعت متوسط تولید کلسیم کلرید را در بازه زمانی ۱۰ تا ۲۰ ثانیه مشخص می‌کند.

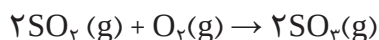
نمودار ۸ همچنین نشان می‌دهد هر چه واکنش به پایان آن نزدیک‌تر می‌شود، شیب نمودار مول - زمان کندتر شده تا اینکه از ثانیه ۵۰ به بعد برابر با صفر می‌شود. از این‌رو، می‌توان نتیجه گرفت این واکنش با گذشت ۵۰ ثانیه به پایان رسیده است و پس از آن دیگر فراورده‌ای تولید نمی‌شود.

خود را بیازمایید

۱- در واکنش $\text{CaCO}_3(\text{s})$ با $\text{HCl}(\text{aq})$ ، چه رابطه‌ای بین سرعت متوسط مصرف این دو ماده وجود دارد؟ این رابطه را بنویسید.

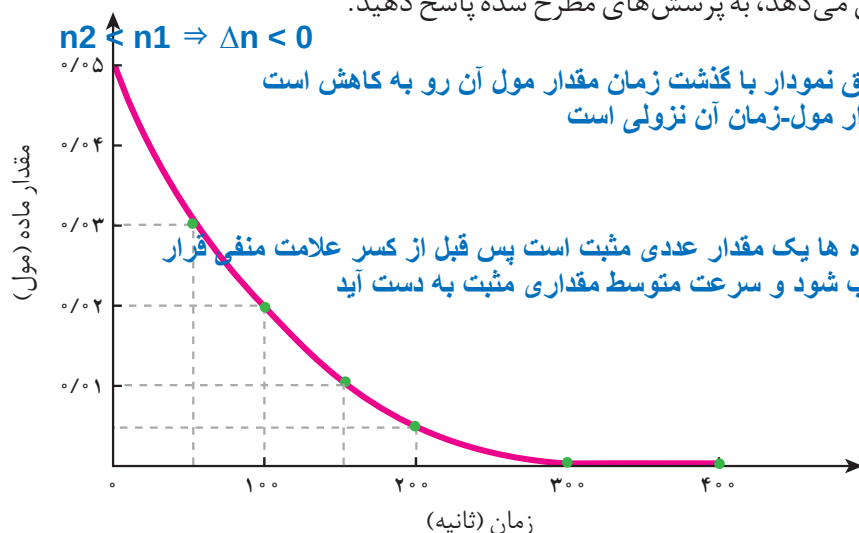


۲- یکی از آلاینده‌های هوا که باعث تولید باران اسیدی می‌شود، گاز گوگرد تری اکسید است که مطابق واکنش زیر تولید می‌شود:



اگر در شرایط معین $\bar{R}(\text{O}_2) = 0.01 \text{ mol s}^{-1}$ باشد، $\bar{R}(\text{SO}_2)$ و $\bar{R}(\text{SO}_3)$ را بر حسب mol min^{-1} حساب کنید.

۳- با توجه به نمودار زیر که تغییر مول‌های نوعی رنگ غذا در واکنش با یک محلول سفید کننده را نشان می‌دهد، به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.



الف) مول‌های واکنش دهنده (رنگ غذا) با گذشت زمان چه تغییری می‌کند؟ چرا؟
 ب) شیب نمودار مول - زمان چه علامتی دارد؟ چرا؟
 پ) توضیح دهید چرا علامت منفی در رابطه زیر نوشته می‌شود.

$$\bar{R}(\text{واکنش دهنده}) = - \frac{\Delta n(\text{واکنش دهنده})}{\Delta t}$$

ت) سرعت متوسط مصرف رنگ غذا را بر حسب مول بر دقیقه حساب کنید.

