

@DaneshSad

فصل دوم: در پی غذای سالم

- اجزای بنیادی جهان مادی را **ماده** و **انرژی** می‌دانند که می‌توانند به هم تبدیل شوند.
- تنها منبع حیات بخش انرژی، خورشید است.
- کاهش جرم خورشید، تبدیل ساده به انرژی را تأیید می‌کند.

نیازهای صنایع غذایی
- منابع شیمیایی بسیار (کودها و آفت‌کش‌ها و ...)
- سطح وسیعی از زمین‌های بایر
- حجم عظیمی از آب‌های قابل استفاده در کشاورزی (آب شیرین)

نقش غذا در بدن
- تأمین انرژی
- تأمین مواد اولیه برای ساخت و رشد بخش‌های مختلف بدن

- فرایندهای بالا وابسته به انجام واکنش‌های شیمیایی هستند که هر یک **آهنگ ویژه‌ای** دارند: واکنش‌هایی که **دمای بدن** را نیز کنترل و تنظیم می‌کند.

منابع موجود در برخی خوراکی‌ها
- گوشت قرمز و ماهی: پروتئین، انواع ویتامین و مواد معدنی
- شیر و فراورده‌های آن: پروتئین و کلسیم (پیشگیری و ترمیم پوکی استخوان)

غذا، ماده و انرژی

- بدن ما برای انجام فعالیت‌های ارادی و غیرارادی به ماده و انرژی نیاز دارد که از غذا تأمین می‌شود.
- ارزش مواد غذایی در تأمین ماده و انرژی یکسان نیست.
- یکی از راه‌های آزادشدن انرژی مواد، سوزاندن آن‌هاست. مثل گاز شهری، بنزین، الکل، زغال و هم‌چنین مواد غذایی مثل ماکارونی و ...
- انرژی آزادشده به **نوع ماده** و **جرم** آن بستگی دارد.

دمای یک ماده از چه خبر می‌دهد؟

- هر ماده‌ای جنبش‌های **پیوسته** و **نامنظم** دارد.
- انرژی جنبشی تک‌تک ذره‌ها با هم برابر نیستند و میزان جنبش ذره‌ها، متفاوت از یکدیگر است.

نکته

میانگین انرژی جنبشی ذرات سازندهٔ ماده به **حالت فیزیکی** و **دمای** ماده وابسته است.

جامد < مایع < گاز: میانگین انرژی جنبشی

دما بالاتر ← میانگین انرژی جنبشی بیشتر

دما
- میزان گرمی و سردی ماده
- میانگین تندی حرکت ذره‌های سازندهٔ ماده
- میانگین انرژی جنبشی ذره‌های سازندهٔ ماده

- **یکای رایج دما**: درجهٔ سلسیوس ($^\circ C$)
- **یکای دما**: در SI: کلوین (K)

$$T(K) = \theta(^\circ C) + ۲۷۳$$

دما: میانگین انرژی جنبشی ذره‌های سازندهٔ یک نمونه ماده است. ← به تعداد ذره‌ها وابسته نیست.

انرژی گرمایی: مجموع انرژی جنبشی ذره‌های سازندهٔ یک نمونه ماده است. ← به تعداد ذره‌ها وابسته است.

- انرژی گرمایی کمیتی است که هم به **دما** و هم به **جرم** (تعداد ذرات سازندهٔ) ماده بستگی دارد.
- اگر دمای جسم X بیشتر از Y باشد لزوماً انرژی گرمایی جسم X بیشتر نیست. به مثال‌های زیر توجه کنید:

انرژی گرمایی: یک لیوان آب $۲۵^\circ C$ < یک لیوان آب $۹۰^\circ C$ ، یک لیوان آب $۹۰^\circ C \geq$ یک استخر آب $۲۵^\circ C$

تفاوت دما و گرما

دما برای توصیف یک نمونه ماده، ولی تغییر دما برای توصیف یک فرایند است.

گرما از ویژگی‌های یک نمونه ماده نیست ← برای توصیف یک فرایند است.

- اشاره به گرمای یک نمونه ماده اشتباه علمی است.

گرما: به مقدار انرژی گرمایی که به دلیل تفاوت دما در یک فرایند جاری می‌شود، گفته می‌شود.

گرما همواره از جسمی با دمای بالاتر (حتی اگر انرژی گرمایی‌اش کم‌تر باشد) به جسمی با دمای پایین‌تر جاری می‌شود.

@DaneshSad

مقایسهٔ دما، انرژی گرمایی و گرما

دما	انرژی گرمایی	گرما
میانگین انرژی جنبشی ذره‌های یک ماده	مجموع انرژی جنبشی ذره‌های یک ماده	مقداری از انرژی گرمایی که به دلیل تفاوت دما در فرایند مبادله می‌شود.
برای توصیف یک نمونه ماده	برای توصیف یک نمونه ماده	برای توصیف یک فرایند
صورتی از انرژی نیست. (معیاری برای بیان سردی و گرمی جسم است.)	صورتی از انرژی است.	صورتی از انرژی است.
به مقدار ماده وابسته نیست.	به تعداد ذره‌ها (جرم) و دمای جسم وابسته است.	به مقدار جسم وابسته است.
قابل اندازه‌گیری است.	قابل اندازه‌گیری نیست.	قابل اندازه‌گیری است.
نماد: θ یا T یکا: $^\circ C$ یا K		نماد: Q یکا: J و cal

ظرفیت گرمایی (C): گرمای لازم برای افزایش دمای یک ماده به اندازهٔ **یک درجهٔ سلسیوس**.

$q = C\Delta\theta \qquad (J.^\circ C^{-1})$

- یکای اندازه‌گیری گرما (q) در (SI) ژول (J) است.
- ظرفیت گرمایی به ۴ عامل وابسته است:
  ۱ دما ۲ فشار ۳ نوع ماده ۴ جرم

$1\,J = 1\,kg.m^2.s^{-1}$ ، $|Ca| = 4/18\,J$

گرمای ویژه (c): گرمای لازم برای افزایش دمای **یک گرم** از ماده به اندازهٔ **یک درجهٔ سلسیوس**.

$q = mc\Delta\theta \qquad (J.g^{-1}.^\circ C^{-1})$

- گرمای ویژه به ۳ عامل وابسته است:
  ۱ دما ۲ فشار ۳ نوع ماده
- رابطهٔ بین ظرفیت گرمایی (C) و گرمای ویژه (c) $\Leftarrow C = mc$

نکته

برای پاسخ به سؤال‌های مقایسه‌ای از این نکته استفاده کنید: «ظرفیت گرمایی (mc)، مقاومت در برابر تغییر دما است.»

- به ازای q برابر: هر چه ظرفیت گرمایی بیشتر ← تغییر دما ($\Delta\theta$) کم‌تر
- به ازای $\Delta\theta$ برابر: هر چه ظرفیت گرمایی بیشتر ← گرما (q) بیشتر ← مدت‌زمان (t) بیشتر
- آب یکی از بیشترین گرماهای ویژه را دارد.
- به مقایسهٔ گرمای ویژهٔ ماده‌های روبه‌رو دقت کنید: آب ≥ روغن زیتون ، سیب‌زمینی ≥ نان
- روغن و چربی
  - تفاوت فیزیکی: روغن ← مایع (l)، چربی ← جامد (s)
  - تفاوت شیمیایی: روغن دارای پیوندهای دوگانهٔ بیشتر ← واکنش‌پذیری بیشتر

نکته

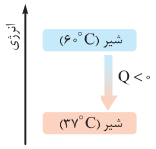
مسئله‌هایی از جنس هم‌دمایی: وقتی دو ماده با دمای متفاوت را در تماس با هم قرار دهیم، ماده با دمای بالاتر گرما از دست می‌دهد و ماده با دمای پایین‌تر، همان مقدار آب را جذب می‌کند تا جایی که به یک دما برسند. برای حل این مسائل، کافی است مقدار گرمایی که یکی یا چند ماده از دست می‌دهد را با مقدار گرمایی که یک یا چند مادهٔ دیگر جذب می‌کند. برابر قرار دهیم:

$$\underbrace{|q_A + q_B + \dots|}_{\text{موادی که گرما از دست می‌دهند.}} = \underbrace{|q_C + q_D + \dots|}_{\text{موادی که گرما می‌گیرند.}}$$

جاری‌شدن انرژی گرمایی

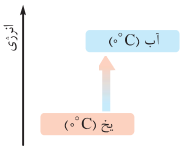
فرایند گرماده

- انتقال گرما از سامانه به محیط‌گرما + شیر ($37^\circ C$) ⟶ شیر ($60^\circ C$)
- کاهش انرژی سامانه
- علامت Q منفی ($Q < 0$)
- مقدار Q سمت فراورده‌ها



فرایند گرماگیر

- انتقال گرما از محیط به سامانه
- افزایش انرژی سامانه
- علامت Q مثبت ($Q > 0$) آب ($0^\circ C$) ⟶ گرما + یخ ($0^\circ C$)
- مقدار Q سمت واکنش‌دهنده‌ها



نکته

جاری‌شدن انرژی گرمایی در مواردی می‌تواند بدون تغییر دما باشد. ($\Delta\theta = 0$)

به علامت $\Delta\theta$ کاری نداشته باشید.
- سامانه گرما داد ← گرماده ، $Q < 0$
- سامانه گرما گرفت ← گرماگیر ، $Q > 0$

@DaneshSad

گوارش فرایندی گرماده است.

