جزوه شیمی (۲)

پایـه یـازدهم رشته‌های

علوم تجربی – ریاضی فیزیک

دوره دوم متوسطه

۱۳۹۸

مؤلف : جلال نوری

سال تحصیلی ۹۹ – ۹۸

مهـــاباد

فصل: ۲
درپی غذای سالم

اهداف

آشنایی با ماده و انرژی، تبدیل ماده و انرژی به یکدیگر، صنایع غذایی

کلیدواژه

ماده، انرژی، صنایع غذایی، غذا

مفاهیم

(۱) نقش محوری غذا در زندگی انسان

تأمین غذای افراد جامعه: دانشمندان اجزای بنیادی جهان مادی را ماده و انرژی می‌دانند. یافته‌های تجربی نشان می‌دهد که انرژی از راه‌های مختلف با ماده در ارتباط است. کاهش جرم خورشید به عنوان تنها منبع حیات‌بخش انرژی، تبدیل ماده به انرژی را تأیید می‌کند.

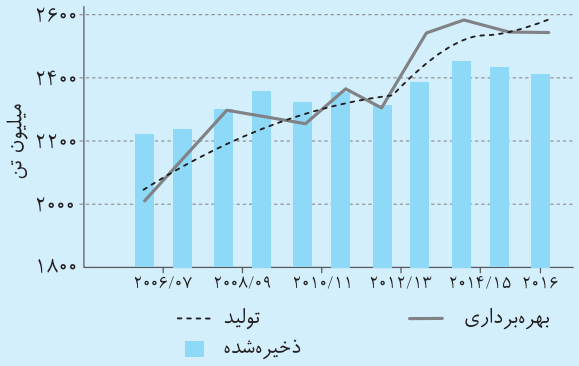
منابع نزدیک‌تر تأمین انرژی که در آن تغییرهای فیزیکی و به ویژه واکنش‌های شیمیایی انجام می‌شود، سوزاندن سوخت‌ها و گوارش غذا در بدن است.

غذا همواره نقش محوری در رشد، تندرستی و زندگی انسان داشته است. نخستین انقلاب در کشاورزی که باعث تولید مقدار زیادی حبوبات، غلات و ... توسط انسان شد عبارتند از: کاشتن دانه‌ها، درو کردن فراورده‌ها

افزایش جمعیت جهان موجب شده امروزه تأمین غذای حدود ۷/۵ میلیارد نفر ساکن کرهٔ زمین بسیار پیچیده و دشوار شود.

تأمین غذای افراد جامعه یکی از مهمترین و شاید دشوارترین مسئولیت‌های هر دولت است.

نمودار زیر میزان تولید و مصرف جهانی غلات را در دههٔ اخیر نشان می‌دهد.



صنایع غذایی: مجموعه فعالیت‌های صنعتی گوناگون مانند تولید، حمل‌ونقل، نگهداری، فراوری و ... برای تولید غذا در حجم انبوه، صنایع غذایی نامیده می‌شود.

منابع مورد استفاده در صنایع غذایی شامل موارد زیر است:

الف) بسیاری از منابع شیمیایی ب) سطح وسیعی از زمین‌های بایر ج) حجم عظیمی از آب‌های قابل استفاده در کشاورزی

پیشرفت دانش و فناوری موجب شده است که تولید فراورده‌های کشاورزی و دامی افزایش یابد و غذا به روش صنعتی تولید شود.

در تولید انبوه، به دلیل فساد مواد غذایی دشواری نگهداری آنها، حفظ کیفیت و ارزش مواد غذایی اهمیت بسزایی دارد.

نقش غذا در بدن: دیابت بزرگسالی یکی از بیماری‌های شایع در ایران است که به علت مصرف بی‌رویه مواد غذایی نان، برنج و شکر گسترش یافته است.

گوشت قرمز: ۱- پروتئین ۲- انواع ویتامین ۳- مواد معدنی

شیر و فراورده‌های آن، منبع مهمی برای تأمین پروتئین و به ویژه کلسیم است. کارشناسان تغذیه بر مصرف مناسب شیر و فراورده‌های آن برای پیشگیری از پوکی استخوان و ترمیم پوکی استخوان تاکید دارند. کارشناسان تغذیه بر مصرف حبوبات مانند نخود، لوبیا، عدس و ... در برنامهٔ غذایی تأکید دارند؛ زیرا سرشار از مواد مغذی هستند.

سرانهٔ مصرف ماده غذایی: مقدار میانگین مصرف مواد غذایی به ازای هر فرد در یک گسترهٔ زمانی معین می‌باشد.

پژوهش‌ها و یافته‌های تجربی نشان می‌دهند که مصرف غذا انرژی مورد نیاز بدن برای موارد زیر را تأمین می‌کند:

۱) حرکت ماهیچه‌ها ۳) ارسال پیام‌های عصبی ۴) جابه‌جایی یون‌ها و مولکول‌ها از دیوارهٔ هر یاخته

۴) تأمین مواد اولیه برای ساخت و رشد بخش‌های گوناگون بدن مانند یاخته‌های خونی، استخوان، پوست، مو، ماهیچه‌ها، آنزیم‌ها و ...

نکته: انجام واکنش‌های شیمیایی که هر یک آهنگ ویژه‌ای دارند دمای بدن را کنترل و تنظیم می‌کنند.

تغذیه درست شامل وعده‌های غذایی است که مخلوط مناسبی از انواع ذره‌ها را در بر می‌گیرد.

سوء تغذیه: سوء تغذیه هنگامی خودنمایی می‌کند که وعده‌های غذایی با کمبود نوع خاصی از ذره‌های موجود در آن همراه باشد و موجب تضعیف تدریجی بدن و ایجاد شرایط بیماری خواهد شد.

افزایش نامتناسب برخی مولکول‌ها و یون‌ها در وعده‌های غذایی سبب افزایش وزن و سایر بیماری‌ها خواهد شد.

غذا، ماده و انرژی: بدن ما برای انجام فعالیت‌های ارادی و غیرارادی گوناگون به ماده و انرژی نیاز دارد.

اگر قند خون پایین باشد می‌توان با خوردن سیب یا نوشیدن شربت آبلیمو و عسل بدن را به حالت طبیعی باز گرداند. اسفناج و عدس منبع غنی از آهن هستند و خوردن آنها بدن را در برابر کم‌خونی محافظت می‌کنند.

نکته: ارزش مواد غذایی در تأمین ماده و انرژی مورد نیاز بدن یکسان نیست.

تخم‌مرغ سرشار از انواع آمینواسیدهاست که گنجاندن آن در برنامه غذایی به ساخت پروتئین‌ها در بافت‌های بدن کمک می‌کند. گوشت ماهی به دلیل داشتن امگا - ۳ سبب کاهش کلسترول خون شده و احتمال بیماری‌های قلبی را کاهش می‌دهد. ماست منبعی غنی از منیزیم و کلسیم است.

یکی از راه‌های آزاد شدن انرژی مواد، سوزاندن آنهاست. سوخت‌هایی مانند گاز شهری، بنزین، الکل و زغال هنگام سوختن انرژی آزاد می‌کنند و این انرژی برای گرم کردن خانه، پخت و پز و نیز به حرکت درآوردن خودروها مصرف می‌شود. هر مادهٔ غذایی مقداری انرژی دارد و میزان آن به جرمی بستگی دارد که می‌سوزد، انرژی‌ای که می‌تواند باعث تغییر دما شود.

تمرین

الف جاهای خالی را با کلمه‌های مناسب پر کنید.

۱ دانشمندان اجزای بنیادی جهان مادی را _____ و _____ می‌دانند.

۲ عاملی که تبدیل ماده به انرژی را تأیید می‌کند، _____ جرم خورشید به عنوان تنها منبع حیات‌بخش انرژی است.

۳ نقش محوری در رشد، تندرستی و زندگی انسان برعهده _____ است.

۴ نخستین انقلاب در کشاورزی _____ دانه‌ها و _____ فراورده‌ها بود که موجب تولید مقدار زیادی حبوبات و غلات شد.

۵ در سال ۲۰۱۶ میلادی میزان بهره‌برداری از غلات از میزان تولید آن _____ بوده است.

۶ هنگامی که قند خون _____ باشد، می‌توان با خوردن سیب یا نوشیدن شربت آبلیمو بدن را به حالت طبیعی خود باز گرداند.

۷ ارزش مواد غذایی در تأمین ماده و انرژی مورد نیاز بدن _____ نیست.

۸ برای تولید غذا در حجم انبوه به فعالیت‌های صنعتی گوناگونی نیاز است که به ترتیب زیر هستند:

ب عبارت‌های داده شده را با انتخاب یکی از کلمه‌های داخل پرانتز کامل کنید.

۹ یکی از مهم‌ترین و شاید دشوارترین مسئولیت هر دولت، تأمین (امنیت- غذای) افراد جامعه است.

۱۰ برای تولید غذا در حجم انبوه به فعالیت‌های صنعتی گوناگونی مانند تولید، حمل ونقل، (نگهداری -بسته‌بندی) فراوری و ... نیاز است.

۱۱ مجموعه فعالیت‌های صنعتی گوناگون برای تولید انبوه غذا را (صنایع تولید -صنایع غذایی) می‌نامند.

۱۲ پیشرفت دانش و فناوری موجب شده است که تولید فراورده‌های کشاورزی و دامی (کاهش -افزایش) یابد و غذا به روش (صنعتی -سنتی) تولید شود.

۱۳ در تولید انبوه به دلیل (تولید-فساد) مواد غذایی و دشواری (بسته‌بندی -نگهداری) آنها، حفظ کیفیت و ارزش مواد غذایی اهمیت بسزایی دارد.

۱۴ دیابت بزرگسالی یکی از بیماری‌های شایع در ایران به دلیل مصرف بی‌رویهٔ (میوه -نان)، برنج و شکر است.

۱۵ اسفناج و عدس منبع غنی از (کلسیم -آهن) هستند و خوردن آنها شما را در برابر کم‌خونی محافظت می‌کند.

۱۶ تخم مرغ سرشار از انواع اسیدهای آمینه است که به ساخت (پروتئین‌ها -چربی‌ها) در بافت‌های بدن کمک می‌کند.

ج به سؤال‌های زیر پاسخ دهید.

۱۷ اجزای بنیادی جهان مادی را نام ببرید؟

۱۸ تنها منبع حیات‌بخش انرژی که تبدیل ماده به انرژی را تأیید می‌کند چیست؟

۱۹ یکی از راه‌های آزاد شدن انرژی مواد چیست؟

۲۰ مسئولیتی را که یکی از چالش‌های نگران‌کننده هر دولت در عصر کنونی است، نام ببرید؟

۲۱ حوزه‌های صنایع غذایی را نام ببرید؟

۲۲ چه عاملی انرژی مورد نیاز بدن برای حرکت ماهیچه‌ها، ارسال پیام‌های عصبی و ... را تأمین می‌کند؟

۲۳ علت تأکید کارشناسان تغذیه بر مصرف شیر و فراورده‌های آن چیست؟

۲۴ شیر و فراورده‌های آن منبع مهمی برای کدام مواد است؟

۲۵ مقدار میانگین مصرف مادهٔ غذایی به ازای هر فرد در یک گسترهٔ زمانی معین را چه می‌نامند؟

۲۶ گوشت قرمز و ماهی محتوی چه موادی هستند؟

۲۷ چرا کارشناسان تغذیه بر مصرف حبوباتی مانند نخود، لوبیا و عدس در برنامه غذایی تأکید دارند؟

۲۸ مصرف غذا انرژی مورد نیاز بدن برای چه فعالیت‌هایی را تأمین می‌کند؟

۲۹ چرا پس از افطار احساس گرمی دلچسبی خواهید داشت؟

۳۰ میزان انرژی مواد غذایی به چه عاملی بستگی دارد؟

۳۱ به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

الف) بخش عمده اتم‌ها، مولکول‌ها و یون‌های موجود در بدن چگونه تأمین می‌شود؟

ب) تغذیه درست شامل چه وعده‌های غذایی است؟

ج) سوء تغذیه چه زمانی خودنمایی می‌کند؟

د) افزایش نامتناسب برخی مولکول‌ها و یون‌ها در وعده‌های غذایی سبب چه رویدادی خواهد شد؟

۳۲ در مورد صنایع غذایی به موارد زیر پاسخ دهید.

الف) به بررسی چه مواردی می‌پردازد؟

ب) حوزه‌های بررسی صنایع غذایی را نام ببرید.

۳۳ با توجه به جدول زیر که سرانهٔ مصرف سالانه برخی مواد خوراکی را نشان می‌دهد به سؤال‌ها پاسخ دهید.

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
ماهی	۱۹	۹
تخم‌مرغ	۲۴	۹
شیر	۳۰۰	۹۰
شکر	۵	۳۰
نمک خوراکی	۳	۶
روغن	۱۴	۱۹

الف) سرانهٔ مصرف کدام مواد خوراکی در ایران بیشتر از سرانهٔ مصرف جهانی است؟

ب) سرانهٔ مصرف کدام مواد خوراکی در ایران کمتر از سرانهٔ مصرف جهانی است؟

ج) مصرف بیش از اندازهٔ کدام مواد خوراکی موجب بروز دیابت در ایران شده است؟

د) شیر و فراورده‌های آن منبع تأمین کدام مادهٔ غذایی در بدن است؟

هـ) به نظر شما مردم ایران بیشتر دچار پوکی استخوان می‌شوند یا مردم جهان؟

۳۴ به سؤال‌های زیر پاسخ دهید.

الف) در صورتی که قند خون پایین باشد چه موادی بدن را به حالت طبیعی باز می‌گرداند؟

ب) در صورتی که بدن دچار کمبود آهن باشد، با خوردن چه موادی می‌توان بدن را به حالت طبیعی بازگرداند؟

ج) انرژی مواد غذایی به چه عاملی بستگی دارد و این انرژی می‌تواند باعث تغییر چه کمیتی شود؟

اهداف

آشنایی با مفهوم دما و گرما، رابطهٔ دما و گرما، ظرفیت گرمایی و ظرفیت گرمایی ویژه

کلیدواژه

دما، انرژی گرمایی، گرما، ظرفیت گرمایی، گرمای ویژه

مفاهیم

(۲) دمای یک ماده از چه خبر می‌دهد؟

مفهوم دما: تجربه خوشایند داغی یا خنکی نوشیدنی و همچنین سردی یا گرمی هوا نشانه‌ای از تفاوت میان دمای آنهاست. دما کمیتی است که میزان گرمی و سردی مواد را نشان می‌دهد. ذره‌های سازندهٔ یک ماده در سه حالت فیزیکی یکسان بوده و پیوسته در جنب و جوش هستند، اما میزان جنبش ذره‌ها متفاوت است. جنبش‌های نامنظم ذره‌ها در حالت گاز شدیدتر از مایع و در حالت مایع شدیدتر از حالت جامد است. جنبش‌های نامنظم ذره‌ها در آب گرم شدیدتر از آب سرد است.

نکته: بوی غذای گرم آسان‌تر و سریع‌تر از غذای سرد به مشام می‌رسد؛ زیرا جنبش‌های نامنظم ذره‌ها در غذای گرم شدیدتر از غذای سرد است.

هر چه دمای ماده بالاتر باشد:

۱) میانگین تندی ذره‌های سازنده بیشتر ۲) میانگین انرژی جنبشی ذره‌های سازنده بیشتر

دمای یک ماده، معیاری برای توصیف میانگین تندی و میانگین انرژی جنبشی ذره‌های سازنده آن است.

یکای رایج دما، درجهٔ سلسیوس $(^\circ C)$، در حالی که یکای دما در SI، کلوین (K) است. نماد دما برحسب سلسیوس، θ و نماد دما برحسب کلوین، T است.

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

دما کمیتی است که از موارد زیر خبر می‌دهد:

۱- میزان گرمی و سردی یک نمونه ماده

۲- میانگین تندی ذره‌های سازنده

۳- میانگین انرژی جنبشی ذره‌های سازنده

انرژی گرمایی: مجموع انرژی جنبشی ذره‌های سازنده ماده را انرژی گرمایی می‌گویند.

تغییر دما برای توصیف یک فرایند به کار می‌رود، در واقع انجام فرایند است که می‌تواند باعث تغییر دما شود.

گرما کمیتی است که از ویژگی‌های یک نمونه ماده نیست و اشاره به گرمای یک نمونه ماده از نظر علمی نادرست است.

اگر ظرفی محتوی ۲۰۰ گرم روغن زیتون با دمای $25^\circ C$ در اختیار داشته باشید. برای افزایش دمای آن تا $75^\circ C$ نسبت به زمانی که بخواهید دمای آن را تا $50^\circ C$ افزایش دهید گرمای بیشتری مصرف می‌شود.

اگر دو ظرف فلزی یکسان با دمای $25^\circ C$ که یکی محتوی ۲۰۰ گرم آب و دیگری محتوی ۲۰۰ گرم روغن زیتون داشته باشید و با گرما دادن دمای هر یک را به $75^\circ C$ برساند و محتویات تخم‌مرغی را به آرامی به هر یک اضافه کنید، تخم‌مرغ درون آب پخته خواهد شد، اما درون روغن زیتون تغییر محسوسی نخواهد کرد. این پدیده نشان می‌دهد که ظرفیت گرمایی روغن زیتون و آب متفاوت و در آب بیشتر است.

تفاوت دما و گرما:

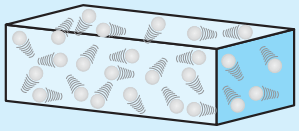
۱- دما میانگین انرژی جنبشی است در حالی که گرما مجموع انرژی جنبشی ذره‌های سازندهٔ ماده است.

۲- دما میزان سردی و گرمی را نشان می‌دهد در حالی که گرما صورتی از انرژی است.

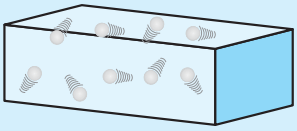
۳- دما مستقل از مقدار ماده است در حالی که گرما به مقدار ماده وابسته است.

۴- یکای اندازه‌گیری دما، درجهٔ سلسیوس یا کلوین در «SI» در حالی که یکای اندازه‌گیری گرما، ژول در «SI» یا کالری است.

رابطهٔ بین دما و گرما: اگر انرژی گرمایی جسمی زیاد باشد، الزاماً دمای آن زیاد نیست و برعکس، اگر دمای جسمی زیاد باشد، ممکن است انرژی گرمایی آن کم باشد. برای مثال یک لیوان آب با دمای ۹۰ درجهٔ سلسیوس و یک استخر آب با دمای ۲۰ درجهٔ سلسیوس را در نظر بگیرید. دمای آب درون لیوان بیشتر است اما انرژی گرمایی آب استخر بیشتر خواهد بود؛ زیرا تعداد مولکول‌های آب استخر (مقدار) بسیار بیشتر از مولکول‌های آب درون لیوان است.



دمای پایین‌تر، انرژی گرمایی بیشتر



دمای بالاتر، انرژی گرمایی کمتر

نکته: در برخی موارد از یکای کالری برای بیان مقدار گرما استفاده می‌کنند. $1cal = 4/184\,J$

برای اینکه دمای یک ماده تغییر کند، ماده باید مقداری گرما جذب کند یا از دست بدهد. اگر ماده گرما جذب کند، دمای آن افزایش و اگر گرما از دست بدهد، دمای آن کاهش خواهد یافت.

ظرفیت گرمایی: گرمایی است که به جسم می‌دهیم تا دمای آن $1^\circ C$ افزایش یابد. آن را با نماد C نشان می‌دهند و یکای آن $J.^\circ C^{-1}$ است.

نکته: هر چه مقدار جسم بیشتر باشد، ظرفیت گرمایی آن بیشتر است.

گرما را با نماد «Q» نشان می‌دهند و یکای اندازه‌گیری آن در SI، ژول «J» است.

$1\,J = 1\,kg \cdot m^{-2} \cdot s^{-2}$

برای محاسبهٔ ظرفیت گرمایی یک جسم از رابطهٔ مقابل استفاده می‌شود:

$$\text{ظرفیت گرمایی} = \frac{\text{گرمای مبادله شده}}{\text{تغییرات دما}}$$

$$C = \frac{Q(J)}{\Delta T(^\circ C)} \quad \text{یا} \quad J.^\circ C^{-1}$$

C: ظرفیت گرمایی

Q: گرمای مبادله شده

ΔT: تغییرات دما

مثال: اگر ۱۲۵ ژول گرما به جسمی وارد شده باشد و دمای آن را از ۲۰ به ۳۰ درجهٔ سلسیوس افزایش داده باشد، ظرفیت گرمایی جسم را محاسبه کنید.

پاسخ:

$$C = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{125J}{10^\circ C} = 12/5\,J.^\circ C^{-1}$$

مثال: اگر ظرفیت گرمایی جسمی ۱۰۴ ژول بر درجهٔ سلسیوس باشد، برای افزایش دمای آن به اندازه ۲۵ درجهٔ سلسیوس، چند کیلوژول گرما لازم است؟

پاسخ: $C = \frac{Q}{\Delta T} \Rightarrow Q = C\Delta T = ۱۰۴\ J/^\circ C \times ۲۵^\circ C = ۲۶۰۰\ J = ۲/۶\ kJ$

مثال: اگر برای افزایش دمای جسمی از ۳۰۰ کلوین به ۴۰۰ کلوین ۱/۴۴ کیلوژول گرما نیاز باشد، ظرفیت گرمایی جسم را برحسب ژول بر درجهٔ سلسیوس محاسبه کنید؟

پاسخ: $C = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{۱/۴۴kJ \times \frac{۱۰۰۰J}{۱kJ}}{(۴۰۰-۳۰۰)\ K} = ۱۴/۴ J.^\circ C^{-۱}$

ظرفیت گرمایی جسم به عوامل مقابل وابسته است:
۱- مقدار ماده
۲- نوع ماده
۳- حالت فیزیکی ماده
۴- دما
۵- فشار

نکته: ظرفیت گرمایی چون در دمای اتاق و فشار ۱atm بررسی می‌شود فقط به مقدار ماده (جرم ماده) وابسته است.

نکته: هرگاه تغییرات دما یک درجهٔ سلسیوس یا کلوین باشد، ظرفیت گرمایی جسم با گرمای مبادله شده برابر خواهد بود. $\Delta T = ۱ \Rightarrow Q = C$

ظرفیت گرمایی با گرمای مبادله شده رابطهٔ مستقیم و با تغییرات دما رابطهٔ وارونه دارد. هر چه ظرفیت گرمایی جسم بیشتر باشد در اثر گرم کردن تغییر دمای کمتری خواهد داشت.

مثال: ظرفیت گرمایی جسم (A) دو برابر ظرفیت گرمایی جسم (B) و تغییر دمای جسم (A) یک چهارم تغییر دمای جسم (B) است. نسبت گرمای مبادله شده جسم (B) به (A) چقدر است؟

پاسخ: $C_A = ۲C_B \qquad Q = C\Delta T$

$$\Delta T_A = \frac{۱}{۴}\Delta T_B \Rightarrow \Delta T_B = ۴\Delta T_A$$

$$\frac{Q_B}{Q_A} = \frac{C_B}{C_A} \cdot \frac{\Delta T_B}{\Delta T_A} = \frac{C_B}{۲C_B} \cdot \frac{۴\Delta T_A}{\Delta T_A} = ۲$$

ظرفیت گرمایی ویژه (گرمای ویژه): گرمایی است که به ۱g از جسم می‌دهیم تا دمای آن $۱^\circ C$ افزایش یابد. آن را با نماد c نشان داده و یکای آن ژول بر گرم بر درجهٔ سلسیوس $(J \cdot g^{-۱} \cdot ^\circ C^{-۱})$ است.

ظرفیت گرمایی ویژه تنها به نوع ماده بستگی دارد و به مقدار ماده وابسته نیست.

$$\boxed{c = \frac{C}{m}} \qquad \text{ظرفیت گرمایی ویژه} = \frac{\text{ظرفیت گرمایی}}{\text{جرم ماده}}$$

$$c = \frac{Q/\Delta\theta}{m} = \frac{Q}{m \cdot \Delta\theta} \Rightarrow \boxed{c = \frac{Q}{m \cdot \Delta\theta}} \qquad \text{ظرفیت گرمایی ویژه} = \frac{\text{مقدار گرمای مبادله شده}}{\text{تغییر دما} \times \text{جرم ماده}}$$

c: ظرفیت گرمایی ویژه $(J.g^{-۱}.^\circ C^{-۱})$

Q: گرمای مبادله شده (J)

m: جرم جسم (g)

$\Delta\theta$: تغییرات دمای جسم ($^\circ C$ یا k)

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow Q = mc(\theta_۲ - \theta_۱)$$

اگر دما برحسب کلوین باشد، یکای ظرفیت گرمایی ویژه ژول بر گرم بر کلوین خواهد بود. $(J \cdot g^{-۱} \cdot K^{-۱})$

بین ظرفیت گرمایی و گرمای ویژه یک جسم رابطهٔ مقابل برقرار است: $C = m \cdot c$

اگر جرم جسم یک گرم باشد، ظرفیت گرمایی جسم با ظرفیت گرمایی ویژه آن یکسان خواهد بود: $C = m \cdot c = ۱ \times c \Rightarrow C = c$

مثال: ظرفیت گرمایی ۱۰ گرم آب را محاسبه کنید؟ $(M_{H_2O} = 18 g/mol \ , \ c_{H_2O} = 4/185 \ J.g^{-1}.^\circ C^{-1})$

پاسخ: $C = mc \Rightarrow 10(g) \times 4/185(J/g.^\circ C) = 41/85 J.^\circ C^{-1}$

نکته: اگر گرمای یکسانی به چند جسم داده شود، تغییر دمای جسمی بیشتر خواهد بود که ظرفیت گرمایی ویژه کمتری داشته باشد.

مثال: برای افزایش دمای ۵۰۰ گرم از جسمی به اندازه ۱۰ درجهٔ سلسیوس، ۲۰۰۰ ژول گرما صرف شده است. ظرفیت گرمایی جسم را محاسبه کنید؟

پاسخ: $C = \frac{Q}{\Delta\theta} = \frac{2000 J}{10^\circ C} = 200 J/^\circ C^{-1}$

مثال: برای کاهش دمای ۴ گرم آب از دمای ۲۸ درجهٔ سلسیوس به ۳ درجهٔ سلسیوس، چه مقدار گرما باید از آن گرفته شود؟ $(c_{H_2O} = 4/185 \ J.g^{-1}.^\circ C^{-1})$

پاسخ: $Q = mc(\theta_2 - \theta_1) = 4g \times 4/185 \ J/g.^\circ C \times (3-28)^\circ C = -418/5 \ J$

برای کاهش دمای ۴ گرم آب از دمای $28^\circ C$ به $3^\circ C$ باید $418/5 \ J$ گرما از آن گرفته شود.

بیشتر بدانید

ظرفیت گرمایی مولی: مقدار گرمایی است که به ۱ مول از جسم داده می‌شود تا دمای آن ۱ درجهٔ سلسیوس افزایش یابد. آن را با c_M نشان می‌دهند و یکای آن ژول بر مول بر درجهٔ سلسیوس است. $(J \cdot mol^{-1} \cdot ^\circ C^{-1})$

نکته: ظرفیت گرمایی ویژه و ظرفیت گرمایی مولی با هم متناسب هستند: $c_M = M \cdot c$

$$Q = nc_M\Delta\theta \xrightarrow{n=\frac{m}{M}} \boxed{Q = \frac{m}{M}c_M\Delta\theta}$$

n: مول ماده ، c_M :ظرفیت گرمایی مولی

M:جرم مولی ماده، m: جرم ماده

مثال: اگر برای افزایش دمای ۲۰۰ گرم آهن به اندازه ۲۰ درجهٔ سلسیوس، ۱۸۰۴ ژول گرما لازم باشد، ظرفیت گرمایی مولی آهن را محاسبه کنید. $(Fe = 56 \ g.mol^{-1})$

پاسخ: روش اول: $Q = \frac{m}{M}c_M\Delta\theta \Rightarrow 1804 J = \frac{200 g}{56 g.mol^{-1}} \times c_M \times 20^\circ C \Rightarrow c_M = 25/256 \ J.mol^{-1}.^\circ C^{-1}$

روش دوم: $Q = mc\Delta\theta \Rightarrow 1804 = 200 \times c \times 20 \Rightarrow c = 0/451 \ J \cdot g^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$

$c_M = c \cdot M = 0/451 \times 56 = 25/256 \ J \cdot mol^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$

روش سوم: $n = \frac{m}{M} = \frac{200}{56} = 3/57 \ mol$

$Q = nc_M\Delta\theta \Rightarrow 1804 = 3/57 \times c_M \times 20 \Rightarrow c_M = 25/266 \ J \cdot mol^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$

نکته: هرگاه در مسائل ظرفیت گرمایی ویژه، چگالی و حجم ماده مورد نظر داده شود، از رابطهٔ زیر استفاده می‌گردد:

$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V$

$Q = mc\Delta\theta \quad \Rightarrow \quad \boxed{Q = \rho V c \Delta\theta}$

ρ : چگالی ماده $\quad$ V : حجم ماده $\quad$ c : ظرفیت گرمایی ویژه $\quad$ $\Delta\theta$: تغییر دما

مثال: برای افزایش دمای ۴۰ میلی‌لیتر اتانول از دمای ۲۵ درجه به ۴۰ درجهٔ سلسیوس چند ژول گرما لازم است؟

$(\rho_{ethanol} = 1/25 \ g.mL^{-1} \ ، \ c_{ethanol} = 2/46 \ J.g^{-1}.^\circ C^{-1})$

پاسخ: $Q = \rho V c\Delta\theta = 1/25 \ g \cdot mL^{-1} \times 40 \ mL \times 2/46 \ J \cdot g^{-1} \cdot ^\circ C^{-1} \times (40-25)^\circ C = 1845 J$

تمرین

الف درست یا نادرست بودن جمله‌های زیر را مشخص کنید.

۱ میانگین انرژی جنبشی ذره‌های سازنده ماده در دمای ۵۰ درجهٔ سلسیوس، بیشتر از دمای ۲۵ درجهٔ سلسیوس است.

○ درست ○ نادرست

۲ در یک دمای معین، همهٔ ذره‌های سازنده مواد سرعت حرکت یکسانی دارند. ○ درست ○ نادرست

۳ دمای یک ماده، تعیین‌کنندهٔ میانگین تندی و میانگین انرژی جنبشی ذره‌های سازندهٔ آن است. ○ درست ○ نادرست

۴ دما و گرما تفاوتی باهم نداشته و میان آنها رابطه‌ای وجود ندارد. ○ درست ○ نادرست

۵ تغییر گرما برای توصیف یک فرایند به کار می‌رود. ○ درست ○ نادرست

۶ اشاره به گرمای یک نمونه ماده، اشتباه علمی است. ○ درست ○ نادرست

۷ برای تغییر دمای یک نمونه ماده فقط می‌توان به آن گرما داد. ○ درست ○ نادرست

۸ اگر گرمای یکسانی به ۲۰ گرم از چند جسم داده شود، جسمی که ظرفیت گرمایی ویژه کمتری دارد دچار تغییر دمای بیشتری خواهد شد.

○ درست ○ نادرست

۹ اگر $c_a = ۲c_b$ باشد و گرمای یکسانی به مقدار مساوی از دو جسم a، b داده شود، در این صورت $\Delta\theta_b = ۲\Delta\theta_a$ خواهد بود.

○ درست ○ نادرست

ب جاهای خالی را با کلمه‌های مناسب پر کنید.

۱۰ ویژگی مشترک همهٔ مواد، وجود جنبش‌های نامنظم ذره‌های سازندهٔ آنها در _____ معین است.

۱۱ بیان میزان _____ تنها برای توصیف یک نمونه ماده به‌کار می‌رود.

۱۲ کمیتی که از ویژگی‌های ماده نیست، _____ است و تنها برای توصیف یک فرایند به کار می‌رود.

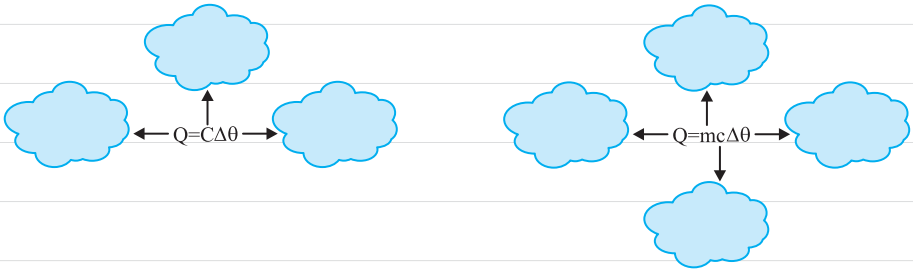
۱۳ ظرفیت گرمایی در دما و فشار اتاق، افزون بر نوع ماده به _____ آن نیز بستگی دارد.

۱۴ ظرفیت گرمایی، مقدار گرمایی است که باید به جسم داده شود تا دمای آن _____ درجهٔ سلسیوس افزایش یابد.

۱۵ ظرفیت _____، مقدار گرمایی است که باید به یک گرم از جسم داده شود تا دمای آن یک درجهٔ سلسیوس افزایش یابد.

۱۶ ظرفیت _____ به مقدار ماده وابسته است اما ظرفیت _____ مستقل از مقدار ماده است.

۱۷ در جاهای خالی مفهوم هر یک از کمیت‌های داده شده را بنویسید.



ج عبارت‌های داده شده را با انتخاب یکی از کلمه‌های داخل پرانتز کامل کنید.

۱۸ هر ماده در دما و (حجم - فشار) معین، ممکن است به حالت جامد، مایع یا گاز باشد.

۱۹ یکای رایج برای اندازه‌گیری دما (سلسیوس - کلوین) است.

۲۰ ویژگی مشترک همهٔ مواد، وجود جنبش‌های (نامنظم- منظم) ذره‌های سازندهٔ آنها در دمای معین است.

۲۱ گرما را با نماد (Q-C) نشان می‌دهند و یکای اندازه‌گیری آن در SI، (ژول- کالری) است.

۲۲ گرما را می‌توان هم‌ارز با مقدار (دما- انرژی گرمایی) دانست که به دلیل تفاوت در (دما- انرژی گرمایی) جاری می شود.

۲۳ تجربه نشان می‌دهد که هرچه گرمای جذب شده (بیشتر- کمتر) باشد، تغییر دمای آن ماده کمتر خواهد بود.

۲۴ اگر تغییر دمای جسم یک درجهٔ سلسیوس باشد، ظرفیت (گرمایی- گرمایی ویژه) جسم با گرمای مبادله شده برابر خواهد شد.

۲۵ یکای ظرفیت (گرمایی- گرمایی ویژه) ژول بر گرم بر درجهٔ سلسیوس است.

۲۶ با افزایش مقدار ماده، گرمای لازم برای افزایش دمای آن (افزایش- کاهش) می‌یابد.

د به سؤال‌های زیر پاسخ دهید.

۲۷ در هر مورد عبارت یا کلمهٔ مناسب را برای آن بنویسید.

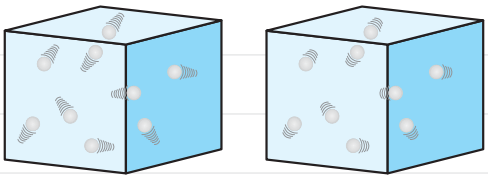
الف) بیانگر گرمی یا سردی ماده است.

