شیمی ۱

ترمودینامیک

Lashkari

09190090032

فصل ۲ در پی غذای سالم

فَلیَنظُرِ الإنسَانُ الی طَعَامِهِ . (سورهٔ عبس ـ آیهٔ ۲۴)

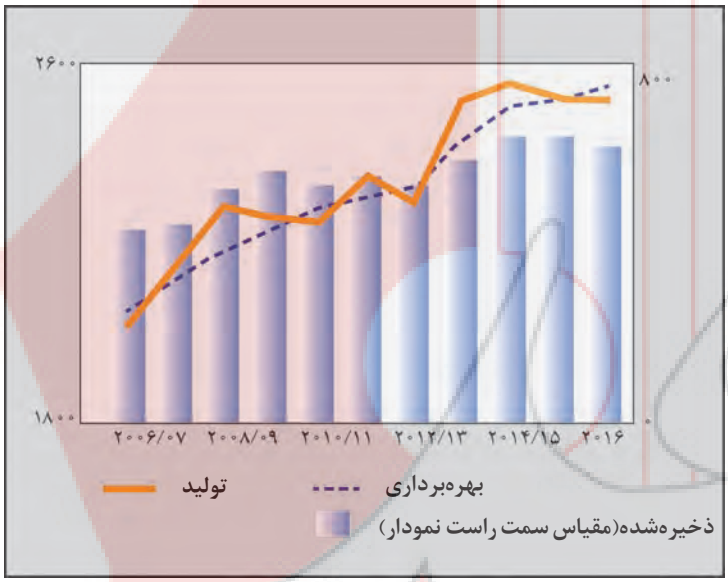
انسان باید به غذای خویش (و آفرینش آن) بنگرد.

دانشمندان اجزای بنیادی جهان مادی را ماده و انرژی می‌دانند. یافته‌های تجربی نشان می‌دهد که انرژی از راه‌های گوناگون با ماده ارتباط دارد؛ آن‌چنان‌که کاهش جرم خورشید به عنوان تنها منبع حیات‌بخش انرژی، تبدیل ماده به انرژی را تأیید می‌کند. از سوی دیگر نیاز به انرژی برای انجام هر فعالیت با هر آهنگی، وجود یک منبع انرژی نزدیک‌تر را آشکار می‌سازد؛ منبعی که در آن تغییرهای فیزیکی و به ویژه واکنش‌های شیمیایی انجام می‌شود. تأمین انرژی از سوزاندن سوخت‌ها و نیز گوارش غذا در بدن را می‌توان گواهی بر این مدعا دانست. امید است با بررسی و درک واکنش‌های گرماشیمیایی و سرعت انجام آنها، در استفادهٔ درست و مناسب از دو منبع سوخت و غذا تلاش کنیم.

- دانشمندان اجزای بنیادین جهان مادی را ماده وانرژی میدانند. یافته های تجربی نشان میدهدکه انرژی از راههای گوناگون با ماده ارتباط دارد. ○ کاهش جرم خورشید به عنوان تنها منبع حیات بخش انرژی، تبدیل مادهٔ به انرژی را تائید می کند.
- برای انجام فعالیت های روزانه با هر آهنگی، به وجود یک منبع انرژی نزدیکتر از خورشید حس می شود. مانند سوخت و غذا.
- غذا همواره نقش محوری در رشد، تندرستی و زندگی انسان داشته است. بررسی ها نشان می دهد که نیاکان ما، بیشتر وقت خود را صرف تهیه وعده های غذایی می کردند آن چناکه درطول روز، اغلب در جستجوی غذا وجمع آوری دانه های خوراکی بودند.

2

غذا[1] همواره نقش محوری در رشد، تندرستی و زندگی انسان داشته است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که نیاکان ما بیشتر وقت خود را صرف تهیه وعده‌های غذایی می‌کردند؛ آن‌چنان‌که در طول روز اغلب در جست‌وجوی غذا و جمع‌آوری دانه‌های خوراکی بودند. آنها به تدریج یاد گرفتند که دانه‌ها را بکارند و فراورده‌ها را درو کنند. فرایندی که نخستین انقلاب در کشاورزی بود و باعث شد انسان‌ها حبوبات، غلات و... را به مقدار زیادی تولید کنند. اما افزایش جمعیت جهان عاملی تعیین‌کننده بوده و هست، به‌طوری‌که امروزه تأمین غذای حدود ۷/۵ میلیارد نفر ساکن کرهٔ زمین بسیار پیچیده و دشوار است، زیرا برای انجام این مهم سالانه بایستی حجم انبوهی از غلات، حبوبات، مواد پروتئینی و... تولید شود. نمودار ۱ تولید و مصرف جهانی غلات را در یک دههٔ اخیر نشان می‌دهد.



نمودار ۱ـ تولید و مصرف جهانی غلات در دههٔ اخیر

اینک می‌پذیرید که یکی از مهم‌ترین و شاید دشوارترین مسئولیت هر دولت، تأمین غذای افراد جامعه است. مسئولیتی که یکی از چالش‌های نگران‌کننده در عصر کنونی است.

برای تولید غذا در حجم انبوه به فعالیت‌های صنعتی گوناگونی مانند تولید، حمل‌ونقل، نگهداری، فراوری و... نیاز است؛ مجموعه حوزه‌هایی که صنایع غذایی نامیده می‌شوند. در این صنعت نیز همانند دیگر صنایع منابع شیمیایی بسیاری، سطح وسیعی از زمین‌های بایر و حجم عظیمی از آب‌های قابل استفاده در کشاورزی مصرف می‌شود. این نیازها تأیید می‌کند که یکی از مهم‌ترین و شاید سنگین‌ترین مسئولیت‌های هر دولت، تأمین غذای افراد جامعه است. مسئولیتی که در گذشته با قحطی و جنگ غذا تهدید می‌شد و امروزه نیز چالشی نگران‌کننده به شمار می‌رود.

- افزایش جمعیت جهان عامل تعیین‌کننده برای تامین غذا بوده وهست، به طوریکه امروزه تامین غذای حدود ۷/۵ میلیارد نفر ساکن کره زمین بسیار پیچیده و دشوار است.
- با توجه به نمودار FAO، میزان بهره برداری غلات در ۱۰ سال اخیر همواره افزایش یافته است ولی میزان تولید و ذخیره سازی گاهی افزایش و گاهی کاهشی بوده است.

- 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 و دشواری نگهداری آنها، حفظ کیفیت و ارزش مواد غذایی اهمیت بسزایی دارد.

3

خود را بیازمایید

جدول روبه‌رو، سرانهٔ مصرف سالانه برخی مواد خوراکی را نشان می‌دهد. با توجه به آن، به پرسش‌های مطرح شده 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
تخم مرغ	۲۴	۹
شیر	۳۰۰	۹۰
شکر	۵	۳۰
نمک خوراکی	۳	۶
روغن	۱۴	۱۹

سرانهٔ مصرف مادهٔ غذایی، مقدار میانگین مصرف آن را به‌ازای هر فرد در یک گسترهٔ زمانی معین نشان می‌دهد.

الف) دیابت بزرگسالی یکی از بیماری‌های شایع در ایران است. مصرف بی‌رویهٔ کدام مواد در گسترش این بیماری نقش دارد؟

ب) گوشت قرمز و ماهی افزون بر **پروتئین**[1]، محتوی انواع **ویتامین**[2] و **مواد معدنی**[3] است. چه پیشنهادهایی برای گنجاندن آنها در برنامهٔ غذایی خانواده خود دارید؟

پ) شیر و فراورده‌های آن، منبع مهمی برای تأمین پروتئین و به‌ویژه کلسیم است. کارشناسان تغذیه برمصرف مناسب آنها برای پیشگیری و ترمیم پوکی استخوان تأکید دارند. اگر شما یک مدیر تصمیم‌گیرنده در کشور باشید، چه راهکارهایی برای افزایش مصرف آنها ارائه می‌کنید؟

ت) کارشناسان تغذیه بر مصرف حبوبات مانند نخود، لوبیا، عدس و... در برنامهٔ غذایی تأکید دارند زیرا سرشار از مواد مغذی هستند. براساس برنامهٔ غذایی خانواده خود چه پیشنهادی برای افزایش مصرف آنها دارید؟

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

تولید و تامین غذا

۱- کاشتن دانه ودرو کردن فراورده، نخستین انقلاب در صنعت کشاورزی بود.

۲- میزان تولید وبهره برداری ازغلات، در سال های اخیر روند افزایشی داشته است.

۳- امروزه غذا به روش صنعتی تولید می شود وبه علت فساد مواد غذایی، حفظ کیفیت و ارزش آن ها،اهمیت دارد

۴- به علت افزایش جمعیت یکی از مهم ترین مسئولیت های هر دولت، تامین غذای افراد جامعه است.

Lashkari

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

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

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

علم شیمی برای هر یک از این پرسش‌ها پاسخی دارد. **گرماشیمی**[1] و **سینتیک شیمیایی**[2] شاخه‌هایی از علم شیمی هستند که می‌توان پاسخ پرسش‌هایی از این دست را در آنها جست‌وجو کرد.

غذا، ماده و انرژی[3]

شاید برای شما هم پیش آمده باشد که بدون خوردن صبحانه به مدرسه بروید، پیاده‌روی یا ورزش کنید! پس از مدت کوتاهی احساس گرسنگی و بی‌حالی به شما دست می‌دهد به‌طوری که توانایی کافی برای تمرکز، فکرکردن و انجام فعالیت‌های ورزشی را نخواهید داشت. در این حال با خوردن کمی غذا یا تکه‌ای شیرینی، سرحال خواهید شد زیرا بدن شما انرژی کسب کرده است.

بدن ما برای انجام فعالیت‌های ارادی و غیرارادی گوناگون به ماده و انرژی نیاز دارد. برای نمونه هنگامی که قند خون پایین باشد می‌توان با خوردن سیب یا نوشیدن شربت آبلیمو و عسل و هنگامی که بدن دچار کمبود آهن باشد می‌توان با خوردن اسفناج و عدسی بدن را به حالت طبیعی بازگرداند. توجه کنید که ارزش مواد غذایی در تأمین ماده و انرژی مورد نیاز بدن یکسان نیست.

کاوش کنید

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

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

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

۱ـ یک لولهٔ آزمایش بزرگ را با گیره به پایه و میله وصل کنید.

۲ـ درون آن تا ۶۰mL آب بریزید و دمای آن را اندازه‌گیری کنید(توجه داشته باشید که دماسنج با بدنه یا ته لوله تماس نداشته باشد).

۳ـ یک گرم یا $\frac{۱}{۴}$ مغزگردو بردارید و آن را با انبر یا میله نازک تا شعله‌ورشدن روی شعله بگیرید. بلافاصله آن را تا سوختن کامل زیر لولهٔ آزمایش نگهدارید. پس از سوختن کامل و خاموش‌شدن شعله، دمای پایانی آب را یادداشت کنید.

۴ـ آزمایش را جداگانه با دو گرم یا $\frac{۱}{۲}$ مغز گردو و همچنین با دو گرم ماکارونی تکرار و جدول زیر را کامل کنید سپس به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.

شمارهٔ آزمایش	مادهٔ غذایی	دمای آغازی آب (°C)	دمای پایانی آب (°C)
۱	یک گرم یا $\frac{۱}{۴}$ مغز گردو		
۲	دوگرم یا $\frac{۱}{۲}$ مغزگردو		
۳	دو گرم ماکارونی		

الف) با توجه به اینکه در آزمایش ۱ و ۲، نوع ماده‌ای که می‌سوزد یکسان است، چرا تغییر دمای آب تفاوت دارد؟

ب) با توجه به اینکه در آزمایش ۲ و ۳، مقدار ماده‌ای که می‌سوزد یکسان است، چرا تغییر دمای آب تفاوت دارد؟

پ) یافته‌های خود را از این آزمایش جمع‌بندی کنید.

یکی از راه‌های آزادشدن انرژی مواد، سوزاندن آنهاست. سوخت‌هایی مانند گاز شهری، بنزین، الکل و زغال هنگام سوختن انرژی آزاد می‌کنند و این انرژی برای گرم‌کردن خانه، پخت و پز و نیز به حرکت درآوردن خودروها مصرف می‌شود. همچنین مواد غذایی مانند

غذا ، ماده وانرژی

نقش غذا در بدن:

۱- غذا چیزی فراتر از پاسخ به یک احساس گرسنگی است. پژوهش ها ویافته های تجربی نشان می دهد که انرژی غذایی صرف اعمال زیرر می شود.

الف)حرکت ماهیچه ها ب) ارسال پیام عصبی پ) جابجایی یون ها ومولکول ها ازدیواره یاخته

۲-غذا مواد اولیه برای ساخت ورشد بخش های گوناگون بدن رافراهم می کند.

۳- کنترول دمای بدن توسط غذا انجام می شود.

۴-غذا معجونی از مواد شیمیایی است که محتوای ذره های گوناگونی می باشد، در واقع بخش عمده اتم ها، مولکول ها ویون های موجود دربدن ما از غذایی که می خوریم تامین می شود.

- اگر وعده های غذایی مامخلوط مناسبی از انواع ذره های مورد نیازبدن را شامل نشود، سوتغذیه خود نمایی می کند وبدن به تدریج ضعیف شده و شرایط بیماری فراهم خواهد شد.
- افزایش نامتناسب برخی مولکول ها ویون ها در وعده های غذایی، سبب افزایش وزن و دیگر بیماری ها می شود.

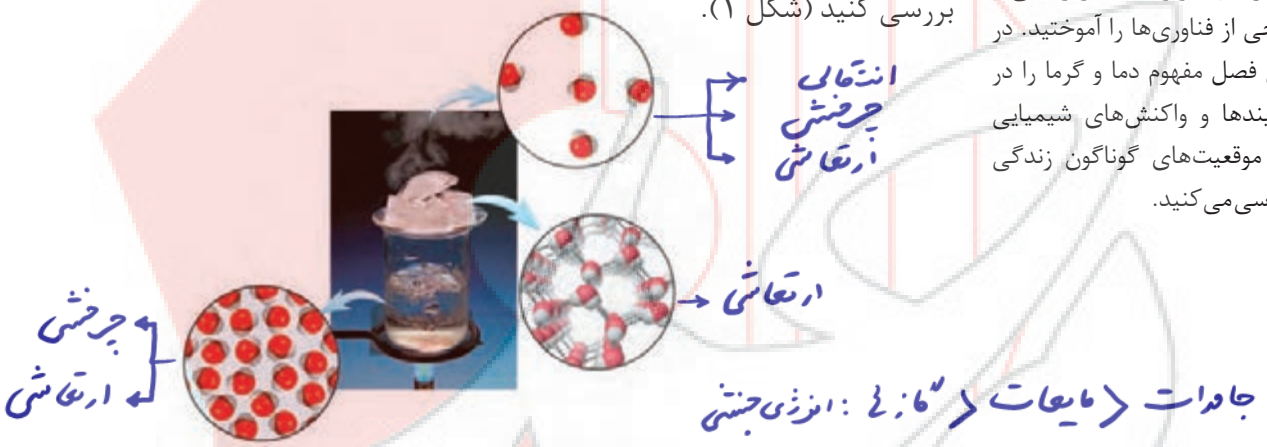
ماکارونی و گردو نیز هنگام سوختن، انرژی آزاد می‌کنند. در واقع هر مادهٔ غذایی انرژی دارد و میزان انرژی آن به جرمی بستگی دارد که می‌سوزد، انرژی‌ای که می‌تواند باعث تغییر دما شود. اما اینکه دمای یک ماده چه چیزی را نشان می‌دهد و با انرژی چه رابطه‌ای دارد، هدفی است که در ادامه دنبال خواهد شد.

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

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

دمای یک ماده از چه خبر می‌دهد؟

نوشیدن چای داغ و آب خنک به ترتیب در هوای سرد و هوای گرم، لذت‌بخش است. در این تجربه‌های خوشایند «داغی یا خنکی نوشیدنی» و «سردی یا گرمی هوا» نشانه‌ای از تفاوت میان دمای آنهاست، کمیتی که میزان گرمی و سردی مواد را نشان می‌دهد. از آنجا که در شیمی بررسی ساختار مواد و فرایندها از دیدگاه ذره ای اهمیت و جایگاه ویژه‌ای دارد، نخست باید با مفهوم **دما**[1] از این دیدگاه آشنا شوید. برای درک آسان‌تر آن، تجربهٔ زیر را به دقت بررسی کنید (شکل ۱).



شکل ۱ـ اثر دما بر میزان جنبش مولکول‌ها

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

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

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

با بررسی این تجربه اینک می‌پذیرید که در دمای معین یک ویژگی مشترک مواد با هر حالت فیزیکی، وجود جنبش‌های نامنظم ذره‌های سازندهٔ آنها است. هر چه دمای ماده بالاتر باشد، میانگین **تندی**[1] و میانگین انرژی **جنبشی**[2] ذره‌های سازندهٔ آن بیشتر است. به دیگر سخن دمای یک ماده، معیاری برای توصیف میانگین تندی و میانگین انرژی جنبشی ذره‌های سازندهٔ آن است.

انرژی گرمایی به تعداد ذره های سازنده ماده وابسته است، به طوری که هرچه تعداد ذره ها بیشتر باشد، مجموع انرژی جنبشی ماده ودر نتیجه انرژی گرمایی ماده افزایش می یابد.

•اگر دو نمونه مختلف ازیک ماده با تعداد ذره های برابر داشته باشیم انرژی گرمایی ماده ای بیشتر است که دمای بالاتر داشته باشد.

•اگردو نمونه مختلف از یک ماده با دمای یکسان و تعداد ذرات وجرم متفاوت داشته باشیم، انرژی گرمایی نمونه ای بیشتراست، شمار مولکول ها وجرم بیشتری داشته بااشد.

•اشتباه نکنید!!!!! هرماده ای که دمای بیشتری دارد، الزاما انرژی گرمایی بییشتری ندارد.