خوردن بستنی ← فرایند هم‌دماشدن بستنی با بدن: گرماگیر، $Q > 0$ ؛ فرایند گوارش و سوخت‌وساز بستنی: گرماده، $Q < 0$ ← در کل گرماده

گرما در واکنش‌های شیمیایی (گرماشیمی)

ویژگی بنیادی همهٔ واکنش‌ها: دادوستد گرما با محیط پیرامون

کاربرد گرمای واکنش‌ها ← تأمین انرژی بدن: گوارش غذا
تأمین انرژی حمل‌ونقل یا گرم‌کردن محیط: سوختن سوخت‌ها
واکنش‌دهنده و تأمین‌کنندهٔ انرژی استخراج آهن: زغال کک

سطح انرژی مواد با پایداری آن‌ها رابطهٔ عکس دارد: $\text{پایداری} \propto \frac{1}{\text{سطح انرژی}}$

در واکنش‌های گرماگیر: واکنش‌دهنده‌ها پایدارتر از فراورده‌ها هستند: مثال:

$\underbrace{N_2O_4(g)}_{\text{گاز بی‌رنگ}} + Q \rightarrow \underbrace{2NO_2}_{\text{گاز قهوه‌ای‌رنگ}}\ (g)\ ,\ 3O_2(g) + Q \rightleftharpoons 2O_3(g)$

انحلال آمونیوم‌نیترات در آب (بسته‌های گرمازا): $NH_4NO_3(s) + Q \xrightarrow{\text{در آب}} NH_4^+(aq) + NO_3^-(aq)$

فتوسنتز: $6CO_2(g) + 6H_2O(l) + Q \rightarrow C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g)$

در واکنش‌های گرماده، فراورده‌ها پایدارتر از واکنش‌دهنده‌ها هستند. مثال:

اکسایش گلوکز: $C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(l) + Q$

$H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g) + Q\ ,\ N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g) + Q$

همهٔ واکنش‌های سوختن، $N_2H_4(g) + H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g) + Q$

انحلال کلسیم‌کلرید خشک در آب (بسته‌های گرمازا): $CaCl_{2(s)} \xrightarrow{\text{در آب}} Ca^{2+}(aq) + 2Cl^-(g) + Q$

با وجود تولید انرژی در واکنش اکسایش گلوکز، دمای بدن تغییر محسوس نمی‌کند.

هر ماده‌ای دو نوع انرژی دارد:

۱ انرژی گرمایی ← مجموع انرژی جنبشی ذره‌ها

۲ انرژی پتانسیل ← انرژی ناشی از نیروهای نگه‌دارندهٔ ذره‌های سازندهٔ ماده (انرژی نهفته) مثل پیوندهای شیمیایی.

انجام واکنش شیمیایی ← شکسته‌شدن پیوندهای اولیه ← تشکیل پیوندهای جدید ← تفاوت انرژی پتانسیل مواد ← مبادلهٔ گرما

«گرمای مبادله‌شده در واکنش‌های شیمیایی به طور عمده وابسته به **تفاوت انرژی پتانسیل** مواد واکنش‌دهنده و فراورده است.»

«گرمای مبادله‌شده در **دمای ثابت**، ناشی از تفاوت انرژی گرمایی در مواد واکنش‌دهنده و فراورده **نیست**.»

گرمای واکنش در دما و فشار ثابت به سه عامل وابسته است:

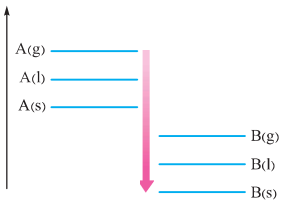
۱) نوع مواد واکنش‌دهنده و فراورده

تغییر نوع ماده ← تفاوت انرژی پتانسیل ماده ← تغییر گرمای واکنش

۲) حالت فیزیکی مواد واکنش‌دهنده و فراورده

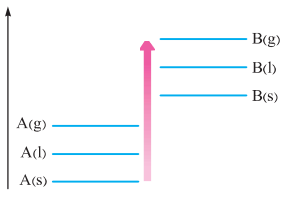
مقایسهٔ سطح انرژی: جامد < مایع < گاز

$A \rightarrow B + Q$



در فرایندهای گرماده، هر چه سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها بالاتر و سطح انرژی فراورده‌ها پایین‌تر باشد، گرمای آزادشده، بیشتر می‌شود.

$A + Q \rightarrow B$



در فرایندهای گرماگیر، هر چه سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها پایین‌تر و سطح انرژی فراورده‌ها بالاتر باشد، گرمای مصرف‌شده، بیشتر می‌شود.

نکته

تفاوت سطح انرژی یک ماده درحالت‌های مایع و گاز، بیشتر از تفاوت سطح انرژی حالت‌های جامد و مایع آن است.

راحت‌ترین راه برای حل تست‌های مقایسه‌ای، رسم نمودار سطح انرژی مواد است.

بررسی مقایسهٔ گرما صرفاً مقدار عددی گرما مهم است، نه علامت آن!

۳) مقدار مواد واکنش‌دهنده‌ها ← ترکیب استوکیومتری و گرمای واکنش

مثلاً گرمای حاصل از سوختن ۴ گرم متان برابر است با:

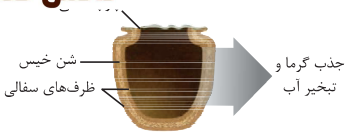
$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g) + 890\,kJ$

$4\,g\,CH_4 \times \frac{1\,mol\,CH_4}{16\,g\,CH_4} \times \frac{-890\,kg}{1\,mol\,CH_4} = -222/5\,kJ$

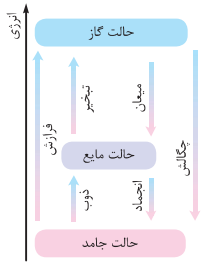
@DaneshSad

یخچال صحرایی

- دو ظرف سفالی، فضای بینشان شن خیس، درپوش نخی
- خنک‌شدن غذا بدون انرژی الکتریکی
- عملکرد: جذب گرما از فضای درونی ظرف برای تبخیر آب



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



آنتالپی، همان محتوای انرژی است.

هر نمونه ماده دو نوع انرژی دارد
- انرژی جنبشی (گرمایی): جنبش‌های نامنظم
- انرژی پتانسیل (شیمیایی): برهم‌کنش بین ذره‌ها

- آنتالپی (H) یا محتوای انرژی، انرژی کل سامانه است.

انجام واکنش ← تغییر آنتالپی مواد (ΔH) ← مبادلهٔ گرما

- تغییر آنتالپی واکنش (ΔH)، هم‌ارز با گرمای واکنش در **فشار** ثابت است.