بازدارنده ها
 سبزیجات و میوه ها، نقش بازدارندگی مؤثری در برابر سرطانها و پیری زودرس دارند.
 میوه‌ها و سبزیجات، محتوی ترکیبهای آلی سیرنشدهای به نام ریز مغذی ها هستند. برخی ریز مغذی ها، به عنوان بازدارنده، از انجام واکنش های نامطلوب و ناخواسته که، به دلیل حضور رادیکال ها انجام میشوند جلوگیری می کنند.
 رادیکال، گونه فعال و ناپایداری است که در ساختار خود الکترون جفت نشده دارد و محتوی اتم هایی است که از قاعده هشت تایی پیروی نمی کنند.
 اگر رادیکالها به وسیله بازدارندهها جذب نشوند، با انجام واکنش های سریع، به بافتهای بدن آسیب میرسانند.
 مصرف خوراکی های محتوی بازدارنده ها با کاهش مقدار رادیکال ها، از سرعت واکنش های ناخواسته می کاهد

پیوند با زندگی

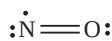
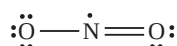
خوراکی‌های طبیعی رنگین، بازدارنده‌هایی مفید و مؤثر

یافته‌ها و شواهد تجربی نشان می‌دهد که برنامه غذایی محتوی سبزیجات و میوه‌های

گوناگون، نقش بازدارندگی مؤثری در برابر سرطان‌ها و پیری زودرس دارند. این یافته‌ها

آیا می دانید

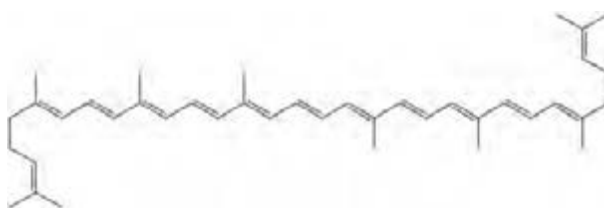
رادیکال‌ها نه تنها در بدن بلکه در محیط زندگی نیز وجود دارند. برای نمونه هوای آلوده دارای رادیکال‌های NO و NO₂ با ساختارهای لوویس زیر است.



دانشمندان و شیمی‌دان‌ها را بر آن داشت تا بررسی کنند چه موادی در سبزیجات و میوه‌ها این مهم را به عهده دارند. نتیجه پژوهش‌های علمی نشان داد که این خوراکی‌ها محتوی ترکیب‌های آلی سیرنشده‌ای به نام ریز مغذی‌ها هستند، ترکیب‌هایی که در حفظ سلامت بافت‌ها و اندام‌ها دخالت دارند، هر چند نقش کامل این مواد هنوز به‌طور دقیق مشخص نشده است اما برخی از آنها به عنوان بازدارنده از انجام واکنش نامطلوب و ناخواسته به دلیل حضور رادیکال‌ها جلوگیری می‌کنند.

رادیکال، گونه فعال و ناپایداری است که در ساختار خود، الکترون جفت نشده دارد، در واقع محتوی اتم‌هایی است که از قاعده هشت‌تایی پیروی نمی‌کنند. بدیهی است که رادیکال‌ها واکنش‌پذیری بالایی دارند.

در بدن ما به دلیل انجام واکنش‌های متنوع و پیچیده، رادیکال‌هایی به وجود می‌آیند که اگر به وسیله باز دارنده‌ها جذب نشوند، می‌توانند با انجام واکنش‌های سریع به بافت‌های بدن آسیب برسانند. با این توصیف مصرف خوراکی‌های محتوی بازدارنده‌ها سبب خواهد شد که رادیکال‌ها به دام بیفتند تا با کاهش مقدار آنها از سرعت واکنش‌های ناخواسته کاسته شود (شکل ۱۵).



شکل ۱۵- هندوانه و گوجه‌فرنگی محتوی لیکوپین بوده که فعالیت رادیکال‌ها را کاهش می‌دهد.

