مقدمه

- 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 ماده 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.

«تکمیل در کلاس»

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

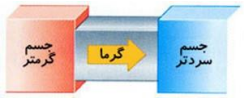
- یکای رایج دما. درجهٔ سلسیوس ($^\circ C$)
- یکای دما در SI: کلوین (K)

$$T(K) = \theta(^\circ C) + ۲۷۳$$

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.

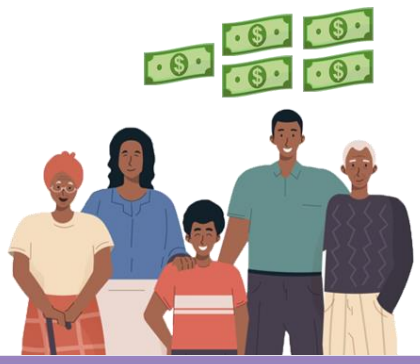
- انرژی گرمایی کمیتی است که هم به **دما** و هم به **جرم** (تعداد ذرات سازندهٔ) ماده بستگی دارد.

دما	..... انرژی.....	معیار: .....، ..... و مبادله	یکای آن:
انرژی گرمایی	..... انرژی.....		یکای آن:
گرما	از جنس.....	معیار مبادله آن..... 	مربوط به یک ماده .....

← اگر دمای جسم X بیشتر از Y باشد لزوماً انرژی گرمایی جسم X بیشتر نیست. به مثال های زیر توجه کنید:

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

یک لیوان آب $۹۰^\circ C$ __ 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 فرآیند 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.

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.	صورتی از انرژی است.	صورتی از انرژی است.
(معیاری برای بیان سردی و گرمی جسم 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		نماد: Q
یکا: $^\circ C$ یا K		یکا: J و cal

ظرفیت گرمایی (C): گرمای لازم برای افزایش دمای یک ماده به اندازهٔ **یک درجهٔ سلسیوس**. $q = C\Delta\theta$ $(J.^\circ C^{-1})$

- یکای اندازه‌گیری گرما (q) در (SI) ژول (J) است. $|Ca| = ۴/۱۸ J$, $۱ J = ۱ kg.m^۲.s^{-۱}$
- ظرفیت گرمایی به ۴ عامل وابسته است:

۱) دما ۲) فشار ۳) نوع ماده ۴) جرم

گرمای ویژه (c): گرمای لازم برای افزایش دمای **یک گرم** از ماده به اندازهٔ **یک درجهٔ سلسیوس**. $q = mc\Delta\theta$ $(J.g^{-۱}.^\circ C^{-۱})$

- گرمای ویژه به ۳ عامل وابسته است:

۱) دما ۲) فشار ۳) نوع ماده

رابطه بین ظرفیت گرمایی (C) و گرمای ویژه (c) ⇐ $C = mc$

سوال ۱: دو ظرف؛ اولی دارای ۲۰۰ گرم آب مقطر و دومی دارای ۲۵ گرم آب مقطر ، هر دو در دمای ۲۵°C را در نظر بگیرید. چند مورد از مطالب زیر ، درباره آن ها درست است؟ (تجربی ۱۴۰۰)

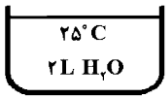
- گرمای ویژه آب در دو ظرف برابر است.
- میانگین انرژی جنبشی مولکول های آب در دو ظرف یکسان است.
- ظرفیت گرمایی اب در ظرف۲، بیشتر از ظرفیت گرمایی آب در ظرف ۱، است.
- اگر گلوله فلزی مشابه داغ با دمای یکسان را در هر ظرف وارد کنیم، دمای پایانی آب دو ظرف، برابر است.

- آب یکی از بیشترین گرماهای ویژه را دارد.

به مقایسه گرمای ویژه 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 ← واکنش پذیری بیشتر

سوال ۲: اگر در دمای ثابت از ظرف مقابل ۰/۵لیتر آب خارج شود: (نهایی ۱۴۰۳)



الف) میانگین انرژی جنبشی آن چه تغییری می‌کند؟ چرا؟

ب) انرژی گرمایی آن کاهش می‌یابد یا افزایش؟

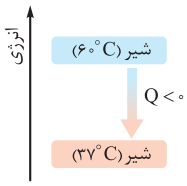
ج) ظرفیت گرمایی ویژه چه تغییری می‌کند؟

جاری‌شدن انرژی گرمایی

فرایند گرماده

- انتقال گرما از سامانه به محیط
- کاهش انرژی سامانه
- علامت Q منفی ($Q < 0$)
- مقدار Q سمت فراورده‌ها

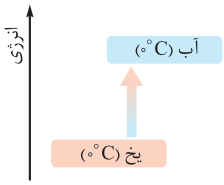
گرما + شیر ($37^\circ C$) ⟶ شیر ($60^\circ C$)



فرایند گرماگیر

- انتقال گرما از محیط به سامانه
- افزایش انرژی سامانه
- علامت Q مثبت ($Q > 0$)
- مقدار Q سمت واکنش‌دهنده‌ها

آب ($0^\circ C$) ⟶ گرما + یخ ($0^\circ C$)



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 ، $Q > 0$

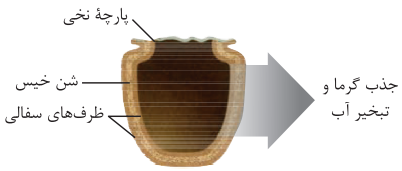
- گوارش فرایندی گرماده است.

خوردن بستنی
- فرایند هم‌دماشدن بستنی با بدن: گرماگیر، $Q > 0$
- فرایند گوارش و سوخت‌وساز بستنی: گرماده، $Q < 0$

در کل گرماده

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



سوال ۳: عبارت زیر را تکمیل کنید.(نهایی ۱۴۰۳)

فرایند گوارش و سوخت و ساز بستنی در بدن (گرماگیر / گرماده) است و در این فرایند دمای بدن (تغییر می‌کند/ ثابت است).

محاسبه گرمای مبادله شده

$$Q = mc\Delta\theta$$

سوال ۴: بر اثر جذب ۴۴۵ کیلوژول گرما، یک کیلوگرم از کدام ماده کم‌ترین تغییر دما را خواهد داشت ؟

ماده	آهن	آمونیاک	هلیم	آب
گرمای ویژه ($J.g^{-1}.°C^{-1}$)	۰/۴۵	۰/۲	۲/۵	۴/۲

سوال ۵: با نوشیدن یک لیوان شیر (۳۰۰g شیر) با دمای ۴۵°C، چند کیلوژول گرما به طور مستقیم (قبل از سوخت و ساز) وارد بدن می شود؟ (گرمای ویژه شیر را $4J.g^{-1}.K^{-1}$ و دمای بدن را ۳۷°C در نظر بگیرید.) (ریاضی خارج ۹۸)

سوال ۶: اگر ۲۴/۶ کیلوژول گرما به ۰/۵ کیلوگرم اتانول داده شود و دمای آن از ۱۹°C به ۳۹°C افزایش یابد، گرمای ویژه آن برابر چند $J.g^{-1}.°C^{-1}$ است ؟ (ریاضی ۱۴۰۰ به تفکیک)

سوال ۷: اگر ۱۳۷۲ kJ گرما دمای ۵۰۰ کیلوگرم از یک فلز را به اندازه ۱۱/۶ °C افزایش دهد، با محاسبه و با کمک جدول نشان دهید این فلز کدام است؟ (شبه نهایی ۱۴۰۴)