ب) مجموع انرژی جنبشی ذره‌های سازنده ماده را گویند.

ج) معمولاً به انرژی گرمایی انتقال یافته از یک جسم به جسم دیگر گفته می‌شود.

د) از میزان جنب و جوش، میانگین تندی و انرژی جنبشی ذره‌های سازنده ماده خبر می‌دهد.

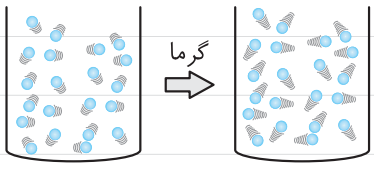
۲۸ با توجه به شکل مقابل به سؤال زیر پاسخ دهید. انرژی گرمایی کدام نمونه از گاز هلیم بیشتر است؟ چرا؟



(۱) ۳۵۰k

(۲) ۳۰۰k

۲۹ با توجه به شکل داده شده به سؤال‌های زیر پاسخ دهید.

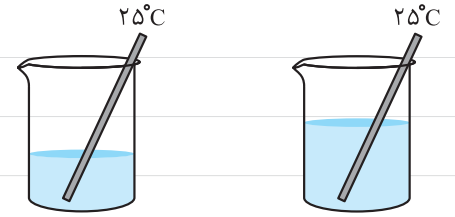


(۱) (۲)

الف) میانگین تندی ذره‌های سازنده کدام‌یک بیشتر است؟

ب) مجموع انرژی جنبشی ذره‌های سازنده کدام‌یک کمتر است؟

۳۰ با توجه به شکل‌های زیر به سؤال‌ها پاسخ دهید.

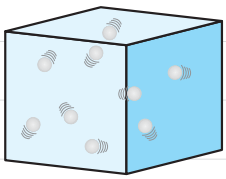


(۱) (۲)

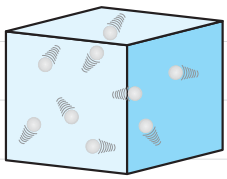
الف) آیا میانگین انرژی جنبشی این دو مایع خالص برابر است؟ چرا؟

ب) انرژی گرمایی کدام مایع بیشتر است؟ چرا؟

۳۱ با توجه به شکل داده شده به سؤال‌های زیر پاسخ دهید.



(۲)



(۱)

الف) میانگین انرژی جنبشی ذره‌های موجود در کدام‌یک بیشتر است؟ چرا؟

ب) انرژی گرمایی کدام‌یک کمتر است؟ چرا؟

ج) در صورت اتصال دو ظرف، جهت انتقال گرما را مشخص کنید.

د) انرژی گرمایی یک نمونه ماده به چه عواملی بستگی دارد؟

هـ) ظرفیت گرمایی دو ظرف را با یکدیگر مقایسه کنید.

۳۲ عبارت‌های زیر را ادامه دهید تا یک عبارت علمی درست حاصل گردد:

الف) یکی از روش‌های تغییر دمای ماده، انجام فرایندی است که در آن _____

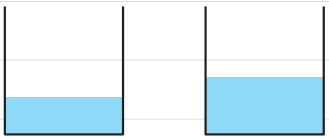
ب) گرما از ویژگی‌های یک ماده نیست بلکه _____

۳۳ به‌سؤال‌های زیر پاسخ دهید.

الف) یک تکه یخ درون اتاقی با دمای معمولی قرار دارد. با گذشت زمان چه تغییری روی می‌دهد؟ چرا؟

ب) یک استکان چای داغ به‌تدریج دچار چه تغییری خواهد شد تا برای نوشیدن مناسب باشد؟

۳۴ با توجه به شکل‌های مقابل به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.



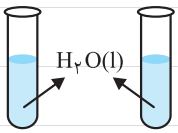
(۲)
۱۵۰ mL
اتانول خالص
T=۲۵°C

(۱)
۱۰۰ mL
اتانول خالص
T=۲۵°C

الف) میانگین سرعت حرکت مولکول‌های اتانول را در هر دو ظرف با نوشتن دلیل مقایسه کنید.

ب) آیا برای افزایش ۵ درجهٔ سلسیوس به دمای هر دو ظرف، انرژی یکسانی لازم است؟ چرا؟

۳۵ در شکل روبه‌رو، شدت جنبش مولکول‌ها در ظرف A کمتر است:



(A) (B)

الف) دمای آب در کدام ظرف بیشتر است؟ چرا؟

ب) چرا انرژی گرمایی آب درون این دو ظرف قابل مقایسه نیست؟

۳۶ برای کاهش دمای ۱۰۰ گرم اتانول از دمای ۳۰ درجه به ۱۵ درجهٔ سلسیوس، چه مقدار گرما باید از آن گرفته شود؟ $(c_{\text{اتانول}} = ۲/۴۶\ J/g.^\circ C)$

۳۷ به ۲۰ گرم از فلز خالصی ۶۴/۵ ژول گرما می‌دهیم تا دمای آن از ۱۵ به ۴۰ درجهٔ سلسیوس افزایش یابد. با محاسبه مشخص کنید فلز مورد نظر کدام‌یک از فلزهای داده شده در جدول زیر است؟

فلز	مس	نقره	آهن	آلومینیم
ظرفیت گرمایی ویژه	۰/۳۸۵	۰/۲۳۵	۰/۴۵۱	۰/۱۲۹

۳۸ اگر دمای ۲۰۰ گرم آهن را ۲۰ درجهٔ سلسیوس افزایش دهیم، گرمای مبادله شده را برحسب ژول محاسبه کنید.
$(c_{Fe} = ۰/۴۵۱\ J/g.^\circ C)$

۳۹ دمای ۱۲۰ میلی لیتر اتانول را از ۱۳ درجه به ۴۰ درجهٔ سلسیوس می‌رسانیم. گرمای مبادله شده را برحسب ژول به‌دست آورید.
$(c_{\text{اتانول}} = ۲/۴۶\ J/g.^\circ C\ ،\ d_{\text{اتانول}} = ۰/۸ g/L)$

۴۰ اگر ۲۰۸ ژول گرما به ۲ گرم گاز هلیم داده شود، دمای آن را از ۲۵ درجه به ۴۵ درجهٔ سلسیوس افزایش خواهد داد. ظرفیت گرمایی ویژه گاز هلیم را محاسبه کنید.

۴۱ آلومینیم اکسید یکی از موادی است که در موتور شاتل‌های فضایی استفاده می‌شود. چند ژول گرما می‌تواند دمای ۱۲۰ گرم آلومینیم اکسید را به اندازه ۵ درجهٔ سلسیوس بالا ببرد؟ $(c_{Al_2O_3} = ۰/۷۷۳\ J.g^{-1}.^\circ C^{-1})$

۴۲ ظرفیت گرمایی ویژه نیکل $۰/۴۴\ J/g.^\circ C$ است. اگر ۸۸ ژول گرما به ۲۵ گرم نیکل در دمای ۲۳ درجهٔ سلسیوس داده شود، دمای پایانی نیکل را محاسبه کنید.

۴۳ مقدار گرمایی که دمای ۱۰۰ گرم آب را ۲۰ درجهٔ سلسیوس افزایش می‌دهد، دمای همین مقدار اتانول را چند درجهٔ سلسیوس افزایش خواهد داد؟ $(c_{H_2O} = ۴/۱۸۴\ J/g.^\circ C\ ،\ c_{C_2H_5OH} = ۲/۴۳۰\ J/g.^\circ C)$

اهداف

آشنایی با مفهوم سامانه، محیط، جاری شدن انرژی، فرایندهای گرماگیر و گرماده

کلیدواژه

سامانه، محیط، فرایند گرماگیر و گرماده

مفاهیم

(۳) جاری شدن انرژی گرمایی

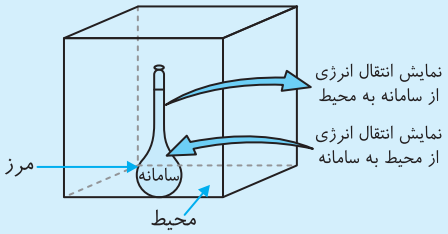
سامانه و محیط

سامانه: بخشی از جهان که از دیدگاه ترمودینامیک بررسی می‌شود، سامانه نامیده می‌شود.

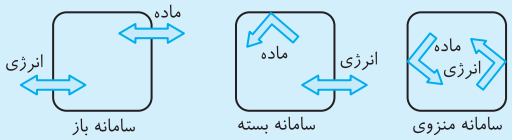
محیط: بخش‌های دیگری از جهان که با سامانه برهم‌کنش دارند، محیط نامیده می‌شود.

نکته: شخص مطالعه‌کننده و نوع مطالعه، سامانه را مشخص می‌کند.

هر سامانه به دلخواه و متناسب با هدف مطالعه انتخاب می‌شود؛ از این رو سامانه می‌تواند ظرف واکنش، یک سلول الکترشیمیایی، یک سلول بیولوژیکی، یخچال، موتوریک خودرو یا ... باشد.



انواع سامانه	باز	مبادله انرژی دارد.	مبادله ماده دارد.	استکان چای، میخ و گلدان
	بسته	مبادله انرژی دارد.	مبادلهٔ ماده ندارد	بطری نوشابه پر و کتری پر از آب
	منزوی (ایزوله)	مبادلهٔ انرژی ندارد	مبادلهٔ ماده ندارد	فلاسک چای



مرز سامانه: به دیواره‌ای که سامانه را از محیط پیرامون جدا می‌کند، مرز سامانه گویند. مرز می‌تواند حقیقی یا مجازی باشد.

مرز سامانه
- حقیقی: یک لیوان محتوی ۵۰ گرم آب یا یک کپسول گاز اکسیژن به عنوان سامانه با یک مرز حقیقی از محیط پیرامون جدا می‌شود.
- مجازی: هنگامی که ۵۰ گرم آهن یا ۷۰ میلی‌لیتر آب یا یک لیتر هوا را به عنوان سامانه در نظر بگیرید، مرز سامانه با محیط مجازی است.

انرژی درونی: مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل ذره‌های سازنده ماده را انرژی درونی گویند.

انرژی درونی = انرژی جنبشی + انرژی پتانسیل

نکته: به انرژی درونی، سطح انرژی سامانه یا محتوا نیز می‌گویند.

سطح انرژی سامانه با پایداری سامانه رابطهٔ وارونه دارد.

پایداری سامانه ⇐ سطح انرژی سامانه ⇑ ⇓

نکته: انرژی کل (E) یک ماده هم‌ارز است با:

$E=K+V+U$

K: انرژی جنبشی ماکروسکوپی ماده (یا سامانه) وابسته به حرکت در فضاست. (هنگام انتقال سامانه از نقطه‌ای به نقطه دیگر)

V: انرژی پتانسیل ماکروسکوپی ماده (یا سامانه) به دلیل تأثیر میدان‌های بیرونی (مانند میدان الکتریکی، گرانشی، ...) است.

U: انرژی درونی ماده (یا سامانه) است که وابسته به جنبش‌های مولکولی و همچنین برهم‌کنش‌های مولکولی است.

نکته: در اغلب بررسی‌های ترمودینامیکی:

سامانه در حال سکون است. بنابراین انرژی جنبشی برابر صفر است $(K = ۰)$

میدان‌های بیرونی بر سامانه اثری ندارند؛ پس انرژی پتانسیل برابر صفر است $(V = ۰)$

در نتیجه انرژی کل سامانه با انرژی درونی برابر خواهد بود. $(E = U)$

نکته: هنگام انجام فرایندهای فیزیکی یا واکنش‌های شیمیایی، انرژی درونی سامانه تغییر (کاهش یا افزایش) می‌کند.

جاری شدن انرژی گرمایی بین سامانه و محیط

جاری شدن انرژی از سامانه به محیط: زمانی رخ می‌دهد که انرژی درونی سامانه از محیط پیرامون بیشتر باشد. در این صورت:

۱) سامانه انرژی از دست می‌دهد.

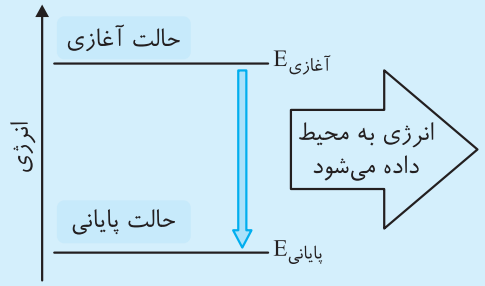
۲) انرژی سامانه کاهش می‌یابد.

۳) سطح انرژی فراورده‌ها پایین‌تر است.

۴) فرایند گرماده است.

۵) $\Delta\theta < 0$

۶) $Q < ۰$



$\Delta E = E_{پایانی} - E_{آغازی}$

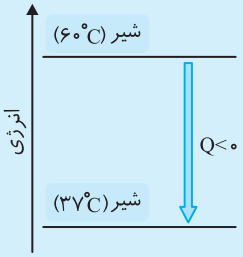
$E_{پایانی} < E_{آغازی}$

$\Delta E < ۰$

سامانه به محیط انرژی می‌دهد.

انرژی درونی سامانه کاهش می‌یابد.

به عنوان مثال در سامانهٔ لیوان شیر با دمای $۶۰^{\circ}C$، شیر به محیط گرما می‌دهد و انرژی سامانه کاهش می‌یابد. تغییر انرژی درونی سامانه تنها ناشی از مبادلهٔ گرما است و این مبادله تا زمانی ادامه می‌یابد که دمای سامانه با دمای محیط برابر شود. در این حالت علامت تغییر انرژی درونی منفی است.



جاری شدن انرژی از محیط به سامانه: زمانی رخ می‌دهد که انرژی درونی سامانه از محیط پیرامون کمتر باشد. در این صورت:

۱) سامانه انرژی جذب می‌کند.

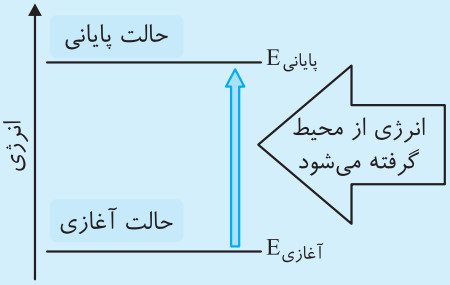
۲) انرژی سامانه افزایش می‌یابد.

۳) سطح انرژی فراورده‌ها بالاتر است.

۴) فرایند گرماگیر است.

۵) $\Delta\theta > 0$

۶) $Q > ۰$



$\Delta E = E_{پایانی} - E_{آغازی}$

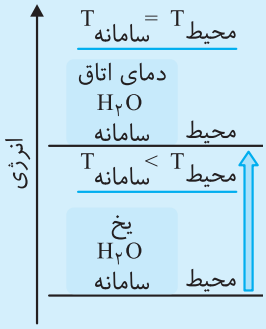
$E_{پایانی} > E_{آغازی}$

$\Delta E > ۰$

محیط به سامانه انرژی می‌دهد.

انرژی درونی سامانه افزایش می‌یابد.

در سامانه یخ درون لیوان، یخ از محیط گرما می‌گیرد و انرژی سامانه افزایش می‌یابد. تغییر انرژی درونی سامانه تنها ناشی از مبادله گرما است. و این مبادله تا زمانی ادامه می‌یابد که دمای سامانه با دمای محیط برابر شود. در این حالت علامت تغییر انرژی درونی، مثبت است.



نکته: اگر گرما از سامانه خارج شود، علامت گرما منفی و اگر گرما وارد سامانه شود، علامت گرما مثبت خواهد بود.

سامانه ⟵ q ⟵ $Q<0$ ؛ $Q>0$ ⟵ q ⟵ سامانه

نماد گرما در واکنش‌های گرماگیر

در طرف واکنش‌دهنده‌ها به‌طور کیفی: $PCl_5 + q \rightarrow PCl_3 + Cl_2$

در طرف واکنش‌دهنده‌ها به‌طور کمی: $PCl_5 + 92/9\ kJ \rightarrow PCl_3 + Cl_2$

روبه‌روی معادلهٔ واکنش به‌طور کمی و با علامت مثبت: $PCl_5 \rightarrow PCl_3 + Cl_2 \quad \Delta H^\circ_{298} = +92/9\ kJ$

نماد گرما در واکنش‌های گرماده

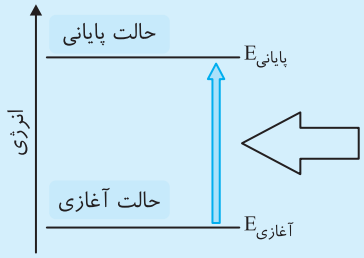
در طرف فراورده‌ها به‌طور کیفی: $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O + q$

در طرف فراورده‌ها به‌طور کمی: $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O + 890\ kJ$

روبه‌روی معادلهٔ واکنش به‌طور کمی و با علامت منفی: $CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O\ ,\ \Delta H^\circ_{298} = -890\ kJ$

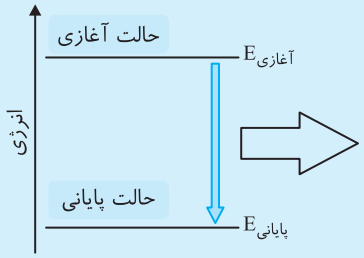
فرایندهای گرماگیر و گرماده

رسم نمودار فرایند گرماگیر:



- ابتدا محور عمودی را محور انرژی در نظر می‌گیریم.
- سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها را با یک خط افقی رسم می‌کنیم.
- سطح انرژی فراورده‌ها را بالاتر از واکنش‌دهنده‌ها با یک خط افقی رسم می‌کنیم.
- اختلاف سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها را گرمای واکنش در نظر می‌گیرم، که مقداری مثبت است.

رسم نمودار فرایند گرماده:



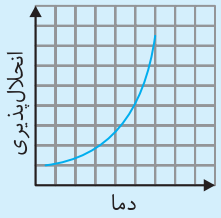
- ابتدا محور عمودی را محور انرژی در نظر می‌گیریم.
- سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها را با یک خط افقی رسم می‌کنیم.
- سطح انرژی فراورده‌ها را پایین‌تر از واکنش‌دهنده‌ها با یک خط افقی رسم می‌کنیم.
- اختلاف سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها را گرمای واکنش در نظر می‌گیرم که مقداری منفی است.

انحلال‌های گرماگیر مهم عبارتند از:

۱- شکر یا ساکارز $(C_{12}H_{22}O_{11})$

۲- نیترات‌ها مانند آمونیوم نیترات (NH_4NO_3)، پتاسیم نیترات (KNO_3)، سدیم نیترات $(NaNO_3)$،

۳- سدیم کلرید $(NaCl)$، پتاسیم کلرید (KCl)، پتاسیم دی کرومات $(K_2Cr_2O_7)$، پتاسیم کلرات $(KClO_3)$



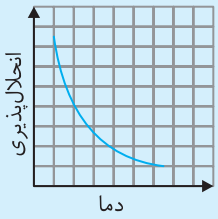
نکته: در انحلال گرماگیر، نمودار انحلال‌پذیری سیر صعودی داشته، افزایش دما موجب افزایش انحلال‌پذیری خواهد شد.

مثال: معادلهٔ تفکیک یونی نمک آمونیوم را در آب بنویسید.

پاسخ:

$$NH_4NO_3\ (s) + 26\ kJ \xrightarrow{H_2O} NH_4^+\ (aq) + NO_3^-\ (aq)$$

انحلال‌های گرمادهٔ مهم عبارتند از:



۱- واکنش اسیدها و بازهای قوی

۲- کلسیم کلرید $(CaCl_2)$

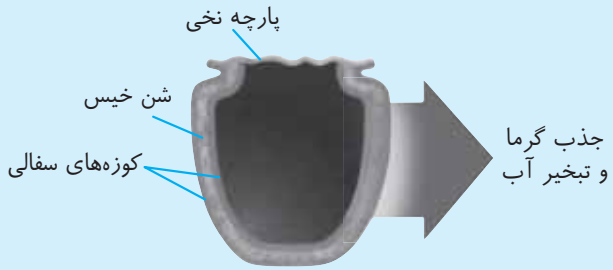
۳- لیتیم سولفات (Li_2SO_4)

۴- همهٔ گازها (به جز گازهای نجیب) مانند کلر (Cl_2)، کربن دی اکسید (CO_2)، آمونیاک (NH_3)، هیدروژن سولفید (H_2S) و ...

۵- الکل‌های سبک مانند متانول (CH_3OH) و اتانول (C_2H_5OH)

نکته: در انحلال گرماده، نمودار انحلال‌پذیری سیر نزولی داشته، افزایش دما موجب کاهش انحلال‌پذیری خواهد شد.

یخچال صحرایی نیجریه: بسیاری از مردم مسلمان کشور نیجریه واقع در شمال قارهٔ آفریقا، در مناطق شمالی که خشک، بیابانی، بادخیز و محروم است، زندگی می‌کنند. معلم مسلمان نیجریایی با طراحی و ساخت دستگاهی ساده و ارزان به مردم کشورش خدمتی ارزنده ارائه کرد. دستگاهی که همانند یخچال اما بدون نیاز انرژی الکتریکی، غذا را خنک و برای مدت طولانی‌تری نگه می‌دارد.



ساختار یخچال صحرایی

او برای ساخت این یخچال، دو ظرف سفالی از جنس خاک رُس را درون یکدیگر قرار داد و میان آنها را با شن خیس، پر کرد. درپوش این مجموعه، پوششی نخی و مرطوب است که تهویه را به آسانی انجام می‌دهد. آب در بدنهٔ سفالی ظرف بیرونی نفوذ کرده و به آرامی تبخیر می‌شود. جذب گرما در این فرایند طبق معادلهٔ زیر باعث افت دما شده و فضای درونی دستگاه و محتویات آن را خنک می‌کند، شرایطی که برای سالم نگه‌داشتن غذا به مدت طولانی‌تر مناسب است.

$$H_2O(l) + 44/1\ kJ \rightarrow H_2O(g)$$

شرکت رولکس کشور سوئیس به پاس خدمت بشردوستانهٔ این معلم مبتکر هر دو سال یک‌بار، دو قطعه از تولیدات قیمتی خود را به ایشان اهدا می‌کند.

تمرین

الف **درست یا نادرست بودن جمله‌های زیر را مشخص کنید.**

۱ **در ترمودینامیک سامانه بخشی از جهان است، که در آن تغییر فیزیکی یا واکنش شیمیایی انجام می‌شود.**

○ درست ○ نادرست

۲ **سامانه‌ای که در آن تنها مبادلهٔ انرژی انجام می‌شود، سامانه بسته نامیده می‌شود.** ○ درست ○ نادرست

۳ **فلاسک دارای آب داغ در حالت ایده‌آل یک سامانه منزوی در نظر گرفته می‌شود.** ○ درست ○ نادرست

۴ **یک میخ آهنی سامانه بسته در نظر گرفته می‌شود.** ○ درست ○ نادرست

۵ **در واکنش‌های گرماده انرژی سامانه، افزایش می‌یابد.** ○ درست ○ نادرست

۶ **در واکنش‌های گرماگیر، سامانه انرژی جذب می‌کند.** ○ درست ○ نادرست

۷ **در فرایند سرد شدن چای داغ، انتقال انرژی تا زمانی ادامه دارد که دمای سامانه کمتر از دمای محیط شود.**

○ درست ○ نادرست

۸ **در یک واکنش گرماگیر، واکنش‌دهنده‌ها پایدارتر از فراورده‌ها هستند.** ○ درست ○ نادرست

۹ **در فرایندهای گرماده علامت تبادل گرمایی مثبت است.** ○ درست ○ نادرست

۱۰ **نمودار انحلال‌پذیری یک انحلال گرماگیر سیر صعودی دارد.** ○ درست ○ نادرست

۱۱ **هنگام استفاده از بسته‌های سرمازا، انرژی گرمایی محیط کاهش می‌یابد.** ○ درست ○ نادرست

۱۲ **واکنش بین گازهای هیدروژن و اکسیژن، یک واکنش گرماگیر است.** ○ درست ○ نادرست

ب جاهای خالی را با کلمه‌های مناسب پر کنید.

۱۳ در ۵۰۰ گرم آب $50^{\circ}C$، در اتاقی با دمای $25^{\circ}C$ ظرف آب را، _____ و اتاق را _____ در نظر می‌گیرند.

۱۴ به سامانه‌ای که تنها با محیط پیرامون، مبادلهٔ انرژی دارد، سامانه _____ گویند.

۱۵ به سامانه‌ای که در آن ماده مبادله نمی‌شود ولی انرژی مبادله می‌شود، سامانه _____ گفته می‌شود.

۱۶ لامپ مهتابی یک سامانه _____ است.

۱۷ انتقال گرما از سامانه به محیط تا جایی پیش می‌رود تا سامانه با محیط _____ شود.

۱۸ فرایندهایی که با _____ انرژی سامانه، مقداری گرما به محیط می‌دهند، گرماده نامیده می‌شوند.

۱۹ در واکنش گرماگیر، سطح انرژی فراورده‌ها _____ از سطح انرژی واکنش‌دهنده‌هاست.

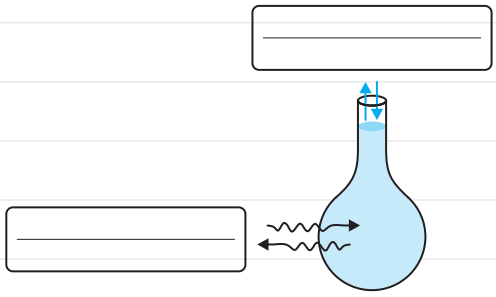
۲۰ در یک واکنش گرماگیر، E پایانی _____ از E آغازی است.

۲۱ در یک واکنش گرماده علامت تغییر انرژی درونی _____ است.

۲۲ واکنش سوختن متان با _____ انرژی درونی سامانه همراه است.

۲۳ فرایند هم دما شدن بستنی در بدن با _____ انرژی و گوارش و سوخت و ساز آن با _____ انرژی همراه است.

۲۴ در تصویر زیر، جاهای خالی را با واژه‌های درست پر کنید.



سامانه باز

ج عبارت‌های داده شده را با انتخاب یکی از کلمه‌های داخل پرانتز کامل کنید.

۲۵ دماسنج الکلی یک سامانه (باز-بسته) است.

۲۶ گاز درون یک لامپ، سامانه (بسته- باز) است.

۲۷ آب دریا یک سامانه (باز/بسته) است.

۲۸ در واکنش گرماده واکنش‌دهنده‌ها (پایدارتر- ناپایدارتر) از فراورده‌ها هستند.

۲۹ در واکنش‌های گرماگیر انرژی از (سامانه به محیط- محیط به سامانه) جاری می‌شود.

۳۰ در واکنش‌های گرماده، سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها (بالاتر- پایین‌تر) از فراورده‌هاست.

۳۱ در واکنش‌های گرماگیر تغییرات دما (کاهشی- افزایشی) است.

۳۲ در یک واکنش گرماگیر علامت Q در طرف (واکنش‌دهنده‌ها- فراورده‌ها) است.

۳۳ در یک واکنش گرماده، انرژی مبادله شده روبه‌روی معادلهٔ واکنش و با علامت (مثبت- منفی) نشان داده می‌شود.

۳۴ در فرایند انحلال آمونیوم نیترات در آب، سطح انرژی یون‌های آب پوشیده (بالاتر- پایین‌تر) از آمونیوم نیترات اولیه است.

۳۵ انحلال کلسیم کلرید در آب با (افزایش / کاهش) و انحلال آمونیوم نیترات در آب با (افزایش- کاهش) انرژی درونی سامانه همراه است.

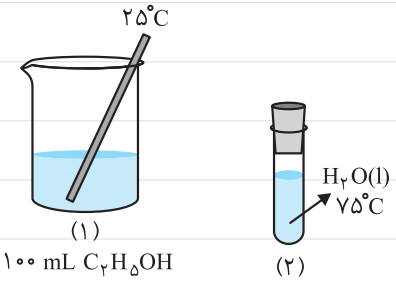
د وصل کنید.

۳۶ مفاهیم ستون «الف» را به ستون «ب» وصل کنید. (دو مورد در ستون «ب» اضافه است.)

«الف»	«ب»
علامت گرما در فرایندهای گرماگیر	بادکنک پر از هوا
مسیر جاری شدن انرژی در فرایند گرماده	آمونیوم نیترات
سامانه بسته	مثبت
مادهٔ موجود در بسته گرمازا	از محیط به سامانه
مادهٔ موجود در بسته گرماگیر	منفی
مسیر جاری شدن انرژی در فرایند گرماگیر	کتری در حال جوش
	از سامانه به محیط
	کلسیم کلرید

هـ به سؤال‌های زیر پاسخ دهید.

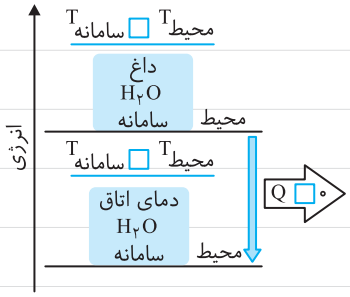
۳۷ با توجه به تصاویر مقابل نوع هر سامانه را مشخص کنید.



۳۸ اگر واکنش مقابل گرماگیر باشد، نماد گرما را در معادلهٔ واکنش وارد کنید.

$$2H_2O(g) \rightarrow 2H_2(g) + O_2(g)$$

۳۹ با توجه به تصویر داده شده، جاهای خالی را با علایم (> = <) کامل کنید.



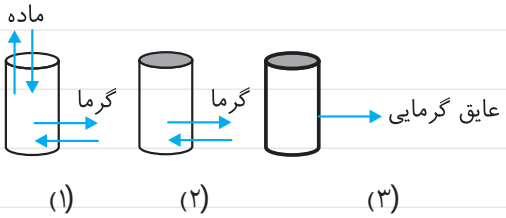
۴۰ اگر در واکنش زیر ۸۹۰ کیلوژول گرما آزاد شود، مقدار گرمای آزاد شده را در معادلهٔ واکنش نشان دهید.

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

۴۱ علامت گرمای مبادله شده در واکنش زیر را مشخص کنید.

$$4NH_3(g) + 5O_2(g) \rightarrow 4NO(g) + 6H_2O(g) + q$$

۴۲ با توجه به تصاویر داده شده، نوع هر سامانه را مشخص کنید.



۴۳ فرایندهایی که با کاهش انرژی سامانه، مقداری گرما به محیط پیرامون می‌دهند، چه نامیده می‌شوند؟

۴۴ در واکنش‌های گرماگیر، تغییرات انرژی سامانه چه روندی دارد؟

۴۵ سطح انرژی سامانه با میزان پایداری سامانه چه رابطه‌ای دارد؟

۴۶ مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل ذره‌های تشکیل‌دهندهٔ ماده را چه می‌نامند؟

۴۷ سامانه‌ای را که با محیط مبادله ماده و انرژی ندارد، چه سامانه‌ای می‌نامند؟

۴۸ در بسته‌های سرمازا از چه ماده‌ای به عنوان حل‌شونده یونی استفاده می‌شود؟

۴۹ اگر انرژی از طرف محیط به سامانه جاری شود، فرایند چه نامیده می‌شود؟

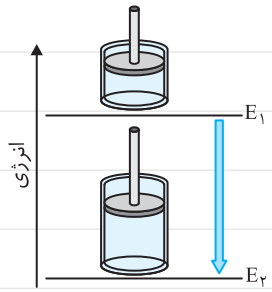
۵۰ جمله‌های زیر را ادامه دهید تا عبارت درستی از نظر علمی حاصل شود.

الف) سامانه باز سامانه‌ای است که _____

ب) فرایند گرماده فرایندی است که در آن _____

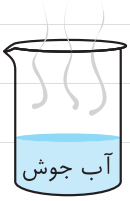
ج) سامانه منزوی سامانه‌ای است که _____

۵۱ با توجه به شکل داده شده، علامت تغییرات انرژی را با ذکر دلیل (ΔE) مشخص کنید.



۵۲ چرا کتری در حال جوشیدن یک سامانه باز محسوب می‌شود؟

۵۳ در مورد شکل روبه‌رو به سؤال‌های زیر پاسخ دهید.



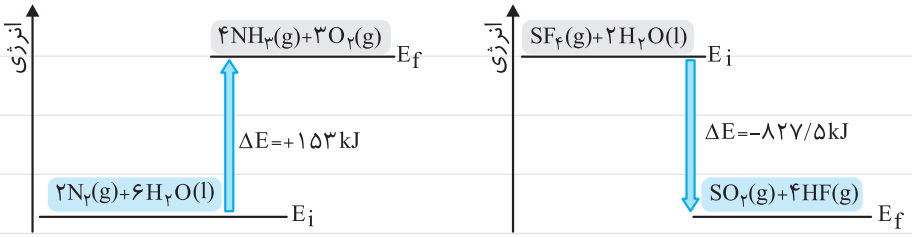
الف) سامانه، محیط و مرز را مشخص می‌کند.

ب) مسیر جاری شدن انرژی بین سامانه و محیط را مشخص کنید.

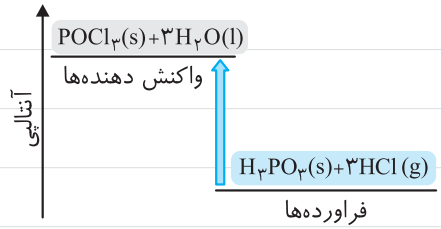
ج) نمودار جاری شدن انرژی را برای شکل داده شده رسم کنید.

د) جاری شدن انرژی تا چه زمانی ادامه می‌یابد؟

۵۴ برای هریک از نمودارهای زیر که جاری شدن انرژی را نشان می‌دهد، معادلهٔ واکنش را نوشته و مقدار گرما را در معادله وارد کنید.



۵۵ با توجه به نمودار داده شده، معادلهٔ واکنش را نوشته و علامت گرما را مشخص کنید.



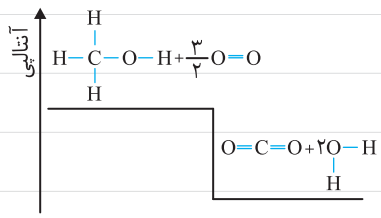
۵۶ برای هریک از واکنش‌ها یا فرایندهای زیر نمودار جاری شدن انرژی را رسم و نوع فرایند (گرماگیر یا گرماده) را مشخص کنید.

الف) $Xe(g) \rightarrow Xe(l) + 12/6\,kJ$

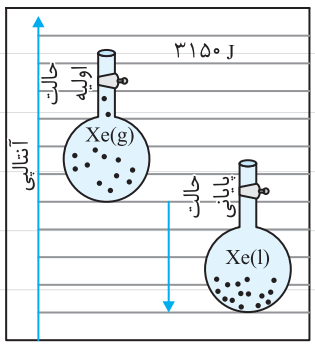
ب) $C_4H_{10}(g) + \frac{13}{2}O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 5H_2O(g) + 2877\,kJ$

ج) $2NH_3(g) + 92\,kJ \rightarrow N_2(g) + 3H_2(g)$

۵۷ با توجه به نمودار واکنش داده شده توضیح دهید واکنش گرماده است یا گرماگیر؟



۵۸ با توجه به شکل مقابل، معادلهٔ فرایند انجام شده را بنویسید.