تأثیر کاتالیزگر و مواد بازدارنده بر

منحنی مول - زمان

، کاتالیزگرها بدون اینکه مصرف شوند

سرعت واکنش‌ها را افزایش می‌دهند

استفاده از کاتالیزگر، مقدار نهایی فرآورده‌ها

را تغییر نمی‌دهد، فقط همان مقدار فرآورده در

زمان کمتری تولید می‌شود

مواد بازدارنده، عکس کاتالیزگرها عمل

می‌کنند، یعنی بازدارنده‌ها باعث می‌شوند

همان مقدار

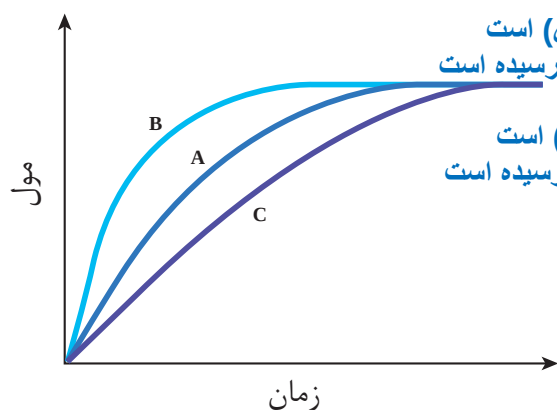
فرآورده در زمان طولانی‌تری به دست آید

در میان تارنما‌ها

با مراجعه به منابع علمی معتبر درباره ساختار و نقش بازدارنده‌هایی مانند فلاونوئید، مانند فلاونوئید، در میوه‌ها و سبزیجات محتوی آنها اطلاعاتی جمع‌آوری و در آنتوسیانین، بتاکاروتن و ... در میوه‌ها و سبزیجات محتوی آنها اطلاعاتی جمع‌آوری و در کلاس ارائه کنید.

خود را بیازمایید

در نمودار داده شده، منحنی A نشان دهنده تغییر مول‌های یکی از مواد فرآورده در واکنش فرضی است. با دلیل مشخص کنید کدام منحنی (B یا C) نشان دهنده افزودن بازدارنده و کدام یک نشان دهنده افزودن کاتالیزگر به سامانه واکنش است؟



- B:** نشاندهنده افزودن کاتالیزگر (افزایش سرعت واکنش) است
 1. منحنی واکنش زودتر به وضعیت مول پایان واکنش رسیده است
 2. شیب منحنی افزایش یافته است
C: نشاندهنده افزودن بازدارنده (کاهش سرعت واکنش) است
 1. منحنی واکنش دیرتر به وضعیت مول پایان واکنش رسیده است
 2. شیب منحنی کاهش یافته است

سرعت واکنش به میزان تغییر غلظت مواد واکنش دهنده یا فرآورده ها در واحد زمان گفته میشود. به عبارت دیگر، سرعت واکنش نشان میدهد که یک واکنش شیمیایی با چه سرعتی در حال انجام است. این سرعت میتواند با کاهش غلظت واکنش دهنده ها یا افزایش غلظت فرآورده ها در طول زمان اندازه گیری شود

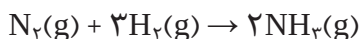
سرعت واکنش

دریافتید که شیب نمودار مول - زمان برای هر یک از شرکت کنندگان در واکنش، متناسب با ضریب استوکیومتری آن است. به طوری که اگر ضریب استوکیومتری شرکت کنندگان یکسان نباشد، سرعت متوسط آنها متفاوت خواهد بود. شیمی دان ها برای درک آسان پیشرفت واکنش در واحد زمان، از یک مفهوم کاربردی به نام سرعت واکنش استفاده می کنند.

سرعت واکنش و پیشرفت واکنش دو مفهوم مختلف در شیمی هستند
 سرعت واکنش : این مفهوم به نرخ تغییر غلظت یا مول مواد شرکت کننده در یک واکنش شیمیایی در زمان مشخص اشاره دارد. سرعت واکنش بیانگر نرخ تبدیل یا تغییر مواد در واحد زمان است. این نرخ ممکن است به شدت متغیر باشد و به عواملی مانند دما، غلظت مواد، حضور کاتالیز، و شرایط واکنش بستگی دارد. پیشرفت واکنش این مفهوم به میزان تبدیل مواد شرکت کننده در یک واکنش تعادلی یا غیر تعادلی اشاره دارد. در واکنشهای تعادلی، پیشرفت واکنش نشاندهنده تعادل بین واکنش مستقیم و معکوس است. اگر سرعت واکنش فاروپی و برگشتی (پسروی) برابر کنید. از حاصل این تقسیم ها چه نتیجه ای می گیرید؟
 باشد، پیشرفت واکنش به یک مقدار ثابت میرسد.

با هم ببیندیشیم

۱- سرعت متوسط تولید گاز آمونیاک در شرایط معینی بر اساس معادله واکنش زیر در گستره زمانی معینی برابر با $4 \times 10^{-2} \text{ mols}^{-1}$ است.



الف) سرعت متوسط مصرف $\text{N}_2(\text{g})$ و $\text{H}_2(\text{g})$ را در این گستره زمانی حساب کنید.

