شیمی ۲

فصل ۲

در پی غذای سالم





استاد : دکتر حسن پلوئی

غذا و صنایع غذایی



۱- مقدار کمی از انرژی آزاد شده از فرآیندهای هسته ای خورشید در گیاهان و سوخت های فسیلی به شکل انرژی شیمیایی ذخیره می شود که دو منبع مهم تامین انرژی ما می باشند.

۲- غذا انرژی مورد نیاز برای حرکت ماهیچه ها ، ارسال پیام های عصبی ، جابجایی یون ها و مولکول ها را تامین می کند. همچنین مواد اولیه برای رشد و ساخت بدن مانند ماهیچه ، استخوان ، سلول های مختلف به طور عمده از غذا تامین می شود . از طرفی باعث تولید انرژی لازم برای تنظیم دمای بدن می شود .



تولید و مصرف جهانی غلات در دهۀ اخیر

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

۴- به مجموعه حوزه هایی که طی آن مواد غذایی تولید ، برداشت ، حمل و نقل ، نگهداری و فرآوری شده و برای مصرف نهایی آماده می شوند «صنایع غذایی» گویند. قطعاً در این صنعت همانند صنعت های دیگر منابع شیمیایی از جمله کود و آفت‌کش ها و نیز آب شیرین مصرف شده و سطح وسیعی از زمین های بایر مورد استفاده قرار می گیرند.

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

الف) تولید بیشتر و وسیع تر مواد غذایی: تولید کود شیمیایی و نیز آفت کش ها

ب) افزایش زمان ماندگاری مواد غذایی : با تولید مواد نگهدارنده ، آنتی اکسیدان ها ، ذرات نانو در پوشش های بسته بندی باعث جلوگیری از فساد مواد غذایی و یا رشد باکتری ها و . . . می شود.

پ) تعیین ارزش غذایی و نیز افزایش ارزش غذایی و تعیین سرعت واکنش ها

خوراکی	سرانه مصرف (kg)	
	جهان	ایران
نان	۲۵	۱۱۵
برنج	۲۲	۳۷
حبوبات	۲۲	۱۲
سبزیجات	۱۳۰	۱۰۰
میوه	۱۴۵	۹۵
گوشت قرمز	۳۷	۱۹
ماهی	۱۹	۹
تخم مرغ	۲۴	۹
شیر	۳۰۰	۹۰
شکر	۵	۳۰
نمک خوراکی	۳	۶
روغن	۱۴	۱۹

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 امگا۳ نیز می باشد)

ب) شیر و فرآورده های آن منبع مهم پروتئین و به ویژه کلسیم و منیزیم است. کمبود کلسیم باعث پوکی استخوان می شود.

پ) اسفناج و عدس منابع مناسبی برای تامین آهن بدن می باشند.

۸- انرژی ذخیره شده در مواد غذایی نیز متفاوت است به عنوان مثال انرژی آزاد شده در اثر سوختن:

به عباتی انرژی ذخیره شده در یک ماده غذایی به نوع و مقدار ماده غذایی بستگی دارد.

۱گرم ماکارونی | ۱گرم گردو | ۲گرم گردو

Dr. Hassan Palouei

۹- دیابت بزرگسالی از شایع ترین بیماری ها در ایران است که مصرف بی رویه ی موادی مانند نان و شکر و . . . می تواند سبب ایجاد آن شود.

۱۰- بخش عمده اتم ها و مولکول ها و یون های بدن از غذا تامین می شود.

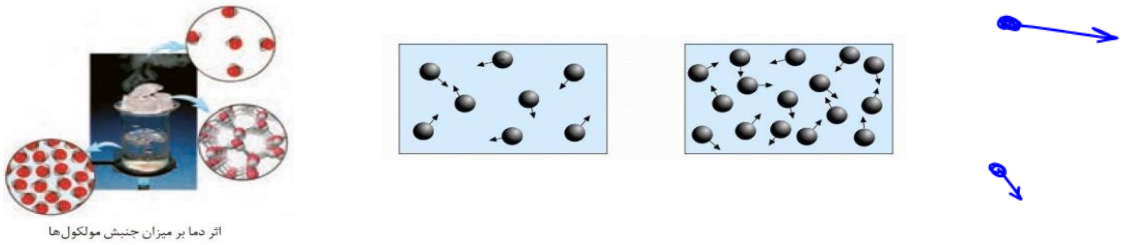
تست : چه تعداد مطالب زیر درست اند؟

- غذا علاوه بر تامین بخش قابل توجهی از اتم ها و مولکول ها و یون های بدن ، انرژی مورد نیاز فعالیت های بدن را نیز تامین می کنند.
- انرژی که بر اثر اکسایش مواد غذایی در بدن آزاد می شود ، به مقدار و نوع آن بستگی دارد.
- تولید کود شیمیایی و آفت کش ها در گستره حوزه ی «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 دریاها و اقیانوس ها مصرف می شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

دما

۱- ذره های سازنده یک ماده (اتم ها ، مولکول ها و یون ها) دارای جنب و جوش نامنظم می باشند. (حرکات گرمایی) هر چه این جنبش ذرات بیشتر باشد دما بیشتر است و برعکس .



اثر دما بر میزان جنبش مولکول‌ها

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

۳- می توان گفت دما **میانگین** جنب و جوش یا **میانگین** تندی (سرعت) و یا **میانگین** انرژی جنبشی ذرات سازنده ی یک جسم را بیان می کند.

۴- یکای دما در «SI» کلوین (K) می باشد که با T نشان داده می شود .

۵- یکای رایج دما ، سلسیوس (C) می باشد که با θ نشان داده می شود.

۶- $T = 273 + \theta$

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

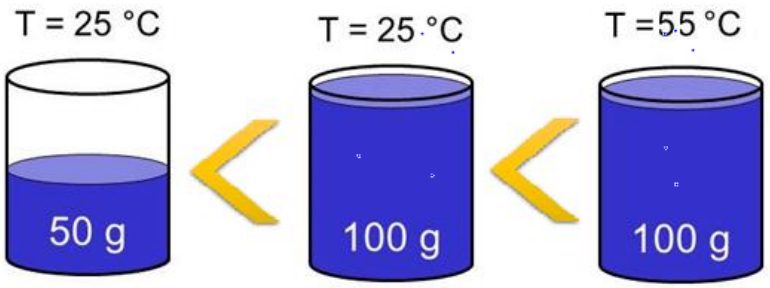
۸- اختلاف دمای دو جسم بیانگر اختلاف در **میانگین** انرژی جنبشی و **میانگین** تندی حرکت ذرات آن است.

انرژی گرمایی یا انرژی جنبشی

۱- به مجموع انرژی های جنبشی ذرات یک ماده، انرژی گرمایی یا انرژی جنبشی آن ماده می‌گویند.

۲- این انرژی هم به دما یعنی تندی ذرات(V) وابسته است و هم به مقدار (m) ماده بستگی دارد.

(انرژی جنبشی یا انرژی گرمایی $\simeq \frac{1}{2}m.v^2$)



از نظر انرژی گرمایی :

۳- همانگونه که از دیدگاه علم فیزیک یک متحرک با تندی V و جرم m دارای انرژی جنبشی ($\frac{1}{2}m.v^2$) 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($\frac{1}{2}m.v^2$) یا به عبارتی انرژی گرمایی داراست.

با هم بیندیشیم

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

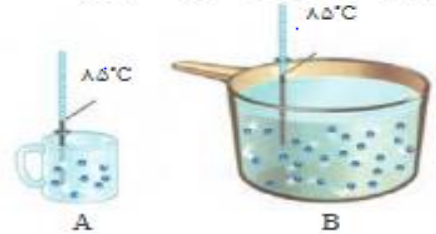


الف) شکل A، نمونه‌ای از هوا را در ظهر/شب نشان می‌دهد.

ب) شکل B، نمونه‌ای از هوا را در یک روز تابستانی/زمستانی نشان می‌دهد.

پ) اگر مجموع انرژی جنبشی ذره‌های سازندهٔ یک نمونه ماده، هم‌ارز با انرژی گرمایی[۳] آن باشد، انرژی گرمایی A/B بیشتر بوده زیرا شمار مولکول‌های/دمای آن بیشتر است.

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



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

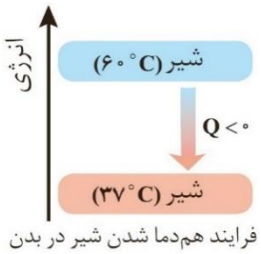
ب) انرژی گرمایی آب موجود در کدام ظرف بیشتر است؟ چرا؟

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 می‌گویند که با Q نمایش می دهند.

۲- درفرآیندهای 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 گرمایی 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.

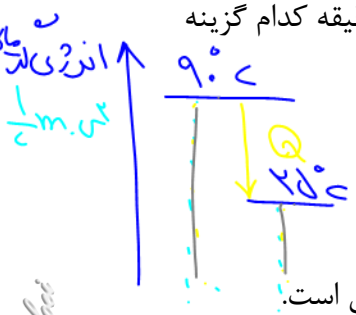
۶- یکای گرما در «SI»،ژول(j) می باشد: $1cal = 4/18\ j$

تست۱: چه تعداد از مطالب زیر نادرست اند؟

- 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 N_2 انرژی 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 می‌شود.

۱) ۰ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

تست۲: 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 دوگانه‌ی 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 $1^{\circ}C$ نیاز است گرمای ویژه یا ظرفیت گرمایی ویژه می گویند.

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

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

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

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 $1\frac{cal}{g.c}$ یا $4/184\frac{j}{g.c}$ می‌باشد.

ظرفیت گرمایی(C)

۱-به مقدار گرمای لازم که جهت افزایش دمای یک جسم(mگرم) به اندازه‌ی $1^{\circ}C$ نیاز است،ظرفیت گرمایی جسم می‌گویند.

۲-یکای آن $\frac{j}{c}$ یا $\frac{j}{k}$ یا $\frac{cal}{c}$ و... می‌باشد.

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

۴- $C=m.c$

۵- 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 ویژه‌ی 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 $H_2O_{(L)}$ 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 $1^{\circ}C$ افزایش یابد. همچنین H_2O در حالت مایع گرمای ویژه‌ی بیشتری نسبت به حالت جامد یا گاز خود دارد چون در حالت‌های 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 ۵۰ گرم سرب $5\frac{j}{c}$ باشد،گرمای ویژه آن $0/1\frac{j}{g.c}$ 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 برابری دارند، هرکدام ظرفیت گرمایی بیشتری داشته باشد لزوماً 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)

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

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

به عنوان مثال اگر m را برحسب gr و c را برحسب $\frac{j}{gr.c}$ و $\Delta\theta$ را برحسب C قرار دهیم،واحد گرما (Q) برحسب j خواهد بود:

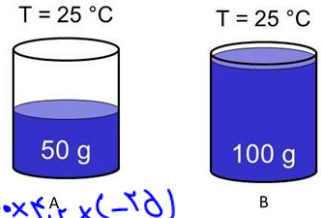
$$gr \times \frac{j}{gr.c} \times c \longrightarrow j$$

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

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

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

مثال۱) دو ظرف A و B که حاوی آب هستند را از نظر کمیت‌های زیر مقایسه کنید:



الف) میانگین انرژی جنبشی ذرات

ب) میزان گرمی و سردی

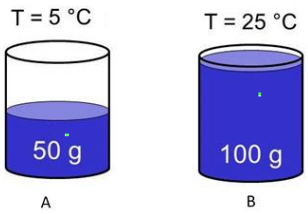
پ) انرژی جنبشی

ت) ظرفیت گرمایی ویژه

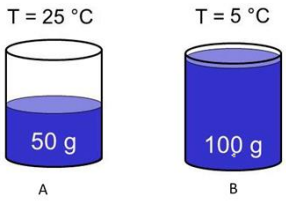
ث) ظرفیت گرمایی

ج) مقدار گرمایی آزاد شده در صورت رساندن دما به ۰°C

مثال۲) سوالات مثال ۱ را در حالت زیر پاسخ دهید.(هر دو ظرف حاوی آب)



مثال۳) سوالات مثال ۱ را در حالت زیر پاسخ دهید.(هر دو ظرف حاوی آب)



مثال ۴): در دو ظرف ۲۰۰g آب و ۲۰۰g روغن زیتون را تا دمای ۷۵°C گرم می‌کنیم.با انداختن یک تخم مرغ در کدام ظرف تخم مرغ مقدار بیشتری گرما جذب می‌کند و پخته می‌شود؟(گرمای ویژه آب ۴/۲ و روغن زیتون ۲$\frac{j}{g.c}$ است)

جواب: اگر دمای نهایی محتویات هردو ظرف را در انتهای فرآیند ۲۵°c بگیریم، با توجه به اینکه گرمای ویژه آب حدود دو برابر روغن زیتون می‌باشد، پس طبق رابطه‌ی $Q = m.c.\Delta\theta$:

چون m (۲۰۰ گرم) و $\Delta\theta$ (-۵۰°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.c نشان دهنده نقش ظرفیت گرمایی نیز می‌باشد)

یادآوری : اگر دو جسم با جرم(m) برابر به یک اندازه تغیر 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 سیب زمینی بیشتر است و از طرفی گرمای ویژه آب زیاد است،پس اگر هر دو را به دمای مثلاً ۸۰°C برسانیم و در اتاق قرار دهیم، نان سریع تر به دمای اتاق رسیده و گرمای کمتری نیز به اتاق می‌دهد.

تست۱: اگر ظرفیت گرمایی ویژه‌ی اجسام A ، B ، C و D به ترتیب ۰/۹ ، ۴/۲ ، ۰/۵ و ۲/۴ برحسب $\frac{j}{g.c}$ باشد، با دادن مقدار یکسان گرما به جرم یکسان از هر کدام، ترتیب افزایش دمای آن ها کدام است؟

۱) A<C<B<D　　۲) B<D<A<C　　۳) C<A<D<B　　۴) D<B<C<A

تست۲: اگر دمای ۲۵۰ گرم اتانول از ۲۹۸K به ۲۷۶K برسد، چند کیلوژول گرما مبادله می شود؟($c=2/4\frac{j}{g.c}$)

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

تست۳: به مقداری آب خالص ۲۵Kj گرما داده شده و دمای آن ۲۰°C افزایش یافته است.این نمونه آب حدود چند مول است؟ (O=۱۶ ، H=۱)

۱) ۱۷　　۲) ۲۰　　۳) ۲۳　　۴) ۲۷

تست۴: از ۸۰ گرم نمک طعام ۰/۳۴ کیلوژول گرما گرفته می شود و دمای آن به ۲۰°c می رسد، دمای اولیه آن چند درجه سلسیوس بوده است؟($c=0/85\frac{j}{g.c}$)

۱) ۲۵　　۲) ۱۵　　۳) ۱۰　　۴) ۵

تست۵: اگر برای افزایش دمای یک قطعه آهن به میزان ۲۰°c به 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 $0/45\frac{j}{g.c}$ می‌باشد)(ریاضی۹۵)

۱) ۲۵　　۲) ۵۰　　۳) ۷۵　　۴) ۱۰۰

تست۶: ۲/۵ لیتر آب ($d=1\frac{Kg}{L}$) و ۲ لیتر ضدیخ ($d=1/1\frac{Kg}{L}$) با یکدیگر مخلوط شده و درون رادیاتور خودرو به کار رفته است.مقدار گرمای جذب شده برای افزایش دمای این محلول به اندازه ۱۰°C چند کیلوژول است؟ (گرمای ویژه آب و ضدیخ به ترتیب ۴/۲ و ۲/۴ ژول بر گرم درجه سلسیوس است)

۱) ۱۵/۳ ۲) ۱۵/۸ ۳) ۱۵۳ ۴) ۱۵۷/۸

هم دمایی:

تست ۷: یک گلوله مسی به جرم ۵۰ گرم را تا دمای ۸۰ درجه سانتیگراد گرم کرده و درون ۲۰۰ گرم آب صفر درجه سانتیگراد می‌اندازیم. دمای نهایی گلوله و آب به تقریب چند درجه سلسیوس است.