ΔH واکنش $= H$ (مواد فراورده) $- H$ (مواد واکنش‌دهنده) $= Q_p$

نشانه‌های واکنش گرماگیر
- افزایش انرژی کل سامانه
- انتقال گرما از محیط به سامانه
- « Q » سمت واکنش‌دهنده‌ها
- مواد واکنش‌دهنده، پایدارتر از مواد فراورده
- آنتالپی مواد فراورده بیشتر از مواد واکنش‌دهنده
- علامت « Q » و « ΔH » واکنش، مثبت

نشانه‌های واکنش گرماده
- کاهش انرژی کل سامانه
- انتقال گرما از سامانه به محیط
- « Q » سمت فراورده‌ها
- مواد فراورده، پایدارتر از مواد واکنش‌دهنده
- آنتالپی مواد فراورده کم‌تر از آنتالپی مواد واکنش‌دهنده
- علامت« Q » و « ΔH » واکنش، منفی

- ΔH همانند گرمای واکنش در دما و فشار ثابت، به سه عامل وابسته است:

۱) نوع مواد واکنش‌دهنده و فراورده

۲) حالت فیزیکی واکنش‌دهنده و فراورده

۳) مقدار واکنش‌دهنده‌ها ← ترکیب استوکیومتری و گرمای واکنش

برای حل تست‌های استوکیومتری و ΔH می‌توانیم از روش نسبت $\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$ (یا کسر تناسب) استفاده کنیم و به نسبت‌های قبل، $(\ldots = \frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}})$ نسبت $\frac{q}{|\Delta H|}$ را اضافه کنیم.

دقت کنید که q ، ΔH باید برحسب یک واحد باشند. (KJ)

q: گرمای مبادله‌شده در واکنش به ازای مقداری که در مسئله داده شده است.

ΔH : گرمای مبادله‌شده در واکنش طبق ضرایب استوکیومتری مواد در معادله موازنه شده است.

$$\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{تعداد ذره‌ها}}{\underset{\text{تعداد ذره‌ها}}{\text{ضریب} \times ۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}}} = \frac{\text{گرم}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{\text{لیتر گاز}}{\underset{\text{لیترگاز (STP)}}{\text{ضریب} \times ۲۲/۴}} = \frac{\text{لیتر گاز}}{\underset{\text{لیترگاز (حجم مولی)}}{\text{ضریب} \times \text{حجم مولی}}} = \frac{\text{چگالی} \times \text{لیتر گاز}}{\underset{\text{لیترگاز (چگالی)}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}}} = \frac{\text{M} \times \text{V(L)}}{\underset{\text{غلظت مولی (L)}}{\text{ضریب}}} =$$

$$\frac{\text{M} \times \text{V(mL)}}{\underset{\text{غلظت مولی (mL)}}{\text{ضریب} \times ۱۰۰۰}} = \frac{\text{گرم ناخالص} \times \frac{\text{P}}{۱۰۰}}{\underset{\text{گرم ناخالص}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}}} = \frac{q}{\underset{\text{گرما}}{|\Delta H|}} \rightarrow \text{(KJ)} \rightarrow \text{(KJ)}$$

مثال برای بالابردن دمای یک قطعهٔ مس به وزن ۲/۵ کیلوگرم از $۲۵^\circ C$ به $۲۲۵^\circ C$، چند کیلوژول گرما لازم است و این مقدار گرما، به تقریب از سوختن کامل چند گرم گاز متان تأمین می‌شود؟ (ظرفیت گرمایی ویژهٔ مس را برابر با $۰/۳۹ J.g^{-1}.^\circ C^{-1}$ در نظر بگیرید، گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید، $H=۱ , C=۱۲ : g.mol^{-1}$)

$$CH_۴(g)+۲O_۲(g) \rightarrow CO_۲(g)+۲H_۲O(l) \ , \ \Delta H=-۸۹۰KJ$$

۱) ۱۹۵، ۲/۵ ۲) ۱۹۵، ۳/۵ ۳) ۱۹۵۰، ۲۵ ۴) ۱۹۵۰، ۳۵

پاسخ (کنکور ۱۳۹۹ تجربی (خارج از کشور))

قسمت اول: استفاده از رابطهٔ $q = mc\Delta\theta$

اگر در رابطه $q = mc\Delta\theta$، m را برحسب kg بگذاریم q برحسب kJ محاسبه می‌شود:

$$q = ۲/۵ \times ۰/۳۹ \times (۲۲۵-۲۵) = \frac{۱۰}{۴} \times \frac{۳۹}{۱۰۰} \times ۲n = \frac{۳۹۰}{۲} = ۱۹۵ \ kJ$$

قسمت دوم: استفاده از کسر تناسب‌های نسبت گرما و نسبت جرم $CH_۴$:

$$\frac{\text{جرم}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{q}{|\Delta H|} \Rightarrow \frac{x}{۱۶\times۱} = \frac{۱۹۵}{۸۹۰} \rightarrow x = \frac{۱۶\times۱۹۵}{۸۹۰} = \frac{۱۶\times۳۹۰}{۸۹۰\times۲} = \overset{۰/۱\downarrow}{\frac{۸}{۸۹}} \times ۳۹ = ۳/۹\downarrow \simeq ۳/۵ g$$

@DaneshSad

آنتالپی پیوند و میانگین آن

به انرژی لازم برای شکستن **یک مول** پیوند در **حالت گازی** و تبدیل آن به دو مول **اتم مجزای گازی**، آنتالپی پیوند می‌گوییم.

- شکستن پیوند ← گرماگیر ($\Delta H > 0$)
- تشکیل پیوند ← گرماده ($\Delta H < 0$)

جدول آنتالپی برخی پیوندها

پیوند	Cl—Cl	Br—Br	I—I	H—F	H—Cl	O=O	N≡N
آنتالپی ($kJ\ mol^{-1}$)	۲۲۴	۱۹۳	۱۵۱	۵۶۷	۴۳۱	۴۹۵	۹۴۵

- برای پیوندهایی که در مولکول‌های دواتمی وجود دارند، مثل H—H ، N≡N و ... از آنتالپی پیوند و برای پیوندهایی که در مولکول‌های چنداتمی وجود دارند، مانند C—H ، N—H و ... از «میانگین آنتالپی پیوند» استفاده می‌کنیم.

میانگین آنتالپی برخی پیوندها

پیوند	C—O	N—H	O—H	C—C	C=C	C≡C	C=O	N—N	O—O
میانگین آنتالپی ($kJ\ mol^{-1}$)	۸۰۳	۳۹۱	۴۶۳	۳۴۸	۶۱۴	۸۳۹	۷۹۹	۱۶۳	۱۴۶

عوامل مؤثر بر آنتالپی پیوند

۱) مرتبهٔ پیوند (تعداد پیوند بین دو اتم): هر چه مرتبهٔ پیوند بیشتر، میانگین آنتالپی پیوند بیشتر:

$C \equiv C > C = C > C - C$

۲) شعاع اتم‌ها: به طور کلی، هر چه شعاع اتم‌های تشکیل‌دهندهٔ پیوند کم‌تر، آنتالپی پیوند بیشتر:

$Cl - Cl > Br - Br > I - I$

روش‌های تعیین ΔH واکنش

- روش محاسباتی
  - استفاده از آنتالپی پیوند ← مناسب برای واکنش‌های گازی
  - استفاده از قانون هس
- روش تجربی ← استفاده از گرماسنج لیوانی ← مناسب برای واکنش‌های در حالت محلول

آنتالپی پیوند، راهی برای تعیین ΔH واکنش

- شکستن هر نوع پیوند ← گرماگیر (ΔH مثبت)
- تشکیل هر نوع پیوند ← گرماده (ΔH منفی)

ΔH واکنش = [مجموع آنتالپی پیوندها در مواد فراورده] − [مجموع آنتالپی پیوندها در مواد واکنش‌دهنده]

مثال **اگر آنتالپی پیوندهای H—H ، H—N ، N—N و N≡N با یکی کیلوژول بر مول، به ترتیب برابر با ۴۳۵، ۳۸۹، ۱۵۹ و ۹۴۱ باشد، مطابق واکنش: $N_2(g) + 2H_2(g) \rightarrow H_2N - NH_{2(g)}$ ، به ازای مصرف $3/01 \times 10^{25}$ مولکول هیدروژن، چند کیلوژول انرژی جذب می‌شود؟**

۱) ۱۲۰۰ ۲) ۲۴۰۰ ۳) ۳۶۰۰ ۴) ۴۸۰۰

(کنکور ریاضی ۱۳۹۹ (خارج از کشور))

پاسخ مرحلهٔ اول: محاسبه ΔH واکنش: پیوندهای سمت چپ با علامت مثبت، پیوندهای سمت راست با علامت منفی

$$\Delta H = (N \equiv N) + 2(H - H) - (N - N) - 4(N - H) = 941 + 2(435) - 159 - 4(389) = +96\ kJ$$