فلز	Au	Ag
گرمای ویژه ($J.g^{-1}.°C^{-1}$)	۰/۱۲۸	۰/۲۳۶

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: $\text{پایداری} \propto \frac{۱}{\text{سطح انرژی}}$

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

$$\underbrace{N_۲O_۴(g)}_{\text{گاز بی‌رنگ}} + Q \rightarrow \underbrace{۲NO_۲}_{\text{گاز قهوه‌ای‌رنگ}}\ (g)\ ,\ ۳O_۲(g) + Q \rightleftharpoons ۲O_۳(g)$$

انحلال آمونیوم‌نیترات در آب (بسته‌های **سرما**زا): $NH_۴NO_۳(s) + Q \xrightarrow{\text{در آب}} NH_۴^{+}(aq) + NO_۳^{-}(aq)$

فتوسنتز: $۶CO_۲(g) + ۶H_۲O(l) + Q \rightarrow C_۶H_{۱۲}O_۶(s) + ۶O_۲(g)$

← در واکنش‌های گرماده، فراورده‌ها پایدارتر از واکنش دهنده‌ها هستند. مثال:

اکسایش گلوکز: $C_۶H_{۱۲}O_۶(s) + ۶O_۲(g) \rightarrow ۶CO_۲(g) + ۶H_۲O(l) + Q$

$H_۲(g) + Cl_۲(g) \rightarrow ۲HCl(g) + Q\ ,\ N_۲(g) + ۳H_۲(g) \rightarrow ۲NH_۳(g) + Q$

همهٔ واکنش‌های سوختن، $N_۲H_۴(g) + H_۲(g) \rightarrow ۲NH_۳(g) + Q$

انحلال کلسیم‌کلرید خشک در آب (بسته‌های گرماز): $CaCl_{۲(s)} \xrightarrow{\text{در آب}} Ca^{۲+}(aq) + ۲Cl^{-}(g) + Q$

- 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**.»

«تکمیل در کلاس»

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

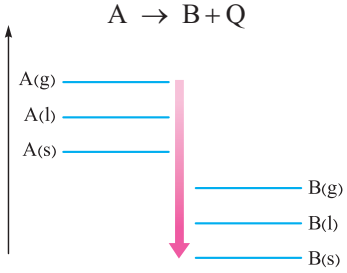
۱) نوع مواد واکنش‌دهنده و فراورده

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

۲) حالت فیزیکی مواد واکنش‌دهنده و فراورده

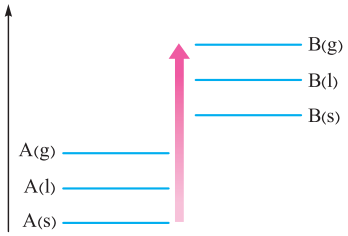
مقایسهٔ سطح انرژی: جامد $\leq$ مایع $\leq$ گاز

$A \rightarrow B + Q$



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.

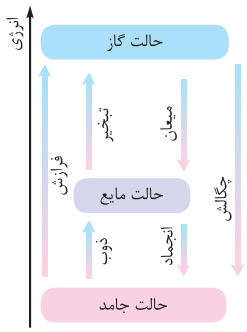
← راحت‌ترین راه برای حل تست‌های مقایسه‌ای، رسم نمودار سطح انرژی مواد است.

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

۳) مقدار مواد واکنش‌دهنده‌ها

هر چه مقدار ماده بیشتر باشد، گرمای مبادله شده نیز بیشتر است.

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



سوال ۸: در واکنش فتوسنتز در کدام حالت کمترین مقدار گرما مبادله شده است؟

۱) $6CO_2(g) + 6H_2O(g) \rightarrow C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g)$

۲) $6CO_2(g) + 6H_2O(l) \rightarrow C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g)$

۳) $6CO_2(g) + 6H_2O(l) \rightarrow C_6H_{12}O_6(l) + 6O_2(g)$

۴) $6CO_2(g) + 6H_2O(g) \rightarrow C_6H_{12}O_6(l) + 6O_2(g)$

سوال ۹: واکنش سوختن متانول در ۴ حالت زیر انجام گرفته است، در کدام حالت کمترین مقدار گرما مبادله شده است؟

۱) $2CH_3OH(g) + 3O_2(g) \rightarrow 4H_2O(g) + 2CO_2(g)$

۲) $2CH_3OH(l) + 3O_2(g) \rightarrow 4H_2O(g) + 2CO_2(g)$

۳) $2CH_3OH(g) + 3O_2(g) \rightarrow 4H_2O(l) + 2CO_2(g)$

۴) $2CH_3OH(l) + 3O_2(g) \rightarrow 4H_2O(l) + 2CO_2(g)$

سوال ۱۰: با توجه به واکنش‌ها پاسخ دهید. (نهایی ۱۴۰۳)

(۱) $A(s) + 3B(g) \longrightarrow 2D(l) + 84kJ$

(۲) $C(g) + B(g) \longrightarrow 2D(l) + 162kJ$

الف) در کدام واکنش مواد واکنش‌دهنده پایدارتر هستند؟ چرا؟

ب) اگر در واکنش (۲) ماده به حالت جامد تولید شود آنتالپی واکنش کدام مقدار می‌تواند باشد؟ (۱۷۳- یا ۱۶۲- یا ۱۴۵-)

سوال ۱۱: اگر در واکنش زیر حالت فیزیکی متانول از گاز به مایع تبدیل شود، مقدار آنتالپی واکنش (افزایش/کاهش) می یابد. (شبه نهایی ۱۴۰۴)

$CO(g) + 2H_2(g) \rightarrow CH_3OH(g) + 91\ kJ$

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

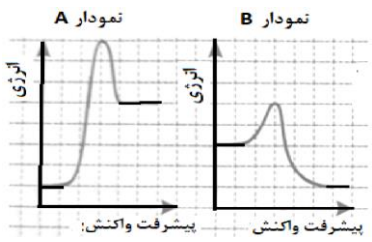
ΔH همانند گرمای واکنش در دما و فشار ثابت، به سه عامل وابسته است:

۱) نوع مواد واکنش‌دهنده و فراورده

۲) حالت فیزیکی واکنش دهنده و فراورده

۳) مقدار واکنش‌دهنده‌ها

سوال ۱۲: با توجه به نمودار های « A و B » ، کدام نمودار مربوط به یک واکنش گرماگیر است؟ چرا؟ (نهایی شهریور ۹۹)



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 ($kJ\ mol^{-1}$)	۲۴۲	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	N _ N	O _ O
میانگین آنتالپی ($kJ\ mol^{-1}$)	۳۸۰	۳۹۱	۴۶۳	۳۴۸	۶۱۴	۸۳۹	۱۶۳	۱۴۶

برای برخی پیوندها باید از واژه «آنتالپی پیوند» و برای برخی از واژه «میانگین آنتالپی پیوند » استفاده کرد.

برای تشخیص واژه درست ابتدا لوویس دو اتم را کنار هم نوشته و با پیوند الکترون های پیوندی آن ها را به هم وصل می کنیم:

- اگر تک الکترون بماند باید از واژه «میانگین آنتالپی پیوند » استفاده کنیم، مثل C=C , C=O , C-H
- اگر تک الکترون نماند باید از واژه «آنتالپی پیوند » استفاده کنیم، مثل O=O , H-H

«تکمیل در کلاس»

سوال ۱۳: ایراد های واکنش زیر را مشخص کنید تا تبدیل به آنتالپی پیوند C-H شود.