$(C_{\text{مس}} = 0/38\frac{j}{g.c})$

۱) ۱۳/۵ ۲) ۲۳ ۳) ۱۱/۵ ۴) ۳۳/۴

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 ($\frac{1}{2}m.v^2$) و انرژی پتانسل گرانشی (mgh) می باشد. به مجموع این دو انرژی " انرژی مکانیکی " جسم می گویند.

انرژی مکانیکی جسم = $\frac{1}{2}m.v^2$ (انرژی جنبشی) + mgh(انرژی پتانسیل گرانشی)

انرژی جسم از دیدگاه علم شیمی (آنتالپی)

یک جسم (به عنوان مثال همان مداد) به دلیل جرم و جنبش ذرات (دما یا V)، دارای نوعی انرژی جنبشی میکروسکوپی و به عبارتی همان" انرژی گرمایی" است .($\frac{1}{2}m.v^2$)

از طرف دیگر هر جسمی به دلیل برهم کنش بین ذرات و نیروهای نگه دارنده ی ذرات (به عنوان مثال پیوند اشتراکی) نوعی از انرژی پتانسیل در خود به شکل ذخیره شده داراست به این انرژی (انرژی پتانسیل) یا (انرژی شیمیایی) یا به عبارت بهتر «انرژی پتانسیل شیمیایی» گویند.

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

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

۲-آنتالپی 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 آنتالپی مواد کاهش یا افزایش می یابد و "گرما" مبادله می شود.

تغییر آنتالپی واکنش یا ΔH یا آنتالپی واکنش

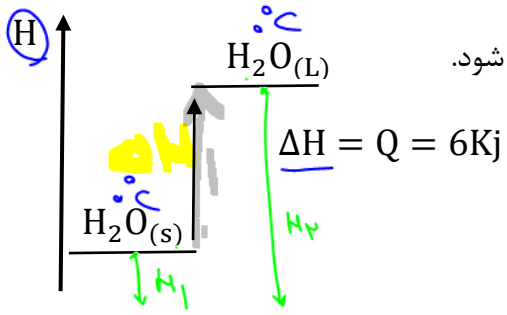
تعریف: به گرمای مبادله شده بین سامانه و محیط در فشار ثابت، تغییر آنتالپی واکنش یا ΔH یا آنتالپی واکنش و یا گرمای واکنش یا q_p گویند.

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

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

۲-در فرآیند گرماگیر:

الف) $\Delta H > 0$



ب) مقدار گرمای مبادله شده در سمت چپ فرآیند نوشته می شود.

$$H_2O_{(s)} + 6Kj \rightarrow H_2O_{(L)}$$

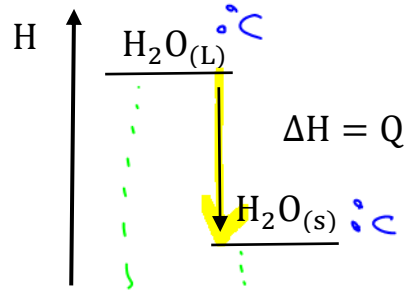
پ) آنتالپی محصولات بیشتر از مواد اولیه است.

ت) پایداری مواد کاهش می یابد.

ث) سامانه از محیط انرژی جذب می کند .

۳-در یک فرآیند گرماده:

الف) $\Delta H < 0$



ب) مقدار گرمای مبادله شده در سمت راست فرآیند نوشته می شود.

$$H_2O_{(L)} \rightarrow H_2O_{(s)} + 6Kj$$

پ) آنتالپی محصولات کمتر از مواد اولیه است.

ت) پایداری مواد کاهش می یابد.

ث) سامانه به محیط گرما (انرژی) می دهد.

۴-آنتالپی واکنش به نسبت ضریب هر جسم شرکت کننده در واکنش برحسب mol است. به عنوان مثال در واکنش $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$ ، ΔH : -۹۲ Kj

اگر ۱ مول N_2 مصرف شود و ۳ مول H_2 مصرف شود و ۲ مول NH_3 تولید شود، ۹۲ 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 کننده ی مورد نظر است:

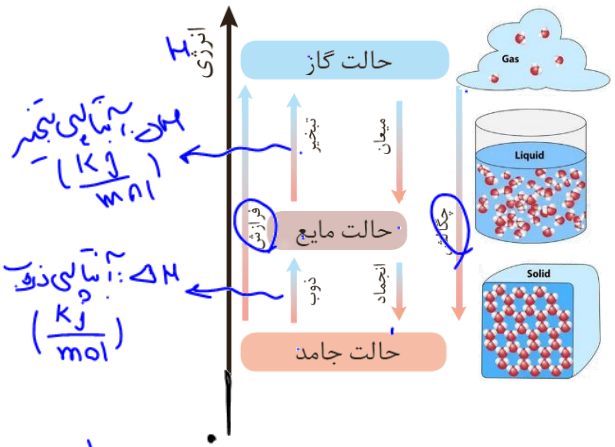
$$Q = \frac{\Delta H}{\text{ضریب}} \times n$$

مثال: در واکنش گازی $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl + 184Kj$ در اثر تولید ۵/۶ لیتر HCl در شرایط STP چند Kj انرژی آزاد می‌شود؟

جواب:

$$\frac{5/6\ L}{2\times 22.4\ L} = \frac{x\ Kj}{-184\ Kj} \rightarrow x = -23\ Kj$$

$$Q = \frac{\Delta H}{\text{ضریب}} \times n = \frac{-184}{2} \times 0.25 = -23\ kj$$



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؟ (تجربی۱۴۰۲)

۱) در یک واکنش معین، تشکیل یک مادهٔ گازی، بیشتر از تشکیل مایع آن، گرما آزاد میکند.

۲) میزان گرمای یک واکنش معین در دما و فشار ثابت، مستقل از حالت فیزیکی واکنش دهنده ها است.

۳) اگر در یک واکنش، دما ثابت بماند، میزان انرژی جنبشی و پتانسیل واکنش دهنده ها به فراورده ها 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):

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

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

A) $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)} + 484Kj$

B) $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(L)} \qquad \Delta H =$

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

$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)} \qquad \Delta H = -484\ Kj$$
$$2H_2O_{(g)} \rightarrow 2H_{2(g)} + O_{2(g)} \qquad \Delta H = +484\ Kj$$

۸- اگر ضرایب استوکیومتری فرآیندی ضربدر عددی شوند، ΔH آن واکنش نیزضربدر همان عدد می‌شود:

$$H_2O_{(s)} \rightarrow H_2O_{(L)} \qquad \Delta H = 6\ Kj$$
$$3H_2O_{(s)} \rightarrow 3H_2O_{(L)} \qquad \Delta H = 18\ Kj$$

۹-مقدار عددی ΔH یک فرایند، بزرگی آن را نشان می دهد در حالی که مثبت یا منفی بودن آن نشان دهنده گرماگیر یا گرماده بودن آن است.

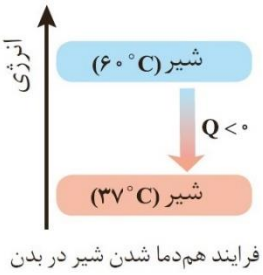
Dr. Hasan Palvi

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

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

الف) فقط انرژی گرمایی مواد تغییر کند:

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



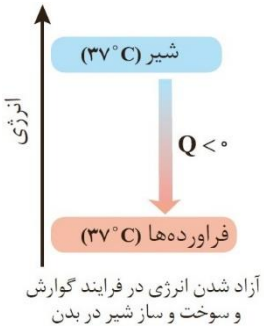
فرایند هم‌دما شدن شیر در بدن

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:

چنانچه شیر $37^\circ C$ 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 $H_2<H_1$ 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:

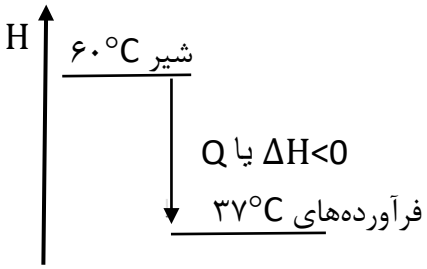


آزاد شدن انرژی در فرایند گوارش و سوخت و ساز شیر در بدن

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

پ)تغییر هم زمان انرژی گرمایی و پتانسیل:

حال فرض کنیم یک لیوان شیر $60^\circ C$ میل شود و بعد از چند ساعت مواد آلی آن اکسایش یافته و فرآورده‌های حاصل به دمای $37^\circ C$ برسند. 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 شده‌ی فرآیند هم به دلیل کاهش انرژی گرمایی شیر(تبدیل شیر $60^\circ C$ به شیر$37^\circ C$) و هم کاهش انرژی پتانسیل محتویات شیر (تبدیل شیر $37^\circ C$ به فرآورده‌های $37^\circ C$) می‌باشد.

جمع بندی: در واکنش های شیمیایی که در دمای ثابت انجام می شوند ($\Delta\theta = 0$) ، ΔH فقط حاصل تفاوت انرژی پتانسیل است.در واکنش های 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 می باشد.

Dr. Hasan Palooi

نکته۱: گرمای آزاد شده یا جذب شده در واکنش های شیمیایی عمدتاً 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.

نکته۲: داد و ستد انرژی در واکنش ها بطور عمده به شکل گرما ظاهر می شود.

نکته۳: فرایند هم دما شدن بستنی در بدن گرماگیر می‌باشد اما گوارش و سوخت و ساز آن گرماده است.

ترموشیمی یا گرماشیمی : 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.

نکته۴ : 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.

تست۱ : کدام گزینه درست است؟

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

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

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

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

تست۲ : با توجه به واکنش: $N_2H_4 + H_2 \rightarrow 2NH_3$ با $\Delta H = -183Kj$ کدام مورد درست است؟

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

۲) با تولید هر مول آمونیاک ۱۸۳ kj انرژی تولید می شود.

۳) واکنش گرماگیر 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.

تست۳ : با توجه به واکنش $SO_{3(g)} + H_2O_{(L)} \rightarrow H_2SO_{4(aq)}$ $\Delta H = -228Kj$ در یک مخزن دارای ۱۰/۱۸ کیلوگرم آب، ۱۰ مول SO_3 با سرعت یکنواخت و در مدت ۵ دقیقه حل شده است. میانگین افزایش دمای مخزن در هر دقیقه به تنهایی چند °C است؟ $(C_{H_2O} = 4/2 \frac{j}{g.k})$

۱) ۰/۵۴ ۲) ۱/۰۸ ۳) ۵/۴۲ ۴) ۱۰/۸۶

نکته۵: در واکنش گرماده(متانند تست ۳)، برای بیان گرمای آزاد شده، فقط مقدار عددی ΔH ذکر می‌شود(۲۲۸Kj) اما برای بیان مقدار ΔH یا بیان گرمای مبادله شده، باید علامت منفی نیز ذکر شود (ΔH=-۲۲۸Kj).

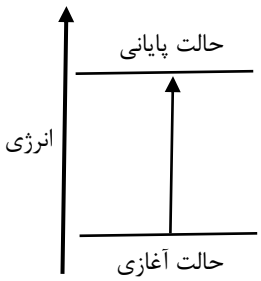
تست ۴ : ΔH اغلال کلسیم کلرید ($M=111\frac{j}{mol}$) برابر $\frac{kj}{mol}$ ۳۵- است. برای گرم کردن ۲۵۰ گرم آب از دمای ۲۵ °C به ۴۵ °C چند گرم از آن باید در آب حل شود؟ ($C_{H_2O}=4/2\frac{j}{g.k}$ و از گرمای جذب شده توسط کلسیم کلرید صرف نظر شود)

۱) ۴۴/۴ ۲) ۶۶/۶ ۳) ۸۳/۲۵ ۴) ۱۵۰

تست ۵: گرمای حاصل از سرد کردن یک قطعه ۳ کیلوگرمی آلومینیوم از دمای ۵۰ °c به ۲۰ °c می تواند چند Kj است؟($C_{Al}=0/9\frac{j}{g.k}$) ۰/۴۵ مول گاز نیتروژن را در واکنش زیر تبدیل به NO کند،ΔH واکنش $2N_2+2O_2\rightarrow 4NO$

۱) ۱۸۰+ ۲) ۱۸۰- ۳) ۳۶۰+ ۴) ۳۶۰-

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

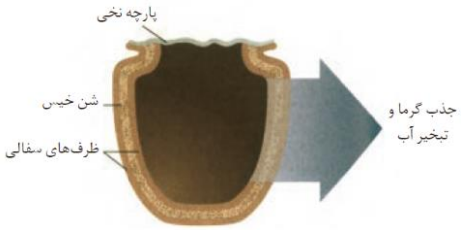
تست ۷: (ریاضی تیر ۱۴۰۳)

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

۱) چگالش ـ انجماد ۲) چگالش ـ تبخیر ۳) فرازش ـ انجماد ۴) فرازش ـ ذوب

Dr. Hasan Palvi

یخچال صحرایی



۱- از دو ظرف سِفالی (ازجنس خاک رس) تشکیل شده که فضای بین آنها با شِن خیس پر شده است و درپوش آن پوشش نخی و مرطوب است.