ب) سرعت متوسط تولید یا مصرف هر شرکت کننده را به ضریب استوکیومتری آن تقسیم حاصل این تقسیم ها چه نتیجه ای می گیرید؟

پ) حاصل تقسیم در قسمت ب، سرعت واکنش نام دارد. برای این واکنش با استفاده از

سرعت متوسط تولید یا مصرف مواد شرکت کننده، رابطه سرعت واکنش را بنویسید.

ت) ارتباط معادله شیمیایی موازنه شده واکنش را با رابطه زیر توضیح دهید.

ث) سرعت متوسط کدام ماده با سرعت واکنش برابر است؟ توضیح دهید.

ث2) زیرا ضریب استوکیومتری آن در معادله واکنش برابر یک است

$$R(\text{واکنش}) = + \frac{\Delta n(\text{NH}_3)}{2\Delta t} = - \frac{\Delta n(\text{H}_2)}{3\Delta t} = - \frac{\Delta n(\text{N}_2)}{\Delta t}$$

تغییرات مول مواد شرکت کننده در واکنش بخش بر حاصل ضرب تغییرات زمان انجام واکنش در ضریب استوکیومتری آن ماده برابر با سرعت واکنش میباشد

بنابراین، درست است که سرعت واکنش بیانگر نرخ پیشرفت واکنش در واحد زمان است، اما پیشرفت واکنش به میزان تبدیل مواد در واکنش اشاره دارد و بیشتر به واکنش تعادلی مرتبط است. در واکنشهای تعادلی میتواند اتفاق بیافتد که سرعت واکنشهای مستقیم و برگشتی یکسان باشند اما پیشرفت واکنش به حد معینی محدود باشد که به تعادل دست یافته است، مثل واکنش تولید آمونیاک که به تعادل دست مییابد و پیشرفت واکنش در شرایط تعادل نمیتواند به صورت نامحدود ادامه پیدا کند



• سمنو که از جوانه گندم تهیه می شود
محتوی مواد غذایی گوناگونی از جمله
مالتوز است.

• برای شرکت کننده ها در فاز گاز
و محلول، می توان سرعت متوسط
مصرف یا تولید را افزون بر یکای
مول بر زمان بایکای مول بر لیتر بر
زمان نیز گزارش کرد.

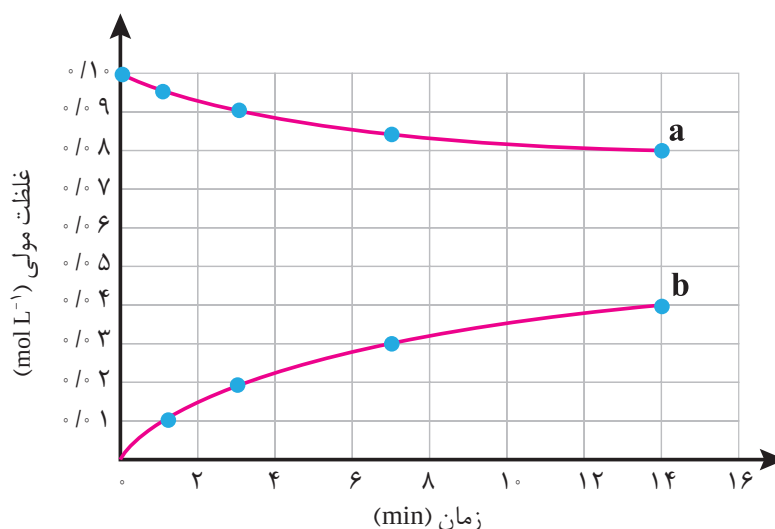
• غلظت مولی یک ماده را با نوشتن
فرمول شیمیایی آن درون یک کروشه
نمایش می دهند.
غلظت مولی $[A] = A$

۲- قند موجود در جوانه گندم (مالتوز) مطابق واکنش زیر به گلوکز تبدیل می شود.



این واکنش در دمای ثابت و شرایط معین بررسی شده و جدول زیر، داده های تجربی آن را نشان می دهد. با توجه به آن و نمودار داده شده، به پرسش های زیر پاسخ دهید.

زمان (دقیقه)	۰	۱	۳	۷	۱۴
غلظت مولی (mol L ⁻¹)					
$[C_6H_{12}O_6]$	۰	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۴
$[C_{12}H_{22}O_{11}]$	۰/۱۰	۰/۰۹۵	۰/۰۹	۰/۰۸۵	۰/۰۸



(الف) در سه دقیقه نخست، (گلوکز) $\bar{R}$ و (مالتوز) $\bar{R}$ را بر حسب $\text{mol L}^{-1} \text{s}^{-1}$ حساب کنید.