با هم بیندیشیم

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

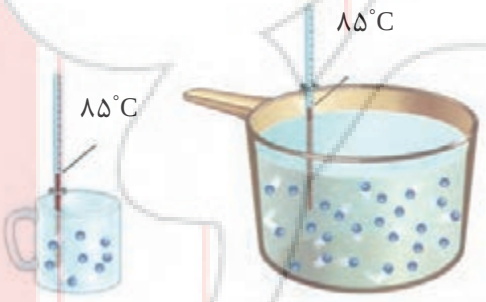
A B

الف) شکل A، نمونه‌ای از هوا را در $\frac{\text{ظهر}}{\text{شب}}$ نشان می‌دهد.

ب) شکل B، نمونه‌ای از هوا را در یک روز $\frac{\text{تابستانی}}{\text{زمستانی}}$ نشان می‌دهد.

پ) اگر مجموع انرژی جنبشی ذره‌های سازندهٔ یک نمونه ماده، هم‌ارز با **انرژی گرمایی**[3] آن باشد، انرژی گرمایی $\frac{A}{B}$ بیشتر بوده زیرا $\frac{\text{شمار مولکول‌های}}{\text{دمای}}$ آن بیشتر است.

۲ـ با توجه به شکل‌های زیر به پرسش‌های مطرح‌شده پاسخ دهید.



A B

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

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

۱ـ Speed
۲ـ Kinetic Energy
۳ـ Thermal Energy

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

● ارزش دمایی «۱°C» برابر با «۱K» است؛ از این‌رو، در فرایندهایی که دما تغییر می‌کند، «$\Delta\theta=\Delta T$» خواهد بود.

تهیهٔ غذای آب‌پز، تجربهٔ تفاوت دما و گرما[1]

آب‌پز کردن روشی ساده و مفید برای تهیهٔ بسیاری غذاها از جمله پختن تخم‌مرغ است. درون یک ظرف فلزی مقداری آب با دمای ۲۵°C بریزید سپس درون آن یک تخم مرغ قرار دهید. بدیهی است که با گذشت زمان تخم‌مرغ در این دما نمی‌پزد مگر آنکه ظرف را روی شعله اجاق گاز قرار داده و به آن گرما بدهید. در این شرایط به تدریج دما افزایش یافته تا اینکه تخم‌مرغ بپزد. در این تجربه، ۲۵°C تنها یک کمیت به نام دما را برای آب نشان می‌دهد. در واقع بیان دما، توصیف یک ویژگی از ماده است، در حالی که برای افزایش دما و پختن تخم‌مرغ به ظرف گرما داده شد، فرایندی که دمای آب را به ۷۵ °C رساند. تغییر دما در این فرایند برابر است با:

$$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 = ۷۵^\circ C - ۲۵^\circ C = ۵۰^\circ C$$

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

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

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

هنگام آشپزی نیز می‌توان به رابطه میان دما و گرما پی برد. تصور کنید ظرفی محتوی ۲۰۰ گرم روغن زیتون را با دمای ۲۵°C در اختیار دارید. آیا برای افزایش دمای آن به ۵۰ °C یا ۷۵ °C، گرمای یکسانی نیاز است؟ پاسخ منفی به این پرسش نشان می‌دهد که برای رساندن دمای روغن به ۷۵°C باید گرمای بیشتری مصرف شود.

اینک دو ظرف فلزی یکسان در دمای اتاق (۲۵°C) در نظر بگیرید که یکی محتوی ۲۰۰ گرم آب و دیگری محتوی ۲۰۰ گرم روغن زیتون است. اگر با گرما دادن، دمای هر یک را به ۷۵°C برسانید و هم زمان محتویات تخم‌مرغی را به آرامی به هر یک بیفزایید با پدیدهٔ جالبی روبه رو خواهید شد (شکل ۲).

آیا می‌دانید

بررسی و توصیف ماده و همچنین تغییر (فیزیکی و شیمیایی) آن یکی از مهم‌ترین قلمروهای دانش شیمی است، به‌طوری که پس از بررسی یک نمونه ماده، برای توصیف آن از کمیت‌هایی مانند دما (T)، حجم(V)، مول (n)، آنتالپی (H) و... استفاده می‌شود. این درحالی است که اگر ماده در فرایندی دچار تغییر فیزیکی یا شیمیایی شود، برای توصیف فرایند از تغییر کمیت‌هایی مانند ΔT، ΔV، Δn، ΔH و ... استفاده می‌شود. برای مثال یک مول آب در دمای اتاق با $T = ۲۹۸K$ و $V = ۱۸mL$ اما تبخیر آن با ΔT و ΔV توصیف می‌شود.

- گرما همواره از جسم داغ تر (دمای بالاتر) به جسم سردتر (دمای پائین تر) جریان می یابد.
- دما برای توصیف یک نمونه ماده بکار می رود یعنی دما جزو ویژگی های ماده محسوب می شود.
- گرما از ویژگی های یک ماده نیست. گرما مقدار گرمایی است که ماده طی یک فرایند از دست می دهد و یا می گیرد.
- بکاربردن دمای یک نمونه ماده درست است زیرا جزوه ویژگی های آن است، ولی بکاربردن گرمای یک نمونه ماده نادرست می باشد زیرا گرما مبادله می شود و ویژگی ماده نیست، واصلا گرمای ماده قابل محاسبه نیست !!!!! اگه گفتین چرا؟؟؟؟

ب) الف)

شکل ۲ـ تخم‌مرغ درون آب (الف) و روغن زیتون (ب) با دمای ۷۵°C

تخم‌مرغ در این دما درون آب پخته می‌شود اما درون روغن زیتون تغییر محسوسی نخواهد کرد. آیا می‌دانید علت این پدیده چیست؟

- گرما را با نماد «Q» نشان می‌دهند و یکای اندازه‌گیری آن در «SI»، ژول «J» است. $1J=1kgm^{2}s^{-2}$

- هنوز در برخی موارد از یکای کالری (cal) برای بیان مقدار گرما استفاده می‌شود. $1cal=4/18J$

با هم بیندیشیم

با توجه به شکل‌های داده شده، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

۲۰۰ g آب (۷۵°C) $\xrightarrow{۴۱۸۰۰J}$ ۲۰۰ g آب (۲۵°C)

۲۰۰ g روغن زیتون (۷۵°C) $\xrightarrow{۱۹۷۰۰J}$ ۲۰۰ g روغن زیتون (۲۵°C)

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

ب) می دانید که **ظرفیت گرمایی**[۱] ماده هم‌ارز با گرمای لازم برای افزایش دمای آن به اندازهٔ یک درجهٔ سلسیوس است. با این توصیف ظرفیت گرمایی آب و روغن زیتون را محاسبه و با یکدیگر مقایسه کنید.

پ) ظرفیت گرمایی ماده به چه عواملی بستگی دارد؟

ت) در فیزیک دهم آموختید که ظرفیت گرمایی یک گرم ماده، ظرفیت گرمایی ویژه یا **گرمای ویژه**[۲] (c) آن ماده را نشان می‌دهد، مقدار این کمیت را برای آب و روغن زیتون حساب و باهم مقایسه کنید.

ث) رابطه‌ای میان ظرفیت گرمایی و گرمای ویژه یک ماده بیابید.

اینک می‌توان پختن تخم‌مرغ در آب ۷۵°C در مقایسه با روغن زیتون در همین دما را توضیح داد. با اینکه جرم هر دو مایع در این آزمایش برابر است اما آب به دلیل داشتن ظرفیت گرمایی

۱ـ Heat Capacity
۲ـ Specific Heat

بیشتر برای این میزان از تغییر دما، گرمای بیشتری جذب کرده است و همین گرمای بیشتر سبب پختن تخم‌مرغ شده است. در واقع روغن زیتون با ظرفیت گرمایی کمتر توانایی پختن تخم مرغ را با این تغییر دما در همین زمان نخواهد داشت. برای حساب کردن گرمای جذب یا آزاد شده در چنین فرایندهایی می‌توان از رابطهٔ $Q = mc\Delta\theta$ استفاده کرد.

این تجربه نشان می‌دهد که ظرفیت گرمایی در دما و فشار اتاق، افزون بر نوع ماده به مقدار آن نیز بستگی دارد. در حالی که گرمای ویژه در این شرایط، تنها به نوع ماده وابسته است.

جدول ۱، گرمای ویژهٔ برخی مواد خالص را در دما و فشار اتاق نشان می‌دهد.

جدول ۱ـ گرمای ویژهٔ برخی مواد خالص در ۲۵ °C و ۱atm

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

وابستگی ظرفیت گرمایی:
۱- دما ۲- فشار ۳- نوع ماده
۴- مقدار ماده

وابستگی ظرفیت گرمایی ویژه:
۱- دما ۲- فشار ۳- نوع ماده
(به مقدار بستگی ندارد)

وابستگی های گرما:
۱- مقدار ۲- دما
۳- ظرفیت گرمایی ویژه (نوع ماده)
۴- حالت فیزیکی (جامد- مایع- گاز)

وابستگی های دما:
۱- تندی (سرعت) حرکت ذرات
۲- میانگین انرژی جنبشی
۳-

خود را بیازمایید

۱ـ یک استکان چای با دمای ۹۰ °C درون اتاقی با دمای ۲۵ °C قرار دارد. با گذشت زمان، دما و انرژی گرمایی آن چه تغییری می کند؟ چرا؟

۲ـ با خط زدن واژهٔ نادرست در هر مورد، عبارت زیر را کامل کنید.

گرما را می‌توان هم‌ارز با آن مقدار $\frac{\text{انرژی گرمایی}}{\text{دمایی}}$ دانست که به دلیل تفاوت در $\frac{\text{انرژی گرمایی}}{\text{دما}}$ جاری می‌شود.

۳ـ تکه‌ای نان و تکه‌ای سیب‌زمینی را با جرم و سطح یکسان در دمای ۶۰ °C درنظر بگیرید. اگر آنها را هم‌زمان در محیطی با دمای ۲۰ °C قرار دهیم کدام‌یک زودتر با محیط هم‌دما می‌شود؟ درستی پاسخ خود را در منزل بررسی کنید.

دمای یک ماده از چه خبر می دهد ؟

یک ویژگی مشترک همه مواد ، وجود جنبش های نامنظم ذره های سازنده آنها در دمای معین است ، به طوری که در یک دمای معین ، میانگین سرعت و میانگین انرژی جنبشی ذره های سازنده یک ماده، ثابت است .

دمای یک ماده ، تعیین کننده میانگین سرعت و میانگین انرژی جنبشی ذره های سازنده آن است.

هرچه دما بالاتر باشد ، میانگین تندی و میانگین انرژی جنبشی ذره های سازنده بالاتر است .

دما

1. دما معیاری ازمیزان سردی و گرمی است .ویکی از پامترهای اندازه گیری گرما می باشد اما گرما نیست .
2. معیاری برای توصیف میانگین تندی و میانگین انرژی جنبشی است .
3. ارزش دمایی $1^{\circ}C$ برابر با $1K$ است و $\Delta K=\Delta\theta$ می باشد.
4. ذرات سازنده یک ماده در هر سه حالت فیزیکی ، پیوسته در حال جنب و جوش می باشند.
5. میزان جنبش ذرات : گاز > مایع > جامد
6. یکای رایج دما ، درجه سلسیوس $^{\circ}C$ یا θ در حالی که (SI) بانماد..... نشان می دهند .
7. بیان دما، توصیف یک ویژگی از ماده است .
8. تغییردما ، برای توصیف یک فرایند یا واکنش به کار می رود .
9. دما به مقدار ماده بستگی ندارد .

گرما

1. به مجموع انرژی جنبشی ذره های سازنده یک نمونه ماده انرژی گرمایی می گویند .
2. نماد گرما (Q) است و یکای اندازه گیری آن در SI ، ژول J می باشد . در برخی موارد از یکای قدیمی کالری نیز استفاده می شود
3. $1Cal = 4/184J \ , \quad 1J = 1Kg\,m^{2}s^{-2}$
4. گرما به مقدارماده بستگی دارد . زیرا به مجموع انرژی جنبشی گرما می گویند .
5. گرما در یک فرایند از رابطه $Q= m\,C\,\Delta\theta$ بدست م

Lashkari

ظرفیت گرمایی - ظرفیت گرمایی ویژه

ظرفیت گرمایی : به مقدار گرمایی است که به یک ماده می دهند تا دمای آن $1^{\circ}C$ افزایش یابد.

نکته : ظرفیت گرمایی یک ماده به نوع ماده و مقدار ماده بستگی دارد .

مثال : دو ظرف یکسان در دمای اتاق در نظر بگیرید یکی محتوای ۲۰۰ گرم آب و دیگری ۲۰۰ کرم روغن زیتون است . اگر با گرما دادن، دمای هریک را به ۷۵ درجه برسانیم وهم زمان محتویات تخم مرغ رابه آرامی به هر یک بیافزائیم، چرا تخم مرغ در آب پخته می شود ولی در روغن پخته نمی شود .؟

ظرفیت گرمایی ویژه :

1. مقدار گرمایی ایست که به $1g$ از یک جسم داده می شود تا دمای آن $1^{\circ}C$ افزایش یابد .
2. واحد ظرفیت گرمایی ویژه $j \cdot g^{-1} \cdot C^{-1}$ ویا $j \cdot g^{-1} \cdot k$ می باشد .
3. ظرفیت گرمایی به **نوع و مقدار** ماده بستگی دارد در حالی که ظرفیت گرمایی ویژه فقط به **نوع ماده** بستگی دارد .
4. ظرفیت گرمایی ویژه از رابطه $Q = m\,C\,\Delta\theta$ بدست می آید .
5. ظرفیت گرمای با ظرفیت گرمایی ویژه بصورت $C = C_{\text{ویژه}} \times M$ رابطه دارند .

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

- ظرفیت گرمایی ویژه آب نسبت به مواد دیگر موجود در جدول، بیشتر است. از طرفی ظرفیت گرمایی ویژه فلزات نیز نسبت به بقیه مواد در جدول کمتر می باشد.(علت ساختار متراکم وانتقال سریع گرما می باشد)
- ظرفیت گرمایی ویژه: آب > اتانول > اکسیژن > آلومینیوم > سدیم کلرید > کربن دی اکسید > نقره > طلا
- اگر به مواد مختلف با جرم های یکسان، مقدار مساوی گرما بدهیم، هر ماده ای که ظرفیت گرمایی ویژه کم تر داشته باشد افزایش دمای آن بیشتر خواهد بود. یعنی ظرفیت گرمایی ویژه با تغییرات دما رابطه عکس دارد.

• نکات :

۱) ظرفیت گرمایی به ۱) دما ۲) فشار ۳) نوع ماده ۴) مقدار ماده ۵) حالت فیزیکی بستگی دارد.

۲) ظرفیت گرمایی ویژه به دما، فشار، نوع ماده و حالت فیزیکی و میزان جاذبه‌های بین ذره‌ای بستگی دارد و به مقدار ماده بستگی ندارد.

۳) مقایسه ظرفیت گرمایی ویژه؛

C ویژه : $H_2O_{(l)} > H_2O_{(s)} > H_2O_{(g)}$

C ویژه : آب (4.2) > روغن زیتون (1.97)

C ویژه : $H_2O_{(l)} > $ الکل $> O_2 > Al > NaCl > CO_2 > Ag > Au$

۴) هرچه ظرفیت گرمایی ویژه ماده‌ای بزرگ‌تر باشد، مقاومت آن در برابر تغییر دما بیشتر خواهد بود.

۵) به ازای دادن مقدار مساوی گرما به مواد مختلف با جرم یکسان، ماده‌ای که ظرفیت گرمایی ویژه کمتری دارد، افزایش دمای بیشتری خواهد داشت.

۶) خواص ترمودینامیکی دو دسته‌اند؛

a) خواصی که به مقدار ماده بستگی ندارند (شدتی): دما، غلظت، ظرفیت گرمایی ویژه، فشار، چگالی، درصد خلوص، آنتالپی مولی، جرم مولی

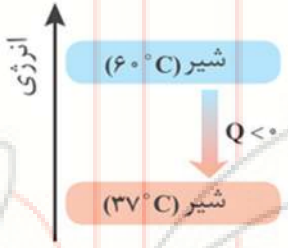
b) خواصی که به مقدار ماده بستگی دارند (مقداری): انرژی گرمایی، ظرفیت گرمایی، مول، حجم، جرم، آنتالپی

جاری شدن انرژی گرمایی

تجربهٔ خوردن شیر گرم در یک روز سرد زمستانی تجربهٔ خوشایندی است، تجربه‌ای لذت‌بخش که به بدن انرژی می‌بخشد. اگر دمای شیر گرم در حدود $60\,^{\circ}C$ باشد پس از ورود به بدن، نخست مقداری انرژی به شکل گرما از دست می‌دهد تا با بدن هم‌دما شود. شیمی‌دان‌ها برای درک آسان‌تر جاری شدن انرژی گرمایی در فرایندهایی از این دست، شیر گرم را **سامانه**[1] و بدن را **محیط**[2] پیرامون آن در نظر می‌گیرند، با این توصیف در این فرایند با جاری شدن انرژی از سامانه به محیط، دمای سامانه کاهش می‌یابد ($\Delta\theta < 0$). این ویژگی نشان می‌دهد که $Q < 0$ بوده و با فرایندی **گرماده**[3] سروکار داریم. الگوی نوشتاری این فرایند به صورت زیر است:

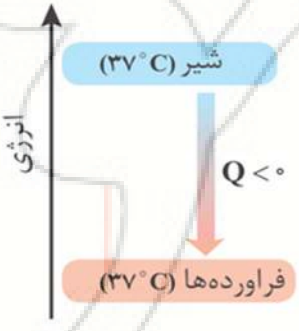
گرما + شیر ($37\,^{\circ}C$) $\rightarrow$ شیر ($60\,^{\circ}C$)

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



نمودار ۲ـ فرایند هم‌دما شدن شیر در بدن

اما بخش عمدهٔ انرژی موجود در شیر هنگام فرایند گوارش و سوخت‌وساز به بدن می‌رسد. فرایندهایی که با انجام واکنش‌های شیمیایی گوناگونی همراه است. به دیگر سخن، انجام مجموعه این واکنش‌ها منجر به تولید انرژی و مواد اولیه مورد نیاز سوخت‌وساز یاخته‌ها خواهد شد. نمودار ۳، تغییر انرژی وابسته به مجموعه این واکنش‌ها را نشان می‌دهد.



