فصل ۲

# در پی غذای سالم

انسان باید به غذای خویش (و آفرینش آن) بنگرد.

## مقدمه

منبع انرژی حیات بخش سیاره ی ما خورشید است و زندگی انسان و جانداران بدون آن ممکن نیست. تابش نورخورشید نه تنها به طور مستقیم گرما به زمین می دهد ، بلکه منشأ انرژی ذخیره شده در گیاهان سبز و سوخت هایی مانند زغال سنگ ، نفت و گاز است. انرژی تابشی توسط گیاهان جذب میشود ودرترکیبهای شیمیایی سازنده ی آنها ذخیره می شود. این ترکیبهای شیمیایی افزون برتأمین مواد غذایی ، انرژی لازم برای زندگی و رشد موجودات زنده را فراهم می کند. هم چنین بخشی ازآن دربدن جانداران ذخیره می شود.

آشکاراست که پس از هوا وآب ، مهمترین نیازموجودات زنده ، غذا است. اگر بدون آنکه صبحانه خورده باشید به مدرسه بیایید، احساس خستگی و گرسنگی می کنید. نمی توانید به خوبی تمرکز یا فکرکنید وگاهی توانایی انجام کاری را ندارید. در این حال باخوردن کمی غذا یا تکه ایی شیرینی به احساس خوبی دست می یابید، گرسنگی شما از بین می رود و انرژی برای فعالیت خود کسب می کنید. غذا در زندگی انسان اهمیت بسزایی دارد، بطوریکه از گذشته های دور با کشت سنتی غلات و شیوه ی پرورش دام و ماکیان ، غذای خودرا تأمین میکرد. اما بتدریج با رشد روز افزون جمعیت ، مهاجرت از روستا به شهر و تغییر شیوه ی زندگی ، تأمین غذا دشوار شد. دراین میان انسان چه راه کارهایی برای غلبه بر این دشواری اندیشیده است؟ آیا این راه کارها برای تأمین غذای همه ی انسانها کافی است؟

## انرژی مواد غذایی

شاید یک روز آفتابی تصمیم بگیرید با دوستان برای گردش و پیاده روی به دشت یا کوه بروید . درآغاز پیاده روی با حرکت آرام آرام پیش می روید تا اینکه درادامه ی مسیر نفس های سریع و تپش قلب خود را می شنوید. کم کم بدن شما گرم می شود و عرق می کنید و توانایی شما برای ادامه ی حرکت کم تر می شود. پس از احساس خستگی تصمیم می گیرید که توان تحلیل رفته را با استراحت و خوردن غذا جبران کنید. اما در غذا چه موادی وجود دارد که باعث می شود انرژی ازدست رفته ی شما جبران شود؟ چرا پس از خوردن ، بدن شما گرم می شود؟ چگونه می توان تغییر انرژی مواد غذایی را اندازه گیری کرد؟ انرژی مواد غذایی به چه شکل هایی ظاهر می شود؟ گرما و انرژی چیست ؟ دما و گرما چه رابطه ایی با هم دارند ؟

**ترموشیمی** شاخه ایی از علم شیمی است که به یافتن پاسخ پرسش هایی از این دست می پردازد.

### قسمت اول

**جای خالی**

**۱• هر یك از عبارات داده شده را با استفاده از واژه های درون کادر کامل کنید .** ( *برخی از واژه ها اضافی هستند* )

انرژی ، افزایش ، گوشت ، کاهش ، مسئولیت تأمین غذا ، عصبی ، جرم ، مخابراتی ، غذا ، دما ، انرژی گرمایی

a • دانشمندان اجزای بنیادی جهان مادی را ماده و ..... میدانند .

b • ..... همواره نقش محوری در رشد، تندرستی و زندگی انسان داشته است .

c • یکی از چالش های نگران کننده در عصر کنونی ..... است .

d • میزان انرژی غذا به ..... آن به هنگام سوختن ، بستگی دارد .

e • ..... افزون بر پروتئین ، محتوی انواع ویتامین و مواد معدنی است.

f • پیشرفت دانش و فناوری موجب شده است که تولید فراورده های کشاورزی و دامی ..... یابد .

g • مصرف غذا ، انرژی مورد نیاز را برای ارسال پیام های ..... را تأمین می کند .

h • ..... معیاری برای توصیف میانگین تندی و میانگین انرژی جنبشی ذره های سازنده ی آن است .

i • در دمای یکسان ، هرچه جرم ماده بیشتر باشد ، ..... نیز بیشتر است .

**درست یا نادرست**

**۲• جملات زیر را با دقت مورد بررسی قرار دهید و درست یا نادرست بودن آن ها را مشخص کنید :**

a) کاهش جرم خورشید بعنوان تنها منبع حیات بخش انرژی ، تبدیل ماده به انرژی را تأیید می کند .

b) افزایش جمعیت جهان عامل تعیین کننده ی نخستین انقلاب در کشاورزی بود .

C) ماندگاری و ارزش غذایی مواد با استفاده از علم ترموشیمی و سنتیک شیمیایی قابل بررسی است .

d) سرانه مصرف موادغذایی، مقدار میانگین مصرف آن به ازای هر فرد دریک گستره زمانی معین نشان می دهد.

e) بخش عمده اتمها ، مولکولها و یونهای موجود دربدن از فعل و انفعالات شیمیایی درونی یاخته هاحاصل می شود.

f) دما معیاری برای توصیف میانگین تندی و میانگین انرژی جنبشی ذره های سازنده ی آن است .

g) چگالی هوا در دمای بالا بیشتر از دمای پایین است .

h) مجموع انرژی جنبشی ذره های سازنده از یک ماده با جرم بیشتر ، در دمای یکسان ، بیشتر خواهد بود .

i) انرژی گرمایی یک نمونه ، فقط به جرم آن نمونه بستگی دارد .