(ب) سرعت واکنش را در هفت دقیقه نخست و هفت دقیقه دوم حساب کنید. کدام یک

بیشتر است؟ چرا؟ **(ب) در 7 دقیقه نخست، زیرا غلظت واکنش دهنده ها بیشتر بوده و تغییرات غلظت در واحد زمان بیشتر**

(پ) هر یک از منحنی های a و b مربوط به کدام ماده شرکت کننده است؟ توضیح دهید.

..... (پ) **a**. مالتوز، زیرا با گذشت زمان واکنش دهنده مصرف شده و غلظت آن کم میشود
b گلوکز، زیرا با گذشت زمان فراورده تولید شده و غلظت آن افزایش مییابد

غذا، پسماند و رد پای آن

زندگی ما و ادامه آن بر روی زمین به تأمین نیازهای ضروری مانند هوا، آب، غذا و... وابسته

است. اما میزان نیاز و بهره مندی از این منابع برای همه یکسان نیست. دلیل این تفاوت را باید

آیا می‌دانید

فائو برآورد می‌کند که ۳۰٪ مواد غذایی تولید شده یعنی حدود ۱/۳ میلیارد تن در سال از بین رفته یا به زباله تبدیل می‌شود.

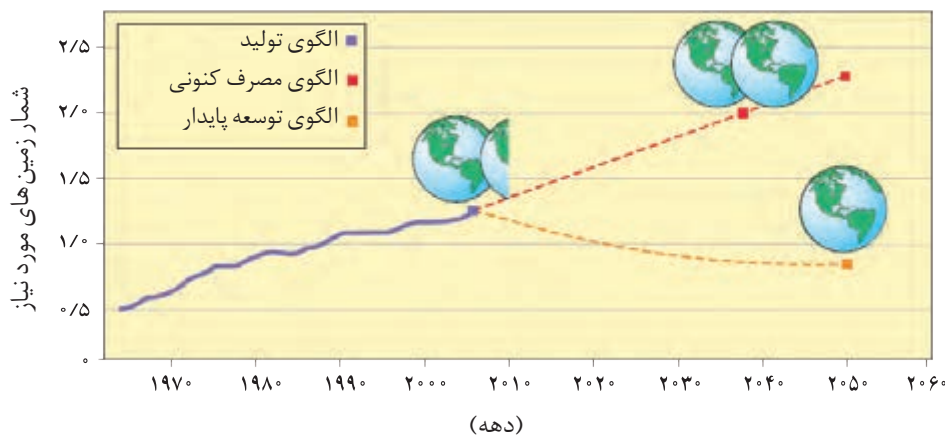
غذا، پسماند و رد پای آن
به دلیل تفاوت در سبک زندگی افراد میزان نیاز و بهره‌مندی از منابع، برای همه یکسان نیست
رد پای غذا
چهره آشکار: سالانه حدود ۳۰٪ غذای تولیدی به مصرف نمی‌رسد و به زباله تبدیل می‌شود و یا از بین می‌رود
چهره پنهان
همه منابعی که در تهیه غذا از آغاز تا سر سفره نقش داشتند CO₂
ولید گازهای گلخانه‌ای به ویژه : سهم CO₂
تولید در رد پای غذا به مراتب بیشتر از سوختن سوختها در خودروها و کارخانه‌ها است
با توجه به افزایش جمعیت کره زمین رد پای غذا روی محیط زیست، سنگینتر می‌شود.
با توجه به الگوی مصرف کنونی مساحت مورد نیاز برای تامین غذای همه افراد در آینده، حدود دو برابر مساحت کره زمین است

در سبک زندگی هر فرد جستجو کرد زیرا هر انسان در طول عمر خود، ردپاهای متفاوتی در محیط زیست برجای می‌گذارد.