مرحلهٔ دوم: استفاده از نسبت گرما و نسبت تعداد ذره‌های H_2

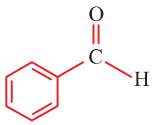
$$\frac{\text{تعداد ذره‌ها}}{\text{ضریب} \times 6/02 \times 10^{23}} = \frac{q}{|\Delta H|} \Rightarrow \frac{3/01 \times 25^{10}}{6/02 \times 10^{23} \times 2} = \frac{x}{96\ kJ} \rightarrow x = 2400\ kJ$$

- هر چه مولکول‌های یک واکنش ساده‌تر ← مولکول‌های دواتمی بیشتر ← استفادهٔ بیشتر از آنتالپی پیوندی ← دقیق‌تر ← همخوانی بیشتر ΔH با داده‌های تجربی
- هر چه مولکول‌های یک واکنش پیچیده‌تر ← مولکول‌های چنداتمی بیشتر ← استفادهٔ بیشتر از میانگین آنتالپی پیوند ← دقت کم‌تر ← همخوانی کم‌تر ΔH با داده‌های تجربی

@DaneshSad

پیوند با زندگی (گروه‌های عاملی)

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

خانواده (فرمول مولکولی)*	فرمول ساختاری و نام گروه عاملی	فرمول کلی	تعداد کربن‌های ساده‌ترین عضو	مثال‌های معروف	
الکل‌ها ($C_nH_{2n+1}OH$)	$-OH$ هیدروکسیل	$R-OH$ R گروه هیدروکربنی است.	۱	CH_3CH_2-OH اتانول	ایزومر**
اترها ($C_nH_{2n+2}O$)	$-O-$ اتری	$R-O-R'$ R و R′ گروه هیدروکربنی هستند.	۲	CH_3-O-CH_3 دی‌متیل اتر	
آلدهیدها ($C_nH_{2n}O$)	$-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$ آلدهیدی	$R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$ R هیدروژن یا گروه هیدروکربنی است.	۱	توجه: دقت کنید که بنزآلدهید، آلدهیدی سیرنشده است و فرمول مولکولی آن از $C_nH_{2n}O$ پیروی نمی‌کند.  بنزآلدهید	ایزومر**
کتون‌ها ($C_nH_{2n}O$)	$-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$ کربونیل	$R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-R'$ R و R′ گروه هیدروکربنی هستند.	۳	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$ ۲ـ هپتانون	
کربوکسیلیک اسیدها ($C_nH_{2n}O_2$)	$-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$ کربوکسیل	$R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$ R هیدروژن یا گروه هیدروکربنی است.	۱	$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$ اتانوئیک (استیک) اسید	
استرها ($C_nH_{2n}O_2$)	$-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-$ استری	$R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-R'$ R′ گروه هیدروکربنی است؛ ولی R هیدروژن یا گروه هیدروکربنی می‌تواند باشد.	۲	$CH_3CH_2CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-CH_2CH_3$ اتیل بوتانوات	
آمین‌ها ($C_nH_{2n+3}N$)	$-N<$ آمینی	$R-N(R'')-R'$ R، R′ و R″ می‌توانند گروه هیدروکربنی یا هیدروژن باشند، اما هر سه‌تای آن‌ها نباید هیدروژن باشند.	۱	CH_3-NH-H متیل آمین	
آمیدها ($C_nH_{2n+1}NO$)	$-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-N<$ آمیدی	$R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-N(R'')-R'$ R، R′ و R″ هیدروژن یا گروه هیدروکربنی هستند.	۱	$H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-NH-H$ متانامید	

*- فرمول مولکولی برای ترکیب‌های یک‌عاملی و سیرشده

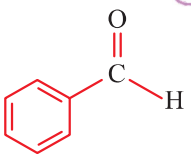
**- اگر تعداد کربن‌ها یکسان باشد.

@DaneshSad

ایزومر (همپار): ترکیب‌هایی با فرمول مولکولی یکسان، ولی فرمول ساختاری متفاوت

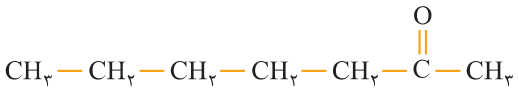
تشخیص ارتباط دو ساختار:

حالت	فرمول مولکولی	فرمول ساختاری	وضعیت
I	×		متفاوت
II	✓	✓	یکسان
III	✓	×	ایزومر



نشانهٔ وجود یک گروه عاملی به نام کربونیل است.

- حداقل یک طرف H باشد ← آلدهید (آلدهیدی) مثل بنز آلدهید (C_7H_6O)
- دو طرف C باشد ← کتون (کربونیل) مثل ۲– هپتانون ($C_7H_{14}O$)



- یک طرف H باشد ← الکل (هیدروکسیل): مثل ترکیب آلی موجود در گشنیز
- دو طرف C باشد ← اتر (اتری): مثل ترکیب آلی موجود در رازیانه

اگر نام علمی مادهٔ آلی در کتاب درسی نوشته شده باشد باید همهٔ اطلاعات آن (شامل فرمول مولکولی، ساختار، ویژگی‌ها و ...) را بلد باشین.مثل بنزآلدهید (ترکیب عالی موجود در بادام)، ۲–هپتانون (ترکیب عالی موجود در میخک) و بنزوئیک اسید (ترکیب عالی موجود در تمشک و توت‌فرنگی)

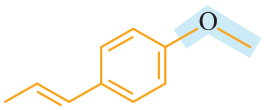
اگر فقط ساختار ماده در کتاب درسی آمده باشد؛ صرفاً باید ویژگی‌هایش را بلد باشین (مانندگروه‌های عاملی آن، سیر شده یا سیر نشده بودن و ...) مثل ویتامین‌ها، ترکیب موجود در گشنیز و ... .

ترکیب آلی موجود در گشنیز:



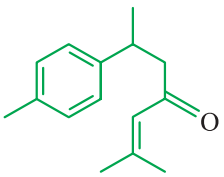
- گروه عاملی موجود: الکلی (هیدروکسیل)
- سیرنشده (با ۲ مول H_2 سیر می‌شود.)

ترکیب آلی موجود در رازیانه:



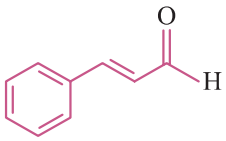
- گروه عاملی موجود: اتری
- آروماتیک (دارای حلقهٔ بنزن) و حلقوی
- سیرنشده (با ۴ مول H_2 سیر می‌شود.)

ترکیب آلی موجود در زردچوبه:



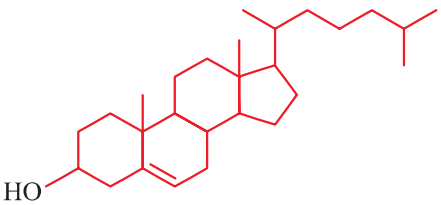
- گروه عاملی موجود: کتون (کربونیل)
- آروماتیک (دارای حلقه بنزن) و حلقوی
- سیرنشده (با ۴ مول H_2 سیر می‌شود.)

ترکیب آلی موجود در دارچین:



- گروه عاملی موجود: آلدهیدی
- آروماتیک (دارای حلقه بنزن) و حلقوی
- سیرنشده (با ۴ مول H_2 سیر می‌شود.)

کلسترول یکی از مواد آلی موجود در غذاهای جانوری است که مقدار اضافی آن در دیوارهٔ رگ‌ها رسوب می‌کند، فرایندی که منجر به گرفتگی رگ‌ها و سکته می‌شود.



- گروه عاملی موجود: الکلی (هیدروکسیل)
- حلقوی (دارای ۴ حلقه)
- سیرنشده (با ۱ مول H_2 سیر می‌شود.)

چربی ذخیره‌شده در کوهان شتر هنگام اکسایش افزون بر آب مورد نیاز، انرژی لازم برای فعالیت‌های جانور را نیز تأمین می‌کند.

$$2C_{57}H_{110}O_6(s)+163O_2(g) \rightarrow 114CO_2(g)+110H_2O(l)\ ,\ \Delta H=-75520kJ$$

@DaneshSad

آنتالپی سوختن، تکیه‌گاهی برای تأمین انرژی

- کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و چربی‌ها، منابعی برای تأمین انرژی بدن هستند.
- کربوهیدرات‌ها در بدن به گلوکز شکسته شده، گلوکز حاصل در خون حل می‌شود ← قند خون
- **ارزش سوختی:** انرژی حاصل از سوختن یا اکسایش یک گرم از ماده

ارزش سوختی سه مادهٔ غذایی

مادهٔ غذایی	کربوهیدرات	چربی	پروتئین
ارزش سوختی ($kJ\ g^{-1}$)	۱۷	۳۸	۱۸

پروتئین = کربوهیدرات ≥ چربی: ارزش سوختن

آنتالپی سوختن: آنتالپی واکنش سوختن کامل یک مول ماده در اکسیژن کافی

$$\text{ارزش سوختی } (kJ.g^{-1}) = \frac{|\text{آنتالپی سوختن } (kJ.mol^{-1})|}{\text{جرم مولی } (g.mol^{-1})}$$

- همه واکنش‌های سوختن گرماده هستند ← $\Delta H < 0$.