۲- با توجه به اینکه تبخیر آب فرآیندی گرماگیر است، برای تبخیر آب از سطح بیرونی ظرف سفالی، آب موجود در شن ها گرما از دست داده و در نتیجه دمای محتویات و غذای درون ظرف کاهش یافته و خنک می شود.

$$H_2O_{(L)} + 44Kj \rightarrow H_2O_{(L)}$$

فرآیندهای گرماگیر مهم

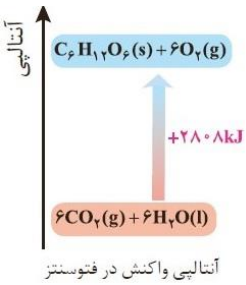
۱- تغییر حالت های فیزیکی: ذوب، تبخیر ، فرازش (تصعید)

۲- انحلال مواد در آب: انحلال اکثر نمک ها (غیر از $CaCl_2$ و Li_2SO_4)، انحلال شکر

۳- اکثر واکنش های تجزیه:

۴- واکنش فتوسنتز:

$$6CO_2 + 6H_2O + Q \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$



۵- تولید اوزون از اکسیژن: $3O_2 + Q \rightarrow 2O_{3(g)}$

۶- واکنش نیتروژن و اکسیژن $N_{2(g)} + O_{2(g)} + Q \rightarrow 2\,NO_{(g)}$

۷-شکستن پیوند: مثال: $Cl_{2(g)} + Q \rightarrow 2Cl_{(g)}$

فرآیندهای گرماده مهم

۱- تغییر حالت های فیزیکی : انجماد، میعان و چگالش

۲- انحلال مواد در آب: انحلال دو نمک $CaCl_2$ و Li_2SO_4 ، انحلال گازها، انحلال اسیدها و بازهای قوی، انحلال الکل های سبک

۳- اکثر واکنش های ترکیب (سنتز)

۴- واکنش سوختن و اکسایش:

نکته۱: به طور کلی در واکنش‌ها هر طرف O_2 باشد، Q طرف مقابل است غیر از دو واکنش $3O_2 \rightarrow 2O_3$ و نیز $N_2 + O_2 \rightarrow 2NO$

نکته۲: تفاوت واکنش سوختن و اکسایش در این است که در واکنش سوختن جسم سریع با اکسیژن واکنش داده و علاوه‌بر گرما، نور هم تولید می‌کند.



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

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

۵- واکنش فلزات گروه ۱و۲ با آب یا اکسیژن و نافلزات دیگر

۶- واکنش اکسید فلزات و نافلزات با آب

۷- و چند واکنش گرماده مهم دیگر:

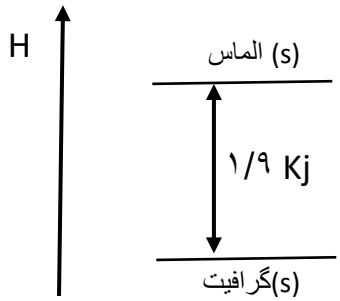
$$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$$

$$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$$

$$Fe_2O_3 + 2Al \rightarrow Al_2O_3 + 2Fe \qquad \text{(ترمیت)}$$

$$H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$$

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 ۱/۹ 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 $CO_{2(g)}$ است، پس از سوختن الماس گرمای بیشتری آزاد می‌شود.

➢ **مقایسه ΔH دو یا چند واکنش به نسبت مشابه:**

۱- ابتدا با توجه به گرماگیر یا گرماده بودن واکنش اول، نمودار حدودی آنتالپی آن را ترسیم می کنیم.

۲- نمودار آنتالپی واکنش دوم را تا حد ممکن روی نمودار اولی ترسیم می کنیم.

۳- حال میتوان گرمای دو واکنش را با یکدیگر مقایسه کرد.

با هم بیندیشیم

۱ـ با توجه به واکنش‌های زیر پاسخ دهید:

$$N_2(g) + 3H_2(g) \xrightarrow{25^\circ C} 2NH_3(g) + 92kJ$$
$$N_2H_4(g) + H_2(g) \xrightarrow{25^\circ C} 2NH_3(g) + 183kJ$$

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

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

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

$$C(s, \text{گرافیت}) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 393/5\ kJ$$
$$C(s, \text{الماس}) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 395/4 kJ$$

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

ب) الماس پایدارتر است یا گرافیت؟ چرا؟

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

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

خود را بیازمایید

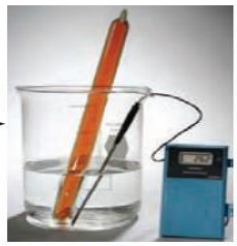
۱ـ نماد Q را در هر معادله وارد کرده سپس علامت «ΔH» را در هر مورد مشخص کنید.



الف) $CO_2(s) \rightarrow CO_2(g)$



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



پ) $2NO_2(g) \rightarrow N_2O_4(g)$





ت) $H_2O(l) \rightarrow H_2O(s)$

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

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

تست۱: کدام واکنش بیشترین و کدام واکنش کمترین گرمای آزاد شده را دارا هستند؟

A) $C_{(\text{الماس})} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$

B) $C_{(\text{الماس})} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(s)}$

C) $C_{(\text{اگرافیت})} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$

D) $C_{(\text{گرافیت})} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(s)}$

۱) C-B ۲) D-B ۳) A-D ۴) B-D

تست۲: چه تعداد از عبارت‌های زیر درست‌اند؟

- به دلیل یکسان بودن اتم های سازنده الماس و گرافیت، انرژی پتانسیل مقدار برابری از آن ها 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 آن ها منفی است.
- در فرآیندهای اکسایش گلوکز و تبدیل اکسیژن به اوزون، پایداری فرآورده‌ها بیشتر از واکنش دهنده‌ها است.

۱) ۰ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

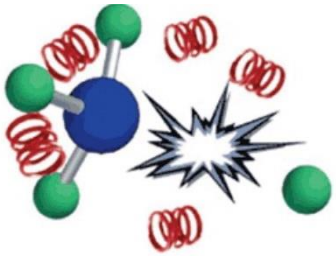
تست۳: اگر با تولید شدن یک مول گاز اوزون از گاز اکسیژن، آنتالپی به اندازه ۵۷۳ Kj افزایش یابد،چه تعداد از مطالب زیر درست اند؟

- ΔH واکنش $3O_{2(g)} \rightarrow 2O_{3(g)}$ برابر $+۵۷۳\ Kj$ 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.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

Dr. Hassan Palouei

آنتالپی پیوند (ΔH پیوند)

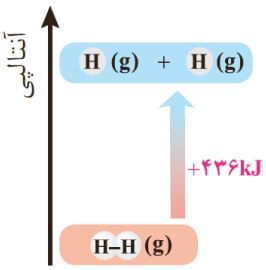


تعریف : به مقدار گرما (انرژی لازم) جهت شکستن ۱ مول پیوند کووالانسی جسم گازی و تبدیل آن به اتم‌های گازی جدا از هم ، آنتالپی پیوند یا انرژی پیوند گویند($\frac{kj}{mol}$)

مثال:

$$H_{2(g)} + 436\ Kj \rightarrow 2H_{(g)}$$

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



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

۱) $\Delta H_{Br-Br} = Q_1$ — $Br_{2(L)} + Q_1 \rightarrow 2Br_{2(g)}$

۲) $\Delta H_{C-H} = \frac{Q_2}{4}$ — $CH_{4(g)} + Q_2 \rightarrow C_{(g)} + 4H_{(g)}$

۳) $\Delta H_{N-H} = \frac{Q_3}{3}$ — $NH_{3(g)} + Q_3 \rightarrow N_{(g)} + \frac{3}{2}H_{2(g)}$

۴) $\Delta H_{O-H} = \frac{Q_4}{2}$ — $H_2O_{(g)} + Q_4 \rightarrow 2H_{(g)} + O_{(L)}$

تست ۲: اگر آنتالپی پیوند H-Br برابر با $۳۶۶\frac{kj}{mol}$ باشد، کدام گزینه گرمای مبادله شده در اثر تبدیل ۲ مول $H_{(g)}$ و ۲ مول $Br_{(g)}$ به ۲ مول $HBr_{(g)}$ را درست بیان می کند؟

۱) ۳۶۶ کیلو ژول انرژی جذب می شود
۲) ۳۶۶ کیلو ژول انرژی آزاد می شود.
۳) ۷۳۲ کیلو ژول انرژی جذب می شود.
۴) ۷۳۲ کیلو ژول انرژی آزاد می شود.

تست ۳: برای شکستن پیوندهای ۲ گرم CH_4 گازی ۲۰۷/۵ کیلوژول انرژی نیاز است، ΔH پیوند C-H چند $\frac{kj}{mol}$ است؟ (H=1 ،C=12)

۱) ۸۳۰
۲) ۱۶۶۰
۳) ۳۳۲۰
۴) ۴۱۵

Dr. Hasan Palvi

میانگین آنتالپی پیوند

در مورد پیوندهایی که مولکول دو اتمی‌ای 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 CH_4 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 دارند. در نتیجه شیمی دان ها میانگین این چهار انرژی را به عنوان «میانگین آنتالپی پیوند C-H» بیان می کنند.

جدول ۲- آنتالپی برخی پیوندها

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

جدول ۳- میانگین آنتالپی برخی پیوندها

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

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

N-H ، O=O ، N≡N ، H-I ، O-H ، P-CL

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

عوامل موثر در آنتالپی پیوند

۱- آنتالپی پیوند با طول پیوند کووالانسی رابطه ی عکس دارد.

یادآوری: هر چه شعاع اتم های درگیر در پیوند اشتراکی کمتر باشد، طول پیوند کمتر است.

عوامل موثر در شعاع اتمی: اولویت۱: تعداد لایه ↑ ← شعاع اتمی ↑

اولویت۲: تعداد P ↓ ← شعاع اتمی ↑

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

I-I H-I H-Br H-Cl H-F

۲-آنتالپی پیوند با مرتبه پیوند رابطه مستقیم دارد.

مثال:

طول پیوند: $C-C > C=C > C\equiv C$

آنتالپی پیوند: $C-C < C=C < C\equiv C$

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؟

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

تست ۲: (تجربی تیر ۱۴۰۳)

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

۱) $H-Br$ در هیدروژن برمید
۲) $C-H$ در دی‌کلرو متان
۳) $C-C$ در پروپان
۴) $O-H$ در آب

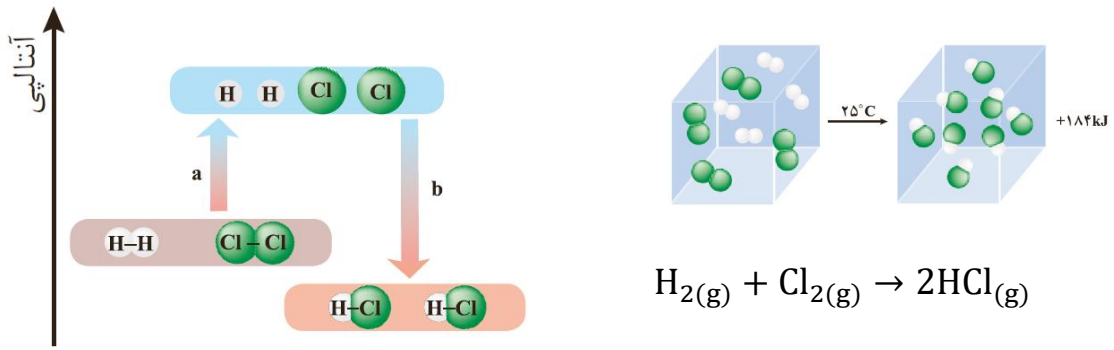
تست ۳: کدام مورد نادرست است؟ (تجربی تیر ۱۴۰۳)

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 نهفتهٔ اجزای آن، تعیین می‌کند.
۳) فرایند تبدیل آب به بخار آب، یک فرایند گرماشیمیایی به‌شمار می‌آید که با افزایش انرژی سامانه همراه است.
۴) میزان انرژی پیوند میان دو اتم، با پایداری آن پیوند، نسبت مستقیم و با محتوای انرژی آن، نسبت عکس دارد.

به دست آوردن ΔH یک واکنش به کمک آنتالپی پیوند

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

تحلیل فرمول بالا: واکنش زیر را در نظر بگیرید.



$$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2HCl_{(g)}$$

برای انجام این واکنش ابتدا باید ۱ مول پیوند H-H و ۱ مول پیوند Cl-Cl بشکنند که به ترتیب ۴۳۶ و ۲۴۲ کیلوژول انرژی نیاز است(در کل ۶۷۸ کیلوژول) از طرفی در اثر تشکیل هر ۱ مول پیوند H-Cl مقدار ۴۳۱ کیلوژول انرژی آزاد می‌شود(در کل ۸۶۲- کیلوژول) در نتیجه ΔH کل واکنش خواهد بود:

$$\Delta H = 678 - 862 = -184 \text{ Kj}$$

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

$$CO + 2H_2 \rightarrow CH_3OH$$

پیوند	$C \equiv O$	$H - H$	$C - H$	$C - O$	$O - H$
آنتالپی پیوند	۱۰۷۵	۴۳۶	۴۱۴	۳۵۱	۴۶۴

خود را بیازمایید

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

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

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

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

تست۱: با توجه به واکنش گرماشیمیایی: $2CH_4(g) \rightarrow C_2H_6(g) + H_2(g), \triangle H = 65KJ$ میانگین آنتالپی پیوند C-H برابر چندکیلوژول بر مول است؟

(آنتالپی پیوند های H-H و C-C به ترتیب برابر ۴۳۵ و ۳۴۸ کیلوژول بر مول در نظر گرفته شود.)(ریاضی۱۴۰۲)

۱) ۴۴۲ ۲) ۴۲۴ ۳) ۲۱۲ ۴) ۱۲۲

تست۲: 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)

$$n\,CH_2 = CH_2 \rightarrow \{CH_2 - CH_2\}_n$$

۱) ۲۶۴ ۲) ۸۴ ۳) -۲۶۴ ۴) -۸۴

تست۳: اگر ΔH واکنش گازی $N_2 + 2H_2 \rightarrow N_2H_4$ برابر ۹۶- Kj باشد و آنتالپی پیوندهای N- ، H-H N و N-H به ترتیب ۴۳۵ ، ۳۵۱ و ۳۸۹ کیلوژول بر مول باشد، برای شکستن پیوندها ۱ گرم $N_{2(g)}$ چند Kj انرژی لازم است؟($N=14 \frac{g}{mol}$)

۱) ۳۳/۶ ۲) ۹۴۱ ۳) ۶۷/۲ ۴) ۱۵/۲

تست۴: (ریاضی تیر ۱۴۰۳)

اگر مجموع آنتالپی پیوند $H-Cl$ و $H-F$، برابر ۱۰۰۰ کیلوژول بر مول و نسبت آنتالپی پیوند $Cl-Cl$ به آنتالپی پیوند $F-F$، برابر ۱/۵ باشد، آنتالپی پیوند $F-F$، با یکای کیلوژول بر مول، برابر کدام است؟

$H_2(g) + 435\,kJ \rightarrow 2H(g)$

$H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g) \quad , \Delta H = -186\,kJ$

$H_2(g) + F_2(g) \rightarrow 2HF(g) \quad , \Delta H = -544\,kJ$

۱) ۱۴۵
۲) ۱۶۰
۳) ۲۲۰
۴) ۲۵۵

نکته۱: برای به دست آوردن ΔH یک واکنش به کمک آنتالپی پیوندها، تمام مواد شرکت کننده باید گازی باشند.

