

شیمی ۲

در پی غذای سالم

فصل ۲



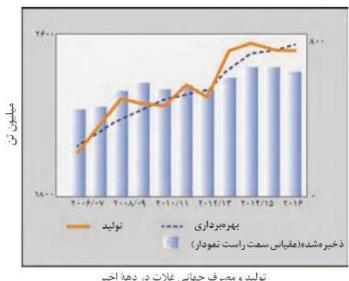
استاد : دکتر حسن پلوئی

غذا و صنایع غذایی



۱- مقدار کمی از انرژی آزاد شده از فرآیندهای هسته‌ای خورشید در گیاهان و سوخت‌های فسیلی به شکل انرژی شیمیایی ذخیره می‌شود که دو منبع مهم تامین انرژی ما می‌باشد.

۲- غذا انرژی مورد نیاز برای حرکت ماهیچه‌ها، ارسال پیام‌های عصبی، جابجایی یون‌ها و مولکول‌ها را تامین می‌کند. همچنین مواد اولیه برای رشد و ساخت بدن مانند ماهیچه، استخوان، سلول‌های مختلف به طور عمدۀ از غذا تامین می‌شود. از طرفی باعث تولید انرژی لازم برای تنظیم دمای بدن می‌شود.



۳- با افزایش جمعیت تولید فرآورده‌های کشاورزی (مانند غلات و ...) و دامی افزایش یافته و غذا به روش صنعتی تولید می‌شود. چه در تولید سنتی و به خصوص صنعتی غذا، جلوگیری از فساد و نگهداری غذا بسیار مهم است.

۴- به مجموعه حوزه‌هایی که طی آن مواد غذایی تولید، برداشت، حمل و نقل، نگهداری و فرآوری شده و برای مصرف نهایی آماده می‌شوند «صنایع غذایی» گویند. قطعاً در این صنعت همانند صنعت‌های دیگر منابع شیمیایی از جمله کود و آفتکش‌ها و نیز آب شیرین مصرف شده و سطح وسیعی از زمین‌های باир مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۵- نقش شیمی در مواد غذایی متعدد است، از جمله:

(الف) تولید بیشتر و وسیع‌تر مواد غذایی: تولید کود شیمیایی و نیز آفتکش‌ها

(ب) افزایش زمان ماندگاری مواد غذایی: با تولید مواد نگهدارنده، آنتی اکسیدان‌ها، ذرات نانو در پوشش‌های بسته بندی باعث جلوگیری از فساد مواد غذایی و یا رشد باکتری‌ها و ... می‌شود.

(پ) تعیین ارزش غذایی و نیز افزایش ارزش غذایی و تعیین سرعت واکنش‌ها

۶- سرانه مصرف ماده غذایی، نشان دهنده مقدار میانگین مصرف آن به ازای هر فرد در یک گستره زمانی معین است.

۷- ارزش غذایی مواد غذایی در تامین ماده و انرژی یکسان نیست، به عنوان نمونه:

(الف) گوشت قرمز و ماهی و تخم مرغ افزون بر پروتئین، محتوی انواع ویتامین و مواد معدنی است. (گوشت ماهی منبع امگا ۳ نیز می‌باشد)

(ب) شیر و فرآورده‌های آن منبع مهم پروتئین و به ویژه کلسیم و منیزیم است. کمبود کلسیم باعث پوکی استخوان می‌شود.

(پ) اسفناج و عدس منابع مناسبی برای تامین آهن بدن می‌باشند.

۸- انرژی ذخیره شده در مواد غذایی نیز متفاوت است به عنوان مثال انرژی آزاد شده در اثر سوختن: به عبارتی انرژی ذخیره شده در یک ماده غذایی به نوع و مقدار ماده غذایی بستگی دارد.

۲ گرم گردو

۱ گرم گردو

۱ گرم ماکارونی

- ۹- دیابت بزرگسالی از شایع ترین بیماری ها در ایران است که مصرف بی رویه‌ی موادی مانند نان و شکر و .. می‌تواند سبب ایجاد آن شود.
- ۱۰- بخش عمده اتم‌ها و مولکول‌ها و یون‌های بدن از غذا تامین می‌شود.

تست : چه تعداد مطالب زیر درست است؟

- غذا علاوه بر تامین بخش قابل توجهی از اتم‌ها و مولکول‌ها و یون‌های بدن ، انرژی مورد نیاز فعالیت های بدن را نیز تامین می‌کنند. ✓
- انرژی که بر اثر اکسایش مواد غذایی در بدن آزاد می‌شود ، به مقدار و نوع آن بستگی دارد. ✓
- تولید کود شیمیایی و آفت کش‌ها در گستره حوزه‌ی «صنایع غذایی» است. ✗
- در تولید به مقدار کم مواد غذایی ، حفظ کیفیت و ارزش مواد غذایی سخت تر از تولید انبوه است. ✗
- در صنایع غذایی حجم عظیمی از آب در بیانوس‌ها و اقیانوس‌ها مصرف می‌شود ✗

۴۴

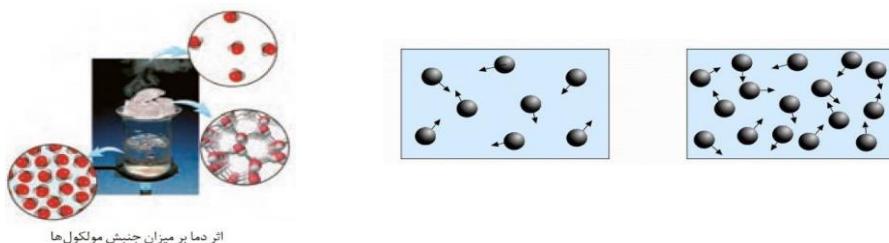
۳۳

۲۲

۱۱

دما

- ۱- ذره‌های سازنده یک ماده (اتم‌ها ، مولکول‌ها و یون‌ها) دارای جنب و جوش نامنظم می‌باشند. (حرکات گرمایی) هر چه این جنبش ذرات بیشتر باشد دما بیشتر است و برعکس .



- ۲- به عبارتی دما کمیتی است که میزان سردی و گرمی مواد را نشان می‌دهد.

- ۳- می‌توان گفت دما میانگین جنب و جوش یا میانگین تندری (سرعت) و یا میانگین انرژی جنبشی ذرات سازنده‌ی یک جسم را بیان می‌کند.

- ۴- یکای دما در «SI» کلوین (K) می‌باشد که با T نشان داده می‌شود .

- ۵- یکای رایج دما ، سلسیوس (C) می‌باشد که با θ نشان داده می‌شود.

$$T = 273 + \theta$$

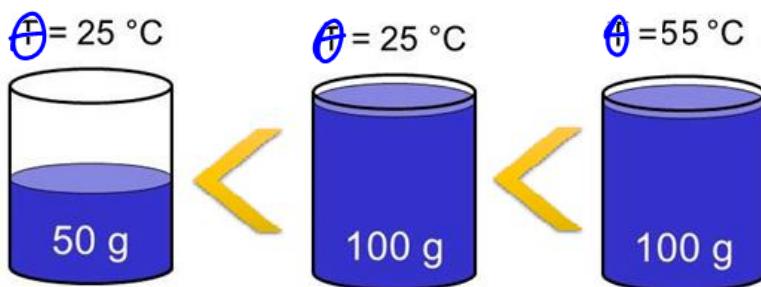
- ۷- چون دما نشان دهنده «میانگین» جنبش یا تندری (V) ذرات یک جسم است، در نتیجه دما به مقدار ماده (m) بستگی ندارد .

- ۸- اختلاف دمای دو جسم بیانگر اختلاف در میانگین انرژی جنبشی و میانگین تندری حرکت ذرات آن است.

انرژی گرمایی یا انرژی جنبشی

- ۱- به مجموع انرژی های جنبشی ذرات یک ماده، انرژی گرمایی یا انرژی جنبشی آن ماده می گویند.
 ۲- این انرژی هم به دما یعنی تندی ذرات (V) وابسته است و هم به مقدار (m) ماده بستگی دارد.

$$\text{انرژی جنبشی یا انرژی گرمایی} \approx \frac{1}{2} m \cdot v^2$$



از نظر انرژی گرمایی :

- ۳- همانگونه که از دیدگاه علم فیزیک یک متحرک با تندی V و جرم m دارای انرژی جنبشی ($\frac{1}{2} m \cdot v^2$) است، از دیدگاه علم شیمی هم یک جسم به دلیل جنبش میکروسکوپی ذرات آن (V یا دما) و جرم آن (m) نوعی دیگر از انرژی جنبشی ($\frac{1}{2} m \cdot v^2$) یا به عبارتی انرژی گرمایی دارد.

با هم بینندیشیم

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

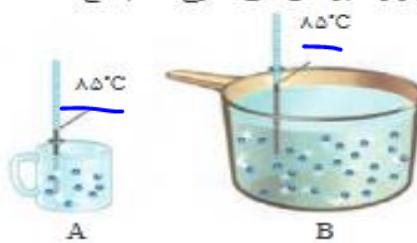


الف) شکل A، نمونه ای از هوا را در نشان می دهد.

ب) شکل B، نمونه ای از هوا را در یک روز زمستانی نشان می دهد.

- ب) اگر مجموع انرژی جنبشی ذره های سازنده یک نمونه ماده، هم ارز با انرژی گرمایی آن باشد، انرژی گرمایی A بیشتر بوده زیرا شمار مولکول های آن بیشتر است.

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



الف) میانگین تندی مولکول های آب را در دو غرف مقایسه کنید.

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



$B > A$

$\frac{1}{2} m \cdot v^2$

گرما یا انرژی گرمایی مبادله شده در یک فرایند(Q)

۱- به آن مقدار انرژی گرمایی که در یک فرآیند مبادله می شود، گرما یا انرژی گرمایی مبادله شده می گویند که با Q نمایش می دهد.



۲- در فرآیندهای فیزیکی، گرما(Q) از جسمی که دمای آن بالاتر است به سمت جسمی که دمای آن پایین تر است جاری می شود و نه از جسمی که لزوماً انرژی بیشتر دارد به جسمی که انرژی گرمایی کمتری دارد.

۳- انرژی گرمایی و گرما(Q) برخلاف دما صورتی از انرژی هستند.

۴- انرژی گرمایی و دما برخلاف گرما از ویژگی های یک نمونه ماده هستند.

۵- گرما(Q) و تغییر دما($\Delta\theta$) برای توصیف یک فرآیند استفاده می شوند و توصیف کننده ی یک جسم نیستند، در صورتی که انرژی گرمایی و دما برای توصیف یک جسم استفاده می شوند.

۶- یکای گرما در «SI»، ژول(J) می باشد:

تست ۱: چه تعداد از مطالب زیر نادرست است؟

- میزان جنبش ذرات ۲۰۰ گرم اتانول در حالت جامد، مایع و گاز یکسان است. ✗
- علت اینکه بوی غذا گرم سریع تر به مشام می رسد بیشتر بودن دما و انرژی گرمایی آن نسبت به غذای سرد است. ✓
- میانگین انرژی جنبشی ذره های یک نمونه هم ارز با انرژی گرمایی آن است. ✗
- اگر ۳۰۰ گرم گاز N_2 و ۱۰۰ گرم گاز Ar گرمایی یکسانی داشته باشند، قطعاً دمای نمونه دوم بیشتر است. ✓
- گرما همواره از جسمی که انرژی گرمایی بیشتر دارد به جسمی که انرژی گرمایی کمتر دارد جاری می شود. ✗

تست ۲: یک لیوان چای $90^{\circ}C$ در اتاقی با دمای $25^{\circ}C$ قرار داده می شود، بعد از چند دقیقه کدام گزینه درست است؟

- ۱) انرژی گرمایی از لیوان به اتاق جاری می شود.
- ۲) دما و انرژی گرمایی و گرمای لیوان کاهش می یابد.
- ۳) میانگین انرژی گرمایی لیوان کاهش می یابد.
- ۴) گرما از لیوان به اتاق جاری می شود زیرا انرژی گرمایی لیوان و چای بیشتر از اتاق است.

نکته: روغن و چربی ترکیب آلی ناقطبی هستند. مولکول های روغن پیوند های دو گانه‌ی بیشتری داشته و در نتیجه واکنش پذیری بیشتری دارد و در دمای معمولی مایع است اما چربی در دمای معمولی جامد است.

گرمای ویژه یا ظرفیت گرمای ویژه (c)

۱- به مقدار گرمای لازم که جهت افزایش دمای ۱ گرم از یک جسم به اندازه‌ی 1°C نیاز است گرمای ویژه یا ظرفیت گرمایی ویژه می‌گویند.

گرمای ویژه ($\text{J g}^{-1} \text{C}^{-1}$)	ماده	گرمای ویژه ($\text{J g}^{-1} \text{C}^{-1}$)	ماده
۰/۹۰۰	آلومینیم	۴/۱۸۴	آب
۰/۲۳۶	نقره	۰/۸۵۰	سدیم کلرید
۰/۱۲۸	طلاء	۲/۴۴۰	اتانول
۰/۹۲۰	اکسیژن	۰/۸۴۰	کربن دی اکسید

۲- یکای آن $\frac{\text{cal}}{\text{g.c}}$ یا $\frac{\text{J}}{\text{g.c}}$ و... می‌باشد.

۳- گرمای ویژه به مقدار ماده (m) وابسته نیست. (همانند دما)

۴- گرمای ویژه در دما و فشار معین فقط به نوع ماده و حالت فیزیکی آن وابسته است. به عنوان مثال گرمای ویژه آب مایع بیشتر از آب گازی یا جامد است و یا گرمای ویژه آب مایع در دما و فشار برابر بیشتر از اتانول مایع است.

۵- گرمای ویژه آب $\frac{\text{cal}}{\text{g.c}}$ یا $\frac{\text{J}}{\text{g.c}}$ ۴/۱۸۴ می‌باشد.

ظرفیت گرمایی (C)

۱- به مقدار گرمای لازم که جهت افزایش دمای یک جسم (m گرم) به اندازه‌ی 1°C نیاز است، ظرفیت گرمایی جسم می‌گویند.

۲- یکای آن $\frac{\text{cal}}{\text{c}}$ یا $\frac{\text{J}}{\text{c}}$ و... می‌باشد.

۳- ظرفیت گرمایی به مقدار ماده (m) وابسته است. (همانند انرژی گرمایی)

$$C=m.c$$

۴- ظرفیت گرمایی یک جسم در دما و فشار معین به نوع ماده و حالت فیزیکی آن و نیز جرم (m) جسم وابسته است.

نکته: علت اینکه گرمای ویژه یک ماده به نوع ماده بستگی دارد این است که یک ماده با توجه به ساختار شیمیایی خود انرژی منحصر به فردی برای افزایش دمای یک گرم از خود نیاز دارد به عنوان مثال در $\text{H}_2\text{O(l)}$ چون مولکول ها با پیوند هیدروژنی به مولکول های اطراف متصل است، انرژی بیشتری به نسبت به اکثر مایعات دیگر باید جذب کند تا جنبش ذرات آن به اندازه 1°C افزایش یابد. همچنین H_2O در حالت مایع گرمای ویژه بیشتری نسبت به حالت جامد یا گاز خود دارد چون در حالت های فیزیکی مختلف یک ماده، تا حدی آرایش ذرات سازنده و در نتیجه قدرت نیروهای بین ذرات سازنده‌ی آن متفاوت است.

تست: کدام گزینه نادرست است؟

(۱) اگر ظرفیت گرمایی 5°C باشد، گرمای ویژه آن $\frac{1}{5}$ گرم سرب است.

(۲) دما و ظرفیت گرمای ویژه به مقدار ماده بستگی ندارد اما انرژی گرمایی و ظرفیت گرمایی به مقدار ماده نیز وابسته هستند.

(۳) در دو ماده‌ی A و B که جرم‌های برابر دارند، هر کدام ظرفیت گرمایی بیشتری داشته باشد بزوماً گرمای ویژه‌ی بیشتری دارد.

(۴) اگر دو ماده به یک اندازه ($\Delta\theta$) سرد شوند، ماده‌ای که گرمای ویژه بیشتری دارد، گرمای بیشتری آزاد می‌کند.

محاسبه مقدار گرمای مبادله شده در یک فرایند (Q)

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$$

۱- یکای Q وابسته به یکای سه کمیت دیگر است.

به عنوان مثال اگر m را برحسب gr و c را برحسب C قرار دهیم، واحد گرمای (Q) به حساب $\frac{J}{gr \cdot C}$ خواهد بود:

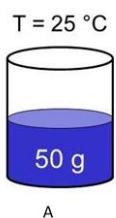
$$gr \times \frac{J}{gr \cdot C} \times \cancel{C} \longrightarrow J$$

۲- تغییر دما برحسب سلسیوس ($\Delta\theta$) و همان مقدار تغییر دما بر حسب کلولین (ΔT) برابر است، به عبارتی می‌توان در رابطه بالا به جای $\Delta\theta$ مقدار ΔT را قرار داد.

۳- چون $C = m \cdot c$ ، پس می‌توان رابطه بالا را به شکل $Q = C \cdot \Delta\theta$ نیز بیان کرد.

۴- اگر سامانه به محیط گرمایی دهد، $\Delta\theta$ منفی و در نتیجه Q منفی خواهد بود (گرمایده) و بالعکس.

 مثال ۱) دو ظرف A و B که حاوی آب هستند را از نظر کمیت‌های زیر مقایسه کنید:



الف) میانگین انرژی جنبشی ذرات

ب) میزان گرمایی و سردی

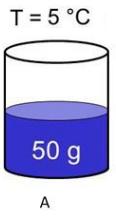
پ) انرژی جنبشی

ت) ظرفیت گرمایی ویژه

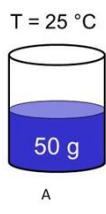
ث) ظرفیت گرمایی

ج) مقدار گرمایی آزاد شده در صورت رساندن دما به $25^\circ C$

مثال ۲) سوالات مثال ۱ را در حالت زیر پاسخ دهید. (هر دو ظرف حاوی آب)



مثال ۳) سوالات مثال ۱ را در حالت زیر پاسخ دهید. (هر دو ظرف حاوی آب)



مثال ۴): در دو ظرف 200 g آب و 200 g روغن زیتون را تا دمای $75^\circ C$ گرم می‌کنیم. با اندختن یک تخم مرغ در کدام ظرف تخم مرغ مقدار بیشتری گرمای جذب می‌کند و پخته می‌شود؟ (گرمایی ویژه آب $4/2$ و روغن زیتون $\frac{2}{g \cdot C}$ است)

جواب: اگر دمای نهایی محتويات هر دو ظرف را در انتهای فرآیند $25^\circ C$ بگیریم، با توجه به اینکه گرمای ویژه آب حدود دو برابر روغن زیتون می‌باشد، پس طبق رابطه $Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$

چون m (۲۰۰ گرم) و $\Delta\theta$ (50°C) در هردو ظرف یکسان است، در نتیجه مقدار گرمایی که آب به تخم مرغ می‌دهد بیشتر از دو برابر ظرف حاوی روغن زیتون است و در نتیجه در ظرف حاوی آب، تخم مرغ بیشتر و بهتر پخته می‌شود. این مثال نقش گرمای ویژه و ظرفیت گرمای ویژه در تبادل گرما را نشان می‌دهد. (چون جرم آب و روغن زیتون برابر است پس طبق $C=m \cdot c$ نشان دهنده نقش ظرفیت گرمایی نیز می‌باشد)

 **یادآوری:** اگر دو جسم با جرم (m) برابر به یک اندازه تغییر دما ($\Delta\theta$) یابند، جسمی که گرمای ویژه (c) کمتری دارد هم تبادل گرما سریعتر اتفاق می‌افتد و هم گرمای مبادله شده (Q) آن کمتر است.

به عنوان مثال دیگر در مقایسه مقداری نان و سیبزمینی به جرم برابر، چون مقدار آب در سیبزمینی بیشتر است و از ظرفی گرمای ویژه آب زیاد است، پس اگر هر دو را به دمای مثلاً 80°C برسانیم و در اتاق قرار دهیم، نان سریع‌تر به دمای اتاق رسیده و گرمای کمتری نیز به اتاق می‌دهد.

