

فصل ۴۹: در پی غذای سالم

✓ دانشمندان اجزای بنیادی جهان مادی را ماده و انرژی می دانند.

✓ یافته های تجربی نشان می دهد که انرژی از راه های گوناگون با ماده ارتباط دارد؛

آن چنان که کاهش جرم خورشید به عنوان تنها منبع حیات بخش انرژی، تبدیل ماده به انرژی را تأیید می کند. ← امید است با بررسی و درک واکنش های گرماشیمیایی و سرعت انجام آن ها، در استفاده درست و مناسب از دو منبع سوخت و غذا تلاش کنیم.

✓ نیاکان ما بیشتر وقت خود را صرف تهیه وعده های غذایی می کردند؛ آن چنان که در طول روز اغلب در جست و جوی غذا و جمع آوری دانه های خوراکی بودند. آنها به تدریج یاد گرفتند که دانه ها را بکارند و فراورده ها را درو کنند. فرایندی که نخستین انقلاب در کشاورزی بود و باعث شد انسان ها حبوبات، غلات و... را به مقدار زیادی تولید کنند.

✓ یکی از مهم ترین و شاید دشوارترین مسئولیت هر دولت، تأمین غذای افراد جامعه است. مسئولیتی که یکی از چالش های نگران کننده در عصر کنونی است.

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

✓ برای تولید غذا در حجم انبوه به فعالیت های صنعتی گوناگونی مانند تولید، حمل و نقل، نگهداری، فراوری و ... نیاز است. مجموعه حوزه هایی که صنایع غذایی نامیده می شوند.

← در این صنعت (صنایع غذایی) نیز همانند دیگر صنایع، منابع شیمیایی بسیاری، سطح وسیعی از زمین های بایر و حجم عظیمی از آب های قابل استفاده در کشاورزی مصرف می شود.

✓ سرنانه مصرف ماده غذایی، مقدار میانگین مصرف آن را به ازای هر فرد در طول یک سال نشان می دهد.

📊 مواد خوراکی که مصرف سرنانه آن ها در ایران پیشتر از میانگین جهانی آن است، عبارتند از: نان - برنج - شکر - نمک خوراکی - روغن

الف) دیابت بزرگسالی یکی از بیماری های شایع در ایران است. مصرف بی رویه کدام مواد در گسترش این بیماری نقش دارد؟ پاسخ: نان، برنج و شکر

ب) گوشت قرمز و ماهی افزون بر پروتئین، محتوی انواع ویتامین و مواد معدنی است. (حذف پرسش کتاب!)

پ) شیر و فراورده های آن، منبع مهمی برای تأمین پروتئین و به ویژه کلسیم است. کارشناسان تغذیه بر مصرف مناسب آنها برای پیشگیری و ترمیم پوکی استخوان تأکید دارند. (حذف پرسش کتاب!)

ت) کارشناسان تغذیه بر مصرف حبوبات مانند نخود، لوبیا، عدس و ... در برنامه غذایی تأکید دارند زیرا سرشار از مواد مغذی هستند.

✓ غذا چیزی فراتر از یک پاسخ به احساس گرسنگی است:

➤ مصرف غذا، انرژی مورد نیاز بدن برای حرکت ماهیچه‌ها، ارسال پیام‌های عصبی، جابه‌جایی یون‌ها و مولکول‌ها از دیوارهٔ هر یاخته را تأمین می‌کند.

➤ مصرف غذا، مواد اولیه برای ساخت و رشد بخش‌های گوناگون بدن مانند سلول‌های خونی، استخوان، پوست، مو، ماهیچه‌ها، آنزیم‌ها و ... را فراهم می‌کند.

← همهٔ این فرایندها وابسته به انجام واکنش‌های شیمیایی هستند که هر یک آهنگ (سرعت) ویژه‌ای دارند؛ واکنش‌هایی که دمای بدن را نیز کنترل و تنظیم می‌کنند.

✓ غذا به عنوان معجونی از مواد شیمیایی، محتوی ذره‌های گوناگون (اتم، مولکول و یون) است.

← بخش عمدهٔ این اتم‌ها، مولکول‌ها و یون‌های موجود در بدن شما از غذایی که می‌خورید، تأمین می‌شود.

✓ **ترموشیمی (گرماشیمی):** شاخه‌ای از علم شیمی است که به مطالعهٔ محتوای انرژی مواد و نیز گرمای مبادله شده طی واکنش‌های شیمیایی می‌پردازد.

در ارتباط با بحث غذا، چند نمونه از پرسش‌هایی که پاسخ آن‌ها توسط ترموشیمی صورت می‌گیرد، عبارتند از:

➤ محتوای انرژی مواد غذایی گوناگون چقدر است؟

➤ برای افزایش ارزش غذایی (انرژی زایی) خوراکی‌ها چه باید کرد؟

➤ مواد مغذی (مواد با ارزش غذایی) موجود در خوراکی‌ها از چه نوعی هستند و به چه مقدار وجود دارند؟

➤ آیا انرژی موجود در مواد غذایی یکسان است؟

همانطور که مشاهده می‌شود در همه‌ی پرسش‌های بالا، موضوع اصلی «انرژی» است که بررسی آن در حوزه‌ی ترموشیمی قرار می‌گیرد.

✓ **سینتیک شیمیایی:** شاخه‌ای از علم شیمی است که به بررسی آهنگ (سرعت) واکنش و راه‌های کم و زیاد کردن آن می‌پردازد.

در ارتباط با بحث غذا، چند نمونه از پرسش‌هایی که پاسخ آن‌ها توسط سینتیک شیمیایی صورت می‌گیرد، عبارتند از:

➤ برای افزایش زمان ماندگاری خوراکی‌ها چه باید کرد؟

➤ برای تولید بیشتر و سریع‌تر مواد غذایی چه راه‌هایی وجود دارد؟

✓ 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.