## انتخاب کنید .

**۳• هر یك از عبارات زیر را با انتخاب یکی از موارد داده شده ، کامل کنید :**

a) بوی غذای گرم $\frac{\text{سخت تر}}{\text{سریع تر}}$ ازغذای سرد به مشام می رسد . زیرا جنب وجوش مولکول ها در دمای $\frac{\text{بالا تر}}{\text{پایین تر}}$ بیشتر است.

b) ذرات سازنده ی یک ماده درسه حالت فیزیکی $\frac{\text{یکسان}}{\text{متفاوت}}$ بوده وپیوسته درجنب وجوش هستند ، اما میزان جنبش ذره ها $\frac{\text{یکسان}}{\text{متفاوت}}$ است ، به طوری که جنبش های نامنظم ذره ها در حالت گاز $\frac{\text{شدیدتر}}{\text{کندتر}}$ از مایع است .

C) درمقداریکسان ازماده ای،هرچه دما $\frac{\text{بالا تر}}{\text{پایین تر}}$ باشد،جنبشهای نامنظم ذره های آن $\frac{\text{شدیدتر}}{\text{کندتر}}$ است وانرژی گرمایی آن $\frac{\text{بالا تر}}{\text{پایین تر}}$ است.

## برقراری ارتباط

**۴• هر یك از عبارات های ستون $A$ با یك واژه از ستون $B$ درارتباط است .این ارتباط را پیدا کنید.** (*برخی از واژه های ستون* $B$ *اضافی هستند*)

| ستون A | ستون B |
|---|---|
| آ) معجونی از موادشیمیایی | a ) صنایع غذایی |
| ب) یکی از مهمترین و شاید دشوارترین مسئولیت هر دولت | b ) لبنیات |
| پ) کمیتی که میزان گرمی و سردی مواد را نشان می دهد . | c ) ماهی |
| ت) کارشناسان تغذیه برمصرف مناسب آنها برای پیشگیری وترمیم پوکی استخوان تأکید دارند. | d ) غذا |
| ث) به مجموعه حوزه هایی که برای تولید غذا ، فعالیتهای مختلفی را در بر دارد . | e ) تأمین غذا |
| س) مجموع انرژی جنبشی ذره های سازنده ی یک نمونه ماده | f ) دما |
| | g ) خوردن غذا |
| | h ) انرژی گرمایی |

## مهارتی

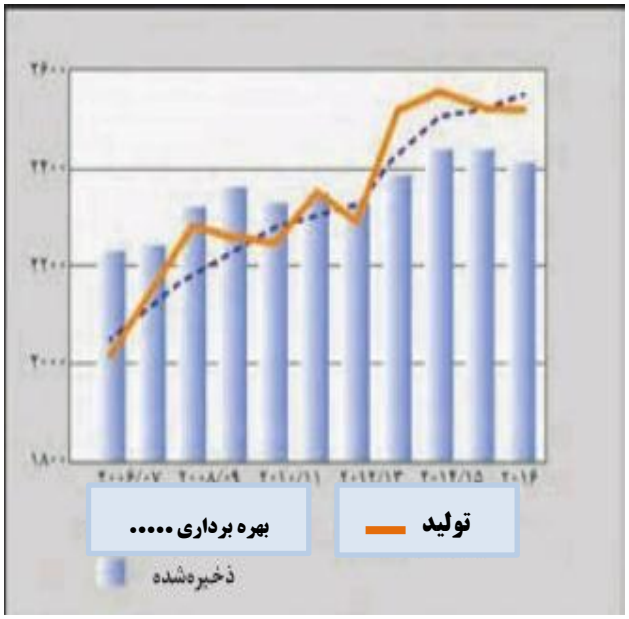
**۵• باتوجه به نمودار زیر به پرسش های داده شده پاسخ دهید :**

الف) علت سیر صعودی بودن میزان تولید و مصرف جهانی غلات چیست؟

ب) مهمترین و دشوارترین مسئولیت هردولت در عصرکنونی چیست؟

ج) درچه سالهایی صنایع غذایی پیشرفت چشمگیرتری داشته است؟

د) درچه سالهایی بهره برداری تقریباً به مقدار ثابتی رسیده است؟

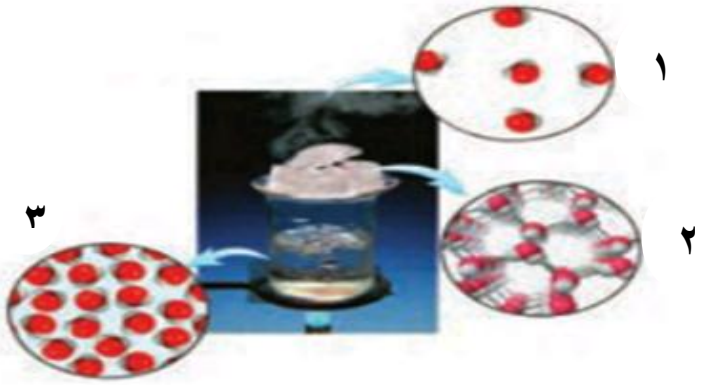



نمودارتولید و مصرف جهانی غلات (میلیون تن)

**۶• باتوجه به شکل که تغییرات حالت یك ماده را نشان می دهد ، به سؤالات داده شده ، پاسخ دهید :**

**a.** جنبش های مولکولی را در هریک از شکل های ۱ ، ۲ و ۳ را با هم مقایسه کنید .

**b.** در مقدار مساوی هریک از شکلهای داده شده ، کدام یک انرژی گرمایی بیشتری دارد؟ چرا ؟

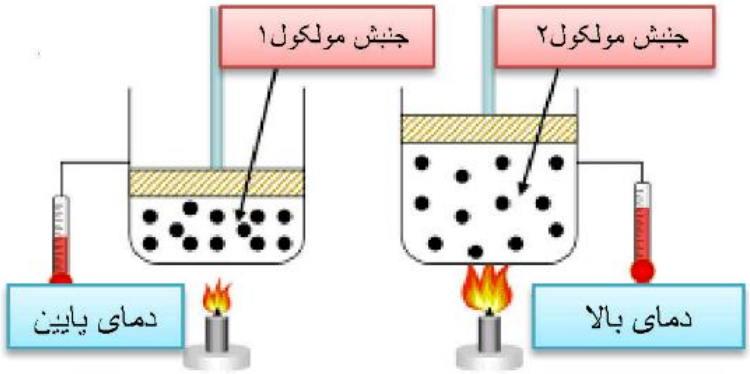



**۷• باتوجه به شکل پاسخ دهید :**

**a)** میانگین تندی را در دوشکل ، با هم مقایسه کنید.

**b)** علت تغییرحجم در شکل (۲) را بنویسید.

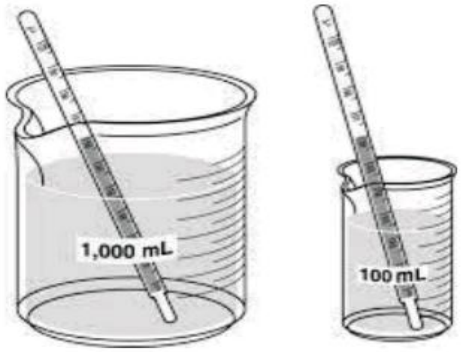
**c)** انرژی گرمایی درکدام شکل بیشتر است؟