$CH_4(g) \rightarrow C(s) + H_2(g)$

سوال ۱۴: برای کدام پیوند در مولکول داده شده از مفهوم میانگین آنتالپی پیوند استفاده نمی شود؟ (تجربی ۱۴۰۳)

۱) H-Br در هیدروژن برمید

۲) C-H در دی کلرو متان

۳) C-C در پروپان

۴) O-H در آب

سوال ۱۵: به کار بردن اصطلاح میانگین آنتالپی پیوند برای پیوند (H-F / O-H) مناسب تر است. (شبه نهایی ۱۴۰۴)

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:

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

سوال ۱۶: آنتالپی پیوند بین کدام دو اتم، در مقایسه با گونه های دیگر پیشنهاد شده، بیشتر است؟ (ریاضی ۹۶)

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

آنتالپی پیوند، راهی برای تعیین ΔH واکنش

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

- 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]

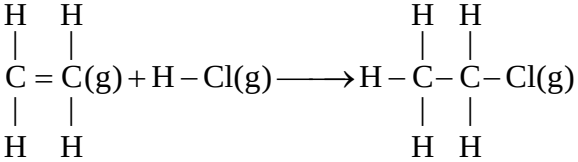
- هر چه مولکول‌های یک واکنش ساده‌تر ← مولکول‌های دواتمی بیشتر ← استفادهٔ بیشتر از آنتالپی پیوندی ← دقیق‌تر ← همخوانی بیشتر ΔH با داده‌های تجربی
- هر چه مولکول‌های یک واکنش پیچیده‌تر ← مولکول‌های چنداتمی بیشتر ← استفادهٔ بیشتر از میانگین آنتالپی پیوند ← دقت کم‌تر ← همخوانی کم‌تر ΔH با داده‌های تجربی

سوال ۱۷: با توجه به داده های جدول زیر ، ΔH واکنش زیر، چند کیلو ژول است ؟ (ریاضی ۹۸)

نوع پیوند	$C \equiv O$	$H-H$	$C-H$	$C-O$	$O-H$
آنتالپی $(KJ.mol^{-1})$	۱۰۷۵	۴۳۶	۴۱۴	۳۵۱	۴۶۴

$$CO(g) + 2H_2(g) \rightarrow CH_3OH(g)$$

سوال ۱۸: گاز کلرواتان در افشانه‌های بی‌حس کننده موضعی کاربرد دارد و از واکنش گاز اتن با گازهیدروژن کلرید (HCl) به دست می‌آید. اگر مجموع آنتالپی پیوند واکنش‌دهنده‌ها در واکنش زیر برابر با (۲۷۰۵+) کیلوژول و آنتالپی واکنش (۵۹-) کیلوژول باشد. با توجه به جدول داده شده آنتالپی پیوند C-H را محاسبه کنید. (نهایی ۱۴۰۳)



پیوند	$C-C$	$C-Cl$
میانگین انرژی پیوند $(kJ.mol^{-1})$	۳۴۸	۳۳۹

پیوند با زندگی (گروه‌های عاملی)

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

فرمول(مشترک)	اتم های اضاف شده	وسـت!!	آخر(همراه با H)
		اتـر	الکل
		کـتـون	آلدهید
		اسـتـر	اسید

«تکمیل در کلاس»

گروه های عاملی «آمین» و «آمید» را مقایسه کنید:

در سوالاتی که یک ساختار داریم و باید گروه های عاملی را تشخیص بدهیم.

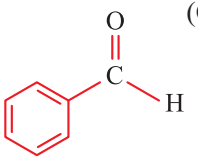
برخی گروه های عاملی بزرگ تر را داریم که حاصل اتصال دو گروه عاملی کوچکتر هستند و اگر در ساختاری بودند باید گروه عاملی بزرگتر را انتخاب کنیم:

- گروه عاملی کربوکسیل = یک گروه کربونیل + یک گروه هیدروکسیل
- گروه عاملی آمیدی = یک گروه کربونیل + یک گروه آمینی
- گروه عاملی استری = یک گروه کربونیل + یک گروه اتری

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 $(C_nH_{2n}O)$	$-C(=O)-H$ آلدهیدی	$R-C(=O)-H$ 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 $(C_nH_{2n}O)$	$-C(=O)-$ کربونیل	$R-C(=O)-R'$ R و R′ گروه هیدروکربنی هستند.	۳	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2-C(=O)-CH_3$ ۲ـ هپتانون	
کربوکسیلیک اسیدها $(C_nH_{2n}O_2)$	$-C(=O)-OH$ کربوکسیل	$R-C(=O)-OH$ R هیدروژن یا گروه هیدروکربنی است.	۱	$CH_3-C(=O)-OH$ اتانوئیک (استیک) اسید	ایزومر**
استرها $(C_nH_{2n}O_2)$	$-C(=O)-O-$ استری	$R-C(=O)-O-R'$ R′ گروه هیدروکربنی است؛ ولی R هیدروژن یا گروه هیدروکربنی می‌تواند باشد.	۲	$CH_3CH_2CH_2-C(=O)-O-CH_2CH_3$ 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 $(C_nH_{2n+1}NO)$	$-C(=O)-N(-)-$ آمیدی	$R-C(=O)-N(-R')-R''$ R، R′ و R″ هیدروژن یا گروه هیدروکربنی هستند.	۱	$H-C(=O)-NH-H$ متانامید	

*- فرمول مولکولی برای ترکیب‌های یک‌عاملی و سیرشده

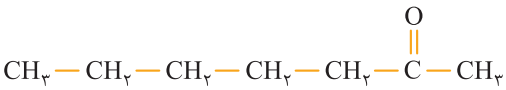
**- اگر تعداد کربن‌ها یکسان باشد.



حداقل یک طرف H باشد ← آلدهید (آلدهیدی) مثل بنز آلدهید (C_7H_6O)

نشانهٔ وجود یک گروه عاملی به نام کربونیل است.

دو طرف C باشد ← کتون (کربونیل) مثل ۲– هپتانون ($C_7H_{14}O$)



—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)

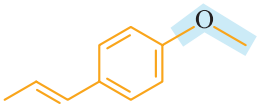
اگر فقط ساختار ماده در کتاب درسی آمده باشد؛ صرفاً باید ویژگی‌هایش را بلد باشین (مانندگروه‌های عاملی آن، سیر شده یا سیر نشده بودن و ...) مثل ویتامین‌ها، ترکیب موجود در گشنیز و ...

ترکیب آلی موجود در گشنیز:

گروه عاملی موجود: الکلی (هیدروکسیل)

سیرنشده (با ۲ مول H_2 سیر می‌شود.)

ترکیب آلی موجود در رازیانه:

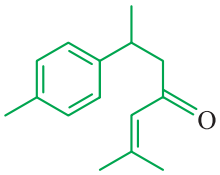


گروه عاملی موجود: اتری

آروماتیک (دارای حلقهٔ بنزن) و حلقوی

سیرنشده (با ۴ مول H_2 سیر می‌شود.)

ترکیب آلی موجود در زردچوبه:

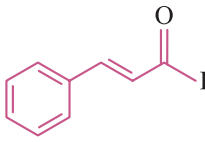


گروه عاملی موجود: کتون (کربونیل)

آروماتیک (دارای حلقه بنزن) و حلقوی

سیرنشده (با ۴ مول H_2 سیر می‌شود.)