نکته۲: به دست آوردن ΔH یک واکنش به کمک آنتالپی پیوندها جزو روش های غیرمستقیم یا غیر تجربی به دست آوردن ΔH واکنش‌ها محسوب می‌شود(همانند قانون هس) اما روش گرماسنجی روشی تجربی (مستقیم) برای به دست آوردن ΔH واکنش می‌باشد.

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

نکته۳: هر چه در یک واکنش مولکول‌های پیچیده‌تری وجود داشته باشد، ΔH به دست آمده آن به کمک آنتاپی پیوند با ΔH به دست آمده به روش تجربی تفاوت بیشتری خواهد داشت.

Dr. Hasan Palvi

تست۱: اگر آنتالپی تبخیر $H_2O_{(L)}$ برابر با $۴۴\ \frac{Kj}{mol}$ باشد، ΔH واکنش زیر چند Kj است؟

$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(L)}$$

پیوند	$C-H$	$O=O$	$C=O$	$O-H$
ΔHپیوند	۴۱۵	۴۹۵	۸۰۰	۴۶۳

۱) -۵۰۲ ۲) -۸۴۶ ۳) -۸۹۰ ۴) -۷۱۴

تست۲: چه تعداد از مطالب زیر درست‌اند؟

- 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 گرماگیر پیوندهای فرآورده‌ها پایدارتر از پیوندهای واکنش دهنده‌ها است.

۱) ۰ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

Dr. Hassan Palouei

ترکیبات آلی

خانواده	گروه عاملی	نام گروه	فرمول عمومی	ساختار	نامگذاری	ساده‌ترین مثال
آلکان	-	-	C_nH_{2n+2}	-	آلک+ ان	CH_4 متان
آلکن	$C=C$	آلکنی	C_nH_{2n}	-	آلک+ ـِن	$CH_2=CH_2$ اتن
آلکین	$C\equiv C$	آلکینی	C_nH_{2n-2}	-	آلک+ ین	$CH\equiv CH$ اتین
سیکلوآلکان	-	-	C_nH_{2n}	-	سیکلو آلکان	△ سیکلوپروپان
آروماتیک	⬡	بنزنی	-	-	-	⬡ بنزن
الکل	$-O-H$	هیدروکسیل	$C_nH_{2n+2}O$	$R-OH$	آلکان+ ول	CH_3OH متانول
اتر	$-O-$	اتری	$C_nH_{2n+2}O$	$R-O-R'$	آلکیل‌ها + اتر	CH_3-O-CH_3 دی متیل اتر
آلدهید	$-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$	کربونیل	$C_nH_{2n}O$	$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$	آلکان+ ال	$H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$ متانال
کتون	$-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-$	کربونیل	$C_nH_{2n}O$	$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-R'$	آلکان+ ون	$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3$ پروپانون
اسیدآلی	$-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-H$	کربوکسیل	$C_nH_{2n}O_2$	$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-H$	آلکان+ وییک اسید	$H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-H$ متانوئیک اسید
استر	$-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-$	استری	$C_nH_{2n}O_2$	$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-R'$	آلکیل آلکانوآت	$H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-CH_3$ متیل متانوآت
آمین	$-\overset{\|}{N}-$	آمینی	-	$R-\overset{\|}{N}-H$	آلکیل‌ها + آمین	$CH_3-\overset{\|}{N}-H$ متیل آمین
آمینواسید	$-COOH$ $-\overset{\|}{N}-$	آمینی ، کربوکسیل	-	-	-	-
آمید	$-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-N-$	آمیدی	-	-	-	-

نکته ۱: در جدول صفحه قبل دانستن گروه عاملیِ 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 سست (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)

a) $C_4H_9-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-CH_3$

b) $C_5H_{11}-\overset{\overset{H}{|}}{C}=O$

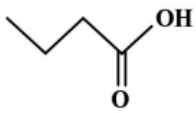
c) $C_4H_9-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3$

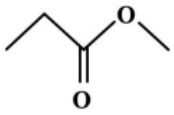
d) $C_5H_{11}-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH$

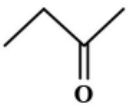
۱) d و b ـ a ـ b
۲) c و b ـ a ـ b
۳) d و a ـ c ـ d
۴) c و a ـ c ـ d

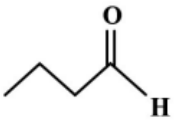
تست ۲: (ریاضی اردیبهشت ۱۴۰۳)

کدام دو ترکیب، ایزومر یکدیگرند و نقطهٔ جوش کدام ترکیب، بالاتر از ترکیب‌های دیگر است؟

الف: 

ب: 

پ: 

ت: 

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

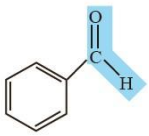
ادویه ها



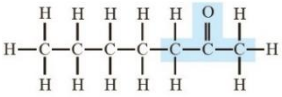
۱- بو و مزه لذت بخش غذاهای بومی اغلب به دلیل ادویه های ویژه است.
۲- کاربرد دیگر آن ها جلوگیری از گرسنگی ، افزایش سوخت و ساز، جلوگیری از التهاب پیشگیری از سرطان و گاهی بهبود یا رفع آن است.
۳- تفاوت در ادویه ها به دلیل تفاوت در ساختار ترکیبات آلی آنها و به خصوص گروه های عاملی مولکول های آلیِ آنها است.



۴- طعم و بوی بادام تا حد زیادی به دلیل بنزآلدهید است:



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





طعم و بوی گشنیز : مولکول های آلی با گروه «هیدروکسیل»: $-O-H$

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

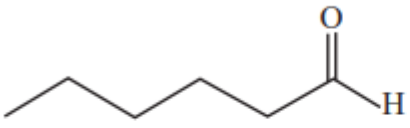
طعم و بوی زردچوبه: مولکول های آلی با گروه «کربونیل»(کتونی): $-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-$

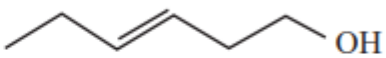
طعم و بوی دارچین: مولکول های آلی با گروه «کربونیل» (آلدهیدی): $-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$

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 قطعا آنتالپی (سطح انرژی) آن ها نیز متفاوت خواهد بود.

خود را بیازمایید

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





الف) شمار و نوع اتم‌های سازنده آنها را با یکدیگر مقایسه کنید.
ب) آیا خواص فیزیکی و شیمیایی آنها یکسان است؟ چرا؟
پ) آیا محتوای انرژی آنها را یکسان پیش‌بینی می کنید ؟ توضیح دهید.

Dr. Hassan Palavi

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

- 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 سست دارند و ایزومر هم هستند، آنتالپی یکسان دارند.
- دو مولکول $C-C-C-OH$ و $C-C(OH)-C$ هم ایزومر یکدیگر بوده و همانند A و B خواص فیزیکی و شیمیایی کاملا متفاوت دارند.
- فرآورده های سوختن کامل A و B یکسان است.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

تست ۲: کدام گزینه نادرست است؟

۱) خواص ویژه و منحصر به فرد ادویه ها به دلیل ترکیبات آلیِ خاص آن ها است.
۲) طعم و بوی بادام و میخک به طور عمده به خاطر به ترتیب بنزآلدهید و ۲- هپتانون است.
۳) طعم و بوی زردچوبه به طور عمده به دلیل مولکول های آلی با گروه عاملی کتونی است.
۴) 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.

جدول۴- ارزش سوختی سه مادهٔ غذایی

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

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 ۱۰۰ 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 $\frac{kj}{g}$ است؟

۱) ۴۳۲۰ ، ۴/۸
۲) ۴۳۲۰ ، ۱۴/۴
۳) ۸۶۴۰ ، ۴/۸
۴) ۸۶۴۰ ، ۱۴/۴

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 می تواند انرژی لازم برای ۲ ساعت ورزش را تامین کند؟ (به ازای هر یک ساعت ورزش ۲۰۰۰ کیلو ژول انرژی مصرف می شود.)

۱) ۶۰
۲) ۱۲۰
۳) ۲۶۴
۴) ۵۲۸

تست ۳: (تجربی تیر ۱۴۰۳)

اگر ارزش سوختی اتان، ۱/۷ برابر ارزش سوختی اتانول باشد و از سوختن کامل ۰/۵ مول اتان، ۷۸۰ کیلوژول گرما آزاد شود، از سوختن به تقریب چند گرم اتانول، همین مقدار گرما تولید می‌شود؟ ($H=1$ ،$C=12$ ،$O=16$: $g.mol^{-1}$)

۱) ۲۱/۵
۲) ۲۵/۵
۳) ۳۲/۵
۴) ۳۷/۵

آنتالپی سوختن

تعریف: مقدار انرژی آزاد شده در اثر سوختن **۱ مول** جسم در اکسیژن کافی ($\frac{kj}{mol}$)

مثال:

$2C_2H_{6(g)} + 7O_2 \rightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(L)} + 3120Kj$ سوختن اتان $\Delta H: -۱۵۶۰ \frac{kj}{mol}$

جدول ۶- آنتالپی سوختن برخی ترکیب‌های آلی در ۲۵°C

ماده آلی	آنتالپی سوختن ($kJ\ mol^{-1}$)	ماده آلی	آنتالپی سوختن ($kJ\ mol^{-1}$)
$CH_4(g)$	-۸۹۰	$C_2H_2(g)$	-۱۳۰۰
$C_2H_6(g)$	-۱۵۶۰	$C_2H_4(g)$	-۱۹۳۸
$C_3H_8(g)$	-۱۴۱۰	$CH_3OH(l)$	-۷۲۶
$C_4H_{10}(g)$	-۲۰۵۸	$C_2H_5OH(l)$	-۱۳۶۸

۱- 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، « اکسایش» گویند. ΔH هردو واکنش برای یک جسم یکسان است البته به شرطی که دما و فشار یکسان باشد.

۲- در اثر سوختن کامل هیدروکربن ها ، CO_2 و H_2O و در اثر سوختن ناقص CO و H_2O تولید می شود. چنانچه واژه کامل یا ناقص بیان نشود ، مدنظر سوختن کامل است (اکسیژن به اندازه کافی در دسترس واکنش دهنده ها بوده است.)

۳- آنتالپی واکنش سوختن را اصولاً در فشار ۱ اتمسفر و دمای $۲۵^\circ C$ اندازه گیری می کنند. در نتیجه حالت فیزیکی H_2O را در واکنش مایع (L) در نظر می گیریم.

۴- در ΔH سوختن (آنتالپی سوختن) برخلاف ارزش سوختی ، علامت منفی نیز لحاظ می شود.

۵- رابطه آنتالپی سوختن و ارزش سوختی یک جسم : **ΔH سوختن = − (جرم مولی× ارزش سوختی)**

۶- همانند همه واکنش های گرماده ، در مورد واکنش سوختن نیز ΔH سوختن (آنتالپی سوختن) عددی منفی است اما زمانیکه از واژه «گرمای حاصل از سوختن» یا «انرژی آزاد شده از سوختن» صحبت می شود، فقط کافیست مقدار عددی انرژی آزاد شده بیان شود و ذکر علامت منفی اشتباه است.

خود را بیازمایید

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

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

$$2C_2H_6(g) + 7O_2(g) \xrightarrow{۲۵^\circ C} 4CO_2(g) + 6H_2O(l) + ۳۱۲۰\ kJ$$

$$C_2H_5OH(l) + 3O_2(g) \xrightarrow{۲۵^\circ C} 2CO_2(g) + 3H_2O(l) + ۱۳۶۸\ kJ$$

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

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

پ) توضیح دهید چرا اتانول **سوخت سبز**[۱] به شمار می‌رود؟

مقایسه گرمای آزاد شده از سوختن هیدروکربن‌ها و ترکیبات آلی

۱- **هر چه مقدار (جرم) یک هیدروکربن ↑← گرمای حاصل از سوختن (kj) ↑**

مثال: از نظر گرمای آزاد شده در اثر سوختن $10g\ CH_4 > 7\ g\ C_2H_6 > 5\ g\ C_2H_2$

۲- طبق مطلب بالا می توان گفت:

هرچه جرم مولی هیدروکربن ↑← آنتالپی سوختن ($\frac{kj}{mol}$) عددی منفی تر

مثال : از نظر قدر مطلق آنتالپی سوختن ($\frac{kj}{mol}$) $C_2H_6 > C_2H_2 > CH_4$

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

آنتالپی سوختن آلکان ($\frac{kj}{mol}$)منفی تر از آنتالپی سوختن الکل هم کربن

مثال: گرمای آزاد شده ازسوختن ۱ مول: $C_2H_5OH < C_2H_6$

۴- در اعضای یک خانواده ترکیبات آلی :

تعداد کربن ↑← آنتالپی سوختن عددی منفی تر

مثال: گرمای حاصل از سوختن ۱ مول : $C_3H_8OH > C_2H_5OH > CH_3OH$

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
۴) یک مول پروپان > یک مول پروپانول

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 ۲۰/۲ گرم بوتان با بازده ۸۰٪ چند گرم کلسیم کربنات تجزیه می شود؟ (Ca=۴۰ ، C=۱۲ ، H=۱ ، O=۱۶) $CaCO_{3(s)} \rightarrow CaO_{(s)} + CO_{2(g)} \quad \Delta H = +175\ Kj$

۱) ۷۷/۲
۲) ۷۷۲
۳) ۴۶/۱۶
۴) ۴۶۱/۶

تست ۳: نمونه ای از آلکان در اکسیژن کافی سوزانده شده و ۱۷/۶ گرم CO_2 و ۱۰/۸ گرم H_2O و ۳۱۳ Kj انرژی آزاد شده است.ΔH سوختن این هیدروکربن چند $\frac{kj}{mol}$ 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 $Q = m.c.\Delta\theta$ 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 ($M=۵۶ \frac{g}{mol}$) به ۱۵۰گرم آب درون گرماسنج اضافه شده است. اگر دمای اولیه همه مواد $۲۵^{\circ}C$ و گرمای ویژه آب و KOH به ترتیب ۴/۲ و ۱ ژول بر گرم درجه سلسیوس و دمای پایانی سامانه $۴۰^{\circ}C$ باشد ، ΔH انحلال KOH چند $\frac{kj}{mol}$ است؟ (ریاضی۹۳)

۱) ۶۰ ۲) ۵۶ ۳) ۶۴ ۴) ۷۵

تست ۲: اگر ۵۰mL محلول NaOH با غلظت معین با ۱۵۰ mL محلول ۰/۱ مولار H_2SO_4 در دمای $۲۵^{\circ}C$ درون یک گرماسنج با همین دما به طور کامل واکنش دهد و دمای پایانی $۳۰^{\circ}C$ باشد، ΔH واکنش انجام شده چند Kj است؟ ($C_{H_2O} = 4/2 \frac{j}{g.c}$ و چگالی همه محلول $۱ \frac{g}{mL}$ فرض شود) (ریاضی۹۵)

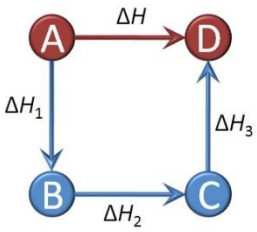
$$2NaOH + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$

۱) +۱۴۰ ۲) -۱۴۰ ۳) +۲۸۰ ۴) -۲۸۰

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

$$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl + 184Kj$$

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



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

مثال۱:

$$X \rightarrow Y \qquad \Delta H = -۱۰۰ Kj$$
$$Y \rightarrow Z \qquad \Delta H = +۶۰ Kj$$
$$X \rightarrow Z \qquad \Delta H = -۴۰ Kj$$

تبدیل جمع واکنش‌ها به واکنش مبنا:
از اولین جسم واکنش مبنا شروع می‌کنیم.اگر این ماده فقط در یکی از واکنش های دیگر آمده باشد، وضعیت آن واکنش را مشخص می کنیم.سپس سراغ دومین جسم واکنش مبنا رفته و به همین شکل وضعیت واکنش(های) دیگر را مشخص می نماییم.