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

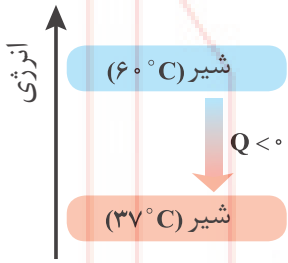
در این واکنش‌ها با اینکه دما ثابت است($37\,^{\circ}C$)، اما باز هم میان سامانه و محیط پیرامون، انرژی دادوستد می‌شود.

نمودار انرژی بدن هنگام خوردن بستنی :

مقداری انرژی به شکل گرما از دست می‌دهد تا با بدن هم‌دما شود. شیمی‌دان‌ها برای درک آسان‌تر جاری شدن انرژی گرمایی در فرایندهایی از این دست، شیر گرم را **سامانه**[1] و بدن را **محیط**[2] پیرامون آن در نظر می‌گیرند، با این توصیف در این فرایند با جاری شدن انرژی از سامانه به محیط، دمای سامانه کاهش می‌یابد ($\Delta\theta < 0$). این ویژگی نشان می‌دهد که $Q < 0$ بوده و با فرایندی **گرماده**[3] سروکار داریم. الگوی نوشتاری این فرایند به صورت زیر است:

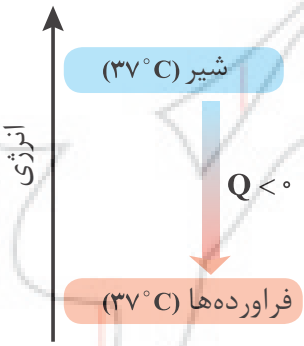
گرما + شیر ($37\ ^\circ C$) $\rightarrow$ شیر ($60\ ^\circ C$)

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



نمودار ۲ـ فرایند هم‌دما شدن شیر در بدن

اما بخش عمدهٔ انرژی موجود در شیر هنگام فرایند گوارش و سوخت‌وساز به بدن می‌رسد. فرایندهایی که با انجام واکنش‌های شیمیایی گوناگونی همراه است. به دیگر سخن، انجام مجموعه این واکنش‌ها منجر به تولید انرژی و مواد اولیه مورد نیاز سوخت‌وساز یاخته‌ها خواهد شد. نمودار ۳، تغییر انرژی وابسته به مجموعه این واکنش‌ها را نشان می‌دهد.



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

در این واکنش‌ها با اینکه دما ثابت است($37\ ^\circ C$)، اما باز هم میان سامانه و محیط پیرامون، انرژی دادوستد می‌شود.

Lashkari

جاری شدن انرژی گرمایی

سامانه : بخشی از سامانه که تغییرات آن را مورد بررسی قرار می دهیم .

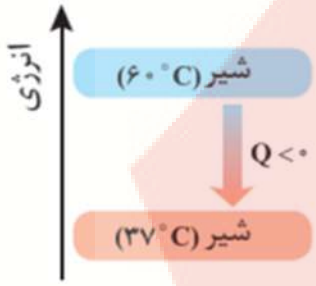
محیط : هر آنچه اطراف سامانه که در ارتباط با آن نیز باشد محیط گویند

سامانه (شیر) و محیط (بدن)

فرض کنید در حال نوشیدن شیر ۶۰ درجه می باشید :

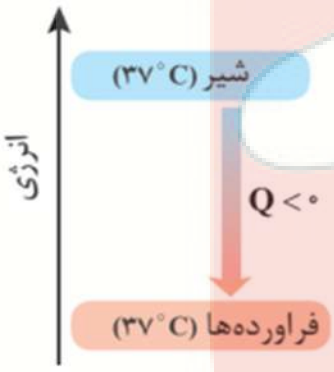
1 نخست مقداری انرژی بصورت گرما از دست می دهد تا با بدن هم دما بشود. در این فرایند انرژی از **سامانه** (شیر) به **محیط** (بدن) جاری می شود . در سامانه (شیر) دما کاهش می یابد ($\Delta\theta < 0$) این

ویژگی نشان میدهد $Q < 0$ یعنی فرایند **گرماده** بوده و بصورت زیر نشان می دهیم



گرما + شیر (۳۷°C) → شیر (۶۰°C)

2 بخش عمده انرژی موجود در شیر هنگام فرایند گوارش و سوخت وساز به بدن می رسد. فرایند هایی که با انجام واکنش های شیمیایی گوناگونی همراه است . به دیگر سخن انجام مجموعه این واکنش ها منجر به تولید انرژی ومواد اولیه مورد نیاز سوخت و ساز یاخته ها خواهد شد. در این واکنش با اینکه دما ثابت است اما باز هم سامانه به محیط انرژی منتقل می کند .



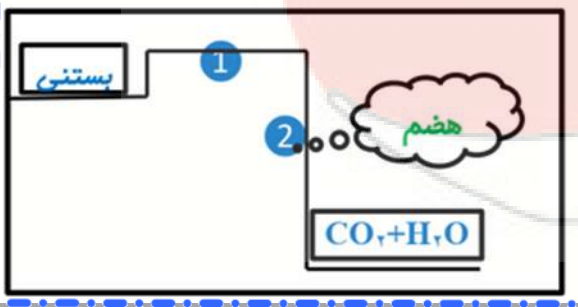
گرما + شیر (۳۷°C) → شیر (۳۷°C)

3 بستنی: 1 فرایند هم دما شدن:.....

.....

2 گوارش(سوخت وساز) :.....

.....



گرما در واکنش‌های شیمیایی (گرماشیمی)

می‌دانید که هر واکنش‌شیمیایی ممکن است با تغییر رنگ، تولید رسوب، آزاد شدن گاز و ایجاد نور و صدا همراه باشد اما یک ویژگی بنیادی در همهٔ آنها داد و ستد گرما با محیط پیرامون است. از این رو هر واکنش شیمیایی ممکن است گرماده یا گرماگیر باشد. بررسی و مطالعهٔ این ویژگی در واکنش‌ها، منجر به پیدایش ترموشیمی (گرماشیمی) شد؛ شاخه‌ای از علم شیمی که به بررسی کمی و کیفی گرمای واکنش‌های شیمیایی، تغییر آن و تأثیری که بر حالت ماده دارد، می‌پردازد. از آنجا که روزانه واکنش‌های شیمیایی بسیاری در اطراف ما و حتی درون بدن ما رخ می‌دهد، می‌توان به وسعت قلمرو ترموشیمی پی برد؛ شما نیز با کمی دقت درمی‌یابید که امروزه گرماشیمی نقش و اهمیت بسیاری در زندگی دارد. شکل ۳نمونه‌هایی از آنها را نشان می‌دهد.

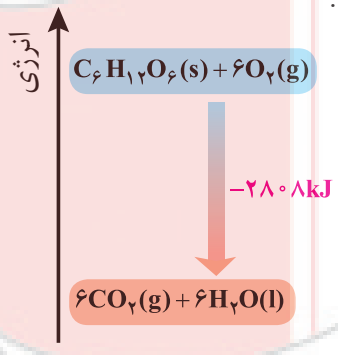
الف)

ب)

پ)

شکل ۳ـ الف) مواد غذایی پس از گوارش، انرژی لازم برای سوخت‌وساز یاخته‌ها را در بدن تأمین می‌کنند.
ب) سوختن سوخت‌ها، انرژی لازم برای حمل و نقل و نیز گرمایش محیط‌های گوناگون را فراهم می‌کنند.
پ) زغال کک، واکنش‌دهنده‌ای رایج در استخراج آهن و تأمین‌کننده انرژی لازم برای انجام واکنش است.

منبع انرژی در بدن غذا است. منبعی که انرژی آن پس از انجام واکنش های شیمیایی گوناگون به بدن می‌رسد. بدیهی است که هر یک از این واکنش‌ها می تواند گرماده یا گرماگیر باشد؛ واکنش‌هایی که برای انجام شدن باید گرما از دست بدهند یا جذب کنند. نمودار ۴ یکی از این واکنش‌ها را نشان می‌دهد.

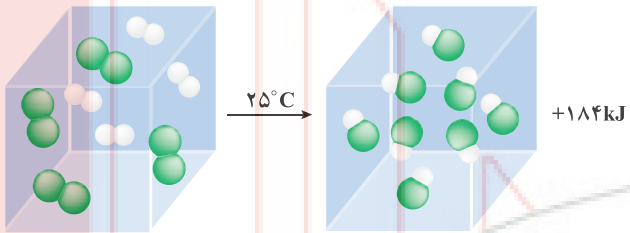


نمودار ۴ـ اکسایش گلوکز برای تولید انرژی در بدن

جالب اینکه 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، اما چرا با وجود دادوستد گرما میان سامانهٔ واکنش و محیط پیرامون، دما ثابت می‌ماند؟

برای پاسخ به این پرسش، یک واکنش میان **مولکول‌های دو اتمی**[3] را بررسی می‌کنیم. سامانه‌ای محتوی یک مول گاز هیدروژن و یک مول گاز کلر را با دمای $25^{\circ}C$ در نظر بگیرید. با انجام واکنش میان آنها افزون بر گاز هیدروژن‌کلرید، گرمای زیادی نیز 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 $184kJ$ است (شکل ۴).



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

پژوهش‌ها نشان می‌دهد که این مقدار گرمای آزادشده ناشی از تفاوت انرژی گرمایی (مجموع انرژی جنبشی ذره‌ها) در مواد واکنش‌دهنده و فراورده نیست! زیرا در دمای ثابت، تفاوت چشمگیری میان انرژی گرمایی آنها وجود ندارد. شیمی‌دان‌ها گرمای جذب یا آزادشده در هر واکنش شیمیایی را به طور عمده وابسته به تفاوت میان انرژی پتانسیل مواد واکنش‌دهنده و فراورده می‌دانند. با این توصیف، انرژی پتانسیل یک نمونه ماده، انرژی نهفته‌شده در آن است، انرژی‌ای که ناشی از نیروهای نگه‌دارندهٔ ذره‌های سازندهٔ آن است.

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

$$H-H\,(g) + Cl-Cl\,(g) \rightarrow 2H-Cl\,(g)$$

در هر مولکول از این مواد، تنها دو اتم با یک پیوند اشتراکی به یکدیگر متصل‌اند، اما نوع اتم‌های متصل به هم در هر مولکول متفاوت از دیگری است؛ به دیگر سخن نیروهای نگهدارندهٔ اتم در هر مولکول و در نتیجه استحکام پیوندها از یکدیگر متفاوت خواهد بود.

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

● در برخی منابع از **انرژی پتانسیل**[1] موجود در یک نمونه ماده، با نام **انرژی شیمیایی**[2] یاد می‌شود.

۱ـ Potential Energy
۲ـ Chemical Energy
۳ـ Diatomic Molecules

آیا می‌دانید

N_2H_4، هیدرازین نامیده می‌شود، ماده‌ای پرانرژی که به‌عنوان سوخت موشک استفاده می‌شود.

با هم بیندیشیم

۱ـ با توجه به واکنش‌های زیر پاسخ دهید:

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

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

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

ب) در کدام واکنش، مواد واکنش‌دهنده پایدارتر است؟ چرا؟

۲ـ گرافیت و الماس دو آلوتروپ کربن هستند که فراوردهٔ واکنش سوختن کامل آنها، گاز کربن‌دی‌اکسید است.

$$C(s, \text{گرافیت}) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 393/5\ kJ$$

$$C(s, \text{الماس}) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 395/4\ kJ$$

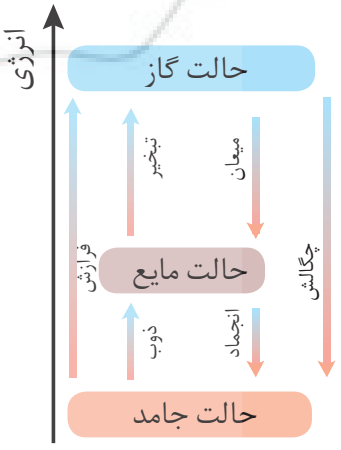
الف) چرا گرمای حاصل از سوختن یک مول گرافیت متفاوت از یک مول الماس است؟

ب) الماس پایدارتر است یا گرافیت؟ چرا؟

پ) از سوختن کامل 7/2 g گرافیت، چند کیلوژول گرما آزاد می‌شود؟

۳ـ با توجه به واکنش $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g) + 484kJ$، پیش‌بینی کنید گرمای واکنش $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$ کدام است (−۵۷۲ kJ، +۵۷۲ kJ، −۴۲۲ kJ، +۴۲۲ kJ)؟ چرا؟

دریافتید که گرمای یک واکنش در دما و فشار ثابت، به نوع و مقدار واکنش‌دهنده‌ها، نوع فراورده‌ها و حالت فیزیکی آنها بستگی دارد. کمیتی که یکی از ویژگی‌های کاربردی و بنیادی هر واکنش به شمار می‌رود.

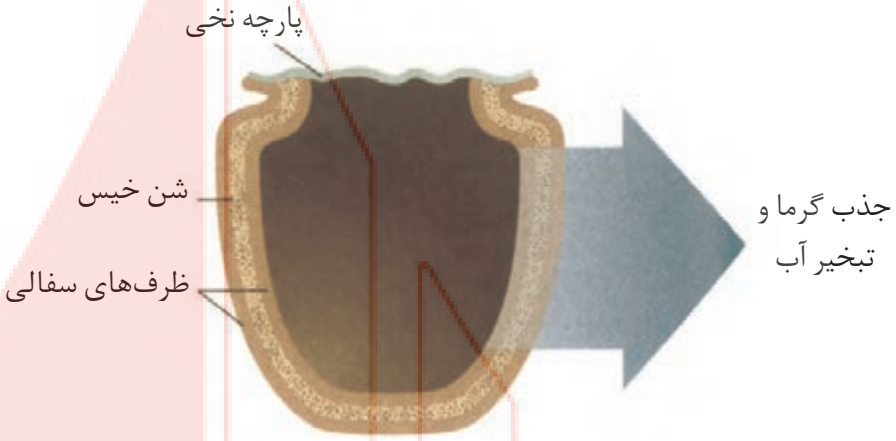


تغییر حالت فیزیکی مواد خالص با تغییر انرژی همراه است.

پیوند با صنعت

بسیاری از مردم کشور نیجریه در مناطق خشک، بیابانی و بادخیز زندگی می‌کنند. مناطقی که تهیهٔ غذا در آنها دشوار اما نگهداری آن دشوارتر است. محمد باه آبا، معلم نیجریایی با طراحی و ساخت دستگاهی ساده و ارزان به مردم کشورش خدمتی ارزنده ارائه کرد. دستگاهی که همانند یک یخچال اما بدون نیاز به انرژی الکتریکی، غذا را خنک و برای مدت طولانی‌تری

نگه‌می‌دارد (شکل۵).



شکل ۵ـ ساختار یخچال صحرایی

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

$$H_2O(l) + ۴۴/۱\ kJ \rightarrow H_2O(g)$$

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

آنتالپی[۱]، همان محتوای انرژی است

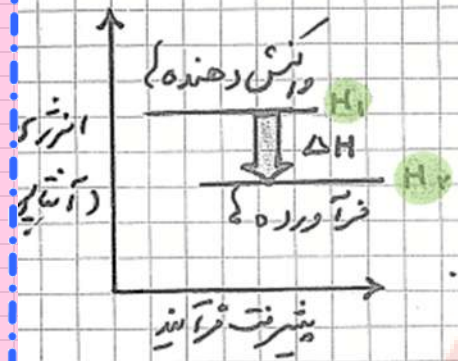
هر نمونه ماده شامل مجموعه‌ای از شمار بسیار زیادی ذره‌های سازنده است. این ذره‌ها افزون بر جنبش‌های نامنظم، با یکدیگر برهم‌کنش نیز دارند. در واقع، ذره‌های سازندهٔ یک نمونه ماده افزون بر انرژی جنبشی، دارای انرژی پتانسیل نیز هستند. می‌دانید که یک نمونه ماده با مقدار آن در دما و فشار معین توصیف می‌شود، به‌طوری که ۲۰۰ گرم آب در دما و فشار اتاق را می‌توان یک نمونه ماده دانست. اینک ظرفی را در نظر بگیرید که محتوی این نمونه ماده باشد، چنین مجموعه‌ای یک سامانه به‌شمار می‌رود.

۱ـ Enthalpy

انواع فرآیندهای ترمودینامیکی

۱) گرماده ($Q<0$) $A \rightarrow B + q$

- علامت ΔH آنها منفی است ($\Delta H < 0$)
- طی فرآیندهای گرماده انرژی از سامانه به محیط منتقل می‌شود.
- واکنش‌دهنده‌ها > فرآورده‌ها : پایداری
- واکنش‌دهنده‌ها > فرآورده‌ها : مجموع آنتالپی پیوند
- همه گرماهای آزاد شده وابسته به انرژی تماس (شیمیایی) نهفته در پیوندهای بین ذرات است.
- واکنش‌دهنده‌ها > فرآورده‌ها : آنتالپی (سطح انرژی)



فرآیندهای گرماده ← مثال :

- میعان، انجماد، چگالش
- سوختن مواد مختلف
- گوارش و هضم و سوخت و ساز مواد غذایی
- واکنش‌های اکسایش - کاهش خودبه‌خودی ← جابه‌جایی یگانه
- انحلال برخی نمک‌ها در آب ← Li_2SO_4 و $CaCl_2$ (بسته به فرآورده)
- واکنش H_2 با هالوژن‌ها (g) $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl + q$
- تنفس سلولی ← اکسایش گلوکز
- واکنش تجزیه اوزون به گاز اکسیژن $2O_{3(g)} \rightarrow 3O_{2(g)}$

- فرآیندهای هابر
- ترمیت
- انحلال هیدروکسیدها
- خنثی شدن
- لوله بازکن ($Al/NaOH$)
- گاوانی (خودبه‌خودی)
- تجزیه H_2O_2

۲) گرماگیر ($Q>0$)

$A + Q \rightarrow B$

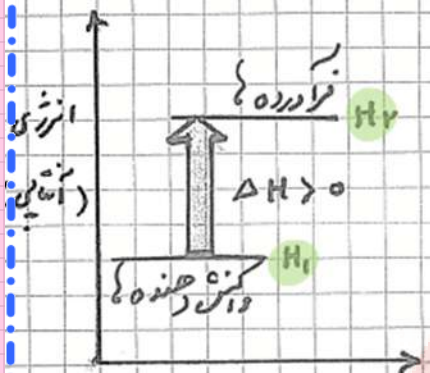
✓ علامت ΔH آن‌ها مثبت است $\Delta H > 0$

✓ در واکنش گرماگیر انرژی از محیط وارد سامانه می‌شود.