ترکیب آلی موجود در دارچین:

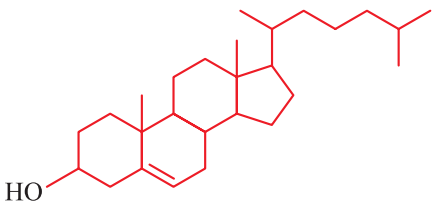


گروه عاملی موجود: آلدهیدی

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)

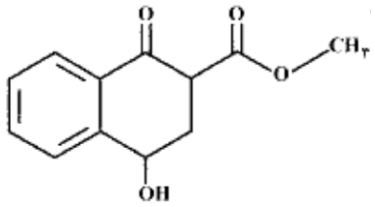
حلقوی (دارای ۴ حلقه)

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.

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

سوال ۱۹: در مولکول ترکیبی با ساختار زیر، کدام گروه های عاملی وجود دارند؟ (تجربی ۹۵)



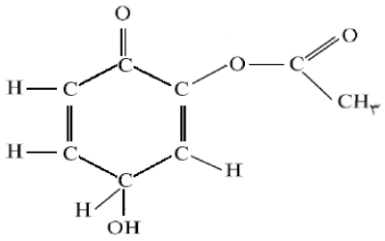
۱) استری ، آلدهیدی ، الکلی

۲) اتری ، آلدهیدی ، الکلی

۳) استری ، کتونی ، الکلی

۴) اتری ، کتونی ، الکلی

سوال ۲۰: در ساختار مولکولی ترکیب رو به رو، کدام گروه های عاملی شرکت دارند؟ (سراسری)



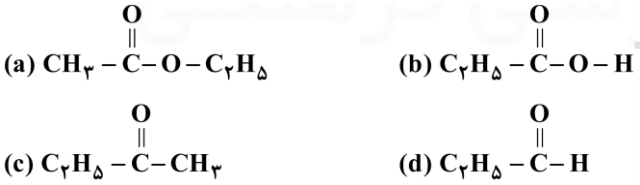
۱) کتونی – الکلی – استری

۲) آلدهیدی – الکلی – استری

۳) کتونی – الکلی – کربوکسیلی

۴) آلدهیدی – الکلی – کربوکسیلی

سوال ۲۱: در میان ترکیب های زیر، کدام یک به ترتیب از دسته کتون ها، استرها و اسیدهای کربوکسیلیک اند؟ (سراسری)



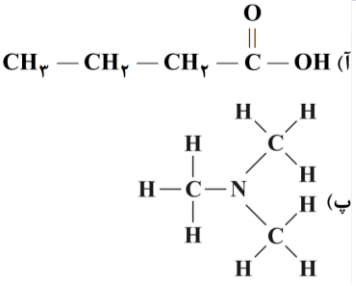
۱) b ، a ، c

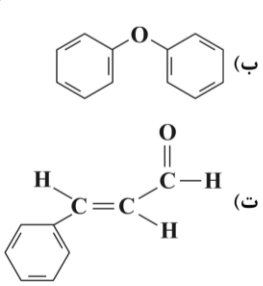
۲) c ، b ، a

۳) d ، a ، c

۴) c ، b ، a

سوال ۲۲: با توجه به فرمول ساختاری ترکیب های زیر، می توان دریافت که ترکیب ..... یک ..... و ترکیب ..... یک ..... است. (سراسری)





۱) (ب) اتر، ت) کتون ۲) (آ) استر ، پ) آلکان ۳) (ب) کتون، ت) آلدهید ۴) (آ) کربوکسیلیک اسید، پ) آمین

سوال ۲۳: در میان ترکیب های زیر، کدام یک به ترتیب، از دسته استرها، اسیدهای کربوکسیلیک و کتون ها هستند؟ (سراسری)

(A) $CH_3-CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-H$

(B) $H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-CH_2-CH_3$

(C) $CH_3-CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$

(D) $CH_3-CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$

سوال ۲۴: کدام مورد درباره ترکیب آلی سیر شده دارای ۵ اتم کربن و یک اتم اکسیژن و بدون شاخه فرعی، نادرست است؟(تجربی ۱۴۰۳)

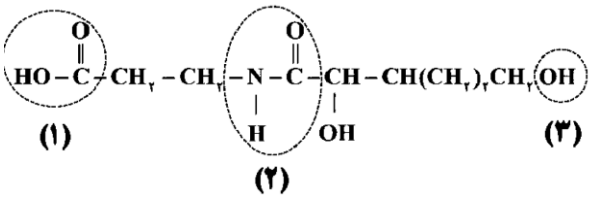
۱) اگر اکسیژن با یک جفت پیوند یگانه به یک کربن متصل باشد، مولکول به یقین الکل است.

۲) اگر اکسیژن به هیدروژن متصل باشد، مولکول به یقین الکل است.

۳) اگر اکسیژن فقط به یک کربن متصل باشد، مولکول به یقین کتون است.

۴) اگر اکسیژن به دو کربن متصل باشد، مولکول به یقین اتر است.

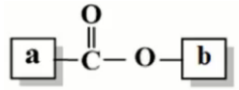
سوال ۲۵: با توجه به ساختار زیر که مربوط به ویتامین B_5 است به پرسش‌ها پاسخ دهید. (نهایی ۱۴۰۳)



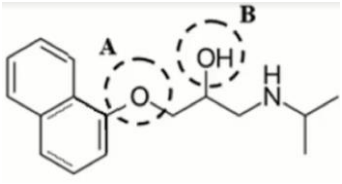
الف) نام گروه‌های عاملی مشخص شده را بنویسید.

ب) این ویتامین در آب محلول است یا در چربی؟ چرا؟

سوال ۲۶: فرمول همگانی استرها را می توان به صورت رو به رو نمایش داد. کدام یک از قسمت های (a یا b) می تواند گروه هیدروکربنی یا اتم هیدروژن باشد؟(شبه نهایی ۱۴۰۴)



سوال ۲۷: در ترکیب زیر نام گروه های عاملی A و B را بنویسید و مشخص کنید این ترکیب سیر شده یا سیر نشده است؟(شبه نهایی ۱۴۰۴)



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 سوختی

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
$C_3H_6(g)$	−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 ($kJ.g^{-1}$): CH_4 (متان) $> C_2H_6$ (اتان) $> C_3H_8$ (پروپان).

نکته

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

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

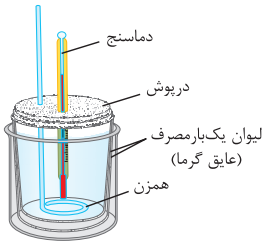
نکته

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.

سوال ۲۸: به سوالات زیر پاسخ دهید.($g.mol^{-1}$: C =۱۲ و H =۱)

- اگر از سوختن کامل ۱/۳ گرم گازاتین ۶۵ کیلوژول گرما آزاد شود، ارزش سوختی آن چند $kJ.g^{-1}$ است (نهایی ۱۴۰۳)

- اگر آنتالپی سوختن اتن برابر ۱۴۱۰- کیلوژول بر مول باشد، ارزش سوختی آن چند کیلوژول بر گرم است. (شبه نهایی ۱۴۰۴)

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.

$$\text{I)}\ Cr_{(s)} + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow \cancel{CO(g)} \qquad \Delta H_I$$

$$\text{II)}\ \cancel{CO(g)} + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO_2(g) \qquad \Delta H_{II}$$

$$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) \qquad \Delta H = \Delta H_I + \Delta H_{II}$$

نکته

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

مثال:

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

$$\xrightarrow{\times(-1)} CO_2(g) \rightarrow C(s) + O_2(g), \Delta H = +394\,kg$$

$$\xrightarrow{\times(2)} 2C(s) + 2O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g), \Delta H = -788\,kg$$

$$\xrightarrow{\times(\frac{1}{2})} \frac{1}{2}C(s) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow \frac{1}{2}CO_2(g), \Delta H = -197\,kg$$

ابزارهای حل تست‌های قانون هس

«تکمیل در کلاس»

در سوالات قانون هس،

یک واکنش نهایی مطلوب ماست(T) و آنتالپی تعدادی واکنش را داریم(a,b,c)

۱. هر واکنش داده شده در سوال(a,b,c) فقط نیاز به یک ضریب دارد که در آنتالپی آن واکنش ضرب شود.