مثال۲: با توجه به دو واکنش زیر، ΔH واکنش $2C + O_2 \rightarrow 2CO$ را محاسبه کنید:

$$A)\ CO_2 \rightarrow C + O_2 \qquad \Delta H = a$$
$$B)\ 2CO_2 \rightarrow 2CO + O_2 \qquad \Delta H = b$$

راه حل: اولین ماده واکنش مبنا 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:

$$A')\ 2C + 2O_2 \rightarrow 2CO_2 \qquad \Delta H = -2a$$

حال سراغ دومین جسم واکنش مبنا یعنی 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:

$$B')\ 2CO_2 \rightarrow 2CO + O_2 \qquad \Delta H = b$$

دو واکنش A′ و B′ را جمع می‌کنیم تا مطمئن شویم جمع آن ها واکنش مبنا می‌شود:

$$2C + 2O_2 \rightarrow 2CO_2 \qquad \Delta H = -2a$$
$$2CO_2 \rightarrow 2CO + O_2 \qquad \Delta H = b$$
$$2C + O_2 \rightarrow 2CO$$

بنابراین طبق قانون هس ΔH واکنش مبنا خواهد بود: -2a+b

Dr. Hasan Palvi

تست ۱: کدام گزینه نادرست است؟

۱) گازهای NO و CO خارج شده از خودروها، آلاینده هواکره محسوب می‌شوند.

۲) ΔH واکنش $C + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO$ را به روش گرماسنجی می‌توان حساب کرد.

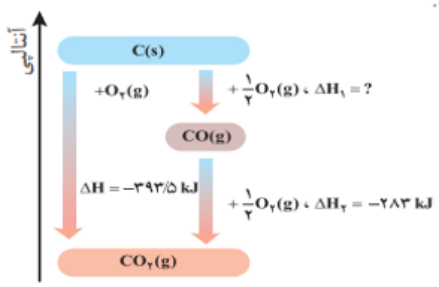
۳) N_2H_4 یا هیدرازین ماده‌ای پرانرژی است که به عنوان سوخت موشک کاربرد دارد.

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، فرآورده‌ها تولید می‌شوند این واکنش ها را «یک مرحله‌ای» گویند.

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



واکنش کلی: $C + O_2 \rightarrow CO_2 + ۳۹۳/۵$

مرحله ۱: $C + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO + ۱۱۰/۵$

مرحله ۲: $CO + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO_2 + ۲۸۳$

نکته۱: در واکنش های دو یا چند مرحله‌ای، واکنش کلی از جمع مراحل دیگر به دست می‌آید.

نکته۲: در واکنش های دو یا چند مرحله‌ای، ΔH واکنش کلی نیز جمع جبری ΔH مراحل دیگر است (قانون هِس)

نکته۳: در واکنش های دو مرحله‌ای، ΔH مرحله ۱ را نمی‌توان به روش مستقیم(تجربی) به دست آورد.زیرا فرآورده مرحله۱ به سرعت وارد مرحله۲ شده و در نتیجه به روش گرماسنجی نمی‌توان صرفاً گرمای مرحله۱ را به دست آورد. در نتیجه برای به دست آوردن ΔH مرحله۱ از روش های غیر مستقیم مانند قانون هس یا آنتالپی پیوند استفاده می‌شود.

مثال۱: تولید آمونیاک به روش هابر در ۲ مرحله انجام می‌شود:

(N_2H_4 یا هیدرازین ماده‌ای پرانرژی است که به عنوان سوخت موشک استفاده می‌شود.)

واکنش کلی: $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$ $\quad \Delta H = -۹۲Kj$

مرحله۱: $N_2 + 2H_2 \rightarrow N_2H_4$ $\quad \Delta H = ?$

مرحله۲: $N_2H_4 + H_2 \rightarrow 2NH_3$ $\quad \Delta H = -۱۸۳Kj$

بنابراین واکنش مرحله۱ که ذکر شده را نمی توان به روش تجربی انجام داد و اجباراً ΔH آن ها را به روش غیر مستقیم مجاسبه می‌کنند.دو مثال دیگر:

Dr. Hasan Palooi

مثال۲: 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 روش های غیرمستقیم محاسبه می‌شود. (H_2O_2 یا آب اکسیژنه یا هیدروژن پر اکسید که محلول رقیق آن به عنوان ضدعفونی کننده و خاصیت رنگ بری و لکه بری استفاده می‌شود.)

مثال۳: واکنش $C_{(s)} + 2H_{2(g)} \rightarrow CH_{4(g)}$ 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 بی هوازی نیز تولید می‌شود.)

جمع بندی

ΔH بسیاری از واکنش ها را نمی توان به روش مستقیم(گرماسنجی) محاسبه کرد.زیرا برخی واکنش ها، مرحله‌ای از یک واکنش چند مرحله‌ای هستند که امکان انجام آن مرحله به تنهایی نیست. همچنین واکنش های زیادی هستند که تامین شرایط بهینه برای انجام آن ها 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

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

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

$$H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow H_2O(l) \qquad \Delta H = -۲۸۶\ kJ$$

$$2H_2O_2(l) \longrightarrow 2H_2O(l) + O_2(g) \qquad \Delta H = -۱۹۶ kJ$$

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

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

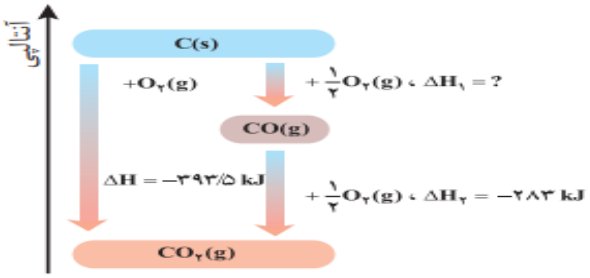
$$2CO(g) + 2NO(g) \longrightarrow 2CO_2(g) + N_2(g) \qquad \Delta H = ?$$

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

$$CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) \qquad \Delta H = -۲۸۳\ kJ$$

$$N_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2NO(g) \qquad \Delta H = +۱۸۱ kJ$$

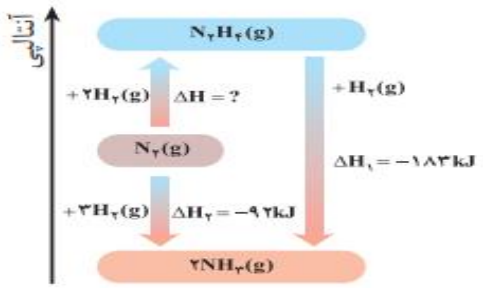
۳ـ واکنش سوختن کامل گرافیت را می‌توان مجموعه‌ای از دو واکنش پی‌درپی مطابق نمودار زیر دانست.



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

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

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



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

تست۱: آنتالپی واکنش $3Fe + 4H_2O \rightarrow Fe_3O_4 + 4H_2$ چند Kj است؟

$FeO + H_2 \rightarrow Fe + H_2O \qquad \Delta H = 24/5$

$3FeO + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow Fe_3O_4 \qquad \Delta H = -317/5$

$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O \qquad \Delta H = -242$

۱) -۲۵۴ ۲) -۱۰۰ ۳) -۱۴۹ ۴) -۶۳۳

تست۲: با توجه به واکنش های زیر:

$A + 2B \rightarrow C \qquad \Delta H = -115\ Kj$

$C + D + 2B \rightarrow 2E \qquad \Delta H = +52\ Kj$

$2D \rightarrow A + 2E \qquad \Delta H = -20\ Kj$

با گرمای آزاد شده ضمن تشکیل یک مول D در واکنش $2A + 4E \rightarrow 2C + 3D$ چند گرم آب ۳۰ را می توان به جوش آورد؟($C_{H_2O} = 4/2 \frac{j}{g.c}$)

۱) ۱۲۶/۷ ۲) ۱۶۶/۷ ۳) ۲۶۸/۳ ۴) ۲۷۹/۳

تست ۳: با توجه به واکنش های زیر:

$$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2HCl_{(aq)} \qquad \Delta H = -184\ Kj$$
$$H_{2(g)} \rightarrow 2H^{+}_{(aq)} \qquad \Delta H = +2\ Kj$$
$$HCl_{(aq)} \rightarrow H^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)} \qquad \Delta H = -75/2\ Kj$$

ΔH واکنش تبدیل $Cl^{-}_{(aq)}$ به $\frac{1}{2}Cl_{2(g)}$ چند Kj است؟(ریاضی ۱۴۰۱)

۱) $+۱۶۷/۵$ ۲) $-۱۶۷/۵$ ۳) $+۱۶۸/۲$ ۴) $-۱۶۸/۲$

تست ۴: (تجربی تیر ۱۴۰۳)

بر پایهٔ واکنش‌های گرماشیمیایی داده‌شده، تهیهٔ یک مول اتانول از تخمیر گلوکز (به حالت جامد)، چند کیلوژول انرژی آزاد می‌کند؟ (گاز کربن دی‌اکسید، فراوردهٔ دیگر واکنش است.)

$CH_3COOH(l) + 2O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 2H_2O(l)$, $\Delta H = -874\ kJ$
$C_2H_5OH(l) + O_2(g) \rightarrow CH_3COOH(l) + H_2O(l)$, $\Delta H = -493\ kJ$
$C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(l)$, $\Delta H = -2805\ kJ$

۱) ۱۰۶/۵
۲) ۱۵۹
۳) ۷۱
۴) ۳۵/۵

سینتیک شیمیایی



تعریف: سینتیک شیمیایی شاخه ای از علم شیمی است که به بررسی چگونگی انجام واکنش ها و آهنگ (سرعت) تغییر شیمیایی در واکنش ها و عوامل موثر در این آهنگ می پردازد.

➢ **شروط انجام واکنش :**

الف) برخورد بین واکنش دهنده ها

ب) برخورد در راستای مناسب واکنش دهنده ها

پ) انرژی کافی برای شکستن پیوندهای واکنش دهنده ها (انرژی فعال سازی یا E_a، حداقل انرژی لازم برای انجام یک واکنش را بیان می کند)



الف) **انفجار**[1]، واکنش شیمیایی بسیار سریعی است که در آن از مقدار کمی مادهٔ منفجر شونده به حالت جامد یا مایع، حجم زیادی از گازهای داغ تولید می‌شود.



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



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



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

➢ **تفاوت در سرعت واکنش ها:**

<u>بسیار سریع</u> : به عنوان مثال «انفجار» یک واکنش شیمیایی گرماده ی بسیار سریع است که در آن مقدارکمی از یک ماده منفجر شونده به حالت جامد یا مایع، حجم زیادی گازهای داغ تولید می کند.

<u>سریع</u>: مانند تولید رسوب سفید رنگِ نقره کلرید از دو محلول بی رنگِ زیر:

$$AgNO_{3(aq)} + NaCl_{(aq)} \rightarrow AgCl_{(s)} + NaNO_{3(aq)}$$

<u>کند</u>: مانند زنگ زدن اشیای آهنی در هوای مرطوب، (زنگارِ تولید شده ترد و شکننده بوده و فرو می ریزد)

<u>بسیار کند</u>: مانند پوسیده شدن و زرد شدن ورق های 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 می‌دهند 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 دهنده‌ها، مهم‌ترین عامل موثر در سرعت یک واکنش می‌باشد.

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

II) دما:





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

۱- محلول بنفش رنگ پتاسیم پرمنگنات ($KMnO_4$) 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 هوا نمی سوزد (۲۱٪ هوا گاز اکسیژن است) اما در یک ارلن پر از اکسیژن می سوزد(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.

Dr. Hasan Palooi

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 وسرعت 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- قاووت 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^- (مثلا KI) به عنوان کاتالیزگر سرعت به طور قابل توجهی افزایش می یابد:

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





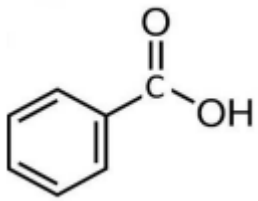
۳- آنزیم ها در بدن نقش کاتالیزگر را دارا هستند. به همین دلیل برخی افراد با مصرف کلم و حبوبات دچار نفخ می شوند زیرا فاقد آنزیمی هستند که هضم این مواد غذایی را تسریع می کنند.

Dr. Hasan Palvi

مواد نگهدارنده

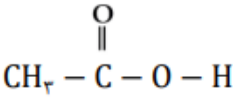
تعریف: نگهدارنده ها موادی هستند که سرعت واکنش های شیمیایی را که منجر به فساد مواد غذایی می‌شوند را کاهش می دهند و در صنایع غذایی نیز به همین منظور کاربرد دارند.

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

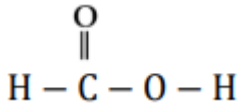


۲- بنزوئیک اسید به طور طبیعی در تمشک و توت فرنگی نیز وجود دارد.

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



۴- مشهورترین کربوکسیلیک اسید: اتانوئیک اسید یا استیک اسید (جوهر سرکه):



رادیکال ها: گونه های پر انرژی و ناپایداری هستند که در ساختار خود الکترود جفت نشده دارند.

یعنی اکتت نیستند (الکترون منفرد یا تنها) در نتیجه واکنش پذیری بسیار زیاد دارند. مثال:



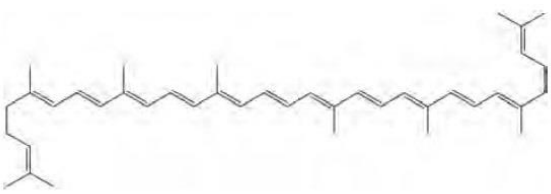
در بدن ما نیز به دلیل انجام شدن واکنش های شیمیایی، رادیکال هایی به وجود می آیند که اگر جذب نشوند می توانند با انجام واکنش های سریع به بافت های بدن آسیب برسانند. جذب رادیکال ها توسط مواد به نام «مواد بازدارنده» انجام می شود.