**۸• باتوجه به شکل های زیر به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید :**

**آ )** میانگین تندی مولکولهای آب را در دو ظرف ، با هم مقایسه کنید.

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



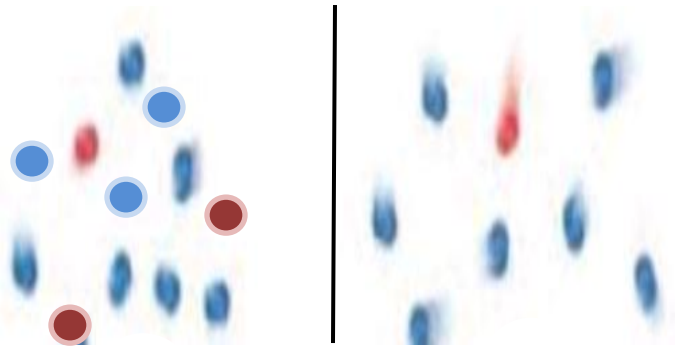

**۹• شکل زیر دو نمونه از هوای صاف شهرشما را با جرم یکسانی نشان می دهد. با توجه به آن به پرسشها پاسخ دهید :**

a) دمای کدامیک بیشتر است ؟

b) چگالی کدام هوا بیشتر است ؟ چرا ؟

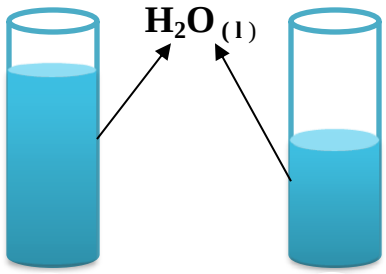
c) انرژی گرمایی دو شکل را با هم مقایسه کنید.

d) به نظرشما درحجم یکسان ، تعداد مولکول ها در کدام نوع هوا بیشتر است ؟



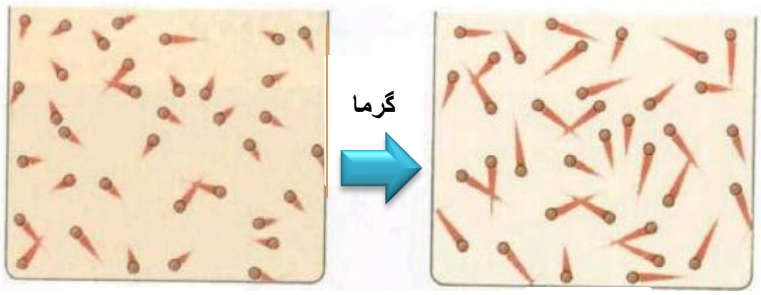
**A** **B**

۱۰. اگر انرژی گرمایی در دو شکل رو به رو با هم برابر باشد ، کدام یک دمای بیشتری دارد ؟




A B

۱۱. با بیان دلیل ، انرژی جنبشی مولکول های گاز را در دو حالت ( آ ) و ( ب ) با هم مقایسه کنید .




( آ ) ( ب )

۱۲. دماسنجی دمای $60\ ^\circ C$ را ۱۰ درجه و دماسنجی دیگر دمای $15\ ^\circ C$ را ۱۰- درجه نشان میدهند. درچه دمایی این دو دماسنج یک عدد را نشان می دهند ؟

۱۳. جسمی را حرارت داده تا دمای آن از $20\ ^\circ C$ به $50\ ^\circ C$ برسد ؛

I. درکدام حالت میانگین جنبش های مولکولی بیشتر است ؟

II. اختلاف دما برحسب کلوین چند درجه است ؟

## بررسی نکات مهم درس

- دانشمندان اجزای بنیادی جهان مادی را **ماده** و **انرژی** می دانند .
- کاهش جرم خورشید به عنوان تنها منبع حیات بخش انرژی ، تبدیل ماده به انرژی را تأیید می کند .
- نیاز به انرژی برای انجام هر فعالیت با هر آهنگی ، وجود یک منبع انرژی نزدیک تر را آشکار می سازد؛ منبعی که در آن تغییرهای فیزیکی و به ویژه واکنش های شیمیایی انجام می شود .
- انرژی از طریق سوزاندن سوخت ها و نیز گوارش غذا در بدن تأمین می شود .

### پیدایش صنایع غذایی

- پیشرفت دانش و فناوری موجب شده است که تولید فراورده های کشاورزی و دامی افزایش یابد و غذا به روش صنعتی تولید شود . درتولید انبوه ، به دلیل فساد موادغذایی و دشواری نگهداری آنها ، حفظ کیفیت و ارزش مواد غذایی اهمیت بسزایی دارد .
- برای تولید غذا درحجم انبوه ، به فعالیت های صنعتی گوناگونی مانند تولید ، حمل و نقل ، نگهداری ، فراوری و ... نیاز است. مجموعه حوزه هایی که صنایع غذایی نامیده می شوند .
- درصنایع غذایی سطح وسیعی از زمینهای بایر و حجم عظیمی از آب های قابل استفاده در کشاورزی مصرف می شود.

❖ تأمین غذا در گذشته با قحطی و جنگ غذاو امروزه نیز با چالشی نگران کننده ،سنگینترین مسئولیت هر دولت است.

❖ برای تأمین آهن مورد نیاز بدن اسفناج و عدس مصرف میشود .