 **تست ۱:** اگر ظرفیت گرمایی ویژه اجسام A، B، C و D به ترتیب $0/9$ ، $4/2$ ، $0/5$ و $2/4$ برحسب $\frac{j}{g \cdot c}$ باشد، یا دادن مقدار یکسان گرما به جرم یکسان از هر کدام، ترتیب افزایش دمای آن‌ها کدام است؟

$$B < D < A < C \quad (2) \quad A < C < B < D \quad (1)$$

$$D < B < C < A \quad (3) \quad C < A < D < B \quad (4)$$

تست ۲: اگر دمای 250 گرم اتانول از 298K به 276K برسد، چند کیلوژول گرما مبادله می‌شود؟ $(C=2/4 \frac{j}{g \cdot c})$

-۶/۷۵(۴)	-۱۳/۵۳(۳)	۶/۷۵(۲)	۱۳/۵۳(۱)
----------	-----------	---------	----------

تست ۳: به مقداری آب خالص 25KJ گرما داده شده و دمای آن 20°C افزایش یافته است. این نمونه آب حدود چند مول است؟ $(O=16, H=1)$

۲۷(۴)	۲۳(۳)	۲۰(۲)	۱۷(۱)
-------	-------	-------	-------

تست ۴: از 80 گرم نمک طعام $34/0$ کیلوژول گرما گرفته می‌شود و دمای آن به 20°C می‌رسد، دمای اولیه آن چند درجه سلسیوس بوده است؟ $(C=0/85 \frac{j}{g \cdot c})$

۵(۴)	۱۰(۳)	۱۵(۲)	۲۵(۱)
------	-------	-------	-------

تست ۵: اگر برای افزایش دمای یک قطعه آهن به میزان $2/51$ به 20°C ۲/۵۱ کیلوژول گرما نیاز باشد، حجم این قطعه چند سانتی متر مکعب است؟ (چگالی آهن $7/8 \frac{g}{cm^3}$ و گرمای ویژه آن $0/45 \frac{j}{g \cdot c}$ می‌باشد) (ریاضی ۹۵)

۱۰۰(۴)	۷۵(۳)	۵۰(۲)	۲۵(۱)
--------	-------	-------	-------

تست ۶: ۲/۵ لیتر آب ($d=1 \frac{\text{Kg}}{\text{L}}$) و ۲ لیتر ضدیخ ($d=1 \frac{\text{Kg}}{\text{L}}$) با یکدیگر مخلوط شده و درون رادیاتور خودرو به کار رفته است. مقدار گرمای جذب شده برای افزایش دمای این محلول به اندازه 10°C چند کیلوژول است؟ (گرمای ویژه آب و ضدیخ به ترتیب $4/2$ و $2/4$ ژول بر گرم درجه سلسیوس است)

۱۵۷/۸(۴)

۱۵۳(۳)

۱۵/۸(۲)

۱۵/۳(۱)

هم دمایی:

تست ۷: یک گلوله مسی به جرم 50 گرم را تا دمای 80 درجه سانتیگراد گرم کرده و درون 200 گرم آب صفر درجه سانتیگراد می‌اندازیم. دمای نهایی گلوله و آب به تغیر چند درجه سلسیوس است.

$$(C_{\text{مس}} = 0/38 \frac{\text{J}}{\text{g}\cdot\text{C}})$$

۳۳/۴(۴)

۱۱/۵(۳)

۲۳(۲)

۱۳/۵(۱)

گذری بر فیزیک و انرژی مکانیکی

از دیدگاه علم فیزیک، یک متحرک (به عنوان مثال یک مداد در حال سقوط)، دارای دو نوع انرژی جنبشی ($\frac{1}{2} m \cdot v^2$) و انرژی پتانسل گرانشی (mgh) می‌باشد. به مجموع این دو انرژی "انرژی مکانیکی" جسم می‌گویند. (انرژی پتانسیل گرانشی) $mgh + (\text{انرژی جنبشی}) = \frac{1}{2} m \cdot v^2$ = انرژی مکانیکی جسم

انرژی جسم از دیدگاه علم شیمی (آنالپی)

یک جسم (به عنوان مثال همان مداد) به دلیل جرم و جنبش ذرات (دما یا H ، دارای نوعی انرژی جنبشی میکروسکوپی و به عبارتی همان "انرژی گرمایی" است). $(\frac{1}{2} m \cdot v^2)$ از طرف دیگر هر جسمی به دلیل برهم کنش بین ذرات و نیروهای نگه دارندهٔ ذرات (به عنوان مثال پیوند اشتراکی) نوعی از انرژی پتانسیل در خود به شکل ذخیره شده داردست به این انرژی (انرژی پتانسیل) یا (انرژی شیمیایی) یا به عبارت بهتر «انرژی پتانسیل شیمیایی» گویند.

۱-آنالپی یا محتوای انرژی یا H : به مجموع انرژی گرمایی (مجموع انرژی جنبشی ذرات) و انرژی پتانسیل شیمیایی جسم، «آنالپی» آن گویند.

انرژی پتانسیل شیمیایی + انرژی گرمایی = H (آنالپی یا سطح انرژی یا محتوای انرژی)

۲-آنالپی یک ماده به نوع، مقدار، دما، فشار و حالت فیزیکی آن ماده وابسته است.

۳-در یک فرآیند فیزیکی یا شیمیایی، با تغییر مقدار انرژی گرمایی یا انرژی پتانسیل یا هر دو آنالپی مواد کاهش یا افزایش می‌یابد و "گرما" مبادله می‌شود.

تغییر آنتالپی واکنش یا ΔH یا آنتالپی واکنش

تعریف: به گرمای مبادله شده بین سامانه و محیط در فشار ثابت، تغییر آنتالپی واکنش یا ΔH یا آنتالپی واکنش و یا گرمای واکنش یا Q_p گویند.

$$\Delta H = Q_p = H_2 - H_1 = H(\text{مواد فراورده}) - H(\text{مواد واکنش دهنده})$$

۱- به عبارتی ΔH همانند Q گرمای مبادله شده فرآیند است اما حتماً در فشار ثابت.

۲- در فرآیند گرمگیر:

$$\Delta H > 0$$

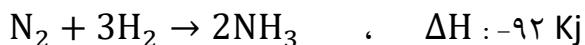
- ب) مقدار گرمای مبادله شده در سمت چپ فرآیند نوشته می‌شود.
- $$H_2O_{(L)} \rightarrow H_2O_{(S)} + 6Kj$$
- پ) آنتالپی محصولات بیشتر از مواد اولیه است.
- ت) پایداری مواد کاهش می‌یابد.
- ث) سامانه از محیط انرژی جذب می‌کند.

۳- در یک فرآیند گرماده:

$$\Delta H < 0$$

- ب) مقدار گرمای مبادله شده در سمت راست فرآیند نوشته می‌شود.
- $$H_2O_{(L)} \rightarrow H_2O_{(S)} - 6Kj$$
- پ) آنتالپی محصولات کمتر از مواد اولیه است.
- ت) پایداری مواد کاهش می‌یابد.
- ث) سامانه به محیط گرما (انرژی) می‌دهد.

۴- آنتالپی واکنش به نسبت ضریب هر جسم شرکت کننده در واکنش بر حسب mol است. به عنوان مثال در واکنش



اگر ۱ مول N_2 مصرف شود و ۳ مول H_2 مصرف شود و ۲ مول NH_3 تولید شود، $92 Kj$ گرما آزاد می‌شود.

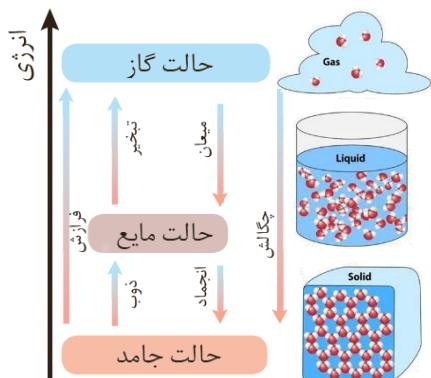
۵- برای به آوردن ΔH از Q یا بالعکس می‌توان در روش تناسب از کسر $\frac{Q}{\Delta H}$ استفاده کرد. و یا از فرمول زیر بهره برد. در این فرمول منظور از n مقدار مول جسم شرکت کننده‌ی مورد نظر است:

$$Q = \frac{\Delta H}{\text{ضریب}} \times n$$

مثال: در واکنش گازی $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl + 184 Kj$ در اثر تولید $5/6$ لیتر HCl در شرایط STP چند Kj انرژی آزاد می‌شود؟

$$\frac{5/6 L}{2 \times 224 L} = \frac{x Kj}{-184 Kj} \rightarrow x = -23 Kj$$

جواب:



یادآوری: در مورد یک ماده سطح انرژی حالت گازی آن بیشتر از حالت مایع است و حالت مایع نیز بیشتر از حالت جامد است:

بدیهی است هر جسم در دما و فشار معین، آنتالپی ثابت و معینی دارد.



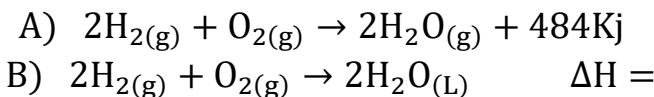
تست: کدام مورد درست است؟ (تجربی ۱۴۰۲)

- (۱) در یک واکنش معین، تشکیل یک ماده گازی، بیشتر از تشکیل مایع آن، گرمای آزاد میکند.
- (۲) میزان گرمای یک واکنش معین در دما و فشار ثابت، مستقل از حالت فیزیکی واکنش دهنده‌ها است.
- (۳) اگر در یک واکنش، دما ثابت بماند، میزان انرژی جنبشی و پتانسیل واکنش دهنده‌ها به فراورده‌ها نزدیک است.
- (۴) در فرایند جوشش آب در دمای صد درجه، میزان انرژی جنبشی مولکول‌های آب نسبت به بخار آب تشکیل شده، تغییر چندانی نخواهد داشت.

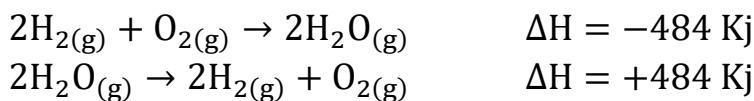
۶- عوامل موثر در مقدار گرمای واکنش (ΔH):

- | | |
|---|-------------------------------------|
| (B) مقدار واکنش دهنده‌ها | (A) نوع واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها |
| (D) حالت فیزیکی واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها | (C) دما و فشار |

مثال: اگر تفاوت سطح انرژی ۱ مول آب مایع و بخار آب برابر $\frac{KJ}{mol}$ ۴۴ باشد، ΔH واکنش B را حساب کنید:



-۷- اگر یک واکنش جای واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها عوض شود، ΔH واکنش قرینه می‌شود:

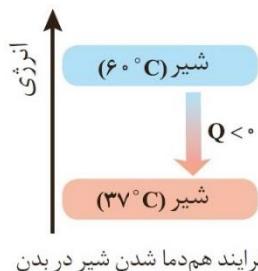


- ۸- اگر ضرایب استوکیومتری فرآیندی ضربدر عددی شوند، آن واکنش نیز ضربدر همان عدد می‌شود:
- $$H_2O_{(s)} \rightarrow H_2O_{(L)} \quad \Delta H = 6 KJ$$
- $$3H_2O_{(s)} \rightarrow 3H_2O_{(L)} \quad \Delta H = 18 KJ$$
- ۹- مقدار عددی ΔH یک فرایند، بزرگی آن را نشان می‌دهد در حالی که مثبت یا منفی بودن آن نشان دهنده گرمایش یا گرماده بودن آن است.

گرمای مبادله شده ΔH و اکنش حاصل تغییر انرژی شیمیایی است یا انرژی گرمایی؟

یک فرایند می‌تواند ناشی از تغییر انرژی گرمایی باشد یا تغییر در انرژی شیمیایی یا هر دو: گرمای و اکنش می‌تواند ماحصل هر سه بیان فوق باشد:

الف) فقط انرژی گرمایی مواد تغییر کند:

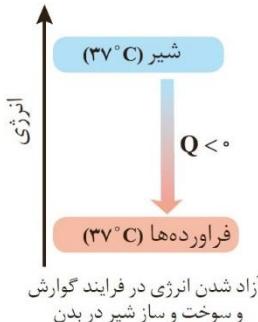


به عنوان مثال با نوشیدن یک لیوان شیر 60°C بعد از حدود نیم ساعت بدون آن که مواد آلی موجود در آن فرصت انجام واکنش داشته باشند، دمای آن به دمای بدن (37°C) می‌رسد: $\text{شیر}(60^{\circ}\text{C}) \rightarrow \text{شیر}(37^{\circ}\text{C}) + Q$

چون $\Delta\theta$ منفی است (۲۳)-بنابراین فرآیند گرماده بوده و این انرژی به بدن داده می‌شود (محیط).

در این فرآیند آنتالپی شیر کاهش می‌یابد که این آنتالپی (ΔH) فقط ناشی از کاهش انرژی گرمایی است.

ب) فقط انرژی پتانسیل (شیمیایی) تغییر کند:

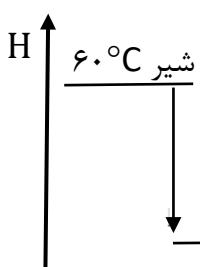


ازاد شدن انرژی در فرآیند گوارش و سوخت و ساز شیر در بدن

چنانچه شیر 37°C نوشیده شود بعد از چند ساعت مواد آلی آن اکسایش می‌یابدو به دلیل کاهش انرژی پتانسیل شیمیایی، آنتالپی فرآورده‌ها کمتر از واکنش دهنده‌ها (شیر) خواهد بود و در نتیجه چون $H_1 > H_2$ است، با وجود اینکه دما تغییر نکرده است ($\Delta\theta = 0$) در نتیجه انرژی گرمایی ثابت است اما به دلیل کاهش انرژی پتانسیل مواد، شیر به بدن گرما داده و $\Delta H < 0$ خواهد بود:

$$\text{فرآورده‌های}(37^{\circ}\text{C}) \rightarrow \text{شیر}(37^{\circ}\text{C}) + Q$$

پ) تغییر هم زمان انرژی گرمایی و پتانسیل:



حال فرض کنیم یک لیوان شیر 60°C میل شود و بعد از چند ساعت مواد آلی آن اکسایش یافته و فرآورده‌های حاصل به دمای 37°C برستند. در این حالت هم، آنتالپی کاهش می‌یابد.

$(H_2 > H_1)$ و $\Delta H < 0$ خواهد بود.

یعنی مجدد شیر به بدن گرما می‌دهد اما در این حالت گرمای مبادله شده بیشتر خواهد بود. زیرا هم انرژی گرمایی تغییر کرده

$(\Delta\theta = -23)$ و هم به دلیل تغییر در ساختار شیمیایی مواد، انرژی پتانسیل شیمیایی تغییر کرده است. به عبارتی در این حالت ΔH یا گرمای مبادله شده فرآیند هم به دلیل کاهش انرژی گرمایی شیر (تبديل شیر) 60°C به شیر 37°C و هم کاهش انرژی پتانسیل محتويات شیر (تبديل شیر 37°C به فرآورده‌های 37°C) می‌باشد.

جمع بندی: در واکنش‌های شیمیایی که در دمای ثابت انجام می‌شوند ($\Delta\theta = 0$), ΔH فقط حاصل تفاوت انرژی پتانسیل است. در واکنش‌های شیمیایی که دمای حالت آغازی و پایانی متفاوت است ($\Delta\theta \neq 0$), ΔH حاصل تغییر در انرژی گرمایی و انرژی پتانسیل است. در صورتیکه در فرآیندهای فیزیکی معمولاً گرمای مبادله شده (ΔH) فقط به دلیل تفاوت در انرژی گرمایی ماده می‌باشد.



نکته ۱: گرمای آزاد شده یا جذب شده در واکنش های شیمیایی عمدهاً وابسته به تفاوت انرژی پتانسیل مواد واکنش دهنده و فرآورده است. یعنی انرژی ای که ناشی از نیروهای نگهدارنده ذره های سازنده ی آن است.

نکته ۲: داد و ستد انرژی در واکنش ها بطور عمده به شکل گرما ظاهر می شود.

نکته ۳: فرایند هم دما شدن بستنی در بدن گرمگیر می باشد اما گوارش و سوخت و ساز آن گرماده است.

ترموشیمی یا گرماسیمی : شاخه ای از علم شیمی که به مطالعه ۱- کمی و کیفی گرمای واکنش های شیمیایی (انرژی مبادله شده در واکنش ها) ۲- تغییر انرژی گرمایی ۳- تاثیر گرما بر حالت ماده می پردازد.

نکته ۴ : یکی از ویژگی های بنیادی و مشترک میان واکنش های شیمیایی این است که هنگام انجام شدن با محیط گرما مبادله می کند البته عواملی مانند تغییر رنگ، تولید رسوب، ایجاد نور و صوت، تولید گاز و ... نیز ممکن است در واکنش شیمیایی اتفاق افتد.

تست ۱ : کدام گزینه درست است؟

۱) راه های گوناگون دیگری برای تامین انرژی بدن به جز گوارش و سوخت و ساز مواد غذایی وجود دارد.

۲) تبدیل ماده به انرژی تنها منبع حیات بخش انرژی در زمین است.

۳) در فرآیند گوارش و سوخت و ساز شیر در بدن $Q > 0$ است چون دمای بدن تغییر نمی کند.

۴) فرآیندهای ذوب، تبخیر و فرازش گرمگیر هستند و آنتالپی مواد کاهش می یابد.

تست ۲ : با توجه به واکنش: $\Delta H = -183 \text{ KJ}$ با $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$ کدام مورد درست است؟

۱) پایداری فرآورده ها از واکنش دهنده ها بیشتر است.

۲) با تولید هر مول آمونیاک 183 kJ انرژی تولید می شود.

۳) واکنش گرمگیر است و با انجام آن در یک ظرف آب، دمای ظرف پایین می آید.

۴) با انجام واکنش در دمای ثابت، انرژی باید از محیط به سامانه جریان یابد.

تست ۳ : با توجه به واکنش $\Delta H = -228 \text{ KJ}$ در یک $\text{SO}_{3(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(L)} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_{4(aq)}$ مخزن دارای $10/18$ کیلوگرم آب، 10 مول SO_3 با سرعت یکنواخت و در مدت 5 دقیقه حل شده

است. میانگین افزایش دمای مخزن در هر دقیقه به تنها ی چند ${}^{\circ}\text{C}$ است؟ $(\text{C}_{\text{H}_2\text{O}} = 4/2 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot \text{k}})$

۱) $10/86$

۲) $5/42$

۳) $1/0.8$

۴) $0/54$

نکته ۵: در واکنش گرماده (متانند تست ۳)، برای بیان گرمای آزاد شده، فقط مقدار عددی ΔH ذکر

می شود (228 KJ) اما برای بیان مقدار ΔH یا بیان گرمای مبادله شده، باید علامت منفی نیز ذکر شود

$(\Delta H = -228 \text{ KJ})$

تست ۴ : ΔH اغلال کلسیم کلرید ($M=111 \frac{\text{J}}{\text{mol}}$) برابر $-35 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ است. برای گرم کردن 250 g آب از دمای 25°C به 45°C چند گرم از آن باید در آب حل شود؟ ($C_{\text{H}_2\text{O}} = 4/2 \frac{\text{J}}{\text{g}\cdot\text{k}}$ و از گرمای جذب شده توسط کلسیم کلرید صرف نظر شود)

۱۵۰ (۴)

۸۳/۲۵ (۳)

۶۶/۶ (۲)

۴۴/۴ (۱)

تست ۵ : گرمای حاصل از سرد کردن یک قطعه $3 \text{ کیلوگرمی آلومینیوم از دمای } 50^\circ\text{C} \text{ به } 20^\circ\text{C} \text{ می تواند } 45^\circ\text{C} \text{ مول گاز نیتروژن را در واکنش زیر تبدیل به } \text{NO} \text{ کند، } \Delta H_{\text{NO}} = 4\text{N}_2 + 2\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO}$

$$(C_{\text{Al}} = 0/9 \frac{\text{J}}{\text{g}\cdot\text{k}} \text{ چند Kj است؟})$$

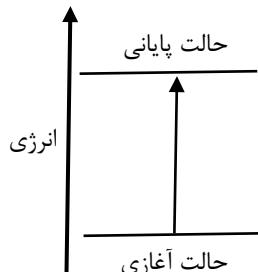
-۳۶۰ (۴)

+۳۶۰ (۳)

-۱۸۰ (۲)

+۱۸۰ (۱)

تست ۶ : با توجه به نمودار مقابل چه تعداد از عبارتهای زیر درست است؟



- در طی این فرآیند انرژی محیط افزایش می یابد.
- در این فرآیند $\Delta\theta$ الزاماً مثبت است.
- علامت $\Delta\theta$ و Q برای محیط مثبت است.
- این نمودار می تواند متعلق به هم دما شدن بستنی (سامانه) با بدن در هنگام خوردن آن باشد.
- انرژی گرمایی سامانه در حالت آغازی و پایانی قطعاً تفاوت زیادی با هم دارند.

۱ (۴)

۲(۳)

۳(۲)

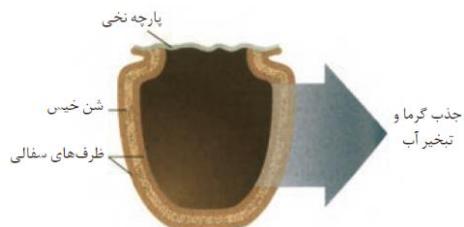
۴ (۱)

تست ۷ : (ریاضی تیر ۱۴۰۳)

فرایندهای و مواد خالص، برخلاف میعان بخار آب، با افزایش سطح انرژی همراه است.