مواد بازدارنده

تعریف: ریز مغذی هایی آلی 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 رادیکال‌ها شده و در نتیجه از سرعت واکنش های ناخواسته کاسته شده واحتمال بیماری هایی مانند سرطان کاهش می‌یابد.

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



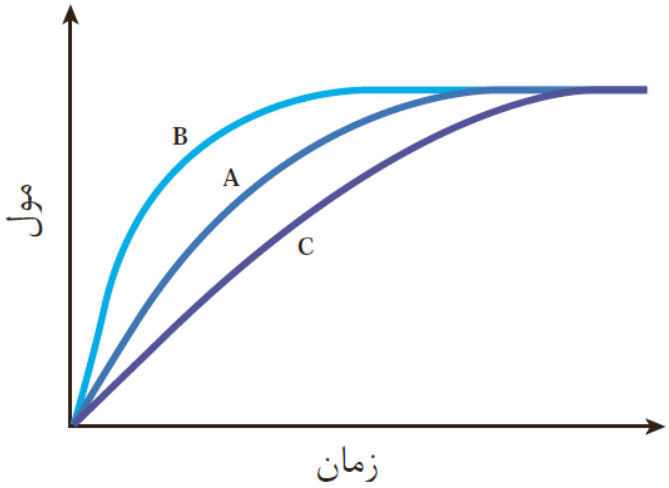




هندوانه و گوجه‌فرنگی محتوی لیکوپن بوده که فعالیت رادیکال‌ها را کاهش می‌دهد.

خود را بیازمایید

در نمودار داده شده، منحنی A نشان دهندهٔ تغییر مول‌های یکی از مواد فراورده در واکنش فرضی است. با دلیل مشخص کنید کدام منحنی(ClیB) نشان دهندهٔ افزودن بازدارنده و کدام یک نشان دهندهٔ افزودن کاتالیزگر به سامانهٔ واکنش است؟



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

- استفاده از الیاف روی به جای گرد روی
- استفاده براده روی به جای قطعات روی
- اضافه کردن آب به ظرف واکنش
- تغییر دما از ۵۰°C به ۳۰°C
- کاهش فشار
- کاهش غلظت H^+

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۶

تست ۲: چه تعداد از مطالب زیر درست است؟

- سرعت واکنش mL ۵۰۰ محلول ۰/۰۱ مولار $FeCl_2$ با Na سریعتر از mL ۲۰۰ محلول ۰/۰۴ 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.

۱) ۰ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

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.

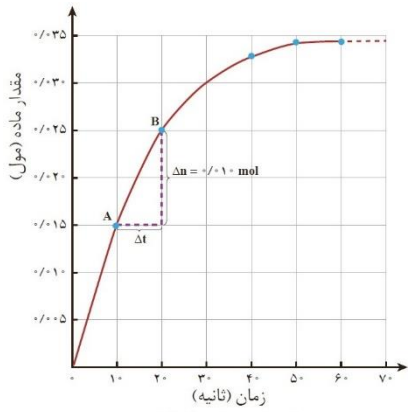
۱- چون سرعت در شیمی همواره به شکل عددی مثبت بیان می شود ، بنابراین در مورد واکنش دهنده‌ها که Δn و.... منفی دارند، می بایست Δn و... آن ها ضربدر عددی منفی کرد.

۲- سرعت متوسط ماده A برحسب $\frac{mol}{زمان}$ از رابطه زیر به دست می آید:

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

۳- سرعت متوسط ماده A برحسب $\frac{M}{زمان}$ و به عبارتی $\frac{mol}{L.زمان}$ از رابطه ی زیر به دست می آید:

$$\bar{R}_A = \frac{\pm \Delta [A]}{\Delta t} \quad \text{و یا} \quad \bar{R}_A = \frac{\pm \Delta M_A}{\Delta t}$$



نمودار مول ـ زمان برای فراورده

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

مثال دانش‌آموزی درون یک محلول محتوی ۰/۰۳ مول مس (II) سولفات، تیغه‌ای از جنس روی قرار داده است. شکل زیر پیشرفت واکنش $Zn(s)$ با $CuSO_4(aq)$ را در این آزمایش نشان می‌دهد، با توجه به ان به پرسش‌ها پاسخ دهید



الف) واکنش‌پذیری فلز روی را با مس مقایسه کنید.

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

پ) اگر شمار مول‌های مصرف شده از هر واکنش‌دهنده در واحد زمان بیانگر سرعت مصرف آن باشد، سرعت مصرف $Cu^{2+}(aq)$ را برحسب $mol\ min^{-1}$ 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 $[\ ]_1$ نیز نوشته می شود.

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

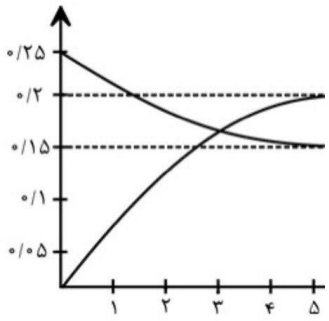
در حقیقت تغییرات واکنش دهنده‌ها نشان دهنده مقدار مصرفی یا تجزیه شده آن ها و تغییرات فرآورده‌ها نشان دهنده مقدار تولیدی آن ها تا زمان مورد نظر است.بدیهی است تغییرات واکنش دهنده‌ها منفی و برای فرآورده‌ها مثبت خواهد بود.

مقدار ثانویه: n_2 ، m_2 یا V_2 و نیز M_2 که به شکل $[\ ]_2$ 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	۰/۲۵	۰
$\triangle n$	-۰/۱۰	-۰/۲۰
n_2	۰/۱۵	۰/۲

مثال۱: در واکنش سدیم با اسید معده، مقدارفلز در مدت ۲۰ ثانیه از ۰/۶۹ گرم به ۰/۲۳ گرم رسیده است. سرعت مصرف آن چند مول بر ثانیه می باشد؟ (Na = ۲۳)

مثال ۲: در واکنش تجزیه گاز NO_2 در شرایط استاندارد، مقدار آن در دقیقه ۵ برابر ۴/۴۸ و در دقیقه ۱۵ برابر ۲/۲۴ 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 ۰/۳۶ مول بر لیتر به ۰/۲۴ مول 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 ۰/۰۸ مول و در پایان دقیقه پنجم ۰/۰۲ مول می باشد.سرعت مصرف آن برحسب $\frac{mol}{min}$ و نیز $\frac{mol}{L.min}$ ($\frac{M}{min}$) را به دست آورید.

نکته۱ : 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 می دهد. در مثال بالا سرعت H_2O_2 در کل ۳ لیتر برابر ۰/۰۳ می باشد، یعنی در کل سامانه و در هر دقیقه ،۰/۰۳ مول H_2O_2 تجزیه می شود. بدیهی است سرعت مصرف آن در هر ۱ لیتر سامانه $\frac{1}{3}$ این مقدار یعنی برابر ۰/۰۱$\frac{M}{min}$ یا ۰/۰۱ $\frac{mol}{L.min}$ می باشد.

نکته۲: 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 $\frac{L}{min}$ ۵/۶ باشد به این معناست که در کل ظرف و در هر دقیقه مقدار L ۵/۶ گاز مصرف یا تولید می‌شود.

تبدیل یکای سرعت با استوکیومتری واحدی

مثال۱: سرعت تولید گاز اکسیژن در واکنشی برابر $\frac{L}{L.S}$ ۴/۴۸ است. اگر شرایط STP باشد و حجم سامانه واکنش L ۰/۵ باشد، سرعت تولید این گاز را برحسب $\frac{mol}{min}$ به دست آوردید.

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

مثال۲: سرعت تولید گازی در شرایطی که حجم مولی $\frac{L}{mol}$ ۲۵ است برابر $\frac{L}{mol}$ ۰/۱ می‌باشد.اگر حجم سامانه L ۵ باشد سرعت آن چند مولار بر دقیقه است؟

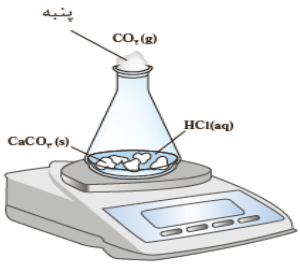
تست۱: در واکنشی غلظت سولفوریک اسید در مدت ۵ ثانیه از ۰/۵ مولار به ۰/۳ مولار رسیده است.اگر حجم محلول L ۰/۱ باشد، سرعت آن چند $\frac{mol}{min}$ است و در مدت ۳۰ ثانیه چند مول از آن مصرف می‌شود.

۱) ۰/۱۲ – ۰/۲۴
۲) ۰/۰۲ – ۰/۰۴
۳) ۰/۰۰۲ – ۰/۰۰۴
۳) ۰/۰۱۲ – ۰/۰۲۴

تست۲: 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 می رسد.سرعت متوسط مصرف آن برابر چند $\frac{mol}{l.min}$ می باشد؟

۱) ۰/۰۴۵
۲) ۰/۰۹
۳) ۰/۱۸
۴) ۰/۳۶

با هم بیندیشیم



۱ـ واکنش کلسیم کربنات را با محلول هیدروکلریک اسید در دما و فشار اتاق مطابق شکل روبه‌رو در نظر بگیرید.

$$CaCO_3(s) + 2\,HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$$

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

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

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؟

۲ـ جدول صفحه بعد را کامل کنید. ($1\,mol\,CO_2 = 44g$)

زمان (s)	$n(CO_2)$, (mol)	$\Delta n(CO_2)$, (mol)	$\overline{R}(CO_2) = \frac{\Delta n(CO_2)}{\Delta t}$, $(mols^{-1})$
۰	۰		
۱۰	$1/50 \times 10^{-2}$	$1/50 \times 10^{-2}$	$1/50 \times 10^{-3}$
۲۰	$2/50 \times 10^{-2}$	$1/00 \times 10^{-2}$	$1/00 \times 10^{-3}$
۳۰	$3/00 \times 10^{-2}$	.....	.....
۴۰	.....	.....	.....
۵۰	.....	.....	.....

۳ـ نمودار مول ـ زمان را برای گاز CO_2 بر روی کاغذ میلی‌متری زیر رسم کنید.

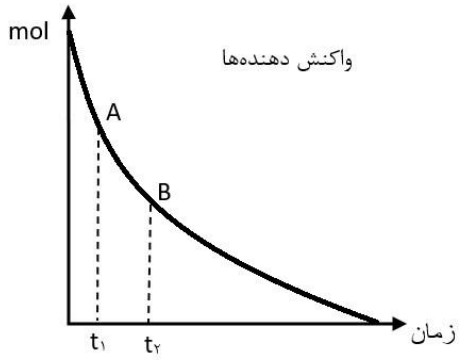
۴ـ سرعت متوسط تولید CO_2 با گذشت زمان چه تغییری می‌کند؟ چرا؟

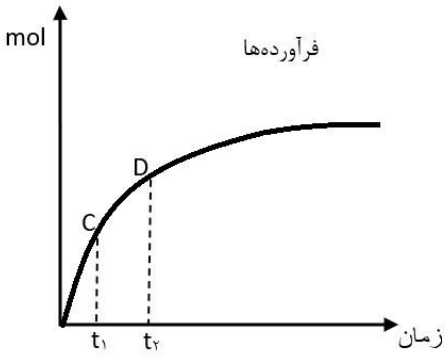
۵ـ آزمایش نشان می‌دهد که نمودار مول ـ زمان برای هر سه فراورده در واکنش کلسیم‌کربنات با محلول هیدروکلریک اسید از هر لحاظ یکسان است. چرا؟

سرعت متوسط و شیب نمودار مول-زمان

۱- در یک واکنش به تدریج مقدار(مول،غلظت،جرم و حجم گازها) واکنش دهنده‌ها کاهش می یابد و اگر واکنش به طور کامل انجام شود مقدار آن ها به صفر می رسد.

۲- مقدار فرآورده ها نیز به تدریج افزایش یافته و با اتمام واکنش مقدار آن ها به ماکزیمم(بیشینه) می رسد.

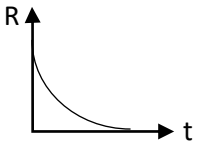




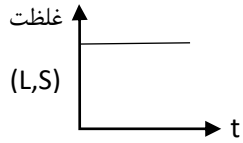
۳- شیب نمودار مول-زمان یا غلظت-زمان نشان دهنده سرعت جسم است. با کاهش تدریجی غلظت واکنش دهنده‌ها، تعداد برخورد آن ها با یکدیگر کم شده و در نتیجه سرعت مصرف واکنش دهنده ها و در نتیجه تولید فرآورده ها کاهش می یابد.در نتیجه شیب نمودار کم می شود:

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

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 می باشد، اما نمودار غلظت-زمان جامدات و مایعات خط موازی محور زمان خواهد بود.(زیرا غلظت جامدات و مایعات ثابت است)



تست۱: 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 دهنده ها کند شونده است.

۲) برای دو ماده شرکت کننده در واکنش، سرعت با یکای $mol.L^{-1}.s^{-1}$ نیز قابل بیان است.

۳) برای یکی از مواد شرکت کننده در واکنش سرعت با یکای $L.s^{-1}$ نیز قابل بیان است.

۴) سرعت همه مواد شرکت کننده با یکای $mol.s^{-1}$ قابل بیان بوده و در مورد همگی مقدار آن رو به کم شدن است.

Dr. Hassan Pelvi

تست۲: 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 Δn یا ΔM 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:

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

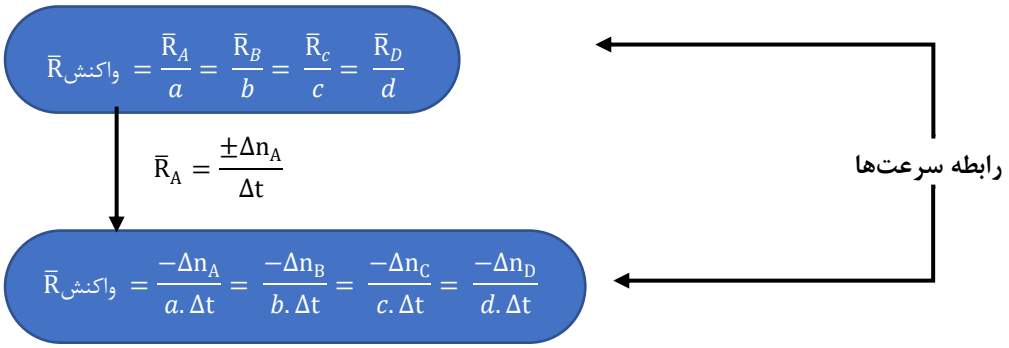
۲- چون $\bar{R} = \frac{\pm \Delta n}{\Delta t}$ است، در نتیجه رابطه سرعت مواد واکنش فوق به شکل زیر است:

$$\frac{\bar{R}_{N_2}}{1} = \frac{\bar{R}_{H_2}}{3} = \frac{\bar{R}_{NH_3}}{2}$$

مثال: یکی از آلاینده‌های هوا که باعث تولید باران اسیدی می‌شود، گاز گوگرد تری‌اکسید است که مطابق واکنش زیر تولید می‌شود: $2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$

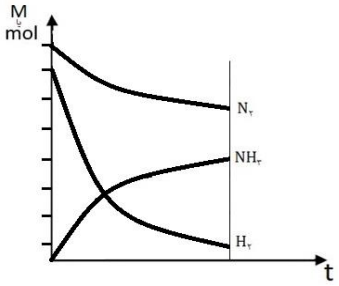
اگر در شرایط معین $\bar{R}(O_2) = 0/01\ mol\ s^{-1}$ باشد، $\bar{R}(SO_3)$ و $\bar{R}(SO_2)$ را بر حسب $mol\ min^{-1}$ حساب کنید

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 رابطه ی سرعت ها را «سرعت واکنش» می گویند، به عبارتی سرعت واکنش برابر با سرعت ماده ای است که ضریب آن ۱ می باشد.