✓ {واکنش‌دهنده} > {فرآورده} : پایداری

✓ {واکنش‌دهنده} > {فرآورده} : مجموع آنتالپی پیوندها

✓ {واکنش‌دهنده} < {فرآورده} : آنتالپی (محتوای انرژی)



$N_2 + O_2 + Q \rightarrow 2NO$

فرآیندهای گرماگیر ← مثال

- تبخیر، ذوب، تصعید $CO_{2(s)} + Q \rightarrow CO_{2(g)}$: تصعید یخ خشک
- شکستن پیوند ← پیوند ΔH ذوب‌پاشه ΔH
- انحلال اغلب نمک‌ها ← مرمازا NH_4NO_3
- $N_2O_4 + Q \rightarrow 2NO_{2(g)}$ (این واکنش برگشت‌پذیر است.)
- فتوسنتز $6CO_{2(g)} + 6H_2O_{(l)} \rightarrow C_6H_{12}O_{6(s)} + 6O_2$

توجه! واکنش‌های گرماگیر باعث ناپایدار شدن مواد و واکنش‌های گرماده باعث افزایش پایداری مواد می‌شوند.

ترمودینامیک و الکتروشیمی

$\Delta H \rightleftharpoons Q$: آنتالپی واکنش به ازای خرایب مواد در واکنش است.

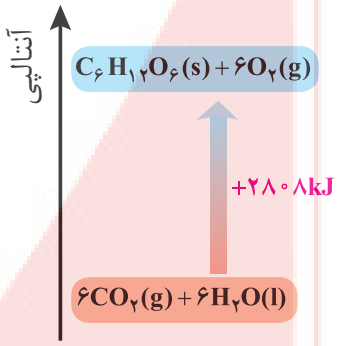
- مقدار گرما و آنتالپی مبادله شده در واکنش‌ها را می‌توان به سایر کمیت‌ها در محاسبات با کمک زیر تبدیل کرد:

$$\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} = \frac{Q}{|\Delta H|}$$

$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O + 890$

● همهٔ مواد پیرامون ما در دما و فشار اتاق، آنتالپی معینی دارند.

شیمی‌دان‌ها انرژی کل چنین سامانه‌ای را هم‌ارز با محتوای انرژی یا آنتالپی آن می‌دانند. با این توصیف هر سامانه در دما و فشار ثابت، آنتالپی معینی دارد. بدیهی است که با انجام واکنش شیمیایی گرماگیر در یک سامانه، مواد با محتوای انرژی (آنتالپی) کمتر به موادی با انرژی (آنتالپی)بیشتر تبدیل می‌شوند (نمودار۵).



نمودار ۵ـ آنتالپی واکنش در فتوسنتز

انجام این واکنش، برخلاف اکسایش گلوکز با جذب انرژی همراه است . از آنجا که دادو ستد انرژی در واکنش‌ها به طور عمده به شکل گرما ظاهر می‌شود، شیمی‌دان‌ها تغییر آنتالپی هر واکنش را هم‌ارز با گرمایی می‌دانند که در فشار ثابت با محیط پیرامون دادوستد می‌کند و آن‌را با Q_p نشان می‌دهند.

● برای یک واکنش اغلب به جای تغییر آنتالپی واکنش، واژهٔ آنتالپی واکنش به کار می‌رود.

نماد آنتالپی، «H» است در حالی‌که نماد تغییر آنتالپی، «ΔH» می‌باشد؛ کمیتی که با رابطه زیر بیان می‌شود:

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

خود را بیازمایید

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

الف) $CO_2(s) \rightarrow CO_2(g)$

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

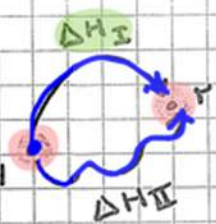
«آنتالپی»

Lashkari

- **تابع حالت:**

به خواصی که تغییرات آنها به مسیر انجام فرآیند بستگی ندارد و صرفاً به حالت آغازین و پایانی فرآیند وابسته‌اند، تابع حالت گفته می‌شود؛

«دما و آنتالپی» تابع حالت هستند.



$\Delta H_I = \Delta H_{II}$

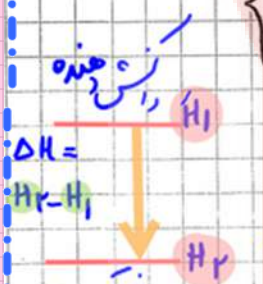
- **آنتالپی (H):** به محتوای انرژی یک سامانه که مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل درون ذرات سازنده است، آنتالپی (H) گفته می‌شود.

نکته: در دما و فشار ثابت، هر سامانه و هر جسمی آنتالپی معینی دارد که اندازه‌گیری مطلق آن بسیار دشوار است.

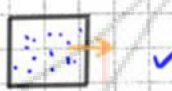
- **تغییر آنتالپی (ΔH):** به گرمای مبادله شده بین سامانه و محیط در فشار ثابت تغییر آنتالپی (ΔH) گفته می‌شود.

✗ کاربردی نیست: $\Delta H = H_{(\text{واکنش‌دهنده‌ها})} - H_{(\text{فرآورده‌ها})}$ واکنش

✓ کاربردی است: $\Delta H = Q_p$ واکنش



$Q_p = mc\Delta\theta$



$H \rightarrow \Delta H = H_2 - H_1$

$\Delta H = Q_p$

- **عوامل موثر بر گرمای مبادله شده در واکنش‌های شیمیایی (ΔH):**

∞ ترمو STP

می‌توان با تعریف حالت استاندارد بسیاری از این عوامل را ثابت در نظر گرفت:

(ΔH° استاندارد)

۱) دما معمولاً ۲۵°C
۲) فشار 1atm
۳) مقدار ماده یک مول یا یک مولار
۴) پایدارترین شکل مواد

۱) دما
۲) فشار
۳) مقدار ماده
۴) حالت فیزیکی
۵) ماهیت ماده

از STP تا $\theta = 0^\circ C$

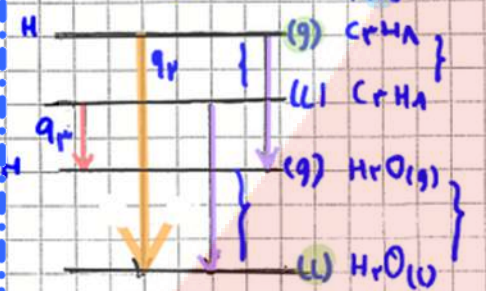
تست ۱: گرمای آزاد شده در واکنش‌های زیر در کدام گزینه درست مقایسه شده است؟

سوختن: I) $C_3H_{8(g)} + 5O_{2(g)} \rightarrow 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(g)} + q_1$

سوختن معمولی: II) $C_3H_{8(g)} + 5O_{2(g)} \rightarrow 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(l)} + q_2$

تبخیر سوختن: III) $C_3H_{8(l)} + 5O_{2(g)} \rightarrow 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(g)} + q_3$

تبخیر سوختن معمولی: IV) $C_3H_{8(l)} + 5O_{2(g)} \rightarrow 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(l)} + q_4$



۱) $q_1 > q_2 > q_3 > q_4$

۲) $q_3 > q_1 > q_2 > q_4$

۳) $q_2 > q_4 > q_1 > q_3$ ✓

۴) $q_2 > q_1 > q_4 > q_3$

$H_2O > C_3H_8$

تست ۲: چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست‌اند؟

آ) گرمای سوختن یک مول الماس از یک مول گرافیت بیشتر است. ✓

ب) الماس نسبت به گرافیت پایدارتر است. ✗

پ) مقایسه آنتالپی یک مول: $H: C_{(الماس)} > C_{(گرافیت)} > CO_{(g)} > CO_2$ درست است. ✓

ت) معادله سوختن الماس به صورت $C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 395/4kJ$ می‌باشد. ✗

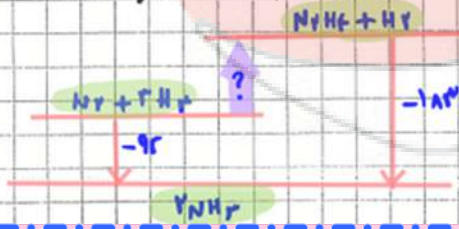
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

تست ۳: با توجه به واکنش‌های زیر؛ برای واکنش ۱۴ گرم گاز نیتروژن با ۴ گرم گاز هیدروژن و تولید گاز هیدرازین چند کیلوژول گرما لازم است؟ ($N=14$ $H=1$)

۱) $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \xrightarrow{25^\circ C} 2NH_{3(g)} + 92kJ$

۲) $N_2H_{4(g)} + H_{2(g)} \xrightarrow{25^\circ C} 2NH_{3(g)} + 183kJ$

۱) ۲۲/۷۵ ۲) ۴۵/۵ ✓ ۳) ۹۱ ۴) ۶۸/۲۵



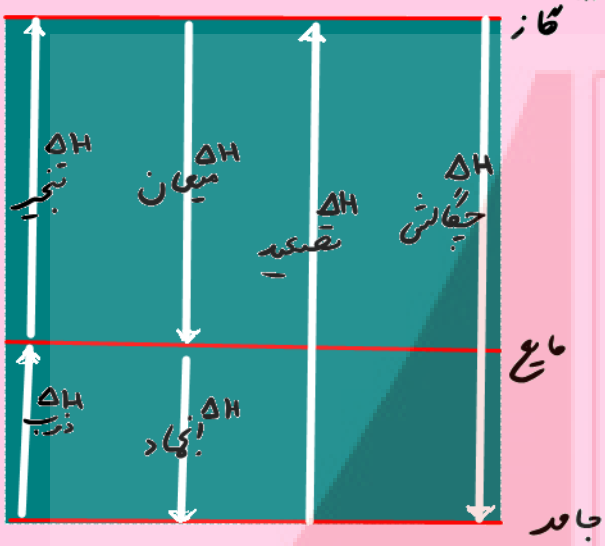
$1N_2 + 2H_2 \rightarrow N_2H_4$ $\Delta H = +91$

$1kg$ $4kg$

$\frac{15}{1} > \frac{2}{2}$ ← مقدار کمتر

$\frac{15}{1N_2} = \frac{q = 45/5}{91kJ}$

آنتالپی‌های تبدیل حالت فیزیکی مواد

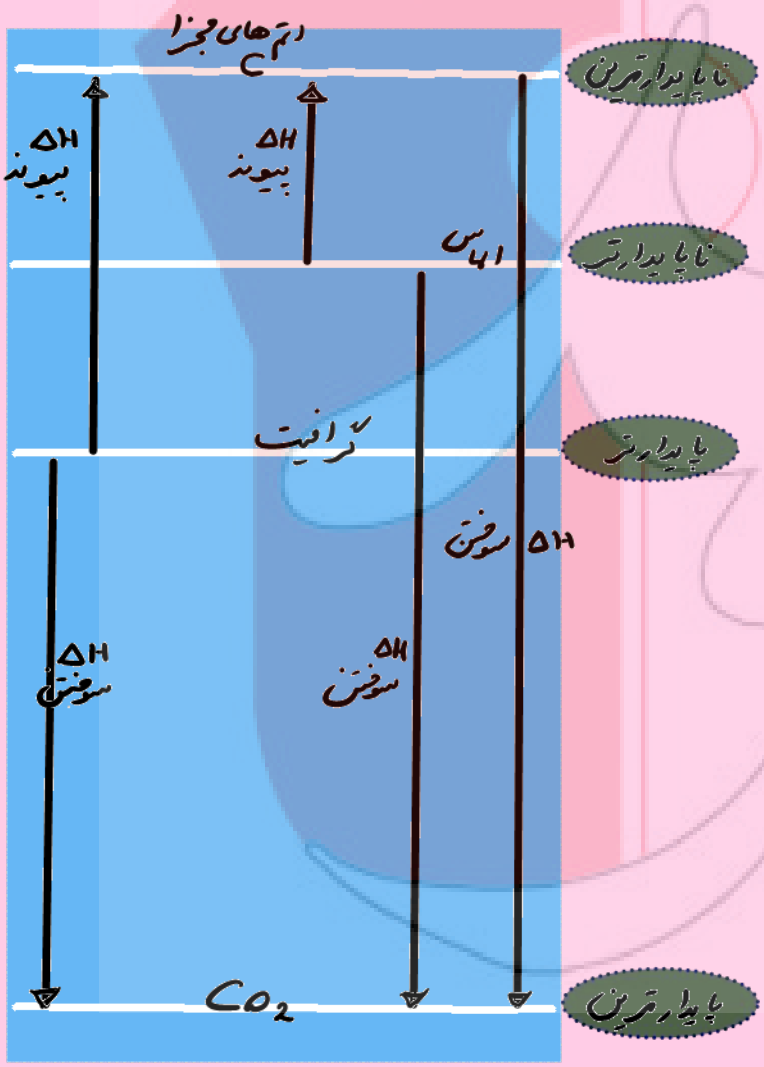


$$H_2O_{(l)} + 44kj \longrightarrow H_2O_{(g)}$$

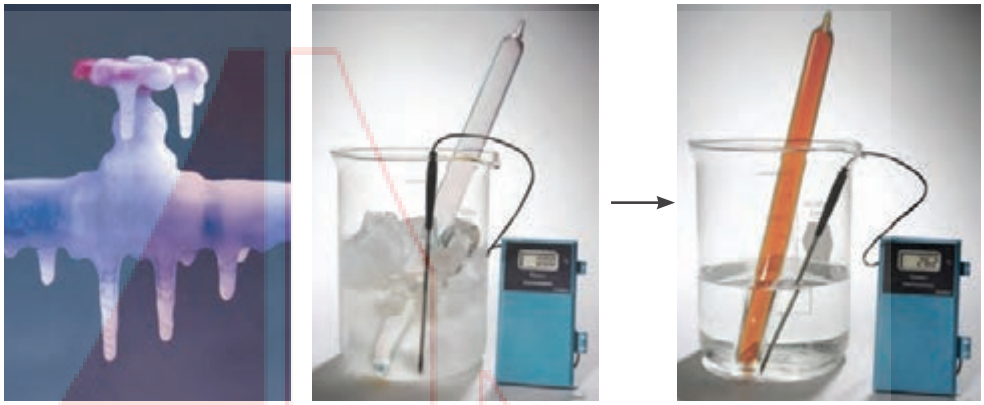
$$H_2O_{(s)} + 6kj \longrightarrow H_2O_{(l)}$$

$$\Delta H_{\text{میعان}} = -44\frac{kj}{mol}$$

پایداری الماس و گرافیت



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



ت) $H_2O(l) \rightarrow H_2O(s)$ $\quad$ $N_2O_4(g) \longrightarrow 2NO_2(g)$ پ)

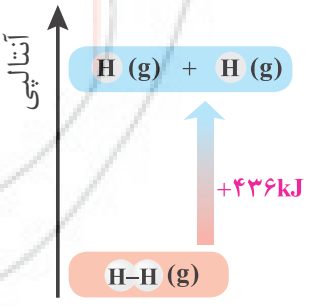
۲ـ اگر برای تولید یک مول گاز اوزون از گاز اکسیژن، آنتالپی به اندازهٔ ۱۴۳ kJ افزایش یابد، آنتالپی واکنش $3O_2(g) \rightleftarrows 2O_3(g)$ را در جهت رفت و در جهت برگشت حساب کنید.

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 می‌شود. یکی از خواصی که در واکنش‌های شیمیایی تغییر می‌کند، محتوای انرژی مواد است. این توصیف از واکنش، اهمیت پیوندهای شیمیایی و نقش انرژی وابسته به آنها را در گرمای یک واکنش نشان می‌دهد. برای درک انرژی پیوند می‌توان بحث را با پیوند میان ساده‌ترین اتم‌ها ادامه داد.

یک نمونه گاز هیدروژن، مجموعه‌ای از شمار بسیار زیادی مولکول‌های دواتمی بوده و هر مولکول شامل دو اتم هیدروژن با یک پیوند اشتراکی است. انتظار می‌رود برای تبدیل این مولکول‌ها به اتم‌های جدا از هم انرژی صرف شود. شواهد تجربی نشان می‌دهد که انرژی لازم برای شکستن پیوندهای اشتراکی موجود در یک مول $H_2(g)$ و تبدیل آن به دو مول $H(g)$، حدود ۴۳۶ kJ است (نمودار ۶).

$$H_2(g) + 436\ kJ \rightarrow 2H(g)$$



نمودار ۶ـ آنتالپی پیوند H–H

جدول ۲ـ آنتالپی برخی پیوندها

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

در ترموشیمی به مقدار ۴۳۶kJ، آنتالپی پیوند «H–H» می‌گویند و آن را با نماد $\Delta H\,(H-H) = ۴۳۶ kJmol^{-۱}$ نشان می‌دهند. جدول ۲، آنتالپی برخی پیوندها را نشان می‌دهد.