۵۹ در مورد یک لیوان آب داغ در هوای اتاق، مسیر جاری شدن انرژی بین سامانه و محیط را مشخص کنید؟ (با رسم نمودار)

۶۰ اگر یک قطعه یخ را در دمای اتاق قرار دهیم مسیر جاری شدن انرژی بین سامانه و محیط را مشخص کنید؟ (با رسم نمودار)

۶۱ با توجه به معادلهٔ واکنش زیر، گرماگیر یا گرماده بودن واکنش را مشخص کنید و نمودار جاری شدن انرژی را در آن رسم کنید.

$$۲C_۴H_{۱۰}(g) + ۱۳O_۲(g) \rightarrow ۸CO_۲(g) + ۱۰H_۲O(g) + ۵۷۵۴\ kJ$$

۶۲ نمودار هر یک از واکنش‌های زیر را رسم کنید و موقعیت واکنش‌دهنده‌ها، فراورده‌ها و گرمای واکنش را نشان دهید.

الف) $CH_۴(g) + ۲O_۲(g) \longrightarrow CO_۲(g) + ۲H_۲O(l)$ ، $\Delta H^\circ_{۲۹۸} = -۸۹۰\ kJ$

ب) $۲KClO_۳ \rightarrow ۲KCl + ۳O_۲$ ، $\Delta H^\circ_{۲۹۸} = +۶۴/۲\ kJ$

۶۳ در مورد یخچال صحرایی به سؤال‌های زیر پاسخ دهید.

الف) معادلهٔ فرایند انجام شده را بنویسید.

ب) فرایند انجام شده گرماگیر است یا گرماده؟ چرا؟

ج) نمودار جاری شدن انرژی آن را رسم کنید؟

د) به ازای تبخیر ۷۲۰ گرم آب چه مقدار انرژی گرمایی جذب خواهد شد تا موجب خنک شدن محتویات درون یخچال صحرایی شود؟

اهداف

آشنایی با گرماشیمی، روش‌های داد و ستد گرما، انرژی شیمیایی و عوامل مؤثر بر گرمای واکنش

کلیدواژه

گرماشیمی، واکنش گرماده، واکنش گرماگیر

مفاهیم

(۴) گرماشیمی

هر واکنش شیمیایی ممکن است با تغییر رنگ، تولید رسوب، آزاد شدن گاز، ایجاد نور و صدا همراه باشد. اما یک ویژگی بنیادی در همهٔ واکنش‌های شیمیایی داد و ستد گرما با محیط پیرامون است.

ترموشیمی (گرماشیمی) شاخه‌ای از علم شیمی است که به بررسی موارد زیر می‌پردازد:

- بررسی کمی و کیفی گرمای واکنش‌های شیمیایی
- تغییر گرمای واکنش‌های شیمیایی و تأثیر آن بر حالت ماده

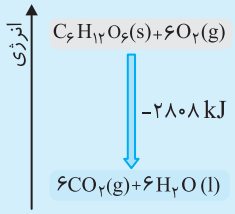
مواد غذایی پس از گوارش، انرژی لازم برای سوخت و ساز یاخته‌ها را در بدن تأمین می‌کنند. سوختن سوخت‌ها، انرژی لازم برای حمل و نقل و نیز گرمایش محیط‌های گوناگون را فراهم می‌کند. زغال کُک، واکنش‌دهنده‌ای رایج در استخراج آهن بوده و تأمین‌کننده انرژی لازم برای انجام این واکنش است.

داد و ستد گرما: غذا منبع انرژی در بدن است منبعی که انرژی آن پس از انجام واکنش‌های شیمیایی گوناگون به بدن می‌رسد.

واکنش‌های موجود در بدن می‌تواند گرماده یا گرماگیر باشد، واکنش‌هایی که برای انجام، باید گرما جذب‌کنند یا از دست بدهند.

برای رسم نمودار یک واکنش (همانطور که در بخش قبل دیدید)، محور عمودی را انرژی در نظر گرفته، سطح انرژی واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها را با یک خط افقی نشان می‌دهند اختلاف سطح انرژی واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها، گرمای جذب شده یا آزاد شده را نشان می‌دهد.

نمودار روبه‌رو، واکنش اکسایش گلوکز برای تولید انرژی در بدن را نشان می‌دهد.

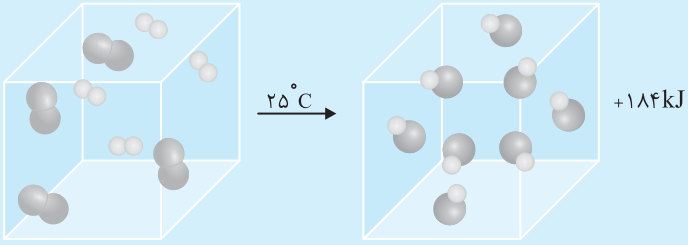


$$C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(l) + 2808\ kJ$$

با وجود تولید انرژی در واکنش اکسایش گلوکز، دمای بدن تغییر محسوسی نمی‌کند؛ زیرا دمای مواد واکنش‌دهنده 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.

انرژی شیمیایی: در برخی منابع، از انرژی پتانسیل موجود در یک نمونه ماده، با نام انرژی شیمیایی یاد می‌شود.

برای مثال سامانه‌ای محتوی یک مول گاز هیدروژن و یک مول گاز کلر را با دمای $25\,^{\circ}C$ در نظر بگیرید. با انجام واکنش شدید میان آنها افزون بر گاز هیدروژن کلرید، گرمای زیادی تولید می‌شود. آزمایش نشان می‌دهد هنگامی که دمای سامانه پس از انجام واکنش به $25\,^{\circ}C$ می‌رسد، گرمای اندازه‌گیری شده پس از تولید دو مول گاز هیدروژن کلرید برابر با ۱۸۴ kJ است.



گرمای آزاد شده در واکنش فوق 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 شده یا آزاد شده در هر واکنش شیمیایی را به‌طور عمده وابسته به تفاوت میان انرژی پتانسیل مواد واکنش‌دهنده و فراورده می‌دانند.

انرژی پتانسیل یک نمونه ماده، انرژی نهفته شده در آن است، مقدار انرژی که ناشی از نیروهای نگه‌دارندهٔ ذره‌های سازندهٔ آن است.

در برخی منابع، انرژی پتانسیل موجود در یک نمونه ماده، با نام انرژی شیمیایی یاد می‌شود.

با انجام یک واکنش شیمیایی و تغییر در شیوهٔ اتصال اتم‌ها به یکدیگر، تفاوت آشکاری در انرژی پتانسیل وابسته به آنها ایجاد می‌شود که در واکنش‌ها به شکل گرما ظاهر می‌شود.

عوامل مؤثر بر گرمای واکنش: گرمای واکنش، کمیتی است که یکی از ویژگی‌های کاربردی و بنیادی هر واکنش به‌شمار می‌رود.

عوامل مؤثر بر گرمای واکنش:
۱- دما
۲- فشار
۳- نوع و مقدار مواد واکنش‌دهنده
۴- نوع فراورده
۵- حالت فیزیکی مواد شرکت‌کننده

اثر دما بر گرمای واکنش: گرمای واکنش به دما بستگی دارد و مقدار آن در دماهای مختلف متفاوت است.

$$N_2(g) + 3H_2(g) \xrightarrow{100^\circ C} 2NH_3(g) + 95\,kJ$$

$$N_2(g) + 3H_2(g) \xrightarrow{300^\circ C} 2NH_3(g) + 102\,kJ$$

اثر فشار بر گرمای واکنش: گرمای واکنش به فشار بستگی دارد و مقدار آن در فشارهای مختلف متفاوت است.

$$N_2(g) + 3H_2(g) \xrightarrow{100\,atm} 2NH_3(g) + 109\,kJ$$

$$N_2(g) + 3H_2(g) \xrightarrow{600\,atm} 2NH_3(g) + 120\,kJ$$

اثر نوع و مقدار مواد واکنش‌دهنده: انرژی پتانسیل پیوندهای موجود در گاز نیتروژن و هیدرازین و نیز تعداد مول‌های مواد واکنش‌دهنده در دو واکنش زیر متفاوت است؛ بنابراین گرمای دو واکنش متفاوت خواهد بود.

$$N_2(g) + 3H_2(g) \xrightarrow{25^\circ C} 2NH_3(g) + 92\,kJ$$

$$N_2H_4(g) + H_2(g) \xrightarrow{25^\circ C} 2NH_3(g) + 183\,kJ$$

هیدرازین (N_2H_4) ماده‌ای پرانرژی است که برای سوخت موشک استفاده می‌شود.

اثر مقدار واکنش‌دهنده‌ها بر گرمای واکنش: گرمای مبادله شده در یک واکنش با مقدار واکنش‌دهنده‌ها متناسب است.

$$N_2(g) + 3H_2(g) \xrightarrow{25^\circ C} 2NH_3(g) + 92\,kJ$$

$$2N_2(g) + 6H_2(g) \xrightarrow{25^\circ C} 4NH_3(g) + 184\,kJ$$

اثر حالت فیزیکی مواد شرکت‌کننده بر گرمای واکنش: گرمای مبادله شده در دو واکنش به علت تفاوت در حالت فیزیکی آب مقدار متفاوتی است.

$$C_3H_8(g) + 5O_2(g) \xrightarrow{25^\circ C} 3CO_2(g) + 4H_2O(g) \qquad \Delta H = -2056\,kJ$$

$$C_3H_8(g) + 5O_2(g) \xrightarrow{25^\circ C} 3CO_2(g) + 4H_2O(l) \qquad \Delta H = -2220\,kJ$$

نکته: تفاوت مقدار گرمای آزاد شده در دو واکنش همان گرمای مربوط به تبخیر ۴ مول آب است.

اتم‌ها در حالت پایه با جذب انرژی به اتم‌های برانگیخته تبدیل می‌شوند. اتم‌های برانگیخته، پرانرژی‌تر و ناپایدارند.

تمرین

الف درست یا نادرست بودن جمله‌های زیر را مشخص کنید.

۱ اگر یک ماده در شرایط یکسان از دو واکنش با واکنش‌دهنده‌های مختلف تشکیل شود، میزان گرمای مبادله شده یکسان خواهد بود. ◯ درست ◯ نادرست

۲ هر چه گرمای آزاد شده در یک واکنش بیشتر باشد، واکنش‌دهنده‌ها از پایداری بیشتری برخوردارند. ◯ درست ◯ نادرست

۳ واکنش سوختن الماس و گرافیت در شرایط یکسان گرمای نابرابری آزاد خواهند کرد. ◯ درست ◯ نادرست

۴ گرمای یک واکنش در دما و فشار ثابت، تنها به حالت فیزیکی مواد شرکت‌کننده بستگی دارد. ◯ درست ◯ نادرست

۵ هر چه میزان گرمای آزاد شده در یک واکنش بیشتر باشد به همان میزان واکنش‌دهنده‌ها از فراورده‌ها پایدارترند. ◯ درست ◯ نادرست

ب جاهای خالی را با کلمه‌های مناسب پر کنید.

۶ یکی از ویژگی‌های بنیادی همهٔ واکنش‌های شیمیایی _____ با محیط پیرامون خود است.

۷ برخی از واکنش‌های شیمیایی برای انجام شدن باید گرما _____ کنند؛ از این رو واکنش گرماگیر نامیده می‌شوند.

۸ واکنش بین گازهای هیدروژن و کلر، یک واکنش _____ است.

۹ واکنش تجزیهٔ کلسیم کربنات و تبدیل به کلسیم اکسید یک واکنش _____ است.

۱۰ اگر دمای مواد واکنش‌دهنده پیش از آغاز واکنش با دمای مواد فراورده در پایان واکنش برابر باشد، واکنش را _____ گویند.

۱۱ منبع انرژی در بدن، _____ است. منبعی که انرژی آن پس از انجام واکنش‌های شیمیایی گوناگون به بدن می‌رسد.

ج عبارت‌های داده شده را با انتخاب یکی از کلمه‌های داخل پرانتز کامل کنید.

۱۲ مقدار گرمای آزاد شده در واکنش گاز هیدروژن و گاز کلر ناشی از تفاوت انرژی گرمایی مواد واکنش‌دهنده و فراورده (است- نیست).

۱۳ در دمای ثابت، تفاوت چشمگیری میان انرژی گرمایی مواد واکنش‌دهنده و فراورده وجود (دارد- ندارد).

۱۴ شیمی‌دان‌ها گرمای مبادله در واکنش‌های شیمیایی را وابسته به تفاوت میان انرژی (جنبشی- پتانسیل) مواد واکنش‌دهنده و فراورده می‌دانند.

۱۵ گرمای واکنش به حالت فیزیکی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها بستگی (ندارد- دارد).

۱۶ با انجام یک واکنش شیمیایی و تغییر در شیوهٔ اتصال اتم‌ها به یکدیگر، تفاوت آشکاری در انرژی (پتانسیل- جنبشی) آنها ایجاد شده و این تغییر انرژی در واکنش به شکل (کار- گرما) ظاهر می‌شود.

د به سؤال‌های زیر پاسخ دهید.

۱۷ در واکنش کامل ۴/۸۸ گرم باریم هیدروکسید آبدار و خالص با مقدار کافی از آمونیوم کلرید، چه مقدار گرما جذب یا آزاد می‌شود؟

$$Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O(s) + 2NH_4Cl(s) + 80/30\ kJ \rightarrow BaCl_2(aq) + 2NH_3(aq) + 10\,H_2O(l)$$

۱۸ واکنش‌های زیر در دمای $25^\circ C$ و فشار $1atm$ انجام شده‌اند. آیا گرمای آزاد شده در دو واکنش یکسان است؟ چرا؟

۱) $CH_3OH(g) + \frac{3}{2}O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l) + 764\ kJ$

۲) $CH_3OH(g) + \frac{3}{2}O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g) + ?\ kJ$

۱۹ با توجه به اطلاعات داده شده، چرا گرمای آزاد شده در واکنش (۲) بیشتر است؟

۱) $C_3H_8(g) + 5O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(g) + 2056\ kJ$

۲) $C_3H_8(g) + 5O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(l) + 2220\ kJ$

۲۰ چرا گرمای آزاد شده در واکنش (۲) بیشتر از واکنش (۱) است؟

۱) $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$

۲) $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$

۲۱ نمودار انرژی هریک از واکنش‌های زیر را رسم کنید و علامت گرما را روی نمودار نشان دهید.

الف) $Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O(s) + 2NH_4Cl(s) + 80/30\,kJ \rightarrow BaCl_2(aq) + 2NH_3(aq) + 10H_2O(l)$

ب) $C_3H_8(g) + 5O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(l) + 2220\,kJ$

۲۲ گرمای حاصل از واکنش سوختن ۰/۸۸ گرم پروپان چند گرم آب ۲۰ درجه را می‌تواند تا دمای ۴۵ درجهٔ سلسیوس گرم کند؟

$C_3H_8(g) + 5O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(l) + 2220\,kJ$ ، $(c_{H_2O} = 4/184\ J/g.^\circ C)$

۲۳ از واکنش ۵/۶ گرم گاز نیتروژن با مقدار اضافی از گاز هیدروژن طبق واکنش زیر، چند کیلوژول گرما آزاد خواهد شد؟

$N_2(g) + 3H_2(g) \xrightarrow{25^\circ C} 2NH_3(g) + 92\,kJ$ ، $(N = 14\ g/mol)$

۲۴ با توجه به واکنش اکسایش گلوکز به سؤال‌های زیر پاسخ دهید.

$$C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(l) \quad \Delta H = -2808\,kJ$$

الف) گرماگیر یا گرماده بودن واکنش را مشخص کنید.

ب) آیا با انجام این واکنش، دمای بدن تغییر محسوسی می‌کند؟ چرا؟

ج) نمودار جاری شدن انرژی را برای این واکنش رسم کنید.

د) از اکسایش ۳۶ گرم گلوکز در بدن، چه مقدار انرژی گرمایی مبادله خواهد شد؟

۲۵ با توجه به واکنش زیر به سؤال‌ها پاسخ دهید.

$$N_2H_4(g) + H_2(g) \xrightarrow{25^\circ C} 2NH_3(g) + 183\,kJ$$

الف) گرماگیر یا گرماده بودن واکنش را مشخص کنید.

ب) نمودار جاری شدن انرژی را برای این واکنش رسم کنید.

ج) با ۲ برابر کردن ضرایب واکنش فوق، مقدار گرمای مبادله شده چه تغییر خواهد کرد؟

د) از واکنش ۱۴/۲۲ گرم هیدرازین با خلوص ۹۰ درصد با مقدار کافی گاز هیدروژن طبق واکنش فوق، چند کیلوژول گرما مبادله می‌شود؟

دانش‌آموزان عزیز؛ برای مطالعهٔ آزمون پایانی دی ماه به انتهای فصل دوم مراجعه کنید.

اهداف

آشنایی با تعریف آنتالپی، تغییرات آنتالپی، آنتالپی (تبخیر، فرازش، چگالش و ...)، گروه‌های عاملی

کلیدواژه

آنتالپی، نماد آنتالپی، علامت آنتالپی، گروه عاملی

مفاهیم

(۵) آنتالپی، همان محتوای انرژی است.

آنتالپی: هر نمونه ماده شامل مجموعه‌ای از شمار بسیار زیادی ذره‌های سازندهٔ است. ذره‌های سازندهٔ ماده افزون بر جنبش‌های نامنظم، با یکدیگر بر هم‌کنش نیز دارند. ذره‌های سازندهٔ یک نمونه ماده افزون بر انرژی جنبشی، دارای انرژی پتانسیل نیز هستند. شیمی‌دان‌ها انرژی کل هر سامانه (انرژی جنبشی و پتانسیل) را هم ارز با محتوای انرژی یا آنتالپی آن می‌دانند.

هر سامانه در دما و فشار ثابت، آنتالپی معینی دارد.

با انجام واکنش شیمیایی گرماگیر در یک سامانه، مواد با محتوای انرژی (آنتالپی) کمتر به موادی با محتوای انرژی (آنتالپی) بیشتر تبدیل می‌شوند.

از آنجا که داد و ستد انرژی در واکنش‌ها به طور عمده به شکل گرما ظاهر می‌شود، شیمی‌دان‌ها تغییر آنتالپی واکنش را هم‌ارز با گرمایی می‌دانند که در فشار ثابت با محیط پیرامون مبادله می‌کند.

آنتالپی: گرمای واکنش در فشار ثابت را آنتالپی یا محتوای انرژی می‌گویند و آن را با نماد Q_p نمایش می‌دهند.

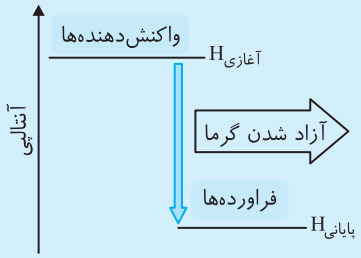
نکته: شیمی‌دان‌ها برای یک واکنش، اغلب به جای تغییر آنتالپی واکنش، واژه آنتالپی واکنش را به کار می‌برند. نماد آنتالپی H و نماد تغییرات آنتالپی یک واکنش ΔH است.

تغییرات آنتالپی یک واکنش از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

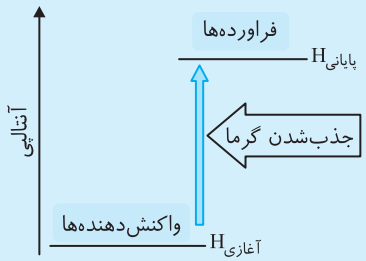
$$\Delta H_{(\text{واکنش})} = H(\text{مواد فراورده}) - H(\text{مواد واکنش دهنده}) = Q_p$$

H (مواد واکنش دهنده) : آنتالپی واکنش‌دهنده‌ها H (مواد فراورده) : آنتالپی فراورده‌ها Q_p : گرمای واکنش در فشار ثابت

نکته: در واکنش شیمیایی گرماده مواد با محتوای انرژی (آنتالپی) بیشتر به موادی با محتوای انرژی پایین‌تر تبدیل می‌شوند. تغییر آنتالپی این واکنش به شکل آزاد شدن گرما ظاهر می‌شود.



نکته: در واکنش شیمیایی گرماگیر مواد با محتوای انرژی (آنتالپی) پایین‌تر به موادی با محتوای انرژی بالاتر تبدیل می‌شوند. تغییر آنتالپی این واکنش به شکل جذب گرما ظاهر می‌شود.

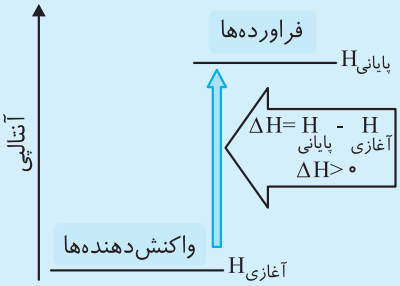


نکته: در واکنش‌های گرماگیر، آنتالپی فراورده‌ها بیشتر از آنتالپی واکنش‌دهنده‌هاست. در نتیجه علامت تغییر آنتالپی مثبت است.

$$\Delta H = H_{\text{پایانی}} - H_{\text{آغازی}}$$

$$H_{\text{پایانی}} > H_{\text{آغازی}}$$

$$\Delta H > 0$$



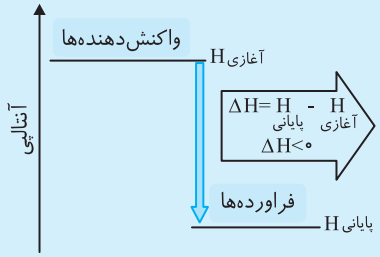
علامت تغییر آنتالپی فرایندهای فیزیکی مانند ذوب، تبخیر، فرازش (تصعید) مثبت بوده و گرماگیر هستند. شکستن پیوندهای اشتراکی بین دو اتم و ایجاد اتم‌های جدا از هم گرماگیر بوده و تغییر آنتالپی آنها مثبت است.

نکته: در واکنش‌های گرماده، آنتالپی فراورده‌ها کمتر از آنتالپی واکنش‌دهنده‌هاست. درنتیجه علامت تغییر آنتالپی منفی است.

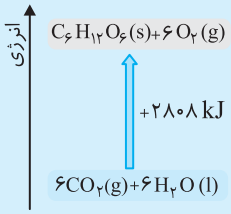
$$\Delta H = H_{\text{پایانی}} - H_{\text{آغازی}}$$

$$H_{\text{پایانی}} < H_{\text{آغازی}}$$

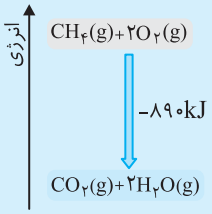
$$\Delta H < 0$$



برای مثال نمودار تغییر آنتالپی فرایند فتوسنتز به‌صورت زیر است:

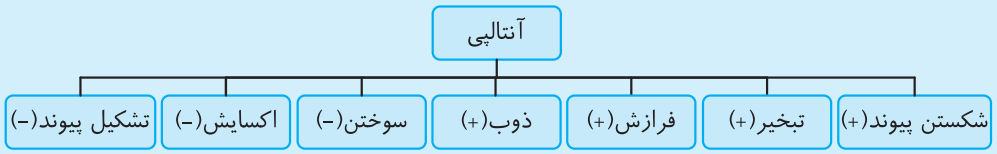


برای مثال نمودار تغییر آنتالپی واکنش سوختن گاز متان به‌صورت زیر است:

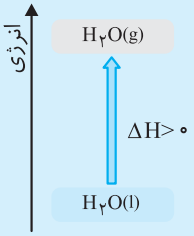


علامت تغییر آنتالپی فرایندهای فیزیکی مانند انجماد، میعان، چگالش منفی بوده و گرماده هستند. همهٔ واکنش‌های سوختن و اکسایش و تشکیل پیوند میان اتم‌ها نیز گرماده بوده و تغییر آنتالپی آنها منفی است.

نکته: مقدار عددی ΔH یک فرایند، بزرگی آن را نشان می‌دهد و علامت مثبت یا منفی، گرماگیر یا گرماده بودن آن را مشخص می‌کند.



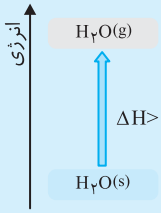
آنتالپی تبخیر: مقدار گرمایی که لازم است، تا یک مول ماده از حالت مایع به حالت گازی تبدیل شود. آنتالپی تبخیر همواره مثبت است.



$CH_3OH(l) \rightarrow CH_3OH(g)$ ، $\Delta H > 0$

$H_2O(l) \rightarrow H_2O(g)$ ، $\Delta H > 0$

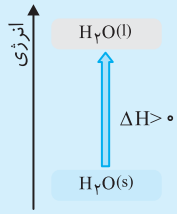
آنتالپی فرازش (تصعید): مقدار گرمایی که لازم است، تا یک مول ماده مستقیماً از حالت جامد به حالت گازی تبدیل شود. آنتالپی فرازش همواره مثبت است.



$CO_2(s) \rightarrow CO_2(g) \quad ، \Delta H > 0$

$I_2(s) \rightarrow I_2(g) \quad ، \Delta H > 0$

آنتالپی ذوب: مقدار گرمایی که لازم است، تا یک مول ماده از حالت جامد به حالت مایع تبدیل شود. آنتالپی ذوب همواره مثبت است.



$NaCl(s) \rightarrow Na^+(l) + Cl^-(l) \quad ، \Delta H > 0$

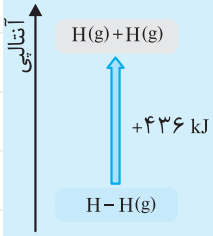
$MgCl_2(s) \rightarrow Mg^{2+}(l) + 2Cl^-(l) \quad ، \Delta H > 0$

نکته: تغییر حالت فیزیکی یک ماده خالص بر اثر ذوب، تبخیر و فرازش (تصعید) فرایندهایی گرماگیر و تغییر حالت فیزیکی یک مادهٔ خالص بر اثر انجماد، میعان و چگالش، فرایندهای گرماده هستند.

آنتالپی پیوند و میانگین آن: انجام یک واکنش شیمیایی نشانه‌ای از تغییر در شیوهٔ اتصال اتم‌ها به یکدیگر است که به تغییر در ساختار و خواص مواد منجر خواهد شد. یکی از خواصی که در واکنش‌های شیمیایی تغییر می‌کند، محتوای انرژی مواد یا آنتالپی آنها است.

توصیف فوق، اهمیت پیوندهای شیمیایی و نقش انرژی وابسته به آنها را در گرمای یک واکنش نشان می‌دهد.

نمونه‌ای از گاز هیدروژن، مجموعه‌ای از شمار بسیار زیادی مولکول دو اتمی بوده و هر مولکول شامل دو اتم هیدروژن با یک پیوند اشتراکی است. برای تبدیل این مولکول‌ها به اتم‌های جدا از هم انرژی صرف می‌شود. شواهد تجربی نشان می‌دهد که انرژی لازم برای شکستن پیوندهای اشتراکی موجود در یک مول $H_2(g)$ و تبدیل آن به دو مول $H(g)$ حدود ۴۳۶kJ است.



$H - H(g) + 436kJ \rightarrow 2H(g)$

نکته: در ترموشیمی به مقدار ۴۳۶kJ، آنتالپی پیوند $(H-H)$ می‌گویند و آن را با نماد $\Delta H(H-H) = 436kJ.mol^{-1}$ نشان می‌دهند.

در مولکول‌های چند اتمی مانند CH_4 ، H_2O ، NH_3 که 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.

به عنوان مثال بر اساس واکنش: $CH_4(g) + 1660kJ \rightarrow C(g) + 4H(g)$ میانگین آنتالپی پیوند $(C-H)$ در جدول‌ها $415kJ.mol^{-1}$ گزارش شده است. به عبارت دیگر $\Delta H_{(C-H)} = 415kJ.mol^{-1}$ است.

آنتالپی پیوند به عوامل زیر بستگی دارد:

۱- طول پیوند: هر چه طول پیوند بیشتر باشد، آنتالپی پیوند کمتر است.

$d_{H-F} < d_{H-Cl} < d_{H-Br} < d_{H-I} \Rightarrow \Delta H_{H-F} > \Delta H_{H-Cl} > \Delta H_{H-Br} > \Delta H_{H-I}$

نکته: مورد نقض این عامل در مورد هالوژن‌هاست. فلوئور به‌دلیل شعاع بسیار کوچک و دافعهٔ جفت الکترون‌های ناپیوندی دارای آنتالپی کمتری است.

$d_{F-F} < d_{Cl-Cl} < d_{Br-Br} < d_{I-I} \Rightarrow \Delta H_{Cl-Cl} > \Delta H_{Br-Br} > \Delta H_{F-F} > \Delta H_{I-I}$

۲- تعداد پیوند (مرتبه پیوند): هرچه تعداد پیوند میان دو اتم معین بیشتر باشد، آنتالپی پیوند بیشتر است.

مرتبه پیوند: $C \equiv C > C = C > C - C \Rightarrow \Delta H_{C \equiv C} > \Delta H_{C=C} > \Delta H_{C-C}$

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

نکته: البته می‌توان این مورد را به کمک طول پیوند و رابطهٔ آن با آنتالپی پیوند نیز بررسی کرد.

در مولکول آب، دو پیوند $O-H$ وجود دارد و تفکیک مولکول آب به اتم‌هایش با شکستن این دو پیوند صورت می‌گیرد. مقدار ΔH برای این واکنش:

$$H-O-H(g) \rightarrow ۲H(g)+O(g) \quad ، \Delta H=+۹۲۶kJ$$

به فرایندی اشاره دارد که در آن دو مول از پیوندهای $O-H$ شکسته می‌شوند؛ بنابراین میانگین آنتالپی پیوند برای پیوندهای $O-H$ برابر با $+۹۲۶kJ / ۲mol$ یا $+۴۶۳kJ / mol$ خواهد بود. به طور کلی شکستن دومین پیوند در مولکول‌هایی مانند آب، آسان‌تر از شکستن نخستین پیوند است.

$$H-O-H(g) \rightarrow H(g)+O-H(g) \quad ، \Delta H_۱=+۵۰۱kJ$$

$$O-H(g) \rightarrow H(g)+O(g) \quad ، \Delta H_۲=+۴۲۵kJ$$

$$\Delta H_{(H-O)}=\frac{۱}{۲}(\Delta H_۱+\Delta H_۲)=\frac{۱}{۲}(۵۰۱+۴۲۵)=+۴۶۳kJ$$

نکته: در مولکول‌های چند اتمی به کار بردن میانگین آنتالپی پیوند مناسب‌تر است.

مثال: برای واکنش مقابل میانگین آنتالپی پیوند را محاسبه کنید. $CH_۴(g)+۱۶۶۰kJ \rightarrow C(g)+۴H(g)$

پاسخ:

$$CH_۴(g) \rightarrow CH_۳(g)+H(g) \qquad \Delta H_۱$$

$$CH_۳(g) \rightarrow CH_۲(g)+H(g) \qquad \Delta H_۲$$

$$CH_۲(g) \rightarrow CH(g)+H(g) \qquad \Delta H_۳$$

$$CH(g) \rightarrow C(g)+H(g) \qquad \Delta H_۴$$

$$\Delta H_{(C-H)}=\frac{۱}{۴}(\Delta H_۱+\Delta H_۲+\Delta H_۳+\Delta H_۴)=\frac{۱}{۴}(۱۶۶۰)=+۴۱۵kJ$$

نکته: ترتیب آنتالپی چهار مرحله $\Delta H_۱ < \Delta H_۲ < \Delta H_۳ < \Delta H_۴$ از آنجا که $۱۶۶۰kJ/۴mol(C-H)$ به‌کار رفته است. بنابراین میانگین آنتالپی پیوند برابر $۴۱۵kJ / mol(C-H)$ خواهد بود.

گروه‌های عاملی: ادویه‌ها افزون بر رنگ، بو و مزهٔ خوشایندی که به غذا می‌دهند، مصرف دارویی نیز دارند آن چنان که امروزه این موارد برای جلوگیری از گرسنگی، افزایش سوخت و ساز، جلوگیری از التهاب، پیشگیری از سرطان و گاهی بهبود یا رفع آن به کار می‌روند.

یافته‌های تجربی بیانگر آن است که چنین خواصی در ادویه‌ها به طور عمده وابسته به ترکیب‌های آلی موجود در آنها است. ترکیب‌هایی که در ساختار خود افزون بر اتم‌های کربن و هیدروژن، اتم‌های اکسیژن، گاهی نیتروژن و گوگرد نیز دارند. شواهد تجربی نشان می‌دهد که تفاوت در خواص ادویه‌ها به دلیل تفاوت در ساختار این مواد آلی است. بررسی مواد آلی موجود در این ادویه‌ها نشان می‌دهد که وجود آرایش ویژه‌ای از اتم‌ها به نام گروه عاملی نقش تعیین کننده‌ای در خواص آنها دارد.

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

گروه عاملی کربونیل: آرایش اتم‌های کربن و اکسیژن با پیوند دو گانه $C=O$ نشانهٔ وجود یک گروه عاملی به نام کربونیل است. گروهی که به آلدهیدها و کتون‌ها خواص ویژه‌ای می‌بخشد.

$$-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$$

آلدهیدها: گروهی از ترکیبات آلی هستند که در آنها گروه کربونیل از یک طرف به هیدروژن و از طرف دیگر به یک گروه آلکیل متصل است.

فرمول عمومی آلدهیدها $C_nH_{۲n}O$ یا $RCHO$ و ساده‌ترین آلدهید دارای فرمول مولکولی $CH_۲O$ است. برای نام‌گذاری آلدهیدها از نام عمومی آلکانال استفاده می‌کنند، بنابراین نام ساده‌ترین آلدهید، متانال است که نام قدیمی آن، فرمالدهید است.

$$H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$$

متانال (فرمالدهید)

$$CH_۳-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$$

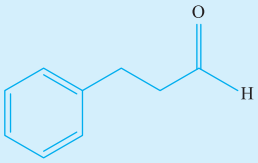
اتانال (استالدهیدها)

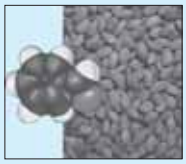
$$CH_۳CH_۲-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$$

پروپانال (پروپیونالدهید)

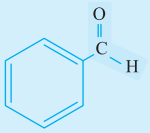
آلدهید موجود در بادام، بنزآلدهید نام دارد که دارای فرمول C_6H_5CHO است.

دارچین





بادام



کتون‌ها: گروهی از ترکیبات آلی هستند که در آن‌ها گروه کربونیل از هر دو طرف به یک گروه آلکیل متصل است. گروه‌های آلکیل ممکن است یکسان یا متفاوت باشند.

فرمول عمومی کتون‌ها $C_nH_{2n}O$ یا $RCOR$ یا $RCOR'$ و ساده‌ترین کتون، دارای فرمول مولکولی CH_3COCH_3 است. برای نام‌گذاری کتون‌ها شماره کربن حامل گروه کربونیل را نوشته، پس از نوشتن علامت خط تیره نام آلکان مربوطه و در آخر پسوند (-ون) را اضافه می‌کنند.

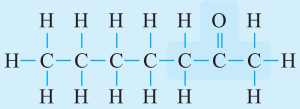
۲- بوتانون

۲- پنتانون

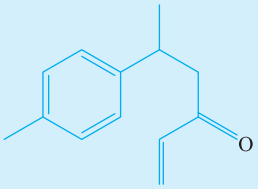
۳- پنتانون

کتون موجود در میخک، ۲- هپتانون است که دارای فرمول مولکولی $C_7H_{14}O$ است.