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	$C_2H_4(g)$	−۱۹۳۸
$C_2H_4(g)$	−۱۴۱۰	$CH_3OH(l)$	−۷۲۶
$C_2H_6(g)$	−۲۰۵۸	$C_2H_5OH(l)$	−۱۳۶۸

- بخش عمدهٔ گاز شهری را متان (CH_4) تشکیل می‌دهد: $CH_4(g)+2O_2(g) \rightarrow CO_2(g)+2H_2O(l)\ ,\ \Delta H=-890 kJ.mol^{-1}$

ویژگی‌های معادلهٔ واکنش سوختن
- مادهٔ مورد نظر به همراه O_2 واکنش‌دهنده‌های واکنش سوختن هستند.
- ضریب استوکیومتری مادهٔ مورد نظر یک باشد.
- سوختن کامل باشد؛ یعنی تبدیل همهٔ کربن‌ها به CO_2 (محصولات CO_2 و H_2O)
- حالت فیزیکی H_2O مایع باشد. ($H_2O_{(l)}$)

مقایسهٔ آنتالپی سوختن در هیدروکربن‌ها:

نکته

به طور کلی هر چه مقدار یک هیدروکربن (در مول برابر، هر چه جرم مولی یک هیدروکربن) بیشتر باشد، مقدار گرمای حاصل از سوختن آن بیشتر است.

قدرمطلق آنتالپی سوختن: $\underset{\text{متان}}{CH_4} < \underset{\text{اتان}}{C_2H_6} < \underset{\text{پروپان}}{C_3H_8} < \dots$

قدرمطلق آنتالپی سوختن: $\underset{\text{اتان}}{C_2H_6} > \underset{\text{اتن}}{C_2H_4} > \underset{\text{اتین}}{C_2H_2}$

نکته

به طور کلی وقتی جرم‌های برابر از هیدروکربن‌های **هم‌خانواده** می‌سوزد، گرمای حاصل از سوختن هیدروکربن سبک‌تر، بیشتر است.

ارزش سوختن ($kJ.g^{-1}$): $\underset{\text{متان}}{CH_4} < \underset{\text{اتان}}{C_2H_6} < \underset{\text{پروپان}}{C_3H_8}$.

نکته

گرمای سوختن مولی الکل‌هایی که یک گروه OH دارند، از گرمای سوختن مولی آلکان‌های هم‌کربن آن‌ها کم‌تر است.

آنتالپی سوختن: $C_2H_6 > C_2H_5OH > CH_4 > CH_3OH$

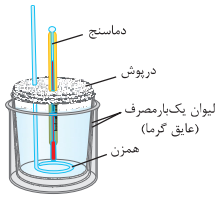
@DaneshSad

نکته

در خانوادهٔ آلکان‌ها، آلکن‌ها و آلکین‌ها، تفاوت آنتالپی سوختن دو عضو متوالی از یک خانواده تقریباً ثابت و برابر آنتالپی سوختن مولی یک گروه CH_2 است، زیرا هر دو عضو متوالی از خانوادهٔ آلکان‌ها، آلکن‌ها و آلکین‌ها در یک گروه CH_2 با هم تفاوت دارند.

- سوخت‌های سبز (مثل اتانول) در ساختار خود، علاوه بر C،H اکسیژن (O) هم دارند. ← استخراج از پسماندهای گیاهانی مانند سویا، نیشکر و دیگر دانه‌های روغنی

گرماسنج لیوانی
- تعیین گرمای واکنش در فشار ثابت به روش تجربی
- مناسب برای تعیین ΔH فرایندهای انحلال واکنش‌هایی که در حالت محلول انجام می‌شوند.
- روش: انجام واکنش و تعیین ΔH ← محاسبه گرمای واکنش ($q = mc\Delta\theta$) محاسبهٔ ΔH با نسبت $(\frac{q}{|\Delta H|})$



- واکنش‌های گرماده ($\Delta H < 0$) با افزایش دما همراه خواهد بود. ← مثل انحلال $CaCl_2$ در بسته‌های گرمازا.
- واکنش‌های گرماگیر ($\Delta H > 0$) با کاهش دما همراه خواهد بود. ← مثل انحلال NH_4NO_3 در رتبه‌های سرمازا.

جمع‌پذیری گرمای واکنش‌ها، قانون هس

آنتالپی بسیاری از واکنش‌های شیمیایی را نمی‌توان به روش تجربی اندازه‌گیری کرد.
- برخی مرحله‌ای از یک واکنش پیچیده هستند.
- برخی واکنش‌ها به آسانی انجام نمی‌شوند، تأمین شرایط بهینه برای انجام آن‌ها بسیار دشوار است.

متان
- ساده‌ترین هیدروکربن
- نخستین عضو خانوادهٔ آلکان‌ها
- بخش عمدهٔ گاز طبیعی
- از تجزیهٔ گیاهان به وسیلهٔ باکتری‌های بی‌هوازی نیز در زیر آب تولید می‌شود.
- نخستین بار از سطح مرداب‌ها جمع‌آوری شده ← معروف به گاز مرداب
- تأمین شرایط بهینه برای تهیهٔ آن از گرافیت و گاز هیدروژن بسیار دشوار و پرهزینه است.

$$C_{(s)\text{ گرافیت}} + 2H_2(g) \rightarrow CH_4(g)\ ,\ \Delta H < 0 \text{ (گرماده)}$$

- گرمای یک واکنش معین به راهی که برای انجام آن در پیش گرفته می‌شود، وابسته نیست.

قانون هس: 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.

نکته

وقتی معادله‌های شیمیایی را با هم جمع کنیم، می‌توانیم ماده‌های مشترک، ولی در سمت‌های مخالف هم در واکنش‌ها (در دو طرف فلش (⟷)) را با هم خط بزنیم.

$$\text{I) } Cr_{(s)} + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow \cancel{CO(g)} \qquad \Delta H_I$$
$$\text{II) } \cancel{CO(g)} + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO_2(g) \qquad \Delta H_{II} \quad (+)$$
$$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) \qquad \Delta H = \Delta H_I + \Delta H_{II}$$

نکته

اگر بلایی بر سر یک واکنش بیاوریم دقیقاً همان بلا بر سر واکنش هم می‌آید.

مثال:

$$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)\ ,\ \Delta H = -394\,kJ \begin{cases} \xrightarrow{\times(-1)} CO_2(g) \rightarrow C(s) + O_2(g)\ ,\ \Delta H = +394\,kJ \\ \xrightarrow{\times(2)} 2C(s) + 2O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)\ ,\ \Delta H = -788\,kJ \\ \xrightarrow{\times(\frac{1}{2})} \frac{1}{2}C(s) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow \frac{1}{2}CO_2(g)\ ,\ \Delta H = -197\,kJ \end{cases}$$

ابزارهای حل تست‌های قانون هس

۱ رسیدن به مواد موجود در معادلهٔ نهایی: نگاه به معادلهٔ نهایی ← ببینیم هر ماده کدام سمت است و چه ضریبی دارد ← به معادلهٔ دارای آن ماده ضریب مناسبی بدهیم تا به آن ماده با ضریبش برسیم.

اول ماده‌ای را بررسی می‌کنیم که فقط در یک معادله وجود داشته باشد.

@DaneshSad

مثال با توجه به واکنش‌های گرماشیمیایی زیر:

$$C_6H_{12}O_6(s) \rightarrow 6C(s)+6H_2(g)+3O_2(g)\ ,\ \Delta H=+1260KJ$$
$$2C(s)+3H_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow C_2H_5OH(l)\ ,\ \Delta H=-278KJ$$
$$CO_2(g) \rightarrow C(s)+O_2(g)\ ,\ \Delta H=+394KJ$$

ΔH واکنش: $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH(l)+2CO_2(g)$، 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) ۴۵۰، -۸۴ ۲) ۵۴۰، -۸۴ ۳) ۴۵۰، -۹۲ ۴) ۵۴۰، -۹۲

پاسخ مرحلهٔ اول: $C_6H_{12}O_6(s)$ در معادلهٔ نهایی سمت چپ، با ضریب ۱ است. ← معادلهٔ اول را بدون تغییر نگه می‌داریم.