خلاصه ی مواد موجود در انواع غذاها درجدول زیر آمده است :

| مواد موجود در متن کتاب | منبع خوراکی | سرانه ی مصرف (Kg) | |
|---|---|---|---|
| | | جهان | ایران |
| مواد معدنی – ویتامین | سبزیجات | ۱۳۰ | ۱۰۰ |
| پروتئین – کلسیم – ترمیم پوکی استخوان – منیزیم | شیر و ماست | ۳۰۰ | ۹۰ |
| پروتئین – ویتامین – مواد معدنی | گوشت قرمز | ۳۷ | ۱۹ |
| پروتئین – ویتامین – مواد معدنی – امگا ۳ | ماهی | ۱۹ | ۹ |
| پروتئین – اسیدهای آمینه | تخم مرغ | ۲۴ | ۹ |
| | نمک خوراکی | ۳ | ۶ |
| | نان | ۲۵ | ۱۱۵ |
| | برنج | ۲۲ | ۳۷ |
| پروتئین – انواع ویتامین ها – مواد معدنی | حبوبات | ۲۲ | ۱۲ |
| قند خون | شکر | ۵ | ۳۰ |
| ویتامین – مواد معدنی | میوه | ۱۴۵ | ۹۵ |
| | روغن | ۱۴ | ۱۹ |

❖ سرانه ی مصرف ماده ی غذایی ، مقدارمیانگین آن را به ازای هر فرد در یک گستره ی زمانی معین نشان میدهد .

❖ هرماده غذایی انرژی داردومیزان انرژی آن به جرمی بستگی داردکه میسوزد. انرژیی که میتواند باعث تغییردما شود.

## دما

❖ کمیتی که میزان گرمی و سردی مواد را نشان می دهد .

❖ نشان دهنده ی میانگین انرژی جنبشی ذرات است ، که : هرچه دما بیشتر باشد ، میانگین انرژی جنبشی ذرات نیز بیشتر خواهد بود .

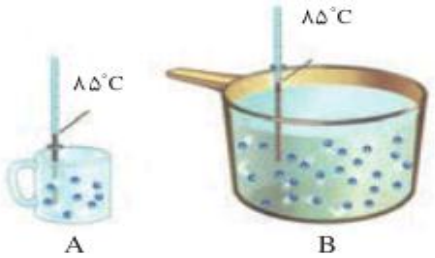
❖ سرعت حرکت ذره های سازنده ی جسم را نشان می دهد .( در اثر گرم شدن ، دمای جسم افزایش می یابد وبرسرعت حرکت ذره های سازنده ی آن افزوده می شود .)

**تذکر :** میزان جنبش ذره ها در دمای یکسان ، به حالت فیزیکی ذرات یک جسم نیز بستگی دارد .

گاز > مایع > جامد

❖ <u>دما به مقدار ماده بستگی ندارد .</u>

از یک ماده ی هم دما ، میانگین تندی یا سرعت یا جنبش های ذرات سازنده ی برابری دارند . مثلاً میانگین تندی مولکول های آب در دو ظرف هم دمای مقابل برابر است .



یکای دما ، درجه ی سانتیگراد (سلسیوس) با نماد °C و درجه ی کلوین با نماد $T$ و درجه ی فارنهایت با نماد °F است.
یکای رایج دما ، همان درجه ی سانتیگراد است . درحالیکه یکای دما در سیستم « $SI$ » درجه ی کلوین است و درجه ی فارنهایت کاربردکمتری دارد.

رابطه ی درجه ی سانتیگراد با درجه ی کلوین :

$$T = °C + 237$$

رابطه ی درجه ی سانتیگراد با درجه ی کلوین :

$$°F = \frac{9}{5}°C + 32$$

**انرژی گرمایی**

**به مجموع انرژی های جنبشی همه ی ذرات تشکیل دهنده ی یک جسم ، انرژی گرمایی آن جسم می گویند. که به مقدار و دمای جسم بستگی دارد .**

- هرچه مقدار جسم بیشتر باشد ، انرژی گرمایی آن جسم نیز بیشتر خواهد بود.
- هرچه دمای یک جسم بیشتر باشد ، مجموع انرژی جنبشی ذرات و درنتیجه انرژی گرمایی آن جسم بیشتر می شود.

**نکته :** دما برخلاف گرما صورتی از انرژی نیست و یک کمیت نسبی و قراردادی است که با کمک آن می توان میانگین انرژی ذرات را با یکدیگر مقایسه کرد.

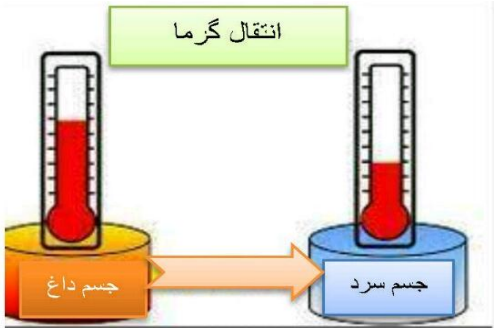
**گرما**

گرما را با نماد Q نشان داده می دهند و یکای آن در سیستم « $SI$ » ژول ( J ) است و دربرخی موارد از یکای قدیمی « *کالری* » نیز استفاده می کنند .

$1\ J = 0/239\ Cal$ و $1\ Cal = 4/184\ J$

$1\ J = 1\ Kg.m^2.s^{-2}$

✓ **گرما ، انرژی در حال انتقال است که عامل انتقال آن ، اختلاف دما است ، و برای توصیف یک فرایند به کار می رود و از ویژگی های یک نمونه ماده نیست .**




## قسمت دوم : مقایسه ی دما ، گرما و انرژی گرمایی

### جای خالی

۱ • **هر یک از عبارات داده شده را با استفاده از واژه های درون کادر کامل کنید .** ( *برخی از واژه ها اضافی هستند* )

ظرفیت گرمایی – دما – کاهش – مقدارمعینی – گرمای ویژه – یک گرم – پایینی – یخچال صحرایی – افزایش – محمد باه آبا – تعداد ذرات سازنده – میانگین انرژی جنبشی – بالایی

**a •** بیان ..... توصیف یک ویژگی از ماده است و دادوستد ..... می تواند باعث تغییر آن شود .

**b •** ..... ماده هم ارز با گرمای لازم برای افزایش دمای آن به اندازه ی یک درجه ی سلسیوس است .

**c •** دو کوزه ی سفالی داخل هم که بین آن دو شن های خیس جای گرفته است ، ..... نام دارد و براساس ..... بالای آب ساخته شده است .