میخک



زردچوبه



نکته: آلدهیدها و کتون‌های دارای کربن برابر، ایزومر (همپار) یکدیگرند.

الکل‌ها: گروهی از ترکیبات آلی هستند که در آن‌ها گروه هیدروکسیل $(-OH)$ به یک زنجیر هیدروکربنی متصل است. ساده‌ترین الکل با فرمول CH_3-OH متانول یا متیل الکل است که به الکل چوب معروف است.

فرمول عمومی الکل‌ها $R-OH$ یا $C_nH_{2n+1}OH$ است که در آن $R-$ گروه آلکیل است.

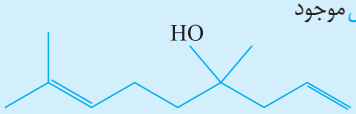
CH_3OH
متانول (متیل الکل یا الکل چوب)

CH_3CH_2OH
اتانول (اتیل الکل یا الکل میوه)

$CH_3CH_2CH_2OH$
۱- پروپانول

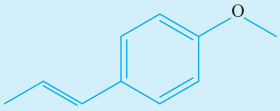
$CH_3\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}HCH_3$
۲- پروپانول

طعم و بوی گشنیز به طور عمده وابسته به وجود گروه عاملی هیدروکسیل موجود در آن است.



اترها: گروهی از ترکیبات آلی هستند که در آن‌ها گروه عاملی اتری $(-O-)$ از دو طرف به گروه آلکیل متصل است.

طعم و بوی رازیانه به طور عمده وابسته به وجود گروه عاملی اتری موجود در آن است.



فرمول عمومی اترها به‌صورت $R-O-R$ یا $R-O-R'$ است. ساده‌ترین اتر، متوکسی متان یا دی‌متیل اتر با فرمول CH_3-O-CH_3 است.

ایزومر یا همپار: شیمی‌دان‌ها به موادی که فرمول مولکولی یکسان اما ساختار متفاوتی دارند، ایزومر یا همپار می‌گویند.

نکته: الکل‌ها و اترهای هم‌کربن، آلدهیدها و کتون‌های هم‌کربن، کربوکسیلیک اسیدها و استرهای هم‌کربن و ... ایزومر یکدیگرند.

تمرین

الف درست یا نادرست بودن جمله‌های زیر را مشخص کنید.

۱ ذره‌های سازندهٔ یک نمونه ماده تنها دارای انرژی جنبشی هستند. ○ درست ○ نادرست

۲ ○ درست ○ نادرست

۳ برای مولکول‌هایی مانند CH_4 ، H_2O ، NH_3 ، H_2 به کار بردن میانگین آنتالپی پیوند مناسب‌تر است. ○ درست ○ نادرست

۴ تجربه نشان می‌دهد که خواص ادویه‌ها به طور عمده وابسته به ترکیب‌های آلی موجود در آنها است. ○ درست ○ نادرست

۵ تفاوت در خواص ادویه‌ها به دلیل تفاوت در ساختار مواد معدنی موجود در آنها است. ○ درست ○ نادرست

۶ آرایش اتم‌های کربن و اکسیژن با پیوند دو گانهٔ کربن - اکسیژن، نشانهٔ وجود یک گروه عاملی به نام کربونیل است. ○ درست ○ نادرست

۷ ترکیب آلی موجود در بادام، ترکیبی به نام ۲- هپتانول است. ○ درست ○ نادرست

۸ طعم و بوی گشنیز و رازیانه به طور عمده، به ترتیب وابسته به گروه عاملی الکلی و اتری در آنها است. ○ درست ○ نادرست

ب جاهای خالی را با کلمه‌های مناسب پر کنید.

۹ تغییر حالت فیزیکی یک ماده خالص مانند ذوب، تبخیر و فرازش، فرایندهایی _____ می‌باشند.

۱۰ ذره‌های سازندهٔ ماده افزون بر جنبش‌های _____ با یکدیگر برهم‌کنش نیز دارند.

۱۱ هر سامانه در دما و فشار _____، مقدار آنتالپی، معینی دارد.

۱۲ با انجام واکنش شیمیایی گرماگیر در یک سامانه، مواد با آنتالپی _____ به موادی با آنتالپی _____ تبدیل می‌شوند.

۱۳ داد و ستد انرژی در واکنش‌های شیمیایی به طور عمده به شکل _____ ظاهر می‌شود.

۱۴ سوختن مواد سوختنی از جمله واکنش‌های _____ و شکستن پیوند اشتراکی بین دو اتم از جمله واکنش‌های _____ است.

۱۵ علامت ΔH واکنش‌های زیر را مشخص کنید.

الف) $\Delta H \square 0$ $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$

ب) $\Delta H \square 0$ $C_6H_6(L) \rightarrow C_6H_6(g)$

ج) $\Delta H \square 0$ $CH_3OH(g) \rightarrow CH_3OH(l)$

د) $\Delta H \square 0$ $SiCl_4(g) \rightarrow Si(s) + 2Cl_2(g)$

ج عبارت‌های داده شده را با انتخاب یکی از کلمه‌های داخل پرانتز کامل کنید.

۱۶ با انجام واکنش شیمیایی (گرماده- گرماگیر) در یک سامانه، مواد با آنتالپی بیشتر به مواد با آنتالپی کمتر تبدیل می‌شوند.

۱۷ در واکنش‌های شیمیایی، تغییر (آنتالپی- انرژی) به صورت گرما ظاهر می‌شود.

۱۸ واکنش $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$ از جمله واکنش‌های (گرماگیر- گرماده) است.

۱۹ انجام یک واکنش شیمیایی نشانه‌ای از تغییر در شیوهٔ اتصال (مولکول- اتم)ها به یکدیگر است که به تغییر در ساختار و خواص مواد منجر می‌شود.

۲۰ انرژی لازم برای شکستن پیوندهای اشتراکی موجود در یک مول $H_2(g)$ و تبدیل آن به دو مول $H(g)$ حدود(۴۶۳-۴۳۶) کیلوژول است.

۲۱ در فرایند شکستن پیوند اشتراکی موجود در مولکول هیدروژن، سطح آنتالپی مولکول هیدروژن (بالاتر- پایین‌تر) از اتم‌های هیدروژن است.

د وصل کنید.

۲۲ هر یک از مفاهیم ستون «الف» را به واکنش‌های ستون «ب» وصل کنید.

«الف»	«ب»
آنتالپی تبخیر	$C_3H_8(g) + 5O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(g)$
آنتالپی ذوب	$Fe(NO_3)_3(s) \rightarrow Fe^{3+}(aq) + 3NO_3^-(aq)$
آنتالپی انحلال	$AlF_3(s) \rightarrow Al^{3+}(l) + 3F^-(l)$
آنتالپی فرازش	$I_2(s) \rightarrow I_2(g)$
آنتالپی سوختن	$C_2H_5OH(l) \rightarrow C_2H_5OH(g)$
	$4C_3H_5(NO_3)_3(l) \rightarrow 12CO_2(g) + 10H_2O(g) + 6N_2(g) + O_2(g)$
	$3Mg(OH)_2(aq) + 2H_3PO_4(aq) \rightarrow Mg_3(PO_4)_2(s) + 6H_2O(l)$

هـ به سؤال‌های زیر پاسخ دهید.

۲۳ آنتالپی پیوند $Cl - Cl$ برابر $328 kJ.mol^{-1}$ و آنتالپی پیوند $Br - Br$ برابر $276 kJ.mol^{-1}$ است. کدام پیوند قوی‌تر است؟ چرا؟

۲۴ با توجه به طول پیوندهای $C - F$، $C - Cl$، $C - Br$ و $C - I$ آنتالپی پیوندهای داده شده را با ذکر دلیل مقایسه کنید.

۲۵ با توجه به اینکه آنتالپی پیوندهای بین اتم‌های کربن به شکل زیراست، قدرت پیوند و طول پیوندهای بین کربن - کربن را با هم مقایسه کنید. $(\Delta H_{(C-C)} = 348, \Delta H_{(C=C)} = 614, \Delta H_{(C\equiv C)} = 839\ kJ.mol^{-1})$

۲۶ آنتالپی پیوندهای مقابل را با نوشتن دلیل با هم مقایسه کنید. $(N - F, N - I, N - Cl, N - Br)$

۲۷ آنتالپی پیوندهای مقابل را با نوشتن دلیل با هم مقایسه کنید. $(C-O, C=O, C\equiv O)$

۲۸ میانگین آنتالپی پیوند $C-Br$ برابر $۲۷۶\ kJ.mol^{-۱}$ است. بر این اساس ΔH فرایند زیر را محاسبه کنید.

$$CBr_{۴}(g) \rightarrow C(s) + ۴Br(g) \qquad \Delta H = ?KJ$$

۲۹ آنتالپی واکنش زیر برابر $۱۱۷۳kJ$ است. بر این اساس، میانگین آنتالپی پیوند $N-H$ را محاسبه کنید.

$$NH_{۳}(g) \rightarrow N(g) + ۳H(g) \qquad \Delta H = +۱۱۷۳kJ$$

۳۰ آنتالپی واکنش زیر برابر $۱۵۹۸kJ$ است. بر این اساس، میانگین آنتالپی پیوند $C=O$ را محاسبه کنید.

$$CO_{۲}(g) \rightarrow C(g) + ۲O(g) \qquad \Delta H = +۱۵۹۸kJ$$

۳۱ اگر میانگین آنتالپی پیوند $O-H$ برابر $+۴۶۳kJ$ و آنتالپی واکنش $H-O-H(g) \rightarrow H(g) + O-H(g)$ برابر $+۵۰۱kJ$ باشد، آنتالپی واکنش زیر را محاسبه کنید.

$$O-H(g) \rightarrow H(g) + O(g) \qquad \Delta H = ?\,kJ$$

۳۲ اگر به ازای تجزیهٔ یک مول $NOCl(g)$ طبق واکنش زیر ۷۵ کیلوژول گرما مصرف شود، آنتالپی واکنش زیر چند کیلوژول خواهد بود؟

$$۲NOCl(g) \rightarrow ۲NO(g) + Cl_{۲}(g) \qquad \Delta H = +۷۵kJ$$

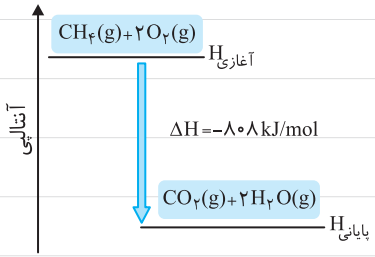
$$\frac{۱}{۲}NO(g) + \frac{۱}{۴}Cl_{۲}(g) \rightarrow \frac{۱}{۲}NOCl(g) \qquad \Delta H = ?\,kJ$$

۳۳ اگر ΔH واکنش $۲NO_{۲}(g) \rightarrow N_{۲}O_{۴}(g)$ برابر -۵۸ کیلوژول بر مول باشد، آنتالپی واکنش زیر را محاسبه کنید.

$$\frac{۳}{۴}N_{۲}O_{۴}(g) \rightarrow \frac{۳}{۲}NO_{۲}(g) \qquad \Delta H = ?kJ$$

۳۴ نمودار تغییر آنتالپی در واکنش سوختن یک مول متان به شکل مقابل است.

محاسبه کنید به ازای مصرف $۰/۳۲$ گرم متان چند کیلوژول گرما آزاد می‌شود؟



۳۵ در صورتی که آنتالپی واکنش $4NH_3(g) + 5O_2(g) \rightarrow 4NO(g) + 6H_2O(g)$ برابر $a\ kJ$ باشد، گرمای مبادله شده به ازای تولید ۲/۴ گرم گاز نیتروژن مونوکسید را بر حسب a محاسبه کنید.

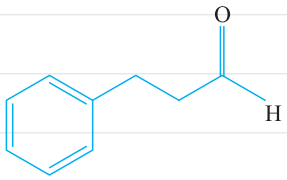
۳۶ با توجه به مقدار آنتالپی واکنش‌های a، b، با نوشتن دلیل آنتالپی واکنش‌های زیر را تعیین کنید.

a) $2C(s) + 2O_2(s) \rightarrow 2CO_2(g) \quad \Delta H = -788kJ$ b) $2CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(s) \quad \Delta H = -566kJ$

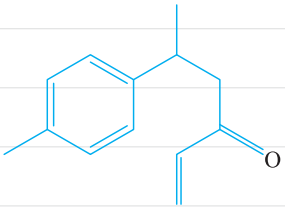
الف) $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) \quad \Delta H = ?\,kJ$

ب) $2CO_2(g) \rightarrow 2CO(g) + O_2(g) \quad \Delta H = ?\,kJ$

۳۷ گروه‌های عاملی موجود در ترکیب‌های داده شده را با کشیدن دایره‌ای دور آنها و نوشتن نام گروه عاملی مشخص کنید.



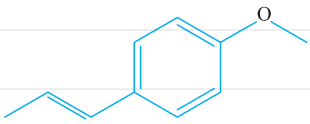
الف) _____



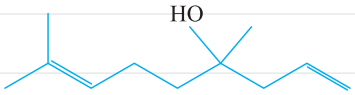
ب) _____

ج) _____

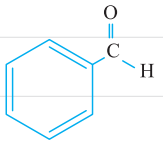
د) _____



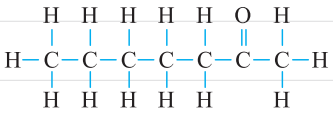
هـ) _____



و) _____



ز) _____



ح) _____

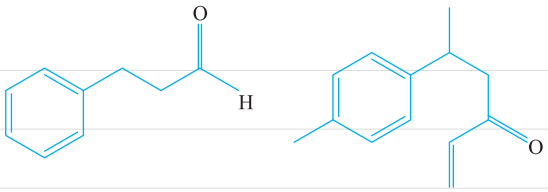
۳۸ در مورد پیوندهای $C=O$، $C\equiv O$ و $C-O$ به سؤال‌های زیر پاسخ دهید.

الف) قدرت پیوندهای داده‌شده را با هم مقایسه کنید.

ب) آنتالپی پیوندهای فوق را با نوشتن دلیل مقایسه کنید.

ج) چه رابطه‌ای بین آنتالپی پیوند و درجهٔ پیوند وجود دارد؟

۳۹ با توجه به ساختارهای زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.



(۱) (۲)

الف) چه گروه‌های عاملی در ساختار این دو ماده وجود دارد؟

ب) فرمول مولکولی و جرم مولی هر دو ماده را بنویسید.

ج) آیا این دو ترکیب ایزومر (همپار) هستند؟ چرا؟

د) هر ترکیب به کدام خانواده از هیدروکربن‌ها تعلق دارد؟

اهداف

آشنایی با آنتالپی سوختن، فراورده‌های سوختن، ارزش سوختی مواد غذایی

کلیدواژه

سوختن، آنتالپی سوختن، ارزش سوختی

مفاهیم

(۶)آنتالپی سوختن، تکیه‌گاهی برای تأمین انرژی

آنتالپی سوختن و اکسایش:

انرژی لازم برای کباب کردن انواع گوشت از سوختن زغال با گاز شهری فراهم می‌شود و از سوی دیگر خوردن کباب، مواد و انرژی لازم برای انجام فعالیت‌های بدن را تأمین می‌کند. بدن مواد گوناگونی از غذا دریافت می‌کند. این مواد شامل کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها، پروتئین‌ها، آب، ویتامین و مواد معدنی هستند. کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها افزون بر تأمین مواد اولیه برای سوخت و ساز یاخته‌ها، منابعی برای تأمین انرژی آنها نیز هستند. تنها کربوهیدرات‌ها هستند که در بدن به گلوکز شکسته شده و گلوکزحاصل از آنها در خون حل می‌شود. خون این مواد را به یاخته‌ها می‌رساند.

گلوکز، قند خون است و این ماده هنگام اکسایش در یاخته‌ها، انرژی تولید می‌کند. این روند به آسانی انرژی مورد نیاز یاخته‌ها را تأمین می‌کند.

سوختن: یک تغییر شیمیایی است که یک ماده به سرعت با اکسیژن واکنش داده، بخشی از انرژی پتانسیل آن به شکل نور و گرما آزاد می‌شود.

اکسایش: یک تغییر شیمیایی است که یک ماده به آرامی با اکسیژن هوا واکنش داده و معمولاً بدون آزاد شدن انرژی است.

آنتالپی سوختن: آنتالپی واکنشی را که در آن یک مول ماده در اکسیژن کافی می‌سوزد، آنتالپی سوختن گویند و یکای آن کیلوژول بر مول است.

ارزش سوختی مواد غذایی: انرژی حاصل از اکسایش یک گرم مادهٔ غذایی را ارزش سوختی گویند و یکای آن کیلوژول بر گرم است.

پژوهش‌ها نشان می‌دهد که چربی ارزش سوختی بیشتری از کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها دارد. بنابراین انرژی حاصل از اکسایش یک گرم چربی بیشتر از کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها است.

نکته: با اینکه همهٔ واکنش‌های سوختن گرماده است، اما ارزش سوختی در منابع معتبر علمی بدون علامت منفی گزارش شده است.

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

میزان انرژی مورد نیاز بدن هر فرد به عواملی چون وزن، سن و میزان فعالیت‌های روزانهٔ 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 موجب چاقی می‌شود. تهیهٔ غذای گرم نیاز به انرژی دارد که این انرژی به طور عمده از واکنش سوختن سوخت‌های فسیلی تأمین می‌شود. یکی از این سوخت‌ها متان است که بخش عمدهٔ گاز شهری را تشکیل می‌دهد.

متان در حضور اکسیژن کافی به طور کامل می‌سوزد و افزون بر $CO_2(g)$ و $H_2O(g)$، مقدار زیادی انرژی تولید می‌کند.

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

آزاد کردن انرژی در واکنش‌های سوختن موجب شده که سوخت‌های فسیلی تکیه‌گاهی برای تأمین انرژی در صنعت، کشاورزی و زندگی روزانه باشند.

مثال: اگر یک مادهٔ غذایی شامل ۲۵ درصد کربوهیدارت، ۱۵ درصد چربی و ۳۵ درصد پروتئین باشد، با خوردن ۲۰۰ گرم از آن چند کیلوژول انرژی به بدن می‌رسد؟ (ارزش سوختی کربوهیدرات، چربی و پروتئین به ترتیب ۱۷، ۳۸ و ۱۷ کیلوژول بر گرم است.)

پاسخ:

$$\text{انرژی غذایی کربوهیدرات} = 200g \times \frac{25g\ carbo}{100g} \times \frac{17kJ}{1g\ carbo} = 850kJ$$

$$\text{انرژی غذایی چربی} = 200g \times \frac{15g\ fat}{100g} \times \frac{38kJ}{1g\ fat} = 1140kJ$$

$$\text{انرژی غذایی پروتئین} = 200g \times \frac{35g\ pro}{100g} \times \frac{17kJ}{1g\ pro} = 1190kJ$$

$$\text{کل انرژی حاصل} = 850 + 1140 + 1190 = 3180kJ$$

مثال: نان شامل ۵۲ درصد کربوهیدرات، ۳ درصد چربی و ۹ درصد پروتئین است. اگر هر فرد روزانه ۳ قرص نان مصرف کند و هر قرص نان ۲۰۰ گرم باشد، چند کیلوژول انرژی به بدن می‌رسد؟ (ارزش سوختی کربوهیدرات، چربی و پروتئین به ترتیب ۱۷، ۳۸ و ۱۷ کیلوژول بر گرم است.)

پاسخ:

$$\text{انرژی غذایی کربوهیدرات} = 3 \times 200g \times \frac{52\ g\ carbo}{100g} \times \frac{17kJ}{1g\ carbo} = 5304kJ$$

$$\text{انرژی غذایی چربی} = 3 \times 200g \times \frac{3\ g\ fat}{100g} \times \frac{38kJ}{1g\ fat} = 684kJ$$

$$\text{انرژی غذایی پروتئین} = 3 \times 200g \times \frac{9\ g\ pro}{100g} \times \frac{17kJ}{1g\ pro} = 918kJ$$

$$\text{کل انرژی حاصل} = 5304 + 684 + 918 = 6906\ kJ$$

آنتالپی سوختن برخی ترکیب‌های آلی:

آنتالپی سوختن: آنتالپی سوختن یک ماده، هم‌ارز با آنتالپی واکنشی است که در آن یک مول ماده در اکسیژن کافی به طور کامل می‌سوزد.

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g) \quad , \quad \Delta H < 0$$

آنتالپی سوختن برخی ترکیب‌های آلی در دمای $25^\circ C$ درجدول زیر نشان داده شده است.

مادهٔ آلی	آنتالپی سوختن $(kJ.mol^{-1})$	مادهٔ آلی	آنتالپی سوختن $(kJ.mol^{-1})$
$CH_4(g)$	-۸۹۰	$C_2H_2(g)$	-۱۳۰۰
$C_2H_6(g)$	-۱۵۶۰	$C_3H_4(g)$	-۱۹۳۸
$C_2H_4(g)$	-۱۴۱۰	$CH_3OH(l)$	-۷۲۶
$C_3H_6(g)$	-۲۰۵۸	$C_2H_5OH(l)$	-۱۳۶۸

آنتالپی سوختن مواد آلی (آلکان‌ها، آلکن‌ها، آلکین‌ها، الکل‌ها) با افزایش تعداد اتم‌های کربن و هیدروژن (جرم مولی)، افزایش می‌یابد.

آنتالپی سوختن اتان از آنتالپی سوختن متان بیشتر است؛ زیرا جرم مولی اتان بیشتر از متان است.

$$\Delta H_{C_2H_6(g)} > \Delta H_{CH_4(g)}$$

هرچه جرم مولی یک هیدروکربن کمتر باشد، گرمای حاصل از سوختن یک گرم آن بیشتر خواهد بود.

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

مثال: واکنشی را بنویسید که آنتالپی سوختن گاز اتان را نشان دهد؟

پاسخ: $C_2H_6(g) + \frac{7}{2}O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 3H_2O(s) \quad , \quad \Delta H = -1560 kJ.mol$

مثال: با توجه به آنتالپی سوختن متان $\Delta H_{(CH_4)(g)} = -890 kJ/mol$ و اتان $\Delta H_{(C_2H_6)(g)} = -1560 kJ/mol$، گرمای حاصل از سوختن یک گرم از هر دو را محاسبه کنید. $(C_2H_6 = 30 \ , \ CH_4 = 16 : g.mol^{-1})$

پاسخ: گرمای حاصل از سوختن یک گرم متان

$$?\,kJ = 1\,g\,CH_4 \times \frac{1\,mol\,CH_4}{16\,g\,CH_4} \times \frac{-890\,kJ}{1\,mol\,CH_4} = -55/625\,kJ$$

گرمای حاصل از سوختن یک گرم اتان

$$?\,kJ = 1\,g\,C_2H_6 \times \frac{1\,mol\,C_2H_6}{30\,g\,C_2H_6} \times \frac{-1560\,kJ}{1\,mol\,C_2H_6} = -52\,kJ$$

تمرین

الف **درست یا نادرست بودن جمله‌های زیر را مشخص کنید.**

۱ **از سوختن گاز شهری گاز کربن‌دی‌اکسید، بخار آب و انرژی تولید می‌شود.** ○ درست ○ نادرست

۲ **واکنش‌دهنده اصلی یا سوخت مورد نیاز در واکنش‌های سوختن، به طور عمده گلوکز است.** ○ درست ○ نادرست

۳ **فراورده‌های حاصل از سوختن سوخت‌های فسیلی همانند سوختن کامل آمونیاک است.** ○ درست ○ نادرست

۴ **یکی از فراورده‌های سوختن مواد آلی در دمای اتاق، آب است.** ○ درست ○ نادرست

۵ **هر چه جرم مولی یک هیدروکربن بیشتر باشد، آنتالپی سوختن آن مقدار بیشتری است.** ○ درست ○ نادرست

۶ **گرمای حاصل از سوختن یک گرم متان کمتر از یک گرم اتان است.** ○ درست ○ نادرست

ب **جاهای خالی را با کلمه‌های مناسب پر کنید.**

۷ **سوختن یک تغییر _____ است که در آن یک ماده به سرعت با اکسیژن واکنش می‌دهد و انرژی به شکل _____ و _____ آزاد می‌شود.**

۸ **گاز شهری به طور عمده از گاز _____ تشکیل شده است.**

۹ **متان در حضور اکسیژن کافی به طور کامل می‌سوزد و علاوه بر تولید گاز _____ و _____ مقدار زیادی انرژی تولید می‌کند.**

۱۰ **واکنش‌دهنده اصلی یا سوخت مورد نیاز در واکنش‌های سوختن به طور عمده _____ است.**

۱۱ **شیمی‌دان‌ها، آنتالپی _____ یک ماده را هم‌ارز با آنتالپی واکنشی می‌دانند که در آن یک مول ماده در اکسیژن کافی به طور کامل می‌سوزد.**

۱۲ اگر معادلهٔ واکنش سوختن و اکسایش ماده‌ای از هر لحاظ یکسان باشد، انرژی حاصل از آنها _____ است.

۱۳ واکنش _____ گلوکز یک منبع انرژی مهم و ضروری برای _____ بدن است.

۱۴ سه مادهٔ غذایی مهم که بدن ما از غذاها دریافت می‌کند، کربوهیدرات‌ها، _____ و پروتئین‌ها هستند.

۱۵ تنها _____ هستند که در بدن به گلوکز شکسته شده و گلوکز حاصل در خون حل می‌شود.

۱۶ گلوکز به _____ معروف است و این ماده هنگام اکسایش در یاخته‌ها، _____ تولید می‌کند.

۱۷ انرژی حاصل از اکسایش یک گرم چربی _____ از دو مادهٔ غذایی کربوهیدرات و پروتئین است.

۱۸ چربی افزون بر این که در آب _____ است، ارزش سوختی _____ از کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها دارد.

۱۹ واکنش تند و کند یک ماده با اکسیژن را به ترتیب _____ و _____ می‌نامند.

ج وصل کنید.

۲۰ هر یک از مواد آلی ستون «الف» را به یکی از موارد ستون «ب» وصل کنید. (یک مورد در ستون «ب» اضافه است.)

«الف»	«ب»
مواد آلی	آنتالپی سوختن ($kJ.mol^{-1}$)
$CH_4(g)$	-۱۴۱۰
$C_2H_6(g)$	-۲۰۵۸
$C_2H_4(g)$	-۸۹۰
$C_3H_6(g)$	-۱۵۶۰
	-۷۵۰

د به سؤال‌های زیر پاسخ دهید.

۲۱ مقدار انرژی حاصل از اکسایش یک گرم مادهٔ غذایی را چه می‌نامند؟

۲۲ سه مادهٔ غذایی مهم را که بدن ما از غذا دریافت می‌کند، نام ببرید؟

۲۳ ارزش سوختی کدام‌یک (کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها) بیشتر از بقیه است؟

۲۴ میزان انرژی مورد نیاز بدن هر فرد به چه عواملی بستگی دارد؟

۲۵ مقدار اضافی مواد و انرژی دریافتی از مواد غذایی به طور عمده به چه شکلی در بدن ذخیره می شود؟

۲۶ از واکنش ۰/۵۶ لیتر گاز اکسیژن با مقدار اضافی گلوکز طبق واکنش اکسایش زیر چند کیلوژول انرژی در شرایط استاندارد آزاد می‌شود؟

$$C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(g) \qquad \Delta H = -2808\,kJ$$

۲۷ از سوختن ۰/۶۴ گرم گاز متان طبق واکنش زیر چند کیلوژول گرما آزاد می‌شود؟

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l) \qquad \Delta H = -890\,kJ / mol$$

۲۸ نیتروگلیسرین مادهٔ منفجره‌ای است که در اثر اندکی گرما یا وارد شدن ضربه طی واکنشی گرماده تجزیه می‌شود. از تجزیهٔ چند گرم نیتروگلیسرین طبق واکنش زیر، ۲۲۸/۸ کیلوژول گرما آزاد می‌شود؟

$$۴C_۳H_۵(NO_۳)_۳(l) \xrightarrow{\Delta} ۱۲CO_۲(g) + ۱۰H_۲O(g) + ۶N_۲(g) + O_۲(g) \quad , \quad \Delta H = -۵۷۲۰ kJ / mol$$

۲۹ مقدار انرژی آزاد شده حاصل از سوختن ۱۲۰ گرم اتان، با انرژی حاصل از خوردن چند گرم بادام‌زمینی برابر است؟ بادام‌زمینی شامل ۲۲ درصد کربوهیدرات، ۳۹ درصد چربی و ۲۶ درصد پروتئین بوده و ارزش سوختی آنها به ترتیب ۱۷، ۳۸ و ۱۷ کیلوژول بر گرم است.

$$C_۲H_۶(g) + \frac{۷}{۲}O_۲(g) \rightarrow ۲CO_۲(g) + ۳H_۲O(l) \quad , \quad \Delta = -۱۵۶۰ kJ / mol$$

۳۰ مقدار انرژی حاصل از مصرف ۵۰ گرم شکلات با مقدار انرژی حاصل از مصرف چند گرم تخم‌مرغ و شکلات برابر است؟ (ارزش سوختی تخم‌مرغ و شکلات به‌ترتیب ۶ و ۱۸ کیلوژول بر گرم است.)

۳۱ اگر شخصی صبحانه ۲۰۰ گرم نان، ۱۰۰ گرم پنیر و ۱۵۰ گرم تخم‌مرغ مصرف کند، چند ساعت می‌تواند پیاده‌روی کند؟ (ارزش سوختی نان، پنیر و تخم‌مرغ به ترتیب ۱۱/۵، ۲۰ و ۶ کیلوژول بر گرم و آهنگ مصرف انرژی پیاده‌روی ۸۰۰ کیلوژول در ساعت است.)

۳۲ آهنگ مصرفی انرژی در یک فرد ۷۰ کیلوگرمی هنگام پیاده‌روی حدود ۸۰۰ کیلوژول در ساعت است.

الف) این فرد با مصرف ۵۰ کیلوگرم کربوهیدرات چند ساعت می‌تواند پیاده‌روی کند؟ (ارزش سوختی کربوهیدرات ۱۷ کیلو ژول بر گرم است.)

ب) اگر این شخص ۵۰ گرم چربی مصرف کند چند ساعت می‌تواند پیاده‌روی کند؟ (ارزش سوختی کربوهیدرات ۳۸ کیلوژول بر گرم است)

۳۳ **با توجه به معادلهٔ اکسایش گلوکز به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.**

$$C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(l) + 2808\,kJ$$

الف) ارزش سوختی گلوکز را محاسبه کنید.

ب) مقدار انرژی آزاد شده، حاصل از اکسایش ۴۵ گرم گلوکز را محاسبه کنید.

ج) از اکسایش ۱۲۰ گرم گلوکز با خلوص ۷۵ درصد با اکسیژن کافی، چند میلی‌لیتر گاز کربن دی‌اکسید در شرایط استاندارد آزاد خواهد شد؟

د) یک فرد ۷۰ کیلوگرمی با انرژی گرمایی حاصل از سوختن ۷۲ گرم گلوکز چند دقیقه می‌تواند باغبانی کند؟
(آهنگ مصرفی انرژی در یک فرد ۷۰ گیلوگرمی هنگام باغبانی حدود ۸۰۰ کیلوژول در ساعت است.)

اهداف

آشنایی با چگونگی محاسبه تغییر آنتالپی واکنش شیمیایی، روش مستقیم و روش غیر مستقیم

کلیدواژه

گرماسنج لیوانی، قانون هس، آنتالپی پیوند، میانگین آنتالپی پیوند

مفاهیم

(۷) تعیین ΔH واکنش‌های شیمیایی

انجام فرایندهای فیزیکی و شیمیایی منجر به تغییر محتوای انرژی مواد می‌شود؛ از این رو انجام هر یک از آنها با جذب یا از دست دادن گرما همراه است.

گرمای آزاد شده یا جذب شده در واکنش‌های شیمیایی با دقت بالا قابل اندازه‌گیری بوده و از اهداف ترموشیمی است.

روش‌های تعیین ΔH واکنش:
- روش مستقیم (گرماسنجی، گرماسنج لیوانی)
- روش غیرمستقیم (قانون هس، آنتالپی پیوند)

گرماسنجی (روش مستقیم): روش مستقیم برای اندازه‌گیری گرمای آزاد شده یا جذب شده در فرایندهای فیزیکی یا شیمیایی است.

گرماسنج لیوانی: وسیله‌ای است که از آن برای اندازه‌گیری گرمای یک واکنش در فشار ثابت استفاده می‌شود.

نکته: به کمک گرماسنج لیوانی، گرمای واکنش در فشار ثابت قابل اندازه‌گیری است که همان ΔH است.

روش کار گرماسنج لیوانی:
۱- ریختن جرم معینی آب یا محلول (m)
۲- ثبت دمای اولیه پیش از انجام و دمای پایانی پس از انجام واکنش ($\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$)
۳- استفاده از رابطهٔ $Q = mc\Delta\theta$

مثال: یک گرماسنج لیوانی شامل ۹۰ گرم آب $20^\circ C$ است. ۱۰ گرم پتاسیم برمید به آب می‌افزاییم. در اثر حل شدن پتاسیم برمید، دمای پایانی محلول $15^\circ C$ خواهد شد. تغییر آنتالپی این فرایند را بر حسب کیلوژول بر مول محاسبه کنید. (ظرفیت گرمایی ویژه محلول ۴/۲ ژول بر گرم بر درجهٔ سلسیوس).

پاسخ:

جرم محلول $= m_{H_2O} + m_{KBr} = 90 + 10 = 100g$

$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 = 15 - 20 = -5^\circ C$

$Q = mc\Delta\theta = 100g \times 4/2 J.g^{-1}.^\circ C^{-1} \times (-5)^\circ C = -2100J$

$?\frac{kJ}{mol} = \frac{-2100J}{10g\,KBr} \times \frac{1kJ}{1000J} \times \frac{118g\,KBr}{1mol\,KBr} = 24/78 kJ.mol^{-1}$

مثال: بر اثر حل شدن ۱۰/۱ گرم پتاسیم نیترات در ۱۸۹/۹ گرم آب با دمای $32^\circ C$، دمای محلول پس از انحلال به $29^\circ C$ رسیده است. تغییر آنتالپی این انحلال را بر حسب کیلوژول بر مول محاسبه کنید. (ظرفیت گرمایی ویژه محلول ۴/۲ ژول بر گرم بر درجهٔ سلسیوس).

پاسخ:

جرم محلول $= m_{H_2O} + m_{KNO_3} = 189/9 + 10/1 = 200g$

$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 = 29 - 32 = -3^\circ C$

$Q = mc\Delta\theta = 200g \times 4/2 J.g^{-1}.^\circ C^{-1} \times (-3)^\circ C = -2520J$

$?\,kJ/mol = \frac{-2520J}{10/1g\,KNO_3} \times \frac{1kJ}{1000J} \times \frac{101g\,KNO_3}{1mol\,KNO_3} = -25/2\,kJ/mol$

روش‌های غیرمستقیم: آنتالپی بسیاری از واکنش‌های شیمیایی را نمی‌توان به طور مستقیم و به روش گرماسنجی اندازه‌گیری کرد. زیرا:
۱- برخی از آنها، مرحله‌ای از یک واکنش پیچیده هستند. ۲- برخی دیگر به آسانی انجام نمی‌شوند.