در شیمی دهم با رد پای کربن دی‌اکسید و آب آشنا شدید. ردپاهایی که دو چهره آشکار و پنهان دارند. پدیده دو چهره دیگری از این دست، رد پای غذا است. چهره آشکار آن نشان می‌دهد که سالانه حدود ۳۰٪ غذایی که در جهان فراهم می‌شود به مصرف نمی‌رسد و به زباله تبدیل می‌شود و یا از بین می‌رود. این درحالی است که آمارها نشان می‌دهد که به ازای هر هفت نفر در جهان، یک نفر گرسنه است! خبری که هدر رفتن منابع اقتصادی را آشکار می‌سازد. اما چهره پنهان این رد پا شامل همه منابعی است که در تهیه غذا از آغاز تا سر سفره سهم داشته‌اند. مدیریت منابع، نیروی انسانی برای تولید و تأمین مواد اولیه و انرژی، فراوری، ابزار و دستگاه‌های مورد نیاز، بسته‌بندی، حمل و نقل، آب و انرژی مصرفی، زمین‌های بایر و... از جمله این منابع هستند.

چهره پنهان این رد پا، تولید گازهای گلخانه‌ای به ویژه کربن دی‌اکسید است، آن چنان که سهم تولید این گاز در رد پای غذا به مراتب بیش از سوختن سوختها در خودروها، کارخانه‌ها و... است.

از آنجا که جمعیت جهان، رشد اقتصادی، سطح رفاه و... رو به افزایش است، تقاضا برای غذا نیز پیوسته افزایش می‌یابد. تقاضایی که برای تأمین آن، منابع آب، انرژی، مواد اولیه و زمین بیشتری را می‌طلبد. بدیهی است که با این روند رد پای غذا روی محیط زیست سنگین‌تر شده و مساحت کل مورد نیاز برای تأمین اقلام ضروری زندگی بیشتر خواهد شد (نمودار ۹).



نمودار ۹- پیش‌بینی مساحت زمین مورد نیاز برای تأمین غذا

با توجه به الگوی تولید و مصرف غذا انتظار می‌رود مدیران جامعه جهانی با طراحی و انتخاب راه‌حل‌های اجرایی مناسب و هماهنگ، بهره‌وری را در مراحل تولید و تأمین غذا

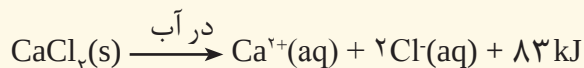
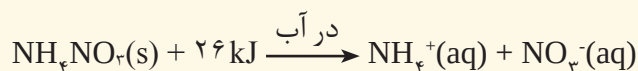
افزایش دهند تا ردپای آن کاهش یابد. آشکار است که اجرای هریک از این برنامه‌ها در گرو همت و تلاش یکایک ساکنان زمین است.

خود را بیازمایید

ستون سمت راست در جدول زیر چهار الگو برای کاهش ردپای غذا را نشان می‌دهد. در گفت‌وگو با یکدیگر مشخص کنید هر بیانی از اصل شیمی سبز در ستون سمت چپ با کدام الگو همخوانی بیشتری دارد.

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

۱- اغلب ورزشکاران برای درمان آسیب‌دیدگی‌های خود از بسته‌هایی استفاده می‌کنند که به سرعت گرما را انتقال می‌دهند. اساس کار این بسته‌ها، انحلال برخی ترکیب‌های یونی در آب است. با توجه به معادله‌های ترموشیمیایی زیر به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید:



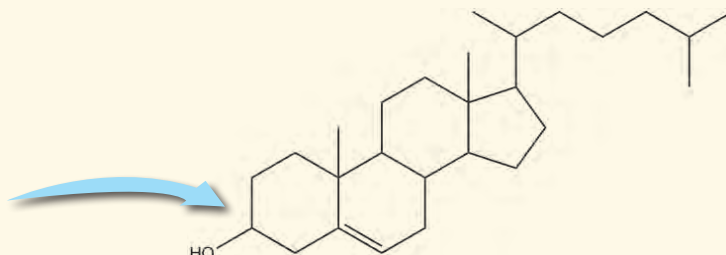
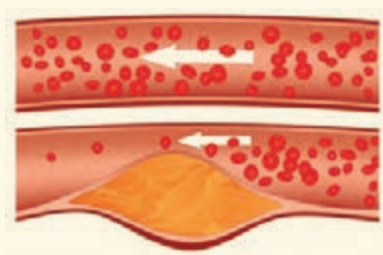
الف) کدام فرایند انحلال برای سرد کردن محل آسیب‌دیدگی مناسب است؟ چرا؟
ب) از انحلال کامل ۲/۲۲ g کلسیم کلرید خشک در آب چند کیلوژول گرما آزاد می‌شود؟