۲. برای ضریب دادن به واکنش ها، اولویت با واکنشی است که در آن ماده ای باشد که فقط در ..... و فقط ..... باشد.

۳. در این روش برای هر ماده فقط دو چیز را چک می کنیم: الف. جهت ماده نسبت به فلش(- برای تغییر) ب. ضریب ماده

۴. اگر با مراحل فوق تمام واکنش ها ضریب نگرفته باشند از واکنش بی ضریب یک ماده را انتخاب کرده و برای آن از روش تستی تبسی(Tabc) استفاده میکنیم!

به این صورت که سمت چپ فلش را با علامت منفی و راست را با علامت مثبت فرض می کنیم و تعداد هر ماده در واکنش را برابر حاصل ضرب ضریب همان ماده در ضریب واکنشش در نظر می گیریم، سپس:

.....

- 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.

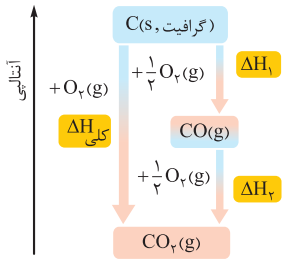
$$H_2(g) + O_2(g) \rightarrow H_2O_2(l) \quad , \quad \Delta H < 0$$ (گرماده)

- 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.

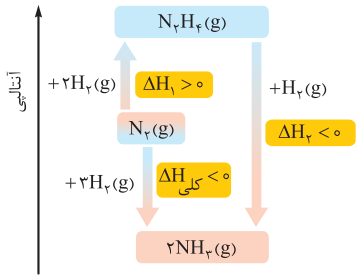
$$2CO(g) + 2NO(g) \rightarrow 2CO_2(g) + N_2(g) \quad \Delta H < 0$$ (گرماده)

- 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) **نا**پایدارتر از آمونیاک (NH_3) است.

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

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

- 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.

سوال ۲۹: با توجه به واکنش های زیر، ΔH واکنش : $2CH_4(g) \rightarrow C_2H_6(g) + H_2(g)$، چند کیلوژول است؟ (تجربی ۹۸)

a) $2C_2H_6(g) + 7O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 6H_2O(l)$. $\Delta H=-3120kJ$

b) $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l)$. $\Delta H=-890kJ$

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

سوال ۳۰: با توجه به واکنش های زیر، ΔH واکنش: $C_2H_4(g) + 6F_2(g) \rightarrow 2CF_4(g) + 4HF(g)$، چند کیلوژول است؟ (تجربی خارج ۹۶)

آ) $2C_{(s-\text{گرافیت})} + 2H_2(g) \rightarrow C_2H_4(g), \Delta H = -52kJ$

ب) $2HF(g) \rightarrow F_2(g) + H_2(g), \Delta H = +537kJ$

ج) $CF_4(g) \rightarrow C_{(s-\text{گرافیت})} + 2F_2(g), \Delta H = +680kJ$

سوال ۳۱: با توجه به واکنش های گرماشیمیایی زیر، ΔH واکنش :$C_6H_{12}O_6(s) \rightarrow 2C_2H_5OH(l)+2CO_2(g)$ برابر چند کیلوژول است ؟ (تجربی ۱۴۰۰ به تفکیک)

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

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

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

سوال ۳۲: با توجه به واکنش های زیر، مقدار ΔH واکنش: $2NH_3(g) + 3N_2O(g) \rightarrow 4N_2(g) + 3H_2O(l)$ ، چند کیلوژول است؟ (تجربی خارج ۹۸ به تفکیک)

a) $4NH_3(g) + 3O_2(g) \rightarrow 2N_2(g) + 6H_2O(l)$. $\Delta H=-1531kJ$

b) $N_2O(g) + H_2(g) \rightarrow N_2(g) + H_2O(l)$ $\Delta H=-367/4J$

c) $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$. $\Delta H=-571/8kJ$

سوال ۳۳: با توجه به واکنش های داده شده، ΔH واکنش : $FeO(s) + CO(g) \rightarrow Fe(s) + CO_2(g)$، چند kJ است؟(تجربی ۹۷)

a) $Fe_2O_3(s) + 3CO(g) \rightarrow 2Fe(s) + 3CO_2(g)$. $\Delta H^\circ = -23kJ$

b) $CO_2(g) + 2Fe_3O_4(s) \rightarrow CO(g) + 3Fe_2O_3(s)$. $\Delta H^\circ = +39kJ$

c) $Fe_3O_4(s) + CO(g) \rightarrow 3FeO(s) + CO_2(g)$. $\Delta H^\circ = +18kJ$

سوال ۳۴: بر پایهٔ واکنش های گرماشیمیایی داده شده، تهیهٔ یک مول اتانول از تخمیر گلوکز(به حالت جامد)، چند کیلوژول انرژی آزاد می کند؟ (گاز کربن دی اکسید، فراورده‌ٔ دیگر واکنش است.) (تجربی ۱۴۰۳)

$C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(l)$, $\Delta H = -۲۸۰۵$ kJ

$C_2H_5OH(l) + O_2(g) \rightarrow CH_3COOH(l) + H_2O(l)$, $\Delta H = -۴۹۳$ kJ

$CH_3COOH(l) + 2O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 2H_2O(l)$, $\Delta H = -۸۷۴$ kJ

سوال ۳۵: با توجه به اطلاعات داده شده آنتالپی واکنش زیر را حساب کنید. (نهایی ۱۴۰۳)

$$۲H_3BO_3(aq) \rightarrow B_2O_3(s) + ۳H_2O(l) \quad \Delta H = ?$$

۱) $H_3BO_3(aq) \rightarrow HBO_2(aq) + H_2O(l)$ $\quad \Delta H_1 = -۰/۰۲kJ$

۲) $\frac{۱}{۲}H_2B_4O_7(s) + \frac{۱}{۲}H_2O(l) \rightarrow ۲HBO_2(aq)$ $\quad \Delta H_2 = -۵/۶۵kJ$

۳) $\frac{۱}{۲}H_2B_4O_7(s) \rightarrow B_2O_3(s) + \frac{۱}{۲}H_2O(l)$ $\quad \Delta H_3 = +۸/۷۵kJ$

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.

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:

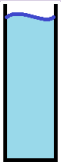
الف) حجم (v) ← اگر در واکنش‌دهنده‌ها (g) یا (aq) داشته باشیم
- (g) ← حجم ظرف ↑ ⇐ غلظت ↓ ⇐ سرعت واکنش ↓
- (aq) ← حجم محلول ↑ ⇐ غلظت ↓ ⇐ سرعت واکنش ↓

ب) فشار (p) ← اگر در واکنش‌دهنده‌ها (g) 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.