قانون هس: اگر معادلهٔ واکنشی از جمع معادلهٔ دو یا چند واکنش دیگر به دست آید، ΔH آن نیز از جمع جبری ΔH همان واکنش‌ها به دست می‌آید.

نکته: پژوهش‌ها نشان می‌دهد که نخستین بار هنری هس دریافت که، گرمای یک واکنش معین به مسیری که برای انجام آن در نظر گرفته می‌شود، وابسته نیست؛ بنابراین می‌توان از روش‌های غیرمستقیم برای تعیین ΔH یک واکنش استفاده کرد به شرطی که شرایط انجام همهٔ واکنش‌ها یکسان باشد.

نکته: برای محاسبهٔ ΔH یک واکنش به کمک قانون هس دانستن نکات زیر لازم و ضروری است:

۱- اگر یک واکنش وارونه شود، علامت ΔH آن قرینه خواهد شد. $A \rightarrow B \quad \Delta H = +a \quad \Rightarrow \quad B \rightarrow A \quad \Delta H = -a$

۲- اگر یک واکنش در عددی ضرب یا بر عددی تقسیم شود، ΔH آن نیز در همان عدد ضرب یا بر همان عدد تقسیم خواهد شد.

$A \rightarrow B \quad \Delta H = +a \quad \Rightarrow \quad nA \rightarrow nB \quad \Delta H = +na$

مثال: واکنش کلی تبدیل شن (SiO_2) به سیلیسیم خالص (Si) مطابق واکنش زیر است:

$SiO_2(s) + 2C(s, \text{گرافیت}) + 2Cl_2(g) + 2Mg(s) \rightarrow Si(s) + 2MgCl_2(s) + 2CO(g)$

ΔH این واکنش را به استفاده از داده‌های زیر حساب کنید.

۱) $SiO_2(s) + 2C(s, \text{گرافیت}) \rightarrow Si(s) + 2CO(g) \quad \Delta H'_1 = +690kJ$

۲) $SiCl_4(g) \rightarrow Si(s) + 2Cl_2(g) \quad \Delta H'_2 = +657kJ$

۳) $SiCl_4(g) + 2Mg(s) \rightarrow Si(s) + 2MgCl_2(s) \quad \Delta H_3 = +625kJ$

پاسخ: درواکنش اصلی: $SiO_2(s)$ درسمت چپ و دارای ضریب (۱) است. درواکنش (۱) نیز دارای همین شرایط است؛ پس واکنش (۱) را بدون تغییر می‌نویسیم. $Cl_2(g)$ درسمت چپ و دارای ضریب (۲) است. درواکنش (۲) درسمت راست و دارای ضریب (۲) است؛ پس کافی است واکنش (۲) را وارونه و علامت ΔH آن را تغییر دهیم. $Mg(s)$ درسمت چپ و دارای ضریب (۲) است؛ درواکنش (۳) نیز دارای همین شرایط است پس واکنش (۳) را بدون تغییر می‌نویسیم.

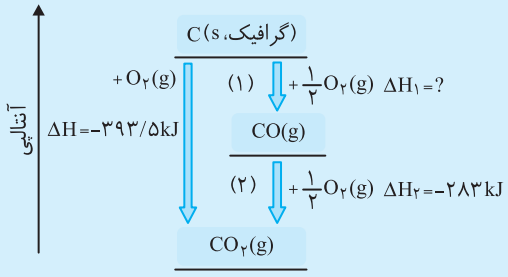
$$۱')\ SiO_2(s) + 2C(s, \text{گرافیت}) \rightarrow Si(s) + 2CO(g) \qquad \Delta H_1' = +۶۹۰\,kJ$$

$$۲')\ Si(s) + 2Cl_2(s) \rightarrow SiCl_4(g) \qquad \Delta H_2' = -۶۵۷\,kJ$$

$$۳')\ SiCl_4(g) + 2Mg(s) \rightarrow Si(s) + 2MgCl_2(s) \qquad \Delta H_3 = +۶۲۵\,kJ$$

$$SiO_2(s) + 2C(s, \text{گرافیت}) + 2Cl_2(g) + 2Mg(s) \rightarrow Si(s) + 2MgCl_2(s) + 2CO(g) \quad \Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 = +۶۵۸\,kJ$$

مثال: به کمک شکل مقابل و با استفاده از قانون هس ΔH_1 را محاسبه کنید.



پاسخ:

$$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2$$

$$-۳۹۳/۵ = \Delta H_1 + (-۲۸۳)$$

$$\Delta H_1 = -۳۹۳/۵ + ۲۸۳$$

$$\Delta H_1 = -۱۱۰/۵\,kJ$$

آنتالپی پیوند راهی برای تعیین ΔH واکنش: یکی از روش‌های محاسبهٔ آنتالپی واکنش‌های شیمیایی، استفاده از آنتالپی پیوند یا میانگین آنتالپی پیوندهای شیمیایی است. در یک واکنش شیمیایی، برخی پیوندها در واکنش‌دهنده‌ها شکسته و پیوندهای تازه‌ای در فرآورده‌ها تشکیل می‌شود.

نکته: از آنجا که پیوندها در واکنش‌دهنده‌ها شکسته و در فراورده‌ها تشکیل می‌شوند، رابطهٔ محاسبه آنتالپی به شکل زیر خواهد بود:

$\Delta H_{(\text{واکنش})}$ = [مجموع آنتالپی پیوندها در فراورده‌ها] − [مجموع آنتالپی پیوندها در واکنش‌دهنده‌ها]

نکته: برای محاسبهٔ گرمای واکنش به کمک آنتالپی پیوندها، باید ساختار لوویس ترکیب‌ها را رسم کرد.

از آنجا که مقادیر گزارش شده در جداول، میانگین آنتالپی پیوندهاست؛ لذا مقدار گرمای محاسبه شده با استفاده از آنتالپی پیوندها با مقدار گرمای به‌دست آمده از روش مستقیم (گرماسنجی) متفاوت خواهد بود.

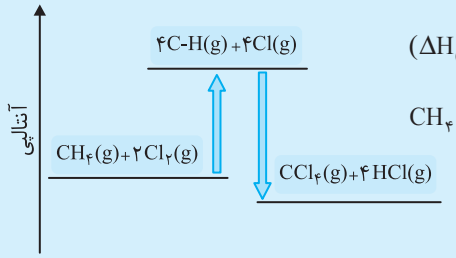
مثال: مقدار ΔH واکنش‌های زیر را به کمک آنتالپی پیوندهای مورد نظر محاسبه کنید؟

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g) \qquad (H-H: ۴۳۶, N\equiv N: ۹۴۵, N-H: ۳۹۱\,kJ.mol^{-1})$$

پاسخ:

$$\Delta H = [\Delta H_{N\equiv N} + 3\Delta H_{H-H}] - [6\Delta H_{N-H}] \Rightarrow ۹۴۵ + (3\times ۴۳۶)] - [6\times ۳۹۱] = -۹۳\,kJ.mol^{-1}$$

مثال: آنتالپی واکنش زیر را با استفاده از آنتالپی پیوندهای داده شده محاسبه کنید.



$$(\Delta H_{(C-H)} = ۴۱۲, \Delta H_{(Cl-Cl)} = ۲۴۲, \Delta H_{(C-Cl)} = ۳۳۱, \Delta H_{(H-Cl)} = ۴۳۱\,kJ.mol^{-1})$$

$$CH_4(g) + 2Cl_2(g) \rightarrow CCl_4(g) + 4HCl(g)$$

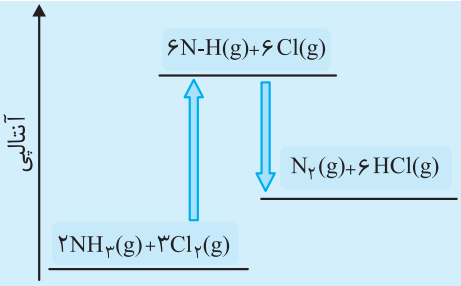
پاسخ:

$$\Delta H = [4\Delta H_{(C-H)} + 2\Delta H_{(Cl-Cl)}] - [4\Delta H_{(C-Cl)} + 4\Delta H_{(H-Cl)}] \Rightarrow \Delta H = [4(۴۱۲) + 2(۲۴۲)] - [4(۳۳۱) + 4(۴۳۱)] = -۹۱۶\,kJ.mol^{-1}$$

مثال: آنتالپی واکنش زیر را با استفاده از آنتالپی پیوندهای داده شده محاسبه کنید.

$(N-H:۳۹۱\ ,\ Cl-Cl:۲۴۲\ ,\ N\equiv N:۹۴۵\ ,\ H-Cl:۴۳۱ kJ.mol^{-1})$

$$۲NH_۳(g)+۳Cl_۲(g)\rightarrow N_۲(g)+۶HCl(g)$$



پاسخ:

$$\Delta H=[۶\Delta H_{(N-H)}+۳\Delta H_{(Cl-Cl)}]-[\Delta H_{(N\equiv N)}+۶\Delta H_{(H-Cl)}]\Rightarrow[۶(۳۹۱)+۳(۲۴۲)]-[(۹۴۵)+۶(۴۳۱)]=-۴۵۹ kJ.mol^{-1}$$

مثال: اگر آنتالپی پیوندهای موجود در NO، $O_۲$ و $N_۲$ به ترتیب $۱۵۰\ ،۱۲۰$ و $۲۲۵\ kJ/mol$ در نظر بگیریم:

$$N_۲(g)+O_۲(g)\rightarrow ۲NO(g)$$

الف) واکنش مقابل گرماگیر است یا گرماده؟

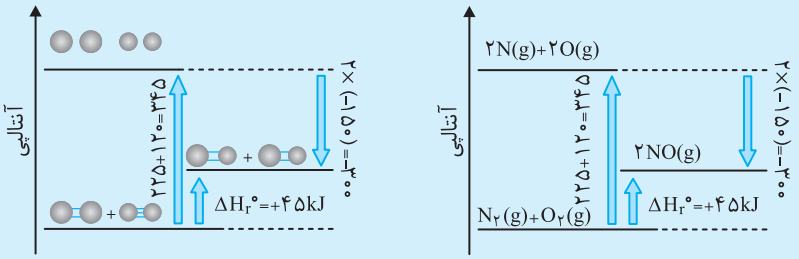
ب) مقدار آنتالپی واکنش را محاسبه کنید.

ج) نمودار تغییر آنتالپی واکنش را رسم کنید؟

پاسخ: الف) واکنش گرماگیر است.

ب) $\Delta H=[\Delta H_{(N\equiv N)}+\Delta H_{(O=O)}]-[۲\Delta H_{(N=O)}]\Rightarrow[(۲۲۵)+(۱۲۰)]-[۲(۱۵۰)]=+۴۵ kJ$

ج)



تمرین

الف درست یا نادرست بودن جمله‌های زیر را مشخص کنید.

۱ گرماسنجی، روش غیرمستقیم اندازه‌گیری ΔH یک واکنش به شمار می‌رود. ○ درست ○ نادرست

۲ برای ساخت گرماسنج لیوانی، می‌توان از دو لیوان یک بار مصرف پلی‌استایرنی که عایق گرما هستند، استفاده کرد.

○ درست ○ نادرست

۳ با استفاده از یک گرماسنج لیوانی، می‌توان گرمای واکنش را در حجم ثابت اندازه‌گیری کرد. ○ درست ○ نادرست

۴ آنتالپی همهٔ واکنش‌های شیمیایی را می‌توان به روش‌های گرماسنجی اندازه‌گیری کرد. ○ درست ○ نادرست

۵ متان، ساده‌ترین هیدروکربن و نخستین عضو خانوادهٔ آلکن‌ها، بخش عمدهٔ گاز طبیعی را تشکیل می‌دهد.

○ درست ○ نادرست

۶ گاز متان را می‌توان به راحتی از واکنش گرافیت و گاز هیدروژن در آزمایشگاه تهیه کرد. ○ درست ○ نادرست

۷ استفاده از روش‌های غیرمستقیم برای تعیین ΔH یک واکنش به شرطی که شرایط انجام همه آنها یکسان باشد، مجاز است.

○ درست ○ نادرست

ب جاهای خالی را با کلمه‌های مناسب پر کنید.

۸ در واکنش‌هایی که با _____ انرژی سامانه همراهند، هنگام انجام به محیط پیرامون خود گرما می‌دهند.

۹ در روش مستقیم برای اندازه‌گیری ΔH یک واکنش شیمیایی از دستگاهی به نام _____ استفاده می‌شود.

۱۰ آنتالپی بسیاری از واکنش‌های شیمیایی را _____ به روش‌های گرماسنجی اندازه‌گیری کرد.

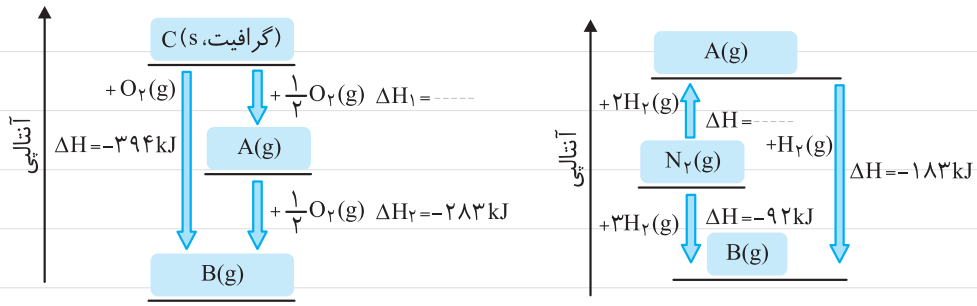
۱۱ شیمی‌دان‌ها برای تعیین گرمای واکنش‌هایی که مرحله‌ای از واکنش‌های پیچیده هستند از روش _____ استفاده می‌کنند.

۱۲ گاز _____ ساده‌ترین هیدروکربن است که از تجزیهٔ گیاهان به وسیله باکتری‌های _____ در زیرآب تولید می‌شود.

۱۳ برای اندازه‌گیری گرمای واکنش تولید گاز متان از گرافیت و گاز هیدروژن، نمی‌توان از روش _____ استفاده کرد.

۱۴ اگر واکنش شیمیایی با ΔH وابسته به آن بیان می‌شود، به آن واکنش _____ می‌گویند.

۱۵ در نمودارهای زیر جاهای خالی را کامل کنید.



ج عبارت‌های داده شده را با انتخاب یکی از کلمه‌های داخل پرانتز کامل کنید.

۱۶ برای نخستین بار هنری هس دریافت که گرمای یک واکنش معین به راهی که برای انجام آن در پیش گرفته می‌شود، وابسته (است-نیست).

۱۷ قانون جمع‌پذیری گرمای واکنش‌ها را قانون (هس - رائول) می‌گویند.

۱۸ تهیهٔ هیدروژن پراکسید از واکنش مستقیم اکسیژن و هیدروژن ممکن نیست؛ بنابراین برای محاسبهٔ گرما از روش (غیرمستقیم - مستقیم) استفاده می‌شود.

۱۹ اگر یکی از واکنش‌های پی‌درپی را نتوان در آزمایشگاه انجام داد، می‌توان بر اساس قانون هس و استفاده از روش (نموداری- مستقیم) گرما را حساب کرد.

۲۰ اگر دو لیوان (رسانا- عایق) را درون هم قرار دهیم و به درپوشی از یونولیت که در آن دماسنج و همزن تعبیه شده مجهز کنیم، گرماسنج لیوانی ساخته‌ایم.

د به سؤال‌های زیر پاسخ دهید.

۲۱ در مورد گرماسنجی به سؤال‌های زیر پاسخ دهید:

الف) در گرماسنجی به روش مستقیم از چه دستگاهی استفاده می‌شود؟

ب) روش‌های غیرمستقیم اندازه‌گیری واکنش‌های شیمیایی را نام ببرید.

ج) چرا آنتالپی برخی از واکنش‌ها را نمی‌توان به روش مستقیم اندازه‌گیری کرد؟

۲۲ با استفاده از واکنش‌های داده شده، ΔH واکنش $2P(s) + 3O_2(g) + H_2(g) \rightarrow 2HPO_3(aq)$ را محاسبه کنید.

۱) $2P(s) + \frac{5}{2}O_2(g) \rightarrow P_2O_5(s) \qquad \Delta H_1 = -360\,kJ$

۲) $H_2O(l) \rightarrow H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \qquad \Delta H_2 = +68/3\,kJ$

۳) $P_2O_5(s) + H_2O(l) \rightarrow 2HPO_3(aq) \qquad \Delta H_3 = -221/5\,kJ$

۲۳ با به کار بردن قانون هس، آنتالپی واکنش $2N_2O_3(g) \rightarrow 2NO(g) + N_2O_4(g)$ را به کمک واکنش‌های زیر محاسبه کنید.

۱) $NO(g) + NO_2(g) \rightarrow N_2O_3(g) \qquad \Delta H_1 = -40\,kJ$

۲) $N_2O_4(g) \rightarrow 2NO_2(g) \qquad \Delta H_2 = +58\,kJ$

۲۴ با توجه به واکنش (a) و مقدار ΔH_a آن، مقادیر ΔH_1 و ΔH_2 را برای واکنش‌های (۱) و (۲) محاسبه کنید.

$$S(s) + \frac{3}{2}O_2(g) \rightarrow SO_3(g) \qquad \Delta H_a = -395/2\,kJ$$

۱) $2S(s) + 3O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g) \qquad \Delta H_1 = ?\,kJ$

۲) $SO_3(g) \rightarrow S(s) + \frac{3}{2}O_2(g) \qquad \Delta H_2 = ?\,kJ$

۲۵ با استفاده از ΔH واکنش‌های (۱) و (۲) آنتالپی واکنش زیر را به‌دست آورید.

$$CS_2(l) + 2H_2O(l) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2S(g) \qquad \Delta H = ?\,kJ$$

۱) $H_2S(g) + \frac{3}{2}O_2(g) \rightarrow SO_2(g) + H_2O(l) \qquad \Delta H_1 = -562/6\,kJ$

۲) $CS_2(l) + 3O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2SO_2(g) \qquad \Delta H_2 = -1075/2\,kJ$

۲۶ دو نوع اکسید مس مطابق واکنش‌های زیر از مس تهیه می‌شود.

۱) $2Cu(s) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow Cu_2O(s) \qquad \Delta H_1 = -169\,kJ$

۲) $Cu(s) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CuO(s) \qquad \Delta H_2 = -155\,kJ$

به کمک اطلاعات داده شده، آنتالپی واکنش $Cu_2O(s) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow 2CuO(s)$ را به دست آورید.

۲۷ با استفاده از واکنش‌های زیر، ΔH واکنش $C(s,\text{گرافیت}) + H_2O(g) \rightarrow CO(g) + H_2(g)$ را محاسبه کنید.

۱) $C(s,\text{گرافیت}) + H_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ $\quad \Delta H_1 = -۳۹۳/۵\,kJ$

۲) $2CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)$ $\quad \Delta H_2 = -۵۶۶/۵\,kJ$

۳) $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$ $\quad \Delta H_3 = -۴۸۳/۶\,kJ$

۲۸ گوگرد با اکسیژن مطابق واکنش‌های زیر، گازهای SO_2 و SO_3 تولید می‌کند.

۱) $S(s) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$ $\quad \Delta H_1 = -۲۹۷\,kJ$

۲) $2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$ $\quad \Delta H_2 = -۱۹۶\,kJ$

به کمک اطلاعات داده شده، آنتالپی واکنش $S(s) + \frac{۳}{۲}O_2(g) \rightarrow SO_3(g)$ را به‌دست آورید.

۲۹ به کمک آنتالپی‌های داده شده، آنتالپی واکنش $2N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2N_2O(g)$ را محاسبه کنید.

۱) $C(s,\text{گرافیت}) + N_2O(g) \rightarrow CO(g) + N_2(g)$ $\quad \Delta H_1 = -۱۹۳\,kJ$

۲) $C(s,\text{گرافیت}) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ $\quad \Delta H_2 = -۳۹۳/۵\,kJ$

۳) $2CO_2(g) \rightarrow 2CO(g) + O_2(g)$ $\quad \Delta H_3 = +۵۶۶\,kJ$

۳۰ آنتالپی واکنش $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$ را به کمک واکنش‌های زیر محاسبه کنید.

۱) $N_2H_4(g) \rightarrow N_2(g) + 2H_2(g)$ $\quad \Delta H_1 = -۹۱\,kJ$

۲) $N_2H_4(g) + H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$ $\quad \Delta H_2 = -۱۸۳\,kJ$

۳۱ آنتالپی واکنش زیر را با استفاده از واکنش‌های (۱) و (۲) به‌دست آورید.

$$2Al(s) + Fe_2O_3(s) \rightarrow 2Fe(s) + Al_2O_3(s) \qquad \Delta H = ?$$

۱) $4Al(s) + 3O_2(g) \rightarrow 2Al_2O_3(s) \qquad \Delta H_1 = -3352\,kJ$

۲) $4Fe(s) + 3O_2(s) \rightarrow 2Fe_2O_3(s) \qquad \Delta H_2 = -1644\,kJ$

۳۲ مقدار ΔH واکنش: $C(s, \text{گرافیت}) + 2H_2(g) \rightarrow CH_4(g)$ را با استفاده از واکنش‌های زیر محاسبه کنید.

۱) $C(s, \text{گرافیت}) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) \qquad \Delta H_1 = -393/5\,kJ$

۲) $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l) \qquad \Delta H_2 = -890/5\,kJ$

۳) $H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(l) \qquad \Delta H_3 = -286\,kJ$

۳۳ با استفاده از واکنش‌های (۱) و (۲)، مقدار ΔH واکنش زیر را به‌دست آورید.

$$2N_2(g) + 6H_2(g) + 5O_2(g) \rightarrow 4NO(g) + 6H_2O(l) \qquad \Delta H = ?$$

۱) $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g) \qquad \Delta H_1 = -92/2\,kJ$

۲) $4NH_3(g) + 5O_2(g) \rightarrow 4NO(g) + 6H_2O(l) \qquad \Delta H_2 = -1169/2\,kJ$

۳۴ با به کار بردن قانون هس، ΔH واکنش زیر را به‌دست آورید.

$$2C_2H_6(g) + 7O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 6H_2O(g) \qquad \Delta H = ?$$

۱) $C_2H_4(g) + 3O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 2H_2O(g) \qquad \Delta H_1 = -1326/8\,kJ$

۲) $C_2H_4(g) + H_2(g) \rightarrow C_2H_6(g) \qquad \Delta H_2 = -137\,kJ$

۳) $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g) \qquad \Delta H_3 = -489/8\,kJ$

۳۵ با استفاده از واکنش‌های (۱)، (۲) و (۳) ΔH واکنش زیر را محاسبه کنید.

$CH_4(g)+2O_2(g)\rightarrow CO_2(g)+2H_2O(l)$ $\quad \Delta H=?$

۱) $C(s,\text{گرافیت})+O_2(g)\rightarrow CO_2(g)$ $\quad \Delta H_1=-394\,kJ$

۲) $H_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g)\rightarrow H_2O(l)$ $\quad \Delta H_2=-286\,kJ$

۳) $C(s,\text{گرافیت})+2H_2(g)\rightarrow CH_4(g)$ $\quad \Delta H_3=-76\,kJ$

۳۶ با استفاده از داده‌های زیر آنتالپی واکنش زیر را محاسبه کنید. $N_2H_4(l)+2H_2O_2(l)\rightarrow N_2(g)+4H_2O(l)\quad \Delta H=?$

۱) $N_2H_4(l)+O_2(g)\rightarrow N_2(g)+2H_2O(l)$ $\quad \Delta H_1=-622\,kJ$

۲) $H_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g)\rightarrow H_2O(l)$ $\quad \Delta H_2=-286\,kJ$

۳) $H_2(g)+O_2(g)\rightarrow H_2O_2(l)$ $\quad \Delta H_3=-188\,kJ$

۳۷ با استفاده از قانون هس و به کمک واکنش‌های داده‌شده، آنتالپی واکنش زیر را به‌دست آورید.

$C_3H_4(g)+2H_2(g)\rightarrow C_3H_8(g)$ $\quad \Delta H=?\,kJ$

۱) $4H_2(g)+2O_2(g)\rightarrow 4H_2O(l)$ $\quad \Delta H_1=-1144\,kJ$

۲) $C_3H_4(g)+4O_2(g)\rightarrow 3CO_2(g)+2H_2O(l)$ $\quad \Delta H_2=-1937\,kJ$

۳) $C_3H_8(g)+5O_2(g)\rightarrow 3CO_2(g)+4H_2O(l)$ $\quad \Delta H_3=-2220\,kJ$

۳۸ با توجه به مقدار آنتالپی واکنش‌های (۱) و (۲)، آنتالپی سایر واکنش‌ها را با نوشتن دلیل محاسبه کنید.

۱) $2C(s)+2O_2(g)\rightarrow 2CO_2(g)$ $\quad \Delta H_1=-788\,kJ$

۲) $2CO(g)+O_2(g)\rightarrow 2CO_2(g)$ $\quad \Delta H_2=-566\,kJ$

a) $2CO_2(g)\rightarrow 2CO(g)+O_2(g)$ $\quad \Delta H_a=?\,kJ$

b) $C(s)+O_2(g)\rightarrow CO_2(g)$ $\quad \Delta H_b=?\,kJ$

c) $2C(s)+O_2(g)\rightarrow 2CO(g)$ $\quad \Delta H_c=?\,kJ$

۳۹ با به کار بردن قانون هس، آنتالپی واکنش $2NH_3(g) + 3N_2O(g) \rightarrow 4N_2(g) + 3H_2O(l)$ را به‌دست آورید.

۱) $4NH_3(g) + 3O_2(g) \rightarrow 2N_2(g) + 6H_2O(l)$ $\quad \Delta H_1 = -1530\,kJ$

۲) $N_2O(g) + H_2(g) \rightarrow N_2(g) + H_2O(l)$ $\quad \Delta H_2 = -367\,kJ$

۳) $3H_2(g) + \frac{3}{2}O_2(g) \rightarrow 3H_2O(l)$ $\quad \Delta H_3 = -858\,kJ$

۴۰ با توجه به اطلاعات داده شده، آنتالپی واکنش روبه‌رو را محاسبه کنید. $C(s,\text{گرافیت}) + 2S(s) \rightarrow CS_2(l)$ $\quad \Delta H = ?$

۱) $C\ (s.\text{گرافیت}) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ $\quad \Delta H_1 = -393/5\,kJ$

۲) $S(s) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$ $\quad \Delta H_2 = -296\,kJ$

۳) $CS_2(l) + 3O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2SO_2(g)$ $\quad \Delta H_3 = -1072\,kJ$

۴۱ با استفاده از واکنش‌های (۱) و (۲) پاسخ پرسش‌های زیر را بنویسید:

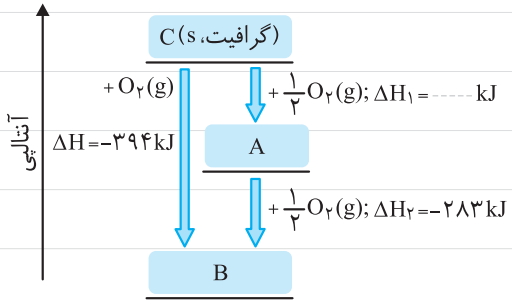
۱) $CO_2(g) \rightarrow C(s,\text{گرافیت}) + O_2(g)$ $\quad \Delta H_1 = +393/5\,kJ$

۲) $CO_2(g) + 2N_2(g) \rightarrow C(s,\text{گرافیت}) + 2N_2O(g)$ $\quad \Delta H_2 = +556/5\,kJ$

الف) آنتالپی واکنش $2N_2O(g) \rightarrow 2N_2(g) + O_2(g)$ را به دست آورید.

ب) آنتالپی واکنش $C(s,\text{گرافیت}) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ را به‌دست آورید.

۴۲ با توجه به شکل زیر که مراحل تشکیل کربن‌دی‌اکسید را نشان می‌دهد، به پرسش‌ها پاسخ دهید:



الف) فرمول شیمیایی مواد A و B را بنویسید.

ب) مقدار ΔH_1 را محاسبه کنید.

۴۳ با توجه به اطلاعات داده شده، آنتالپی واکنش $N_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow N_2O(g)$ را محاسبه کنید.

۱) $C(s, \text{گرافیت}) + N_2O(g) \rightarrow CO(g) + N_2(g)$ $\quad \Delta H_1 = -۱۹۳\,kJ$

۲) $C(s, \text{گرافیت}) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ $\quad \Delta H_2 = -۳۹۴\,kJ$

۳) $2CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)$ $\quad \Delta H_3 = -۵۶۶\,kJ$

۴۴ با توجه به اطلاعات داده شده به سؤال‌ها پاسخ دهید.

$2C(s, \text{گرافیت}) + H_2(g) \rightarrow C_2H_2(g)$ $\Delta H = ?$

۱) $C(s, \text{گرافیت}) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ $\quad \Delta H_1 = -۳۹۳/۵\,kJ$

۲) $H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(l)$ $\quad \Delta H_2 = -۲۸۵/۸\,kJ$

۳) $2C_2H_2(g) + 5O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 2H_2O(l)$ $\quad \Delta H_3 = -۲۵۹۸/۸\,kJ$

الف) آنتالپی واکنش روبه رو را به کمک واکنش‌های داده شده محاسبه کنید.

ب) برای تولید ۱۰۴ گرم اتین از واکنش گرافیت با مقدار اضافی گاز هیدروژن چند کیلوژول گرما مبادله خواهد شد؟

۴۵ با توجه به واکنش زیر و اطلاعات داده شده، به سؤال‌ها پاسخ دهید.

$H - H(g) + \frac{1}{2}O = O(g) \rightarrow H - O - H(g)$ $\quad \Delta H = -۲۴۲\,kJ$

پیوند	H – H	O = O
آنتالپی پیوند (kJ / mol)	۴۳۶	۴۹۶

الف) آنتالپی پیوند $O - H$ را به‌دست آورید؟

ب) چرا نمی‌توان از واکنش $H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(l)$ برای محاسبهٔ آنتالپی پیوند $O - H$ استفاده کرد؟

۴۶ ΔH واکنش زیر را با توجه به اطلاعات داده شده به دست آورید.

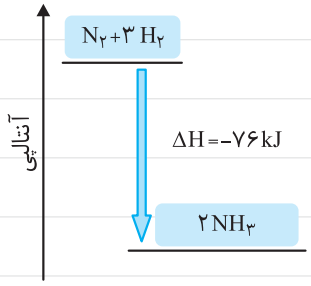
$$2NH_3(g) + 3Cl_2(g) \rightarrow N_2(g) + 6HCl(g)$$

پیوند	$N \equiv N$	$Cl - Cl$	$N - H$	$H - Cl$
آنتالپی (kJ / mol)	۹۴۴	۲۴۲	۳۸۸	۴۳۱

۴۷ آنتالپی واکنش زیربرابر $-۱۸۷\ kJ / mol$ است. با توجه به آنتالپی پیوندهای داده شده مقدار آنتالپی پیوند $H - Cl$ محاسبه کنید.

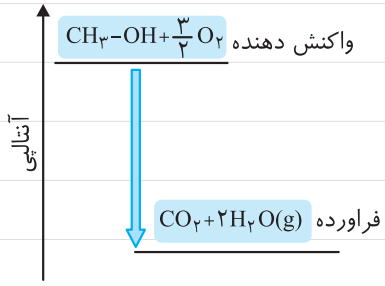
$$H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g) \quad ، \quad (H - H : ۴۳۶\ ,\ Cl - Cl : ۲۴۲\ kJ.mol^{-1})$$

۴۸ با توجه به داده‌های جدول و نمودار زیر مقدار متوسط آنتالپی پیوند $N - H$ را در مولکول NH_3 محاسبه کنید.



پیوند	$H - H$	$N \equiv N$
انرژی (kJ / mol)	۴۳۶	۹۴۴

۴۹ با توجه به نمودار و داده‌های جدول به پرسش‌ها پاسخ دهید.



پیوند	$C - H$	$C - O$	$O - O$	$O - H$	$C = O$
انرژی (kJ / mol)	۴۱۵	۳۶۰	۴۹۸	۴۶۷	۸۰۵

الف) واکنش داده شده گرماده است یا گرماگیر؟ علت را توضیح دهید.

ب) ΔH واکنش را به دست آورید.

اهداف

آشنایی با غذای سالم، روش‌های نگهداری غذا، سینتیک واکنش‌های شیمیایی

کلیدواژه

غذا، نگهداری، سینتیک، آهنگ واکنش

مفاهیم

(۸) غذای سالم

تاریخ مصرف مواد غذایی: همهٔ خوراکی‌ها و غذاها تاریخ مصرف دارند. آیا تا کنون اندیشیده‌اید که تاریخ مصرف مواد چه معنایی دارد؟ تاریخ مصرف مواد غذایی نشان می‌دهد که مادهٔ غذایی چه مدتی سالم می‌ماند و قابل مصرف است.

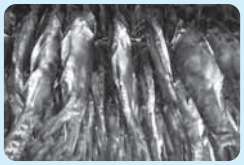
انسان در طول تاریخ در جست‌وجوی روش‌هایی بوده که بتواند مواد غذایی را برای مدت‌های طولانی‌تری سالم نگه‌دارد و ذخیره کند.

شرایط نگهداری مواد غذایی : 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.

برخی از روش‌های نگهداری مواد غذایی:

خشک کردن میوه‌ها

تهیهٔ ترشی



نمک سود کردن

در محیط مرطوب، میکروب‌ها شروع به رشد و تکثیر نموده تا جایی که مادهٔ غذایی کپک زده و سرانجام فاسد می‌شود.

اما در محیط خشک امکان رشد جانداران ذره‌بینی وجود ندارد، از این رو می‌توان خشکبار را آسان‌تر و به مدت طولانی‌تری در این محیط نگهداری کرد.

اکسیژن گازی واکنش‌پذیر است و تمایل زیادی برای انجام واکنش با دیگر مواد دارد. بر این اساس، 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.

حذف اکسیژن از محیط نگهداری مواد غذایی و خوراکی‌ها، سبب افزایش زمان ماندگاری و بهبود کیفیت آنها خواهد شد.

برای افزایش زمان ماندگاری مواد غذایی و بهبود کیفیت آنها از روش‌های گوناگونی مانند تهیهٔ کنسرو، بسته‌بندی نوین، افزودن نگهدارنده‌ها و... استفاده می‌کنند. در این راستا یخچال‌های صنعتی و سردخانه‌ها؛ تکمیل‌کننده این فرایند هستند.

سینتیک شیمیایی شاخه‌ای از علم شیمی است که به بررسی موارد زیر می‌پردازد:

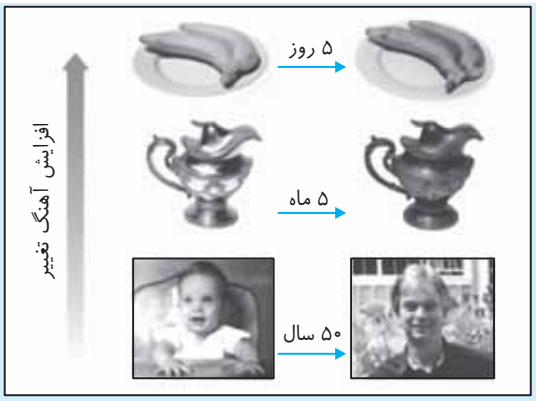
۱- آهنگ تغییر شیمیایی ۲- عوامل مؤثر بر آهنگ تغییر شیمیایی

نکته: سینتیک چگونگی وقوع واکنش و سریع یا آهسته بودن واکنش را بررسی می‌کند.