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

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

کاوش کنید کتاب درسی:

شماره آزمایش	ماده غذایی	دمای آغازی آب (°C)	دمای پایانی آب (°C)
۱	یک گرم یا $\frac{1}{4}$ مغز گردو	نکته : ارزش انرژی زایی گردو بیشتر از ماکارونی است.	
۲	دو گرم یا $\frac{1}{2}$ مغز گردو		
۳	دو گرم ماکارونی		

الف) با توجه به اینکه در آزمایش ۱ و ۲، نوع ماده ای که می سوزد یکسان است، چرا تغییر دمای آب تفاوت دارد؟
پاسخ: زیرا جرم ماده در دو آزمایش متفاوت است.

ب) با توجه به اینکه در آزمایش ۲ و ۳، مقدار ماده ای که می سوزد یکسان است، چرا تغییر دمای آب تفاوت دارد؟
پاسخ: زیرا نوع ماده در دو آزمایش متفاوت است.

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

اگر دو لوله آزمایش هر کدام که دارای مقدار یکسانی آب است را در اختیار داشته باشیم و به طور جداگانه، زیر آن ها دو ماده را بسوزانیم:

در حالتی که نوع دو ماده ای که می سوزند یکسان باشد ولی مقدار دو ماده متفاوت باشد، تغییر دمای آب متفاوت خواهد بود، و در حالتی که مقدار دو ماده ای که می سوزند یکسان باشد ولی نوع دو ماده متفاوت باشد، باز هم تغییر دمای آب متفاوت خواهد بود.

بنابراین نتیجه می گیریم که : گرمای آزاد شده در سوختن (یا اکسایش!) به مقدار و نوع ماده بستگی دارد.

✓ یکی از راه های آزاد شدن انرژی مواد، سوزاندن آنهاست.

← در واقع هر ماده غذایی انرژی دارد و میزان انرژی آن به جرمی بستگی دارد که می سوزد (که در اثر این سوختن، این انرژی به صورت گرما ظاهر می شود!)، انرژی ای که می تواند باعث تغییر دما شود.

دما، انرژی گرمایی و گرما

دما: معیاری قرار دادی است که میانگین تندی (سرعت) ذره های سازنده ی یک ماده را نشان می دهد.

✓ ذره های سازنده ی یک ماده در هر حالت فیزیکی (جامد، مایع و گاز) که باشند پیوسته در حال جنب و جوش هستند. به عبارت دیگر، یک ویژگی مشترک مواد با هر حالت فیزیکی، وجود جنبش های نامنظم ذره های سازنده ی

آن ها است. هر چه سرعت (تندی) این جنبش ها بیشتر باشد، به اصطلاح می گوئیم دمای آن جسم بالاتر است.

✓ شدت جنبش ذره های سازنده ی یک ماده (در حالت های فیزیکی گوناگون) : گاز < مایع < جامد

✓ یکای رایج دما، درجه سلسیوس °C در حالی که یکای دما در SI کلوین (K) است. (درجه کلوین نداریم!)

✓ نماد دما بر حسب سلسیوس، θ و نماد دما بر حسب کلوین، T است. ($K = ^\circ C + 273$)

✓ روی دماسنج، فاصله ی درجه ها در مقیاس کلوین با فاصله ی درجه ها در مقیاس درجه سلسیوس برابر است به همین دلیل می گوییم: ارزش دمایی 1°C برابر با 1K است. از این رو، در فرایندهایی که دما تغییر می کند، $\Delta\theta = \Delta T$ خواهد بود.

✓ دمای یک ماده اطلاعات زیر را در اختیار ما قرار می دهد:

- ۱- میانگین سرعت (تندی) ذره های سازنده ی آن ماده
- ۲- میانگین انرژی جنبشی ذره های سازنده ی آن ماده
- ۳- شدت جنبش های نامنظم ذره های سازنده ی آن ماده
- ۴- میزان سردی و گرمی آن ماده

انرژی گرمایی: به مجموع انرژی جنبشی ذره های سازنده ی یک نمونه ماده، انرژی گرمایی آن گفته می شود.

جمع بندی ها:

هر چه دمای یک ماده بالاتر باشد:

☞ میانگین تندی (سرعت) ذره های سازنده ی آن بیشتر است.

☞ میانگین انرژی جنبشی ذره های سازنده ی آن بیشتر است.

☞ جنبش های نامنظم ذره های آن شدیدتر است.

☞ میزان سردی آن کمتر و میزان گرمی آن بیشتر است.

☞ اطلاعات داده شده برای مقایسه ی مجموع انرژی جنبشی ذره های سازنده ی آن و یا مقایسه ی انرژی گرمایی آن با سایر مواد کافی نیست.

گرما (Q): به مقدار انرژی گرمایی گفته می شود که به دلیل تفاوت دما بین دو ماده جاری می شود.

✓ جهت جاری شدن گرما، همواره از جسم گرم تر به سمت جسم سردتر است.

✓ جاری شدن گرما بین دو جسم تا زمانی ادامه می یابد که دو جسم دارای دماهای یکسانی شوند.

✓ در سیستم بین المللی (SI)، یکای گرما و نیز انرژی گرمایی، ژول (J) است. البته در برخی موارد از یکای کالری (cal) نیز استفاده می شود. ($1\text{cal} = 4/184\text{J}$)

✓ انرژی گرمایی و دما (θ) از ویژگی های یک نمونه ماده هستند. به بیان دیگر انرژی و دما برای توصیف یک نمونه ماده به کار می روند.

✓ **گرما (Q)** در توصیف یک فرایند به کار می رود نه در توصیف یک ماده. به عبارت دیگر، گرما از ویژگی های یک فرایند است، نه از ویژگی های یک نمونه ماده!