**d •** در یک فرایند گرماده ، انرژی گرمایی سامانه ..... می یابد .

**e •** دما به ..... ماده بستگی ندارد.

**f •** ماده ای با دریافت گرما ، به سرعت تغییر حالت می دهد ،می توان نتیجه گرفت که ظرفیت گرمایی ..... دارد .

## درست یا نادرست

**۲•** *جملات زیر را با دقت مورد بررسی قرار دهید و درست یا نادرست بودن آن ها را مشخص کنید :*

**a)** تخم مرغ در هر مایعی با دمای $75^{\circ}C$ به آسانی پخته می شود .

**b)** گرما را با نماد Q نشان داده می دهند و یکای آن در سیستم « *SI* » کالری ( Cal ) است

**C)** ظرفیت گرمایی در دما و فشار اتاق ، افزون بر نوع ماده به مقدار آن نیز بستگی دارد .

**d)** با دریافت گرمایی برابر به مقادیر مساوی ازطلا و آلومینیم ، طلا زودتر از آلومینیم داغ می شود .

**e)** علامت تغییر انرژی سامانه هنگام ذوب یخ ، منفی است .

**f)** سامانه بخشی از جهان است که در آن تغییر فیزیکی یا واکنش شیمیایی انجام می شود .

**g)** در یک لیوان آب با دمای $25^{\circ}C$ ، انرژی گرمایی و دما ، به مقدار آب درون آن بستگی دارد .

**h)** اگر به مقدارمساوی از الکل و آب ، گرمای برابری داده شود ، دمای آب نسبت به دمای الکل ، بالاتر می رود .

**i)** انرژی گرمایی یک استخر آب $37^{\circ}C$ بیشتر از یک لیوان آب $75^{\circ}C$ است .

**j)** انرژی گرمایی تعداد برابر از اتمهای گازنجیب هلیم و نئون در دمای یکسان ، مساوی است .

**k)** اگر تغییر دمای یک جسم برابر یک درجه ی سانتیگراد باشد ، در این صورت گرمای ویژه ی با مقدار گرمای مبادله شده برابر خواهد بود .

## انتخاب کنید

**۳• هر یك از عبارات زیر را با انتخاب یکی از موارد داده شده ، کامل کنید :**

**a)** گرما کمیتی از ویژگی های یک نمونه ماده $\frac{\text{است}}{\text{نیست}}$ و آن را می توان هم ارز با آن مقدار $\frac{\text{انرژی گرمایی}}{\text{دما}}$ دانست که بدلیل تفاوت در $\frac{\text{انرژی گرمایی}}{\text{دما}}$ جاری می شود.

**b)** روغن و چربی از جمله ترکیبات $\frac{\text{آلی}}{\text{معدنی}}$ هستند که بدلیل تفاوت در $\frac{\text{ساختار}}{\text{اتمهای سازنده}}$ ، رفتارهای فیزیکی و شیمیایی متفاوتی دارند . روغن دارای حالت فیزیکی $\frac{\text{مایع}}{\text{جامد}}$ بوده ، اما چربی $\frac{\text{مایع}}{\text{جامد}}$ است و ازدیدگاه شیمیایی ، در ساختار مولکولهای روغن ، پیوندهای $\frac{\text{دوگانه}}{\text{یگانه}}$ بیشتری وجود داشته و واکنش پذیری $\frac{\text{بیشتری}}{\text{کمتری}}$ نیز دارد .

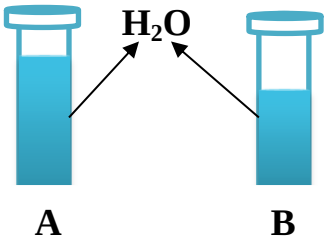
c) خوردن بستنی $\frac{\text{انرژی زا}}{\text{انرژی گیر}}$ است . فرایند هم دما شدن آن در بدن با $\frac{\text{آزادشدن}}{\text{جذب}}$ انرژی ، در حالیکه گوارش و سوخت و ساز آن با $\frac{\text{آزادشدن}}{\text{جذب}}$ انرژی همراه است .

e) اگرگرماازسامانه به محیط پیرامون منتقل شود،علامت گرما $\frac{\text{مثبت}}{\text{منفی}}$ واگر انرژی گرمایی سامانه افزایش یابد،علامت آن $\frac{\text{مثبت}}{\text{منفی}}$ است .

**۴• هر یك از عبارات های ستون A با یك واژه از ستون B در ارتباط است . این ارتباط را پیدا کنید.** (*برخی از واژه های ستون* ***B*** *اضافی هستند*)

| ستون A | ستون B |
|---|---|
| آ ) کمیتی که از ویژگی های یک نمونه ماده نیست وبرای توصیف یک فرایند بکار می رود. | *a* ) ظرفیت گرمایی |
| ب ) اشرف نوشیدنی ها | *b* ) گرما |
| پ ) اساس خنک شدن کوزه ی داخلی یخچال صحرایی | *c* ) گرماده |
| ت) در دما و فشار اتاق ، تنها به نوع ماده وابسته است . | *d* ) دما |
| ث ) سامانه ایی که انرژی گرمایی در آن افزایش می یابد . | *e* ) جذب گرما |
| | *f* ) گرماگیر |
| | *g* ) گرمای ویژه |

## مهارتی




**۲. درشکل روبه رو ، شدت جنبش مولکول ها درظرف A کمتر است.**

آ ) دمای آب درکدام ظرف بیش تر است ؟

ب) چرا انرژی گرمایی آب درون این دوظرف قابل مقایسه نیست؟

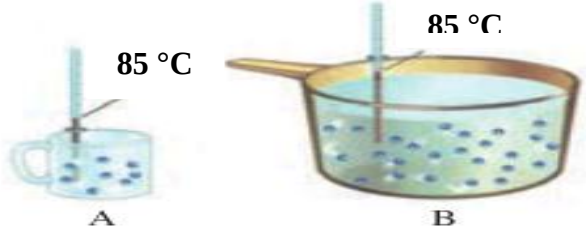
پ) اگر هردو ظرف راگرما دهیم تاتغییرات دمای آن ها به یک اندازه باشد ، کدام ظرف گرمای بیشتری لازم دارد ؟

**۶• شکل زیر ذره های تشکیل دهنده ی یک ماده را از دید مولکولی نشان می دهد. این ذره ها درحال حرکت هستند و دنباله ی هر ذره ، نشان دهنده ی سرعت حرکت آن است . اکنون به پرسش های زیر پاسخ دهید :**

آ) در کدام ظرف دما بیشتر است ؟

ب) ظرفیت گرمایی دو ظرف را بانوشتن دلیل مقایسه کنید .