(۱) چگالش - انجاماد (۲) چگالش - تبخیر (۳) فرازش - انجاماد (۴) فرازش - ذوب

یخچال صحرایی



۱- از دو ظرف سفالی (از جنس خاک رس) تشکیل شده که فضای بین آنها با شن خیس پر شده است و در پوش آن پوشش نخی و مرطوب است.

۲- با توجه به اینکه تبخیر آب فرآیندی گرم‌گیر است، برای تبخیر آب از سطح بیرونی ظرف سفالی، آب موجود در شن‌ها گرم‌ماز دست داده و در نتیجه دمای محتويات و غذاي درون ظرف کاهش یافته و خنک می‌شود.



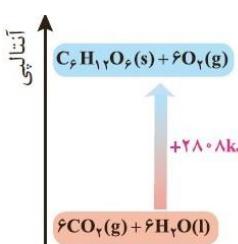
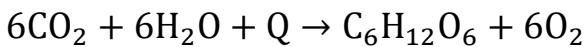
فرآیندهای گرم‌گیر مهم

۱- تغییر حالت‌های فیزیکی: ذوب، تبخیر، فرازش (تصعید)

۲- اتحال مواد در آب: اتحال اکثر نمک‌ها (غیر از CaCl_2 و Li_2SO_4)، اتحال شکر

۳- اکثر واکنش‌های تجزیه:

۴- واکنش فتوسنتز:



۵- تولید اوزون از اکسیژن:

۶- واکنش نیتروژن و اکسیژن

۷- شکستن پیوند: مثال:

فرآیندهای گرم‌ماده مهم

۱- تغییر حالت‌های فیزیکی: انجماد، میعان و چگالش

۲- اتحال مواد در آب: اتحال دو نمک CaCl_2 و Li_2SO_4 ، اتحال گازها، اتحال اسیدها و بازهای قوی، اتحال الكل‌های سبک

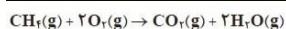
۳- اکثر واکنش‌های ترکیب (سنتز)

۴- واکنش سوختن و اکسایش:

نکته ۱: به طور کلی در واکنش‌ها هر طرف O_2 باشد، طرف مقابل است غیر از دو واکنش



نکته ۲: تفاوت واکنش سوختن و اکسایش در این است که در واکنش سوختن جسم سریع با اکسیژن واکنش داده و علاوه بر گرما، نور هم تولید می‌کند.



(الف) مواد غذایی پس از گوارش، انرژی لازم برای سوخت و ساز یاخته‌ها را در بدن تأمین می‌کنند.

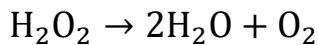
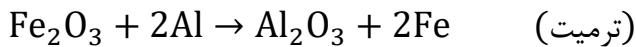
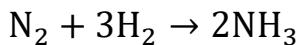
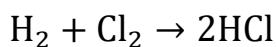
(ب) سوختن سوخت‌ها، انرژی لازم برای حمل و نقل و نیز گرمایش محیط‌های کوئاتون را فراهم می‌کنند.

(پ) زغال کک، واکنش دهده‌ای آهنج در استخراج آهن بوده که تأمین کننده انرژی لازم برای انجام این واکنش نیز است.

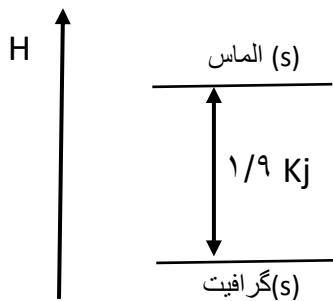
۵- واکنش فلزات گروه ۱ و ۲ با آب یا اکسیژن و نافلزات دیگر

۶- واکنش اکسید فلزات و نافلزات با آب

۷- و چند واکنش گرماده مهم دیگر:



مقایسه الماس و گرافیت



۱- به اشکال مختلف مولکولی یا بلوری یک عنصر، دگرشکل یا آلوتروپ گویند.

۲- کربن به دو شکل الماس و گرافیت در طبیعت یافت می‌شوند که آنتالپی ۱ مول الماس $\text{J}^\circ = 1/9 \text{ kJ}$ از گرافیت بیشتر است. پس گرافیت دگرشکل پایدارتری است و در طبیعت به همین دلیل فراوان تر است.

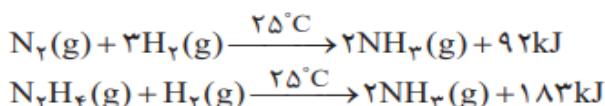
۳- چون آنتالپی الماس بالاتر است و از طرفی واکنش هر دو با اکسیژن گرماده بوده و فرآورده‌ی سوختن هر دو $\text{CO}_2(g)$ است، پس از سوختن الماس گرمایی بیشتری آزاد می‌شود.

➤ مقایسه ΔH دو یا چند واکنش به نسبت مشابه:

- ۱- ابتدا با توجه به گرماده یا گرمگیر آن را ترسیم می‌کنیم.
- ۲- نمودار آنتالپی واکنش دوم را تا حد ممکن روی نمودار اولی ترسیم می‌کنیم.
- ۳- حال میتوان گرمایی دو واکنش را با یکدیگر مقایسه کرد.

با هم بیندیشیم

۱- با توجه به واکنش‌های زیر پاسخ دهید:



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

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

۲- گرافیت و الماس دو آلوتrop کربن هستند که فراورده واکنش سوختن کامل آنها، گاز کربن دی‌اکسید است.



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

ب) الماس پایدارتر است یا گرافیت؟ چرا؟

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

۳- با توجه به واکنش $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + 484\text{kJ}$ ، پیش‌بینی کنید گرمای واکنش $(+422\text{ kJ}, -422\text{ kJ}, +572\text{ kJ}, -572\text{ kJ})$ کدام است

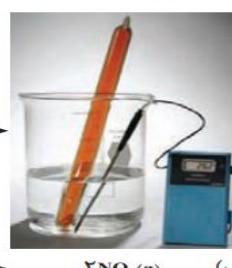
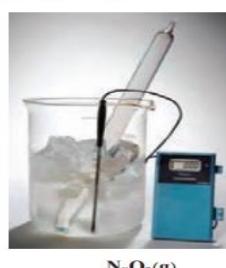
چرا؟

خود را بیازمایید

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



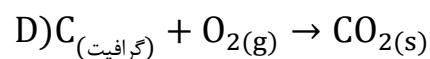
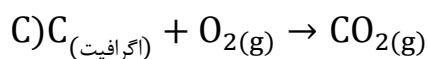
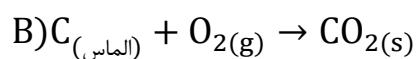
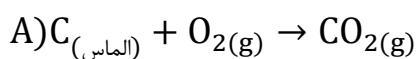
• مقدار عددی « ΔH »، یک فرایند بزرگی آن را نشان می‌دهد، در حالی که علامت مثبت و منفی تنها نشان‌دهنده گرماییر و گرماده بودن آن است.



۲- اگر برای تولید یک مول گاز اوزون از گاز اکسیژن، آنتالپی به اندازه 143 kJ افزایش باید، تالپی واکنش $2\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{O}_3(\text{g})$ را در جهت رفت و درجهت برگشت حساب کنید.



تست ۱: کدام واکنش بیشترین و کدام واکنش کمترین گرمای آزاد شده را دارد هستند؟



B-D(۴)

A-D(۳)

D-B(۲)

C-B(۱)

تست ۲: چه تعداد از عبارت‌های زیر درست‌اند؟

- به دلیل یکسان بودن اتم‌های سازنده الماس و گرافیت، انرژی پتانسیل مقدار برابری از آن‌ها برابر است.
- در واکنش سوختن آلوتروپ‌های یک عنصر، هر چه گرمای آزاد شده بیشتر باشد، پایداری آن آلوتروپ کمتر است.
- واکنش همه مواد با اکسیژن گرماده هستند و علامت ΔH در آن‌ها منفی است.
- در فرآیندهای اکسایش گلوکز و تبدیل اکسیژن به اوزون، پایداری فرآورده‌ها بیشتر از واکنش دهنده‌ها است.

۳(۴)

۲(۳)

۱(۲)

۰(۱)

تست ۳: اگر با تولید شدن یک مول گاز اوزون از گاز اکسیژن، آنتالپی به اندازه $KJ\ 573$ افزایش یابد، چه تعداد از مطالب زیر درست‌اند؟

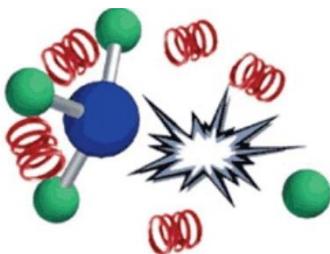
- ΔH واکنش $3O_{2(g)} \rightarrow 2O_{3(g)}$ برابر $KJ\ 3073 + 573$ است.
- گاز اوزون پایدارتر از گاز اکسیژن است.
- گرمای مبادله شده در مصرف ۳ گرم اکسیژن با گرمای مبادله شده در اثر تولید ۳ گرم اوزون از نظر عددی برابر است.
- واکنش پذیری اکسیژن بیشتر از اوزون است.

۴(۴)

۳(۳)

۲(۲)

۱(۱)

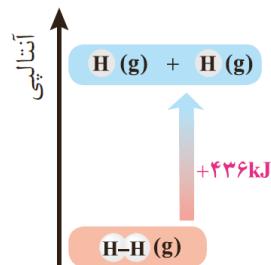
آنالپی پیوند (ΔH پیوند)

تعریف: به مقدار گرما (انرژی لازم) جهت شکستن ۱ مول پیوند کووالانسی

جسم گازی و تبدیل آن به اتم‌های گازی جدا از هم، آنالپی پیوند یا انرژی

پیوند گویند ($\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$)

$$\Delta H_{\text{H}-\text{H}} = 436 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$



مثال:



تست ۱: در کدام گزینه آنالپی پیوند مورد نظر درست بیان شده است؟



تست ۲: اگر آنالپی پیوند H-Br باشد، کدام گزینه گرمای مبادله شده در اثر تبدیل ۲ مول $\text{HBr}_{(\text{g})}$ به ۲ مول $\text{HBr}_{(\text{g})}$ را درست بیان می کند؟

(۱) ۳۶۶ کیلو ژول انرژی جذب می شود.

(۲) ۷۳۲ کیلو ژول انرژی آزاد می شود.

(۳) ۷۳۲ کیلو ژول انرژی جذب می شود.

تست ۳: برای شکستن پیوندهای ۲ گرم CH_4 گازی $207/5$ کیلوژول انرژی نیاز است، ΔH پیوند C-H چند $\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ است؟ ($\text{C}=12, \text{H}=1$)

۴۱۵(۴)

۳۳۲۰(۳)

۱۶۶۰(۲)

۸۳۰(۱)

میانگین آنتالپی پیوند

در مورد پیوندهایی که مولکول دو اتمی ای وجود ندارد که فقط دارای یک عدد از این پیوند باشد، به جای واژه آنتالپی پیوند بهتر است از «میانگین آنتالپی پیوند» استفاده کرد.

مثال: پیوند C-H در هیچ مولکول دو اتمی که فقط یک عدد از این پیوند را دارا باشد وجود ندارد. بنابراین برای محاسبه آنتالپی این پیوند به اجبار باید از مولکولی مانند CH₄ استفاده کرد که دارای ۴ پیوند C-H است. جالب است که شکستن اولین، دومین، سومین و چهارمین پیوند C-H در این مولکول انرژی متفاوتی نیاز دارد. در نتیجه شیمی دان‌ها میانگین این چهار انرژی را به عنوان «میانگین آنتالپی پیوند C-H» بیان می‌کنند.

جدول ۳- میانگین آنتالپی برخی پیوندها

میانگین آنتالپی (kJ mol ⁻¹)	پیوند
۳۸۰	C-O
۳۹۱	N-H
۴۶۳	O-H
۳۴۸	C-C
۶۱۴	C=C
۸۳۹	C≡C
۷۹۹	C=O
۱۶۳	N-N
۱۴۶	O-O

جدول ۲- آنتالپی برخی پیوندها

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

تست: در چند مورد از پیوندهای زیر بهتر است از «میانگین آنتالپی پیوند» استفاده کرد؟ 



۵(۴)

۴(۳)

۳(۲)

۲(۱)

عوامل موثر در آنتالپی پیوند

۱- آنتالپی پیوند با طول پیوند کووالانسی رابطه‌ی عکس دارد. یادآوری: هر چه شعاع اتم‌های درگیر در پیوند اشتراکی کمتر باشد، طول پیوند کمتر است.

عوامل موثر در شعاع اتمی: اولویت ۱: تعداد لایه ↑ ← شعاع اتمی ↑

اولویت ۲: تعداد P ↓ ← شعاع اتمی ↑

مثال: پیوندهای زیر را از نظر طول پیوند و آنتالپی پیوند مقایسه کنید: 



۲- آنتالپی پیوند با مرتبه پیوند رابطه مستقیم دارد.

مثال: طول پیوند: C-C > C=C > C≡C

آنالپی پیوند: C-C < C=C < C≡C

۳- آنتالپی پیوند با قطبیت پیوند رابطه مستقیم دارد.

تست ۱: آنتالپی پیوند و یا میانگین آنتالپی پیوند در کدام گونه در در مقایسه با گونه‌های دیگر بیشتر است؟

O₂ O با O در ۲

C با C در اتین ۱

C با C در سیکلوهگزان ۴

N₂ با N در ۳

تست ۲: (تجربی تیر ۱۴۰۳)

برای کدام پیوند در مولکول داده شده از مفهوم میانگین آنتالپی پیوند استفاده نمی‌شود؟

C-H در دی‌کلرو متان ۲

H-Br در هیدروژن برمید ۱

O-H در آب ۴

C-C در پروپان ۳

تست ۳: کدام مورد نادرست است؟ (تجربی تیر ۱۴۰۳)

۱) چگونگی پیوند شیمیایی بین اتم‌ها در یک مولکول، انرژی ذخیره‌ای آن را تعیین می‌کند.

۲) انرژی جنبشی یک ماده را حرکت اجزای آن و انرژی پتانسیل ماده را انرژی نهفته اجزاء آن، تعیین می‌کند.

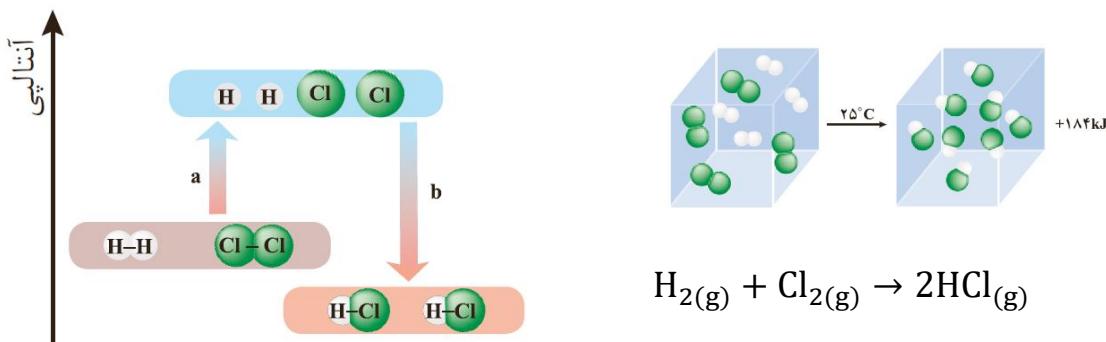
۳) فرایند تبدیل آب به بخار آب، یک فرایند گرماسیمیایی بهشمار می‌آید که با افزایش انرژی سامانه همراه است.

۴) میزان انرژی پیوند میان دو اتم، با پایداری آن پیوند، نسبت مستقیم و با محتواه انرژی آن، نسبت عکس دارد.

به دست آوردن ΔH یک واکنش به کمک آنتالپی پیوند

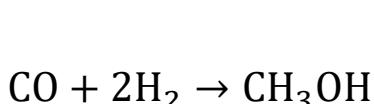
$\Delta H = [\text{مجموع آنتالپی پیوند فرآورده ها} - \text{مجموع آنتالپی پیوند واکنش دهنده ها}]$

تحلیل فرمول بالا: واکنش زیر را در نظر بگیرید.



برای انجام این واکنش ابتدا باید ۱ مول پیوند H-H و ۱ مول پیوند Cl-Cl بشکند که به ترتیب ۴۳۶ و ۴۳۱ کیلوژول انرژی نیاز است (در کل ۶۷۸ کیلوژول) از طرفی در اثر تشکیل هر ۱ مول پیوند H-Cl مقدار ۸۶۲ کیلوژول انرژی آزاد می‌شود (در کل ۶۷۸ - ۸۶۲ = -۱۸۴ Kj).

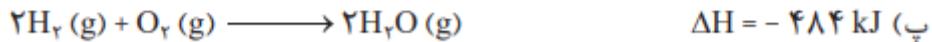
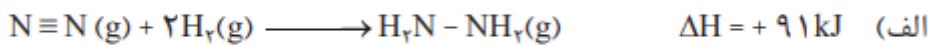
مثال: با توجه به داده‌های جدول، ΔH واکنش گازی زیر چند KJ است؟



O – H	C – O	C – H	H – H	C ≡ O	پیوند
۴۶۴	۳۵۱	۴۱۴	۴۳۶	۱۰۷۵	آنالپی پیوند

خود را بیازمایید

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



تست ۱: با توجه به واکنش گرماسیمیایی: $2\text{CH}_4(\text{g}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$, $\Delta H = 65\text{ kJ}$ میانگین آنتالپی

پیوند C-H برابر چند کیلوژول بر مول است؟

(آنتالپی پیوند های C-C و H-H و C-H به ترتیب برابر ۴۳۵ و ۳۴۸ کیلوژول بر مول در نظر گرفته شود). (ریاضی ۱۴۰۲)

۱۲۲(۴)

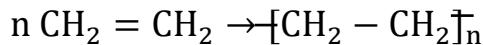
۲۱۲(۳)

۴۲۴(۲)

۴۴۲(۱)

تست ۲: ΔH واکنش پلیمر شدن کامل ۱ مول اتن به تقریب چند کیلوژول است؟

(انرژی پیوندهای C=C، C-H و C-C به ترتیب برابر ۶۱۲، ۴۱۲ و ۳۴۸ کیلوژول بر مول است)



-۸۴(۴)

-۲۶۴(۳)

۸۴(۲)

۲۶۴(۱)

تست ۳: اگر ΔH واکنش گازی $N_2 + 2H_2 \rightarrow N_2H_4$ - ۹۶ کیلوژول باشد و آنتالپی پیوندهای $H-H$ و $N-N$ به ترتیب ۴۳۵ و ۳۸۹ کیلوژول بر مول باشد، برای شکستن پیوندها ۱ گرم $N_{2(g)}$ چند کیلوژول لازم است؟

$$(N = ۱۴ \frac{g}{mol})$$

۱۵/۲(۴)

۶۷/۲(۳)

۹۴۱(۲)

۳۳/۶(۱)

تست ۴: (ریاضی تیر ۱۴۰۳)

اگر مجموع آنتالپی پیوند $H-Cl$ و $H-F$ برابر ۱۰۰۵ کیلوژول بر مول و نسبت آنتالپی پیوند $Cl-Cl$ به آنتالپی پیوند $F-F$ برابر ۱/۵ باشد، آنتالپی پیوند $F-F$ ، یکای کیلوژول بر مول، برابر کدام است؟

$$H(g) + ۴۲۵ \text{ kJ} \rightarrow ۲H(g) \quad ۱۴۵(۱)$$

$$H(g) + Cl(g) \rightarrow ۲HCl(g), \Delta H = -۱۸۶ \text{ kJ} \quad ۱۶۰(۲)$$

$$H(g) + F(g) \rightarrow ۲HF(g), \Delta H = -۵۴۴ \text{ kJ} \quad ۲۲۰(۳)$$

۲۵۵(۴)

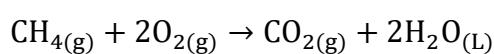
 نکته ۱: برای به دست آوردن ΔH یک واکنش به کمک آنتالپی پیوندها، تمام مواد شرکت کننده باید گازی باشند.

نکته ۲: به دست آوردن ΔH یک واکنش به کمک آنتالپی پیوندها جزو روش های غیرمستقیم یا غیر تجربی به دست آوردن ΔH واکنشها محسوب می شود (همانند قانون هس) اما روش گرماسنجی روشی تجربی (مستقیم) برای به دست آوردن ΔH واکنش می باشد.

ΔH به دست آمده از این سه روش مقداری با هم تفاوت دارند.

نکته ۳: هر چه در یک واکنش مولکول های پیچیده تری وجود داشته باشد، ΔH به دست آمده آن به کمک آنتالپی پیوند با ΔH به دست آمده به روش تجربی تفاوت بیشتری خواهد داشت.