۲- چربی ذخیره شده در کوهان شتر هنگام اکسایش افزون بر آب مورد نیاز، انرژی لازم برای فعالیت‌های جانور را نیز تأمین می‌کند. واکنش ترموشیمیایی آن به صورت زیر است:



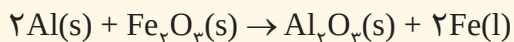
حساب کنید از اکسایش هر کیلوگرم چربی، چند کیلوژول انرژی آزاد می‌شود؟

۳- کلسترول، یکی از مواد آلی موجود در غذاهای جانوری است که مقدار اضافی آن در دیوارهٔ رگ‌ها رسوب می‌کند، فرایندی که منجر به گرفتگی رگ‌ها و سکت می‌شود. با توجه به ساختار آن به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.



الف) توضیح دهید چرا شیمی‌دان‌ها آن را یک الکل سیر نشده می‌دانند؟
ب) با توجه به جدول شماره ۳، در شرایط یکسان کدام پیوندهای اشتراکی یگانه در ساختار کلسترول آسان‌تر شکسته می‌شود؟ چرا؟

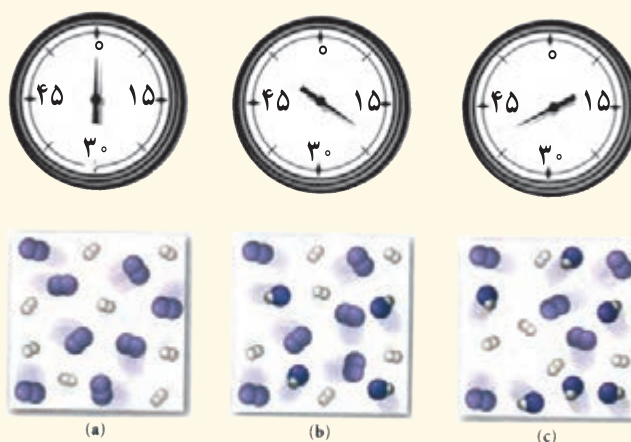
۴- از مصرف هر گرم آلومینیم در واکنش ترمیت، $15/24 \text{ kJ}$ گرما آزاد می‌شود.



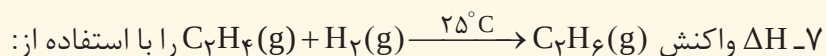
الف) این مقدار گرما، دمای صدگرم آب خالص را چند درجهٔ سلسیوس افزایش می‌دهد؟
ب) ΔH واکنش ترمیت را حساب کنید.

۵- با توجه به واکنش ترموشیمیایی: $\text{H}_2\text{(g)} + \text{I}_2\text{(s)} + 53 \text{ kJ} \rightarrow 2\text{HI(g)}$ ، آنتالپی واکنش $\text{H}_2\text{(g)} + \text{I}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{HI(g)}$ را حساب کنید (راهنمایی: آنتالپی فرازش (تصعید) I_2 را $62/5 \text{ kJ mol}^{-1}$ در نظر بگیرید).

۶- شکل زیر واکنش میان گاز هیدروژن و بخار بنفش رنگ ید را در دمای معینی نشان می‌دهد.



اگر هر ذره هم ارز با $1/^\circ\text{mol}$ از ماده و سامانه دو لیتری باشد، سرعت واکنش را پس از 2° دقیقه (b) و پس از 4° دقیقه (c) برحسب $\text{mol L}^{-1}\text{h}^{-1}$ حساب و با یکدیگر مقایسه کنید.



الف) جدول ۲ و ۳ حساب کنید.

ب) آنتالپی سوختن اتن، اتان و هیدروژن که به ترتیب برابر با -141° ، -156° و -286° کیلو ژول بر مول است، حساب کنید.

پ) ΔH محاسبه شده از کدام قسمت را برای یک گزارش علمی انتخاب می‌کنید؟ توضیح دهید.