پ) درصورت ارتباط دو ظرف ، جهت حرکت گرما را مشخص کنید.



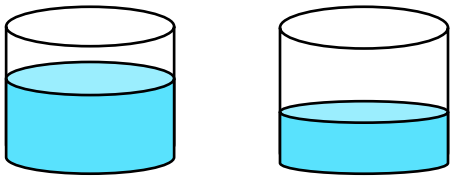

ظرف (۱) ظرف (۱)

**۷• با توجه به شکلهای زیر به سؤالات داده شده پاسخ دهید :**

آ) میانگین سرعت حرکت مولکول های اتانول را در هر دو ظرف با نوشتن دلیل مقایسه کنید .

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

پ) انرژی گرمایی کدام یک بیشتر است ؟



**100 ml**
اتانول خالص
**T = 25 °C**
ظرف (۲)

**150 ml**
اتانول خالص
**T = 25 °C**
ظرف (۱)

**۸)** به ۱۰ گرم از فلزی **۳۲/۲۵** ژول گرما می دهیم تا دمای آن از $20\ ^\circ C$ به $45\ ^\circ C$ افزایش یابد . با محاسبه مشخص کنید که این فلز کدامیک از موارد جدول زیر است؟

| فلز | Cu | Ag | Fe | Au |
|---|---|---|---|---|
| گرمای ویژه ( $J.g^{-1}.^\circ C^{-1}$ ) | 0/385 | 0/235 | 0/451 | 0/129 |

**۹)** **۳۱۵/۷** ژول گرما به یک مول آهن داده شده و در اثر آن دمای آن $12/5\ ^\circ C$ افزایش یافته است .

آ) گرمای ویژه ی آهن را برحسب $J.g^{-1}.^\circ C^{-1}$ حساب کنید .

ب) اگر این مقدار انرژی به یک مول کربن(*گرافیت*)داده شود ،تغییردمای آن ازتغییردمای آهن بیش تر می شود یا کمتر؟چرا ؟

( $J.g^{-1}.^\circ C^{-1}$ 0/72 = ظرفیت گرمایی ویژه کربن (*گرافیت*) و $C = 12\ g.mol^{-1}$ و $Fe = 56\ g.mol^{-1}$ )

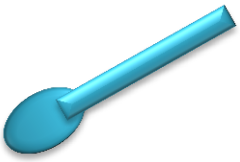
**۱۰)** با توجه به شکل های داده شده ، اگر قاشق را در فنجان پر آب قرار دهیم ، به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید :

I. جهت انتقال گرما را مشخص کنید .

II. انرژی گرمایی قاشق به تدریج چه تغییری می کند ؟

III. اگر ظرفیت گرمایی فلز تشکیل دهنده ی قاشق و فنجان برابر با ۰/۰۳ کیلوژول بر درجه ی سانتیگراد و مقدار آب داخل فنجان برابر با ۲۰۰ گرم باشد ، دمای نهایی قاشق چند درجه خواهد شد ؟(*به فرض آنکه بامحیط تبادل گرماندا شته باشد*)

( $4/2\ g.^\circ C$ = گرمای ویژه ی آب )



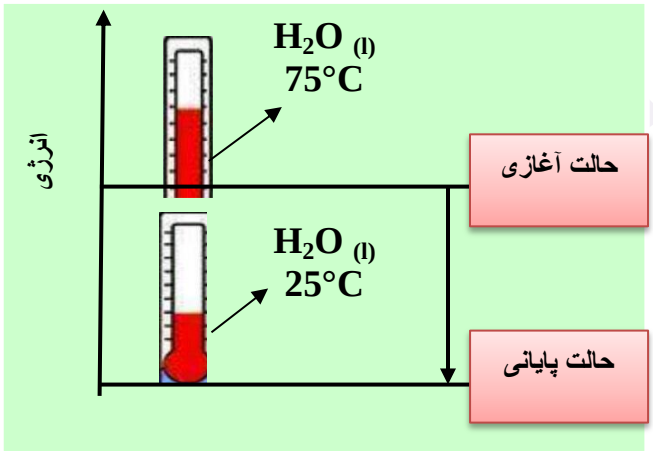
$T = 25\ ^\circ C$

$T = 60\ ^\circ C$

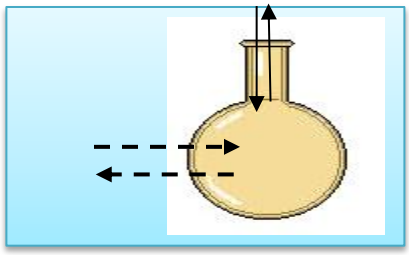
**۱۱)** با توجه به شکل زیر مشخص کنید :

آ) انرژی گرمایی آب و میانگین انرژی جنبشی در حالت پایانی چه تغییری می کند ؟

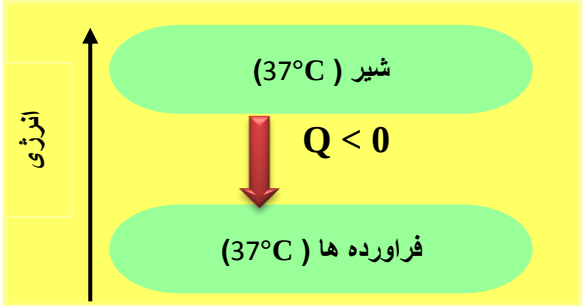
ب) سامانه گرماگیر است یا گرماده ؟ چرا ؟

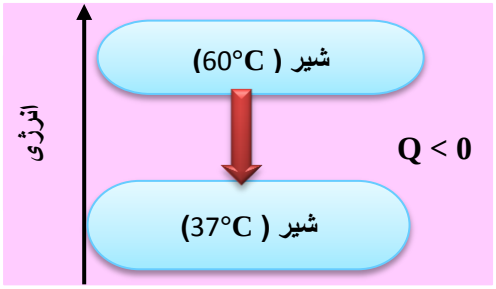



**۱۲)** درشکل زیر سامانه و محیط را مشخص کنید .



**۱۳)** به هنگام نوشیدن شیر داغ دونوع انرژی به بدن انسان جاری می شود.نوع هرانرژی راباتوجه به تصاویر داده شده مشخص کنید.



**۱۴• باتوجه به شکل رو به رو به پرسشهای مربوطه پاسخ دهید .**

**آ)** با افزودن آب به درون شن های موجود بین دولایه و پوشاندن روی آن با پارچه ی نخی ، بعد از مدتی کوزه به شدت خنک می شود . علت چیست؟