آهنگ واکنش: تهیه و تولید سریع‌تر یا کندتر یک فراوردهٔ صنعتی، دارویی یا غذایی بر کیفیت و زمان ماندگاری آن نقش تعیین کننده‌ای دارد. آهنگ واکنش بیانی از زمان ماندگاری مواد است، کمیتی که نشان می‌دهد هر تغییر شیمیایی در چه گستره‌ای از زمان رخ می‌دهد.

هر چه گسترهٔ زمانی انجام واکنش‌ها کوچک‌تر باشد، آهنگ انجام آنها تندتر است و واکنش سریع‌تر انجام می‌شود.

شکل زیر فرایندهایی را نشان می‌دهد که تفاوت آهنگ انجام آنها آشکار بوده و مقایسهٔ آنها به‌صورت کیفی آسان است.



شیمی‌دان‌ها آهنگ واکنش را در گسترهٔ معینی از زمان با نام سرعت واکنش بیان می‌کنند. گسترهٔ انجام واکنش‌ها از چند صدم ثانیه تا چند سده را در بر می‌گیرد.

انفجار، واکنش بسیار سریعی است که در آن از مقدار کمی مادهٔ منفجر شونده به حالت جامد یا مایع، حجم زیادی از گازهای داغ تولید می‌شود.

افزودن محلول سدیم کلرید به محلول نقره نیترات باعث تشکیل سریع رسوب سفیدرنگ نقره کلرید می‌شود.

اشیای آهنی در هوای مرطوب به کندی زنگ می‌زنند. زنگار تولید شده در این واکنش ترد و شکننده است و فرو می‌ریزد.

بسیاری از کتاب‌های قدیمی در گذر زمان زرد و پوسیده می‌شود. این پدیده نشان می‌دهد که واکنش تجزیهٔ سلولز کاغذ بسیار کند رخ می‌دهد.

بررسی‌ها نشان می‌دهد که زمان انجام واکنش‌ها به عوامل گوناگونی وابسته است. برای کاهش یا افزایش سرعت انجام واکنش‌ها می‌توان عواملی مانند دما، غلظت، نوع مواد واکنش‌دهنده، کاتالیزگر و سطح تماس واکنش‌دهنده‌ها را تغییر داد.

نکته: برخی از واکنش‌ها با افزایش دما، افزایش مقدار واکنش‌دهنده‌ها و افزایش سطح تماس می‌توان سرعت انجام واکنش‌ها را افزایش داد.

واکنش سوختن قند آغشته به خاک باغچه سریع‌تر است؛ زیرا در خاک باغچه کاتالیزگر مناسب برای این واکنش وجود دارد.

مواد واکنش‌دهنده گوناگون با سرعت‌های متفاوتی در واکنش شرکت می‌کنند.

فلزهای قلیایی سدیم و پتاسیم در شرایط یکسان با آب سرد به شدت واکنش می‌دهند؛ اما سرعت واکنش پتاسیم با آب بیشتر است؛ زیرا واکنش‌پذیری پتاسیم از سدیم بیشتر است. (اثر نوع مواد واکنش دهنده)

شعلهٔ آتش، گرد آهن موجود در کپسول چینی را داغ و سرخ می‌کند؛ در حالی که پاشیدن و پخش کردن گرد آهن بر روی شعله، سبب سوختن آن می‌شود؛ زیرا در حالت دوم سطح تماس واکنش دهنده‌ها افزایش و سرعت واکنش بیشتر خواهد شد. (اثر سطح تماس)

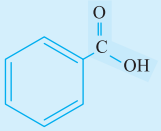
محلول بنفش رنگ پتاسیم پرمنگنات با یک اسید آلی در دمای اتاق به کندی واکنش می‌دهد؛ اما با گرم شدن، محلول به سرعت بی‌رنگ می‌شود. (اثر دما)

الیاف آهن داغ و سرخ شده در هوا نمی‌سوزد، در حالی که همان مقدار الیاف آهن داغ و سرخ شده در یک ارلن پر از اکسیژن می‌سوزد. (اثر غلظت)

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

استفاده از مواد شیمیایی با ویژگی‌های خاص به عنوان افزودنی‌ها سبب افزایش زمان ماندگاری و کیفیت مواد غذایی می‌شود.

افزودنی‌ها، مواد شیمیایی مانند نگهدارنده، رنگ‌دهنده، طعم‌دهنده و ... هستند که به‌صورت هدفمند به مواد خوراکی یا غذاها افزوده می‌شوند.

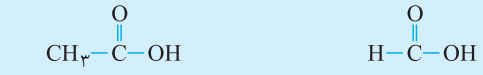


نگهدارنده‌ها سرعت واکنش‌های شیمیایی را که منجر به فساد مادهٔ غذایی می‌شود، کاهش می‌دهند.

یکی از مواد نگهدارنده، بنزوئیک اسید است که در تمشک و توت‌فرنگی وجود دارد.

کربوکسیلیک اسیدها: دسته‌ای از هیدروکربن‌ها با فرمول عمومی $R-COOH$ هستند. در ساختار آنها گروه عاملی کربوکسیل $(-COOH)$ وجود دارد که به یک گروه آلکیل متصل است. نام عمومی آنها آلکانوئیک اسید است.

ساده‌ترین کربوکسیلیک اسید، متانوئیک اسید (فورمیک اسید یا جوهر مورچه) با فرمول مولکولی $HCOOH$ و آشناترین آنها اتانوئیک اسید (استیک اسید) با فرمول CH_3COOH می‌باشد.



متانوئیک اسید (فرمیک‌اسید، جوهر مورچه)

اتانوئیک اسید (استیک اسید، جوهر سرکه)

پروپانوئیک اسید

بوتانوئیک اسید (بوتریک اسید، جوهر کره)

انواع واکنش‌های شیمیایی در طبیعت، صنعت و آزمایشگاه

۱- واکنش‌های مفید و ضروری مانند گوارش، تنفس، تهیهٔ داروها و تولید فراورده‌های صنعتی

شیمی‌دان‌ها به دنبال سرعت بخشیدن به این واکنش‌ها هستند.

۲- واکنش‌های مضر و ناخواسته مانند خوردگی وسایل آهنی، تولید آلاینده‌ها، پوسیده شدن کاغذ کتاب

شیمی‌دان‌ها به دنبال کاهش سرعت یا توقف این واکنش‌ها هستند.

برای دستیابی به اهداف فوق باید دربارهٔ شرایط و چگونگی انجام واکنش‌های شیمیایی و عوامل مؤثر بر سرعت آنها آگاهی داشته باشید. سینتیک شیمیایی شاخه‌ای از علم شیمی است که این آگاهی را در اختیار ما می‌گذارد.

تمرین

الف درست یا نادرست بودن جمله‌های زیر را مشخص کنید.

۱ عوامل محیطی مانند رطوبت، اکسیژن، نور و دما در چگونگی و زمان نگهداری غذا مؤثرند. ○ درست ○ نادرست

۲ نیتروژن گازی واکنش‌پذیر است و تمایل زیادی برای انجام واکنش با دیگر مواد دارد. ○ درست ○ نادرست

۳ ترمودینامیک شیمیایی به عنوان شاخه‌ای از علم شیمی به بررسی آهنگ تغییر شیمیایی در واکنش‌ها و عوامل مؤثر بر این آهنگ می‌پردازد.
○ درست ○ نادرست

۴ تهیه و تولید سریع‌تر یا کندتر یک فراورده صنعتی تأثیری بر کیفیت و زمان ماندگاری آن ندارد. ○ درست ○ نادرست

۵ کمیتی که نشان می‌دهد هر تغییر شیمیایی در چه گستره‌ای از زمان رخ می‌دهد، آهنگ واکنش نام دارد.
○ درست ○ نادرست

۶ از آنجا که واکنش تجزیهٔ سلولز کاغذ بسیار کند رخ می‌دهد، کتاب‌های قدیمی در گذر زمان زرد و پوسیده می‌شوند.
○ درست ○ نادرست

۷ مواد واکنش‌دهندهٔ گوناگون با سرعت‌های یکسانی در واکنش شرکت می‌کنند. ○ درست ○ نادرست

۸ آشناترین عضو از خانواده کربوکسیلیک اسیدها، متانوئیک اسید یا جوهر مورچه نام دارد. ○ درست ○ نادرست

ب جاهای خالی را با کلمه‌های مناسب پر کنید.

۹ عاملی که نشان می‌دهد مواد غذایی چه مدتی سالم می‌ماند و قابل مصرف است، _____ نام دارد.

۱۰ تجربه نشان می‌دهد که محیط _____، _____ برای نگهداری انواع مواد غذایی مناسب‌تر است.

۱۱ در محیط _____ میکروب‌ها شروع به رشد و تکثیر نموده تا جایی که مادهٔ غذایی کپک زده و سرانجام فاسد می‌شود.

۱۲ حذف _____ از محیط نگهداری مواد غذایی و خوراکی‌ها سبب افزایش زمان ماندگاری و بهبود کیفیت آنها خواهد شد.

۱۳ برای نگهداری طولانی مدت فراورده‌های گوشتی و پروتئینی، آنها را به حالت _____ ذخیره می‌کنند.

۱۴ روغن‌های مایع که در ظرف کدر و مات بسته‌بندی شده‌اند، زمان ماندگاری _____ دارند.

۱۵ قاووت گردی مغذی و تهیه شده از مغز آفتاب‌گردان، پسته و... است. این سوغات کرمان _____ از مغز این خوراکی‌ها فاسد می‌شود.

۱۶ هرچه گسترهٔ انجام یک تغییر شیمیایی کوچک‌تر باشد، آهنگ انجام آن _____ است و واکنش _____ انجام می‌شود.

۱۷ شیمی‌دان‌ها آهنگ واکنش را در گسترهٔ معینی از زمان با نام _____ واکنش بیان می‌کنند.

ج عبارت‌های داده شده را با انتخاب یکی از کلمه‌های داخل پرانتز کامل کنید.

۱۸ انفجار، واکنش شیمیایی بسیار سریعی است که در آن از مقدار کمی مادهٔ منفجر شونده به حالت (جامد- گاز) یا مایع، حجم زیادی گازهای داغ تولید می‌شود.

۱۹ اشیای آهنی در هوای (خشک- مرطوب) به کندی زنگ می‌زنند. زنگار تولید شده در این واکنش ترد و شکننده است و فرو می‌ریزد.

۲۰ وجود پوست و پوشش میوه‌ها و خشکبار، یک عامل طبیعی برای (افزایش- کاهش) زمان ماندگاری است.

۲۱ با افزایش دما، مقدار واکنش‌دهنده و (سطح تماس- حجم) می‌توان سرعت انجام واکنش‌ها را افزایش داد.

۲۲ واکنش سوختن قند آغشته به خاک باغچه سریع‌تر است؛ زیرا در خاک باغچه (جانداران ذره‌بینی- کاتالیزگر) مناسب برای این واکنش وجود دارد.

۲۳ واکنش فلز پتاسیم با آب سرد (شدیدتر- آرام‌تر) از واکنش فلز سدیم با آب سرد است.

۲۴ یکی از مواد نگهدارنده، رنگ‌دهنده یا طعم‌دهنده موجود در تمشک و توت‌فرنگی (استیک- بنزوئیک) اسید است.

د به سؤال‌های زیر پاسخ دهید.

۲۵ روش‌های نگهداری موادغذایی را نام ببرید؟ (سه مورد)

۲۶ چه محیطی برای نگهداری مواد غذایی مناسب است؟

۲۷ عوامل مؤثر بر چگونگی و زمان نگهداری غذا را نام ببرید؟

۲۸ آهنگ واکنش بیانگر چیست؟

۲۹ عوامل مؤثر بر سرعت واکنش‌های شیمیایی را نام ببرید؟

۳۰ ساده‌ترین و آشناترین عضو از خانواده کربوکسیلیک اسیدها را نام ببرید؟

۳۱ یک عامل طبیعی برای افزایش زمان ماندگاری میوه‌ها و خشکبار چیست؟

۳۲ علت هر یک از موارد زیر را توضیح دهید:

الف) درون بسته‌های چیپس و سایر خوراکی‌ها را از گاز نیتروژن پر می‌کنند.

ب) هوای درون بسیاری از بسته‌های مواد خوراکی را تخلیه می‌کنند.

ج) بیمارانی که مشکل تنفسی دارند از کپسول گاز اکسیژن استفاده می‌کنند.

د) برای نگهداری رب گوجه‌فرنگی از دستگاهی به نام «ربی» استفاده می‌کنند.

هـ) پنجره‌های آهنی را با پوشش نازکی از رنگ روغن می‌پوشانند.

۳۳ هر یک از موارد زیر اثر کدام عامل را بر سرعت واکنش شیمیایی نشان می‌دهد؟

الف) براده‌های چوب بهتر از تکه‌های چوب در اکسیژن هوا می‌سوزند.

ب) الیاف آهن داغ و سرخ شده در ارلن پر از اکسیژن می‌سوزد، اما در هوا نمی‌سوزد.

ج) سرعت واکنش منیزیم در محلول ۰/۰۲ مولار هیدروکلریک اسید بیشتر از محلول ۰/۰۱ مولار آن است.

د) واکنش آهن با آب بسیار کند است در حالی که واکنش پتاسیم با آب بسیار شدید و با تولید شعله همراه است.

۳۴ در مورد نگهدارنده‌ها به سؤال‌های زیر پاسخ دهید.

الف) نگهدارنده‌ها چه موادی هستند؟

ب) عملکرد نگهدارنده‌ها چگونه است؟

ج) نگهدارنده موجود در تمشک و توت‌فرنگی چه نام دارد؟

اهداف

آشنایی با مفهوم سرعت متوسط، رابطهٔ محاسبه سرعت متوسط، نقش عوامل بازدارنده واکنش و افزاینده سرعت

کلیدواژه

سرعت متوسط، رابطهٔ سرعت، شیب نمودار، عوامل بازدارنده

مفاهیم

(۹) سرعت واکنش از دیدگاه کمی

مفهوم سرعت متوسط یک ماده ($\bar{R}$):

مقایسهٔ دقیق میان سرعت واکنش‌ها هنگامی از صحت و اعتبار علمی برخوردار است که به شکل کمی بیان شود.

مقایسهٔ سرعت واکنش
- کیفی: مقایسهٔ سرعت فساد یک مادهٔ خوراکی، زنگ زدن یک وسیلهٔ فلزی، فرایند پیری و ...
- کمی: مقایسهٔ سرعت واکنش‌ها به کمک داده‌های کمی

از آنجا که در واکنش‌های شیمیایی، با گذشت زمان واکنش‌دهنده‌ها مصرف و فراورده‌ها تولید می‌شوند، می‌توان آهنگ مصرف واکنش‌دهنده‌ها یا تولید فراورده‌ها را در بازه‌ای از زمان اندازه‌گیری کرد.

واکنش تیغهٔ روی با محلول مس (II) سولفات

آغاز:	محلول آبی‌رنگ	$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow$
پس از مدتی:	محلول کم‌رنگ	$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$
پایان:	محلول بی‌رنگ	$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$

پایان

پس از مدتی

آغاز

نکته: در این واکنش به تدریج از جرم تیغهٔ روی (Zn) کاسته شده و بر جرم فلز مس (Cu) رسوب کرده روی آن افزوده می‌شود. در این واکنش به تدریج از مقدار یون‌های $Cu^{2+}(aq)$ کاسته شده و بر مقدار یون‌های $Zn^{2+}(aq)$ افزوده می‌شود.

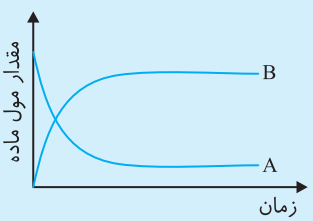
سرعت واکنش: آهنگ تغییر کمیت‌های قابل اندازه‌گیری (جرم، حجم، فشار، غلظت یا رنگ) نسبت به زمان را سرعت می‌گویند.

نکته: یکاهای سرعت واکنش شیمیایی مول بر ثانیه، مول بر دقیقه، مول بر لیتر بر ثانیه و ... می‌باشند.

مثال: واکنش فرضی $A \rightarrow B$ را در نظر بگیرید.

فرض کنید ابتدا ۱۰ مول ماده A در ظرف موجود بوده و ماده B وجود نداشته است. پس از گذشت زمان مشخصی، ۴ مول ماده A مصرف و تبدیل به ماده B شده است. در پایان واکنش ۶ مول ماده A و ۴ مول ماده B در ظرف موجود است:

	واکنش‌دهنده (A)	فراورده (B)
تعداد مول اولیه (n_1)	۱۰	۰
تعداد مول نهایی (n_2)	۶	۴
تغییرات تعداد مول ($\Delta n = n_2 - n_1$)	$6 - 10 = -4$	$4 - 0 = +4$



نکته: از آنجا که واکنش‌دهنده‌ها مصرف می‌شوند، لذا تغییرات مول آنها منفی (−) و چون فراورده‌ها تولید می‌شوند، تغییرات مول آنها مثبت (+) است.

رابطهٔ محاسبه سرعت متوسط یک ماده:

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

برای مثال واکنش فرضی $A \rightarrow B$ را در نظر بگیرید:

زمان	$A \rightarrow B$	
t_1	$n_1(A)$	$n_1(B)$
t_2	$n_2(A)$	$n_2(B)$

در زمان t_1 غلظت ماده A برابر n_1 و در زمان t_2 غلظت ماده A برابر n_2 است.

در زمان t_1 غلظت ماده B برابر n_1 و در زمان t_2 غلظت ماده B برابر n_2 است.

بنابراین روابط سرعت واکنش به‌صورت زیر است:

سرعت متوسط مصرف ماده A:

$$\overline{R}_A = -\frac{\Delta n_A}{\Delta t} = -\frac{(n_{2(A)} - n_{1(A)})}{\Delta t}$$

سرعت متوسط تولید ماده B:

$$\overline{R}_B = +\frac{\Delta n_B}{\Delta t} = +\frac{(n_{2(B)} - n_{1(B)})}{\Delta t}$$

مثال: در واکنش $2NO_2(g) \rightarrow 2N_2O_4(g)$ پس از گذشت ۱۸۰ ثانیه، تعداد مول‌های گاز نیتروژن دی‌اکسید از ۷ مول به ۵/۲ مول کاهش یافته است. سرعت واکنش را نسبت به مصرف گاز نیتروژن دی‌اکسید بر حسب مول بر ثانیه محاسبه کنید.

پاسخ:

$$\Delta t = 180s \ , \ n_1 = 7mol \ , \ n_2 = 5/2mol \ , \ \Delta n = -1/8mol$$

$$\overline{R}_{(NO_2)} = -\frac{\Delta n_{(NO_2)}}{\Delta t} = -\frac{(-1/8mol)}{180s} = 0/01mol.s^{-1}$$

مثال: در واکنش فرضی $A \rightarrow B$ ، در ثانیه‌های ۴۰ و ۱۶۰ پس از آغاز واکنش، تعداد مول‌های ماده B به ترتیب برابر ۰/۸ و ۱/۱ مول ثبت شده است. سرعت تولید ماده B را در این بازهٔ زمانی بر حسب مول بر دقیقه محاسبه کنید.

پاسخ:

$$\Delta t = 120s \times \frac{1min}{60s} = 2min \ , \ n_1 = 0/8mol \ , \ n_2 = 1/1mol \ , \ \Delta n = +0/3mol$$

$$\overline{R}_B = \frac{\Delta n_B}{\Delta t} = \frac{0/3mol}{2min} = 0/15mol.min^{-1}$$

سرعت واکنش بر حسب تغییرات غلظت مولی مواد: در واکنش‌هایی که مواد در فاز گازی یا محلول هستند می‌توان سرعت واکنش را بر حسب تغییر غلظت مولی مواد بیان کرد.

غلظت مولی یا مولار: تعداد مول‌های مادهٔ حل شده در یک لیتر محلول را غلظت مولی یا غلظت مولار گویند و آن را با نماد M نشان می‌دهند و یکای اندازه‌گیری آن $mol.L^{-1}$ یا مولار است.

نکته: غلظت مولی یک ماده را با قراردادن فرمول شیمیایی آن در داخل کروشه نشان می‌دهند. به عنوان مثال غلظت مولی ماده A را به‌صورت [A] نشان می‌دهند.

نکته: در واکنش فرضی $A \rightarrow B$ سرعت واکنش برحسب تغییر غلظت مولی مواد به شکل زیر محاسبه می‌گردد:

$$\overline{R}_A = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{([A]_2 - [A]_1)}{\Delta t} \qquad \overline{R}_B = +\frac{\Delta[B]}{\Delta t} = +\frac{([B]_2 - [B]_1)}{\Delta t}$$

اگر سرعت واکنش را برحسب تغییر غلظت مواد بیان کنید یکای اندازه‌گیری سرعت واکنش عبارت خواهد بود از:

مول بر لیتر بر ثانیه (مولار بر ثانیه، $mol.L^{-1}.s^{-1}$) ، مول بر لیتر بر دقیقه (مولار بر دقیقه، $mol.L^{-1}.min^{-1}$)

از آنجا که با افزایش تعداد مول‌های مواد جامد یا مایع خالص، حجم آنها نیز افزایش می یابد؛ بنابراین غلظت آنها همواره ثابت می‌ماند. در نتیجه نمی‌توان سرعت مصرف یا تولید آنها را برحسب تغییر غلظت بیان کرد.

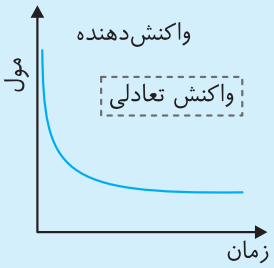
نکته: اگر سرعت واکنش برحسب تغییر غلظت مواد خواسته شود و حجم ظرف یک لیتر نباشد، ابتدا تعداد مول‌های داده شده در مسئله را برحجم ظرف تقسیم کرده و غلظت مولی آنها را به دست خواهیم آورد.

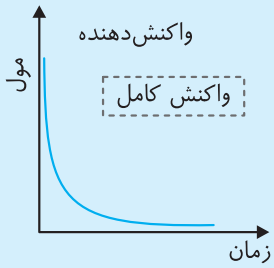
واکنش کامل: واکنشی است که در آن مقدار یکی از واکنش‌دهنده‌ها به صفر رسیده و سرعت واکنش برابر صفر خواهد شد.

واکنش تعادلی: در واکنش تعادلی، سرعت واکنش رفت به تدریج کاهش می‌یابد و به مقدار ثابتی می‌رسد ولی هرگز به صفر نمی‌رسد و همچنین مقدار واکنش‌دهنده به صفر نمی‌رسد.

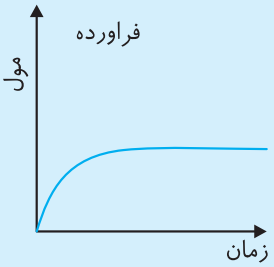
سرعت متوسط و نمودار مول - زمان

نمودار مول - زمان برای یک واکنش‌دهنده: ازآنجاکه مقدارواکنش‌دهنده‌ها در آغاز واکنش زیاد است و با گذشت زمان و تبدیل واکنش‌دهنده‌ها به فراورده‌ها، از مقدار واکنش‌دهنده‌ها کاسته می‌شود؛ لذا نمودار مول - زمان برای یک واکنش‌دهنده به شکل نمودار زیر خواهد بود.





نمودار مول - زمان برای یک فراورده: ازآنجا که مقدار فراورده‌ها در آغاز واکنش صفر است و با گذشت زمان و تبدیل واکنش‌دهنده‌ها به فراورده‌ها، به مقدار فراورده‌ها افزوده می‌شود؛ لذا نمودار مول - زمان برای یک فراورده به شکل نمودار زیر خواهد بود.



نکته: در جدول داده‌های مربوط به یک واکنش هرگاه غلظت یکی از مواد شرکت‌کننده در واکنش به عدد ثابتی رسید و تغییری نشان نداد، پایان واکنش یا لحظهٔ رسیدن به تعادل است.

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 کربن‌دی‌اکسید(گرم)	۰	۰/۶۶	۱/۱۰	۱/۳۲	۱/۴۳	۱/۴۸	۱/۴۸

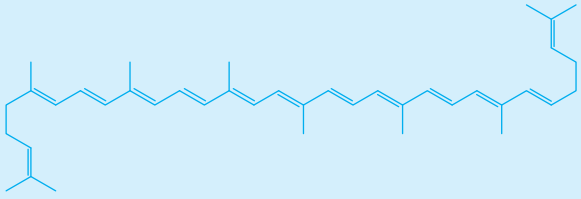
واکنش مربوط به داده‌های فوق در زمان ۵۰ ثانیه به پایان رسیده است.

رادیکال‌های آزاد و سرعت واکنش: شواهد تجربی نشان می‌دهد که برنامهٔ غذایی محتوی سبزیجات و میوه‌های گوناگون، نقش بازدارندگی مؤثری در برابر سرطان‌ها و پیری زودرس دارند. نتیجهٔ پژوهش‌های علمی نشان داد که این خوراکی‌ها محتوی ترکیب‌های آلی سیر نشده‌ای به نام ریز مغذی‌ها هستند، ترکیب‌هایی که در حفظ سلامت بافت‌ها و اندام‌ها دخالت دارند.

هر چند نقش کامل این مواد به‌طور دقیق مشخص نشده است، اما برخی از آنها به عنوان باز دارنده از انجام واکنش نامطلوب و ناخواسته به دلیل حضور رادیکال‌ها جلوگیری می‌کنند.

رادیکال: رادیکال‌ها گونه‌های پرانرژی و ناپایداری هستند که در ساختار خود، الکترون جفت‌نشده دارند، در واقع محتوی اتم‌هایی هستند که از قاعدهٔ هشت‌تایی پیروی نمی‌کنند و دارای واکنش‌پذیری بالایی هستند. مانند Cl, NO, NO_2, CH_3 و ...

در بدن ما به دلیل انجام واکنش‌های متنوع و پیچیده، رادیکال‌هایی به وجود می‌آیند که اگر به وسیله بازدانده‌ها 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. هندوانه و گوجه‌فرنگی محتوی لیکوپن بوده که فعالیت رادیکال‌ها را کاهش می‌دهد.



نکته: به بیش از ۴۰۰۰ فلاوونوئید خواصی نظیر خاصیت ضدویروسی، ضد آلرژی، ضد چسبندگی، ضد التهاب، ضد تومور و نیز خاصیت ضداکسیدانی نسبت داده می‌شود.

فلاوونوئیدها: به همراه سایر ویتامین‌ها و آنزیم‌های آنتی اکسیدان، می‌توانند بدن را در مقابل بیماری‌هایی مانند سرطان، تصلب شرایین، سکته، التهاب، بیماری‌های تحلیل برنده عصبی مانند پارکینسون و آلزایمر و نیز پیری محافظت نمایند.

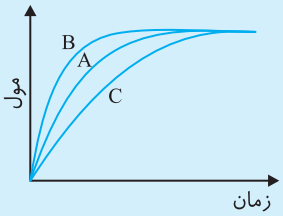
منابع خوب فلاوونوئیدها شامل مرکبات، توت، پیاز، جعفری، حبوبات، چای، ماءالشعیر (به دلیل گیاه رازک در آن) و شکلات سیاه است.

آنتوسیانین: کلمه آنتوسیانین از دو کلمه یونانی anthos به معنی گیاه و kianos به معنی آبی مشتق شده است. آنتوسیانین‌ها مهم‌ترین گروه از رنگدانه‌های طبیعی بعد از کلروفیل‌ها هستند که غیر سمی و محلول در آب بوده و در سطح وسیعی در مایع سلول‌های گیاهی وجود دارند. این رنگدانه‌ها فلاوونوئیدی مسئول رنگ‌های قرمز، آبی و بنفش در بسیاری از میوه‌ها، سبزی‌ها و گل‌ها هستند. این رنگدانه‌ها و به طور کلی ترکیبات فنولیک موجود در یاخته‌های گیاه، آنها را از اشعه فرابنفش و نیز حمله حشرات محافظت می‌نمایند.

بتاکاروتن: به رنگدانه‌های گیاهی قرمز و نارنجی بتاکاروتن یا کاروتنوئید گفته می‌شود که در میوه‌های زرد و قرمز رنگ به وفور یافت می‌شود. بتاکاروتن در بدن به ویتامین A تبدیل شده که این ویتامین در سلامت و تقویت قدرت بینایی و تقویت سیستم ایمنی نقش مؤثری دارد. بتاکاروتن یک نوع آنتی‌اکسیدان است. وجود رادیکال‌های آزاد در بدن سبب پیری و آسیب رساندن به بافت‌ها می‌شود. بتاکاروتن در نقش یک آنتی اکسیدان مفید توانایی مقابله با رادیکال‌های آزاد را داشته و از آسیب‌های ناشی از رادیکال‌های آزاد در بدن پیشگیری می‌کند. مهم‌ترین منابع بتاکاروتن هویج، گوجه‌فرنگی، اسفناج، کلم‌بروکلی، خربزه، زردآلو، خرمالو، سبوس گندم، موز و ... است.

نقش عوامل بازدارنده واکنش و افزاینده سرعت بر نمودار مول - زمان :

نمودار مول - زمان برای یک فراورده در یک واکنش شیمیایی فرضی به شکل روبه‌رو (نمودار A) است:



بازدارنده سبب می‌شود رادیکال‌ها به دام بیفتند تا با کاهش مقدار آنها از سرعت واکنش‌های ناخواسته کاسته شود. بنابراین در صورت افزودن بازدارنده به واکنش شیمیایی، شیب نمودار مول - زمان کاهش یافته و از سرعت واکنش کاسته خواهد شد. (نمودار C)

کاتالیزگرها موادی هستند که موجب افزایش سرعت واکنش‌های شیمیایی می‌شوند. در صورت افزودن کاتالیزگر به یک واکنش شیمیایی، شیب نمودار مول - زمان و سرعت واکنش افزایش خواهد یافت. (نمودار B)

تمرین

الف **درست یا نادرست بودن جمله‌های زیر را مشخص کنید.**

۱ **با گذشت زمان، سرعت مصرف واکنش‌دهنده‌ها کاهش و سرعت تولید فراورده‌ها افزایش می‌یابد.** ○ درست ○ نادرست

۲ **واکنش منیزیم با آب سرد بسیار کند ولی واکنش آن با آب جوش سریع‌تر روی می‌دهد.** ○ درست ○ نادرست

۳ **هرواکنشی که سرعت آن به تدریج کاهش و سپس ثابت می‌شود به طور کامل انجام شده است.** ○ درست ○ نادرست

۴ **سینتیک شیمیایی امکان وقوع واکنش‌های شیمیایی را پیش‌بینی می‌کند.** ○ درست ○ نادرست

ب **جاهای خالی را با کلمه‌های مناسب پر کنید.**

۵ **تجربه نشان می‌دهد که سرعت متوسط مصرف یا تولید مواد شرکت‌کننده را می‌توان با اندازه‌گیری کمیت‌هایی مانند جرم، _____ و غیره تعیین کرد.**

۶ **هرچه واکنش به پایان نزدیک‌تر می‌شود، شیب نمودار مول - زمان _____ خواهد یافت.**

۷ بیشتر واکنش‌ها در آغاز، یعنی زمانی که غلظت واکنش‌دهنده‌ها زیاد است _____ دارند.

۸ تعداد مول‌های مصرف شده یا تولید شده از یک ماده شرکت‌کننده در واکنش در واحد زمان بیانگر _____ آن است.

۹ در واکنش تیغهٔ روی با محلول مس (II) سولفات، با گذشت زمان مقدار یون‌های _____ کاهش یافته و جرم _____ افزایش می‌یابد.

۱۰ در یک واکنش شیمیایی با گذشت زمان، _____ مصرف و _____ تولید می‌شوند.

۱۱ گونه‌های پرانرژی و ناپایداری که در ساختار خود الکترون جفت‌نشده دارند، _____ نامیده می‌شوند.

۱۲ گوجه‌فرنگی و هندوانه محتوی _____ بوده که فعالیت رادیکال‌ها را _____ می‌دهد.

ج عبارت‌های داده شده را با انتخاب یکی از کلمه‌های داخل پرانتز کامل کنید.

۱۳ در نگهداری فراورده‌های گوشتی و پروتئینی در یخچال عامل (غلظت- دما) بر سرعت واکنش تأثیر دارد.

۱۴ در رابطهٔ سرعت متوسط مصرف یک واکنش‌دهنده علامت تغییرات تعداد مول (مثبت-منفی) است.

۱۵ در واکنش $2NO_2 \rightarrow 2NO + O_2$ سرعت متوسط مصرف نیتروژن دی‌اکسید (یک- دو) برابر سرعت متوسط تولید نیتروژن مونوکسید است.

۱۶ عامل (افزایش حجم ظرف- افزایش غلظت مواد) سرعت واکنش بین مولکول‌های مواد گازی را کاهش می‌دهد.

د به سؤال‌های زیر پاسخ دهید.

۱۷ چرا برای واکنش دو ماده جامد با یکدیگر، ابتدا هر دو ماده را در یک هاون به خوبی خرد، نرم و پودر می‌کنند؟

۱۸ چرا برای واکنش سدیم هیدروکسید و آهن (III) کلرید ابتدا هر دو واکنش‌دهنده را به‌صورت محلول تهیه و آنها را با هم وارد واکنش می‌کنند؟

۱۹ چرا برای واکنش فلز آلومینیم و محلول مس (II) سولفات، آنها را به هم اضافه کرده، واکنش‌دهنده‌ها را روی شعله چراغ بونزن حرارت می‌دهند؟

۲۰ چرا برای سرخ کردن سیب‌زمینی معمولاً آن را به تکه‌های کوچک خرد می‌کنند؟

۲۱ علت استفاده از فلز پلاتین در شکستگی‌های اعضای بدن و عدم استفاده از سایر فلزات نشان‌دهنده تأثیر کدام عامل بر سرعت واکنش است؟

۲۲ یکی از روش‌های نگهداری غذاها، منجمد کردن آنهاست. علت این کار را با توجه به سرعت واکنش توضیح دهید.

۲۳ آمونیاک یکی از مواد ارزشمندی است که در تهیهٔ کود شیمیایی، مواد منفجره و مواد شیمیایی صنعتی به کار می‌رود. چرا برای تهیهٔ آن، گازهای هیدروژن و نیتروژن را در دماهای بالا و در مجاورت آهن و اکسیدهای فلزی مانند آلومینیم اکسید یا منیزیم اکسید برهم اثر می‌دهند؟

۲۴ چرا ایجاد جرقه در مخلوط گازهای هیدروژن و نیتروژن هیچ اثری ندارد در حالی که مخلوط هیدروژن واکسیژن در اثر جرقه واکنش انفجاری می‌دهند؟

$H_2(g) + O_2(g) \rightarrow H_2O(l)$ ، $H_2(g) + N_2(g) \rightarrow$ No Reaction

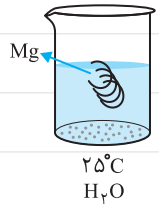
۲۵ سرعت واکنش‌های زیر را با نوشتن دلیل مقایسه کنید.