تست ۱: اگر آنتالپی تبخیر $H_2O_{(L)}$ برابر با $\frac{Kj}{mol}$ ۴۴ باشد، ΔH واکنش زیر چند Kj است؟



پیوند	C – H	O = O	C = O	O – H
ΔH	۴۱۵	۴۹۵	۸۰۰	۴۶۳

-۷۱۴(۴)

-۸۹۰(۳)

-۸۴۶(۲)

-۵۰۲(۱)

تست ۲: چه تعداد از مطالب زیر درست است؟

- برای به دست آوردن ΔH واکنش می‌توان مجموع آنتالپی پیوند واکنش دهنده‌ها را از مجموع آنتالپی پیوند فرآورده‌ها کم کرد.
- هرچه مولکول‌های شرکت کننده در واکنش ساده‌تر باشند، آنتالپی محاسبه شده‌ی واکنش با داده‌های تجربی همخوانی بیشتری دارد.
- ΔH واکنش $I_{2(s)} + H_{2(g)} \rightarrow 2HI_{(g)}$ را می‌توان به کمک جدول مقدار آنتالپی پیوندها به دست آورد.
- در واکنش گرماده، پایداری و سطح انرژی فرآورده‌ها بیشتر از واکنش دهنده‌ها است.
- در واکنش گرمگیر پیوندهای فرآورده‌ها پایدارتر از پیوندهای واکنش دهنده‌ها است.

۳(۴)

۲(۳)

۱(۲)

۰(۱)

ترکیبات آلی

ساده‌ترین مثال	نامگذاری	ساختار	فرمول عمومی	نام گروه	گروه عاملی	خانواده
CH_4 متان	آلک+ان	-	$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$	-	-	آلکان
$\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ اتن	آلک-ن	-	C_nH_{2n}	آلکنی	$\text{C} = \text{C}$	آلکن
$\text{CH} \equiv \text{CH}$ اتین	آلک+ین	-	$\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$	آلکینی	$\text{C} \equiv \text{C}$	آلکین
 سیکلوبروپان	سیکلو آلکان	-	C_nH_{2n}	-	-	سیکلواآلکان
 بنزن	-	-	-	بنزنی		آروماتیک
CH_2OH متانول	آلکان+ول	$\text{R} - \text{OH}$	$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$	هیدروکسیل	$- \text{O} - \text{H}$	الکل
$\text{CH}_3 - \text{O} - \text{CH}_3$ دی متیل اتر	+ آلکیل‌ها اتر	$\text{R} - \text{O} - \text{R}'$	$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$	اتری	$- \text{O} -$	اتر
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} - \text{C} - \text{H} \end{array}$ متانال	آلکان+ال	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R} - \text{C} - \text{H} \end{array}$	$\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$	کربونیل	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C} - \text{H} \end{array}$	آلدهید
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_3 \end{array}$ پروپانون	آلکان+ون	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R} - \text{C} - \text{R}' \end{array}$	$\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$	کربونیل	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C} - \end{array}$	کتون
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} - \text{C} - \text{O} - \text{H} \end{array}$ متانوئیک اسید	+ آلکان ویک اسید	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R} - \text{C} - \text{O} - \text{H} \end{array}$	$\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$	کربوکسیل	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C} - \text{O} - \text{H} \end{array}$	اسیدآلی
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} - \text{C} - \text{O} - \text{CH}_3 \end{array}$ متیل متانوآت	آلکیل آلکانوات	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R} - \text{C} - \text{O} - \text{R}' \end{array}$	$\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$	استری	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C} - \text{O} - \end{array}$	استر
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{N} - \text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ متیل آمین	+ آلکیل‌ها آمین	$\begin{array}{c} \text{R} - \text{N} - \text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$	-	آمینی	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{N} - \end{array}$	آمین
-	-	-	-	آمینی، کربوکسیل	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{COOH} \\ -\text{N} - \end{array}$	آمینواسید
-	-	-	-	آمیدی	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C} - \text{N} - \end{array}$	آمید

نکته ۱: در جدول صفحه قبل دانستن گروه عاملی هر خانواده و نیز نام گذاری آنها الزامی است. برای بدست آوردن فرمول عمومی کافیست فرمول عمومی آلکان ها را به عنوان مبنا در نظر گرفت و با توجه به این مطلب که به ازای هر پیوند سنت (پای) و نیز به ازای هر حلقه دو اتم H از فرمول عمومی آلکان کم می شود، فرمول عمومی هر خانواده را به دست آورد.

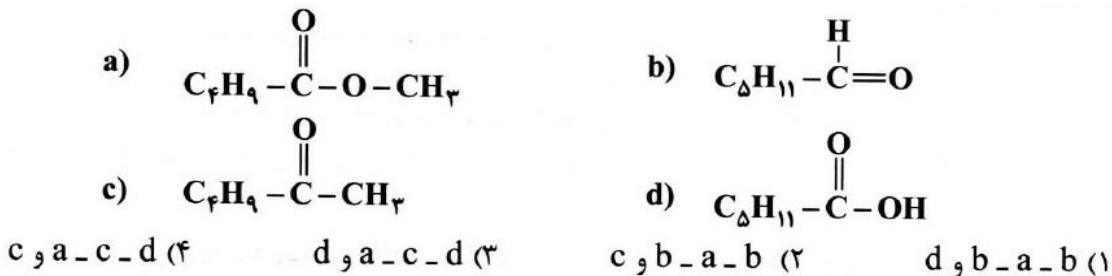
نکته ۲: در این جدول ترکیبات آلی که فقط یک گروه عاملی دارند بیان شده است.

مثال: فرمول عمومی ترکیبات آلی غیرحلقوی که دو گروه کربوکسیل و یک گروه هیدروکسیل هستند به چه شکل است؟ اگر مولکولی با این شرایط ۸ کربنه باشد فرمول مولکولی آن را بنویسد.

گروه عاملی:

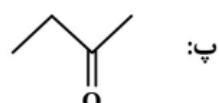
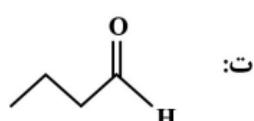
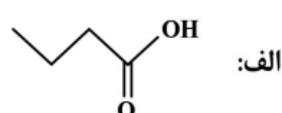
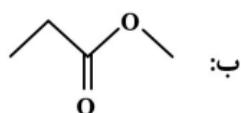
آرایش منظمی از اتم ها که به مولکول آلی دارای آن خواص فیزیکی و شیمیایی منحصر به فردی می بخشد.

تست ۱: کدام ترکیب های زیر، به ترتیب از راست به چپ، آلدهید و استر هستند و کدام دو ترکیب همپار یکدیگرند؟ (ریاضی، دی ۱۴۰۱)



تست ۲: (ریاضی اردیبهشت ۱۴۰۳)

کدام دو ترکیب، ایزومر یکدیگرند و نقطه جوش کدام ترکیب، بالاتر از ترکیب های دیگر است؟



۲) «الف» و «ت» - «الف»

۱) «الف» و «ب» - «ت»

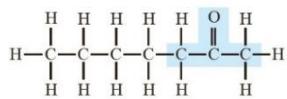
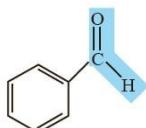
۴) «پ» و «ت» - «الف»

۳) «ب» و «پ» - «ت»

ادویه ها



- ۱- بو و مزه لذت بخش غذاهای بومی اغلب به دلیل ادویه های ویژه است.
- ۲- کاربرد دیگر آن ها جلوگیری از گرسنگی ، افزایش سوخت و ساز، جلوگیری از التهاب پیشگیری از سلطان و گاهی بهبود یا رفع آن است.
- ۳- تفاوت در ادویه ها به دلیل تفاوت در ساختار ترکیبات آلی آنها و به خصوص گروه های عاملی مولکول های آلی آنها است.



طعم و بوی بادام تا حد زیادی به دلیل بنزاالدهید است:

طعم و بوی میخک تا حد زیادی به دلیل ۲-هپتانون است:

طعم و بوی گشنیز: مولکول های آلی با گروه «هیدروکسیل»:

طعم و بوی رازیانه: مولکول های آلی با گروه «اتری»:

طعم و بوی زردچوبه: مولکول های آلی با گروه «کربونیل» (کتونی):

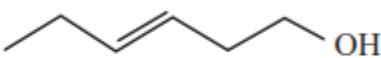
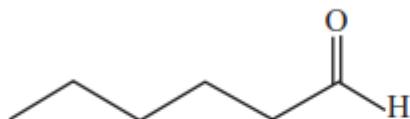
طعم و بوی دارچین: مولکول های آلی با گروه «کربونیل» (آلدهیدی):

نکته: اگر دو مولکول آلی ایزومر (همپار) باشند قطعاً خواص فیزیکی متفاوتی دارند.

حال اگر گروه (های) عاملی یکسان داشته باشند خواص شیمیایی آنها یکسان است اما اگر گروه (های) عاملی متفاوت داشته باشند خواص شیمیایی آن ها نیز متفاوت است در اینصورت قطعاً آنتالپی (سطح انرژی) آن ها نیز متفاوت خواهد بود.

خود را بیازمایید

۲- با توجه به ساختار ترکیب های آلی زیر به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید.



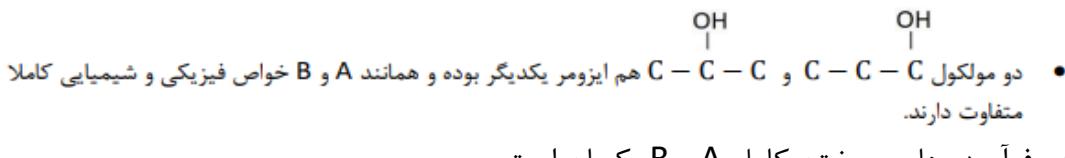
الف) شمار و نوع اتم های سازنده آنها را با یکدیگر مقایسه کنید.

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

پ) آیا محتوای انرژی آنها را یکسان پیش بینی می کنید؟ توضیح دهید.

تست ۱: با توجه به دو مولکول زیر، چه تعداد از مطالب زیر درست است؟

- فرمول مولکولی هر دو $C_6H_{12}O$ بوده و ایزومر یکدیگرند و خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوت دارند.
- ترکیب A گروه عاملی کربونیل و B نیز گروه عاملی الکی داشته و یک الکل سیر نشده است.
- به دلیل اینکه هر دو یک پیوند سمت دارند و ایزومر هم هستند، آنتالپی یکسان دارند.



- فراورده های سوختن کامل A و B یکسان است.

۵(۴)

۴(۳)

۳(۲)

۲(۱)

تست ۲: کدام گزینه نادرست است؟

- خواص ویژه و منحصر به فرد ادویه ها به دلیل ترکیبات آلی خاص آن ها است.
- طعم و بوی بادام و میخک به طور عمده به خاطر به ترتیب بنزآلدهید و ۲-هیتانون است.
- طعم و بوی زردچوبه به طور عمده به دلیل مولکول های آلی با گروه عاملی کتونی است.
- دومین عضو خانواده آلدهیدها دارای هفت جفت الکترون است.

ارزش سوختی مواد غذایی

ارزش سوختی : مقدار انرژی آزاد شده در اثر اکسایش یک گرم ماده غذایی ($\frac{kJ}{g}$)

۱- کربوهیدرات، پروتئین ها و چربی ها علاوه بر تامین مواد اولیه سوخت و ساز سلول ها، منابعی برای تامین انرژی سلول ها نیز هستند.



جدول ۴- ارزش سوختی سه ماده غذایی

بروتین	چربی	کربوهیدرات	ماده غذایی
۱۷	۲۸	۱۷	ارزش سوختی (kJg⁻¹)

۲- ارزش سوختی این سه دسته مواد آلی:

۳- با این که واکنش های سوختن و اکسایش گرماده هستند، اما ارزش سوختی بدون علامت منفی بیان می شود.

۴- در بین این سه دسته مواد غذایی، تنها هیدروکربن ها هستند که در بدن به شکل گلوگز شکسته شده و گلوگز حاصل در خون حل شده و به راحتی در اثر اکسایش انرژی مورد نیاز سلول ها را به سرعت می تواند تامین کند.

۵- در اثر سوختن پروتئین ها در آزمایشگاه CO_2 ، H_2O و N_2 تولید می شود در صورتی که در اثر اکسایش آن در بدن CO_2 و H_2O تولید می شود و نیتروژن آن به طور عمده به شکل اوره در می آید.

۶- هر یک کیلوگرم از بدن حداقل $100 KJ$ در شبانه روز به انرژی نیاز دارد. هر چه فعالیت روزانه بیشتر باشد، این مقدار انرژی افزایش می یابد.



- تست ۱: مقدار کل انرژی حاصل از اکسایش و نیز مقدار ارزش سوختی یک پیتزای ۳۰۰ گرمی که $\% ۱۰$ جرم آن پروتئین، $\% ۳۰$ کربوهیدرات، $\% ۴۰$ آب و مابقی چربی است چند $\frac{\text{kJ}}{\text{g}}$ است؟
- (۱) $۴/۸ ، ۴۳۲۰$ (۲) $۱۴/۴ ، ۴۳۲۰$ (۳) $۱۴/۴ ، ۸۶۴۰$

- تست ۲: درصد چربی، پروتئین و کربوهیدرات در یک ساندویچ به ترتیب $\% ۳۰$ ، $\% ۱۰$ و $\% ۱۲$ جرمی است. یک فرد ۷۰ کیلوگرمی با خوردن چند گرم از این ساندویچ می‌تواند انرژی لازم برای ۲ ساعت ورزش را تامین کند؟ (به ازای هر یک ساعت ورزش ۲۰۰۰ کیلو ژول انرژی مصرف می‌شود).
- (۱) ۶۰ (۲) ۱۲۰ (۳) ۲۶۴ (۴) ۵۲۸

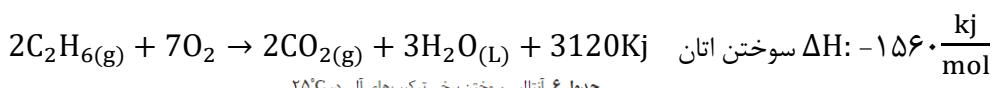
تست ۳: (تجربی تیر ۱۴۰۳)

- اگر ارزش سوختی اتان، $۷/۱$ برابر ارزش سوختی اتانول باشد و از سوختن کامل $۵/۵$ مول اتان، ۷۸۰ کیلوژول گرما آزاد شود، از سوختن به تقریب چند گرم اتانول، همین مقدار گرما تولید می‌شود؟ ($\text{H} = ۱$ ، $\text{C} = ۱۲$ ، $\text{O} = ۱۶$: $\text{g.mol}^{-۱}$)
- (۱) $۲۱/۵$ (۲) $۲۵/۵$ (۳) $۳۲/۵$ (۴) $۳۷/۵$

آنتالپی سوختن

تعريف: مقدار انرژی آزاد شده در اثر سوختن 1 مول جسم در اکسیژن کافی ($\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$)

مثال:



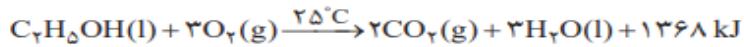
آنتالپی سوختن (kJ mol ⁻¹)	هاده‌آلی	آنتالپی سوختن (kJ mol ⁻¹)	هاده‌آلی
-۱۳۰۰	C ₂ H _{6(g)}	-۸۹۰	CH _{4(g)}
-۱۹۳۸	C ₂ H _{6(g)}	-۱۵۶۰	C ₂ H _{6(g)}
-۷۲۶	CH ₃ OH(l)	-۱۴۱۰	C ₂ H _{6(g)}
-۱۳۶۸	C ₂ H ₅ OH(l)	-۲۰۵۸	C ₂ H _{6(g)}

- اگر جسم با اکسیژن سریع واکنش دهد و نور و گرما تولید شود به واکنش انجام شده «سوختن» گویند اما اگر این واکنش آهسته باشد و فقط گرما آزاد شود، «اکسايش» گویند. ΔH هردو واکنش برای یک جسم یکسان است البته به شرطی که دما و فشار یکسان باشد.
- در اثر سوختن کامل هیدروکربن‌ها، CO₂ و H₂O و در اثر سوختن ناقص CO و O₂ تولید می‌شود.
- چنانچه واژه کامل یا ناقص بیان نشود، مدنظر سوختن کامل است (اکسیژن به اندازه کافی در دسترس واکنش دهنده‌ها بوده است).
- آنالپی واکنش سوختن را اصولاً در فشار 1 اتمسفر و دمای 25°C اندازه گیری می‌کنند. در نتیجه حالت فیزیکی H₂O را در واکنش مایع (L) در نظر می‌گیریم.
- در ΔH سوختن (آنالپی سوختن) برخلاف ارزش سوختی، علامت منفی نیز لحاظ می‌شود.
- رابطه آنتالپی سوختن و ارزش سوختی یک جسم: $(\text{جرم مولی} \times \text{ارزش سوختی}) - \Delta H = \text{سوختن}$
- همانند همه واکنش‌های گرماده، در مورد واکنش سوختن نیز ΔH سوختن (آنالپی سوختن) عددی منفی است اما زمانیکه از واژه «گرمای حاصل از سوختن» یا «انرژی آزاد شده از سوختن» صحبت می‌شود، فقط کافیست مقدار عددی انرژی آزاد شده بیان شود و ذکر علامت منفی اشتباه است.

خود را بیازمایید

1- با توجه به جدول ۶ آنتالپی سوختن پروپان (C₃H₈) و 1- بوتن (C₄H₁₀) را پیش‌بینی کرده سپس با مراجعه به منابع علمی معتبر درستی پیش‌بینی خود را بررسی کنید.

2- با توجه به معادله واکنش سوختن کامل اتان و اتانول به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.



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

ب) جرم CO₂ حاصل از سوختن یک گرم از هریک را محاسبه و با یکدیگر مقایسه کنید.

پ) توضیح دهید چرا اتانول سوخت سبز^۱ به شمار می‌رود؟

مقایسه گرمای آزاد شده از سوختن هیدروکربن‌ها و ترکیبات آلی

۱- هر چه مقدار (جرم) یک هیدروکربن $\uparrow \leftarrow$ گرمای حاصل از سوختن (kj)

مثال: از نظر گرمای آزاد شده در اثر سوختن $10\text{ g CH}_4 > 7\text{ g C}_2\text{H}_6 > 5\text{ g C}_2\text{H}_2$

۲- طبق مطلب بالا می‌توان گفت:

هرچه جرم مولی هیدروکربن $\uparrow \leftarrow$ آنتالپی سوختن ($\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$) عددی منفی تر

مثال: از نظر قدر مطلق آنتالپی سوختن ($\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$)

۳- در صورت تعداد کربن برابر یک آلkan و یک الکل:

آنالپی سوختن آلkan ($\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$) منفی تر از آنتالپی سوختن الکل هم کربن

مثال: گرمای آزاد شده از سوختن ۱ مول: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} < \text{C}_2\text{H}_6$

۴- در اعضای یک خانواده ترکیبات آلی:

تعداد کربن $\uparrow \leftarrow$ آنتالپی سوختن عددی منفی تر

مثال: گرمای حاصل از سوختن ۱ مول: 

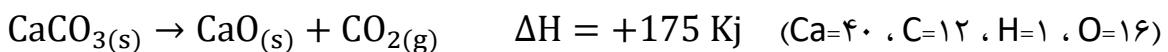
 تست ۱: کدام گزینه در مورد گرمای آزاد شده در اثر سوختن مواد آلی زیر نادرست است؟ (C=۱۲، H=۱)

۱) دو مول متان $>$ نیم مول بوتن

۲) یک مول اتانول $<$ یک مول متانول

۳) ۱۰ گرم بوتین $<$ ۸ گرم بوتن

تست ۲: اگر آنتالپی سوختن متان و پروپان به ترتیب -۸۹۰ و -۲۲۲۰ کیلو ژول بر مول باشد، با انرژی آزاد شده در اثر سوختن $20/2$ گرم بوتان با بازده 80% چند گرم کلسیم کربنات تجزیه می‌شود؟



۴۶۱/۶۴ ۴۶/۱۶۳ ۷۷۲/۲ ۷۷/۲ (۱)

تست ۳: نمونه‌ای از آلkan در اکسیژن کافی سوزانده شده و $10/8$ گرم CO_2 و $17/6$ گرم H_2O و 313 Kj

انرژی آزاد شده است. ΔH سوختن این هیدروکربن چند $\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ است؟ (C=۱۲، H=۱، O=۱۶)

(۱) -۷۸۰ (۲) +۷۸۰ (۳) -۱۵۶۰ (۴) +۱۵۶۰

بدست آوردن ΔH واکنش به کمک گرماسنج لیوانی



- ۱- گرماسنج لیوانی شامل یک ظرف پلاستیکی ، دماسنج ، هم زن و مقداری آب است که ΔH واکنش را می توان به کمک آن به روش مستقیم (تجربی) به دست آورد.
- ۲- واکنش انجام شده در آن در فشار ثابت انجام می شود، بنابراین ΔH به دست می آید.
- ۳- این نوع گرماسنج برای اندازه گیری واکنش هایی که مواد گازی در واکنش دهنده ها و فرآورده ها وجود ندارند مناسب است، به خصوص از این گرماسنج برای محاسبه ΔH واکنش هایی که در حالت محلول انجام می شوند استفاده می کنند.