سوال ۳۶: با گذاشتن علامت کمتر و بیشتر، سرعت انجام واکنش های زیر را مقایسه کنید:(به جز عامل مقایسه شده، سایر عوامل را یکسان فرض کنید)

- سرعت سوختن مقداری متانول در ظرف سرعت سوختن همان مقدار متانول در ظرف 
- سرعت سوختن مقدار مشخصی هیدروژن در ۱۰۰لیتر اکسیژن ☐ سرعت سوختن همان مقدار هیدروژن در ۱۰لیتر اکسیژن
- سرعت واکنش ۵۰۰ میلی لیتر محلول حاوی ۲ مول نقره نیترات با سدیم کلرید ☐ ۱۰۰ میلی لیتر محلول حاوی ۱ مول نقره نیترات با سدیم کلرید
- سرعت تجزیه ۴۰ گرم آب به هیدروژن و اکسیژن ☐ سرعت تجزیه ۱ گرم آب به هیدروژن و اکسیژن
- سرعت واکنش هابر در فشار ۲ اتمسفر ☐ سرعت همین واکنش در فشار اتاق(۱اتمسفر)
- سرعت واکنش تجزیه کلسیم کربنات در فشار ۲ اتمسفر ☐ سرعت همین واکنش در فشار اتاق
- سرعت واکنش زنگ زدن اشیای آهنی در هوای مرطوب ☐ سرعت واکنش $NaCl(aq)$ با $AgNO3(aq)$(شبه نهایی ۱۴۰۴)
- سرعت واکنش روغن مایع در ظرف ☐ سرعت واکنش روغن مایع در ظرف (شبه نهایی ۱۴۰۴)

سوال ۳۷: با توجه به واکنش داده شده، تغییر کدام عامل، سبب کاهش سرعت واکنش(با یکای مول بر لیتر بر ثانیه) می شود؟ (تجربی اردیبهشت ۱۴۰۳)

$$Zn(s) + 2HCl(aq) \rightarrow ZnCl_2(aq) + H_2(g)$$

الف: اضافه کردن آب به مخلوط واکنش

ب: افزایش مقدار روی

پ: افزایش غلظت محلول هیدروکلریک اسید

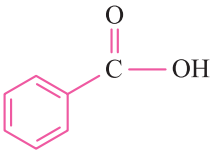
ت: استفاده از تکه ای روی به جای گرد آن

۱) «ب» و «ت» ۲) «ب» و «پ» ۳) «الف» و «ت» ۴) «الف» و «ب»

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

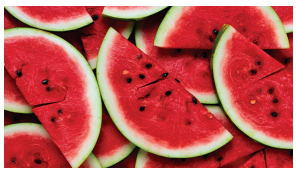
← زیانبار و ناخواسته: به دنبال کاهش سرعت یا توقف آن‌ها هستیم: خوردگی وسایل آهنی، تولید آلاینده‌ها و زرد و شدن کاغذ کتاب

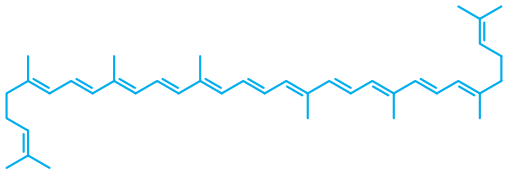
خوراکی‌های طبیعی رنگین، بازدارنده‌های مفید و مؤثر

- 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

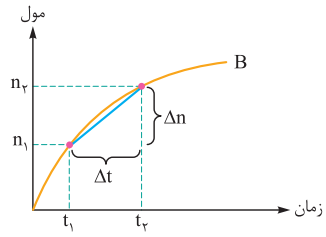
- در بدن ما به دلیل انجام واکنش‌های متنوع و پیچیده، رادیکال‌هایی به وجود می‌آید ← اگر به وسیلهٔ بازدارنده‌ها جذب نشوند ← می‌توانند با انجام واکنش‌های سریع به بافت‌های بدن آسیب برسانند.
- مصرف خوراکی‌های محتوی بازدارنده‌ها ← به دام افتادن رادیکال‌ها ← کاهش مقدار آن‌ها ← کاهش سرعت واکنش‌های ناخواسته.
-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





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

سرعت 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.

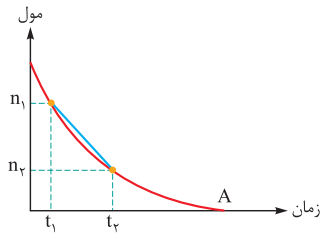
سرعت برای یک فراورده: در واکنش فرضی $A \rightarrow B$ رابطهٔ سرعت: $\bar{R}_{(B)} = \frac{\Delta n_{(B)}}{\Delta t}$

شیب نمودار ~ سرعت متوسط، نمودار صعودی، $\Delta n > ۰$

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, $\Delta n < ۰$



یکاهای سرعت:

۱) مول بر زمان: برای هر حالت فیزیکی: s، l، g و aq

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

$(mol.s^{-۱})$ یا $(mol.min^{-۱})$ یا...

۲) غلظت مولی بر زمان: برای حالت فیزیکی g یا aq

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

$(mol.L^{-۱}.s^{-۱})$ یا $(mol.L^{-۱}.min^{-۱})$ یا...

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

۳) حجم بر زمان: برای حالت فیزیکی g:

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

- 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 واکنش

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

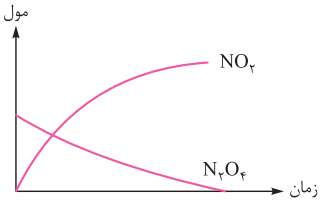
- برای واکنش کلی $aA + bB \rightarrow cC + dD$ داریم:

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

سرعت متوسط و شیب نمودار مول-زمان

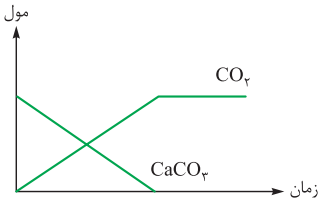
- در اکثر واکنش‌های شیمیایی، رفته‌رفته سرعت مصرف واکنش‌دهنده‌ها و سرعت تولید فراورده‌ها، کاهش می‌یابند.

$N_2O_4(g) \rightarrow 2NO_2(g)$



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

$CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)$



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

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

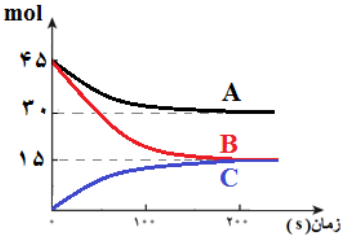
$$\frac{\bar{R}(A)}{a} = \frac{\bar{R}(B)}{b} = \frac{\bar{R}(C)}{c}$$

«تکمیل در کلاس»

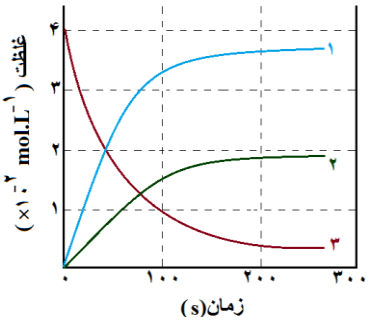
سوال ۳۸: عبارت درست را از درون پرانتز انتخاب کنید.