تهیه کننده دبیرشیمی سمیه زارع

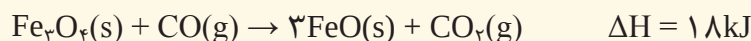
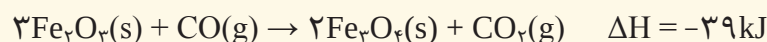
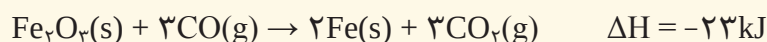
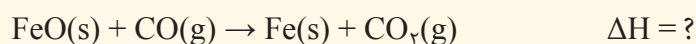
بادام	سیب	برگه زردآلو	۱۰۰g خوراکی ارزش غذایی (kcal)
۵۷۹	۵۲	۲۴۱	ماده غذایی
۴۹/۹۰	۰/۱۷	۰/۵۱	چربی (گرم)
-	-	-	کلسترول (میلی گرم)
۲۵/۹۰	۲۴/۲۰	۷۸/۷۰	کربوهیدرات (گرم)
۲۱/۲۰	۰/۲۶	۳/۳۹	پروتئین (گرم)

۸- با توجه به جدول روبه‌رو به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.

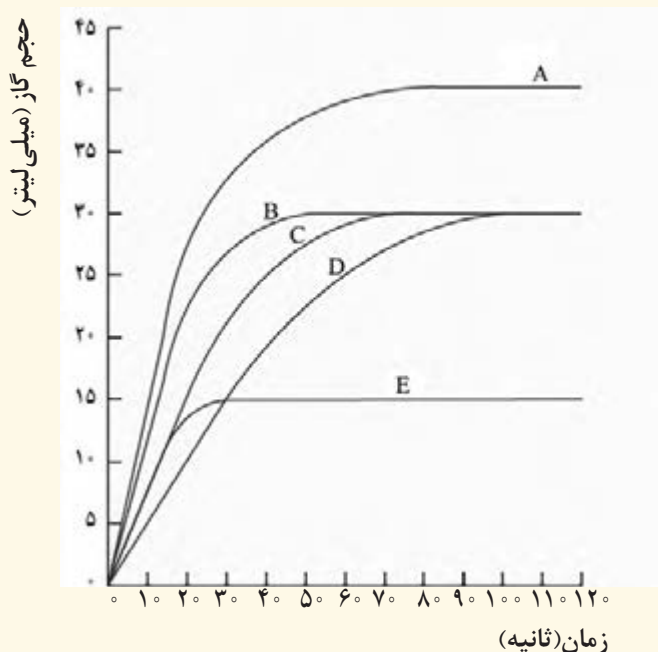
الف) اگر بدن فردی نیاز فوری و ضروری به تأمین انرژی داشته باشد، کدام خوراکی را پیشنهاد می‌کنید؟ چرا؟
 ب) مصرف کدام خوراکی را برای فعالیت‌های فیزیکی که در مدت طولانی‌تری انجام می‌شوند، مناسب می‌دانید؟ توضیح دهید.

پ) اگر یک فرد ۷۰ کیلوگرمی، ۲۵ گرم بادام خورده باشد، برای مصرف انرژی حاصل از آن چه مدت باید پیاده‌روی کند؟ آهنگ مصرف انرژی در پیاده‌روی را ۱۹۰ kcal h^{-1} در نظر بگیرید.

۹- با توجه به اطلاعات داده شده، آنتالپی واکنش زیر را حساب کنید.



۱۰- در نمودار زیر، منحنی C مربوط به واکنش ۵/ گرم نوار منیزیم با مقدار کافی از هیدروکلریک اسید در دمای اتاق است. منحنی‌های دیگر مربوط به همین واکنش اما در شرایط متفاوتی است. با توجه به پرسش‌ها پاسخ دهید.



الف) سرعت واکنش را برای آزمایش‌های C و D برحسب لیتر بر ساعت حساب کنید.

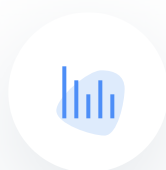
ب) کدام منحنی مربوط به واکنشی است که در آن ۵/ گرم پودر منیزیم به جای نوار منیزیم استفاده شده است؟ (بقیه شرایط واکنش تغییر نکرده است). دلیل خود را توضیح دهید.

پ) کدام منحنی مربوط به واکنش ۵/ گرم نوار منیزیم با مقدار کافی از هیدروکلریک اسید در دمای ۵ درجه سلسیوس است؟ چرا؟



اپلیکیشن درسی همیار

برنامه رایگان درسی همیار



تمام پایه ها

جواب کتاب ، تدریس و نمونه سوال



همیشه رایگان

برنامه همیار کاملا رایگان میباشد