اینک شاید بپرسید که شیمی‌دان‌ها چگونه آنتالپی پیوند را برای مولکول‌های چندتایی مانند $NH_۳$، $H_۲O$ و $CH_۴$ تعیین و گزارش می کنند؟ در مولکول‌هایی از این دست، اتم مرکزی به چند اتم کناری یکسان با پیوندهای اشتراکی متصل است. یافته‌های تجربی نشان می‌دهد که برای چنین مولکول‌هایی به کار بردن میانگین آنتالپی پیوند مناسب‌تر است. برای نمونه براساس واکنش:

$$CH_۴(g) + ۱۶۶۰\ kJ \rightarrow C(g) + ۴H(g)$$

میانگین آنتالپی پیوند «C–H» در جدول‌ها، $۴۱۵ kJmol^{-۱}$ درج شده (چرا؟)، به دیگر سخن $\Delta H(C-H) = ۴۱۵\ kJ\ mol^{-۱}$ است. جدول ۳، میانگین آنتالپی برخی پیوندها را نشان می‌دهد.

جدول ۳ـ میانگین آنتالپی برخی پیوندها

پیوند	میانگین آنتالپی ($kJ\ mol^{-۱}$)
C–O	۳۸۰
N–H	۳۹۱
O–H	۴۶۳
C–C	۳۴۸
C=C	۶۱۴
C≡C	۸۳۹
C=O	۷۹۹
N–N	۱۶۳
O–O	۱۴۶

خود را بیازمایید

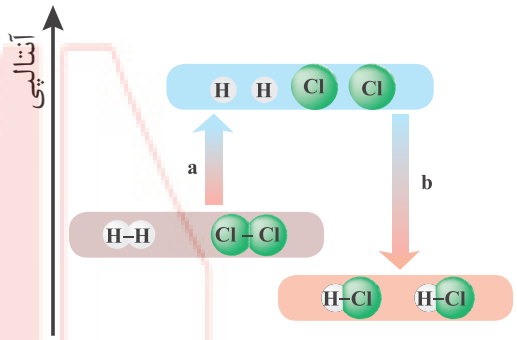
با استفاده از داده‌های جدول ۳، آنتالپی هریک از واکنش‌های زیر را پیش‌بینی کنید.

الف) $H_۲O(g) \longrightarrow O(g) + ۲H(g)$ ب) $NH_۲(g) + H(g) \longrightarrow NH_۳(g)$

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

آنتالپی پیوند، راهی برای تعیین ΔH واکنش

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



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

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

$$a = (۱\,mol \times ۴۳۶\ kJmol^{-۱}) + (۱\,mol \times ۲۴۲\ kJmol^{-۱}) = ۶۷۸\ kJ$$

کمیت b در این نمودار، انرژی حاصل از تشکیل پیوندهای اشتراکی H–Cl را در دو مول از آن نشان می‌دهد، از این رو کمیت b هم‌ارز با دو برابر آنتالپی این پیوند اما با علامت منفی است :

$$b = -(۲mol \times ۴۳۱\ kJmol^{-۱}) = -۸۶۲\ kJ$$

اینک از جمع جبری کمیت‌های a و b، آنتالپی واکنش به دست می‌آید:

$$\Delta H\,(\text{واکنش}) = a + b = ۶۷۸\ kJ + (-۸۶۲\ kJ) = -۱۸۴\ kJ$$

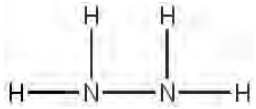
شیمی‌دان‌ها به کار بردن آنتالپی‌های پیوند را برای تعیین ΔH واکنش‌هایی مناسب می‌دانند که همهٔ مواد شرکت‌کننده در آنها به حالت گازند. در چنین واکنش‌هایی هرچه مولکول‌های مواد شرکت‌کننده ساده‌تر باشند، آنتالپی واکنش محاسبه شده با داده‌های تجربی همخوانی بیشتری دارد. به دیگر سخن به کار بردن میانگین آنتالپی پیوندها برای تعیین ΔH واکنش‌های گازی با مولکول‌های پیچیده‌تر اغلب در مقایسه با داده‌های تجربی، تفاوتی آشکار نشان می‌دهد.

خود را بیازمایید

۱ـ دانش‌آموزی برای تعیین آنتالپی یک واکنش گازی از رابطهٔ زیر استفاده کرده است، درستی این رابطه را بررسی کنید.

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

● در ارزشیابی‌های پایانی، نهایی و آزمون‌های سراسری در این گونه پرسش‌ها باید فرمول ساختاری مواد شرکت‌کننده داده شود.



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

الف) $N \equiv N\,(g) + ۳H_۲(g) \longrightarrow H_۲N - NH_۲(g)$ $\quad \Delta H = +۹۱\,kJ$

ب) $۲CH_۴\,(g) \longrightarrow C_۲H_۶\,(g) + H_۲\,(g)$ $\quad \Delta H = +۶۵kJ$

پ) $۲H_۲\,(g) + O_۲\,(g) \longrightarrow ۲H_۲O\,(g)$ $\quad \Delta H = -۴۸۴\,kJ$

پیوند با زندگی

ادویه‌ها نقش جالبی در تمدن و تاریخ ملت‌ها دارند به‌طوری که بو و مزه لذت بخش غذاهای بومی در هر جای جهان، اغلب به دلیل افزودن ادویه‌های ویژه‌ای به آنها است. این مواد افزون بر رنگ، بو و مزه خوشایندی که به غذا می‌دهند، مصرف دارویی نیز دارند آن‌چنان که امروزه این مواد برای جلوگیری از گرسنگی، افزایش سوخت‌وساز، جلوگیری از التهاب، پیشگیری از سرطان و گاهی بهبود یا رفع آن به‌کار می‌روند.

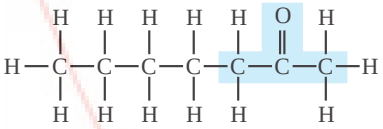
یافته‌های تجربی نشان می‌دهند که چنین خواصی در ادویه‌ها به طور عمده وابسته به ترکیب‌های آلی موجود در آنها است؛ ترکیب‌هایی که در ساختار خود افزون بر اتم‌های هیدروژن و کربن، اتم‌های اکسیژن، گاهی نیتروژن و گوگرد نیز دارند. شواهد تجربی نشان می‌دهد که تفاوت در خواص ادویه‌ها به‌دلیل تفاوت در ساختار این مواد آلی است. بررسی مواد آلی موجود در آنها نشان می‌دهد که وجود آرایش ویژه‌ای از اتم‌ها به نام **گروه عاملی**[۱] نقش تعیین‌کننده‌ای در خواص آنها دارد. در هر یک از این گروه‌ها شیوه اتصال اتم‌ها به یکدیگر یا پیوند میان آنها اهمیت ویژه‌ای دارد . برای نمونه آرایش اتم‌های کربن و اکسیژن با پیوند دوگانه ($\rangle C=O$) نشانهٔ وجود یک گروه عاملی به نام **کربونیل**[۲] است، گروهی که به آلدهیدها و کتون‌ها خواص

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

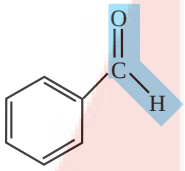
۱ـ Functional Group
۲ـ Carbonyl

ویژه‌ای می‌بخشد(شکل ۶).

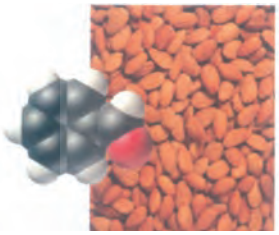
میخک



الف) ۲- هپتانون



ب) بنزآلدهید

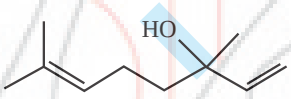


بادام

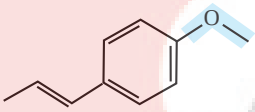
شکل۶ـ نمایش گروه عاملی کربونیل در ۲- هپتانون و بنزآلدهید .
چه تفاوت و چه شباهتی میان گروه عاملی آلدهیدی و کتونی وجود دارد؟

اما در ساختار برخی ادویه‌ها گروه‌های عاملی دیگری نیز وجود دارد. گروه‌هایی که در آنها اتم اکسیژن به یک یا دو اتم کربن با پیوند یگانه متصل است. این گروه‌های عاملی به ترتیب **هیدروکسیل**[1] (O-H -) و گروه اتری (-O-) نام دارند. برای نمونه طعم و بوی گشنیز و رازیانه به طور عمده وابسته به وجود این گروه‌های عاملی است (شکل ۷).

گشنیز



الف)



ب)

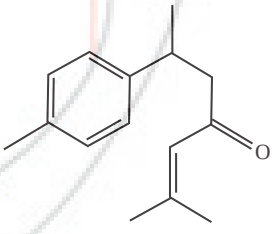
رازیانه

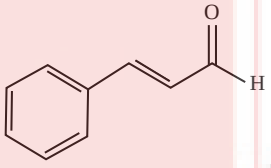
شکل۷ـ نمونه‌ای از ترکیب‌های آلی موجود در (الف) گشنیز و (ب) رازیانه

خود را بیازمایید

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

زردچوبه

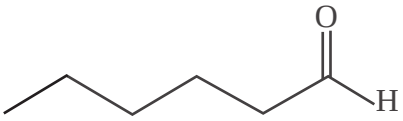


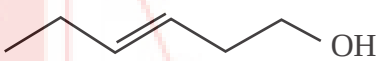


دارچین

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

۲ـ با توجه به ساختار ترکیب‌های آلی زیر به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.





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

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

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

آنتالپی سوختن، تکیه‌گاهی برای تأمین انرژی

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

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

بدن ما از غذا، مواد گوناگونی دریافت می‌کند. این مواد شامل کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها، پروتئین‌ها، آب، ویتامین‌ها و مواد معدنی بوده که سه ماده نخست، افزون بر تأمین مواد اولیه برای سوخت‌وساز یاخته‌ها، منابعی برای تأمین انرژی آنها نیز هستند. در این میان تنها کربوهیدرات‌ها هستند که در بدن به گلوکز شکسته شده و گلوکز حاصل از آنها در خون حل می‌شود. خون این ماده را به یاخته‌ها می‌رساند (گلوکز، قندخون است) و این ماده هنگام اکسایش در یاخته‌ها، انرژی تولید می‌کند؛ این روند به آسانی انرژی مورد نیاز یاخته‌ها را تأمین می‌کند. اما پرسش این است که چرا بدن ما، چربی را بیشتر ذخیره می‌کند؟

پژوهش‌ها نشان می‌دهد که چربی ارزش سوختی بیشتری از کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها نیز دارد. به دیگر سخن، انرژی حاصل از اکسایش یک گرم چربی بیشتر از دو ماده غذایی دیگر است (جدول ۴).

جدول ۴ـ ارزش سوختی سه مادهٔ غذایی

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

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

حساب کرد. برای این کار می‌توان از جدول‌هایی همانند جدول ۵ که در منابع علمی معتبر موجود است، استفاده کرد. باید توجه داشت که میزان انرژی مورد نیاز بدن هر فرد به وزن، سن و میزان فعالیت‌های روزانهٔ او بستگی دارد. هر مقدار اضافی از مواد و انرژی دریافتی از مواد غذایی به‌طور عمده به شکل چربی در بدن ذخیره شده و باعث چاقی می‌شود.

آشکار است که تهیهٔ هر غذای گرمی به انرژی نیاز دارد، انرژی‌ای که به‌طور عمده از واکنش سوختن سوخت های فسیلی تأمین می شود. یکی از این سوخت‌ها متان است که بخش عمدهٔ گاز شهری را تشکیل می‌دهد. این ماده در حضور اکسیژن کافی به طور کامل می‌سوزد و افزون بر $CO_2(g)$ و $H_2O(g)$، مقدار زیادی انرژی تولید می کند. این ویژگی در واکنش‌های سوختن باعث شده که سوخت‌های فسیلی تکیه‌گاهی برای تأمین انرژی در صنعت، کشاورزی و زندگی روزانه باشند.

شیمی‌دان‌ها بر اساس این واکنش‌ها، آنتالپی سوختن یک ماده را هم‌ارز با آنتالپی واکنشی می‌دانند که در آن یک مول ماده در اکسیژن کافی به طور کامل می‌سوزد. جدول ۶، آنتالپی سوختن برخی ترکیب های آلی را در $25^\circ C$ نشان می‌دهد.

جدول ۶ـ آنتالپی سوختن برخی ترکیب‌های آلی در $25^\circ C$

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

خود را بیازمایید

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

۲ـ با توجه به معادلهٔ واکنش سوختن کامل اتان و اتانول به پرسش‌های مطرح‌شده پاسخ دهید.

$$2C_2H_6(g) + 7O_2(g) \xrightarrow{25^\circ C} 4CO_2(g) + 6H_2O(l) + 3120\ kJ$$

$$C_2H_5OH(l) + 3O_2(g) \xrightarrow{25^\circ C} 2CO_2(g) + 3H_2O(l) + 1368\ kJ$$

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

جدول ۵ـ ارزش سوختی برخی خوراکی‌ها که محتوی کربوهیدرات، چربی و پروتئین هستند.

خوراکی	ارزش سوختی ($kJ\ g^{-1}$)
نان	۱۱/۵
پنیر	۲۰/۰
تخم‌مرغ	۶/۰
شکلات	۱۸/۰
شیر	۳/۰
بادام زمینی	۲۳

● یکی از فراورده‌های سوختن کامل مواد آلی در دمای اتاق، H_2O است و حالت مایع دارد.

Lashkari

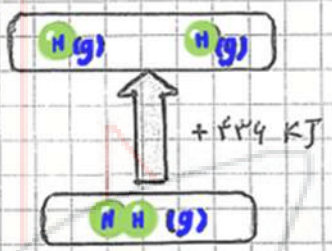
انواع آنتالپی

① آنتالپی پیوند (میانگین)

به انرژی لازم برای شکستن پیوندهای اشتراکی موجود در یک مول پیوند و ایجاد اتم‌های مجزای گازی شکل، آنتالپی پیوند گفته می‌شود.

$$H_{2(g)} + 436\,KJ \xrightarrow{1\,mol} 2H_{(g)}$$

$$\Delta H_{\text{پیوند } H_2} = +436\,KJ.mol^{-1}$$



نکات:

۱) برای مولکول‌های چنداتمی به کاربردن میانگین آنتالپی پیوند مناسب‌تر است. (چرا؟)

پیوندهای موجود در یک مولکول مانند CH_4 و سایر مولکول‌ها با هم متفاوت است، در نتیجه میانگینی از انرژی‌های پیوند به عنوان متوسط آنتالپی پیوند استفاده می‌شود.

$$H-\underset{H}{\overset{H}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-H \xrightarrow{\Delta H_1} H-\underset{H}{\overset{H}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}} + H \xrightarrow{\Delta H_2} H-\underset{H}{C} + H \xrightarrow{\Delta H_3} H-C + H \xrightarrow{\Delta H_4} C + H$$

$$\Delta H_1 \neq \Delta H_2 \neq \cdots \Rightarrow \overline{\Delta H}_{C-H} = \frac{\Delta H_1 + \Delta H_2 + \cdots}{n}$$

۲) آنتالپی پیوند همواره مثبت است $\Delta H_{\text{پیوند}} > 0$

۳) آنتالپی پیوند همواره در حالت گازی محاسبه و اندازه‌گیری می‌شود، تا مبادا صرف سایر فرآیندها مانند تبخیر نشود.

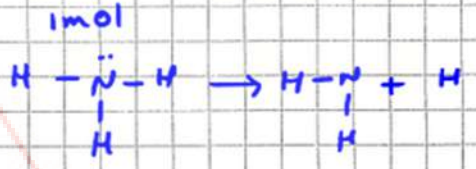
تمرین : گرمای مصرف شده در کدام فرآیند را می‌توان آنتالپی پیوند (KJ/mol) نامید ؟

۱) $HF_{(g)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + F^-_{(aq)}$ ✗

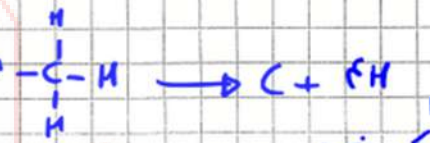
۲) $HBr_{(g)} \longrightarrow \frac{1}{2}H_{2(g)} + \frac{1}{2}Br_{2(g)}$ ✗ ($HBr_{(g)} \rightarrow H_{(g)} + Br_{(g)}$)

۳) $CO_{(g)} \longrightarrow C_{(s)} + \frac{1}{2}O_{2(g)}$

۴) $H_2O_{(g)} \longrightarrow 2H_{(g)} + O_{(g)}$



۵) $NH_{3(g)} \longrightarrow NH_{2(g)} + H_{(g)}$ ✓



۶) $CH_{4(g)} \longrightarrow C_{(g)} + 4H_{(g)}$ ✗ $\frac{q_2}{t} = \Delta H_{C-H}$

۷) $\frac{1}{2}CO_{2(g)} \longrightarrow \frac{1}{2}C_{(g)} + O_{(g)}$ ✓

$O=C=O$: 1mol → 2mol پیوند

۲۵ mol → 1mol C=O

تمرین : تفاوت آنتالپی (محتوای انرژی) دو ماده آسپرین و تری‌نیتروگلیسیرین چند کیلوژول بر مول است

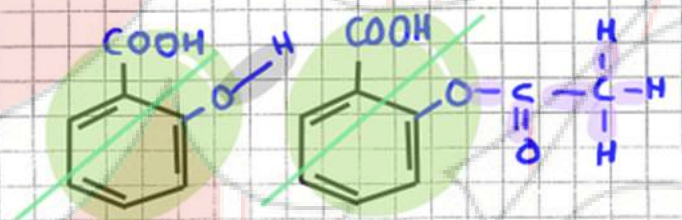
C-H = ۴۱۵ KJ.mol⁻¹

C-C = ۳۴۸ "

C-O = ۳۸۰ "

C=O = ۸۰۰ "

O-H = ۴۶۴ "



$\Delta H = [C-O + C=O + C-C + 3C-H - O-H]$

۲۳۱۰

عوامل موثر بر آنتالپی پیوند :

۱) طول پیوند : با آنتالپی پیوند رابطه عکس دارد : $Cl-Cl < Br-Br < I-I$: طول پیوند

$\Delta H_{\text{پیوند}}$: $Cl-Cl > Br-Br > I-I$

۲) مرتبه پیوند : با آنتالپی پیوند رابطه مستقیم دارد : $C \equiv C > C=C > C-C$: $\Delta H_{\text{پیوند}}$

۳) اختلاف الکترونگاتیوی : با آنتالپی پیوند رابطه مستقیم دارد . $N-H < O-H$: $\Delta H_{\text{پیوند}}$

۲) آنتالپی سوختن ← STP ← H_2O مایع

به مقدار گرمای آزاد شده از سوختن یک مول ماده در حضور اکسیژن خالص و کافی را آنتالپی سوختن گفته می شود.

$$1CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} + 890\,KJ$$

$$\Delta H_{\text{سوختن}} = -890\ KJ/mol$$

نکات

۱) به گرمای آزاد شده از سوختن یک مول ماده در حضور اکسیژن کافی و خالص ارزش سوختی می گوییم.