- هندوانه و گوجه فرنگی محتوی لیکوپن بوده که (بازدارنده / نگهدارنده) محسوب می‌شود. (نهایی ۱۴۰۳)
- هر چه ضریب استوکیومتری یک ماده در معادله موازنه شده واکنش بیشتر باشد شیب نمودار مول - زمان آن کمتر است. (درست /نادرست) (نهایی ۱۴۰۳)
- لیکوپن فعالیت رادیکال ها را در بدن (افزایش/کاهش) می دهد. (شبه نهایی ۱۴۰۴)

سوال ۳۹: واکنش موازنه شده مربوط به نمودار « مول – زمان» رو به رو را بنویسید؟

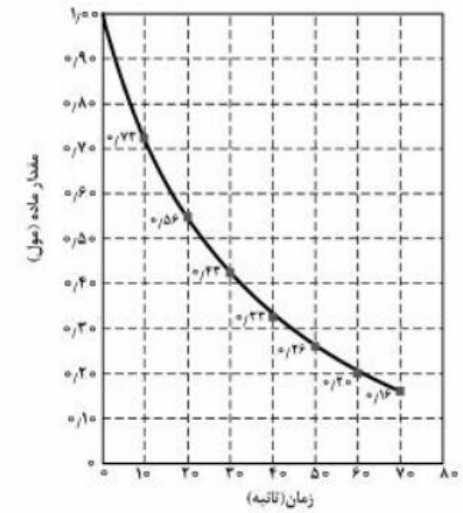


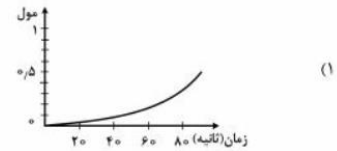
سوال ۴۰: با توجه به شکل زیر ، که تغییر غلظت واکنش دهنده و فراورده ها را در واکنش $2NO_2(g) \longrightarrow 2NO(g) + O_2(g)$ نشان می دهد، هر نمودار مربوط به تغییر غلظت کدام ماده است؟(سراسری)

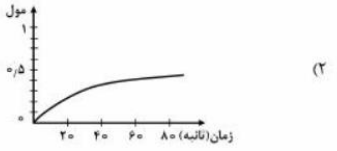


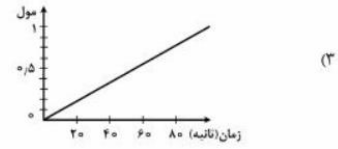
سوال ۴۱: در یک واکنش شیمیایی رابطهٔ $\overline{R}_{\text{واکنش}} = \frac{\Delta nA}{2\Delta t} = \frac{\Delta nB}{3\Delta t} = \frac{-\Delta nC}{\Delta t}$ برقرار است، معادله موازنه شده ی واکنش را بنویسید؟

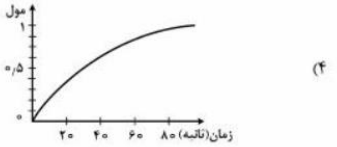
سوال ۴۲: اگر نمودار پیشرفت واکنش تجزیهٔ هیدروژن پراکسید به صورت روبه‌رو باشد، کدام نمودار نشان‌دهندهٔ تقریبی تغییر مقدار اکسیژن در این واکنش است؟ (ریاضی ۹۶) $2H_2O_2(aq) \rightarrow 2H_2O(l) + O_2(g)$



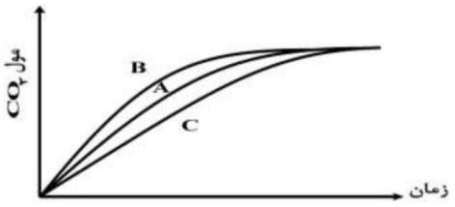
۱) 

۲) 

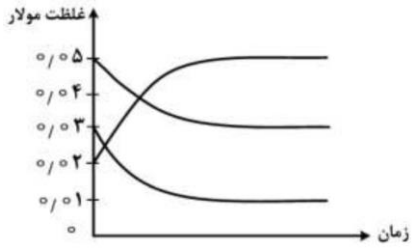
۳) 

۴) 

سوال ۴۳: با توجه به شکل زیر که درباره واکنش مقدار معینی از کلسیم کربنات با هیدروکلریک اسید(در سه ظرف جداگانه) در دماهای ۲۵°C و ۰°C با محلول ۰/۱ مولار هیدروکلریک اسید و در دمای ۲۵°C با محلول ۰/۲ مولار این اسید است، مشخص کنید هر نمودار به کدام دما و غلظت مربوط است. (تجربی ۹۷)



سوال ۴۴: با توجه به نمودار پیشرفت واکنش نسبت به زمان رو به رو ، مجموع ضریب های استوکیومتری مواد شرکت کننده در واکنش ، کدام است ؟ (ریاضی خارج ۹۷)



مسائل سرعت(سینتیک)

۳ گام سرعت

در تمام سوالات سرعت باید سه گام زیر را بررسی کنیم:

- گام ۱: چک کنیم اطلاعات را برای کدام ماده داریم و درباره کدام ماده از ما سوال شده است.

تغییرات مقدار مواد، متناسب با ضرایب واکنش موازنه شده آن هاست. (سرعت کلی واکنش مانند سرعت ماده ای با ضریب ۱ می باشد.)

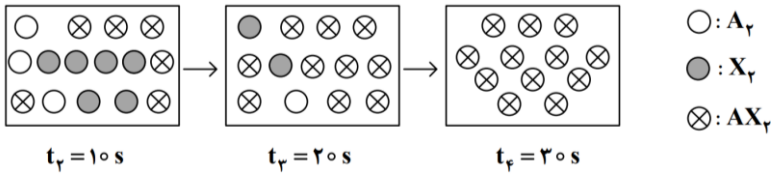
- گام ۱: چک کنیم چه یکاهایی در سوال داده شده است و چه یکایی را از ما می خواهد و تبدیل یکا را انجام دهیم.

تبدیل های رایج: دقیقه به ثانیه(۶۰ ثانیه = ۱ دقیقه) مول به مول بر لیتر (مول تقسیم بر لیتر= [غلظت])

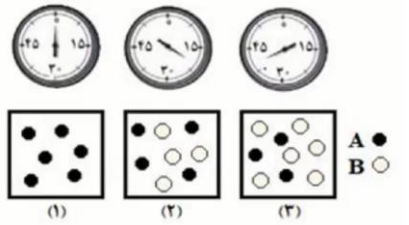
- گام ۳: جایگذاری اطلاعات در رابطه سرعت.

$$\text{سرعت هر ماده} = \frac{\text{تغییرات همان ماده}}{\text{زمان همان تغییرات}}$$

سوال ۴۵(vip): در دمای ثابت گازهای A_2 و X_2 ، متناسب با ضرایب استوکیومتری، وارد ظرف دو لیتری می شوند. اگر شکل زیر، قسمتی از واکنش مربوط به آن ها را نشان دهد، سرعت واکنش در گسترهٔ زمانی ۲۰ تا ۳۰ ثانیه، برابر چند مول بر لیتر بر ثانیه است؟(هر ذره، معادل ۰/۰۵ مول است و گاز AX_2 تشکیل می شود.) (کنکور سراسری تجربی ۱۴۰۴)



سوال ۴۶(vip): شکل زیر واکنش فرضی $A(g) \rightarrow 2B(g)$ را در دمای معینی نشان می دهد. اگر هر ذره هم‌ارز با ۰/۱ مول از ماده و سامانه دو لیتری باشد: (شبه نهایی ۱۴۰۴)



آ) سرعت واکنش را در ۲۰ دقیقه نخست، بر حسب مول بر لیتر بر دقیقه حساب کنید.