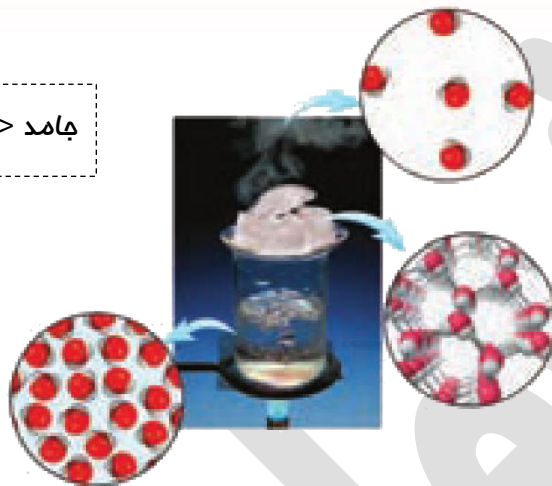
✓ تغییر دما ($\Delta\theta$) نیز مانند گرما برای توصیف یک فرایند به کار می رود که از رابطه ی زیر به دست می آید:

دمای اولیه (θ_1) - دمای نهایی (θ_2) = تغییر دمای یک فرایند ($\Delta\theta$)

دما (θ) و انرژی گرمایی \rightarrow برای توصیف یک نمونه ماده
گرما (Q) و تغییر دما ($\Delta\theta$) \rightarrow برای توصیف یک فرایند

✓ در شیمی بررسی ساختار مواد و فرایندها از دیدگاه ذره ای اهمیت و جایگاه ویژه ای دارد.

جامد > مایع > گاز : میزان بی نظمی



«اثر دما بر میزان جنبش مولکول‌ها»

بررسی شکل نشان می‌دهد با اینکه ذره‌های سازنده یک ماده در سه حالت فیزیکی یکسان بوده و پیوسته در جنب و جوش هستند اما میزان جنبش ذره‌ها متفاوت از یکدیگر است، به طوری که جنبش‌های نامنظم ذره‌ها در حالت گاز شدیدتر از مایع و آن هم شدیدتر از حالت جامد است.

با بررسی این تجربه اینک می‌پذیریم که در دمای معین، یک ویژگی مشترک مواد با هر حالت فیزیکی، وجود جنبش‌های نامنظم ذره‌های سازنده آنها است (یعنی در هر حالت فیزیکی ای، ذرات دارای جنبش‌های نامنظم هستند).

✓ هر چه دمای ماده بالاتر باشد، میانگین تندی (سرعت) و میانگین انرژی جنبشی ذره‌های سازنده آن بیشتر است. به دیگر سخن دمای یک ماده، معیاری برای توصیف میانگین تندی و میانگین انرژی جنبشی ذره‌های سازنده آن است. (\Rightarrow به میانگین تندی و میانگین انرژی جنبشی ذره‌های سازنده یک ماده، دما گفته می‌شود).

با هم بیندیشیم

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



آ) شکل A، نمونه ای از هوا را در $\frac{\text{ظهر}}{\text{شب}}$ نشان می‌دهد. پاسخ:

شب-میانگین تندی یا همان میانگین انرژی جنبشی ذره‌ها در نمونه B بیشتر از نمونه A است. به عبارت دیگر دمای هوای B بالاتر از دمای هوای A است. پس شکل‌های A و B به ترتیب می‌توانند مربوط به شب و ظهر باشند.

(ب) شکل B، نمونه ای از هوا را در یک روز $\frac{\text{تابستانی}}{\text{زمستانی}}$ نشان می دهد. پاسخ: تابستانی

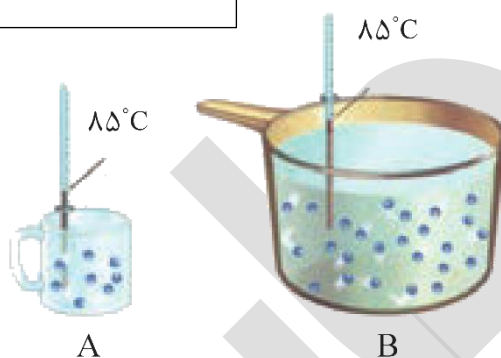
(پ) اگر مجموع انرژی جنبشی ذره های سازنده یک نمونه ماده، هم ارز با انرژی گرمایی آن باشد، انرژی گرمایی $\frac{A}{B}$ بیشتر

بوده زیرا $\frac{\text{شمار مولکول های دمای}}{\text{دمای}}$ آن بیشتر است. پاسخ: B - دمای

توضیح: با توجه به شکل، تعداد ذره های هوای A و B یکسان است، اما جنبش ذره ها در هوای B پیش تر است. این نشان می

دهد که دمای هوای B بالا تر است.
توجه: از آنجا که جرم دو نمونه با هم برابر بوده و دمای B بیشتر از دمای A است، می توان نتیجه گرفت که انرژی گرمایی هوای B بیشتر از هوای A است.

۲- با توجه به شکل های زیر به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید.



(آ) میانگین تندی مولکول های آب را در دو ظرف مقایسه کنید.

پاسخ: دما نشان دهنده ی میانگین تندی ذره هاست. از آنجا که دمای آب دو ظرف یکسان است، میانگین تندی مولکول ها نیز باهم برابر است.

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

پاسخ: B - انرژی گرمایی به دما و مقدار ماده بستگی دارد. از آن جا که دما در هر دو ظرف باهم برابر است، با توجه به این که مقدار ماده در ظرف B پیش تر می باشد، در نتیجه مجموع انرژی جنبشی ذره های سازنده در آن بیشتر بوده، بنابراین انرژی گرمایی آب موجود در این ظرف پیش تر خواهد بود.

✓ حاشیه کتاب درسی: روغن و چربی از جمله ترکیب های آلی هستند که به دلیل تفاوت در ساختار، رفتارهای

فیزیکی و شیمیایی متفاوتی دارند.

← روغن دارای حالت فیزیکی مایع بوده اما چربی جامد است. (نقطه ذوب روغن از نقطه ذوب چربی پایین تر است)

← از دیدگاه شیمیایی، در ساختار مولکول های روغن، پیوندهای دوگانه بیشتری وجود داشته و واکنش پذیری بیشتری نیز دارد.

ظرفیت گرمایی

به گرمای مورد نیاز برای افزایش دمای یک نمونه ماده به اندازه یک درجهٔ سلسیوس، ظرفیت گرمایی آن جسم گفته می‌شود.