$C_2H_5OH(l)$ در معادلهٔ نهایی سمت راست با ضریب ۲ است. ← معادلهٔ دوم را در ۲ ضرب می‌کنیم.

$CO_2(g)$ در معادلهٔ نهایی سمت راست با ضریب ۲ است. ← معادلهٔ سوم را معکوس و در ۲ ضرب می‌کنیم.

$$\Delta H_{\text{نهایی}}=(1)\times\Delta H_1+(2)\times\Delta H_2+(-2)+\Delta H_3=+1260+(-556)+(-788)=-84\,kJ$$

مرحلهٔ دوم: نوشتن نسبت گرما و نسبت گرم $C_6H_{12}O_6$:

$$\frac{x}{180\times1}=\frac{210}{84}\rightarrow x=450g$$

ممکن است ابزار اول برای حل بعضی تست‌ها کافی نباشد.

۲ حذف‌کردن موادی که در معادلهٔ نهایی نیستند.

تا جای ممکن با ابزار اول پیش می‌رویم ← اگر به بن‌بست خوردیم ← تعیین ضریب معادله‌ها به نحوی باید انجام شود که ماده‌ای که در معادلهٔ نهایی واکنش وجود ندارد از معادله‌ها حذف شود.

مثال با توجه به واکنش‌های داده‌شده، ΔH واکنش: $2N_2(g)+O_2(g) \rightarrow 2N_2O(g)$، چند کیلوژول است؟

$$1)\ C(s,\text{گرافیت})+N_2O(g) \rightarrow CO(g)+N_{2(g)}\ ,\ \Delta H=-193\ KJ$$
$$2)\ C(s,\text{گرافیت})+O_2(g) \rightarrow CO_2(g)\ ,\ \Delta H=-394\ KJ$$
$$3)\ 2CO(g)+O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)\ ,\ \Delta H=-566\ KJ$$

۱) +۲۱ ۲) +۱۴۴ ۳) +۱۱۹ ۴) +۱۶۴

پاسخ $N_2(g)$ در معادلهٔ نهایی سمت چپ، با ضریب ۲ است ← ضریب معادلهٔ اول: -۲

$$1)\ 2CO(g)+2N_2(g) \rightarrow 2C(s,\text{گرافیت})+2N_2O(g)\ ,\ \Delta H=+386\,kJ$$

$N_2O(g)$ خودبه‌خود به دست آمده، ولی $O_2(g)$ در دو معادله وجود دارد ← بن‌بست ابزار اول! ← گرافیت $C(s)$ در معادلهٔ نهایی نیست. ← به معادله دوم ضریب ۲ می‌دهیم تا گرافیت، $C(s)$ حذف شود.

$$2)\ 2C(s),\text{گرافیت}+2O_2 \rightarrow 2CO_2(g)\ ,\ \Delta H=-788\,kJ$$

$CO_2(g)$ در معادله نهایی وجود ندارد ← به معادلهٔ سوم ضریب ۱ می‌دهیم تا $CO_2(g)$ حذف شود.

$$3)\ 2CO_2(g) \rightarrow 2CO(g)+O_2(g)\ ,\ \Delta H=+566\,kJ$$

در نتیجه: $\Delta H_{\text{نهایی}}=(+386)+(-788)+(+566)=+164\,kJ$

- هیدروژن پراکسید (H_2O_2) ماده‌ای است که با نام تجاری آب‌اکسیژنه به فروش می‌رسد.

تهیهٔ آن از واکنش مستقیم گاز هیدروژن با اکسیژن ممکن نیست. $H_2(g)+O_2(g) \rightarrow H_2O_2(l)\ ,\ \Delta H<0$ (گرماده)

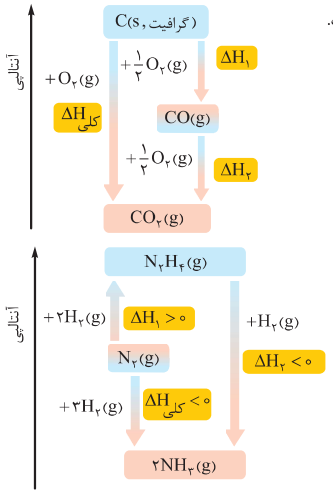
- گازهای آلاینده مانند NO، CO از اگزوز خودروها به هواکره وارد می‌شوند.

واکنش زیر، تبدیل این آلاینده‌ها به گازهایی پایدارتر و با آلایندگی کم‌تر است.

$$2CO(g)+2NO(g) \rightarrow 2CO_2(g)+N_2(g)\quad \Delta H<0 \text{ (گرماده)}$$

@DaneshSad

● واکنش سوختن کامل گرافیت را می‌توان مجموعه‌ای از دو واکنش پی‌درپی، واکنش دومرحله‌ای مطابق نمودار مقابل دانست.



یادآوری ΔH تولید $CO(g)$ را نمی‌توان به روش تجربی تعیین کرد.

● تهیهٔ آمونیاک به روش هابر از گازهای نیتروژن و هیدروژن مطابق نمودار روبه‌رو یک واکنش دومرحله‌ای است.

هیدرازین (N_2H_4) پایدارتر از آمونیاک (NH_3) است.

● ΔH یک واکنش را می‌توانیم از طریق آنتالپی سوختن مواد هم به دست بیاوریم.

$$\Delta H \text{ واکنش} = [\text{آنتالپی سوختن مواد واکنش دهنده}] - [\text{آنتالپی سوختن مواد فراورده}]$$

غذای سالم

روش‌های نگه‌داری مواد غذایی
- خشک‌کردن میوه‌ها
- تهیه ترشی
- نمک‌سودکردن

عوامل محیطی در چگونگی و زمان نگه‌داری غذا مؤثرند
- دما: دمای کم‌تر ← ماندگاری بیشتر
- نور: نور کم‌تر ← ماندگاری بیشتر
- رطوبت: رطوبت کم‌تر ← ماندگاری بیشتر
- اکسیژن: اکسیژن کم‌تر ← ماندگاری بیشتر

● در محیط مرطوب، میکروب‌ها شروع به رشد و تکثیر نموده تا جایی که مادهٔ غذایی کپک زده و سرانجام فاسد می‌شود.

● وجود پوست و پوشش میوه‌ها و خشکبار یک عامل طبیعی برای افزایش زمان ماندگاری است و مانع از ورود اکسیژن و جانداران ذره‌بینی به درون آن‌ها می‌شود.

آهنگ واکنش

گسترهٔ زمان انجام واکنش‌ها از چند صدم ثانیه تا چند سده را در بر می‌گیرد.



الف) بسیار سریع: **انفجار**، واکنش شیمیایی بسیار سریعی است که در آن از مقدار کمی مادهٔ منفجرشونده به حالت جامد یا مایع، حجم زیادی از گازهای داغ تولید می‌شود.



ب) سریع: افزودن محلول سدیم‌کلرید $(NaCl)$ به محلول نقره نیترات $(AgNO_3)$ باعث **تشکیل سریع رسوب** سفیدرنگ نقره کلرید $(AgCl(s))$ می‌شود.



پ) کند: اشیای آهنی در هوای مرطوب به کندی زنگ می‌زنند، زنگار تولیدشده در این واکنش، ترد و شکننده است و فرومی‌ریزد.



ت) بسیار کند: بسیاری از کتاب‌های قدیمی در گذر زمان زرد و پوسیده می‌شوند. این پدیده نشان می‌دهد که واکنش **تجزیهٔ سلولز کاغذ** بسیار کند رخ می‌دهد.

@DaneshSad

عوامل مؤثر بر سرعت واکنش (همه این عوامل تنها روی واکنش‌دهنده‌ها اثرگذار هستند.)

۱ **نوع مواد واکنش‌دهنده**: واکنش پذیری بیشتر ← سرعت بیشتر
سرعت واکنش پتاسیم (K) با آب، بیشتر از سرعت واکنش سدیم (Na) با آب است.