ب) بدون محاسبه سرعت واکنش در ۲۰ دقیقه دوم را با ۲۰ دقیقه نخست مقایسه کنید.

سوال ۴۷(vip): به پرسش‌های زیر پاسخ دهید. (نهایی ۱۴۰۳)

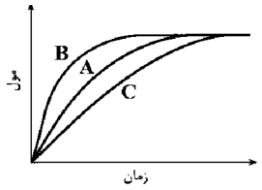
الف) جدول زیر غلظت $NOBr$ را در زمان‌های مختلف در واکنش تجزیه آن نشان می‌دهد.

زمان (s)	۰	۲	۴	۸
[NOBr]	۰/۰۱	۰/۰۰۷	۰/۰۰۵	۰/۰۰۴

$$2NOBr(g) \rightarrow 2NO(g) + Br_2(g)$$

سرعت واکنش را در بازه زمانی ۲ تا ۸ ثانیه بر حسب $mol.L^{-1}.min^{-1}$ محاسبه کنید.

ب) در نمودار داده شده منحنی A مربوط به تغییر مول فراورده یک واکنش است. با دلیل مشخص کنید کدام منحنی B یا C نشان‌دهنده افزودن کاتالیزگر به واکنش است.



سوال ۴۸(vip): مقداری N_2O_5 را در ظرف یک لیتری گرم می کنیم، پس از ۳ دقیقه ۰/۰۸ مول و پس از ۵ دقیقه از آغاز واکنش ۰/۰۳ مول از آن تجزیه نشده باقی می ماند. سرعت متوسط تجزیه شدن آن در این فاصله زمانی چند مول بر دقیقه است؟

$$N_2O_5 \rightarrow NO_2(g) + O_2(g)$$

سوال ۴۹(vip): اگر در واکنش داده شده که در دمای معین، در یک ظرف سربسته ۵ لیتری انجام می شود، پس از گذشت ۲ دقیقه و ۲۴ ثانیه، مقدار ۳/۶ مول گاز O_2 مصرف شود، سرعت متوسط تولید گاز کلر برحسب $mol.L^{-1}.s^{-1}$ کدام است؟ (سراسری)

$$۴HCl(g) + O_۲(g) \rightarrow ۲Cl_۲(g) + ۲H_۲O(g)$$

مسائل آنتالپی

گرما و استوکیومتری

در سوالاتی که داده و یا خواسته مسئله استوکیومتری مقدار انرژی یا گرما باشد:

- ابتدا را در واکنش موازنه شده نوشته و ضریب آن را ۱ در نظر می گیریم.
- کسر تبدیل مول هر ماده به انرژی (گرما) به صورت زیر می باشد:

$$\frac{\text{ضریب } A \; mol A}{\Delta H \; J} \quad \text{یا} \quad \frac{\Delta H \; J}{\text{ضریب } A \; mol A}$$

سوال ۵۰(vip): با توجه به واکنش زیر، اگر مقداری گاز هیدروژن به حجم ۱۳/۴۴ لیتر در شرایط STP ، بر اثر جرقه، به طور کامل با هم واکنش دهند، چند کیلوژول گرما آزاد می شود؟ (۲ تکرار در سراسری)

$$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow H_2O(g) \quad ,\Delta H = -242 \; kJ$$

سوال ۵۱(vip): ΔH واکنش زیر برابر ۸۴- کیلوژول است، با آزاد شدن ۲۱۰ کیلوژول انرژی گرمایی در این واکنش، چند گرم گلوکز به اتانول تبدیل می شود؟($H=1, C=12, O=16 : g.mol$)($O = ۱۶ ، C = ۱۲$ و $H = ۱$) (تجربی ۱۴۰۰)

$$C_6H_{12}O_6(s) \rightarrow 2C_2H_5OH(l) + 2CO_2(g)$$

سوال ۵۲(vip): واکنش ترمیت برای جوش دادن خطوط راه آهن به کار می رود. در این واکنش به ازای مصرف ۹۰ گرم آلومینیوم تقریبا ۱۳۷۲ کیلوژول گرما آزاد می شود، ΔH این واکنش را برحسب کیلوژول حساب کنید. ($1mol\ Al = 27\ g$)

(شبه نهایی ۱۴۰۴)

$2Al(s) + Fe_2O_3(s) \longrightarrow Al_2O_3(s) + 2Fe(l)$

مسائل سرعت سطح بالا

اگر در سوال نیاز به تبدیل یکاهایی مثل حجم گاز یا گرم به مول باشد، در واقع کمی به استوکیومتری و کسر تبدیل ها نیاز پیدا می کنیم:

سوال ۵۳(vip): از واکنش فلز روی با هیدروکلریک اسید در $\frac{۱}{۴}$ دقیقه ، ۲۲۴ میلی لیتر گاز در شرایط STP تولید می شود، سرعت متوسط تولید گاز بر حسب مول بر ثانیه کدام است؟

$$Zn(s) + HCl(aq) \rightarrow ZnCl_2(aq) + H_2(g)$$

سوال ۵۴(vip): اگر در واکنش داده شده، پس از ۱۰ ثانیه، مقدار ۵/۰۴ گرم نیتریک اسید مصرف شود، سرعت متوسط تشکیل مس (II)نیترات، چند مول بر دقیقه است؟ ($O=۱۶g.mol^{-1}$ ، $N=۱۴$ و $H=۱$)

$$۸HNO_۳(aq) + ۳Cu(s) \longrightarrow ۳Cu(NO_۳)_۲(aq) + ۲NO_۲(g) + ۴H_۲O(l)$$

سوال ۵۵(vip): با توجه به واکنش گازی زیر، که در یک ظرف سربسته ۲ لیتری در دمای ثابت با سرعت متوسط $mol.L^{-1}.s^{-1}$ ۲×۱۰^{-۶} بر حسب مصرف $SO_2Cl_2(g)$ انجام می گیرد، پس از ۱۰ دقیقه چند مول گاز SO_2 آزاد می شود؟

$SO_2Cl_2(g) \rightarrow SO_2(g) + Cl_2(g)$

سوال ۵۶(vip): واکنش تجزیه ی زیر ، در دمای $۰^{\circ}C$ و فشار ۱اتمسفر مورد بررسی قرار گرفته است. اگر در مدت ۱۰ دقیقه، ۰/۴ مول از ماده ی A تجزیه شود، سرعت متوسط تولید گاز C بر حسب میلی لیتر بر ثانیه کدام است؟ (کنکور سراسری)

$۲A(aq) \longrightarrow B(s) + ۳C(g)$

سوال ۵۷(vip): در واکنش زیر، اگر در شرایط معین، در مدت ۲۵ دقیقه، ۳ مول آمونیاک تجزیه شود، سرعت تشکیل گاز نیتروژن برابر چند میلی لیتر بر ثانیه در شرایط STP است؟ (سراسری)

$$2NH_3(g) \longrightarrow N_2(g) + 3H_2(g)$$

سوال ۵۸(vip): نمودار زیر حجم گاز تولید شده در طول یک واکنش را در دو دمای مختلف نشان می دهد. در دمای θ_1 ، سرعت متوسط تولید گاز را در ۵۰ ثانیه دوم بر حسب مول بر دقیقه حساب کنید. (شرایط را STP در نظر بگیرید.) (شبه نهایی ۱۴۰۴)