ظرفیت گرمایی یک جسم از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{ظرفیت گرمایی} = \frac{\text{مقدار گرمای مبادله شده (ژول)}}{\text{تغییر دما}} = \frac{Q}{\Delta\theta}$$

یکای ظرفیت گرمایی، ژول بر درجهٔ سلسیوس ($\text{J} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$) است.

ظرفیت گرمایی در دما و فشار اتاق، به دو عامل بستگی دارد:

۱- نوع ماده ۲- مقدار ماده (جرم جسم)

⇐ هر چه مقدار ماده (جرم جسم) بیشتر باشد، ظرفیت گرمایی آن نیز بیشتر می‌شود. (گرمای بیشتری برای افزایش دمای آن به اندازه یک درجهٔ سلسیوس لازم است.)

ظرفیت گرمایی ویژه یا گرمای ویژه (c)

مقدار گرمایی است که باید به یک گرم از ماده ی مورد نظر داده شود تا دمای آن به اندازه ی 1°C افزایش یابد.

(به گرمای مورد نیاز برای افزایش دمای یک گرم از جسم به اندازه یک درجهٔ سلسیوس، ظرفیت گرمایی ویژه ی آن جسم گفته می‌شود.)

گرمای ویژه ی یک جسم به مقدار آن بستگی ندارد؛ زیرا همواره به ازای یک گرم ماده می‌باشد.

گرمای ویژه ی یک جسم از رابطه ی زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{ظرفیت گرمایی ویژه} = c = \frac{\text{مقدار گرمای مبادله شده (ژول)}}{\text{تغییر دما} \times \text{جرم جسم (گرم)}} = \frac{Q}{m \cdot \Delta\theta}$$

یکای ظرفیت گرمایی ویژه (گرمای ویژه)، ژول بر گرم بر درجهٔ سلسیوس ($\text{J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$) است.

با توجه به اینکه ارزش دمایی یک درجه ی سلسیوس (1°C) برابر یک کلوین (1K) است، در فرمول گرمای ویژه، می‌توان تغییر دما را بر حسب کلوین نیز قرار داد. بدیهی است که در این صورت، یکای گرمای ویژه به صورت ژول بر گرم بر کلوین ($\text{J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$) خواهد بود.

رابطهٔ بین ظرفیت گرمایی و ظرفیت گرمایی ویژه :

$$\text{ظرفیت گرمایی} = \frac{\text{ظرفیت گرمایی}}{\text{جرم جسم}}$$

یک نکته مهم:

ظرفیت گرمایی ← به نوع و مقدار ماده، حالت فیزیکی و دما و فشار وابسته است.
گرمای ویژه (ظرفیت گرمایی ویژه) ← فقط به نوع ماده، حالت فیزیکی، دما و فشار وابسته است.

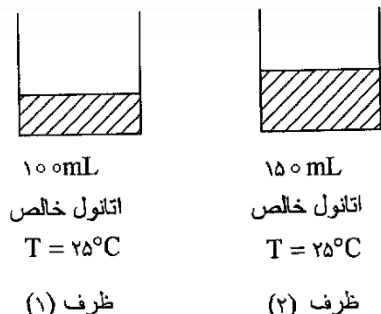
✓ چنانچه دو ماده را به طور هم زمان گرم کنیم، ماده ای که ظرفیت گرمایی بیشتری دارد، دیرتر به دمای بالای مورد نظر می رسد؛ زیرا ماده ی دارای ظرفیت گرمایی بیشتر، به ازای هر درجه افزایش دما، باید مقدار بیشتری گرما جذب کند. به همین ترتیب، چنانچه دو ماده ی داغ را در دمای اتاق قرار دهیم تا به آرامی سرد شده و به دمای اتاق برسند، ماده ای که ظرفیت گرمایی بیشتری دارد، دیرتر به دمای اتاق می رسد زیرا این ماده، به ازای هر درجه کاهش دما، باید گرمای بیشتری از دست بدهد.

نتیجه: ماده ای که ظرفیت گرمایی (یا ظرفیت گرمایی ویژه) بیشتری دارد، هم دیرتر گرم و هم دیرتر سرد می شود.

نمونه سؤال‌های امتحانی



سؤال ۱ (۸۷٪) : با توجه به شکل‌های روبه رو پاسخ دهید.



(آ) میانگین سرعت حرکت مولکول‌های اتانول را در دو ظرف با نوشتن دلیل مشخص کنید.

(ب) آیا برای افزایش دمای 5°C در هر دو ظرف، انرژی یکسانی نیاز است؟ چرا؟

(پ) اگر محتویات این دو ظرف را به ظرف سومی منتقل کنیم، کدام یک از خاصیت‌های

داخل پراونتز تغییر نمی‌کند؟ (چگالی-ظرفیت گرمایی)

(آ) میانگین سرعت حرکت مولکول یعنی دما! همانطور که مشاهده می‌شود دما در هر دو

ظرف یکسان است!

(ب) فیر-به ظرف (۲) باید انرژی بیشتری بدهیم چون مقدار ماده بیشتری دارد. بنابراین باید به این ظرف گرمای بیشتری بدهیم تا

دمای آن ۵ درجه افزایش پیدا کند.

(پ) چگالی-با انتقال محتویات این دو ظرف به ظرف سوم، مقدار ماده افزایش می‌یابد.

می‌دانیم ظرفیت گرمایی به مقدار ماده بستگی دارد و با افزایش مقدار ماده افزایش می‌یابد. پس در این شرایط ظرفیت گرمایی

تغییر می‌کند.

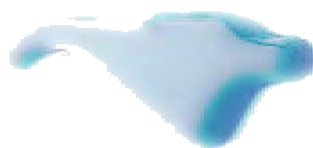
ولی چگالی به مقدار ماده بستگی ندارد!

با هم بیندیشیم

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



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



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

(آ) توضیح دهید چرا تخم مرغ در آب می‌پزد اما در روغن زیتون تغییر محسوسی نمی‌کند؟

پاسخ: آب برای رسیدن به دمای 75°C گرمای بیشتری جذب می‌کند، پس گرمای بیشتری را در اختیار تخم مرغ قرار می‌دهد

به طوری که این مقدار گرما سبب پختن تخم مرغ می‌شود.