روش کار: قبل از اضافه کردن واکنش دهنده ها، جرم آب گرماسنج (m) و دمای آن (θ_1) اندازه گیری می شود و بعد از اضافه شدن واکنش دهنده ها و اتمام واکنش دمای آب را مجدداً اندازه گیری کرده (θ_2) و با استفاده از رابطه $Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$ مقدار گرمایی که گرماسنج جذب یا آزاد کرده محاسبه می شود . گرمای واکنش انجام شده قرینه Q خواهد بود.

تست ۱: ۸/۴ گرم پتاسیم هیدروکسید ($M=56 \frac{g}{mol}$) به ۱۵۰ گرم آب درون گرماسنج اضافه شده است. اگر دمای اولیه همه مواد $25^{\circ}C$ و گرمای ویژه آب و KOH به ترتیب $4/2$ و ۱ ژول بر گرم درجه سلسیوس و دمای پایانی سامانه $40^{\circ}C$ باشد ، ΔH اتحال KOH چند $\frac{kJ}{mol}$ است؟ (ریاضی ۹۳)

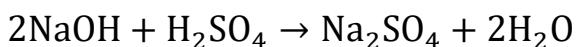
۷۵(۴)

۶۴(۳)

۵۶(۲)

۶۰(۱)

تست ۲: اگر 50 mL محلول $NaOH$ با غلظت معین با 150 mL محلول H_2SO_4 در دمای $25^{\circ}C$ درون یک گرماسنج با همین دما به طور کامل واکنش دهد و دمای پایانی $30^{\circ}C$ باشد، ΔH واکنش انجام شده چند KJ است؟ ($C_{H_2O} = 4/2 \frac{g}{mL}$ و چگالی همه محلول ۱ فرض شود) (ریاضی ۹۵)



-۲۸۰(۴)

+۲۸۰(۳)

-۱۴۰(۲)

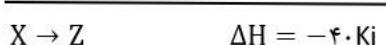
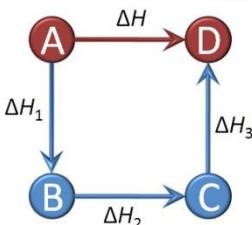
+۱۴۰(۱)

معادله ترموشیمیایی: چنانچه در یک واکنش شیمیایی مقدار عددی ΔH نیز آورده شود، به آن معادله ترموشیمیایی واکنش می گویند:



به دست آوردن ΔH یک واکنش از قانون جمع‌پذیری گرمای واکنش‌ها(قانون هس)

تعریف: اگر معادله یک واکنش از جمع دو یا چند واکنش دیگر به دست آید، ΔH واکنش موردنظر (مبنای) نیز جمع جبری ΔH همان واکنش‌ها خواهد بود.

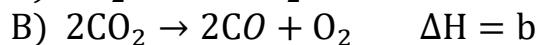
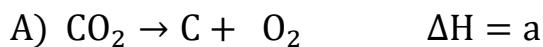


مثال ۱:

تبديل جمع واکنش‌ها به واکنش مبنای:

از اولین جسم واکنش مبنای شروع می‌کنیم. اگر این ماده فقط در یکی از واکنش‌های دیگر آمده باشد، وضعیت آن واکنش را مشخص می‌کنیم. سپس سراغ دومین جسم واکنش مبنای رفته و به همین شکل وضعیت واکنش‌ها را مشخص می‌نماییم.

مثال ۲: با توجه به دو واکنش زیر، ΔH واکنش $2CO \rightarrow 2C + O_2$ را محاسبه کنید:

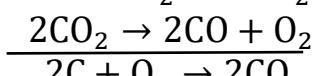
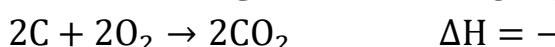


راه حل: اولین ماده واکنش مبنای C است که فقط در واکنش A آمده، پس باید واکنش A را عکس و ضرایب را ضربدر ۲ کرد تا بتواند ۲C را در سمت راست تامین کند، بنابراین ΔH واکنش A نیز ضربدر (۲) می‌شود:



حال سراغ دومین جسم واکنش مبنای O_2 می‌رویم. چون O_2 در هردو واکنش دیگر وجود دارد بهتر است از آن کمک نگرفته و سراغ ماده دیگر یعنی CO برویم که فقط در واکنش B آمده است. بنابراین واکنش B نباید تغییر کند:

دو واکنش 'A' و 'B' را جمع می‌کنیم تا مطمئن شویم جمع آن‌ها واکنش مبنای می‌شود:



بنابراین طبق قانون هس ΔH واکنش مبنای خواهد بود:

$$-2a+b$$

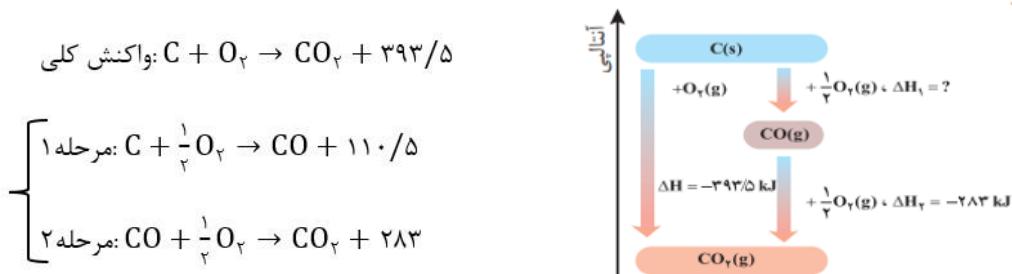
تست ۱: کدام گزینه نادرست است؟ 

- ۱) گازهای NO و CO خارج شده از خودروها، آلاینده هواکره محسوب می‌شوند.
- ۲) واکنش ΔH را به روش گرماسنجی می‌توان حساب کرد.
- ۳) N_2H_4 یا هیدرازین ماده‌ای پرانرژی است که به عنوان سوخت موشک کاربرد دارد.
- ۴) واکنش تولید آمونیاک به روش هابر در دو مرحله انجام می‌شود.

واکنش‌های یک مرحله‌ای و چند مرحله‌ای

واکنشی مانند ترمیت از برخورد مستقیم واکنش دهنده‌ها، فرآوردهای تولید می‌شوند این واکنش‌ها را «یک مرحله‌ای» گویند.

اما واکنش‌های زیادی نیز وجود دارند که در دو یا چند مرحله انجام می‌شوند. به عنوان مثال سوختن کامل گرافیت در دو مرحله انجام می‌شود که واکنش‌های ترموشیمیایی آن به شکل زیر است:

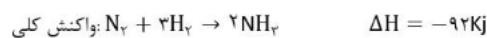


نکته ۱: در واکنش‌های دو یا چند مرحله‌ای، واکنش کلی از جمع مراحل دیگر به دست می‌آید.

نکته ۲: در واکنش‌های دو یا چند مرحله‌ای، ΔH واکنش کلی نیز جمع جیری ΔH مراحل دیگر است (قانون هس)

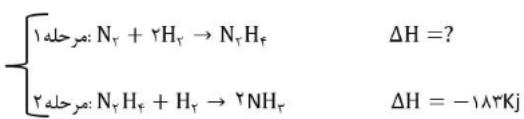
نکته ۳: در واکنش‌های دو مرحله‌ای، ΔH مرحله ۱ را نمی‌توان به روش مستقیم (تجربی) به دست آورد. زیرا فرآورده مرحله ۱ به سرعت وارد مرحله ۲ شده و در نتیجه به روش گرماسنجی نمی‌توان صرفًا گرمای مرحله ۱ را به دست آورد. در نتیجه برای به دست آوردن ΔH مرحله ۱ از روش‌های غیر مستقیم مانند قانون هس یا آنتالپی پیوند استفاده می‌شود.

مثال ۱: تولید آمونیاک به روش هابر در ۲ مرحله



$$\Delta H = -92 \text{ kJ}$$

انجام می‌شود:



$$\Delta H = ?$$

(N_2H_4 یا هیدرازین ماده‌ای پرانرژی است که به عنوان

سوخت موشک استفاده می‌شود).

بنابراین واکنش مرحله ۱ که ذکر شده را نمی‌توان به روش تجربی انجام داد و اجباراً ΔH آن را به روش غیر مستقیم مجاسبه می‌کنند. دو مثال دیگر:

مثال ۲: واکنش $H_2 + O_2 \rightarrow H_2O_2$: از واکنش H_2 و O_2 در عمل H_2O تولید می‌شود نه H_2O_2 . زیرا H_2O پایدارتر از H_2O_2 است. بنابراین ΔH این واکنش نیز از روش‌های غیرمستقیم محاسبه می‌شود. (H_2O_2 یا آب اکسیژنه یا هیدروژن پر اکسید که محلول رقیق آن به عنوان ضدغفوئی کننده و خاصیت رنگ بری و لکه بری استفاده می‌شود).

مثال ۳: واکنش $CH_4(g) \rightarrow C(s) + 2H_2(g)$ گرافیت : چون تامین شرایط انجام این واکنش در آزمایشگاه بسیار دشوارتر است، بنابراین ΔH این واکنش نیز به روش تجربی (مستقیم) قابل محاسبه نیست. (CH_4) یا گاز مرداب: ساده ترین هیدروکربن بوده که بخش عمده گاز شهری را تشکیل می‌دهد. این گاز از تجزیه گیاهان در زیر آب به وسیله باکتری‌های بی‌هوایی نیز تولید می‌شود.

جمع بندی

ΔH بسیاری از واکنش‌ها را نمی‌توان به روش مستقیم (گرماسنجی) محاسبه کرد. زیرا برخی واکنش‌ها، مرحله‌ای از یک واکنش چند مرحله‌ای هستند که امکان انجام آن مرحله به تنها یکی نیست. همچنین واکنش‌های زیادی هستند که تامین شرایط بهینه برای انجام آن‌ها بسیار دشوار است. در این موارد ΔH واکنش موردنظر را به روش غیرمستقیم (غیرتجربی) به کمک آنتالپی پیوندها یا قانون هس محاسبه می‌کنند.

خود را بیازمایید

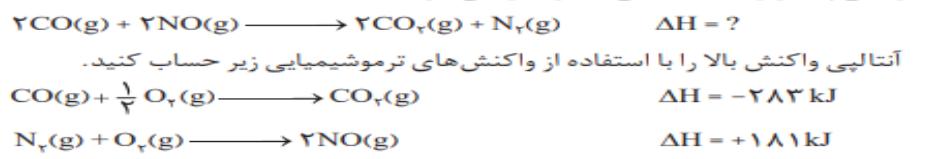
۱- هیدروژن پر اکسید (H_2O_2) ماده‌ای است که با نام تجاری آب اکسیژنه به فروش می‌رسد.

الف) با استفاده از واکنش‌های زیر، آنتالپی واکنش $H_2O_2(l) \rightarrow H_2O(g) + O_2(g)$ را حساب کنید.

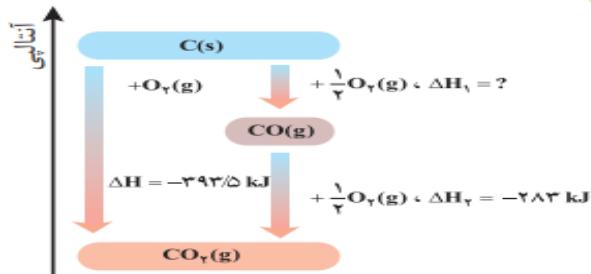


ب) توضیح دهد چرا تهیه این ماده از واکنش مستقیم گاز هیدروژن با اکسیژن ممکن نیست؟

۲- در شیمی ۱ آموختید که گازهای آلینده مانند NO و CO از اگزوز خودروها به هوای کره وارد می‌شوند. شیمیدان‌های هوایکره انجام واکنش زیر را برای تبدیل این آلینده‌ها به گازهایی پایدارتر و با آلینندگی کمتر، طراحی کرده‌اند.



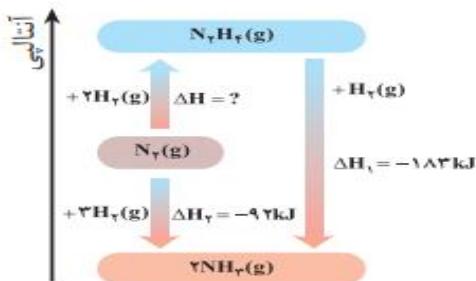
۳- واکنش سوختن کامل گرافیت را می‌توان مجموعه‌ای از دو واکنش پی‌درپی مطابق نمودار زیر دانست.



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

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

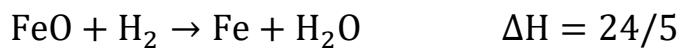
۴- شواهد تجربی نشان می‌دهند که تهیه آمونیاک به روش هایر از گازهای نیتروژن و هیدروژن مطابق تמודار زیر یک واکنش دو مرحله‌ای است.



- الف) در شرایط یکسان، هیدرازین پایدارتر است یا آمونیاک؟ چرا؟
ب) آنتالپی واکنش تولید هیدرازین را حساب کنید.



تست ۱: آنتالپی واکنش ۳Fe + 4H₂O → Fe₂O₃ + 4H₂ چند Kj است؟



-۶۳۳(۴)

-۱۴۹(۳)

-۱۰۰(۲)

-۲۵۴(۱)

تست ۲: با توجه به واکنش های زیر:



با گرمای آزاد شده ضمن تشکیل یک مول D در واکنش ۲A + 4E → 2C + 3D چند گرم آب ۳۰ را می

$$(C_{\text{H}_2\text{O}} = 4/2 \frac{\text{ج}}{\text{g.c}})$$

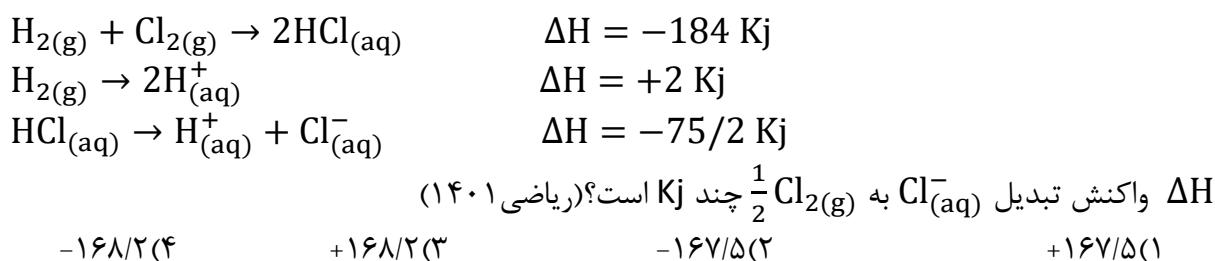
۲۷۹/۳(۴)

۲۶۸/۳(۳)

۱۶۶/۷(۲)

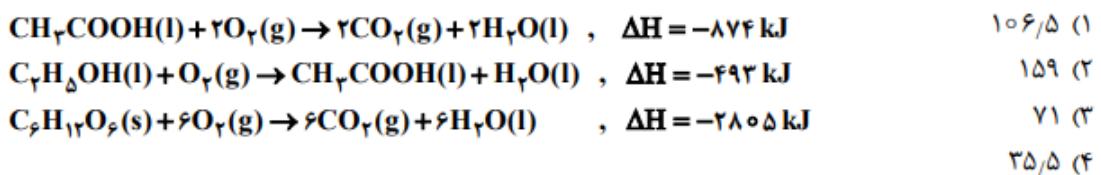
۱۲۶/۷(۱)

قسمت ۳: با توجه به واکنش های زیر:



قسمت ۴: (تجربی تیر ۱۴۰۳)

بر پایه واکنش های گرماشیمیایی داده شده، تهیه یک مول اتانول از تخمیر گلوکز (به حالت جامد)، چند کیلوژول انرژی آزاد می کند؟ (گاز کربن دی اکسید، فراورده دیگر واکنش است).



سینتیک شیمیایی



Chemical Kinetics

تعريف: سینتیک شیمیایی شاخه‌ای از علم شیمی است که به بررسی چگونگی انجام واکنش‌ها و آهنگ (سرعت) تغییر شیمیایی در واکنش‌ها و عوامل موثر در این آهنگ می‌پردازد.

► شروط انجام واکنش :

- الف) برخورد بین واکنش دهنده‌ها
- ب) برخورد در راستای مناسب واکنش دهنده‌ها
- پ) انرژی کافی برای شکستن پیوندهای واکنش دهنده‌ها (انرژی فعال سازی یا E_a ، حداقل انرژی لازم برای انجام یک واکنش را بیان می‌کند)



ب) افزودن محلول سدیم کلرید به محلول نقره‌نیترات باعث تشکیل سریع رسوب سفیدرنگ نقره کلرید می‌شود.



الف) انفجار^۱، واکنش شیمیایی بسیار سریعی است که در آن از مقدار کمی ماده منفجر شونده به حالت جامد یا مایع، حجم زیادی از گازهای داغ تولید می‌شود.



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

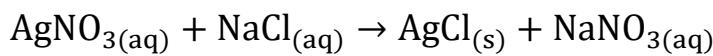


ب) اشیای آهنی در هوای مرطوب به کندی زنگ می‌زنند. زنگار تولید شده در این واکنش ترد و شکننده است و فرو می‌ریزد.

► تفاوت در سرعت واکنش‌ها:

بسیار سریع: به عنوان مثال «انفجار» یک واکنش شیمیایی گرماده‌ی بسیار سریع است که در آن مقدار کمی از یک ماده منفجر شونده به حالت جامد یا مایع، حجم زیادی گازهای داغ تولید می‌کند.

سریع: مانند تولید رسوب سفید رنگ نقره کلرید از دو محلول بی رنگ زیر:



کند: مانند زنگ زدن اشیای آهنی در هوای مرطوب، (زنگار تولید شده ترد و شکننده بوده و فرو می‌ریزد)
بسیار کند: مانند پوسیده شدن و زرد شدن ورق‌های کتاب به دلیل تجزیه بسیار کند سلولز کاغذ.

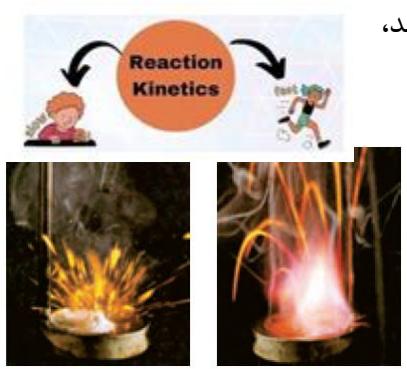
عوامل موثر بر سرعت یک واکنش

**(I) نوع واکنش دهنده ها (ماهیت):**

هر چه واکنش پذیری واکنش دهنده ها (فعالیت شیمیایی) بیشتر باشد، سرعت واکنش بیشتر است

۱- پتاسیم و سدیم (گروه قلیایی) با آب سرد به سرعت واکنش می دهند اما سرعت واکنش پتاسیم بیشتر است، (در گروه های ۱ و ۲ و ۱۳ واکنش پذیری فلزات از بالا به پایین افزایش می یابد)

۲- در گروه ۱۷ واکنش پذیری از بالا به پایین کاهش می یابد.



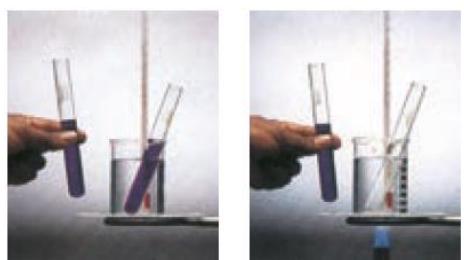
نکته ۱: ماهیت یا به عبارتی طبیعت واکنش دهنده ها، مهم ترین

عامل موثر در سرعت یک واکنش می باشد.

نکته ۲: ماهیت (نوع) واکنش دهنده ها به عنوان متغیر برای تغییر سرعت یک واکنش مطرح نمی باشد.

(II) دما:

با سرعت هر واکنشی رابطه مستقیم دارد چه گرمگیر و چه گرماده. با افزایش دما جنبش ذرات افزایش یافته و احتمال برخورد ذرات افزایش می یابد و برعکس



۱- محلول بنفش رنگ پتاسیم پرمنگات ($KMnO_4$) با یک اسید آلی در دمای اتاق به کندی واکنش می دهد اما با گرم شدن محلول به شدت بی رنگ می شود (سریع واکنش می دهد)

۲- برای نگهداری طولانی مدت مواد غذایی آنها را به حالت منجمد و یا در دمای پایین نگهداری می کنند.

(III) غلظت واکنش دهنده ها :

افزایش غلظت واکنش دهنده ها با سرعت واکنش رابطه مستقیم دارد.