الف) ۲) $H_2(g) + I_2(g) \rightarrow 2HI(g)$ ۱) $H_2(g) + I_2(s) \rightarrow 2HI(g)$

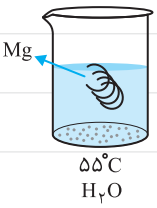
ب) ۲) $K(s) + H_2O(l) \rightarrow$ ۱) $Cu(s) + H_2O(l) \rightarrow$

ج) ۲) $HCl(aq) + NaOH(aq) \rightarrow NaCl(aq) + H_2O(l)$ ۱) $HCl(g) + NaOH(l) \rightarrow NaCl(s) + H_2O(l)$

د) ۲)



۱)



هـ) ۲) $H_2O_2(aq) \xrightarrow{I^-} O_2(g) + H_2(l)$ ۱) $H_2O_2(aq) + O_2(g) \rightarrow O_2(g) + H_2O(l)$

۲۶ اگر مقداری N_2O_5 را در یک ظرف یک لیتری گرم کنیم و مشاهده کنیم که پس از سه دقیقه از آغاز واکنش ۰/۰۸ مول و پس از پنج دقیقه از آغاز واکنش ۰/۰۳ مول از آن تجزیه نشده باقی بماند، سرعت متوسط تجزیهٔ آن در این فاصلهٔ زمانی، چند مول بر دقیقه است؟

۲۷ با استفاده از داده‌های جدول زیر و معادلهٔ واکنش داده شده، موارد خواسته شده را در بازهٔ زمانی ۲ تا ۵ دقیقه محاسبه کنید:

$2N_2O_5 \rightarrow 4NO_2 + O_2$

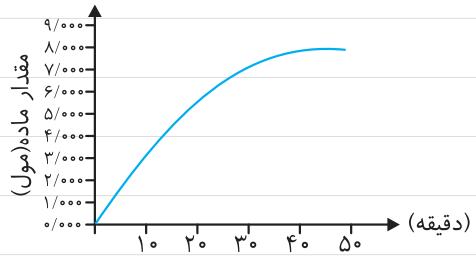
زمان (دقیقه)	۰	۲	۵
$[N_2O_5]$	۰/۸	۰/۵	۰/۲۶

الف) سرعت تجزیهٔ N_2O_5 :

ب) سرعت تشکیل NO_2 :

۲۸ واکنش $AB_2(g) \rightarrow A(g) + 2B(g)$ به‌صورتی پیش رود که در هر ساعت غلظت مادهٔ اولیه نصف شود. اگر غلظت ماده اولیه $1 mol.L^{-1}$ باشد، برای تجزیه ۹۳/۷۵٪ مولکول‌های $AB_2(g)$ چند ساعت زمان لازم است؟

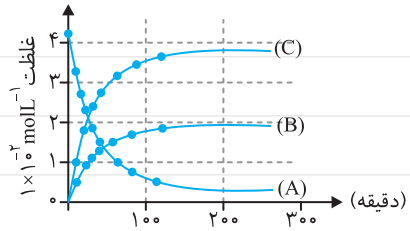
۲۹ با توجه به نمودار زیر که تغییرات مقدار ماده **B** را در واکنش فرضی $A \rightarrow B$ نسبت به زمان در شرایط آزمایش نشان می‌دهد، نسبت سرعت متوسط تشکیل ماده **B** در فاصلهٔ زمانی ۲۰ تا ۳۰ دقیقه، به سرعت متوسط تشکیل آن در فاصله زمانی ۳۰ تا ۴۰ دقیقه، چقدر است؟



۳۰ نمودارهای شکل زیر را به تغییر غلظت مواد ضمن پیشرفت کدام واکنش می‌توان نسبت داد؟

۱) $2NH_3 \rightarrow N_2 + 3H_2$

۲) $2SO_3 \rightarrow 2SO_2 + O_2$



۳۱ اگر ۱/۸۴ گرم پتاسیم نیترات طبق معادلهٔ زیر تجزیه شده باشد و پس از گذشت ۹۰ ثانیه، ۰/۸۳ گرم از آن باقی مانده باشد:

$2KNO_3(s) \rightarrow 2KNO_2(s) + O_2(g)$

الف) سرعت متوسط تجزیهٔ پتاسیم نیترات را برحسب مول بر دقیقه محاسبه کنید.

ب) پس از گذشت ۳ دقیقه چند گرم پتاسیم نیترات تجزیه نشده باقی خواهد ماند؟

ج) اگر واکنش با همین سرعت ادامه پیدا کند، پس از چند دقیقه کل پتاسیم نیترات تجزیه خواهد شد؟

اهداف

آشنایی با مفهوم سرعت واکنش، رابطهٔ ضرایب با سرعت متوسط واکنش، ردپای غذا، الگوی کاهش ردپای غذا

کلیدواژه

سرعت، رابطهٔ سرعت واکنش، غذا

مفاهیم

(۱۰)سرعت واکنش ، (۱۱) غذا، پسماند و ردپای آن

رابطهٔ ضرایب استوکیومتری با سرعت متوسط واکنش:

واکنش فرضی روبه‌رو را در نظر بگیرید: $\alpha A + \beta B \rightarrow \delta C + \gamma D$

روابط سرعت واکنش: $\bar{R}_{(\text{واکنش})} = -\frac{\Delta n_A}{\alpha.\Delta t} = -\frac{\Delta n_B}{\beta.\Delta t} = +\frac{\Delta n_C}{\delta.\Delta t} = +\frac{\Delta n_D}{\gamma.\Delta t} =$

$$\frac{\bar{R}_A}{\alpha} = \frac{\bar{R}_B}{\beta} = \frac{\bar{R}_C}{\delta} = \frac{\bar{R}_D}{\gamma}$$

نکته: سرعت واکنش نسبت به ماده‌ای بیشتر است که ضریب استوکیومتری آن بزرگ‌تر باشد.

مثال: در واکنش زیر، سرعت واکنش نسبت به کدام ماده از همه بیشتر و نسبت به کدام ماده از همه کمتر است؟

$$۳Ca(OH)_۲ + ۲H_۳PO_۴ \rightarrow Ca_۳(PO_۴)_۲ + ۶H_۲O$$

پاسخ: سرعت واکنش نسبت به تولید آب از همه بیشتر و نسبت به تولید کلسیم فسفات از همه کمتر است.

نکته: نسبت سرعت واکنش بر حسب دو مادهٔ متفاوت، برابر نسبت ضرایب استوکیومتری آنها در واکنش است.

$$\frac{\bar{R}_A}{\bar{R}_B} = \frac{\alpha}{\beta} \quad , \quad \frac{\bar{R}_A}{\bar{R}_C} = \frac{\alpha}{\delta} \quad , \quad \frac{\bar{R}_A}{\bar{R}_D} = \frac{\alpha}{\gamma}$$

مثال: در واکنش زیر، پس از ۶ ثانیه از آغاز واکنش ۰/۷۵ مول $BrO^-(aq)$ ناپدید می‌شود، سرعت متوسط تشکیل $BrO_۳^-(aq)$ و سرعت متوسط مصرف $BrO^-(aq)$ را برحسب مول بر دقیقه محاسبه کنید؟

$$۳BrO^-(aq) \rightarrow BrO_۳^-(aq) + ۲Br^-(aq)$$

پاسخ: $\bar{Bro}: n_۱ = ۰/۷۵mol, n_۲ = ۰mol \quad , \quad \Delta n = -۰/۷۵mol, \Delta t = ۶s \times \frac{۱min}{۶۰s} = ۰/۱min$

$$\bar{R}_{(BrO^-)} = -\frac{\Delta n_{(BrO^-)}}{\Delta t} = -\frac{(-۰/۷۵mol)}{۰/۱min} = ۷/۵mol.min^{-۱}$$

$$\frac{\bar{R}_{(BrO_۳^-)}}{\bar{R}_{(BrO^-)}} = \frac{۱}{۳} \Rightarrow \frac{\bar{R}_{(BrO_۳^-)}}{۷/۵} = \frac{۱}{۳} \Rightarrow \bar{R}_{(BrO_۳)^-} = ۲/۵mol.min^{-۱}$$

مثال: اگر سرعت واکنش زیر $۰/۰۵ mol.s^{-۱}$ باشد، سرعت مصرف کلسیم هیدروکسید را برحسب $mol.min^{-۱}$ تعیین کنید؟

پاسخ: $۳Ca(OH)_۲ + ۲H_۳PO_۴ \rightarrow Ca_۳(PO_۴)_۲ + ۶H_۲O$

$$\bar{R}_r = -\frac{\bar{R}_{(Ca(OH)_۲)}}{۳} \Rightarrow ۰/۰۵ = \frac{\bar{R}_{(Ca(OH)_۲)}}{۳} \Rightarrow \bar{R}_{(Ca(OH)_۲)} = ۰/۱۵mol.s^{-۱} \times \frac{۶۰s}{۱min} = ۹mol.min^{-۱}$$

سرعت واکنش: به تعداد مول‌های مصرف‌شده یا تولید شده یک مادهٔ شرکت کننده در واکنش در واحد زمان تقسیم بر ضریب استوکیومتری آن ماده می‌گویند.

مثال: رابطهٔ سرعت یک واکنش به‌صورت زیر است. معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش را بنویسید.

$$\bar{R}_r = -\frac{\Delta[N_2O_5]}{2\Delta t} = +\frac{\Delta[NO_2]}{4\Delta t} = +\frac{\Delta[O_2]}{\Delta t}$$

پاسخ: علامت منفی در رابطهٔ سرعت N_2O_5 نشان می‌دهد که واکنش‌دهنده است و ضریب (۲) در مخرج کسر، ضریب آن را در معادلهٔ موازنه شده نشان می‌دهد.

علامت مثبت در رابطهٔ سرعت NO_2 فراورده بودن آن و عدد (۴) در مخرج کسر، ضریب آن را در معادله نشان می‌دهد.

علامت مثبت در رابطهٔ سرعت O_2 فراورده بودن آن و ضریب (۱) در مخرج کسر، ضریب آن را در معادلهٔ موازنه شده نشان می‌دهد.

$$2N_2O_5 \rightarrow 4NO_2 + O_2$$

مثال: در واکنش $2NO_2(g) \rightarrow 2NO(g) + O_2(g)$ مقدار ۰/۴۴ مول $NO_2(g)$ در یک ظرف ۲ لیتری و در دمای معین در حال تجزیه است. پس از یک دقیقه از آغاز واکنش، تعداد مول‌های $NO_2(g)$ برابر ۰/۲۸ مول خواهد شد. سرعت متوسط تولید گاز اکسیژن را بر حسب مول بر لیتر بر ثانیه به دست آورید.

پاسخ:

$$\Delta t = 1\,min \times \frac{60\,s}{1\,min} = 60\,s \quad , \quad \Delta n_{(NO_2)} = n_2 - n_1 = 0/28 - 0/44 = -0/16\ mol$$

$$\Delta[NO_2] = \frac{\Delta n}{V} = \frac{-0/16\,mol}{2L} = -0/08 mol.L^{-1}$$

$$\bar{R}_{(NO_2)} = -\frac{\Delta[NO_2]}{\Delta t} = -\frac{(-0/08 mol.L^{-1})}{60\,s} = 1/3 \times 10^{-3} .mol.L^{-1}.s^{-1}$$

$$\frac{\bar{R}_{(O_2)}}{\bar{R}_{(NO_2)}} = \frac{1}{2} \Rightarrow \bar{R}_{(O_2)} = 1/3 \times 10^{-3} \times \frac{1}{2} \Rightarrow \bar{R}_{(O_2)} = 6/5 \times 10^{-4}\ mol.L^{-1}.s^{-1}$$

مثال: اگر در واکنش $2Al(s) + 6HCl(g) \rightarrow 2AlCl_3(aq) + 3H_2(g)$ غلظت هیدروکلریک اسید در دقیقه‌های دوم و ششم پس از آغاز واکنش به ترتیب برابر ۱/۲ و ۰/۸ مول بر لیتر باشد، سرعت متوسط تولید گاز هیدروژن را در این بازهٔ زمانی برحسب $mol.L^{-1}.min^{-1}$ به دست آورید.

پاسخ:

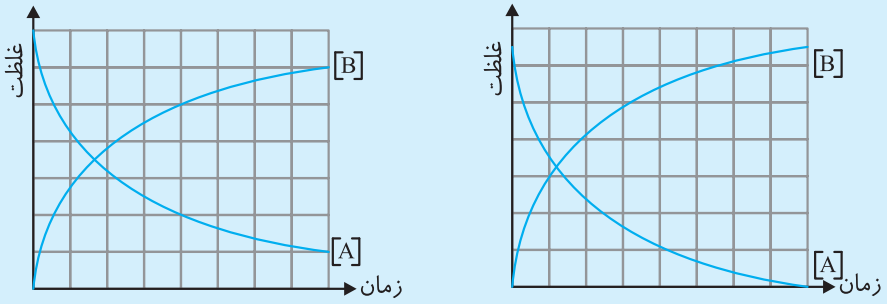
$$\Delta t = 4\,min \quad , \quad \Delta M = M_2 - M_1 = 0/8 - 1/2 = -0/4 mol.L^{-1}$$

$$\bar{R}_{(HCl)} = -\frac{\Delta[HCl]}{\Delta t} = -\frac{-0/4 mol.L^{-1}}{4\,min} = 0/1\ mol.L^{-1}.min^{-1}$$

$$\frac{\bar{R}_{(H_2)}}{\bar{R}_{(HCl)}} = \frac{3}{6} \Rightarrow \frac{\bar{R}_{(H_2)}}{0/1} = \frac{3}{6} \Rightarrow \bar{R}_{(H_2)} = 0/05\ mol.L^{-1}.min^{-1}$$

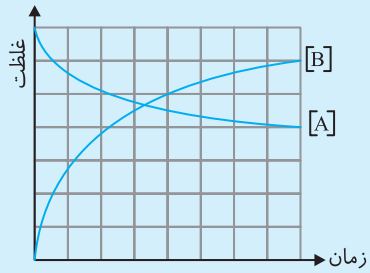
نمودار غلظت - زمان برای واکنش فرضی $A \rightarrow B$

نمودار غلظت - زمان، برای یک واکنش‌دهنده، سیر نزولی و برای یک فراورده سیر صعودی دارد؛ بنابراین نمودار غلظت - زمان برای یک واکنش به‌صورت زیر خواهد بود.



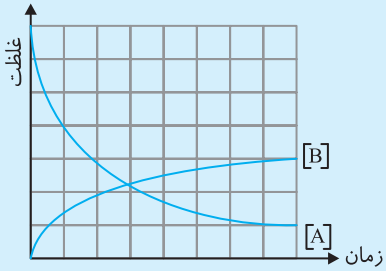
نکته: شیب نمودار مول - زمان یا غلظت - زمان برای هر یک از شرکت کننده‌ها در واکنش متناسب با ضریب استوکیومتری آن است.

نمودار غلظت - زمان برای واکنش فرضی $A \rightarrow 2B$:



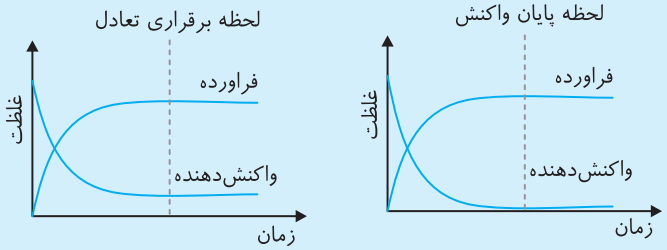
نمودار نزولی مربوط به واکنش‌دهنده است؛ زیرا به تدریج از غلظت و اکنش‌دهنده کاسته می‌شود. نمودار صعودی مربوط به فراورده است؛ زیرا به تدریج بر غلظت فراورده افزوده می‌شود. ضریب فراورده دو برابر ضریب واکنش دهنده است زیرا شیب نمودار فراورده دو برابر شیب نمودار واکنش دهنده است.

نمودار غلظت - زمان برای واکنش فرضی $2A \rightarrow B$:



نمودار نزولی مربوط به واکنش‌دهنده است زیرا به تدریج از غلظت واکنش‌دهنده کاسته می‌شود. نمودار صعودی مربوط به فراورده است؛ زیرا به تدریج بر غلظت فراورده افزوده می‌شود. ضریب واکنش دهنده دو برابر ضریب فراورده است؛ زیرا شیب نمودار واکنش‌دهنده دو برابر شیب نمودار فراورده است.

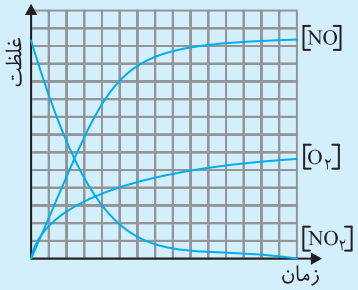
نکته: نخستین لحظه‌ای که نمودارهای غلظت - زمان به حالت افقی در می‌آیند، لحظهٔ پایان واکنش را نشان می‌دهد (در واکنش‌های تعادلی لحظهٔ رسیدن به تعادل را نشان می‌دهد.)



مثال: نمودار غلظت - زمان را برای واکنش $2NO_2 \rightarrow 2NO + O_2$ رسم کنید؟

پاسخ: NO_2 : واکنش‌دهنده و نمودار آن نزولی است. NO : فراورده و نمودار آن صعودی است.

O_2 : فراورده و نمودار آن صعودی است. شیب آن نصف شیب دو نمودار قبلی است؛ زیرا ضریب آن در معادلهٔ واکنش نصف دو ماده دیگر است.



ردپای غذا:

زندگی ما و ادامهٔ آن بر روی زمین به تأمین نیازهای ضروری مانند هوا، آب، غذا و ... وابسته است. اما میزان نیاز و بهره‌مندی از این منابع برای همه یکسان نیست. دلیل این تفاوت را باید در سبک زندگی هر فرد جست‌وجو کرد، زیرا هر انسان در طول عمر خود، ردپاهای متفاوتی در محیط زیست بر جای می‌گذارد. در شیمی دهم با ردپای کربن‌دی‌اکسید و آب آشنا شدید. ردپاهایی که دو چهره آشکار و پنهان دارند. پدیدهٔ دو چهرهٔ دیگری از این دست، ردپای غذا است.

دو چهرهٔ ردپای غذا:

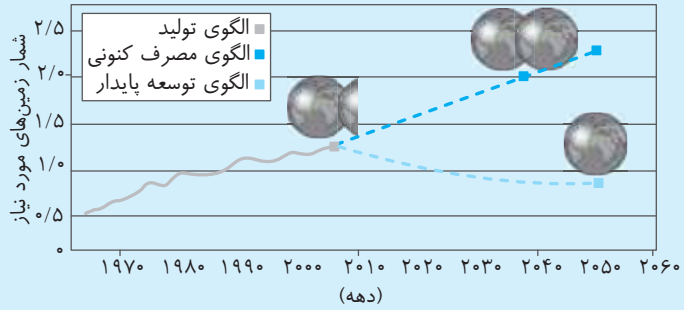
۱- چهرهٔ آشکار: نشان می‌دهد سالانه حدود ۳۰ درصد غذایی که در جهان فراهم می‌شود به مصرف نمی‌رسد و به زباله تبدیل می‌شود یا از بین می‌رود.

۲- چهرهٔ پنهان:
۱- شامل همهٔ منابعی که در تهیهٔ غذا از آغاز تا سر سفره سهم داشته‌اند.
۲- تولید گازهای گلخانه‌ای به ویژه کربن دی‌اکسید که سهم تولید این گاز در رد پای غذا به مراتب بیش از سوختن سوخت‌ها در خودروها، کارخانه‌ها و ... است.

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.

نمودار الگوی توسعهٔ پایدار و تولید غذا: از آنجا که جمعیت جهان، رشد اقتصادی، افزایش 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.

با این روند ردپای غذا روی محیط زیست سنگین‌تر شده و مساحت کل مورد نیاز برای تأمین اقلام ضروری زندگی بیشتر خواهد شد.



با توجه به الگوی تولید و مصرف غذا، انتظار می‌رود مدیران جامعهٔ 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 هر یک از این برنامه‌ها در گرو همت و تلاش یکایک ساکنان زمین است.

برای کاهش ردپای غذا، الگوهای زیر طراحی شده است:

۱- خرید به اندازهٔ نیاز

۲- کاهش مصرف گوشت و لبنیات

۳- استفاده از غذاهای بومی و فصلی

۴- کاهش مصرف غذاهای فراوری شده

تمرین

الف **درست یا نادرست بودن جمله‌های زیر را مشخص کنید.**

۱ **میزان نیاز و بهره‌مندی از منابعی مانند هوا، آب و غذا برای همه یکسان است.** ○ درست ○ نادرست

۲ **سالانه حدود ۷۰ درصد از غذایی که در جهان فراهم می‌شود، به مصرف می‌رسد.** ○ درست ○ نادرست

۳ **ردپای کربن دی‌اکسید و آب تنها چهرهٔ آشکار دارند در حالی که ردپای غذا دارای دو چهرهٔ آشکار و پنهان است.** ○ درست ○ نادرست

۴ **آمارها نشان می‌دهد که به ازای هر هفت نفر در جهان، یک نفر گرسنه است.** ○ درست ○ نادرست

ب جاهای خالی را با کلمه‌های مناسب پر کنید.

۵ غلظت مولی یک ماده را با نوشتن _____ آن درون یک کروشه نمایش می‌دهند.

۶ سرعت متوسط مصرف یک واکنش‌دهنده برضریب استوکیومتری آن بیانگر _____ است.

۷ سرعت متوسط یک واکنش‌دهنده یا فراورده با ضریب استوکیومتری آن رابطهٔ _____ دارد.

۸ هرچه ضریب استوکیومتری یک ماده در معادلهٔ موازنه شده بزرگ‌تر باشد، شیب نمودار مول - زمان آن _____ خواهد بود.

۹ تعداد مول‌های مصرف شده یاتولید شده از یک ماده شرکت کننده در واکنش در واحد زمان بیانگر _____ آن است.

۱۰ ردپای غذا دارای _____ چهره است.

۱۱ چهره _____ ردپای غذا نشان می‌دهد سالانه حدود ۳۰ درصد مواد غذایی در جهان به مصرف نمی‌رسد و به _____ تبدیل می‌شود.

۱۲ خرید به اندازهٔ نیاز منجر به کاهش تولید _____ و _____ می‌شود.

۱۳ کاهش مصرف غذاهای فراوری شده باعث کاهش ورود _____ ناخواسته به _____ می‌شود.

ج عبارت‌های داده شده را با انتخاب یکی از کلمه‌های داخل پرانتز کامل کنید.

۱۴ در رابطهٔ سرعت متوسط مصرف یک واکنش‌دهنده علامت تغییرات تعدادمول (مثبت- منفی) است.

۱۵ هرچه ضریب استوکیومتری یک ماده در معادلهٔ موازنه شده بزرگ‌تر باشد، سرعت متوسط تولید یا مصرف آن ماده (بیشتر- کمتر) است.

۱۶ اندازه‌گیری (غلظت- انحلال‌پذیری) واکنش‌دهنده یا فراورده در تعیین سرعت واکنش کاربرد ندارد.

۱۷ عامل (افزایش حجم ظرف- افزایش غلظت مواد) سرعت واکنش بین مولکول‌های مواد گازی را کاهش می‌دهد.

۱۸ درواکنش $2NO_2 \rightarrow 2NO + O_2$ سرعت متوسط مصرف نیتروژن دی‌اکسید (یک- دو) برابرسرعت متوسط تولید نیتروژن مونوکسید است.

۱۹ سهم تولید گاز (متان- کربن دی‌اکسید) در ردپای غذا به مراتب بیشتراز سوختن سوخت‌ها در خودروها، کارخانه‌ها و ... است.

۲۰ ازآنجا که جمعیت جهان، رشد اقتصادی، افزایش سطح رفاه و ... رو به افزایش است، (نیاز- تقاضا) برای غذا پیوسته افزایش می‌یابد.

۲۱ الگوی مصرف کنونی برای شمار زمین‌های مورد نیاز از دههٔ ۲۰۱۰ تا ۲۰۵۰ برخلاف الگوی توسعهٔ پایدار (افزایشی- کاهشی) است.

د به سؤال‌های زیر پاسخ دهید.

۲۲ اگر در واکنش $3BrO^-(aq) \rightarrow 2Br^-(aq) + BrO_3^-(aq)$ سرعت ناپدید شدن $BrO^-(aq)$ برابر ۰/۰۶ مول بر ثانیه باشد، سرعت واکنش چند مول بر ثانیه است؟

۲۳ در مورد غذا به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

الف) ردپای چه موادی دارای دو چهرهٔ آشکار و پنهان هستند؟

ب) چه مقدار از غذایی که در جهان فراهم می‌شود به زباله تبدیل می‌شود یا از بین می‌رود؟

ج) علت افزایش تقاضا برای غذا چه مواردی است؟

۲۴ روابط سرعت یک واکنش شیمیایی به‌صورت زیر است:

$$-\frac{\Delta[C_3H_5(NO_3)_3]}{4\Delta t}=+\frac{\Delta[CO_2]}{12\Delta t}=+\frac{\Delta[H_2O]}{10\Delta t}=+\frac{\Delta[N_2]}{6\Delta t}=+\frac{\Delta[O_2]}{\Delta t}$$

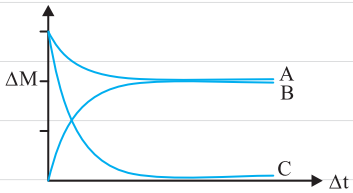
الف) نسبت سرعت بخار آب به گاز اکسیژن را به دست آورید؟

ب) معادلهٔ موازنه شده واکنش را بنویسید.

۲۵ معادلهٔ موازنه شده یک واکنش به‌صورت زیر است. روابط بین سرعت واکنش و سرعت متوسط واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها را بنویسید.

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

۲۶ با توجه به نمودار غلظت - زمان مقابل، معادلهٔ موازنه شده واکنش را بنویسید.



۲۷ اگر در تجزیهٔ گرمایی گاز N_2O_5 مطابق واکنش زیر، پس از گذشت ۲ دقیقه ۰/۰۸ مول از آن باقی بماند و ۰/۰۶ مول گاز اکسیژن آزاد شود.

$$2N_2O_5 \rightarrow 4NO_2 + O_2$$

الف) مقدار اولیهٔ گاز N_2O_5 چند گرم بوده است؟

ب) سرعت واکنش را محاسبه کنید.

ج) سرعت ماده بر حسب کدام ماده کمترین مقدار است؟ چرا؟

۲۸ پتاسیم نیترات در دمای بالاتر از $500^\circ C$ مطابق معادلهٔ زیر در یک ظرف ۲ لیتری تجزیه می‌شود:

$$4KNO_3(s) \xrightarrow{>500^\circ C} 2K_2O(s) + 2N_2O(g) + 4O_2(g)$$

الف) سرعت واکنش بر حسب کدام ماده (ها) کمترین مقدار است؟ چرا؟

ب) اگر سرعت متوسط تولید گاز اکسیژن $0/04\ mol.L^{-1}.s^{-1}$ باشد و با گذشت ۱۰ ثانیه، ۳۰ گرم از KNO_3 باقی مانده باشد، مقدار اولیهٔ این ترکیب چند گرم بوده است؟ $(KNO_3 = 101 g.mol^{-1})$

ج) سرعت واکنش را برحسب مول بر لیتر بر دقیقه محاسبه کنید.

۲۹ **معادلهٔ موازنه شده یک واکنش به‌صورت زیر است. روابط بین سرعت متوسط واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها را بنویسید.**

$$2NaHCO_3(s) \rightarrow Na_2CO_3(s) + CO_2(g) + H_2O(g)$$

۳۰ **در مورد ردپای غذا به سؤال‌های زیر پاسخ دهید.**

الف) چهار الگو برای کاهش ردپای غذا بیان کنید.

ب) هر یک از الگوهای بیان شده با کدام‌یک از اصول شیمی سبز مطابقت دارد؟

ج) چهره‌های آشکار و پنهان ردپای غذا را بیان کنید.

۳۱ **سرعت تشکیل C در واکنش $2A + B \rightarrow 2C + 3D$ برابر $1mol.s^{-1}$ است:**

الف) سرعت کلی واکنش را بر حسب مول بر ثانیه محاسبه کنید.

ب) سرعت تشکیل D را بر حسب مول بر ثانیه محاسبه کنید.

چکیدهٔ مطالب

۱) کاهش جرم خورشید به عنوان تنها منبع حیات‌بخش انرژی، تبدیل ماده به انرژی را تأیید می‌کند.

۲) غذا همواره نقش محوری در رشد، تندرستی و زندگی انسان داشته است.

۳) یکی از مهم‌ترین و شاید دشوارترین مسئولیت‌های هر دولت، تأمین غذای افراد جامعه است.

۴) سرانهٔ مصرف مادهٔ غذایی، مقدار میانگین مصرف آن را به ازای هر فرد در یک گسترهٔ زمانی معین نشان می‌دهد.

۵) در یک دمای معین، میانگین تندی و میانگین انرژی جنبشی ذره‌های سازندهٔ ماده ثابت است.

۶) دمای یک مادهٔ تعیین کنندهٔ میانگین سرعت و میانگین انرژی جنبشی ذره‌های سازنده ماده است.

۷) مجموع انرژی جنبشی ذره‌های سازندهٔ یک ماده هم‌ارز انرژی گرمایی آن است.

۸) از روش‌های تغییر دمای یک ماده، مبادلهٔ گرما است.

۹) ظرفیت گرمایی، مقدار گرمایی است که دمای یک جسم را یک درجهٔ سلسیوس افزایش می‌دهد و به نوع ماده و مقدار آن بستگی دارد.

۱۰) ظرفیت گرمایی ویژه، مقدار گرمایی است که دمای یک گرم از جسم را یک درجهٔ سلسیوس افزایش می‌دهد و تنها به نوع ماده بستگی دارد.

۱۱) گرمای مبادله شده در یک فرایند از رابطهٔ مقابل قابل محاسبه است: $Q = mc\Delta\theta$

۱۲) هرچه ظرفیت گرمایی ویژهٔ یک ماده کمتر باشد، دمای آن در اثر گرم کردن افزایش بیشتری خواهد داشت.

۱۳) در واکنش گرماده، گرما از سامانه به محیط جریان می‌یابد و سطح انرژی فراورده‌ها کمتر از واکنش‌دهنده‌ها خواهد بود.

۱۴) در واکنش گرماگیر، گرما از محیط به سامانه جریان می‌یابد و سطح انرژی فراورده‌ها بیشتر از واکنش دهنده‌ها خواهد بود.

۱۵) شیمی‌دان‌ها گرمای جذب شده یا آزاد شده در هر واکنش شیمیایی را به طور عمده وابسته به تفاوت انرژی پتانسیل مواد واکنش‌دهنده و فراورده می‌دانند.

۱۶) گرمای یک واکنش به دما، فشار، نوع و مقدار مواد واکنش‌دهنده، نوع فراورده و حالت فیزیکی مواد شرکت کننده بستگی دارد.

۱۷) ترموشیمی شاخه‌ای از علم شیمی است که به بررسی کمی و کیفی گرمای واکنش‌های شیمیایی، تغییر آن و تأثیری که بر حالت ماده دارد، می‌پردازد.

۱۸) آنتالپی واکنشی را که در آن یک مول ماده در اکسیژن کافی به طور کامل می‌سوزد، آنتالپی سوختن می‌گویند.

۱۹) برای محاسبهٔ تغییر آنتالپی یک واکنش از رابطهٔ مقابل استفاده می‌شود: $\Delta H_{(\text{واکنش})} = H_{(\text{مواد فراورده})} - H_{(\text{مواد واکنش دهنده})} = Q_p$

۲۰) برای تعیین ΔH واکنش‌های شیمیایی دو راه وجود دارد:
- ۱- روش مستقیم (گرماسنجی، گرماسنج لیوانی)
- ۲- روش غیر مستقیم
  - ۱- قانون هس
  - ۲- استفاده از آنتالپی پیوندها

۲۱) تعدادی از معادله‌های گرماشیمیایی را می‌توان جمع زد و معادلهٔ گرماشیمیایی جدیدی به دست آورد. توجیه این روش بر مبنای قانون هس است که بیان می‌کند: مقدار ΔH یک واکنش ثابت است خواه این واکنش در یک مرحله صورت گیرد خواه در چندین مرحله.

۲۲) انرژی تفکیک پیوند به انرژی لازم برای شکستن یک پیوند مشخص که دو اتم را در یک مولکول دو اتمی معین در کنار هم نگه‌می‌دارد گفته می‌شود.

۲۳) سینتیک، شاخه‌ای از علم شیمی است که شرایط و چگونگی انجام واکنش‌های شیمیایی و عوامل مؤثر بر سرعت واکنش‌های شیمیایی را بررسی می‌کند.

۲۴) عوامل مؤثر بر سرعت واکنش عبارتند از: تغییر واکنش‌پذیری واکنش‌دهنده‌ها، دما، غلظت، کاتالیزگر، سطح تماس میان ذره‌های واکنش‌دهنده

۲۵) سرعت متوسط مصرف واکنش‌دهنده و تولید فراورده به‌صورت روابط زیر است:

$$\bar{R}_{(\text{فراورده})} = +\frac{\Delta n_{(\text{فراورده})}}{\Delta t} \qquad \bar{R}_{(\text{واکنش دهنده})} = -\frac{\Delta n_{(\text{واکنش دهنده})}}{\Delta t}$$

تمرین دوره‌ای

۱ در مورد نقش محوری غذا به سؤال‌های زیر پاسخ دهید.

الف) نخستین انقلاب در کشاورزی چه بود؟

ب) یکی از مهم‌ترین و دشوارترین مسئولیت‌های هر دولت را بیان کنید.

ج) مفهوم صنایع غذایی را بیان کنید.

د) سرانهٔ مصرف ماده غذایی چیست؟

۲ **در یک لیوان ۲۰۰ گرم آب با دمای ۶۵ درجهٔ سلسیوس و در یک بشکه آب ۱۰۰۰ گرم آب با دمای ۲۰ درجهٔ سلسیوس وجود دارد:**

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

ب) ظرفیت گرمایی آب دو ظرف را با نوشتن دلیل مقایسه کنید.

ج) ظرفیت گرمایی ویژهٔ آب دو ظرف را مقایسه کنید.

۳ **یک لیوان قهوهٔ داغ با دمای ۷۰ درجهٔ سلسیوس را در نظر بگیرید که در یک اتاق قرار داده شده است:**

الف) سامانه، محیط، مرز و نوع سامانه را مشخص کنید.

ب) نمودار جاری شدن انرژی بین سامانه و محیط را برای آن رسم کنید.