درحالی که روغن زیتون برای رسیدن به دمای 75°C گرمای کمتری را جذب می‌کند، پس گرمای کمتری را می‌تواند در

اختیار تخم مرغ قرار دهد که برای پختن آن کافی نیست.

(ب) می دانید که ظرفیت گرمایی ماده هم ارز با گرمای لازم برای افزایش دمای آن به اندازه یک درجه سلسیوس است.

مماسبات با شما! ظرفیت گرمایی آب = ۳۶ / ظرفیت گرمایی (روغن زیتون) = ۳۹۴

نتیجه: ظرفیت گرمایی آب از روغن زیتون بیشتر است.

(پ) ظرفیت گرمایی یک ماده به چه عواملی بستگی دارد؟

پاسخ: به جرم ماده، نوع ماده، حالت فیزیکی و دما و فشار بستگی دارد.

(ت) در فیزیک دهم آموختید که ظرفیت گرمایی یک گرم ماده، ظرفیت گرمایی ویژه یا گرمای ویژه (C) آن ماده را نشان می دهد،

مقدار این کمیت را برای آب و روغن زیتون حساب و باهم مقایسه کنید.

مماسبات با شما! گرمای ویژه آب = $۴/۱۸$ / گرمای ویژه (روغن زیتون) = $۱/۹۷$

نتیجه: گرمای ویژه ی آب از روغن زیتون بیشتر است.

خود را یازماید

۱- 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؟

پاسخ: دما و انرژی گرمایی آن کاهش می یابد. استکان چای انرژی از دست داده و در نهایت با اتاق هم دما می شود در نتیجه، میائکین انرژی جنبشی ذرات و در پی آن انرژی گرمایی چای کاهش پیدا می کند.

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

گرما را می توان هم ارز با آن مقدار (انرژی گرمایی / دمایی) دانست که به دلیل تفاوت در (انرژی گرمایی / دما) جاری می شود.

پاسخ: انرژی گرمایی - دمایی

۳- تکه ای نان و تکه ای سیب زمینی را با جرم و سطح یکسان در دمای ۶۰°C در نظر بگیرید. اگر آنها را هم زمان در محیطی با دمای ۲۰°C قرار دهیم کدام یک زودتر با محیط هم دما می شود؟ درستی پاسخ خود را در منزل بررسی کنید.

پاسخ زیر را به عنوان نکته به خاطر بسپارید:

با توجه به بالا بودن گرمای ویژه آب، موادی که در ساختار خود آب بیشتری دارند معمولاً گرمای ویژه بالاتری نیز دارند. برای نمونه گرمای ویژه سیب زمینی از نان بیشتر است زیرا درصد آب در سیب زمینی بیشتر از نان است.

نان > سیب زمینی : گرمای ویژه

و همچنین می دانیم ماده ای که گرمای ویژه بیشتری دارد، هم دیرتر گرم و هم دیرتر سرد می شود.

بنابراین با توجه به اینکه گرمای ویژه نان کمتر است پس زودتر سرد می شود تا با محیط هم دما گردد.

ترموشیمی (گرماشیمی): شاخه ای از شیمی است که به بررسی کمی و کیفی گرمای واکنش های شیمیایی، تغییر آن و تأثیری که بر حالت ماده دارد می پردازد.

در واقع می توان گفت که ترموشیمی وظایف زیر را به عهده دارد:

▢ بررسی کمی (عددی و محاسباتی) گرمای واکنش های شیمیایی

▢ بررسی کیفی (تحلیلی) گرمای واکنش های شیمیایی

▢ عوامل تغییر دهنده گرمای واکنش های شیمیایی

▢ تأثیر گرمای واکنش بر حالت ماده

سامانه: به بخشی از جهان که برای مطالعه ترموشیمی انتخاب می شود ، سامانه یا سیستم می گویند.

محیط: هر چیز دیگری که در پیرامون سامانه باشد ، محیط نامیده می شود.

← در حقیقت بقیه جهان هستی، محیط پیرامون سامانه است. اما در عمل تنها بخشی که با سامانه در ارتباط است محیط در نظر گرفته می شود.

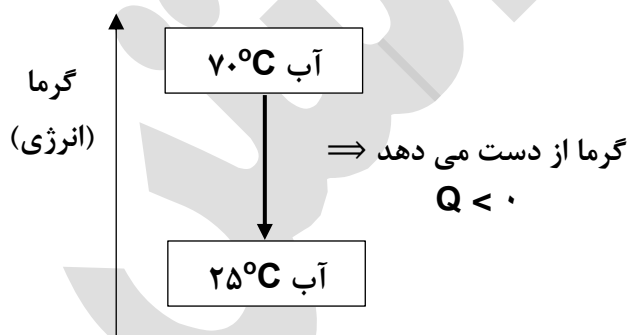
برای مثال؛ اگر یک بشر محتوی آب 70°C را برای مطالعه ترموشیمی انتخاب کنیم، به اصطلاح می گوییم که این بشر، سامانه و بقیه جهان پیرامون آن محیط است.

یک قرار دهم: به طور قراردادی، چنان چه گرما (Q) از سامانه به محیط منتقل شود، علامت آن را منفی و اگر گرما (Q) از محیط به سامانه منتقل شود علامت آن را مثبت در نظر می گیرند.

مثال؛ فرض کنید ظرفی محتوی مقداری آب خالص با دمای 70°C در دمای اتاق (با دمای 25°C) قرار می گیرد.

▢ می دانیم در این مثال آب سامانه است و اتاق، محیط محسوب می شود.

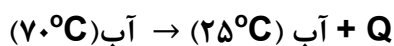
▢ چون دمای آب از محیط بیشتر است ، باید گرما از سامانه به محیط وارد شود \Rightarrow پس علامت Q منفی خواهد بود.



▢ این مبادله گرما تا زمانی ادامه می یابد که دمای سامانه با دمای محیط برابر شود. در واقع سامانه گرما از دست

می دهد و علامت Q منفی خواهد بود. به چنین فرایندی ، فرایند گرماده می گوییم.