با افزایش غلظت واکنش دهنده (های) گازی (g) و محلول (aq) تعداد برخورد میان واکنش دهنده افزایش یافته و سرعت واکنش افزایش می یابد و برعکس.



۱- الیاف آهن داغ و سرخ شده در هوای سوزد (۰.۲۱٪ هوای گاز اکسیژن است) اما در یک ارلن پر از اکسیژن می سوزد (۰.۱۰۰٪ اکسیژن)

۲- برای نگه داری سالم برخی خوراکی ها، هوای درون ظرف را خالی کرده و سپس بسته بندی می کنند تا با کاهش غلظت اکسیژن سرعت فساد مواد غذایی کاهش یابد.

۳- برای افزایش سرعت اکسیژن رسانی به بیمارانی که مشکلات تنفسی دارند، از تنفس با کپسول گاز اکسیژن خالص استفاده شود.

(IV) فشار (حجم):

اگر یک یا همه واکنش دهنده (ها) گازی باشند، با تغییر فشار، غلظت گاز(ها) تغییر کرده و سرعت واکنش تغییر می کند.

یادآوری: تغییر فشار فقط غلظت گاز را تغییرمی دهد.

(V) سطح تماس:

هر چه سطح تماس واکنش دهنده ها بیشتر باشد، احتمال برخورد بیشتر شده و سرعت واکنش افزایش می یابد.

۱- شعله آتش، گرد آهن موجود در کپسول چینی را فقط داغ و سرخ می کند، در حالی که پاشیدن و پخش کردن گرد آهن روی شعله باعث سوختن آن می شود.



۲- قاوت که گرد مغذی از مغز آفتابگردان، پسته و ... است، زودتر از مغز هر کدام از این خوراکی فاسد می شود.

۳- تراشه های چوب سریعتر از تکه های چوب می سوزند.

۴- اگر واکنش دهنده ها همگی گاز یا همگی محلول باشند، آهنگ واکنش بیشتر از حالتی است که در دو حالت فیزیکی مختلف باشند. زیرا اگر حالت فیزیکی متفاوت باشد، واکنش فقط در مرز میان این دو حالت انجام می شود.

(VI) کاتالیزگر:

کاتالیزگر ماده ای است که در واکنش شرکت می کند اما بدون آنکه مصرف شود باعث افزایش سرعت (آهنگ) واکنش می شود.

۱- محلول هیدروژن پراکسید یا آب اکسیژنه (H_2O_2)، در دمای اتاق به کندی تجزیه می شود اما با اضافه شدن دو قطره محلول یون $-I$ (مثال KI) به عنوان کاتالیزگر سرعت به طور قابل توجهی افزایش می یابد:

۲- حبه قند آغشته به خاک باعچه سریع تر و آسان تر می سوزد. زیرا خاک باعچه کاتالیزگر مناسب برای واکنش را دارد.

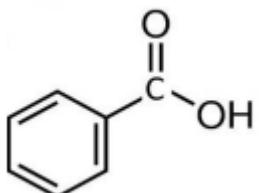


۳- آنزیم ها در بدن نقش کاتالیزگر را دارا هستند. به همین دلیل برخی افراد با مصرف کلم و حبوبات دچار نفخ می شوند زیرا فاقد آنزیمی هستند که هضم این مواد غذایی را تسريع می کنند.

مواد نگهدارنده

تعريف: نگهدارنده ها موادی هستند که سرعت واکنش های شیمیایی را که منجر به فساد مواد غذایی می شوند را کاهش می دهند و در صنایع غذایی نیز به همین منظور کاربرد دارند.

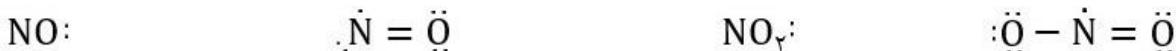
۱- «بنزوئیک اسید» یک ماده نگهدارنده می باشد (کربوکسیلیک اسید آروماتیک)



۲- بنزوئیک اسید به طور طبیعی در تمشک و توت فرنگی نیز وجود دارد.

۳- ساده ترین کربوکسیلیک اسید: متانوئیک اسید یا فورمیک اسید(جوهر مورچه):

۴- مشهور ترین کربوکسیلیک اسید: اتانوئیک اسید یا استیک اسید (جوهر سرمه):
رادیکال ها: گونه های پر انرژی و ناپایداری هستند که در ساختار خود الکترود جفت نشده دارند.
یعنی اکت نیستند (الکترون منفرد یا تنها) در نتیجه واکنش پذیری بسیار زیاد دارند. مثال:

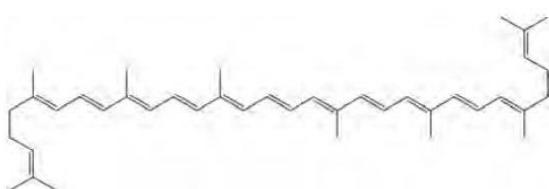


در بدن ما نیز به دلیل انجام شدن واکنش های شیمیایی، رادیکال هایی به وجود می آیند که اگر جذب نشوند می توانند با انجام واکنش های سریع به بافت های بدن آسیب برسانند. جذب رادیکال ها توسط مواد به نام «مواد بازدارنده» انجام می شود.

مواد بازدارنده

تعريف: ریز مغذی هایی آلتی و سیر نشده هستند که در مواد غذایی ای مانند سبزیجات و میوه ها وجود داشته و مصرف آنها سبب می شود که با رادیکال های تولیدی در بدن واکنش داده و باعث کاهش مقدار رادیکال ها شده و در نتیجه از سرعت واکنش های ناخواسته کاسته شده و احتمال بیماری هایی مانند سرطان کاهش می یابد.

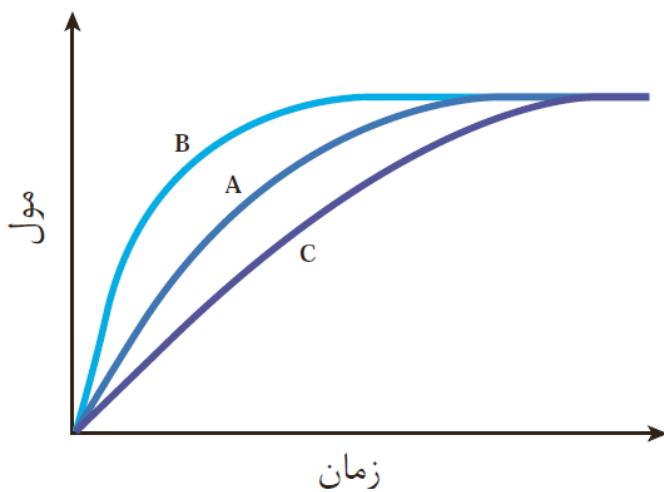
۱- یکی از بازدارنده ها که در هندوانه و گوجه فرنگی وجود دارد «لیکوپن» است که دارای ۱۳ پیوند دو گانه می باشد.



هندوانه و گوجه فرنگی محتوی لیکوپن بوده که فعالیت رادیکال ها را کاهش می دهد.

خود را بیازمایید

در نمودار داده شده، منحنی A نشان دهنده تغییر مول های یکی از مواد فراورده در واکنش فرضی است. با دلیل مشخص کنید کدام منحنی (B یا C) نشان دهنده افزودن بازدارنده و کدام یک نشان دهنده افزودن کاتالیزگر به سامانه واکنش است؟



تست ۱: سرعت واکنش $Zn_{(s)} + 2H_{(aq)}^+ \rightarrow Zn_{(aq)}^{2+} + H_2(g)$ به اثر چه تعداد از تغییرات زیر کاهش می یابد؟

- تغییر دما از 50°C به 30°C
- کاهش فشار
- کاهش غلظت H^+
- استفاده از الیاف روی به جای گرد روی
- استفاده براده روی به جای قطعات روی
- اضافه کردن آب به ظرف واکنش

۶) ۴

۵) ۳

۴) ۲

۳) ۱

تست ۲: چه تعداد از مطالب زیر درست است؟

- سرعت واکنش $mL\text{ }500 \cdot 10^{-3}$ مولار $FeCl_2$ با $mL\text{ }200 \cdot 10^{-3}$ مولار آن است.
- شعله آتش، گرد آهن موجود در بوته چینی را می سوزاند.
- محلول هیدروژن پراکسید در دمای اتاق به کندی تجزیه می شود اما با اضافه شدن KCl سرعت تجزیه آن افزایش می یابد.
- الیاف آهن داغ و سرخ شده در هوا نمی سوزند.
- تغییر فشار در صورتی سرعت یک واکنش را تغییر می دهد که حداقل یک واکنش دهنده گازی باشد.

۳) ۴

۲) ۳

۱) ۲

۰) ۱

سرعت مصرف یا تولید یک ماده

تعریف: مقدار مول یا گرم یا حجم یا غلظت مصرف شده یا تولید شدهی ماده در واحد زمان را سرعت ماده مورد نظر می‌گویند.

۱- چون سرعت در شیمی همواره به شکل عددی مثبت بیان می‌شود، بنابراین در مورد واکنش دهنده‌ها که

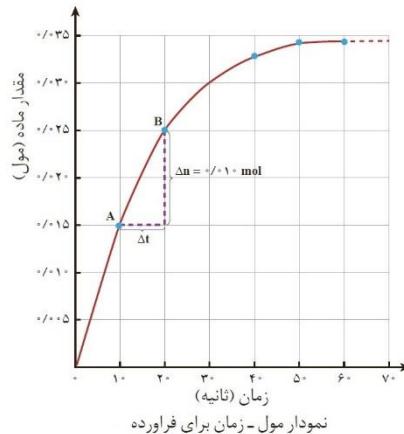
Δn و منفی دارند، می‌بایست Δn ... آن‌ها ضربدر عددی منفی کرد.

۲- سرعت متوسط ماده A بر حسب $\frac{\text{mol}}{\text{زمان}}$ از رابطه زیر به دست می‌آید:

۳- سرعت متوسط ماده A بر حسب $\frac{\text{mol}}{\text{زمان}} \cdot \frac{M}{L}$ و به عبارتی از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\bar{R}_A = \frac{\pm \Delta M_A}{\Delta t}$$

$$\bar{R}_A = \frac{\pm \Delta [A]}{\Delta t}$$



نکته: چون غلظت مواد جامد و مایع ثابت است، در نتیجه سرعت آن‌ها فقط بر حسب $\frac{\text{mol}}{\text{زمان}}$ بیان می‌شود.

مثال دانش‌آموزی درون یک محلول محتوی ۳٪ مول مس (II) سولفات، تیغه‌ای از جنس روی قرار داده است. شکل زیر پیشرفت واکنش $\text{CuSO}_4(\text{aq}) + \text{Zn}(\text{s}) \rightarrow \text{Cu}(\text{s}) + \text{ZnSO}_4(\text{aq})$ را در این آزمایش نشان می‌دهد، با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید



الف) واکنش پذیری فلز روی را با مس مقایسه کنید.

ب) با گذشت زمان مقدار $\text{Cu}(\text{s})$ و $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ چه تغییری می‌کند؟ چرا؟

پ) اگر شمار مول‌های مصرف شده از هر واکنش دهنده در واحد زمان بیانگر سرعت مصرف آن باشد، سرعت مصرف $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ را بر حسب mol min^{-1} حساب کنید.

یادآوری:

برای مواد شرکت کننده در یک واکنش با سه نوع مقدار سرو کار داریم:

مقدار اولیه: n_1 (مول اولیه) یا m_1 (جرم اولیه) یا V_1 (حجم اولیه برای گازها) و نیز M_1 (غلظت مولی اولیه) که به شکل ۱ [] نیز نوشته می شود.

تغییرات: Δn یا ΔM یا ΔV یا Δm که به شکل [] نیز نوشته می شود.

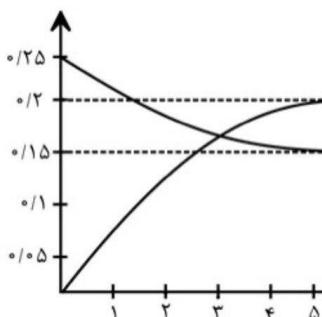
در حقیقت تغییرات واکنش دهنده‌ها نشان دهنده مقدار مصرفی یا تجزیه شده آن‌ها و تغییرات فرآورده‌ها نشان دهنده مقدار تولیدی آن‌ها تا زمان مورد نظر است. بدینهی است تغییرات واکنش دهنده‌ها منفی و برای فرآورده‌ها مثبت خواهد بود.

مقدار ثانویه: n_2 ، m_2 یا V_2 و نیز M_2 که به شکل ۲ [] نیز نوشته می شود.

مقدار ثانویه در مورد واکنش دهنده‌ها یعنی مقدار باقی مانده و در مورد فرآورده‌ها به معنای مقدار تولیدی تا زمان مورد نظر می باشد.

بنابراین سرعت تولید یا مصرف یک ماده را می توان بر اساس تغییرات مول ، غلظت ، جرم و حجم(فشار) محاسبه کرد.

 **مثال:** نمودار مول زمان و جدول تغییرات مول واکنش زیر از آغاز تا ثانیه ۵: $N_2O_4 \rightarrow 2NO_2$



$N_2O_4 \rightarrow 2NO_2$		
n_1	0.25	0
Δn	-0.10	-0.20
n_2	0.15	0.2

 **مثال ۱:** در واکنش سدیم با اسید معده، مقدار فلز در مدت ۲۰ ثانیه از 0.23 g به 0.23 g رسیده است. سرعت مصرف آن چند مول بر ثانیه می باشد؟ ($Na = 23$)

مثال ۲: در واکنش تجزیه گاز NO_2 در شرایط استاندارد، مقدار آن در دقیقه ۵ برابر $4/48$ و در دقیقه ۱۵ برابر $2/24$ لیتر است. سرعت آن را بر حسب لیتر بر دقیقه و مول بر دقیقه حساب کنید

مثال ۳: غلظت ماده ای در مدت ۲ دقیقه از 0.36 mol بر لیتر به 0.24 mol بر لیتر می رسد. سرعت مصرف آن را بر حسب مولار بر دقیقه و مولار بر ثانیه بدست آورید.

مثال: در تجزیه H_2O_2 در ظرف ۳ لیتری، مقدار آن در پایان دقیقه سوم 0.08 مول و در پایان دقیقه پنجم 0.02 مول می باشد. سرعت مصرف آن بر حسب $\frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{min}}$ و نیز $\frac{\text{mol}}{\text{min}}$ را به دست آورید.

نکته ۱: دقت شود که L در مخرج یکای سرعت بیانگر سرعت مصرف یا تولید ماده در ۱ لیتر ظرف است به عبارتی تغییرات غلظت آن ماده را در واحد زمان نشان می‌دهد. در مثال بالا سرعت H_2O_2 در کل ۳ لیتر برابر $۰/۰۳$ می‌باشد، یعنی در کل سامانه و در هر دقیقه $۰/۰۳$ مول H_2O_2 تجزیه می‌شود. بدیهی است سرعت مصرف آن در هر ۱ لیتر سامانه $\frac{۱}{۳}$ این مقدار یعنی برابر $\frac{M}{min}$ یا $\frac{mol}{L \cdot min}$ می‌باشد.

نکته ۲: نماد L در صورت یکای سرعت بیانگر حجم گاز تولیدی یا مصرفی در واحد زمان است و کاملاً با مخرج یکا متفاوت است. اگر سرعت گازی $\frac{L}{min}$ باشد به این معناست که در کل ظرف و در هر دقیقه مقدار L ۵/۶ گاز مصرف یا تولید می‌شود.

تیدیل یکای سرعت یا استوکیومتری واحدی

مثال ۱: سرعت تولید گاز اکسیژن در واکنشی برابر $\frac{L}{L.S}$ ۴/۴۸ است. اگر شرایط STP باشد و حجم سامانه واکنش L/۵ باشد، سرعت تولید این گاز را برحسب $\frac{mol}{min}$ به دست آوردید.

جواب: $? \frac{mol}{min} = \frac{4}{48} \frac{L}{L.S} \times 0/5L \times \frac{1mol}{22/4L} \times \frac{60s}{1min} = 6 \frac{mol}{min}$

مثال ۲: سرعت تولید گازی در شرایطی که حجم مولی $\frac{L}{mol}$ ۲۵ است برابر $\frac{L}{10}$ میباشد. اگر حجم سامانه L/۵ باشد سرعت آن چند مولار پر دقیقه است؟

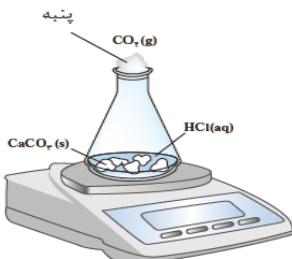
تست ۱: در واکنشی غلظت سولفوریک اسید در مدت ۵ ثانیه از $5/0$ مولار به $3/0$ مولار رسیده است. اگر حجم محلول $1L$ باشد، سرعت آن چند $\frac{mol}{min}$ است و در مدت 30 ثانیه چند مول از آن مصرف می‌شود.

(۱) $0/24$ - $0/12$ (۲) $0/04$ - $0/02$ (۳) $0/002$ - $0/004$

تست ۲: در ظرفی به حجم ۲ لیتر تعداد مولکول‌های گازی SO_3 در مدت ۱۰ ثانیه از $1/204 \times 10^{22}$ به $3/01 \times 10^{21}$ عدد می‌رسد. سرعت متوسط مصرف آن برابر چند $\frac{\text{mol}}{\text{l} \cdot \text{min}}$ می‌باشد؟

با هم بیندیشیم

۱- واکنش کلسیم کربنات را با محلول هیدروکلریک اسید در دما و فشار اتاق مطابق شکل رو به رو در نظر بگیرید.



جدول زیر، جرم مخلوط واکنش را بر حسب زمان برای این آزمایش نشان می‌دهد. با توجه به داده‌های جدول، به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید:

زمان (ثانیه)	۶۰	۵۰	۴۰	۳۰	۲۰	۱۰	۰
جرم مخلوط واکنش (گرم)	۶۴/۵۰	۶۴/۵۰	۶۴/۵۵	۶۴/۶۶	۶۴/۸۸	۶۵/۳۲	۶۵/۹۸
جرم کربن دی اکسید (گرم)	.....	.....	.....	.....	۱/۱۰	۰/۶۶	۰

الف) چرا با گذشت زمان از جرم مخلوط واکنش کاسته می‌شود؟

ب) جدول را کامل کنید.

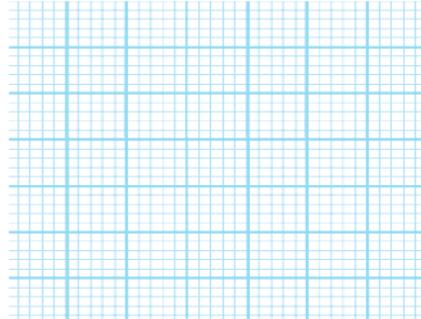
پ) با گذشت زمان جرم گاز آزاد شده چه تغییری می‌کند؟ چرا؟

ت) در چه زمانی واکنش به پایان می‌رسد؟ چرا؟

۲- جدول صفحه بعد را کامل کنید. $1 \text{ mol CO}_2 = 44 \text{ g}$

$\bar{R}(\text{CO}_2) = \frac{\Delta n(\text{CO}_2)}{\Delta t}, (\text{mol s}^{-1})$	$\Delta n(\text{CO}_2), (\text{mol})$	$n(\text{CO}_2), (\text{mol})$	زمان (s)
$1/50 \times 10^{-3}$	$1/50 \times 10^{-2}$	$1/50 \times 10^{-2}$	۰
$1/100 \times 10^{-3}$	$1/100 \times 10^{-2}$	$2/100 \times 10^{-2}$	۱۰
.....	.....	$3/100 \times 10^{-2}$	۲۰
.....	.....	.....	۳۰
.....	.....	.....	۴۰
.....	.....	.....	۵۰

۳- نمودار مول - زمان را برای گاز CO_2 بر روی کاغذ میلی متری زیر رسم کنید.