ارزش سوختی : $\frac{\text{گرمای آزاد شده}}{\text{جرم}} = \frac{\text{گرمای آزاد شده}}{\text{جرم مولی}} = KJ.g^{-1}$

۲) با وجود اینکه ارزش سوختی کربوهیدرات ها و پروتئین ها برابر است ولی در این میان تنها کربوهیدرات هایی هستند که می توانند به سرعت به گلوکز شکسته شده و وارد خون شوند و در اول یاخته ها اکسایش یافته و انرژی تولید کنند. این روند به آسانی انرژی مورد نیاز یاخته ها را تأمین می کند.

۳) فرآیند سوختن همواره گرماده است و علامت ΔH آن منفی است. اما ارزش سوختی در منابع معتبر علمی بدون علامت منفی گزارش می شود.

۴) برای اندازه گیری دقیق آنتالپی سوختن، این فرآیند باید در حضور اکسیژن کافی انجام شود تا سوختن کامل صورت گیرد و اتم کربن به $CO_{2(g)}$ و H_2O، مقدار زیادی انرژی تولید شود.

۵) حالت فیزیکی آب در واکنش سوختن استاندارد مواد به صورت مایع نوشته می شود.

۶) آلکان‌های سنگین به ازای یک مول و آلکان‌های سبک‌تر به ازای یک گرم گرمای بیشتری تولید می‌کنند

$\Delta H\left(\frac{KJ}{mol}\right)$ سوختن : $CH_4 < C_2H_6 < C_3H_8 < C_4H_{10} < \cdots$

ارزش سوختی $\left(\frac{KJ}{g}\right)$: $CH_4 > C_2H_6 > C_3H_8 > C_4H_{10} > \cdots$

ارزش سوختی $= \frac{\Delta H}{\text{جرم مولی}}$

۷) نکاتی در مورد مقایسه ΔH مولی سوختن مواد آلی :

I) هرچه تعداد کربن بیشتر ← ΔH سوختن بیشتر

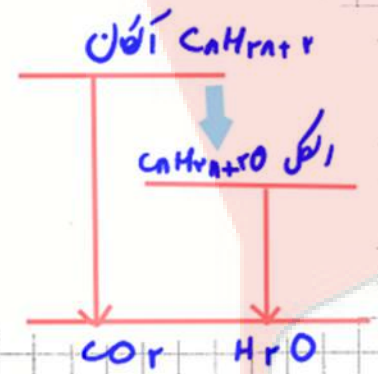
II) در هیدروکربن‌ها اگر تعداد کربن برابر باشد ← هرچه تعداد H بیشتر ← ΔH سوختن بیشتر

(C_2H_6 : $2H_2O$ ، C_2H_4 : $2H_2O$ ، C_2H_2 : H_2O)

ΔH سوختن : $C_2H_6 > C_2H_4 > C_2H_2$

اتان ، اتن ، اتین ← دارای شعله درخشان‌تری دارد

III) آلکان‌ها نسبت به الکل‌های هم کربن، گرمای بیشتری تولید می‌کنند ؛



ΔH سوختن : $C_2H_6(g) > C_2H_5OH(l)$

پایدارتر است!

۸) با وجود اینکه آنتالپی سوختن اتین از اتان و اتن کمتر است ولی دمای شعله این ماده بیشتر است (چرا؟)

دلیل: گرمای تولید شده در اتین بین مول کمتری از فرآورده تقسیم می‌شود و در نتیجه میانگین انرژی جنبشی ذرات و دمای شعله اتین نسبت به دوتای دیگر بیشتر است و از آن در جوشکاری و برشکاری فلزات استفاده می‌شود.

۹) با اضافه شدن یک کربن در آلکان‌ها حدود ۶۷۰ کیلوژول و در آلکن‌ها (CH_2) حدود ۶۴۰ کیلوژول بر آنتالپی سوختن افزوده می‌شود.

نکات مقایسه آنتالپی

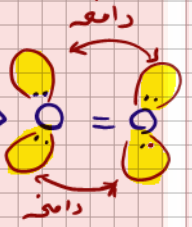
1. ΔH پیوند: $C\equiv C > C=C > C-C$ — ۳akj، ۲akj، akj — کمتر، کمتر

با دوگانه و سه‌گانه شدن پیوند کربن - کربن آنتالپی پیوند دو برابر و یا سه برابر نمی‌شود. (کمتر)

2. ΔH پیوند: $N\equiv N > N-N$ — ۳akj بیشتر، akj

3. ΔH: $O=O > O-O$ — ۲akj بیشتر، akj

4. ΔH پیوند: $C=C > O=O$



5. ΔH پیوند: $H-F > O=O$

اگر ماده A آنتالپی سوختن بیشتری نسبت به ماده B داشته باشد، ارزش سوختی $A > B$ / $A = B$ / $A < B$

1. آنتالپی سوختن و ارزش سوختن آلکان‌ها از الکل‌ها بیشتر است.

ارزش سوختی: $CH_4 > CH_3OH$ و ΔH سوختن: $CH_4 > CH_3OH$

2. با افزایش تعداد کربن‌ها در آلکان‌ها آنتالپی سوختن افزایش و ارزش سوختن کاهش می‌یابد

ارزش سوختی: $CH_4 > C_2H_6$ و ΔH سوختن: $C_2H_6 > CH_4$

3. آنتالپی سوختن و ارزش سوختن آلکان > آلکن > آلکین است.

ΔH سوختن: اتین > اتانول > اتن > اتان

ارزش سوختی: اتانول > اتین > اتن > اتان

تست ۱ : با توجه به معادله سوختن استاندارد اتانول و اتان چه تعداد از مطالب زیر درست اند ؟

آ) آنتالپی سوختن اتان از اتانول بیشتر است .

ب) ارزش سوختی اتان از اتانول بیشتر است .

پ) به ازای سوختن یک گرم ، اتان مقدار CO_2 بیشتری تولید می‌کند .

ت) به دلیل تولید گرمای بیشتر اتانول سوخت سبزتر است

۱) ۲ ۲) ۱ ۳) ۴ ۴) ۳

* دلیل سبز بودن سوخت اتانول : ① O دارد ② آلاینده کمتر تولید می‌کند ③ تجدید پذیر هستند

تست ۲ : کدام معادله ترمودینامیکی نادرست است ؟

۱) تصعید نفتالن : $C_{10}H_{8(s)} + 9 \rightarrow C_{10}H_{8(g)}$ ✓

۲) سوختن استاندارد بوتان :

$$C_4H_{10(g)} + \frac{13}{2}O_{2(g)} \rightarrow 4CO_{2(g)} + 5H_2O_{(l)} + 9$$ ✓

۳) آنتالپی پیوند $NO_{(g)} \rightarrow N_{(g)} + O_{(g)}$ +9

۴) فرآیند تبخیر یخ صحرایی

$$H_2O_{(L)} + 44kJ \rightarrow H_2O_{(g)}$$

تست ۳ : آنتالپی پیوند N-N کدام است ؟

$$2NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4(g)} \quad \Delta H = -54$$ (تعادلی)

۱) -۵۴
۲) +۵۴
۳) -۲۷
۴) +۲۷

تست ۴ : برای اندازه‌گیری آنتالپی کدام پیوند ، استفاده از مفهوم میانگین ضروری‌تر است ؟

۱) O=O (۲ تا O داریم ← مجزا داریم)
۲) H-F (HF داریم)
۳) C≡O (CO داریم)
۴) H-O (متقل نداریم)

تست ۵: نمونه‌ای از یک هیدروکربن سیرشده و خالص در اکسیژن می‌سوزد و ۱۷٫۶ g کربن دی‌اکسید و ۱۰٫۸ g آب مایع و ۳۱۲ kJ انرژی تولید می‌کند. آنتالپی سوختن این ترکیب چند کیلوژول بر مول است؟ (O=16 , H=1 , C=12)

۱) −۷۸۰
۲) −۱۰۴۰
۳) −۱۲۴۸
۴) −۱۵۶۰

$C_2H_2 \sim 2CO_2$

$\frac{17.6\,g}{44} = 0.4\,mol\,CO_2$

$\frac{n_{CO_2}}{n+1\,H_2O} = \frac{2}{3} \Rightarrow n=2$

$\frac{10.8}{18} = 0.6\,mol\,H_2O$

$\frac{0.4\,mol}{2\,mol\,CO_2} = \frac{312}{\Delta H}$

تست ۶: ΔH سوختن متان $-890\ \frac{kJ}{mol}$ و ΔH سوختن اتان $-2220\ \frac{kJ}{mol}$ است. گرمای آزاد شده به ازای تولید یک مول گاز CO_2 در سوختن اتان، چند کیلوژول بیشتر از گرمای آزاد شده به ازای تولید یک مول CO_2 در سوختن متان است؟

۱) ۱۱۰
۲) ۲۲۰
۳) ۶۶۵
۴) ۱۳۳۰

$CH_4 \sim 1CO_2$ ۸۹۰

$C_2H_4 \sim 2CO_2 \sim 1CO_2$ $\frac{2220}{2} = 1110$

اختلاف ۲۲۰

تست ۷: میانگین آنتالپی پیوندها، بین دو اتم داده شده در کدام گونه در مقایسه با گونه‌های دیگر بیشتر است؟

۱) C و C در اتین
۲) O و O در O_2
۳) N و N در N_2
۴) C و C در سیکلوهگزان

$C \equiv C$ ✓ — $O=O$ ✗ — $N \equiv N$ ✓ — $C-C$ ✗

تست ۸: چه تعداد از مقایسه‌های زیر درست‌اند؟

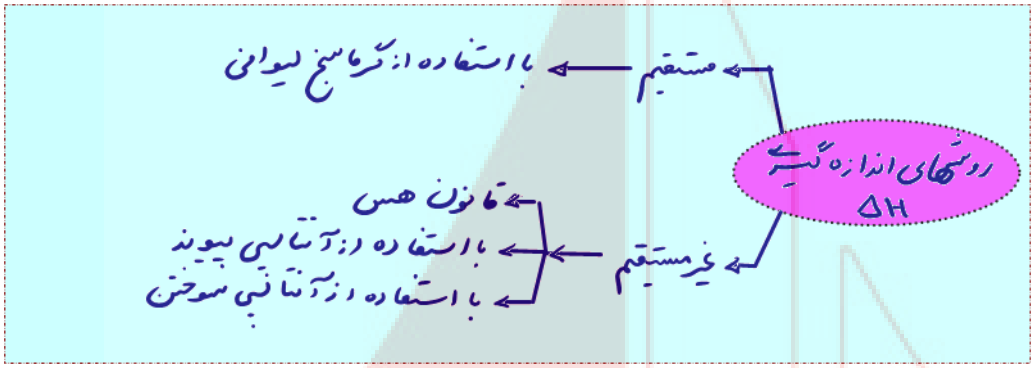
- $N_2O > N_2H_4$ ✗ : آنتالپی N و N : $N-N < N \equiv N < N=N$
- پروپن > بوتان : آنتالپی سوختن ✓
- C − C > C − Si : آنتالپی پیوند ✓
- ۱-بوتانول > بوتانال : آنتالپی پیوند C و O ✓
- سیکلوهگزان > بنزن ✓ : آنتالپی پیوند کربن − کربن
- روغن زیتون > نشاسته ✗ : ارزش سوختی
- گاز اکسیژن = اوزون ✗ : آنتالپی پیوند O و O
- ۲-هپتانون > استون ✗ : آنتالپی سوختن

۱) ۴ ↓ ۲) ۳ ↓ ۳) ۵ ۴) ۶

ب) جرم CO_2 حاصل از سوختن یک گرم از هریک را محاسبه و با یکدیگر مقایسه کنید.

پ) توضیح دهید چرا اتانول **سوخت سبز**[1] به شمار می‌رود؟

● 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.



جمع‌پذیری گرمای واکنش‌ها، قانون هس[2]

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

می‌دانید که متان، ساده‌ترین هیدروکربن و نخستین عضو خانوادهٔ آلکان‌ها است و بخش عمدهٔ گاز طبیعی را تشکیل می‌دهد. این گاز از تجزیه گیاهان به‌وسیلهٔ باکتری‌های بی‌هوازی نیز در زیر آب تولید می‌شود.(شکل۹) شاید تصور کنید که گاز متان را می‌توان مطابق معادلهٔ زیر از واکنش میان گرافیت و گاز هیدروژن در آزمایشگاه تهیه کرد:

$$C(s\ ،\ \text{گرافیت}) + 2H_2(g) \longrightarrow CH_4(g) \qquad \Delta H = ?$$

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

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

$$۲)\ H_2(g) + \frac{۱}{۲}O_2(g) \longrightarrow H_2O(l) \qquad \Delta H_2 = -۲۸۶\,kJ$$

$$۳)\ CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l) \qquad \Delta H_3 = -۸۹۰\,kJ$$

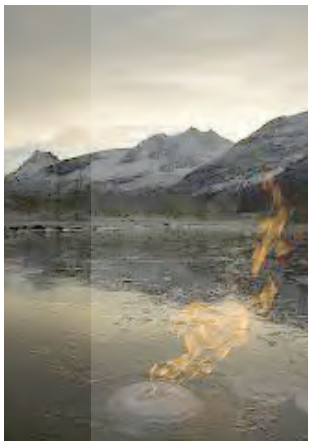
شکل۸ـ ساختار گرماسنج لیوانی. دستگاهی که به کمک آن می‌توان گرمای واکنش را در فشار ثابت به روش تجربی تعیین کرد.این گرماسنج برای تعیین ΔH فرایندهای انحلال و واکنش‌هایی که در حالت محلول انجام می‌شوند، مناسب است.

● اگر واکنش شیمیایی با ΔH وابسته به آن بیان شود، به آن **واکنش گرما(ترمو)شیمیایی**[3] می‌گویند.

۱ـ Green Fuel
۲ـ Hess's Law
۳ـ Thermochemical Reaction

با کمی دقت درمی‌یابید که به آسانی نمی‌توان از جمع سه واکنش ترموشیمیایی صفحهٔ قبل به واکنش موردنظر رسید. در این شرایط باید از قواعد رایج در ترموشیمی بهره برد.

در واکنش موردنظر، نخستین واکنش‌دهنده گرافیت با ضریب استوکیومتری برابر با ۱ است که در معادلهٔ نخست نیز با همان ویژگی‌ها دیده می‌شود. دومین واکنش‌دهنده، گاز هیدروژن با ضریب استوکیومتری برابر با ۲ است که در معادلهٔ دوم نیز واکنش‌دهنده اما با ضریب استوکیومتری برابر با ۱ است؛ از این‌رو، باید این معادله ترموشیمیایی در ۲ ضرب شود.



شکل ۹ـ سوختن متان در سطح مرداب. گاز متان نخستین بار از سطح مرداب‌ها جمع‌آوری شده، از این‌رو به گاز مرداب معروف است.

$$۴)\ 2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(l) \qquad \Delta H_4 = -۵۷۲\ kJ$$

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

$$۵)\ CO_2(g) + 2H_2O(l) \longrightarrow CH_4(g) + 2O_2(g) \qquad \Delta H_5 = +۸۹۰\ kJ$$

اینک از جمع معادله‌های ۱، ۴ و ۵ می‌توان به معادلهٔ ترموشیمیایی مورد نظر رسید. این روند نشان می‌دهد که ΔH آن برابر با جمع جبری ΔH_1، ΔH_4 و ΔH_5 خواهد بود.

$$۱)\ C(s, \text{گرافیت}) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) \qquad \Delta H_1 = -۳۹۳/۵ kJ$$
$$۴)\ 2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(l) \qquad \Delta H_4 = -۵۷۲ kJ$$
$$۵)\ CO_2(g) + 2H_2O(l) \longrightarrow CH_4(g) + 2O_2(g) \qquad \Delta H_5 = +۸۹۰ kJ$$

$$C(s, \text{گرافیت}) + 2H_2(g) \longrightarrow CH_4(g)\ ,\ \Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_4 + \Delta H_5$$
$$= (-۳۹۳/۵kJ) + (-۵۷۲kJ) + ۸۹۰kJ = -۷۵/۵kJ$$

نخستین بار هنری هس دریافت که گرمای یک واکنش معین به راهی که برای انجام آن درپیش گرفته می‌شود، وابسته نیست. به دیگر سخن با استفاده از ΔH دو یا چند واکنش دیگر می‌توان ΔH یک واکنش معین را به‌دست آورد، به شرطی که شرایط انجام همهٔ واکنش‌ها یکسان باشد. امروزه از این نتیجه با نام قانون هس یاد می‌شود، قانونی که به جمع‌پذیری گرمای واکنش‌ها معروف است. بیان علمی قانون هس براساس مفهوم ΔH، به‌صورت زیر است:

«اگر معادلهٔ واکنشی را بتوان از جمع معادلهٔ دو یا چند واکنش دیگر به دست آورد، ΔH آن نیز از جمع جبری ΔH همان واکنش‌ها به دست می‌آید».

خود را بیازمایید

۱ـ هیدروژن پراکسید (H_2O_2) ماده‌ای است که با نام تجاری آب اکسیژنه به فروش می‌رسد.