▢ الگوی نوشتاری این فرایند را می توان به صورت زیر نشان داد:

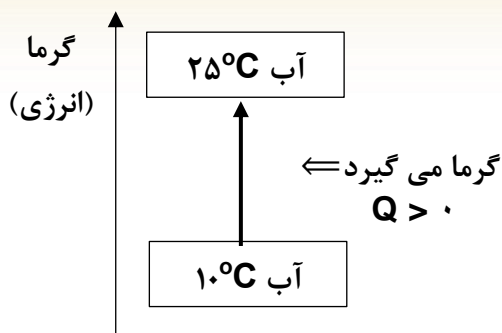


در فرایندهای گرماده ، نماد Q در سمت راست معادله شیمیایی قرار می گیرد.

مثال ۲: فرض کنید ظرفی محتوی مقداری آب خالص با دمای 10°C در دمای اتاق (با دمای 25°C) قرار می‌گیرد.

در این مثال نیز آب سامانه است و اتاق، محیط محسوب می‌شود.

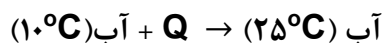
چون دمای آب از محیط کمتر است، باید گرما از محیط به سامانه وارد شود \Leftarrow پس علامت Q مثبت خواهد بود.



این مبادله گرما تا زمانی ادامه می‌یابد که دمای سامانه با دمای محیط برابر شود. در واقع سامانه گرما می‌گیرد و

علامت Q مثبت خواهد بود. به چنین فرایندی، فرایند گرماگیر می‌گوییم.

الگوی نوشتاری این فرایند را می‌توان به صورت زیر نشان داد:



در فرایندهای گرماگیر، نماد Q در سمت چپ معادله شیمیایی قرار می‌گیرد.

انرژی پتانسیل یا انرژی نهفته شده: به مجموع انرژی‌های ذخیره شده در یک ماده گفته می‌شود که وابسته به

نیروهای نگه دارنده ذره‌های سازنده آن است.

منظور از نیروهای نگه دارنده: مجموع نیروهای ناشی از نیروهای وان دروالسی، پیوند کووالانسی، پیوند یونی، نیروی چارژ هسته با الکترون‌ها و... می‌باشد.

در برخی منابع علمی، به انرژی پتانسیل، انرژی شیمیایی نیز گفته می‌شود.

انرژی پتانسیل، بخشی از محتوای انرژی است که بر اثر انجام واکنش‌های شیمیایی دچار تغییر می‌شود.

انرژی گرمایی: به مجموع انرژی جنبشی ذره‌های سازنده یک ماده گفته می‌شود.

محتوای انرژی یا آنتالپی (H): به مجموع انرژی جنبشی (گرمایی) و انرژی پتانسیل (شیمیایی) یک ماده گفته می‌شود.

$$\text{محتوای انرژی (آنتالپی)} = \text{انرژی جنبشی (گرمایی)} + \text{انرژی پتانسیل (شیمیایی)}$$

آنتالپی (محتوای انرژی) یک ماده با پایداری آن رابطه وارونه دارد.

\Leftarrow به عبارت دیگر، هر چه آنتالپی (محتوای انرژی) یک ماده بیشتر باشد، پایداری آن کمتر و تمایل آن برای انجام واکنش شیمیایی بیشتر است.

همه مواد در دما و فشار معین، آنتالپی معینی دارند؛ ولی آنتالپی (محتوای انرژی) ماده به طور مطلق قابل اندازه‌گیری نیست و فقط می‌توان تغییرات آن را اندازه گرفت.

تغییر محتوای انرژی (تغییر آنتالپی) مواد: بر اثر انجام واکنش های شیمیایی، محتوای انرژی (آنتالپی) مواد دچار تغییر می شود و این تغییر به صورت گرما بین سامانه و محیط ظاهر می گردد.

← تغییر محتوای انرژی مواد را می توان به کمک رابطه زیر تعریف نمود:

تغییر انرژی گرمایی (جنبشی) + تغییر انرژی پتانسیل (شیمیایی) = تغییر محتوای انرژی (آنتالپی)

تغییر محتوای انرژی مواد را در دو شرایط مختلف بررسی می کنیم:

۱ در دمای ثابت: در یک واکنش شیمیایی، چنانچه دمای واکنش دهنده ها و فراورده ها یکسان باشند، انرژی گرمایی (جنبشی) آن ها نیز یکسان است؛ به عبارت دیگر تغییر انرژی گرمایی (جنبشی) برابر صفر است. بدین ترتیب می توان گفت که تغییر محتوای انرژی مواد فقط ناشی از تغییر در انرژی پتانسیل آن ها است:

تغییر انرژی گرمایی (جنبشی) + تغییر انرژی پتانسیل (شیمیایی) = تغییر محتوای انرژی (آنتالپی) : در دمای ثابت

صفر

تغییر انرژی پتانسیل (شیمیایی) = تغییر محتوای انرژی (تغییر آنتالپی) : در دمای ثابت ⇒

۲ در دمای متغیر: چنانچه دمای واکنش دهنده ها و فراورده ها متفاوت باشند، انرژی گرمایی (جنبشی) آن ها نیز متفاوت خواهد بود، بنابراین در محاسبه تغییر محتوای انرژی (تغییر آنتالپی)، علاوه بر تغییر انرژی پتانسیل، تغییر انرژی گرمایی هم نقش دارد. اما تجربه و آزمایش نشان می دهد که حتی در این حالت نیز مقدار تغییر انرژی گرمایی در برابر مقدار تغییر انرژی پتانسیل ناچیز است، به طوری که می توان از مقدار آن صرف نظر نمود. پس می توان نوشت:

تغییر انرژی گرمایی (جنبشی) + تغییر انرژی پتانسیل (شیمیایی) = تغییر محتوای انرژی (آنتالپی) : در دمای متغیر

نسبتاً ناچیز

تغییر انرژی پتانسیل (شیمیایی) ≈ تغییر محتوای انرژی (تغییر آنتالپی) : در دمای متغیر ⇒

نتیجه: در کلیه واکنش های شیمیایی (چه در دمای ثابت و چه در دمای متغیر)، تغییر محتوای انرژی برابر (یا تقریباً برابر) با تغییر انرژی پتانسیل است. به عبارت دیگر، گرمایی که طی انجام یک واکنش شیمیایی مبادله می شود ناشی از تغییر انرژی پتانسیل است نه تغییر انرژی گرمایی. (به همین دلیل نام دیگر انرژی پتانسیل، انرژی شیمیایی است!)