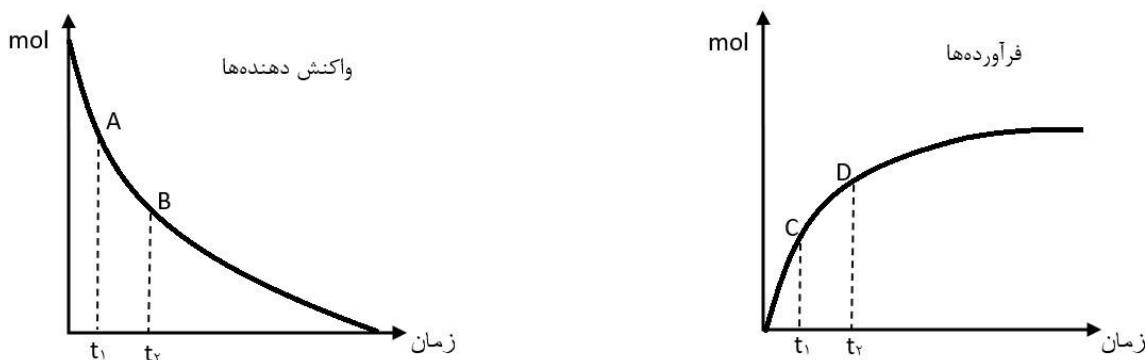
۴- سرعت متوسط تولید CO_2 با گذشت زمان چه تغییری می‌کند؟ چرا؟

۵- آزمایش نشان می‌دهد که نمودار مول - زمان برای هر سه فراورده در واکنش کلسیم کربنات با محلول هیدروکلریک اسید از هر لحظه یکسان است. چرا؟

سرعت متوسط و شیب نمودار مول-زمان

۱- در یک واکنش به تدریج مقدار(مول، غلظت، جرم و حجم گازها) واکنش دهنده‌ها کاهش می‌یابد و اگر واکنش یه طور کامل انجام شود مقدار آن‌ها به صفر می‌رسد.

۲- مقدار فرآورده‌ها نیز به تدریج افزایش یافته و با اتمام واکنش مقدار آن‌ها به ماکزیمم(بیشینه) می‌رسد.



۳- شیب نمودار مول-زمان یا غلظت-زمان نشان دهنده سرعت جسم است. با کاهش تدریجی غلظت واکنش دهنده‌ها، تعداد برخورد آن‌ها با یکدیگر کم شده و در نتیجه سرعت مصرف واکنش دهنده‌ها و در نتیجه تولید فرآورده‌ها کاهش می‌یابد. در نتیجه شیب نمودار کم می‌شود:

۴- در نمودارهای بالا قدر مطلق شیب خط A-B نشان دهنده سرعت متوسط مصرف واکنش دهنده در بازه زمانی Δt می‌باشد و همچنین شیب نمودار خط C-D نشان دهنده سرعت متوسط تولید فرآورده در بازه زمانی Δt می‌باشد.

۵- همانگونه که ذکر شد سرعت تولید یا مصرف مواد یک واکنش همواره کند شونده است.

۶- نمودار غلظت-زمان و مول-زمان گازها و مواد محلول و همچنین نمودار مول-زمان جامدات و مایعات به طور کلی به شکل نمودارهای ۲ می‌باشد، اما نمودار غلظت-زمان جامدات و مایعات خط موازی محور زمان خواهد بود. (زیرا غلظت جامدات و مایعات ثابت است)

تست ۱: کدام گزینه در مورد واکنش $Ba_{(s)} + 2H_2O_{(L)} \rightarrow Ba(OH)_{2(aq)} + H_{2(g)}$ نادرست است؟

- ۱) شیب نمودار مول-زمان و نیز غلظت-زمان واکنش دهنده‌ها کند شونده است.
- ۲) برای دو ماده شرکت کننده در واکنش، سرعت با یکای $mol \cdot L^{-1} \cdot s^{-1}$ قابل بیان است.
- ۳) برای یکی از مواد شرکت کننده در واکنش سرعت با یکای $L \cdot s^{-1}$ نیز قابل بیان است.
- ۴) سرعت همه مواد شرکت کننده با یکای $mol \cdot s^{-1}$ قابل بیان بوده و در مورد همگی مقدار آن رو به کم شدن است.

- تست ۲: با توجه به واکنش $Zn_{(s)} + CuSO_4(aq) \rightarrow ZnSO_4(aq) + Cu_{(s)}$ و اینکه یون مس آبی رنگ و مابقی یون ها در حالت محلول بی رنگ هستند، کدام گزینه نادرست است؟
- (۱) به تدریج رنگ آبی محلول کم رنگ می شود.
 - (۲) اگر تعداد مول اولیه Zn بیشتر از $CuSO_4$ باشد، در انتهای واکنش محلول کاملاً بی رنگ خواهد شد.
 - (۳) سرعت متوسط مصرف $Zn_{(s)}$ در بازه زمانی ۰ تا ۲۰ ثانیه بیشتر از ۰ تا ۱۰ ثانیه می باشد.
 - (۴) در نمودار غلظت-زمان $ZnSO_4(aq)$ ، غلظت آن رو به افزایش اما شیب نمودار رو به کاهش است.

رابطه سرعت مواد شرکت کننده یک واکنش (رابطه سرعتها)

۱- می دانیم که ΔM یا Δn مواد شرکت کننده یک واکنش به نسبت ضریب استوکیومتری هر ماده است. به عنوان نمونه در واکنش $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$ داریم:

$$\frac{-\Delta n_{N_2}}{1} = \frac{-\Delta n_{H_2}}{3} = \frac{\Delta n_{NH_3}}{2}$$

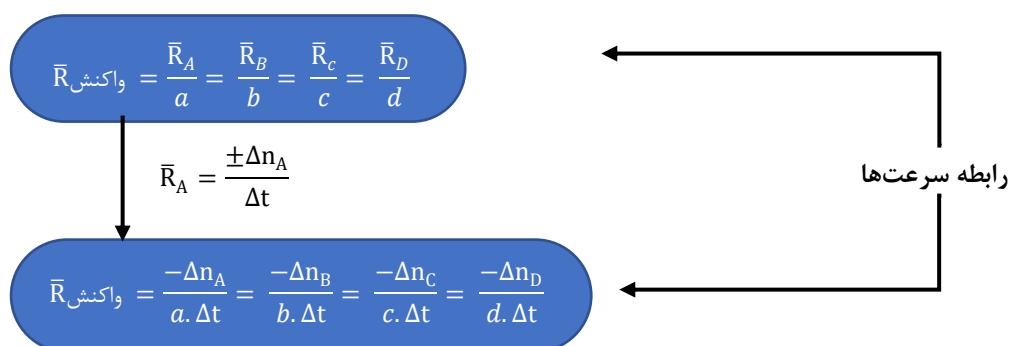
۲- چون $\bar{R} = \frac{\pm \Delta n}{\Delta t}$ است، در نتیجه رابطه سرعت مواد واکنش فوق به شکل زیر است:

$$\bar{R}_{N_2} = \frac{\bar{R}_{H_2}}{3} = \frac{\bar{R}_{NH_3}}{2}$$

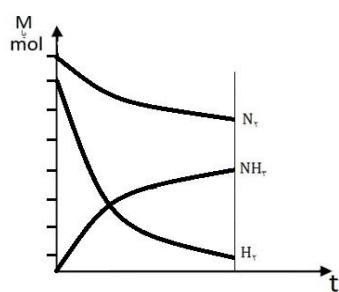
مثال: یکی از آلاینده های هوا که باعث تولید باران اسیدی می شود، گاز گوگرد تری اکسید است که مطابق واکنش زیر تولید می شود: $2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$

اگر در شرایط معین $1 mol \cdot s^{-1}$ $\bar{R}(O_2) = 0.1 mol \cdot min^{-1}$ حساب کنید

۳- بنابراین در واکنش فرضی $aA + bB \rightarrow cC + dD$ داریم:



- ۴- در رابطه‌ی آخر به جای Δn مواد می توان $[\Delta]$ نیز بیان کرد.
- ۵- حاصل هر کسر در رابطه‌ی سرعت‌ها را «سرعت واکنش» می گویند، به عبارتی سرعت واکنش برابر با سرعت ماده‌ای است که ضریب آن ۱ می باشد.



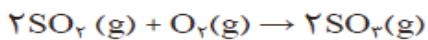
۶- بدیهی است شیب نمودار و Δn مواد یک واکنش نیز به نسبت ضرایب می باشد، به عنوان مثال در واکنش گازی :

$$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$$

خود را بیاز مایید

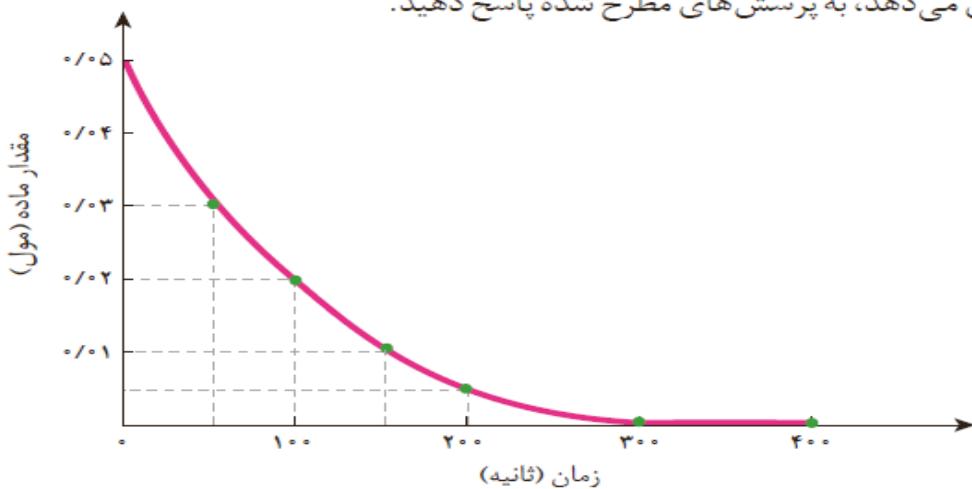
۱- در واکنش $\text{CaCO}_3(s)$ با HCl(aq) چه رابطه‌ای بین سرعت متوسط مصرف این دو ماده وجود دارد؟ این رابطه را بنویسید.

۲- یکی از آلاینده‌های هوا که باعث تولید باران اسیدی می‌شود، گاز گوگرد تری اکسید است که مطابق واکنش زیر تولید می‌شود:



اگر در شرایط معین mol s^{-1} $\bar{R}(\text{O}_2) = 1 \text{ mol s}^{-1}$ باشد، $\bar{R}(\text{SO}_2)$ و mol min^{-1} حساب کنید.

۳- با توجه به نمودار زیر که تغییر مول های نوعی رنگ غذا در واکنش با یک محلول سفیدکننده را نشان می‌دهد، به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.



الف) مول های واکنش دهنده (رنگ غذا) با گذشت زمان چه تغییری می کند؟ چرا؟

ب) شیب نمودار مول - زمان چه علامتی دارد؟ چرا؟

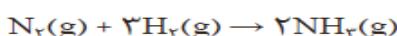
پ) توضیح دهید چرا علامت منفی در رابطه زیر نوشته می شود.

$$\frac{\Delta n}{\Delta t} = \frac{\text{(واکنش دهنده)}}{\text{(واکنش دهنده)}}$$

ت) سرعت متوسط مصرف رنگ غذا را بر حسب مول بر دقيقه حساب کنید.

با هم بیندیشیم

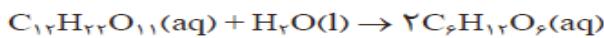
۱- سرعت متوسط تولید گاز آمونیاک در شرایط معینی بر اساس معادله واکنش زیر در گستره زمانی معینی برابر با $10 \times 4 \text{ mols}^{-1}$ است.



- الف) سرعت متوسط مصرف $\text{N}_2(\text{g})$ و $\text{H}_2(\text{g})$ را در این گستره زمانی حساب کنید.
- ب) سرعت متوسط تولید یا مصرف هر شرکت کننده را به ضریب استوکیومتری آن تقسیم کنید. از حاصل این تقسیم‌ها چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟
- پ) حاصل تقسیم در قسمت ب، سرعت واکنش نام دارد. برای این واکنش با استفاده از سرعت متوسط تولید یا مصرف مواد شرکت کننده، رابطه سرعت واکنش را بنویسید.
- ت) ارتباط معادله شیمیایی موازن شده واکنش را با رابطه زیر توضیح دهید.
- ث) سرعت متوسط کدام ماده با سرعت واکنش برابر است؟ توضیح دهید.

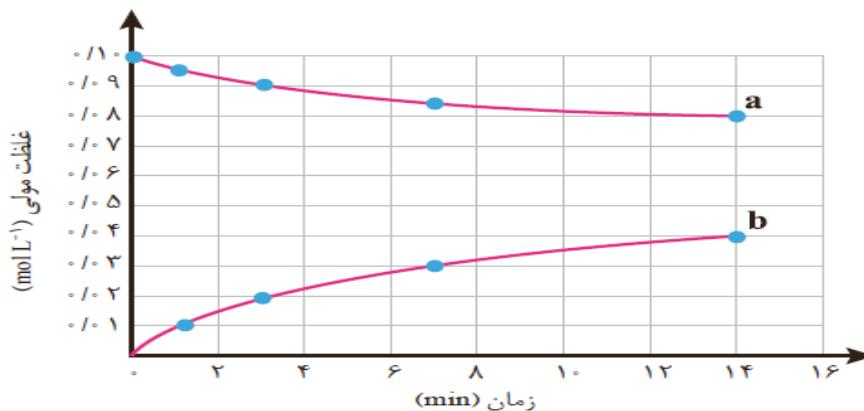
$$R = + \frac{\Delta n(\text{NH}_3)}{2\Delta t} = - \frac{\Delta n(\text{H}_2)}{3\Delta t} = - \frac{\Delta n(\text{N}_2)}{\Delta t}$$

۲- قند موجود در جوانه گندم (مالتوز) مطابق واکنش زیر به گلوکز تبدیل می‌شود.



این واکنش در دمای ثابت و شرایط معین بررسی شده و جدول زیر، داده‌های تجربی آن را نشان می‌دهد. با توجه به آن و نمودار داده شده، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

						زمان (دقیقه)
						غلظت مولی (mol L^{-1})
۱۴	۷	۳	۱	۰		
۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۱	۰		$[\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6]$
۰/۰۸	۰/۰۸۵	۰/۰۹	۰/۰۹۵	۰/۱۰		$[\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}]$

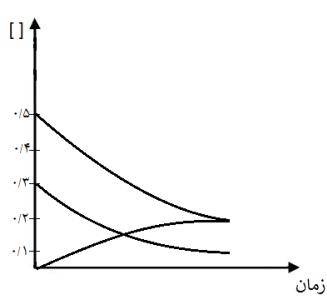
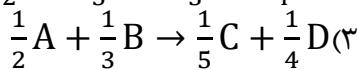
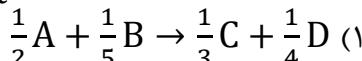
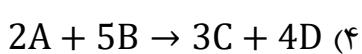
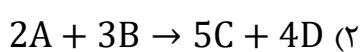


- الف) در سه دقیقه نخست، (گلوکز) \bar{R} و (مالتوز) \bar{R} را بر حسب $\text{mol L}^{-1} \text{s}^{-1}$ حساب کنید.
- ب) سرعت واکنش را در هفت دقیقه نخست و هفت دقیقه دوم حساب کنید. کدام یک بیشتر است؟ چرا؟
- پ) هر یک از منحنی‌های a و b مربوط به کدام ماده شرکت کننده است؟ توضیح دهید.

۷- چنانچه ΔM یا Δn یا ΔM مواد یک واکنش در یک بازه‌ی زمانی یکسان را تقسیم بر کوچکترین Δn یا Δt نماییم، ضرایب استوکیومتری هر یک به دست می‌آید.

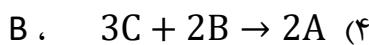
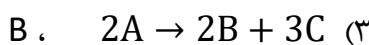
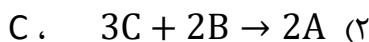
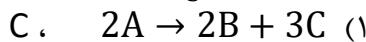
تست ۱: اگر بین مواد شرکت کننده یک واکنش رابطه زیر برقرار باشد، معادله واکنش کدام است؟ 

$$\frac{-\Delta[A]}{2 \cdot \Delta t} = \frac{-\Delta[B]}{3 \cdot \Delta t} = \frac{\Delta[C]}{5 \cdot \Delta t} = \frac{\Delta[D]}{4 \cdot \Delta t}$$



تست ۲: با توجه به نمودار غلظت زمان روی رو، معادله واکنش کدام است و

سرعت واکنش $\frac{1}{3}$ سرعت کدام ماده است؟



تست ۳: با توجه به جدول مقابل، مقادیر a و b به ترتیب کدام‌اند؟

۵ و ۲۰ (۲) ۴ و ۱۶ (۱)

۵ و ۲۰ (۴) ۴ و ۱۸ (۳)

زمان	[x]	[y]	[z]
۱۰s	۱۲	۱۲	۳
۲۰s	۸	a	۵
۳۰s	b	۲۶	۶/۵

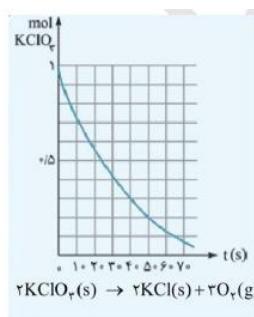
تست ۴: با توجه به نمودار مقابل به تقریب چند ثانیه زمان لازم است تا ۱۵ لیتر گاز اکسیژن از تجزیه $KClO_3$ به دست آید. (چگالی گاز اکسیژن $L = 16 \frac{g}{mol}$ و $O = 16 \frac{g}{mol}$)

۱۰(۴)

۲۵(۳)

۲۰(۲)

۴۵(۱)



تست ۵: جدول زیر تغییرات غلظت یکی از مواد واکنش زیر است که در ظرف در بسته ۲ لیتری انجام می شود. سرعت واکنش چند $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ می باشد؟



زمان (s)	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰
غلظت	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۱۵

۰/۴ (۲) ۰/۲ (۱)

۰/۰۵ (۴) ۰/۱ (۳)

نکته: در صورتی که در سوال سرعت، بازه زمانی معینی بیان نشده باشد، منظور سرعت از شروع واکنش تا اتمام واکنش (زمانی که مقدار مواد شرکت کننده ثابت می ماند)، می باشد.

تست ۶: جدول زیر مربوط به انجام واکنش زیر در یک ظرف سر باز می باشد، چه تعداد از مطالب بیان شده درست اند؟



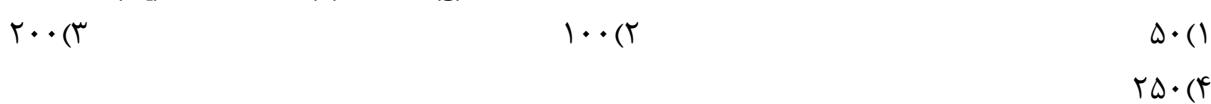
زمان (s)	۰	۲۰	۵۰	۶۰
جرم مخلوط (g)	۶۵/۹۸	۶۴/۸۸	۶۴/۵۰	۶۴/۵۰

- جرم CO_2 تولیدی $1/48$ گرم است.
- سرعت تولید CO_2 برابر $0/04$ مول بر دقیقه است.
- جرم مخلوط واکنش در ثانیه 10 می تواند $65/50$ گرم باشد.

- سرعت متوسط واکنش در ثانیه 0 تا 20 بیشتر از ثانیه 20 تا 50 می باشد.
- در نمودار غلظت-زمان مواد شرکت کننده، برای دو ماده خط صاف می باشد.