الف) با استفاده از واکنش‌های زیر، آنتالپی واکنش $H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow H_2O_2(l)$ را حساب کنید.

$$H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow H_2O(l) \qquad \Delta H = -286\ kJ$$

$$2H_2O_2(l) \longrightarrow 2H_2O(l) + O_2(g) \qquad \Delta H = -196\ kJ$$

ب) توضیح دهید چرا تهیهٔ این ماده از واکنش مستقیم گاز هیدروژن با اکسیژن ممکن نیست؟

۲ـ در شیمی ۱ آموختید که گازهای آلاینده مانند NO و CO از اگزوز خودروها به هواکره وارد می‌شوند. شیمی‌دان‌های هواکره انجام واکنش زیر را برای تبدیل این آلاینده‌ها به گازهایی پایدارتر و با آلایندگی کمتر، طراحی کرده‌اند.

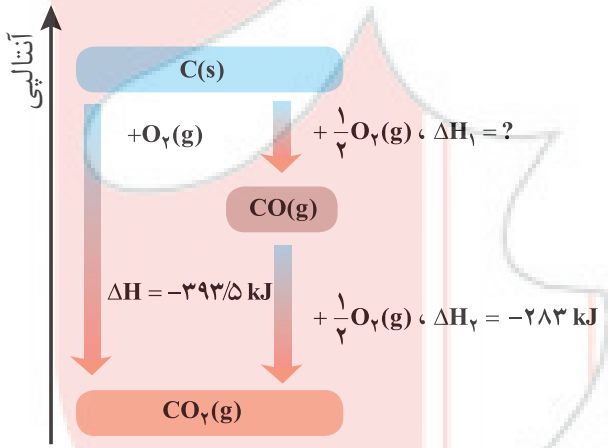
$$2CO(g) + 2NO(g) \longrightarrow 2CO_2(g) + N_2(g) \qquad \Delta H = ?$$

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

$$CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) \qquad \Delta H = -283\ kJ$$

$$N_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2NO(g) \qquad \Delta H = +181\ kJ$$

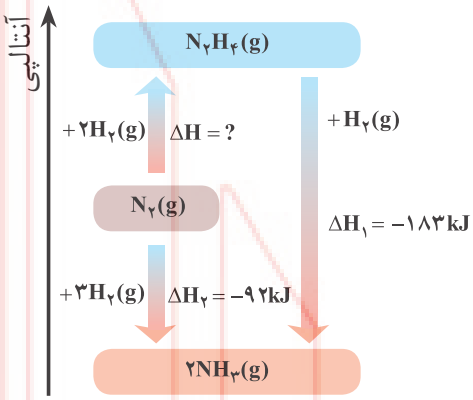
۳ـ واکنش سوختن کامل گرافیت را می‌توان مجموعه‌ای از دو واکنش پی‌درپی مطابق نمودار زیر دانست.



الف) شواهد نشان می‌دهد که ΔH واکنش تولید $CO(g)$ را نمی‌توان به روش تجربی تعیین کرد. دربارهٔ علت آن گفت‌وگو کنید.

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

۴ـ شواهد تجربی نشان می‌دهند که تهیهٔ آمونیاک به روش هابر از گازهای نیتروژن و هیدروژن مطابق نمودار زیر یک واکنش دو مرحله‌ای است.



الف) در شرایط یکسان، هیدرازین پایدارتر است یا آمونیاک؟ چرا؟

ب) آنتالپی واکنش تولید هیدرازین را حساب کنید.

تا اینجا با تغییر محتوای انرژی مواد شرکت کننده از جمله سوخت‌ها و مواد غذایی در واکنش‌ها آشنا شدید. اما از دیگر ویژگی‌های مهم یک واکنش، آهنگ انجام آن است؛ کمیتی که در تهیه و نگهداری مواد غذایی سالم نقش کلیدی و تعیین کننده دارد.

Lashkari

گرماسنج لیوانی

- گرماسنج وسیله‌ای است که گرمای مبادله شده در واکنش را اندازه‌گیری می‌کند.
- این گرماسنج در فشار ثابت، گرما را اندازه‌گیری می‌کند که هم ارز آنتالپی واکنش‌ها است.
- این گرماسنج گرمای واکنش‌هایی که در مایع یا محلول انجام می‌شوند را می‌تواند اندازه‌گیری کند
- دیواره و درپوش این گرماسنج با استفاده از پلی‌اتیلن (یا استایرن) عایق‌بندی می‌شود.
- مراحل گرماسنجی :

۱ـ ابتدا مقداری آب یا محلول داخل آن ریخته و دمای اولیه (T_1) را اندازه‌گیری می‌کنند.

۲- سپس ماده دوم یا محلول دوم به آن اضافه می‌شود و دمای بالایی (T_2) اندازه‌گیری می‌شود

۳- با استفاده از رابطه‌ی $Q = m.c.\Delta\theta$، گرمای مبادله‌شده محاسبه می‌شود.

۴- سپس با استفاده از Q و ضریب مواد در واکنش ΔH محاسبه می‌شود. $\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} = \frac{Q}{|\Delta H|}$

؟ مقدار ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۱ مولار (HA) را با ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۱ مولار باریم هیدروکسید داخل یک گرماسنج ایده‌آل وارد واکنش می‌کنیم طی این واکنش دمای محلول از ۲۵ تا ۳۰° افزایش می‌یابد.
ΔH این واکنش چند کیلوژول است؟

(چگالی محلول‌ها $1\frac{g}{mL}$ فرض شود و $C_{\text{محلول}} = 4.2\frac{J}{g.^\circ C}$ و $C^*_{\text{گرماسنج}} = 40\frac{J}{^\circ C}$)

۱) ۱۱۰
۲) ۲۲۰
۳) ۴۴۰
۴) ۸۸۰

$Q_{\text{واکنش}} = Q_{\text{گرماسنج}} + Q_{\text{محلول}}$

$Q_{\text{واکنش}} = m.c.\Delta\theta + \frac{m.c.\Delta\theta}{C^*}$

$Q_{\text{واکنش}} = 200\times4.2\times5 + 40\times5 = 4400J = 4.4kJ$

$2HA + Ba(OH)_2$ (محدودکننده)
۰/۱mol ۰/۱mol

$\frac{0.1HA}{2} = \frac{4.4kJ}{\Delta H}$ ←

روش غیرمستقیم

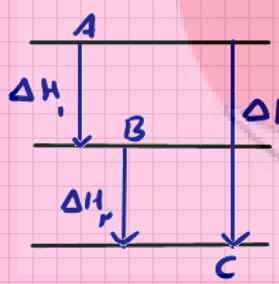
آنتالپی بسیاری از واکنش‌ها را نیز به دلایل زیر نمی‌توان به روش مستقیم (گرماسنجی) اندازه گرفت.

۱- برخی از واکنش‌ها مرحله‌ای از یک واکنش پیچیده هستند

۲- برخی از واکنش‌ها به آسانی انجام نمی‌شوند و تأمین شرایط بهینه آن‌ها بسیار دشوار است.

۳- واکنش‌هایی که امکان انجام مستقل آن‌ها در داخل گرماسنج امکان‌پذیر نیست

I) قانون هس



اگر واکنش حاصل جمع دو یا چند واکنش باشد، ΔH آن نیز از جمع ΔHهای آن واکنش‌ها به دست می‌آید

$\Delta H_? = \Delta H_1 + \Delta H_2$

دلیل قانون هس:
آنتالپی تابع حالت است و به مسیر بستگی ندارد.

نکات هس

۱ اگر واکنشی را وارونه (برعکس) نوشتیم، علامت ΔH آن را قرینه می‌کنیم.

۲ اگر ضرایب معادله‌ای را در عددی X یا $\div$ کردیم، ΔH آن را نیز در همان عدد X یا $\div$ می‌کنیم

۳ در استفاده از قانون هس حالت فیزیکی مواد در واکنش مجهول باید شبیه واکنش‌های معلوم باشد

۴ ΔH واکنش‌های زیر را به سخت بودن تأمین شرایط بهینه و پرهزینه بودن، نمی‌توان به صورت تجربی در گرما سنج اندازه گرفت

۱ $C_{(s)(\text{گرافیت})} + 2H_{2(g)} \xrightarrow{\text{گرما ده}} CH_{4(g)}$ ← گازمرداب ← گاز شهری ← متان

۲ $H_{2(g)} + O_{2(g)} \xrightarrow{\text{گرما ده}} H_2O_{2(l)}$ ← هیدروژن پراکسید ← آب اکسیژنه

۳ $C_{(s)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \xrightarrow{\text{گرما ده}} CO_{(g)}$ ← ناپایدارات ← کربن مونوکسید

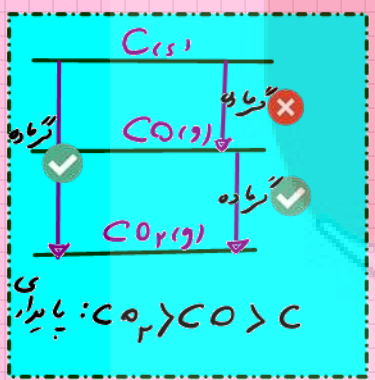
۴ $N_{2(g)} + 2H_{2(g)} \xrightarrow{\text{گرماگیر}} N_2H_{4(g)}$ ← سوخت موشک ← هیدرازین

۵ $2CO_{(g)} + 2NO_{(g)} \xrightarrow{?} 2CO_{2(g)} + N_{2(g)}$ ← NO و CO آلاینده هستند

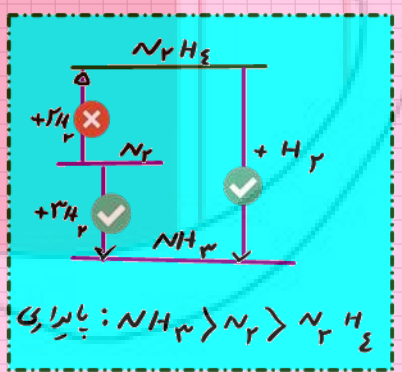
آنتالپی تشکیل:

در تبدیل: ماده مرکب ← عنصرها که اغلب $\Delta H < 0$ و برخی $\Delta H > 0$ دارند

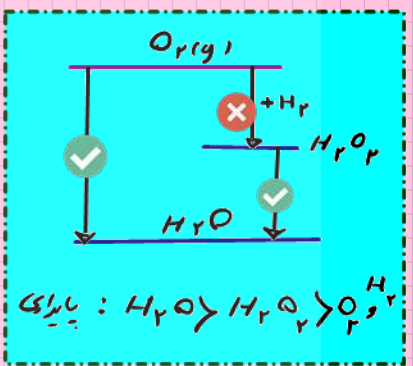
۵ موادی مانند CO و N_2H_4 و H_2O_2 و NO ناپایدارند و نمی‌توان واکنش‌های پس از تولید متوقف کرد و این مواد پس از تشکیل تمایل دارند به موادی پایدار مانند CO_2 و NH_3 و H_2O و N_2 تبدیل شوند.



پایداری: $CO_2 > CO > C$



پایداری: $NH_3 > N_2 > N_2H_4$



پایداری: $H_2O > H_2O_2 > O_2$ و H_2

✔ تجربی شدنی ✘ تجربی نشدنی

II) محاسبه ΔH واکنش با استفاده از آنتالپی پیوند

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = \sum_{\text{(چپ)}} \Delta H_{\text{پیوند}}^{\text{دهنده‌ها}} - \sum_{\text{(راست)}} \Delta H_{\text{پیوند}}^{\text{فراورده‌ها}}$$

III) محاسبه ΔH واکنش با استفاده از آنتالپی سوختن

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = \sum_{\text{(چپ)}} \Delta H_{\text{سوختن}}^{\text{دهنده‌ها}} - \sum_{\text{(راست)}} \Delta H_{\text{سوختن}}^{\text{فراورده‌ها}}$$

نکات

۱ - در روش محاسبه ΔH با آنتالپی پیوند، همه مواد شرکت کننده در واکنش باید در حالت گاز باشند.

۲ - در روش محاسبه ΔH با آنتالپی پیوند، هرچه مواد شرکت کننده ساده‌تر باشند، آنتالپی محاسبه شده با داده‌های تجربی هماهنگی بیشتری دارد.

۳ - دقت ΔH محاسبه شده از روش آنتالپی پیوند نسبت به قانون هس کمتری باشد، زیرا در محاسبه ΔH از روی پیوند از مفهوم میانگین استفاده می‌شود.

تفاوت گرمای سوختن کامل ۰٫۵ مول گاز بوتان با گرمای سوختن کامل ۰٫۵ مول گاز اتان، در شرایط یکسان، برابر چند کیلوژول است؟ (آنتالپی پیوندهای C-H، C-C، O=O، C=O و O-H، با یکای کیلوژول بر مول، به‌ترتیب برابر ۴۱۴، ۳۴۸، ۴۹۵، ۸۰۰ و ۴۶۳ در نظر گرفته شود.)

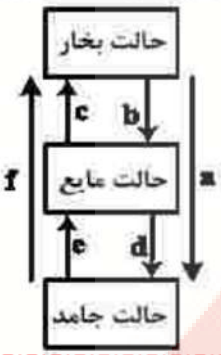
۱) ۶۰۷٫۵ ۲) ۶۷۰٫۵ ۳) ۱۲۱۵ ۴) ۱۲۵۱

تجربی ۱۴۰۱

Lashkari

تجربی ۱۴۰۱

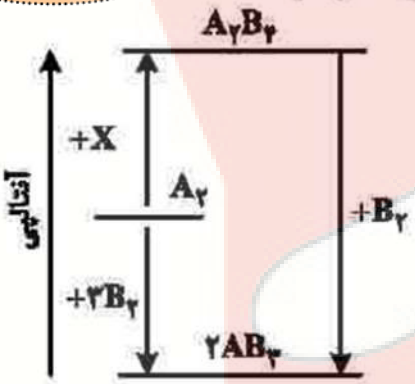
کدام تغییر حالت فیزیکی مواد خالص، بر اثر تغییر انرژی، مطابق شکل زیر، به‌ترتیب از راست به چپ به حالت‌های میعان، فرازش، چگالش و انجماد مربوط است؟



۱) e ،a ،c و b
۲) b ،f ،d و c
۳) e ،a ،f و d
۴) b ،f ،a و d

تجربی ۱۴۰۱

با توجه به نمودار زیر، چند مورد از مطالب زیر، درست است؟ (همهٔ گونه‌ها گازی شکل‌اند.)



- به جای X می‌توان $2B_2$ را قرار داد.
- به یک واکنش سه مرحله‌ای مربوط است.
- محتوای انرژی A_2 از A_2B_4 کمتر و از AB_3 بیشتر است.
- علامت ΔH واکنش تشکیل A_2B_4 و AB_3 مخالف یکدیگر است.
- مولکول A_2B_4 از AB_3 پایدارتر است، زیرا پیوندهای بیشتری دارد.

۱) دو ۲) سه ۳) چهار ۴) پنج

ریاضی ۱۴۰۱

با توجه به واکنش‌های گرماشیمیایی زیر:

$2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 2H_2(g)$ ، $\Delta H = +572\ kJ$

$N_2O(g) + H_2(g) \rightarrow N_2(g) + H_2O(l)$ ، $\Delta H = -367\ kJ$

$4NH_3(g) + 3O_2(g) \rightarrow 2N_2(g) + 6H_2O(l)$ ، $\Delta H = -1530\ kJ$

ΔH واکنش: $2NH_3(g) + 3N_2O(g) \rightarrow 4N_2(g) + 3H_2O(l)$، برابر چند کیلوژول است؟

۱) +۱۰۸۰ ۲) −۱۰۸۰ ۳) +۱۰۰۸ ۴) −۱۰۰۸

ریاضی ۱۴۰۱

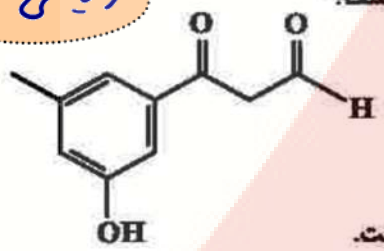
به جای a و b در جدول زیر، به‌ترتیب از راست به چپ، کدام عددها را می‌توان قرار داد؟

ماده آلی	ارزش سوختی ($kJ\ g^{-1}$)	آنتالپی سوختن ($kJ\ mol^{-1}$)
$CH_4(g)$	۵۵/۵	−۸۹۰
$C_4H_6(g)$	۵۲/۰	−۱۵۶۰
$C_3H_8(g)$	a	b

۱) ۴۷/۲ ، −۲۲۳۰
۲) ۵۰/۷ ، −۲۲۳۰
۳) ۴۷/۲ ، −۴۵۸۰
۴) ۵۰/۷ ، −۴۵۸۰

ریاضی ۱۴۰۱

چند مورد از مطالب زیر دربارهٔ ترکیبی با فرمول «پیوند ـ خط» داده‌شده، درست است؟



$(H=1, C=12, O=16 : g.mol^{-1})$

- سه گروه عاملی متفاوت دارد.
- جرم مولی آن برابر ۱۷۸ گرم است.
- شمار اتم‌های کربن و هیدروژن مولکول آن برابر است.
- شمار اتم‌های هیدروژن مولکول آن با شمار اتم‌های هیدروژن مولکول پنتن برابر است.

۱) چهار ۲) سه ۳) دو ۴) یک

تجربی خارج ۱۴۰۱

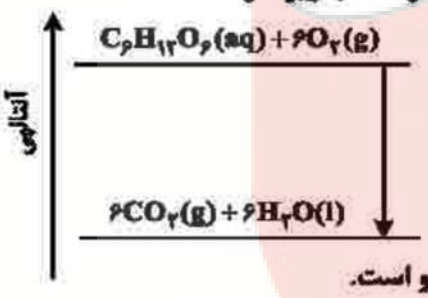
اگر برای تبخیر ۱ گرم آب و ۱ گرم اتانول در شرایط مشابه، به‌ترتیب ۲۲۸۰ و ۸۴۰ ژول گرما مصرف شود، چند مورد از مطالب زیر درست است؟ $(H=1, C=12, O=16 : g.mol^{-1})$

- در این شرایط، تبخیر اتانول، سریع‌تر از آب انجام می‌گیرد.
- برای تبخیر ۰/۵ مول اتانول، ۱۹/۳۲ کیلوژول گرما مصرف می‌شود.
- تبخیر هر مایع در سامانه، سبب پایین آمدن دمای آن سامانه می‌شود.
- تفاوت گرمای لازم برای تبخیر ۱ مول آب و ۱ مول اتانول در این شرایط، برابر ۲/۴ کیلوژول است.