۶- بدیهی است شیب نمودار و Δn و $\Delta[\ ]$ مواد یک واکنش نیز به نسبت ضرایب می باشد، به عنوان مثال در واکنش گازی $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$:

خود را بیازمایید

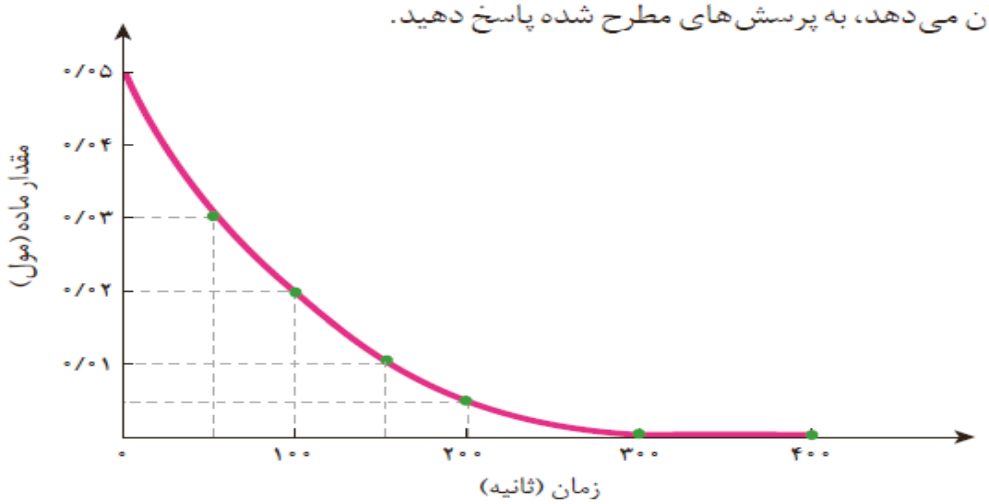
۱ـ در واکنش $CaCO_3(s)$ با $HCl(aq)$، چه رابطه‌ای بین سرعت متوسط مصرف این دو ماده وجود دارد؟ این رابطه را بنویسید.

۲ـ یکی از آلاینده‌های هوا که باعث تولید باران اسیدی می‌شود، گاز گوگرد تری‌اکسید است که مطابق واکنش زیر تولید می‌شود:

$$2SO_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2SO_3(g)$$

اگر در شرایط معین $\bar{R}(O_2) = 0/01\ mol\ s^{-1}$ باشد، $\bar{R}(SO_3)$ و $\bar{R}(SO_2)$ را بر حسب $mol\ min^{-1}$ حساب کنید.

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



الف) مول‌های واکنش‌دهنده (رنگ غذا) با گذشت زمان چه تغییری می‌کند؟ چرا؟

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

پ) توضیح دهید چرا علامت منفی در رابطهٔ زیر نوشته می‌شود.

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

ت) سرعت متوسط مصرف رنگ غذا را برحسب مول بر دقیقه حساب کنید.

Dr. Hassan Pelvi

با هم بیندیشیم

۱ـ سرعت متوسط تولید گاز آمونیاک در شرایط معینی بر اساس معادله واکنش زیر در گسترهٔ زمانی معینی برابر با $۴\times۱۰^{-۲}\ mol\,s^{-۱}$ است.

$$N_۲(g) + ۳H_۲(g) \longrightarrow ۲NH_۳(g)$$

الف) سرعت متوسط مصرف $N_۲(g)$ و $H_۲(g)$ را در این گسترهٔ زمانی حساب کنید.

ب) سرعت متوسط تولید یا مصرف هر شرکت‌کننده 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 شرکت‌کننده، رابطهٔ سرعت واکنش را بنویسید.

ت) ارتباط معادلهٔ شیمیایی موازنه شده واکنش را با رابطهٔ زیر توضیح دهید.

ث) سرعت متوسط کدام ماده با سرعت واکنش برابر است؟ توضیح دهید.

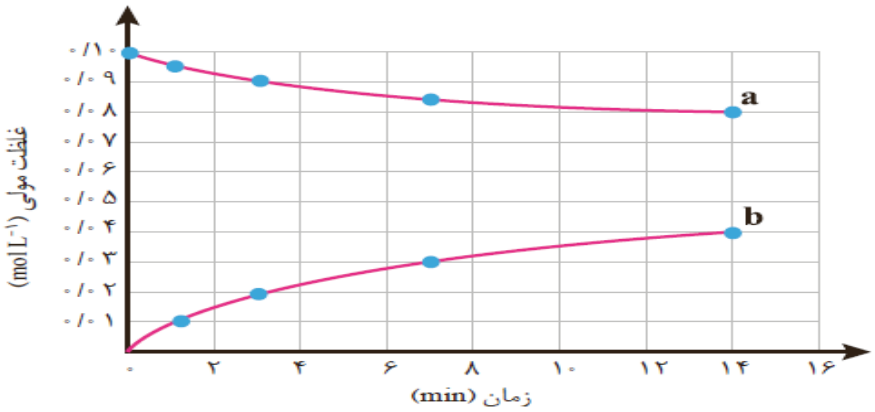
$$R(\text{واکنش}) = +\frac{\Delta n(NH_۳)}{۲\Delta t} = -\frac{\Delta n(H_۲)}{۳\Delta t} = -\frac{\Delta n(N_۲)}{\Delta t}$$

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

$$C_{۱۲}H_{۲۲}O_{۱۱}(aq) + H_۲O(l) \longrightarrow ۲C_۶H_{۱۲}O_۶(aq)$$

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 ($mol\,L^{-۱}$)	۰	۱	۳	۷	۱۴
$[C_۶H_{۱۲}O_۶]$	۰	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۴
$[C_{۱۲}H_{۲۲}O_{۱۱}]$	۰/۱۰	۰/۰۹۵	۰/۰۹	۰/۰۸۵	۰/۰۸



الف) در سه دقیقهٔ نخست، $\bar{R}$(گلوکز) و $\bar{R}$(مالتوز) را برحسب $mol\,L^{-۱}\,s^{-۱}$ 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 شرکت‌کننده است؟ توضیح دهید.

Dr. Hasan Palooi

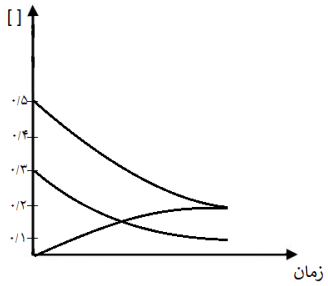
۷- چنانچه Δn یا ΔM مواد یک واکنش در یک بازه‌ی زمانی یکسان را تقسیم بر کوچکترین Δn یا ΔM نماییم، ضرایب استوکیومتری هر یک به دست می آید.

تست۱: اگر بین مواد شرکت کننده یک واکنش رابطه زیر برقرار باشد، معادله واکنش کدام است؟

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

۱) $\frac{1}{2}A+\frac{1}{5}B\rightarrow\frac{1}{3}C+\frac{1}{4}D$
۲) $2A+3B\rightarrow5C+4D$
۳) $\frac{1}{2}A+\frac{1}{3}B\rightarrow\frac{1}{5}C+\frac{1}{4}D$
۴) $2A+5B\rightarrow3C+4D$

تست۲: با توجه به نمودار غلظت زمان روبرو، معادله واکنش کدام است و سرعت واکنش $\frac{1}{3}$ سرعت کدام ماده است؟



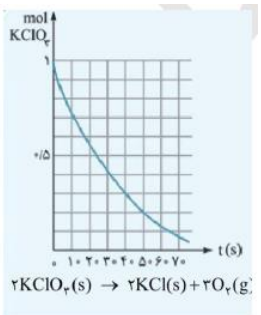
۱) $2A\rightarrow2B+3C$ ، C
۲) $3C+2B\rightarrow2A$ ، C
۳) $2A\rightarrow2B+3C$ ، B
۴) $3C+2B\rightarrow2A$ ، B

تست۳: با توجه به جدول مقابل، مقادیر a و b به ترتیب کدام‌اند؟

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

۱) ۱۶ و ۴
۲) ۲۱ و ۵
۳) ۱۸ و ۴
۴) ۲۰ و ۵

تست۴: با تو جه 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 $\frac{g}{L}$ ۰/۸ و $O=16$ $\frac{g}{mol}$)



۱) ۴۵
۲) ۲۰
۳) ۲۵
۴) ۱۰

تست۵: جدول زیر تغییرات غلظت یکی از مواد واکنش زیر است که در ظرف در بسته ۲ لیتری انجام می شود. سرعت واکنش چند $mol.L^{-1}.min^{-1}$ می باشد؟

$$2KClO_{3(s)} \rightarrow 2KCl_{(s)} + 3O_{2(g)}$$

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

۱) ۰/۲ ۲) ۰/۴
۳) ۰/۱ ۴) ۰/۰۵

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.

تست۶: جدول زیر مربوط به انجام واکنش زیر در یک ظرف سر باز می باشد، چه تعداد از مطالب بیان شده درست اند؟

$$CaCO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow CaCl_{2(aq)} + H_2O_{(L)} + CO_{2(g)}$$

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

- جرم CO_2 تولیدی ۱/۴۸ گرم است.
- سرعت تولید CO_2 برابر ۰/۰۴ مول بر دقیقه است.
- جرم مخلوط واکنش در ثانیه ۱۰ می تواند ۶۵/۵۰ گرم باشد.
- سرعت متوسط واکنش در ثانیه ۰ تا ۲۰ بیشتر از ثانیه ۲۰ تا ۵۰ می باشد.
- در نمودار غلظت-زمان مواد شرکت کننده، برای دو ماده خط صاف می باشد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

تست۷: واکنش تجزیه هیدروژن پراکسید با سرعت متوسط $0/02 \frac{mol}{s}$ در حال انجام است. چند ثانیه طول می کشد تا در شرایطی که حجم مولی اکسیژن $32 \frac{L}{mol}$ است، بادکنک گردی به شعاع ۲۰ cm از آن پر شود؟ $(\pi = 3)$

$$2H_2O_{2(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(L)} + O_{2(g)}$$

۱) ۵۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۲۵۰

تست۸: واکنش $AB_{3(g)} \rightarrow A_{(g)} + 3\,B_{(g)}$ به صورتی پیش می رود که در هر ساعت غلظت ماده اولیه نصف می شود. اگر غلظت ماده اولیه ۱ مولار باشد، برای تجزیه ۹۳/۷۵٪ مولکول های AB_3 چند ساعت زمان لازم است؟

۱) ۴ ۲) ۵ ۳) ۸ ۴) ۱۰

Dr. Hasan Palvi

تست۹: ۵ مول N_2O_5 در یک ظرف ۲ لیتری بسته وارد می کنیم. اگر سرعت متوسط واکنش در ۳۰ ثانیه اول برابر $0/8\ mol.L^{-1}.min^{-1}$ باشد، در انتهای ثانیه ۳۰ چند مول گاز در ظرف واکنش وجود دارد؟

$$2N_2O_{5(g)} \rightarrow 4NO_{2(g)} + O_{2(g)}$$

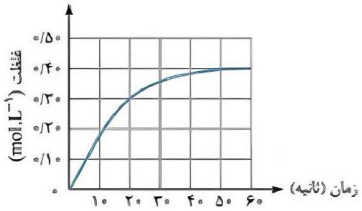
۱) ۷/۴ ۲) ۲/۴ ۳) ۹/۸ ۴) ۴/۸

تست۱۰: در یک ظرف در بسته ۱/۲۵ لیتری، ۰/۲ مول گاز متان و ۰/۴ مول گاز هیدروژن سولفید واکنش می دهند. اگر پس از ۳۰ ثانیه، ۵۰ درصد حجمی گاز درون ظرف هیدروژن باشد، سرعت واکنش، چند مول بر لیتر بر دقیقه بوده است؟(معادله موازنه شود)(همه مواد گازی می باشند)(تجربی۱۴۰۲)

$$CH_4 + H_2S \rightarrow CS_2 + H_2$$

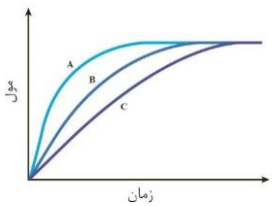
۱) ۰/۰۸ ۲) ۰/۱۶ ۳) ۰/۲ ۴) ۰/۱

تست۱۱: 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 نمودار، سرعت تولید گاز اکسیژن در طول ۲۰ ثانیه اول این واکنش برابر ..... مول بر ثانیه ایت و در پایان بیستم این واکنش ..... گرم گاز نیتروژن مونوکسید در این ظرف وجود دارد ($O=16, N=14: g.mol^{-1}$)



۱) ۰/۰۶ ، ۱۸ ۲) ۰/۰۱۵ ، ۱۸
۳) ۰/۰۱۵ ، ۷۲ ۴) ۰/۰۶ ، ۷۲

تست۱۲: نمودار زیر مربوط به واکنش فرضی $x_{(aq)} \rightarrow y_{(aq)}$ می باشد. اگر حجم محلول x برابر ۰/۱ L و غلظت آن ۰/۵ 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 ۰/۵ لیتر محلول ۰/۱ مولار از x باشد.
- نمودار A می تواند مربوط به استفاده از ۰/۰۵ لیتر محلول ۱ مولار x باشد.
- هیچ یک از نمودارها نمی تواند متعلق به استفاده از ۰/۱ لیتر محلول ۱ مولار x باشد.

۱) ۰ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

واکنش کلسیم کربنات با محلول هیدروکلریک اسید:

$$CaCO_{3(s)} + 2\,HCl_{(g)} \rightarrow CaCl_{2(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(L)}$$

تبدیل قند مالتوز (قند جوانه گندم) به گلوکز:

$$C_{12}H_{22}O_{11(aq)} + H_2O_{(L)} \xrightarrow{\text{آبکافت}} 2C_6H_{12}O_{6(aq)}$$

غذا ، پسماند و ردّپای آن

تعریف ردّپا: ردّپا میزان اثرگذاری سبک زندگی هر انسان روی محیط زیست را نشان می‌دهد.