۳(۳) ۲(۲) ۱(۱)
۴(۴)

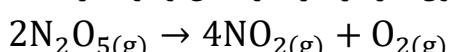
تست ۷: واکنش تجزیه هیدروژن پراکسید با سرعت متوسط $\frac{\text{mol}}{\text{s}}$ در حال انجام است. چند ثانیه طول می کشد تا در شرایطی که حجم مولی اکسیژن $\frac{\text{L}}{\text{mol}}$ است، بادکنک گردی به شاعع 20 cm از آن پر شود؟ ($\pi = 3$)



تست ۸: واکنش $\text{AB}_{3(g)} \rightarrow \text{A}_{(g)} + 3\text{B}_{(g)}$ به صورتی پیش می رود که در هر ساعت غلظت ماده اولیه نصف می شود. اگر غلظت ماده اولیه نصف می شود. اگر غلظت ماده اولیه 1 مولار باشد، برای تجزیه $93/75$ مولکول های AB_3 چند ساعت زمان لازم است؟

۱۰ (۴) ۸(۳) ۵(۲) ۴(۱)

تست ۹: ۵ مول N_2O_5 در یک ظرف ۲ لیتری بسته وارد می کنیم. اگر سرعت متوسط واکنش در ۳۰ ثانیه اول برابر $mol \cdot L^{-1} \cdot min^{-1}$ باشد، در انتهای ثانیه ۳۰ چند مول گاز در ظرف واکنش وجود دارد؟



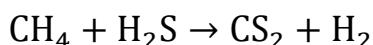
۴/۸(۴)

۹/۸(۳)

۲/۴(۲)

۷/۴(۱)

تست ۱۰: در یک ظرف در بسته ۱/۲۵ لیتری، ۰/۰۰ مول گاز متان و ۰/۰۴ مول گاز هیدروژن سولفید واکنش می دهند. اگر پس از ۳۰ ثانیه، ۰/۵۰ درصد حجمی گاز درون ظرف هیدروژن باشد، سرعت واکنش، چند مول بر لیتر بر دقیقه بوده است؟ (معادله موازن شود) (همه مواد گازی می باشند) (تجربی ۱۴۰۲)



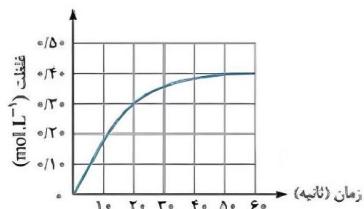
۰/۲(۳)

۰/۱۶(۲)

۰/۰۸(۱)

۰/۱(۴)

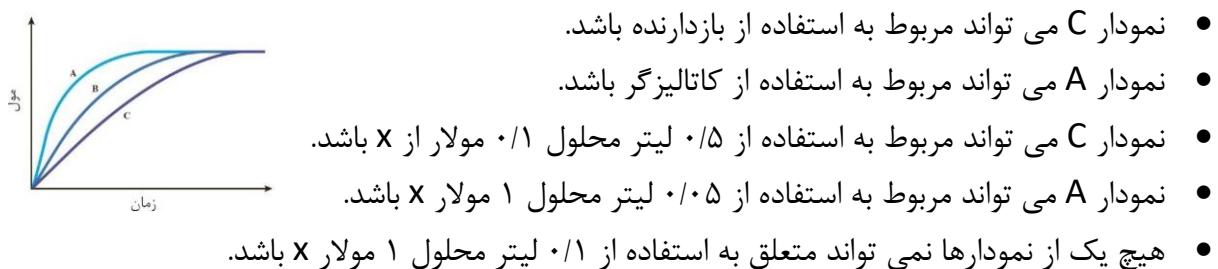
تست ۱۱: واکنش: $2NO_2(g) \rightarrow 2NO(g) + O_2(g)$ در یک ظرف ۴ لیتری در حال انجام شدن است و نمودار زیر تغییرات غلظت مولی گاز اکسیژن را در طول انجام این واکنش نشان می دهد. با توجه به این نموندار، سرعت تولید گاز اکسیژن در طول ۲۰ ثانیه اول این واکنش برابر مول بر ثانیه است و در پایان بیستم این واکنش گرم گاز نیتروژن مونوکسید در این ظرف وجود دارد ($O=16, N=14: g \cdot mol^{-1}$)



- (۱) ۱۸ ، ۰/۰۱۵
 (۲) ۱۸ ، ۰/۰۰۶
 (۳) ۷۲ ، ۰/۰۱۵
 (۴) ۷۲ ، ۰/۰۰۶

تست ۱۲: نمودار زیر مربوط به واکنش فرضی $y_{(aq)} \rightarrow x_{(aq)}$ می باشد. اگر حجم محلول x برابر $L = 1/0$ و غلظت آن $5/0$ مولار باشد نمودار B ایجاد می شود، چه تعداد از مطالب زیر نادرست است؟

- نمودار C می تواند مربوط به استفاده از بازدارنده باشد.
- نمودار A می تواند مربوط به استفاده از کاتالیزگر باشد.
- نمودار C می تواند مربوط به استفاده از $5/0$ لیتر محلول $1/0$ مولار از X باشد.
- نمودار A می تواند مربوط به استفاده از $0/۰۵$ لیتر محلول 1 مولار X باشد.
- هیچ یک از نمودارها نمی تواند متعلق به استفاده از $1/0$ لیتر محلول 1 مولار X باشد.

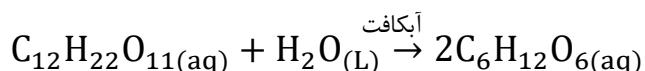


- ۳(۴) ۲(۳) ۱(۲) ۰(۱)

واکنش کلسیم کربنات با محلول هیدروکلریک اسید:



تبدیل قند مالتوز (قند جوانه گندم) به گلوكز:



غذا، پسماند و ردپای آن

تعريف ردپا: ردپا میزان اثرگذاری سبک زندگی هر انسان روی محیط زیست را نشان می‌دهد.

نمونه ۱: ردپای کربن دی اکسید نشان می‌دهد در تولید یک محصول یا در اثر یک فعالیت، چه مقدار از این گاز تولید شده و وارد محیط زیست می‌شود.

نمونه ۲: ردپای آب بیانگر است که هر انسان چه میزان از آب در دسترس و قابل استفاده را مصرف می‌کند.

ردپای غذا:

ردپای غذا نیز همانند ردپای آب و کربن دی اکسید دارای دو چهره آشکار و پنهان است.

۱- سالانه حدود ۳۰٪ غذایی که در جهان فراهم می‌شود به مصرف نمی‌رسد و تبدیل به زباله می‌شود، در حالیکه به ازای هر ۷ نفر در جهان ۱ نفر گرسنه است.

۲- چهره پنهان ردپای غذا: همه منابعی است که در تهیه غذا از آغاز تا سر سفره سهم دارند، مانند مدیریت تامین مواد اولیه، انرژی، فناوری و حمل و نقل و ... از طرفی تولید گازهای گلخانه‌ای به ویژه کربن دی اکسید در ردپای غذا به مراتب بیشتر از سوختن سوخت‌ها در خودرو و کارخانه و... است.

به هر حال با افزایش جمعیت تقاضا برای غذا بیشتر شده و تامین آب، انرژی، مواد اولیه و زمین و... رو به افزایش بوده و ردپای غذا سنگین تر خواهد شد.

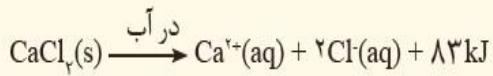
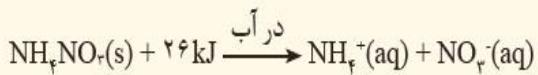
شیمی سبز و کاهش ردپای غذا:

می‌دانیم که هدف شیمی سبز بهبود کیفیت زندگی و هم زمان محافظت از طبیعت است طبق اصول شیمی سبز برای کاهش ردپای غذا می‌توان الگوهایی را رعایت کرد که طبق جدول زیر هر کدام همخوانی بیشتری با بیانی از این شاخه از علم شیمی دارند:

الگوی کاهش ردپای غذا	بیانی از اصل شیمی سبز
خرید به اندازه نیاز	کاهش تولید زباله و پسماند
کاهش مصرف گوشت و لبنیات	طراحی مواد و فرآوردهای شیمیایی سالم تر
استفاده از غذاهای بومی و فصلی	کاهش مصرف انرژی
کاهش مصرف غذاهای فرآوری شده	کاهش ورود مواد شیمیایی ناخواسته به محیط زیست

تمرین های دوره ای

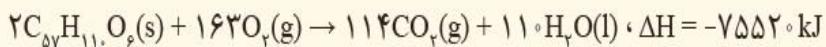
۱- اغلب ورزشکاران برای درمان آسیب دیدگی های خود از بسته هایی استفاده می کنند که به سرعت گرما را انتقال می دهند. اساس کار این بسته ها، انحلال برخی ترکیب های یونی در آب است. با توجه به معادله های ترموشیمیابی زیر به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید:



(الف) کدام فرایند انحلال برای سرد کردن محل آسیب دیدگی مناسب است؟ چرا؟

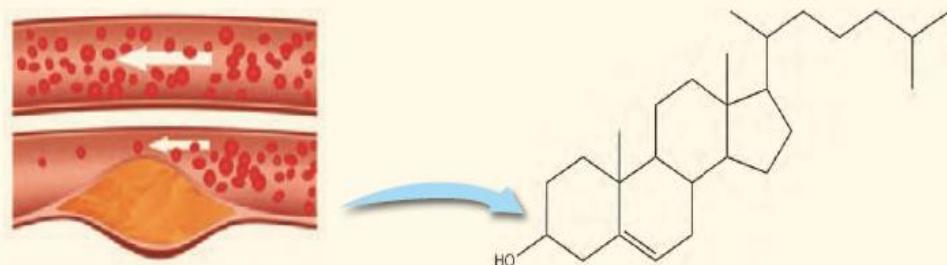
(ب) از انحلال کامل ۲/۲۲ g کلسیم کلرید خشک در آب چند کیلوژول گرما آزاد می شود؟

۲- چربی ذخیره شده در کوهان شتر هنگام اکسایش افزون بر آب مورد نیاز، انرژی لازم برای فعالیت های جانور را نیز تأمین می کند. واکنش ترموشیمیابی آن به صورت زیر است:



حساب کنید از اکسایش هر کیلوگرم چربی، چند کیلوژول انرژی آزاد می شود؟

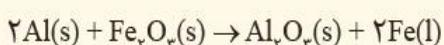
۳- کلسترول، یکی از مواد آلی موجود در غذاهای جانوری است که مقدار اضافی آن در دیواره رگ ها رسوب می کند، فرایندی که منجر به گرفتگی رگ ها و سکته می شود. با توجه به ساختار آن به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید.



(الف) توضیح دهید چرا شیمی دانها آن را یک الکل سیر نشده می دانند؟

(ب) با توجه به جدول شماره ۳ ، در شرایط یکسان کدام پیوندهای اشتراکی یگانه در ساختار کلسترول آسان تر شکسته می شود؟ چرا؟

۴- از مصرف هر گرم آلومینیم در واکنش ترمیت، $15/24 \text{ kJ}$ گرم آزاد می‌شود.

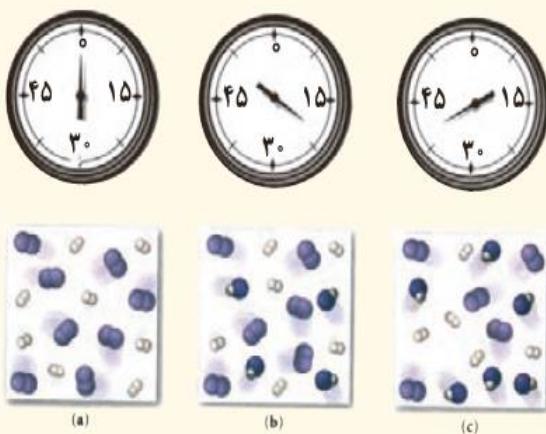


الف) این مقدار گرمای، دمای صد گرم آب خالص را چند درجه سلسیوس افزایش می‌دهد؟

ب) ΔH واکنش ترمیت را حساب کنید.

۵- با توجه به واکنش ترموشیمیایی: $\text{H}_2\text{(g)} + \text{I}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{HI(g)}$ ، آنتالپی واکنش (ΔH°) را حساب کنید (راهنمایی: آنتالپی فرازش (تصعید) یُدرا $62/5 \text{ kJ mol}^{-1}$ در نظر بگیرید).

۶- شکل زیر واکنش میان گاز هیدروژن و بخار بنفسن رنگ ید را در دمای معینی نشان می‌دهد.



اگر هر ذره هم ارز با $1/\text{مول}$ از ماده و سامانه دو لیتری باشد، سرعت واکنش را پس از 2° دقیقه (b) و پس از 4° دقیقه (c) بر حسب $\text{mol L}^{-1}\text{h}^{-1}$ حساب و با یکدیگر مقایسه کنید.

ΔH° واکنش $\text{C}_2\text{H}_6\text{(g)} + \text{H}_2\text{(g)} \xrightarrow{25^\circ\text{C}} \text{C}_2\text{H}_4\text{(g)}$ را با استفاده از:

الف) جدول ۲ و ۳ حساب کنید.

ب) آنتالپی سوختن اتن، اتان و هیدروژن که به ترتیب برابر با -141° ، -156° و -286° - کیلوژول بر مول است، حساب کنید.

پ) ΔH محاسبه شده از کدام قسمت را برای یک گزارش علمی انتخاب می‌کنید؟ توضیح دهید.

بادام	سیب	برگه زردادلو	خوارکی (کلی) کال (g)
ماده غذایی			
۵۷۹	۵۲	۲۴۱	
۴۹/۹۰	۰/۱۷	۰/۵۱	چربی (گرم)
-	-	-	کلسترول (میلی گرم)
۲۵/۹۰	۲۴/۲۰	۷۸/۷۰	کربوهیدرات (گرم)
۲۱/۲۰	۰/۲۶	۳/۳۹	پروتئین (گرم)

۸- با توجه به جدول رو به رو به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید.

الف) اگر بدن فردی نیاز فوری و ضروری به تأمین انرژی

داشته باشد، کدام خوارکی را پیشنهاد می کنید؟ چرا؟

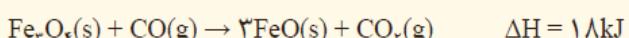
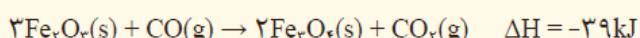
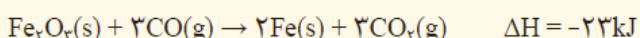
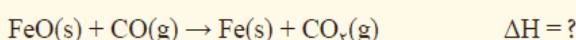
ب) مصرف کدام خوارکی را برای فعالیت های فیزیکی

که در مدت طولانی تری انجام می شوند، مناسب می دانید؟

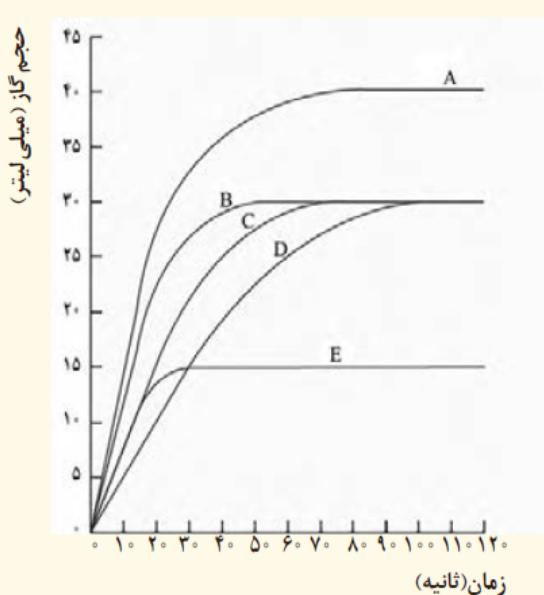
توضیح دهید.

پ) اگر یک فرد ۷۰ کیلوگرمی، ۲۵ گرم بادام خورده باشد، برای مصرف انرژی حاصل از آن چه مدت باید پیاده روی کند؟
آنچه مصرف انرژی در پیاده روی را 19 kcal h^{-1} در نظر بگیرید.

۹- با توجه به اطلاعات داده شده، آنتالپی واکنش زیر را حساب کنید.



۱۰- در نمودار زیر، منحنی C مربوط به واکنش زیر را بر حسب لیتر بر ساعت حساب کنید.
است. منحنی های دیگر مربوط به همین واکنش اما در شرایط متفاوتی است. با توجه به آنها به پرسش ها پاسخ دهید.



الف) سرعت واکنش را برای آزمایش های C و D بر حسب

لیتر بر ساعت حساب کنید.

ب) کدام منحنی مربوط به واکنشی است که در آن ۵٪ گرم پودر منیزیم به جای نوار منیزیم استفاده شده است؟
(بقیه شرایط واکنش تغییر نکرده است). دلیل خود را توضیح دهید.

پ) کدام منحنی مربوط به واکنش ۵٪ گرم نوار منیزیم با مقدار کافی از هیدروکلریک اسید در دمای ۵ درجه سلسیوس است؟ چرا؟

فصل جامع تست



تست ۱: با توجه به داده های زیر ، اگر به یک کیلوگرم روغن زیتون و یک کیلوگرم آب ، هردو با دما 20°C مقدار 50 KJ گرما داده شود ، تفاوت دمای این دو ماده به تقریب چند درجه سلسیوس خواهد بود؟

۱۳/۴(۱) ۱۸/۲(۲) ۴۱۸...۱

(25°C) 200g H₂O → 75°C 25/4(4) 22/1(3)

98Δj
→ 30°C

تسنیت ۲: ظرفیت گرمایی ۵ لیتر محلول اتانول ۵ مولار با چگالی $\frac{g}{mL} = 984$ برابر چند C.j است؟
 (C=۱۲، O=۱۶، H=۱) و ظرفیت گرمایی ویژه آب و اتانول به ترتیب $4/2$ و $2/4$ ژول بر گرم بر سلسیوس است)

一九四九年四月三日

۱۳۴۶۴(۳) ۱۵۸۳۴(۲) ۲۷۶۰(۱)

تست ۳: اگر تغییر آنتالپی واکنش $\text{CO}_{(g)} + \text{O}_{(g)} \rightarrow \text{CO}_{(g)}$ به اندازه $K_J = 528$ کمتر از تغییر آنتالپی واکنش $\text{CO}_{(g)} + \text{O}_{(g)} \rightarrow \text{CO}_{2(g)}$ بوده و آنتالپی پیوند $C \equiv 0$ به اندازه $372 \frac{\text{KJ}}{\text{mol}}$ بیشتر از پیوند $O = O$ باشد، برای تبدیل ۶۶ گرم CO_2 به اتم های گازی مجزا چند K_J انرژی نیاز است؟ ($C=12$ ، $O=16$)

تست ۴: اگر گرمای سوختن ۱ گرم C_3H_7OH بتواند ۱۰۰ گرم آب با دمای $20^{\circ}C$ را در فشار ۱ اتمسفر به جوش آورد، ΔH سوختن آن به تقریب چند کیلوژول بر مول است؟ ($O=16$ ، $H=1$ ، $C=12$)

تست ۵: از سوختن کامل یک مخلوط گازی که در مجموع دارای 6 mol از گازهای متان و اتان است، $802\text{ کیلوژول انرژی آزاد$ می‌شود. نسبت شمار مول‌های اتان به متان در این مخلوط کدام است؟ (آنالیپی سوختن متان و اتان به ترتیب $-890\text{ و }-1560\text{ کیلوژول بر مول$ است)

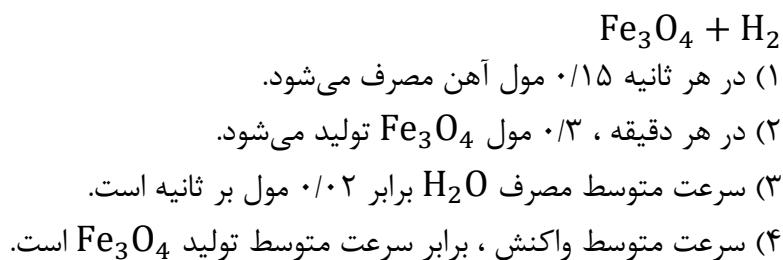
• 100% of the time, the system will correctly identify the target word.

تست ۶: با توجه به واکنش های زیر، با حل شدن $1/0$ مول از $\text{BaO}_{(s)}$ در 200 گرم آب با دمای 25°C و دارای سولفوریک اسید کافی طبق معادله: $\text{BaO}_{(s)} + \text{H}_2\text{SO}_{4(aq)} \rightarrow \text{BaSO}_{4(L)} + \text{H}_2\text{O}$ دمای $\text{BaO}_{(s)}$ به تقریب به چند درجه می رسد؟ (فرض کنید که آنتالپی واکنش فقط صرف تغییر دمای آب می شود)



تست ۷: اگر در واکنش تجزیه $\frac{4}{5}$ مول گاز NO_2 ، پس از ۱۰ ثانیه ۱۳۸ گرم از آن باقی بماند، سرعت متوسط تشکیل گاز اکسیژن چند مول بر ثانیه است و با فرض این که واکنش با همین سرعت متوسط پیش برود،
 $2 \text{NO}_2 \rightarrow 2 \text{NO} + \text{O}_2$ ($O=16$ ، $N=14$) چند ثانیه طول می کشد تا این گاز به طور تجزیه شود؟ (۱۵) ، (۱۰) ، (۳) ، (۲)

تست ۸: با توجه به این که سرعت متوسط تولید هیدروژن در واکنش زیر 2×10^{-2} مول بر ثانیه است،
 $\text{Fe} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ کدام مطلب نادرست است؟



تست ۹: کدام گزینه صحیح نیست؟

- ۱) به مجموعه فعالیت های صنعتی گوناگون که در حوزه هایی مانند تولید ، حمل و نقل و نگهداری و فرآوری مواد غذایی صورت می گیرد ، صنایع غذایی می گویند.

۲) اگر انرژی گرمایی دو نمونه اکسیژن برابر باشد ، میانگشتن انرژی جنبشی ذره های سازنده این دو نمونه برابر است.

۳) مقدار ΔH یک واکنش شیمیایی به طور عمدۀ به دلیل تفاوت انرژی پتانسیل واکنش دهنده ها و فرآورده هاست.

۴) برای محاسبه ΔH واکنشی که با سرعت خیلی کم انجام می شود ، گرماسنج لیوانی مناسب نیست.

حرکت اسقایی: $L, g \leftarrow$

دورانی (پر فستی): $L, g \leftarrow \text{ دورانی}$

ارتعاشی: $S, L, g \leftarrow$

حرکات ترمایی دما (سترنج): $\frac{1}{2} m \cdot \dot{S}^2$

انرژی ترمایی (انرژی جنبشی): $Q = m \cdot C \cdot \Delta \theta$