جمع بندی: واکنش های شیمیایی ممکن است در دمای متغیر انجام شوند و یا ممکن است در دمای ثابت صورت پذیرند؛ به طوری که:

- ☞ یک واکنش گرماده، یا ممکن است در دمای متغیر انجام شود و یا ممکن است در دمای ثابت صورت پذیرد.
- ☞ یک واکنش گرماگیر، یا ممکن است در دمای متغیر انجام شود و یا ممکن است در دمای ثابت صورت پذیرد.
- واکنش مورد نظر چه در دمای ثابت انجام شود و چه در دمای متغیر، گرمای مبادله شده (آزاد شده یا مصرف شده) ناشی از تغییر انرژی پتانسیل است نه تغییر انرژی گرمایی.

آنتالپی

≤ آنتالپی با نماد H نشان داده می‌شود.

≤ آنتالپی (H) همان محتوای انرژی است که به طور مطلق نمی‌توان آن را اندازه‌گیری کرد و فقط می‌توان تغییرات آن یعنی ΔH را اندازه گرفت.

≤ مقدار تغییر آنتالپی (ΔH) در یک واکنش ، مقدار گرمایی است که در تبدیل واکنش دهنده(ها) به فراورده(ها) مبادله می‌شود.

≤ تغییر آنتالپی واکنش (ΔH) به کمک رابطه زیر تعریف می‌شود:

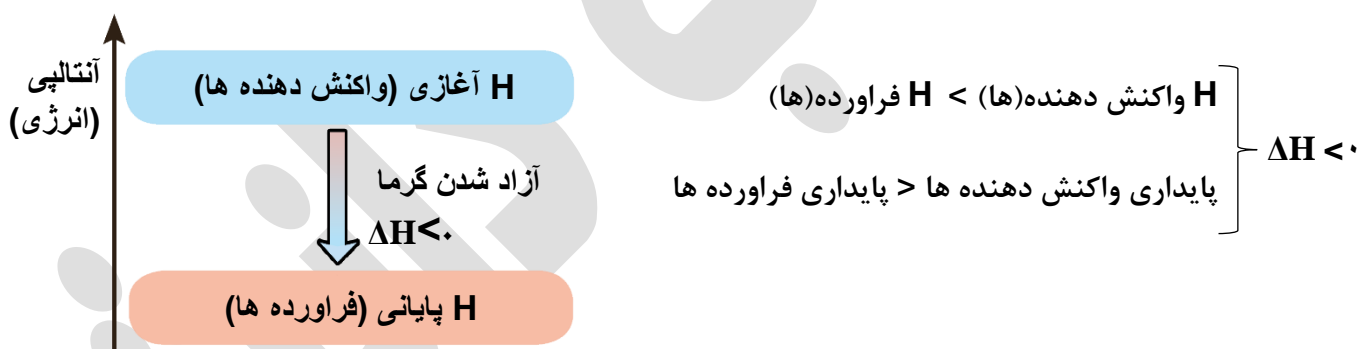
آنتالپی واکنش دهنده ها (H_1) - آنتالپی فراورده ها (H_2) = آنتالپی واکنش (ΔH)

≤ برای یک واکنش اغلب به جای تغییر آنتالپی واکنش (ΔH) ، واژه آنتالپی واکنش به کار می‌رود.

≤ آنتالپی واکنش (ΔH) در واقع گرمای واکنش در فشار ثابت است. ($\Delta H = Q_p$)

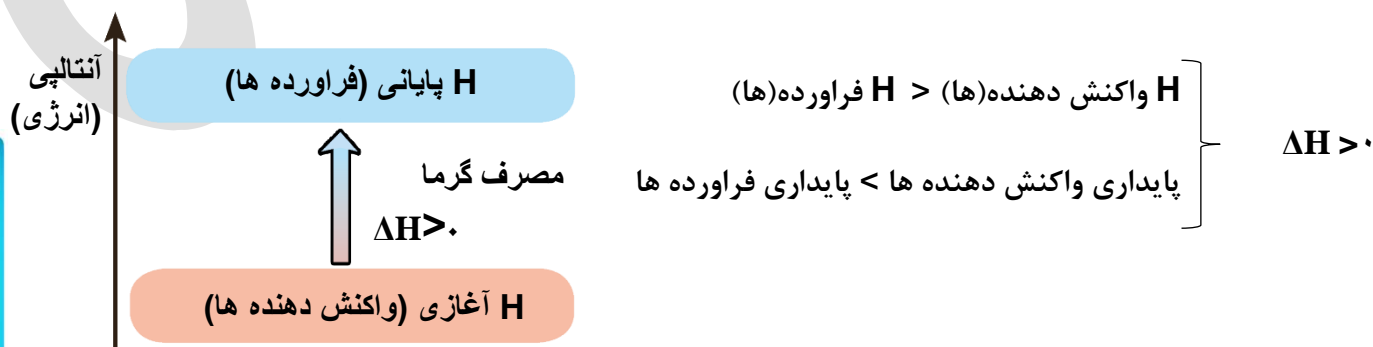
در واکنش‌های گرماده، آنتالپی سامانه کاهش می‌یابد ($\Delta H < 0$).

$\Delta H < 0 \Rightarrow$ آغازی (واکنش دهنده ها) H < پایانی (فراورده ها) H : در واکنش‌های گرماده



در واکنش‌های گرماگیر، آنتالپی سامانه افزایش می‌یابد ($\Delta H > 0$).