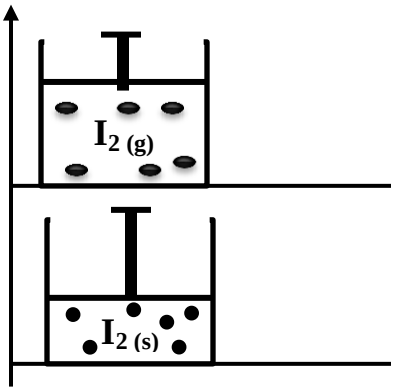
**ب)** چرا به این مجموعه یخچال صحرایی می گویند ؟ **پ)** کاربرد آن چیست ؟

**۱۵• با توجه به شکل ؛**

I. فرایند انجام شده چه نام دارد ؟

II. معادله ی فرایند انجام شده را بنویسید .

III. علامت $\Delta H$ را با نوشتن دلیل ، تعیین کنید .




## بررسی نکات مهم درس

**مقایسه ی دما و گرما و انرژی گرمایی**

**دما**

۱. دما معیاری از سردی یا گرمی یک جسم است .

۲. دما بیانگرمیانگین انرژی جنبشی یامیانگین تندی ذرات است وازویژگی های ماده محسوب میشود

۳. دما کمیتی نسبی است که به تعداد ذرات بستگی ندارد و از خواص ترمودینامیک است.

۴. برای تعریف دماااز قانون صفرم ترمودینامیک استفاده میشود.

۵. با دماسنج اندازه گیری میشود .

۶. یکای( مقیاس ) رایج دما " درجه ی سانتیگراد" می باشد ، ولی یکای دما در $SI$ کلوین است .

**گرما**

۱. گرما انرژی درحال انتقال است و برای توصیف یک فرایند به کار می رود.

۲. در صورت عدم انتقال انرژی گرمایی ، عملاً مفهومی به نام گرما وجود ندارد .

۳. گرمابخشی ازانرژی گرمایی قابل انتقال است که برای دو سامانه درحال تبادل تعریف می شود .

۴. از ویژگی های ماده به حساب نمی آید ، یعنی کمیت ترمودینامیکی نیست .

۵. گرما درجسم ذخیره نمی شود و اشاره به گرمای یک نمونه ماده از نظر علمی نادرست است .

**انرژی گرمایی**

۱. انرژی گرمایی ازدسته خواص ترمودینامیکی است و برای سامانه تعریف می شود .

۲. انرژی گرمایی درون یک جسم ذخیره می شود .

۳. انرژی گرمایی یک جسم به دما و مقدار جسم بستگی دارد .

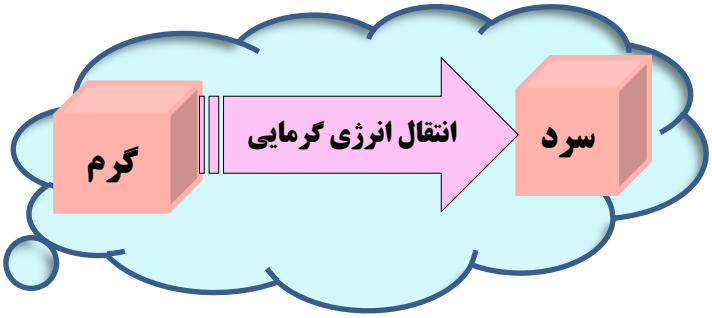
۴. تغییرات انرژی گرمایی به وسیله ی گرماسنج قابل اندازه گیزی است .

۵. انرژی گرمایی همه ی حرکات ارتعاشی پیوندها ، چرخشی و انتقالی راشامل میشود و قابل اندازه گیری نیست.

۶. انرژی گرمایی با نماد $Q$ نشان داده می شود و یکای آن در SI ژول J است.

۷. تغییرات انرژی گرمایی از فرمول $Q = mc\Delta\theta$ قابل محاسبه است.

**انرژی گرمایی** ؛ مجموع حرکات نامنظم ذرات است ، ولی گرما بخشی از انرژی گرمایی است که براساس اختلاف دما ، از جسم گرم به جسم سرد منتقل می شود .




**گرما**

## قانون صفرم ترمودینامیک

- **اگر جسم « آ » با جسم « ب » در تعادل گرمایی باشد و جسم « ب » با جسم « د » در تعادل گرمایی باشد ، آنگاه جسم « آ » نیز با جسم « د » در تعادل گرمایی است .**

- گرما از ویژگی های یک نمونه ماده نیست ، گرما به خودی خود هیچ واقعیت فیزیکی یا عینی ندارد ؛ یعنی گرما یک فرآیند است که فقط بین دو جسم به دلیل اختلاف دما منتقل می شود .

**روغن و چربی :**

- ✓ ازجمله ترکیب های آلی هستند که به دلیل تفاوت در ساختار ، رفتارهای فیزیکی و شیمیایی متفاوتی دارند.
- ✓ روغن دارای حالت فیزیکی مایع بوده ، اما چربی جامد است .
- ✓ ازدیدگاه شیمیایی،درساختارمولکولهای روغن،پیوندهای دوگانه بیشتری وجودداشته وواکنش پذیری بیشتری نیز دارد

## سامانه و محیط پیرامون آن

در ترمودینامیک بخشی از جهان را انتخاب و تغییر انرژی آن را مطالعه می کنند .