۱) یک ۲) دو ۳) سه ۴) چهار

تجربی خارج ۱۴۰۱

نمودار زیر، به اکسایش گلوکز در بدن مربوط است. با توجه به آن، چند مورد از مطالب زیر، درست است؟



- آنتالپی فراورده‌ها از آنتالپی واکنش‌دهنده‌ها بیشتر است.
- محتوای انرژی و پایداری مولکول آب از گلوکز کمتر است.
- در انجام این فرایند، انرژی از سامانه به محیط انتقال می‌یابد.
- نمودار فرایند هم‌دما شدن شیر با دمای ۶۰°C در بدن، مانند نمودار روبه‌رو است.
- دمای مواد واکنش‌دهنده پیش از آغاز واکنش، در مواد فراورده پس از واکنش، به‌تقریب برابر است.

۱) چهار ۲) سه ۳) دو ۴) یک

با استفاده از دو واکنش داده‌شده و بر پایهٔ قانون هس، ΔH واکنش کلی: $2CO(g)+2NO(g)\rightarrow N_2(g)+2CO_2(g)$، برابر چند کیلوژول است؟

۱) $2CO(g)+O_2(g)\rightarrow 2CO_2(g)$

۲) $N_2(g)+O_2(g)\rightarrow 2NO(g)$

(آنتالپی پیوندهای $C=O$، $O=O$، $N=O$، $N\equiv N$ و $C\equiv O$ به‌ترتیب برابر با ۸۰۰، ۴۹۵، ۶۰۷، ۹۴۵ و ۱۰۷۰ کیلوژول بر مول در نظرگرفته شود.)

۱) -791 ۲) -297 ۳) $+791$ ۴) $+297$

تجربی خارج ۱۴۰۱

ریاضی ۱۴۰۱

با توجه به واکنش‌های زیر:

$$H_2(g)+Cl_2(g)\xrightarrow{H_2O(l)}2HCl(aq)\ ,\ \Delta H=-184/6\ kJ$$

$$H_2(g)\xrightarrow{H_2O(l)}2H^+(aq)\ ,\ \Delta H=0$$

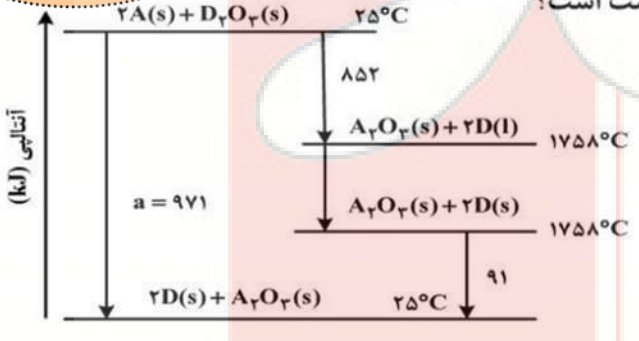
$$HCl(aq)\rightarrow H^+(aq)+Cl^-(aq)\ ,\ \Delta H=-75/2\ kJ$$

بر پایهٔ قانون هس، تبدیل $Cl^-(aq)$ به $\frac{1}{2}Cl_2(g)$، گرماده است یا گرماگیر و ΔH آن برابر چند کیلوژول است؟

۱) گرماده، $-176/5$ ۲) گرماده، $-167/5$ ۳) گرماگیر، $+176/5$ ۴) گرماگیر، $+167/5$

تجربی ۱۴۰۰

با توجه به نمودار داده شده، چند مورد از مطالب زیر، درست است؟



- واکنش اکسایش عنصر A، آسان‌تر از واکنش اکسایش عنصر D، انجام می‌شود.
- مقدار a، برابر با آنتالپی واکنش کلی و آنتالپی ذوب D، برابر $+14\ kJ.mol^{-1}$ است.
- می‌توان با صرف $458/5\ kJ$ انرژی، یک مول A را از اکسید آن در واکنش با D، تهیه کرد.
- با بررسی این نمودار، می‌توان دریافت که واکنش‌پذیری عنصر A از عنصر D، بیشتر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

تجربی ۱۴۰۰

با توجه به واکنش‌های گرماشیمیایی زیر:

$$C_6H_{12}O_6(s) \rightarrow 6C(s) + 6H_2(g) + 3O_2(g), \Delta H = +1260\,kJ$$

$$2C(s) + 3H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow C_2H_5OH(l), \Delta H = -278\,kJ$$

$$CO_2(g) \rightarrow C(s) + O_2(g), \Delta H = +394\,kJ$$

ΔH واکنش: $C_6H_{12}O_6(s) \rightarrow 2C_2H_5OH(l) + 2CO_2(g)$، برابر چند کیلوژول است و با آزاد شدن ۲۱۰ کیلوژول انرژی گرمایی در این واکنش، چند گرم گلوکز به اتانول تبدیل می‌شود؟

$(H = 1, C = 12, O = 16 : g.mol^{-1})$

۱) -84 ، ۴۵۰ ۲) -84 ، ۵۴۰ ۳) -92 ، ۴۵۰ ۴) -92 ، ۵۴۰

تجربی ۱۴۰۰

دو ظرف، اولی دارای ۲۰۰ گرم آب مقطر و دومی دارای ۲۵۰ گرم آب مقطر، هر دو در دمای $25^\circ C$ را در نظر بگیرید. چند مورد از مطالب زیر، دربارهٔ آن‌ها، درست است؟

- گرمای ویژهٔ آب در دو ظرف، برابر است.
- میانگین انرژی جنبشی مولکول‌های آب در دو ظرف، یکسان است.
- ظرفیت گرمایی آب در ظرف ۲، بیشتر از ظرفیت گرمایی آب در ظرف ۱، است.
- اگر گلوله فلزی مشابه داغ با دمای یکسان را در هر ظرف وارد کنیم، دمای پایانی آب دو ظرف، برابر است.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

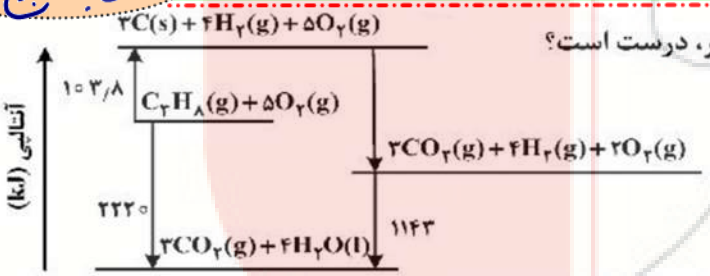
تجربی خارج ۱۴۰۰

یک ورقهٔ فلزی به وزن $40\,kg$ با گرمای ویژهٔ $0/5\,J.g^{-1}.^\circ C^{-1}$ و دمای $450^\circ C$، در $150\,kg$ روغن با گرمای ویژهٔ $2/5\,J.g^{-1}.^\circ C^{-1}$ و دمای $25^\circ C$ فرو برده می‌شود. کدام مطلب درست است؟ (گرمای ویژهٔ آب، برابر $4/2\,J.g^{-1}.^\circ C^{-1}$ در نظر گرفته شود.)

۱) اگر روغن، همهٔ گرمای داده شده از ورقهٔ فلزی را جذب کند، مجموع تغییرات گرمایی ورقه و روغن، به صفر می‌رسد.
۲) اگر به جای روغن، آب (با جرم و دمای یکسان) به‌کار رود، دمای پایانی آب، بالاتر از دمای پایانی روغن خواهد بود.
۳) در مقایسه با دمای آغازی روغن، دمای پایانی سامانه به دمای آغازی ورقهٔ فلزی، نزدیکتر است.
۴) در این فرایند، تغییرات دمایی ورقهٔ فلزی کمتر از تغییرات دمایی روغن است.

تجربی خارج ۱۴۰۰

با توجه به نمودار داده شده، چند مورد از مطالب زیر، درست است؟



- آنتالپی تهیهٔ یک مول آب از عنصرهای گازی سازندهٔ آن، برابر $1143\,kJ$ است.
- انرژی آزاد شده از اکسایش یک مول کربن و تشکیل گاز CO_2، برابر $393/6\,kJ$ است.
- انرژی آزاد شده از سوختن یک مول پروپان در دمای $120^\circ C$ و فشار ۱ اتمسفر، برابر $2220\,kJ$ است.
- این نمودار، تغییرات انرژی یک واکنش سه مرحله‌ای را نشان می‌دهد که آنتالپی آن، برابر $-2220\,kJ$ است.
- از نمودار می‌توان دریافت که فراوردهٔ حاصل از اکسایش هیدروژن، پایدارتر از فراوردهٔ حاصل از اکسایش کربن است.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

تجربی خارج ۱۴۰۰

با توجه به واکنش‌های گرماشیمیایی زیر:

$H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)\,,\ \Delta H = -184/6kJ$

$B_2H_6(g) + 6Cl_2(g) \rightarrow 2BCl_3(g) + 6HCl(g)\ ,\ \Delta H = -1374kJ$

$B_2H_6(g) + 6H_2O(l) \rightarrow 2H_3BO_3(s) + 6H_2(g)\ ,\ \Delta H = -493/4kJ$

ΔH واکنش: $BCl_3(g) + 3H_2O(l) \rightarrow H_3BO_3(s) + 3HCl(g)$، برابر چند کیلوژول است و با آزاد شدن $45/4kJ$ انرژی، چند مول $BCl_3(g)$ مصرف می‌شود؟

۱) $-113/5$ ، $0/40$
۲) $-113/5$ ، $0/36$
۳) $-126/5$ ، $0/40$
۴) $-126/5$ ، $0/36$

ریاضی ۱۴۰۰

اگر ۲۴/۶ کیلوژول گرما به ۰/۵ کیلوگرم اتانول داده شود و دمای آن از $19°C$ به $39°C$ افزایش یابد، گرمای ویژهٔ آن برابر چند $J.g^{-1}.°C^{-1}$ است و با همین مقدار گرمای داده شده به اتانول، به‌تقریب چند گرم گاز اکسیژن را می‌توان در شرایط مناسب به اوزون تبدیل کرد؟ (ΔH واکنش این تبدیل را $+295kJ$ در نظر بگیرید، $O = 16\ g.mol^{-1}$)

۱) ۲/۴۶ ، ۸/۰۰
۲) ۲۴/۶ ، ۸/۰۰
۳) ۲/۴۶ ، ۲/۷۰
۴) ۲۴/۶ ، ۲/۷۰

ریاضی ۱۴۰۰

مراحل انجام یک واکنش کلی عبارت‌اند از:

۱) $2NO(g) \rightarrow N_2O_2(g)$
۲) $2H_2(g) \rightarrow 4H(g)$
۳) $N_2O_2(g) + H(g) \rightarrow N_2O(g) + HO(g)$
۴) $2HO(g) + 2H(g) \rightarrow 2H_2O(g)$
۵) $H(g) + N_2O(g) \rightarrow HO(g) + N_2(g)$

ΔH این واکنش کلی برابر چند کیلوژول است؟ (آنتالپی پیوندهای $N \equiv N$، $H - H$، $N = O$ و میانگین آنتالپی پیوند $H - O$، به‌ترتیب برابر ۹۴۴، ۴۳۶، ۶۰۷ و ۴۶۳ کیلوژول است.)

۱) -216
۲) $+216$
۳) $+710$
۴) -710

ریاضی خارج ۱۴۰۰

چند میلی‌لیتر آب مقطر با دمای $9°C$ باید به ۷۵ میلی‌لیتر آب مقطر با دمای $35°C$ اضافه شود تا دمای پایانی سامانه، به $19°C$ برسد و برای افزایش دمای مخلوط حاصل از $19°C$ به $44°C$، چند کیلوژول گرما لازم است؟ (از تبادل گرما با محیط چشم‌پوشی شود، $c = 4/2\ J.g^{-1}.°C^{-1}$)

۱) ۱۶۰ ، ۱۲/۶۲۵
۲) ۱۶۰ ، ۲۰/۴۷۵
۳) ۱۲۰ ، ۱۲/۶۲۵
۴) ۱۲۰ ، ۲۰/۴۷۵

ریاضی خارج ۱۴۰۰

؟ ΔH واکنش: $4NH_3(g)+3O_2(g)\rightarrow 2N_2(g)+6H_2O(l)$، برابر چند کیلوژول است و با این مقدار گرما، چند مول FeO را مطابق واکنش: $FeO(s)+H_2(g)\rightarrow Fe(s)+H_2O(l)\quad \Delta H=25kJ$، می‌توان به Fe تبدیل کرد؟ (آنتالپی پیوندهای $O=O$، $N\equiv N$ و میانگین آنتالپی پیوندهای $O-H$ و $N-H$ را به‌ترتیب برابر ۴۹۵، ۹۴۰، ۴۶۳ و ۳۹۰ و گرمای تبخیر آب را ۴۴ کیلوژول بر مول در نظر بگیرید.)

Lashkari

۱) -1535 ، ۶۱٫۴۰
۲) -1007 ، ۴۰٫۲۸
۳) -1535 ، ۴۰٫۲۸
۴) -1007 ، ۶۱٫۴۰

؟ یک وعدهٔ غذایی شامل ۱۰۰ گرم تخم‌مرغ، ۱۴۶ گرم نان و ۵۰ گرم سیب‌زمینی، به‌تقریب برای چند روز می‌تواند انرژی لازم برای تپش قلب شخصی با متوسط ضربان ۷۵ بار در دقیقه را فراهم کند؟ (انرژی لازم برای هر تپش را ۱J در نظر بگیرید، $1cal=4/2J$)

تجربی ۹۹

ارزش سوختی ۱۰۰g	kcal
تخم مرغ	۱۴۰
نان	۲۵۰
سیب‌زمینی	۷۰

۱) ۱۷
۲) ۱۸
۳) ۲۱
۴) ۲۳

؟ اگر یک قطعهٔ ۲ کیلوگرمی آهن و یک قطعهٔ ۵۰۰ گرمی آلومینیم، هر یک با دمای $50^\circ C$ درون یک ظرف دارای دو لیتر آب با دمای $20^\circ C$ انداخته شود، کاهش دمای هر قطعه فلز، به‌تقریب چند برابر افزایش دمای آب است؟ (ظرفیت گرمایی ویژهٔ آب، آلومینیم و آهن به‌ترتیب برابر $4/2J.g^{-1}.^\circ C^{-1}$، ۰٫۹ و ۰٫۴۵ است.)

تجربی ۹۹

۱) ۳٫۲۴
۲) ۵٫۴۷
۳) ۶٫۲۳
۴) ۷٫۴۷

؟ با توجه به واکنش‌های زیر:

$SOCl_2(l)+H_2O(l)\rightarrow SO_2(g)+2HCl(g)\quad ,\ \Delta H=+11kJ$
$P_4(s)+6Cl_2(g)\rightarrow 4PCl_3(g)\quad ,\ \Delta H=-1224kJ$
$2PCl_3(l)+O_2(g)\rightarrow 2POCl_3(l)\quad ,\ \Delta H=-650kJ$
$4HCl(g)+O_2(g)\rightarrow 2Cl_2(g)+2H_2O(l)\quad ,\ \Delta H=-202kJ$

به ازای تشکیل ۰٫۱ مول $POCl_3(l)$، مطابق واکنش زیر، چند کیلوژول گرما آزاد می‌شود؟

$$P_4(s)+4SO_2(g)+10Cl_2(g)\rightarrow 4SOCl_2(l)+4POCl_3(l)$$

۱) ۵۲٫۸
۲) ۵۴٫۱
۳) ۶۲٫۴
۴) ۶۴٫۲

ریاضی ۹۹

؟ با توجه به واکنش‌های گرماشیمیایی زیر:

(I) $CS_2(l)+O_2(g)\rightarrow CO_2(g)+SO_2(g)\quad ,\ \Delta H=-1075kJ$
(II) $NH_3(g)+O_2(g)\rightarrow N_2(g)+H_2O(l)\quad ,\ \Delta H=-1530kJ$ (معادلهٔ واکنش‌ها موازنه شود.)

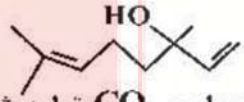
گرمای سوختن هر گرم آمونیاک با گرمای سوختن چند گرم کربن دی‌سولفید برابر است و سوختن هر مول آمونیاک در واکنش (II)، چند مول گاز تولید می‌کند؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید، $H=1, C=12, N=14, S=32: g.mol^{-1}$)

۱) ۱ ، ۱٫۵۹
۲) ۲ ، ۲٫۱۹
۳) ۱٫۵۹ ، ۰٫۵
۴) ۲٫۱۹ ، ۲٫۲۵

ریاضی ۹۹

؟ ΔH واکنش: $2NH_3(g)+2CH_4(g)+3O_2(g)\rightarrow 2HCN(g)+6H_2O(l)$، برابر چند کیلوژول است؟ (آنتالپی پیوندهای $O=O$ ،$C\equiv N$ و میانگین آنتالپی پیوندهای $O-H$، $C-H$ و $N-H$ به‌ترتیب برابر ۴۹۵، ۸۸۰، ۴۶۳، ۴۱۴ و ۳۹۰ کیلوژول بر مول است.)

۱) -910 ۲) -916 ۳) -1007 ۴) -1017

؟ مخلوطی از بنزآلدهید و یک ترکیب با ساختار  درون یک ظرف دربسته به‌طور کامل سوزانده می‌شود. اگر میزان آب حاصل برابر ۷/۸ مول و CO_2 تولید شده برابر ۹/۴ مول باشد، درصد مولی بنزآلدهید در این مخلوط کدام است؟ (از سوختن هر دو ترکیب، $CO_2(g)$ و $H_2O(l)$، تشکیل می‌شود، $(H=1, C=12, O=16 : g.mol^{-1})$

ریاضی ۹۹

۱) ۱۵ ۲) ۲۰ ۳) ۲۵ ۴) ۳۰

Lashkari
09190090032

شیمی دوازدهم

اسیدها و بازها

Lashkari

09190090032