۲ **دما**: دما بیشتر ← سرعت بیشتر
- نگه‌داری طولانی‌مدت فراورده‌های گوشتی و پروتئین به حالت منجمد
- محلول بنفش‌رنگ پتاسیم پرمنگنات ($KMnO_4$) با یک اسید آلی در دمای اتاق به کندی واکنش می‌دهد، اما با گرم‌شدن محلول به سرعت بی‌رنگ می‌شود.

۳ **غلظت**: غلظت بیشتر واکنش‌دهنده‌ها ← سرعت بیشتر واکنش
- بیمارانی که مشکل تنفسی دارند، در شرایط اضطراری نیاز به تنفس از کپسول اکسیژن دارند.
- الیاف آهن داغ و سرخ شده در هوا نمی‌سوزد در حالی که در یک ارلن پر از اکسیژن می‌سوزد.

عواملی مثل حجم (v) و فشار (p) در مواردی می‌توانند روی غلظت واکنش‌دهنده‌ها اثر گذاشته و سرعت را تغییر دهند:

الف) حجم (v) ← اگر در واکنش‌دهنده‌ها (g) یا (aq) داشته باشیم:
- (g) ← حجم ظرف ↑ ⇐ غلظت ↓ ⇐ سرعت واکنش ↓
- (aq) ← حجم محلول ↑ ⇐ غلظت ↓ ⇐ سرعت واکنش ↓

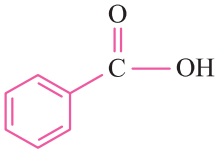
ب) فشار (p) ← اگر در واکنش‌دهنده‌ها (g) یا (aq) داشته باشیم: فشار ↑ ⇐ غلظت ↑ ⇐ سرعت واکنش ↑

۴ **کاتالیزگر**: سرعت واکنش را افزایش می‌دهد ولی خودش باقی می‌ماند.
- قند آغشته به خاک باغچه سریع‌تر می‌سوزد.
- برخی افراد با مصرف کلم و حبوبات دچار نفخ می‌شوند، زیرا فاقد آنزیمی هستند که آن‌ها را کامل و سریع هضم کند.
- محلول هیدروژن پراکسید در دمای اتاق به کندی تجزیه شده و گاز اکسیژن تولید می‌کند در حالی که افزودن دو قطره از محلول پتاسیم یدید، سرعت واکنش را به طور چشمگیری افزایش می‌دهد.

۵ **سطح تماس واکنش‌دهنده‌ها**: سطح تماس بیشتر ← سرعت بیشتر
- قاووت گردی مغذی و تهیه‌شده از مغز آفتابگردان، پسته و ... زودتر از مغز این خوراکی‌ها فاسد می‌شود.
- شعلهٔ آتش، گرد آهن موجود در کپسول چینی را داغ و سرخ می‌کند؛ در حالی که پاشیدن و پخش‌کردن گرد آهن بر روی شعله، سبب سوختن آن می‌شود.

پیوند با صنعت (کربوکسیلیک اسیدها)

نگه‌دارنده‌ها، موادی هستند که سرعت واکنش‌های شیمیایی را که منجر به فاسدشدن مادهٔ غذایی می‌شود، کاهش می‌دهند.
یکی از این مواد بنزوییک اسید ($C_7H_6O_2$) است که در تمشک و توت‌فرنگی وجود دارد.



کربوکسیلیک اسیدها، یک یا چند گروه عاملی کربوکسیل ($-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$) دارند.

آشناترین عضو کربوکسیلیک اسیدها، اتانوییک اسید (استیک اسید) با فرمول CH_3COOH است.

واکنش‌ها در طبیعت، صنعت و آزمایشگاه
- مفید و ضروری: به دنبال سرعت‌بخشیدن به آن‌ها هستیم: گوارش، تنفس، تهیهٔ دارو و تولید فراورده‌های صنعتی
- زیانبار و ناخواسته: به دنبال کاهش سرعت یا توقف آن‌ها هستیم: خوردگی وسایل آهنی، تولید آلاینده‌ها و زرد و پوسیده‌شدن کاغذ کتاب

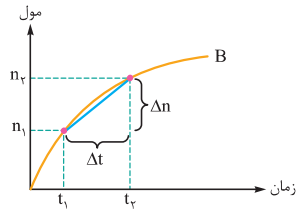
سرعت تولید یا مصرف مواد شرکت‌کننده در واکنش از دیدگاه کمّی

سرعت متوسط مصرف یا تولید مواد موجود در واکنش را می‌توان با اندازه‌گیری کمیت‌هایی مانند جرم، فشار و ... تعیین کرد.

سرعت برای یک فراورده: در واکنش فرضی $A \rightarrow B$ رابطهٔ سرعت:

$$\bar{R}_{(B)} = \frac{\Delta n_{(B)}}{\Delta t}$$

شیب نمودار ~ سرعت متوسط، نمودار صعودی، $\Delta n > 0$

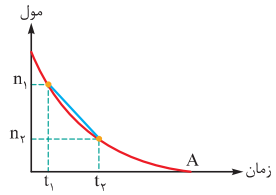


سرعت برای واکنش‌دهنده

سرعت همیشه کمیتی مثبت است، به همین دلیل یک علامت منفی در رابطه قرار می‌دهیم:

$$\bar{R}_{(A)} = -\frac{\Delta n_{(A)}}{\Delta t}$$

شیب نمودار | ~ سرعت متوسط ، نمودار نزولی، $\Delta n < 0$



@DaneshSad

یکاهای سرعت

۱) مول بر زمان: برای هر حالت فیزیکی: s، l، g و aq ... یا $(mol.min^{-1})$ یا $(mol.s^{-1})$

$$\bar{R}_{(A)} = -\frac{\Delta n_{(A)}}{\Delta t} \quad , \quad \bar{R}_{(B)} = \frac{\Delta n_{(B)}}{\Delta t}$$

۲) غلظت مولی بر زمان: برای حالت فیزیکی g یا aq ... یا $(mol.L^{-1}.min^{-1})$ یا $(mol.L^{-1}.s^{-1})$

$$\bar{R}_{(A)} = -\frac{\Delta [A]}{\Delta t} = -\frac{\Delta n_{(A)}}{v.\Delta t} \quad , \quad \bar{R}_{(B)} = \frac{\Delta [B]}{\Delta t} = \frac{\Delta n_{(B)}}{v.\Delta t}$$

غلظت مواد جامد (s) و مایع (l) خالص، با گذشت زمان تغییر نمی‌کند و ثابت است.

۳) حجم بر زمان: برای حالت فیزیکی g:

$$\bar{R}_{(A)} = -\frac{\Delta v_{(A)}}{\Delta t} = -\frac{\overbrace{\Delta n_{(A)} \times ۲۲/۴}^{\text{در STP}}}{\Delta t} \quad , \quad \bar{R}_{(B)} = \frac{\Delta v_{(B)}}{\Delta t} = \frac{\overbrace{\Delta n_{(B)} \times ۲۲/۴}^{\text{در STP}}}{\Delta t}$$

واکنش تیغهٔ روی با محلول مس (II) سولفات:

$$Zn(s) + CuSO_۴(aq) \rightarrow ZnSO_۴(aq) + Cu(s)$$

محلول آبی‌رنگ — محلول بی‌رنگ — فلز سرخ‌رنگ

واکنش‌پذیری: $Zn > Cu$

رفته‌رفته به دلیل مصرف $Cu^{۲+}(aq)$، رنگ آبی محلول کم می‌شود.

یون سولفات $(SO_۴^{۲-})$ ناظر یا تماشاچی است و می‌توان آن را حذف کرد:

$$Zn(s) + Cu^{۲+}(aq) \rightarrow Zn^{۲+}(aq) + Cu(s)$$

واکنش کلسیم کربنات با محلول هیدروکلریک اسید:

$$CaCO_۳(s) + ۲HCl(aq) \rightarrow CaCl_۲(aq) + H_۲O(l) + CO_۲(g)$$

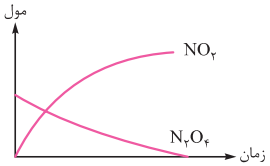
گاز $CO_۲$ به صورت حباب از مخلوط واکنش بیرون رفته و در ظرف سرباز، رفته‌رفته جرم مخلوط واکنش کاهش می‌یابد.

سرعت متوسط و شیب نمودار مول ـ زمان

در اکثر واکنش‌های شیمیایی، رفته‌رفته سرعت مصرف واکنش‌دهنده‌ها و سرعت تولید فراورده‌ها، کاهش می‌یابند.