نمونه۱: 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.

نمونه۲: 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 سوخت ها در خودرو و کارخانه و... است.

به هرحال 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 ترخواهد شد.

شیمی سبز و کاهش ردپای غذا:

می دانیم که هدف شیمی سبز بهبود کیفیت زندگی و هم زمان محافظت از طبیعت است طبق اصول شیمی سبز برای کاهش ردپای غذا می توان الگوهایی را رعایت کرد که طبق جدول زیر هرکدام 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 پَسماند
کاهش مصرف گوشت و لبنیات	طراحی مواد و فرآورده‌های شیمیایی سالم تر
استفاده از غذاهای بومی و فَصلی	کاهش مصرف انرژی
کاهش مصرف غذاهای فرآوری شده	کاهش ورود مواد شیمیایی ناخواسته به محیط زیست

Dr. Hasan Pelvi

تمرین های دوره ای

۱ـ اغلب ورزشکاران برای درمان آسیب‌دیدگی‌های خود از بسته‌هایی استفاده می‌کنندکه به سرعت گرما را انتقال می‌دهند. اساس کار این بسته‌ها، انحلال برخی ترکیب‌های یونی در آب است. با توجه به معادله‌های ترموشیمیایی زیر به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید:



$$NH_4NO_3(s) + 26\,kJ \xrightarrow{\text{در آب}} NH_4^+(aq) + NO_3^-(aq)$$

$$CaCl_2(s) \xrightarrow{\text{در آب}} Ca^{2+}(aq) + 2Cl^-(aq) + 83\,kJ$$

الف) کدام فرایند انحلال برای سرد کردن محل آسیب‌دیدگی مناسب است؟ چرا؟

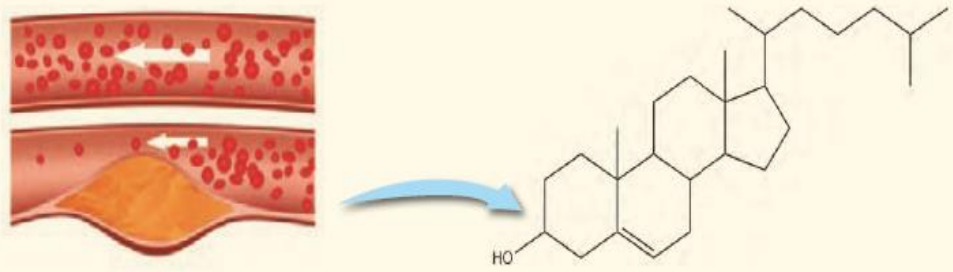
ب) از انحلال کامل ۲/۲۲ g کلسیم کلرید خشک درآب چند کیلوژول گرما آزاد می‌شود؟

۲ـ چربی ذخیره شده در کوهان شتر هنگام اکسایش افزون بر آب مورد نیاز، انرژی لازم برای فعالیت‌های جانور را نیز تأمین می‌کند. واکنش ترموشیمیایی آن به صورت زیر است:

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

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

۳ـ کلسترول، یکی از مواد آلی موجود در غذاهای جانوری است که مقدار اضافی آن در دیوارهٔ رگ‌ها رسوب می‌کند، فرایندی که منجر به گرفتگی رگ‌ها و سکته می‌شود. با توجه به ساختار آن به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.



الف) توضیح دهید چرا شیمی‌دان‌ها آن را یک الکل سیر نشده می‌دانند؟

ب)با توجه به جدول شمارهٔ ۳ ، در شرایط یکسان کدام پیوندهای اشتراکی یگانه در ساختار کلسترول آسان‌تر شکسته می‌شود؟ چرا؟

۴ـ از مصرف هر گرم آلومینیم در واکنش ترمیت، ۱۵/۲۴ kJ گرما آزاد می‌شود.

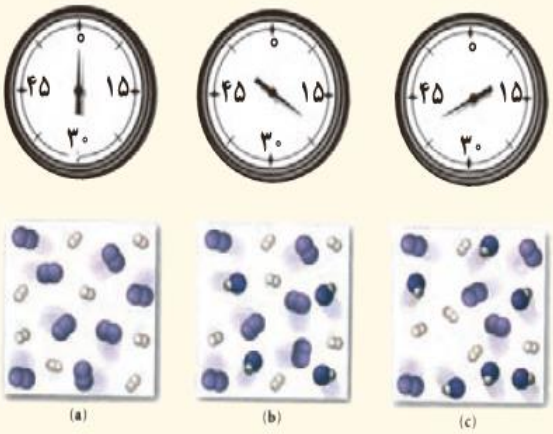
$$2Al(s) + Fe_2O_3(s) \rightarrow Al_2O_3(s) + 2Fe(l)$$

الف) این مقدار گرما، دمای صدگرم آب خالص را چند درجهٔ سلسیوس افزایش می‌دهد؟

ب) ΔH واکنش ترمیت را حساب کنید.

۵ـ با توجه به واکنش ترموشیمیایی: $H_2(g) + I_2(s) + 53kJ \rightarrow 2HI(g)$، آنتالپی واکنش $H_2(g) + I_2(g) \rightarrow 2HI(g)$ را حساب کنید (**راهنمایی**: آنتالپی فرازش (تصعید) یُد را $62/5\ kJ\,mol^{-1}$ در نظر بگیرید).

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



اگر هر ذره هم ارز با ۰/۱ مول از ماده و سامانه دو لیتری باشد، سرعت واکنش را پس از ۲۰ دقیقه (b) و پس از ۴۰ دقیقه (c) برحسب $mol\ L^{-1}h^{-1}$ حساب و با یکدیگر مقایسه کنید.

۷ـ ΔH واکنش $C_2H_4(g) + H_2(g) \xrightarrow{25^\circ C} C_2H_6(g)$ را با استفاده از:

الف) جدول ۲ و ۳ حساب کنید.

ب) آنتالپی سوختن اتن، اتان و هیدروژن که به ترتیب برابر با ۱۴۱۰-، ۱۵۶۰- و ۲۸۶- کیلو ژول بر مول است، حساب کنید.

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

Dr. Hassan Pelvi

۸ـ با توجه به جدول روبه‌رو به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.

۱۰۰g خوراکی / ارزش غذایی (kcal) / ماده غذایی	برگه زردآلو	سیب	بادام
چربی (گرم)	۰/۵۱	۰/۱۷	۴۹/۹۰
کلسترول (میلی‌گرم)	–	–	–
کربوهیدرات (گرم)	۷۸/۷۰	۲۴/۲۰	۲۵/۹۰
پروتئین (گرم)	۳/۳۹	۰/۲۶	۲۱/۲۰

الف) اگر بدن فردی نیاز فوری و ضروری به تأمین انرژی داشته باشد، کدام خوراکی را پیشنهاد می‌کنید؟ چرا؟

ب) مصرف کدام خوراکی را برای فعالیت‌های فیزیکی که در مدت طولانی‌تری انجام می‌شوند، مناسب می‌دانید؟ توضیح دهید.

پ) اگر یک فرد ۷۰ کیلوگرمی، ۲۵ گرم بادام خورده باشد، برای مصرف انرژی حاصل از آن چه مدت باید پیاده‌روی کند؟ آهنگ مصرف انرژی در پیاده‌روی را $۱۹۰ kcal\ h^{-1}$ در نظر بگیرید.

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

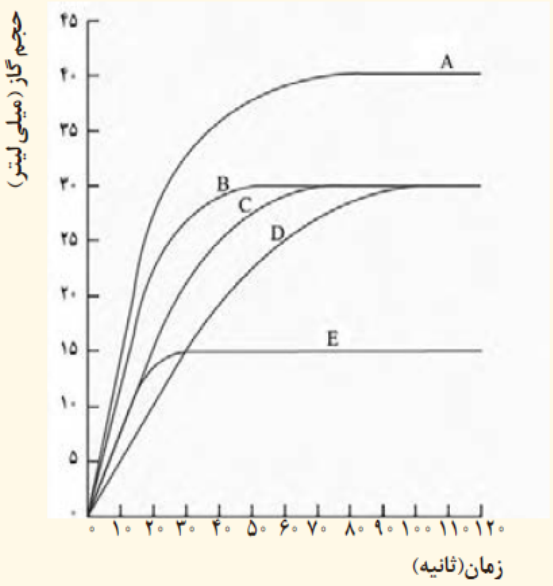
$$FeO(s) + CO(g) \rightarrow Fe(s) + CO_2(g) \qquad \Delta H = ?$$

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

$$3Fe_2O_3(s) + CO(g) \rightarrow 2Fe_3O_4(s) + CO_2(g) \qquad \Delta H = -39kJ$$

$$Fe_3O_4(s) + CO(g) \rightarrow 3FeO(s) + CO_2(g) \qquad \Delta H = 18kJ$$

۱۰ـ در نمودار زیر، منحنی C مربوط به واکنش ۰/۵ گرم نوار منیزیم با مقدار کافی از هیدروکلریک اسید در دمای اتاق است. منحنی‌های دیگر مربوط به همین واکنش اما در شرایط متفاوتی است. با توجه به آنها به پرسش‌ها پاسخ دهید.



الف) سرعت واکنش را برای آزمایش‌های C و D برحسب لیتر بر ساعت حساب کنید.

ب) کدام منحنی مربوط به واکنشی است که در آن ۰/۵ 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 ۰/۵ گرم نوار منیزیم با مقدار کافی از هیدروکلریک اسید در دمای ۵ درجه سلسیوس است؟ چرا؟

Dr. Hassan Pelvi

تست جامع فصل

تست۱: با توجه به داده‌های زیر ، اگر به یک کیلوگرم روغن زیتون و یک کیلوگرم آب ، هردو با دما ۲۰°C ، مقدار ۵۰Kj گرما داده شود ، تفاوت دمای این دو ماده به تقریب چند درجه سلسیوس خواهد بود؟

۱) ۱۳/۴ ۲) ۱۸/۲ ۳) ۲۲/۱ ۴) ۲۵/۴

$$(25°C)200g\ H_2O \xrightarrow{۴۱۸۰۰۰\ j} 75°C$$

$$(20°C)50g\ \text{روغن زیتون} \xrightarrow{۹۸۵\ j} 30°C$$

تست۲: ظرفیت گرمایی ۵ لیتر محلول اتانول ۵ مولار با چگالی ۰/۹۸۴ $\frac{g}{mL}$ برابر چند $j.C^{-1}$ است؟ (H=۱ ، O=۱۶ ، C=۱۲ و ظرفیت گرمایی ویژه آب و اتانول به ترتیب ۴/۲ و ۲/۴ ژول بر گرم بر درجه سلسیوس است)

۱) ۲۷۶۰ ۲) ۱۵۸۳۴ ۳) ۱۳۴۶۴ ۴) ۱۸۵۹۴

تست۳: اگر تغییر آنتالپی واکنش $CO_{(g)} \rightarrow C_{(g)} + O_{(g)}$ به اندازه ۵۲۸ Kj کمتر از تغییر آنتالپی واکنش $CO_{2(g)} \rightarrow C_{(g)} + 2O_{(g)}$ بوده و آنتالپی پیوند $C \equiv O$ به اندازه ۳۷۲ $\frac{Kj}{mol}$ بیشتر از پیوند $C = O$ باشد، برای تبدیل ۶۶ گرم CO_2 به اتم های گازی مجزا چند Kj انرژی نیاز است؟(C=12 ، O=16)

۱) ۹۰۰ ۲) ۱۸۰۰ ۳) ۲۴۰۰ ۴) ۲۷۰۰

تست۴: اگر گرمای سوختن ۱ گرم C_3H_7OH بتواند ۱۰۰ گرم آب با دمای ۲۰°C را در فشار ۱ اتمسفر به جوش آورد، ΔH سوختن آن به تقریب چند کیلوژول بر مول است؟ (H=1 ، C=12 ، O=16)

۱) -۱۴۷۸ ۲) -۲۵۲۰ ۳) -۲۰۱۶ ۴) -۱۸۷۵

تست۵: از سوختن کامل یک مخلوط گازی که در مجموع دارای ۰/۶ مول از گازهای متان و اتان است، ۸۰۲ کیلوژول انرژی آزاد می‌شود. نسبت شمار مول‌های اتان به متان در این مخلوط کدام است؟ (آنتالپی سوختن متان و اتان به ترتیب ۸۹۰- و ۱۵۶۰- کیلوژول بر مول است)

۱) ۰/۵ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۲/۵

Dr. Hasan Palvi

تست۶: با توجه به واکنش های زیر، با حل شدن ۰/۱ مول از $BaO_{(s)}$ در ۲۰۰ گرم آب با دمای $25^{\circ}C$ و دارای سولفوریک اسید کافی طبق معادله: $BaO_{(s)} + H_2SO_{4(aq)} \rightarrow BaSO_{4(aq)} + H_2O_{(L)}$ دمای نهایی آب به تقریب به چند درجه می‌رسد؟ (فرض کنید که آنتالپی واکنش فقط صرف تغییر دمای آب می‌شود)

$BaSO_{4(s)} \rightarrow BaO_{(s)} + SO_{3(g)} \quad \Delta H = 213\ Kj$

$SO_{3(g)} + H_2O_{(L)} \rightarrow H_2SO_{4(aq)} \quad \Delta H = -78\ Kj$

۱) ۱۶ ۲) ۱۹ ۳) ۳۱ ۴) ۴۱

تست۷: اگر در واکنش تجزیه ۴/۵ 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 ، چند ثانیه طول می کشد تا این گاز به طور تجزیه شود؟ (N=۱۴ ، O=۱۶) $2\ NO_2 \rightarrow 2\ NO + O_2$

۱) ۰/۱۵ ، ۳۰ ۲) ۰/۰۷۵ ، ۳۰ ۳) ۰/۰۷۵ ، ۴۵ ۴) ۰/۵ ، ۴۵

تست۸: با توجه به این که سرعت متوسط تولید هیدروژن در واکنش زیر 2×10^{-2} مول بر ثانیه است، کدام مطلب نادرست است؟ $Fe + H_2O \rightarrow Fe_3O_4 + H_2$

۱) در هر ثانیه ۰/۱۵ مول آهن مصرف می‌شود.

۲) در هر دقیقه ، ۰/۳ مول Fe_3O_4 تولید می‌شود.

۳) سرعت متوسط مصرف H_2O برابر ۰/۰۲ مول بر ثانیه است.

۴) سرعت متوسط واکنش ، برابر سرعت متوسط تولید Fe_3O_4 است.

تست۹: 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 ، میانگین انرژی جنبشی ذره های سازنده این دو نمونه برابر است.

۳) مقدار ΔH یک واکنش شیمیایی به طور عمده 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.

Dr. Hasan Pelvi