$\Delta H > 0 \Rightarrow$ آغازی (واکنش دهنده ها) H > پایانی (فراورده ها) H : در واکنش‌های



جمع‌بندی کامل واکنش‌های گرماده و گرماگیر:

واکنش‌های گرماده

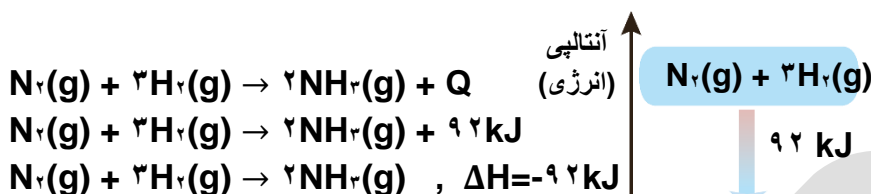
جهت انتقال گرما : از سامانه به محیط

ممکن است در دمای متغیر انجام شود و یا ممکن است در دمای ثابت صورت پذیرد.

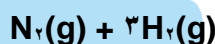
علامت Q یا مقدار عددی انرژی در سمت راست معادله واکنش نوشته می‌شود.

Q و ΔH : منفی

مثال (شیوه‌های نمایش یک واکنش گرماده):



آنتالپی
(انرژی)



92 kJ



آنتالپی فراورده ها (H_2) > آنتالپی واکنش دهنده ها (H_1)

پایداری فراورده ها < پایداری واکنش دهنده ها

از لحاظ تئوری، در واکنش‌های گرماده مجموع انرژی جنبشی ذرات سازنده محیط (انرژی گرمایی محیط) افزایش می‌یابد.

واکنش‌های گرماگیر

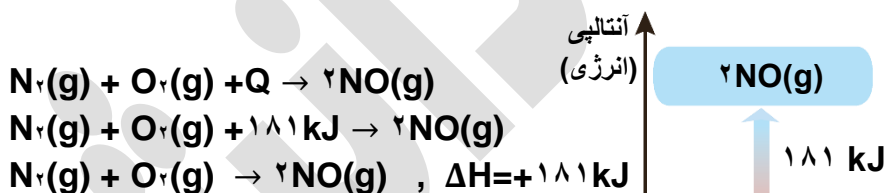
جهت انتقال گرما : از محیط به سامانه

ممکن است در دمای متغیر انجام شود و یا ممکن است در دمای ثابت صورت پذیرد.

علامت Q یا مقدار عددی انرژی در سمت چپ معادله واکنش نوشته می‌شود.

Q و ΔH : مثبت

مثال (شیوه‌های نمایش یک واکنش گرماگیر):



آنتالپی
(انرژی)



181 kJ



آنتالپی فراورده ها (H_2) < آنتالپی واکنش دهنده ها (H_1)

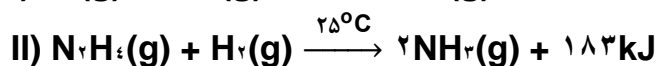
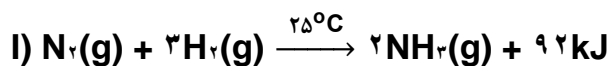
پایداری فراورده ها > پایداری واکنش دهنده ها

از لحاظ تئوری، در واکنش‌های گرماگیر مجموع انرژی جنبشی ذرات سازنده محیط (انرژی گرمایی محیط) کاهش می‌یابد.

نکته مهم: در مقایسه مقدار آنتالپی‌های واکنش (ΔH واکنش)، علامت مثبت و منفی را در نظر نمی‌گیریم و فقط قدرمطلق عددها را با هم مقایسه می‌کنیم. برای مثال مقدار آنتالپی واکنش -300 kJ را نسبت به آنتالپی واکنش -200 kJ بزرگتر در نظر می‌گیریم.

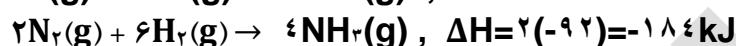
عوامل مؤثر بر گرمای واکنش (آنتالپی واکنش) (ΔH واکنش)

① **نوع واکنش دهنده ها و فراورده ها:** منظور از نوع واکنش دهنده ها و فراورده ها یعنی نوع و تعداد اتم های سازنده آن ها و نیز شیوه اتصال این اتم ها به یکدیگر است که تعیین کننده انرژی پتانسیل و در نهایت تعیین کننده محتوای انرژی (آنتالپی) آن ها می باشد.
مثال:



همانطور که مشاهده می شود، دما، حالت فیزیکی و نیز نوع و مقدار فراورده ها در واکنش های (I) و (II) یکسان هستند و عامل تفاوت شدید بین آنتالپی واکنش های آن ها، نوع واکنش دهنده های آن ها می باشد.

② **مقدار واکنش دهنده ها:** هر چه مقدار واکنش دهنده ها بیشتر باشد، گرمای واکنش (آنتالپی واکنش) نیز بزرگ تر می شود. برای نمونه اگر در معادله یک واکنش شیمیایی، کلیه ضریب های استوکیومتری را در ۲ ضرب کنیم (یعنی شمار مول های مواد را ۲ برابر کنیم) گرمای واکنش نیز در ۲ ضرب می شود:



③ **دما و فشار:** تغییر دما یا فشار می تواند باعث تغییر گرمای واکنش (آنتالپی واکنش) شود. به همین دلیل گرمای هر واکنش را در دما و فشار معینی گزارش می کنند.

④ **حالت فیزیکی واکنش دهنده ها و فراورده ها:** با تغییر حالت فیزیکی واکنش دهنده ها یا فراورده ها، مقدار گرمای واکنش (آنتالپی واکنش) نیز تغییر می کند.
مثال:



علت تفاوت ΔH در دو واکنش بالا:

در سمت راست معادله واکنش (I)، H_2O به حالت گاز (g) و در سمت راست معادله واکنش (II)، H_2O به حالت مایع (l) وجود دارد.

در واقع در واکنش (II) علاوه بر گرمای حاصل از سوختن هیدروژن، مقداری گرمای اضافی بر اثر میعان دو مول آب آزاد شده است، به همین دلیل ΔH واکنش (II) منفی تر (گرماده تر) است.