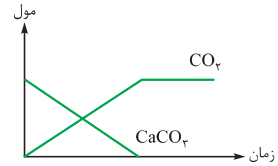
سرعت هر ماده متناسب با ضریب استوکیومتری آن است. سرعت ($|$شیب نمودار$|$) $\propto$ ضریب

$$N_۲O_۴(g) \rightarrow ۲NO_۲(g)$$



واکنش‌هایی که در سمت چپ (g) یا (aq) نداشته باشند، با سرعت ثابت انجام می‌شود.

$$CaCO_۳(s) \rightarrow CaO(s) + CO_۲(g)$$



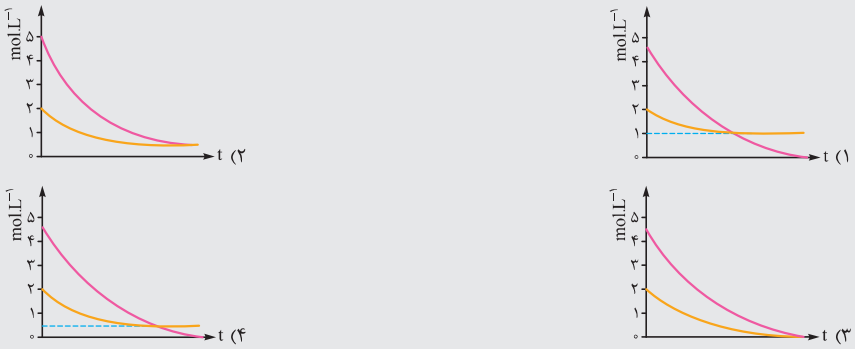
برای واکنش فرضی $aA + bB \rightarrow cC$ داریم:

$$\frac{\bar{R}(A)}{a} = \frac{\bar{R}(B)}{b} = \frac{\bar{R}(C)}{c}$$

مثال روند تقریبی نمودار تغییر غلظت نسبت به زمان برای گازهای $A_۲$ و $D_۲$ دو واکنش فرضی زیر، به کدام صورت است؟ (با این شرط که غلظت آغازی گازها $A_۲$ و $D_۲$، به ترتیب برابر با ۲ و ۴/۵ مول بر لیتر باشد.) (معادلهٔ واکنش موازنه شود.)

$$A_۲(g) + D_۲(g) \rightarrow AD_۲(g)$$

(کنکور تجربی ۱۳۹۹)



پاسخ واکنش موازنه‌شده:

$$۱A_۲(g) + ۳D_۲(g) \rightarrow ۲AD_۳(g)$$

غلظت آغازی $D_۲$، ۴/۵ مول بر لیتر است ← رد گزینهٔ (۲)

تغییرات غلظت (شیب نمودار) $A_۲$ و $D_۲$ باید طبق ضرایب استوکیومتری به صورت ۱ به ۳ باشد.

تنها گزینهٔ (۴) به این صورت است. تغییرات غلظت $A_۲$: ۱/۵ مول بر لیتر، تغییرات غلظت $D_۲$: ۴/۵ مول بر لیتر

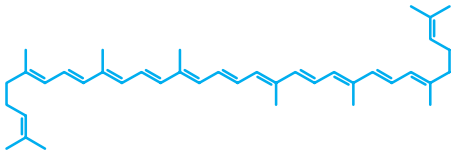
@DaneshSad

خوراکی‌های طبیعی رنگین، بازدارنده‌های مفید و مؤثر

- ترکیب‌های آلی سیرنشده‌ای به نام ریزمغذی‌ها، به عنوان بازدارنده از انجام واکنش‌های نامطلوب و ناخواسته به دلیل حضور رادیکال‌ها انجام می‌شوند، جلوگیری می‌کنند.

رادیکال: گونه‌ای فعال و ناپایدار ـ دارای الکترون جفت‌نشده ـ محتوی اتم‌هایی که از قاعدهٔ هشت‌تایی پیروی نمی‌کنند ـ واکنش‌پذیری بالا

- در بدن ما به دلیل انجام واکنش‌های متنوع و پیچیده، رادیکال‌هایی به وجود می‌آید ← اگر به وسیلهٔ بازدارنده‌ها جذب نشوند ← می‌توانند با انجام واکنش‌های سریع به بافت‌های بدن آسیب برسانند.
- مصرف خوراکی‌های محتوی بازدارنده‌ها ← به دام افتادن رادیکال‌ها ← کاهش مقدار آن‌ها ← کاهش سرعت واکنش‌های ناخواسته.
- هندوانه و گوجه‌فرنگی محتوی لیکوپن بوده که فعالیت رادیکال‌ها را کاهش می‌دهد.


- بازدارنده‌ها سبب کاهش سرعت و کاتالیزگرها سبب افزایش سرعت واکنش‌ها می‌شوند.

سرعت واکنش

سرعت واکنش برابر است با: سرعت متوسط تولید یا مصرف هر مادهٔ موجود در واکنش تقسیم بر ضریب استوکیومتری آن

- برای واکنش کلی $aA + bB \rightarrow cC + dD$ داریم:

$$\bar{R}_{(\text{واکنش})} = \frac{\bar{R}_{(A)}}{a} = \frac{\bar{R}_{(B)}}{b} = \frac{\bar{R}_{(C)}}{c} = \frac{\bar{R}_{(D)}}{d} \quad \text{یا} \quad \bar{R}_{(\text{واکنش})} = \frac{\Delta n_{(A)}}{a\Delta t} = \frac{\Delta n_{(B)}}{b\Delta t} = \frac{\Delta n_{(C)}}{c\Delta t} = \frac{\Delta n_{(D)}}{d\Delta t}$$

مثال تغییر غلظت H_2O_2 نسبت به زمان در آزمایش تجزیهٔ آن، مطابق داده‌های زیر به دست آمده است: $2H_2O_2(aq) \rightarrow 2H_2O(l) + O_2(g)$

نسبت سرعت متوسط واکنش در ۲ ثانیهٔ چهارم به سرعت متوسط در ده ثانیهٔ آخر ثبت‌شده در جدول، کدام است؟

t(s)	۰	۲/۰	۶/۰	۸/۰	۱۰/۰	۲۰/۰
$[H_2O_2(mol.L^{-1})]$	۰/۰۵۰۰	۰/۰۴۴۸	۰/۰۳۰۰	۰/۰۲۴۹	۰/۰۲۰۹	۰/۰۰۸۴

۱) ۷۴۶ ۲) ۷۸۱ ۳) ۲/۰۴ ۴) ۲/۱۰

(کنکور تجربی ۱۳۹۹)

پاسخ

$\bar{R}_{(\text{واکنش})} = \frac{\bar{R}_{(H_2O_2)}}{2} = -\frac{\Delta[H_2O_2]}{2\times\Delta t}$: سرعت متوسط واکنش در ۲ ثانیهٔ چهارم ($t = 6\,s$ تا $t = 8\,s$)

$$= -\frac{(0/0249 - 0/0300)}{2\times 2} = \frac{51\times10^{-4}}{2\times2}$$

$\bar{R}_{(\text{واکنش})} = \frac{\bar{R}_{(H_2O_2)}}{2} = -\frac{\Delta[H_2O_2]}{2\times\Delta t}$: سرعت متوسط واکنش در ده ثانیهٔ آخر($t = 10\,s$ تا $t = 20\,s$)

$$= -\frac{(0/0084 - 0/0209)}{2\times10} = \frac{125\times10^{-4}}{2\times10}$$

$$\text{نسبت خواسته شده} = \frac{\frac{51\times10^{-4}}{2\times2}}{\frac{125\times10^{-4}}{2\times10}} = \frac{51\times10}{2\times125} = \frac{510}{250} = \frac{51}{25} \xrightarrow{\times\frac{4}{4}} = \frac{51\times4}{100} = \frac{204}{100} = 2/04$$

- تبدیل قند موجود در جوانهٔ گندم (مالتوز) به گلوکز:

$$C_{12}H_{22}O_{11}(aq) + H_2O(l) \rightarrow 2C_6H_{12}O_6(aq)$$

سمنو که از جوانهٔ گندم تهیه می‌شود محتوی مواد غذایی گوناگونی از جمله مالتوز است.

- بخار ید ($I_2(g)$) بنفش‌رنگ است.

@DaneshSad