ج) جاری شدن انرژی بین سامانه و محیط تا چه زمانی ادامه پیدا می‌کند؟

۴ **درصورتی که برای رساندن دمای ۱۹/۰۱ میلی‌لیتر اتانول از دمای $22/7^\circ C$ به $26/20^\circ C$، مقدار ۱۲۹ ژول گرما لازم باشد، ظرفیت گرمایی ویژه و ظرفیت گرمایی مولی اتانول را محاسبه کنید؟** $(H=1, C=12, O=16 : g.mol^{-1}, \rho_{ethanol}=0/789\, g.mL^{-1})$

۵ **ظرفیت گرمایی ویژهٔ آب، اتانول، آلومینیم و آهن به ترتیب ۴/۲، ۲/۵، ۰/۹ و ۰/۴۵ ژول بر گرم بر درجهٔ سلسیوس می‌باشد. هرگاه به ۱۰ گرم از هر یک از آنها ۱۰ کالری گرما داده شود، میزان افزایش دمای آنها را با نوشتن دلیل مقایسه کنید؟**

۶ **اگر ΔH واکنش زیر در $25^\circ C$ به ازای هر مول $Li_2O(s)$ برابر $-598/8\, kJ.mol^{-1}$ باشد، چند گرم $Li(s)$ با اکسیژن اضافی باید واکنش دهد تا $150\, kJ$ گرما تولید شود؟**

$$4Li(s) + O_2(g) \rightarrow 2Li_2O(s)$$

۷ با دادن $168\,kJ$ انرژی به یک نمونه گالیم دمای آن از $25^\circ C$ به $38^\circ C$ افزایش می‌یابد. حجم نمونه را محاسبه کنید؟

$(\rho_{Ga} = 5/904\,g/cm^3 \quad , \quad c_{Ga} = 0/372\,J.g^{-1}.^\circ C^{-1})$

۸ ΔH واکنش حل شدن کلسیم کلرید $(M = 111\,g/mol)$ در آب که در بسته‌های گرمازا به کار می‌رود، برابر $-35\,kJ/mol$ است. برای گرم کردن $250\,g$ آب از دمای $25^\circ C$ تا دمای $45^\circ C$ چند گرم از آن باید در آب حل شود؟ $(c_{H_2O} = 4/2\,J/g.^\circ C)$

۹ بسته‌های گرمازا شامل کلسیم کلرید خشک هستند. اگر درصد خلوص کلسیم کلرید در این بسته‌ها ۸۵ درصد باشد:

الف) از انحلال ۲/۶۱ گرم کلسیم خشک، چند کیلوژول گرما طبق معادلهٔ زیر آزاد خواهد شد؟

$CaCl_2(s) \rightarrow Ca^{2+}(aq) + 2Cl^-(aq) + 83\,kJ \quad , \quad (Cl = 35/5, Ca = 40 : g.mol^{-1})$

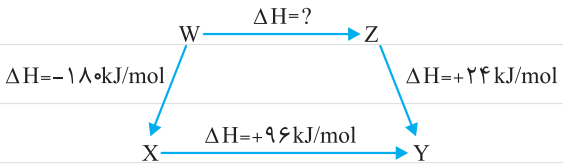
ب) گرمای آزاد شده، دمای ۱۰۰ گرم آب موجود در بسته را چند درجهٔ سلسیوس افزایش خواهد داد؟ $(c_{H_2O} = 4/185\,J/g.^\circ C)$

۱۰ با بهره‌گیری از آنتالپی پیوندهای زیر، آنتالپی واکنش‌داده شده را برحسب کیلوژول بر مول محاسبه کنید.

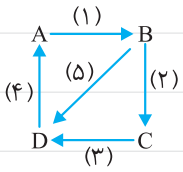
$CH_3OH(g) + HCl(g) \rightarrow CH_3Cl(g) + H_2O(g)$

پیوند	C – H	C – O	O – H	H – Cl	C – Cl
$\Delta H(kJ.mol^{-1})$	۴۱۵	۳۳۵	۴۶۳	۴۳۱	۳۲۶

۱۱ تغییر آنتالپی واکنش $W \rightarrow Z$ به طور مستقیم قابل اندازه‌گیری نیست و با استفاده از مسیر واکنش زیر تعیین می‌شود. مقدار ΔH را برای واکنش $W \rightarrow Z$ برحسب $kJ.mol^{-1}$ محاسبه کنید؟



۱۲ مقدار ΔH واکنش $B \rightarrow D$ را با توجه به شکل و معلومات داده شده بر حسب کیلوژول محاسبه کنید؟



$(\Delta H_{۱} = -۲۰۰, \Delta H_{۲} = -۱۰۰, \Delta H_{۴} = +۱۵۰ : KJ)$

۱۳ میانگین آنتالپی پیوند $P - H$ در $PH_{۳}(g)$ را با توجه به اطلاعات داده شده بر حسب کیلوژول بر مول محاسبه کنید؟

$\frac{۱}{۴} P_{۴}(s) + \frac{۳}{۲} H_{۲}(g) \rightarrow PH_{۳}(g) \qquad \Delta H = ۲۳\,kJ / mol$

$P_{۴}(s) \rightarrow ۴P(g) \qquad \Delta H = ۱۳۳۴\,kJ / mol$

$H_{۲}(g) \rightarrow ۲H(g) \qquad \Delta H = ۴۳۵\,kJ / mol$

۱۴ انرژی پیوند $A - B(g)$ را با توجه به اطلاعات داده شده بر حسب کیلوژول بر مول محاسبه کنید.

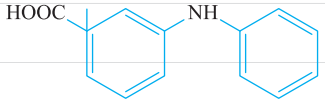
$A - B(g) + C - D(g) \rightarrow A - C(g) + B - D(g) \qquad \Delta H = -۳۰۰\,kJ$

$(\Delta H_{A-B(g)} = ۱/۵ \ \Delta H_{C-D(g)} = ۰/۸ \Delta H_{A-C(g)} = ۰/۴۶۹ \ \Delta H_{B-D(g)})$

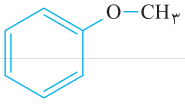
۱۵ فرض کنید آنتالپی پیوند $O - H$ در $H_{۲}O(g)$ و در $H_{۲}O_{۲}(g)$ مثل هم باشد. هرگاه آنتالپی تفکیک $H_{۲}O(g)$ و $H_{۲}O_{۲}(g)$ به اتم‌های تشکیل دهنده به ترتیب برابر ۸۵۶ و ۱۰۶۹ کیلوژول بر مول باشد، آنتالپی پیوند $O - O$ در $H - O - O - H$ را در شرایط یکسان محاسبه کنید؟

۱۶ گروه‌های عاملی موجود در ساختارهای زیر را با کشیدن دایره دور آنها و نوشتن نام گروه عاملی مشخص کنید.

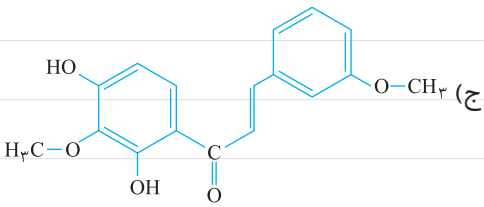
الف)



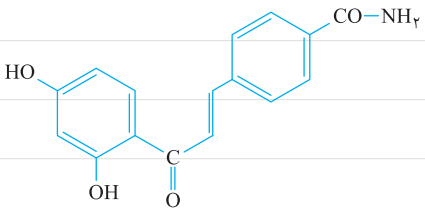
ب)



ج)



د)



۱۷ مقدار ΔH واکنش $N_2H_4(l) + O_2(g) \rightarrow N_2(g) + 2H_2O(l)$ را به کمک واکنش‌های داده شدهٔ زیر محاسبه کنید.

۱) $2NH_3(g) + 3N_2O(g) \rightarrow 4N_2(g) + 3H_2O(l)$ $\quad \Delta H = -1010\,kJ$

۲) $N_2O(g) + 3H_2(g) \rightarrow N_2H_4(l) + H_2O(l)$ $\quad \Delta H = -317\,kJ$

۳) $2NH_3(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow N_2H_4(l) + H_2O(l)$ $\quad \Delta H = -143\,kJ$

۴) $H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(l)$ $\quad \Delta H = -286\,kJ$

۱۸ با استفاده از واکنش‌های داده شده، آنتالپی واکنش $N_2O_3(g) + N_2O_5(s) \rightarrow 2N_2O_4(g)$ را محاسبه کنید.

۱) $NO(g) + NO_2(g) \rightarrow N_2O_3(g)$ $\quad \Delta H = -39/8\,kJ$

۲) $NO(g) + NO_2(g) + O_2(g) \rightarrow N_2O_5(g)$ $\quad \Delta H = -112/5\,kJ$

۳) $2NO_2(g) \rightarrow N_2O_4(g)$ $\quad \Delta H = -57/2\,kJ$

۴) $2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$ $\quad \Delta H = -114/2\,kJ$

۵) $N_2O_5(s) \rightarrow N_2O_5(g)$ $\quad \Delta H = +54/1\,kJ$

۱۹ گرمای حاصل از سوختن کامل ۰/۲۵ مول پروپن $(C_3H_6(g))$ با گرمای حاصل از سوختن کامل چند گرم اتانول $(C_2H_5OH(l))$ برابر است؟

$(\Delta H_{(C_2H_5OH(l))} = -1368\,kJ/mol, \Delta H_{(C_3H_6(g))} = -2058\,kJ/mol, C_2H_5OH = 46\,g/mol)$

۲۰ فردی روزانه ۲۰۰ گرم شیر، ۵۰ گرم شکلات و ۴۰ گرم پنیر مصرف می‌کند: (ارزش سوختی مواد: شیر، $3 = 20\,kJ/g$ شکلات، $18 =$ پنیر)

الف) مقدار انرژی جذب شده توسط بدن این فرد چند کیلوژول است؟

ب) فرد با این مقدار انرژی جذب شده، چند ساعت می‌تواند پیاده‌روی کند؟ $(800\,kJ/h =$ آهنگ مصرف انرژی پیاده‌روی)

۲۱ فرض کنید روزانه ۲۵۰۰ مترمکعب بوتان، $C_4H_{10}(g)$، در یک نیروگاه حرارتی در دما و فشار ثابت در اکسیژن کافی بسوزد؛ روزانه به ترتیب چند تن $CO_2(g)$ و چند کیلوژول گرما از این راه وارد هوای اطراف نیروگاه خواهد شد؟ $(H=1, C=12, O=16 : g/mol)$
(حجم یک مول بوتان برابر ۲۵ لیتر، آنتالپی سوختن بوتان $-2900\,kJ/mol$ است. فرض کنید فقط ۸۰ درصد گرمای حاصل از سوختن بوتان به هوای اطراف نیروگاه راه یابد. قدر مطلق گرمای راه یافته مورد نظر است.)

۲۲ برای واکنش سوختن یک مول $H_2(g)$ در اکسیژن در دما و فشار ثابت آزمایشگاه داریم:

$$H_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g)\rightarrow H_2O(l) \qquad \Delta H=-286\,kJ/mol$$

علاوه بر آن می‌دانیم که: $H_2O(l)\rightarrow H_2O(g)$, $\Delta H=44\,kJ/mol$ با دانستن این که آنتالپی پیوند $H-H$ و $O=O$ به ترتیب برابر ۴۳۶ و ۴۹۶ کیلوژول بر مول است، میانگین آنتالپی پیوند $O-H$ در آب را برحسب کیلوژول بر مول محاسبه کنید؟

۲۳ روابط سرعت یک واکنش شیمیایی به‌صورت $R_r=-\frac{2\Delta n(N_2(g))}{\Delta t}=-\frac{2\Delta n(H_2(g))}{3\Delta t}=+\frac{\Delta n(NH_3(g))}{\Delta t}$ است. با توجه به روابط داده شده:

الف) نسبت سرعت گاز هیدروژن به نیتروژن را بنویسید.

ب) سرعت واکنش نسبت به تولید یا مصرف کدام ماده بیشترین مقدار ممکن است؟

ج) معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش را بنویسید.

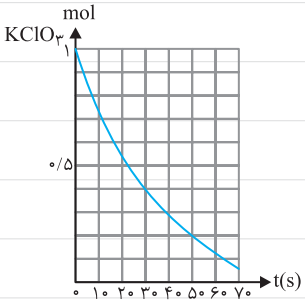
۲۴ اگر در تجزیهٔ گرمایی یک نمونه سدیم هیدروژن کربنات خالص، پس از ۱۰ دقیقه ۴/۲ گرم از آن باقی مانده و ۰/۲ مول آب تشکیل شده باشد سرعت تجزیهٔ سدیم هیدروژن کربنات برابر چند مول بر دقیقه است و با همین سرعت متوسط چند ثانیهٔ دیگر واکنش کامل می‌شود؟ $(H=1, C=12, O=16, Na=23 : gmol)$, $2NaHCO_3\rightarrow Na_2CO_3+CO_2+H_2O$

۲۵ در صورتی که سرعت تشکیل $NO(g)$ در واکنش $2NOBr(g)\rightarrow 2NO(g)+Br_2(g)$ برابر $1/6\times10^{-4}\,mol/s$ باشد، سرعت واکنش و سرعت تولید $Br_2(g)$ را برحسب mol/s محاسبه کنید؟

۲۶ اگر واکنش تجزیه: $2KClO_3(s) \rightarrow 2KCl(s) + 3O_2(g)$ که در یک ظرف ۱۰ لیتری سربسته انجام می‌گیرد، سرعت متوسط تولید گاز اکسیژن برابر $0/0015\ mol/L.s$ باشد، چند دقیقه طول می‌کشد تا ۳۶۷/۵ گرم پتاسیم کلرات به طول کامل تجزیه شود؟ $(KClO_3 = 122/5\ g/mol)$

۲۷ اگر در تجزیهٔ گرمایی گاز N_2O_5 و تبدیل آن به گازهای O_2 و NO_2، پس از گذشت ۲ دقیقه ۰/۰۸ مول از آن باقی بماند و ۰/۰۶ مول گاز اکسیژن آزاد شود، مقدار اولیهٔ N_2O_5 چندمول و سرعت متوسط تشکیل گاز NO_2 چند مول بر ثانیه است؟

۲۸ با توجه به نمودار مقابل به تقریب چند ثانیه زمان لازم است تا ۱۵ لیتر گاز O_2 از تجزیهٔ پتاسیم کلرات در گرما در مجاورت MnO_2 به دست آید؟ $(\rho_{O_2} = 0/8\ g/L ,\ O = 16\ g/mol)$



۲۹ الگوهای کاهش ردپای غذا را نام ببرید.

سؤال تستی

۱ کدام مطلب نادرست است؟

۱) ظرفیت گرمایی مولی هر جسم، مقدار گرمای لازم برای افزایش دمای یک مول از آن به اندازهٔ $1^\circ C$ است.

۲) ترمودینامیک دانش مطالعهٔ تبدیل شکل‌های مختلف انرژی به یکدیگر و راه‌های انتقال آن است.

۳) ظرفیت گرمایی ویژهٔ هر جسم از رابطهٔ $c = \frac{q}{m.\Delta T}$ قابل محاسبه است.

۴) اگر جرم جسم برابر ده گرم باشد، ظرفیت گرمایی و ظرفیت گرمایی ویژهٔ جسم برابر خواهند شد.

۲ اگر دو لیوان یکسان موجود باشد که اولی دارای ۱۰۰ میلی‌لیتر آب و دومی دارای ۲۰۰ میلی‌لیتر آب و هر دو در دمای $25^\circ C$ باشند، کدام مطلب دربارهٔ آن نادرست است؟

۱) میانگین سرعت حرکت مولکول‌های آب در هر دو لیوان برابر است.

۲) ظرفیت گرمایی ویژهٔ آب در دو لیوان با هم برابر است.

۳) ظرفیت گرمایی آب در دو لیوان برابر است.

۴) برای رساندن دمای آب در هر یک از دو لیوان به $35^\circ C$ گرمای برابری لازم است.

۳ یکی از واکنش‌های فتوسنتز ممکن است به صورت $CO_2(g) + 2H_2O(l) \rightarrow CH_4(g) + 2O_2(g)$, $\Delta H = +891\ kJ$ باشد. هرگاه ۰/۱۶ گرم $CH_4(g)$ از این راه تشکیل شود، گرمای جذب شده برحسب ژول کدام است؟ $(H = 1, C = 12 : g.mol^{-1})$

۱) ۸۹۱ ۲) ۸۹/۱ ۳) ۸۹۱۰ ۴) ۸/۹۱

۴ اگر ۵ گرم از یک قطعه فلز خالص، با از دست دادن ۵۸/۷۵ ژول گرما، از دمای $70^\circ C$ به $20^\circ C$ برسد، این فلز کدام است؟

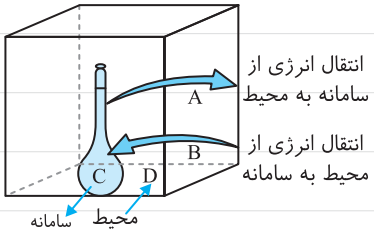
۱) آلومینیم $(c = 0/902\ J/g.^\circ C)$ ۲) نقره $(c = 0/235\ J/g.^\circ C)$

۳) سرب $(c = 0/129\ J/g.^\circ C)$ ۴) نیکل $(c = 0/340\ J/g.^\circ C)$

۵ اگر ظرفیت گرمایی ویژهٔ اجسام A و B و C و D برحسب $J.g^{-1}.^\circ C^{-1}$ به ترتیب از راست به چپ برابر ۰/۹، ۴/۲، ۰/۵، ۲/۴ باشد و به جرم یکسانی از آنها مقدار یکسانی گرما داده شود، ترتیب افزایش دمای آنها کدام است؟

۱) A⟨C⟨B⟨D ۲) B⟨D⟨A⟨C ۳) C⟨A⟨D⟨B ۴) D⟨B⟨C⟨A

۶ اگر شکل زیر به واکنشی مربوط باشد که ΔH آن کوچک‌تر از صفر است، کدام موضوع مشخص شده در آن بی‌مورد است؟



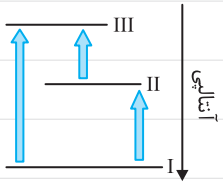
۱) A ۲) B ۳) C ۴) D

۷ با توجه به داده‌های زیر، واکنش گازی $N_2 + O_2 \rightarrow 2NO$ چگونه است و ΔH آن چند کیلو کالری است؟

$(N_2 : 225, O_2 : 119, NO : 150\ kcal/mol)$

۱) گرماگیر، ۴۴- ۲) گرماگیر، ۴۴+ ۳) گرماده، ۴۴- ۴) گرماده، ۴۴+

۸ با توجه به شکل زیر و معادلهٔ واکنش، می‌توان دریافت که ΔH واکنش (۳) برابر با _____ کیلوژول است و _____ محتوای انرژی _____ را نشان می‌دهد.



۱) $A + B \rightarrow C$ $\Delta H = -100\ kJ$

۲) $C + B \rightarrow D$ $\Delta H = -50\ kJ$

۳) $A + 2B \rightarrow D$ $\Delta H = ?$

۱) C, I, −۵۰ ۲) C + 2B, III, −۵۰ ۳) D, III, −۱۵۰ ۴) C + 2B, II, −۱۵۰

۹ از حل شدن ۰/۴۸ گرم منیزیم جامد در محلول هیدروکلریک اسید کافی، ۹۲۰۵ ژول گرما در دما و فشار ثابت آزاد می‌شود. آنتالپی واکنش زیر در همان شرایط برحسب کیلوژول کدام است؟ $(Mg = 24\ g.mol^{-1})$

$Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$

۱) −۴۶۰/۲۵۰ ۲) −۱۹/۱۷۷ ۳) −۲۳۰/۱۲۵ ۴) −۹/۲۰۵

۱۰ مقدار _____ که در واکنش‌های شیمیایی مبادله می‌شود به طور معمول به شکل انرژی _____ آزاد یا جذب می‌شود و اگر در _____ ثابت باشد، آنتالپی نامیده می‌شود.

۱) گرمایی - شیمیایی - حجم ۲) گرمایی - شیمیایی - فشار

۳) انرژی - گرمایی - حجم ۴) انرژی - گرمایی - فشار

۱۱ ترکیب‌های $A(g)$ ، $B(g)$ و $C(g)$ در واکنش‌های زیر شرکت می‌کنند:

۱) $A(g) \rightarrow C(g) \quad \Delta H_1$ ۲) $B(g) \rightarrow A(g) \quad \Delta H_2$ ۳) $B(g) \rightarrow C(g) \quad \Delta H_3$

با توجه به آن کدام تساوی درست است؟

۱) $\Delta H_1 = \Delta H_3 - \Delta H_2$ ۲) $\Delta H_1 = \Delta H_3 + \Delta H_2$

۳) $\Delta H_1 = \Delta H_2 - \Delta H_3$ ۴) $\Delta H_1 = \frac{1}{2}(\Delta H_2 + \Delta H_3)$

۱۲ اگر میانگین آنتالپی پیوند $C-H$ در مولکول متان، برابر $412\,kJ/mol$ در نظر گرفته شود، ΔH کدام واکنش برابر $+1648\,kJ$ است؟

۱) $CH_4(g) \rightarrow C(s) + 2H_2(g)$ ۲) $CH_4(g) \rightarrow C(g) + 2H_2(g)$

۳) $CH_4(g) \rightarrow C(s) + 4H(g)$ ۴) $CH_4(g) \rightarrow C(g) + 4H(g)$

۱۳ اگر آنتالپی سوختن متان برابر $-890\,kJ/mol$ باشد، بر اثر جذب گرمای سوختن ۰/۵ مول متان، یک کیلوگرم از کدام ماده کمترین تغییر دما را خواهد داشت و دمای آن به تقریب چند درجهٔ سلسیوس بالا می‌رود؟

(ظرفیت گرمایی ویژه آب، هلیم، آمونیاک و آهن به ترتیب ۴/۲، ۵/۲، ۲ و ۰/۴۵ ژول بر گرم بر درجهٔ سلسیوس است.)

۱) آب، ۱۰۶ ۲) هلیم، ۸۵/۶ ۳) آهن، ۴۰ ۴) آمونیاک، ۵۵/۶

۱۴ اگر گرمای سوختن یک گرم پروپانول، بتواند ۱۰۰ گرم آب با دمای $20^\circ C$ را در فشار $1\,atm$ به جوش آورد، ΔH واکنش سوختن آن، به تقریب چند کیلوژول بر مول است؟ ($c_{H_2O} = 4/2\,J.g^{-1}.^\circ C^{-1}$ ، $H=1, C=12, O=16: g\,mol^{-1}$)

۱) $-1478/4$ ۲) -2520

۳) -2016 ۴) $-1875/5$

۱۵ با توجه به واکنش $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g) \quad , \quad \Delta H = -484\,kJ$ هرگاه مخلوطی از گازهای هیدروژن و اکسیژن به حجم ۷/۵ لیتر در شرایط استاندارد، بر اثر جرقه به طور کامل با هم واکنش دهند، حدود چند کیلوژول گرما آزاد می‌شود؟

۱) ۳۸ ۲) ۴۸ ۳) ۵۴ ۴) ۶۵

۱۶ مقدار ۱۶۱/۶ کیلوژول گرما در دما و فشار ثابت از سوختن ۳/۲ گرم متان به حالت گاز در اکسیژن آزاد می‌شود. ΔH وابسته به معادلهٔ موازنه شده سوختن متان در شرایط داده شده بر حسب کیلوژول کدام است؟ ($H=1, C=12: g/mol$)

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g) \qquad \Delta H = ?\,kJ$$

۱) -808 ۲) $+808$ ۳) ۴۹ ۴) ۸۲

۱۷ گرمای سوختن مولی اتان ۱۵۶۰ کیلوژول و گرمای سوختن مولی پروپان ۲۲۰۰ کیلوژول است. گرمای سوختن یک گرم بوتان به طور تقریب چند کیلوژول است؟

۱) ۱۰۰ ۲) ۲۱ ۳) ۴۹ ۴) ۸۲

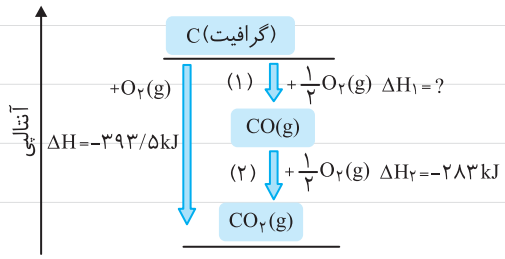
۱۸ از واکنش ۱/۰۰ گرم گاز هیدروژن با مقدار لازم ید برای تشکیل گاز هیدروژن یدید در یک دما و فشار ثابت، ۵/۲۰ کیلوژول گرما آزاد می‌شود. در صورتی که انرژی پیوندهای $H-H$ و $I-I$ به ترتیب برابر ۴۳۶ و ۱۵۱ کیلوژول بر مول باشد، انرژی پیوند $H-I$ بر حسب کیلوژول بر مول کدام است؟

۱) ۲۹۹ ۲) ۲۹۶ ۳) ۲۸۸ ۴) ۲۹۱

۱۹ کدام مورد از الگوهای کاهش ردپای غذا نیست؟

۱) کاهش مصرف غذاهای فراوری شده
۲) کاهش مصرف انرژی
۳) استفاده از غذاهای بومی و فصلی
۴) کاهش مصرف گوشت و لبنیات

۲۰ با توجه به شکل زیر و داده‌های آن، کدام مطلب نادرست است؟



۱) واکنش سوختن گرافیت، دو مرحله‌ای است.
۲) گرمای تشکیل گاز CO برابر با $-۱۱۰/۵\ kJ/mol$ است.
۳) واکنش $C(s)+\frac{۱}{۲}O_۲(g)\rightarrow CO(g)$ را می‌توان به روش تجربی به آسانی انجام داد.
۴) ΔH واکنش $CO(g)+\frac{۱}{۲}O_۲(g)\rightarrow CO_۲(g)$ را می‌توان به آسانی حساب کرد.

۲۱ با توجه به واکنش‌های زیر، ΔH واکنش $TiCl_۴(g)+۲H_۲O(g)\rightarrow TiO_۲(s)+۴HCl(s)$ برابر چند کیلوژول است؟

$۲H_۲O(g)\rightarrow +۲H_۲(g)+O_۲ \quad \Delta H=b$ $\qquad Ti(s)+۲Cl_۲(g)\rightarrow TiCl_۴ \quad \Delta H=a$

$۲HCl(g)\rightarrow H_۲(g)+Cl_۲(g) \quad \Delta H=d$ $\qquad TiO_۲(s)\rightarrow Ti(s)+O_۲ \quad \Delta H=c$

۱) $d-c-a+b$
۲) $d+c-a-b$
۳) $-۲d-c-a+b$
۴) $-۲d+c+a+b$

۲۲ براساس واکنش‌های زیر، ΔH واکنش نمادین $D+A\rightarrow ۴C$ چند کیلوژول است؟

۱) $A\rightarrow ۲B, \Delta H_۱=+۴۰kJ$
۲) $B\rightarrow C, \Delta H_۲=-۵۰kJ$
۳) $۲C\rightarrow D, \Delta H_۳=-۲۰kJ$

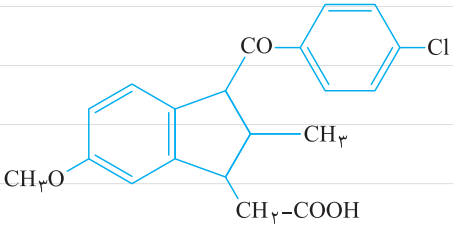
۱) -۶۰
۲) $+۴۰$
۳) -۴۰
۴) $+۶۰$

۲۳ اگر در تجزیهٔ گرمایی یک نمونه سدیم هیدروژن کربنات خالص، پس از گذشت ۱۰ دقیقه، ۴/۲ گرم از آن باقی‌مانده و ۰/۲مول آب تشکیل شده باشد، سرعت تجزیهٔ سدیم هیدروژن کربنات برابر چند مول بر دقیقه است و با همین سرعت متوسط، چند ثانیهٔ دیگر واکنش کامل می‌شود؟

$۲NaHCO_۳(s)\rightarrow Na_۲CO_۳(s)+CO_۲(s)+H_۲O(l) \quad (H=۱, C=۱۲, O=۱۶, Na=۲۳\ g.mol^{-۱})$

۱) $۷۵,۴\times ۱۰^{-۲}$
۲) $۷۵,۲\times ۱۰^{-۲}$
۳) $۶۰,۴\times ۱۰^{-۲}$
۴) $۶۰,۲\times ۱۰^{-۲}$

۲۴ در ساختار مقابل کدام گروه‌های عاملی وجود دارد؟



۱) استری، آلدهیدی، کربونیل
۲) استری، کربوکسیل، اتری
۳) کربونیل، اتری، کربوکسیل
۴) کربونیل، آلدهیدی، کربوکسیل

آزمون پایان نوبت اول

نام: نام خانوادگی: مدرسه: مدّت: ۱۰۰ دقیقه

۱ درست یا نادرست بودن جمله‌های زیر را مشخص کنید. علت نادرستی یا شکل درست موارد نادرست را بنویسید. (۱)

الف) در فرایند تولید یک ماده، مقداری از مواد دور ریخته می‌شود. ○ درست ○ نادرست

ب) ید در دمای $-۲۰۰^{\circ}C$ به سرعت با هیدروژن واکنش می‌دهد. ○ درست ○ نادرست

ج) ظرفیت گرمای ویژه به مقدار ماده بستگی ندارد. ○ درست ○ نادرست

۲ جاهای خالی را با کلمه‌های مناسب پر کنید. (۲)

الف) بنیادی‌ترین ویژگی اتم‌ها _____ آنها است.

ب) در یک دوره از چپ به راست خاصیت فلزی عنصرها، _____ می‌یابد.

ج) خصلت گونه‌های فلزی مفقود در کف اقیانوس نسبت به ذخایر زمین _____ است.

د) از واکنش اتن با آب در حضور سولفوریک اسید، _____ حاصل می‌شود.

۳ عبارت‌های داده شده را با انتخاب یکی از کلمه‌های داخل پرانتز کامل کنید. (۰/۷۵)

الف) گرما را می‌توان هم‌ارز با آن مقدار (انرژی گرمایی/ دمایی) دانست که به دلیل تفاوت در (انرژی گرمایی/ دما) جاری می‌شود.

ب) الماس از گرافیت (پایدارتر/ ناپایدارتر) است.

۴ جدول زیر قسمتی از جدول دوره‌ای را نشان می‌دهد، با توجه به جدول به سؤال‌های زیر پاسخ دهید. (۲)

گروه / دوره	۱	۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
۲	A	B	C	D	E	F	Q
۳	H	I	J	K	L	M	N

الف) فعال‌ترین فلز کدام است؟ چرا؟

ب) فعال‌ترین نافلز کدام است؟ چرا؟

ج) کدام‌یک بزرگ‌ترین شعاع را دارد؟ چرا؟

د) فعال‌ترین نافلزی که یون پایدار X^{2-} تولید می‌کند کدام است؟ چرا؟

۵ با توجه به آرایش الکترونی گونه‌های زیر به سؤال‌ها پاسخ دهید. (۲/۲۵)

I) $[_{18}Ar]3d^{3}$

II) $[_{18}Ar]:3d^{6}4s^{2}$

III) $[_{10}Ne]3s^{1}$

IV) $[_{18}Ar]3d^{1}4s^{2}$

الف) کدام‌یک مربوط به یک کاتیون است؟ چرا؟

ب) کدام یک شرایط نگهداری دشواری دارد؟ چرا؟

ج) دوره و گروه آرایش الکترونی (II) را مشخص کنید.

د) کدام‌یک با تشکیل یون ۳ بار مثبت به آرایش گاز نجیب می‌رسد؟

هـ) دستهٔ اتم (I) و (III) را مشخص کنید.

۶ با توجه به واکنش‌های داده شده واکنش‌پذیری عنصرهای C ، Na و Fe را مقایسه کنید. (۰/۷۵)

۱) $FeO(s) + C(s) \rightarrow CO_2(g) + Fe(s)$

۲) $Na_2O(s) + C(s) \rightarrow$ واکنش نمی‌دهد

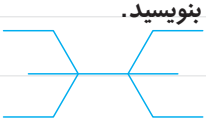
۷ در واکنش $2Fe_2O_3(s) + 3C(s) \rightarrow 4Fe(s) + 3CO_2(g)$ اگر ۵۰ گرم آهن (III) اکسید مصرف شود و ۲۸ گرم آهن تولید شود. درصد خلوص Fe_2O_3 را حساب کنید. (۱/۵)

۸ اگر در واکنش فسفر (V) کلرید با فسفر (V) اکسید که به تشکیل $POCl_3$ می‌انجامد ۳ مول فسفر (V) کلرید مصرف شود چند گرم فراورده با بازده ۸۰ درصد تشکیل می‌شود؟ (۱/۲۵)

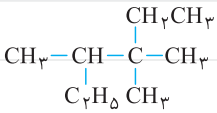
$P_2O_5 + 3PCl_5 \rightarrow 5POCl_3$ ، $(Cl = 35/5, P = 31, O = 16 : g.mol^{-1})$

۹ ترکیب‌های الف و ب را به روش آیوپاک نام‌گذاری کنید و ساختار ج و د را رسم کنید در صورت نادرست بودن نام آنها، نام درست آنها را بنویسید. (۲)

الف)



ب)



ج) ۲- اتیل پروپان

د) ۳- متیل، ۳ - اتیل هگزان

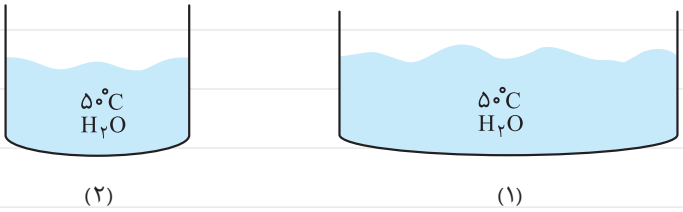
۱۰ دو مورد از راه‌کارهای بهبود کارایی زغال سنگ را بنویسید. (۲)

۱۱ هر یک از سؤال‌های زیر به کدام شاخه از علم شیمی جواب می‌دهد؟ (سینتیک - ترموشیمی) (۰/۵)

الف) برای افزایش زمان ماندگاری و ارزش غذایی خوراکی‌ها چه باید کرد؟

ب) آیا انرژی مواد غذایی یکسان است؟

۱۲ با توجه به شکل‌های زیر به سؤال‌ها پاسخ دهید. (۱)



(۲) (۱)

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

ب) انرژی گرمایی آب موجود در دو ظرف را مقایسه کنید.

۱۳ اگر ۱۰۰ گرم از یک قطعه فلز خالص برای رسیدن از دمای $65^\circ C$ به $15^\circ C$، ۱/۱۷۵ کیلوژول گرما از دست بدهد، گرمای ویژه فلز را محاسبه کنید. (۱)

۱۴ با توجه به واکنش‌های زیر به سؤال‌ها پاسخ دهید. (۲)

۱) $N_2(g) + 3H_2(g) \xrightarrow{25^\circ C} 2NH_3(g) + 92kJ$

۲) $N_2H_4(g) + H_2(g) \xrightarrow{25^\circ C} 2NH_3(g) + 183kJ$

الف) چرا گرمای آزاد شده در دو واکنش متفاوت است؟

ب) در کدام واکنش، مواد واکنش‌دهنده پایدارتر است؟ چرا؟

ج) اگر ۶/۴ گرم N_2H_4 با هیدروژن ترکیب شود، چند کیلوژول گرما آزاد می‌شود؟