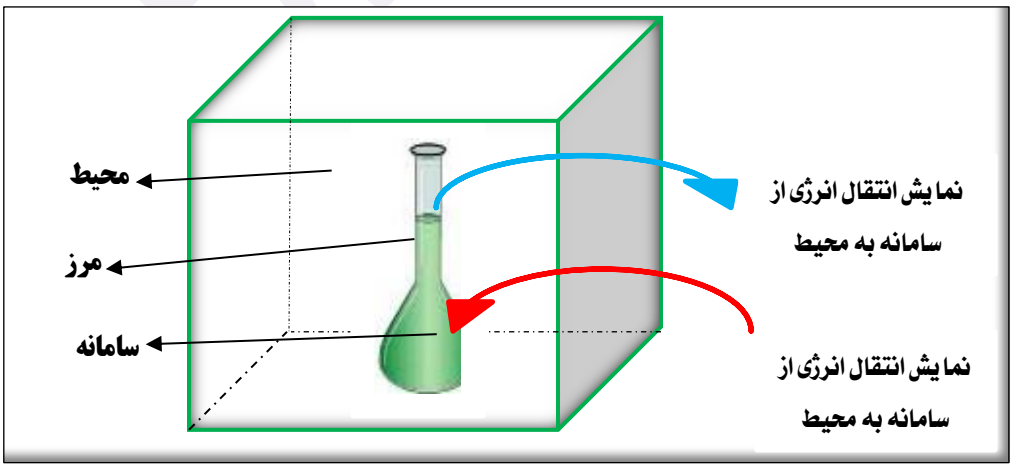
**سامانه** : به بخشی از جهان که برای مطالعه انتخاب می شود ، سامانه یا سیستم می گویند .

**محیط** : هرچیزی که در اطراف و پیرامون سامانه باشد ، محیط نامیده کی شود .

**مرز سامانه** : به دیواره ایی که سامانه را از محیط جدا میکند ، مرز سامانه نامیده می شود .

( **نکته :** *مرز سامانه می تواند واقعی و قابل مشاهده و یا اینکه مجازی و قابل تصور باشد .* )

**مثال :** در نوشیدن یک لیوان شیر ، بدن انسان محیط و شیر را سامانه در نظر می گیریم .



## ظرفیت گرمایی و گرمای ویژه

- مفهوم ظرفیت گرمایی فقط در مواردی بکار می رود که مبادله ی گرما باسامانه تنها باعث تغییر دمای سامانه شود و در مواردی که تغییر فاز ایجاد می شود بکار نمی رود .
- ظرفیت گرمایی ماده هم ارز با : گرمای لازم برای افزایش دمای آن ماده به اندازه ی یک درجه ی سانتیگراد است . و به عوامل زیربستگی دارد :

* حالت فیزیکی * جرم ماده * دمای ماده * نوع ماده ( شامل : نیروهای بین مولکولی ، شبکه کریستالی ، شکل هندسی مولکول ، درجات آزادی )

- در جدول گرمای ویژه کتاب ، آب بالاترین ظرفیت و طلا کمترین ظرفیت گرمایی را دارد .
- گرمای ویژه ماده هم ارزبا : گرمای لازم برای افزایش دمای یک گرم از آن ماده، به اندازه یک درجه سانتیگراد است.
- گرمای مولی ماده هم ارزبا : گرمای لازم برای افزایش دمای یک مول از آن ماده به اندازه یک درجه سانتیگراد است.
- ظرفیت گرمایی به : مقدار ماده و دما و حالت فیزیکی بستگی دارد و یکای آن $J.°C^{-1}$ است.

گرمای ویژه وگرمای مولی فقط به دما و حالت فیزیکی ماده بستگی داردو یکای آنها بترتیب $J.g^{-1}.°C$ و $J.mol^{-1}.°C$ است .

### انواع ارتباط ظرفیت گرمایی

**ظرفیت گرمایی** = گرمای مبادله شده / اختلاف دما = $\frac{Q}{\Delta\theta}$

**گرمای ویژه** = ظرفیت گرمایی / جرم ⟹ ظرفیت گرمایی = جرم × گرمای ویژه

**گرمای ویژه** = گرمای مبادله شده / (اختلاف دما × جرم) ⟹ $C = \frac{Q}{m \cdot \Delta\theta}$

گرمای مولی = جرم مولی × گرمای ویژه

- **تذکر :** برای یک ماده ، ظرفیت گرمای مولی از ظرفیت گرمای ویژه بیشتر است.

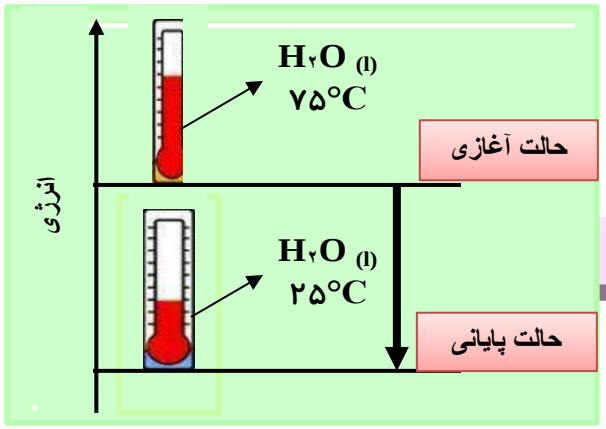
| انواع ظرفیت گرمایی / ویژگی ها | گرمای مولی | گرمای ویژه | ظرفیت گرمایی |
|---|---|---|---|
| مقدارماده به ازای افزایش یک درجه | یک مول | یک گرم | — |
| عوامل مؤثر | دما – حالت فیزیکی | دما – حالت فیزیکی | جرم – دما – حالت فیزیکی |
| یکا | $J.mol^{-1}.°C$ | $J.g^{-1}.°C$ | $J.°C^{-1}$ |

## جاری شدن انرژی گرمایی

✓ انرژی همیشه بین سامانه و محیط دست به دست میشود، ولی مطابق قانون پایستگی انرژی( قانون اول ترمودینامیک ) مقدار آن در کل جهان ثابت می ماند .

✓ اگر دو یا چند ماده با دمای متفاوت را کنار هم قرار دهیم با یکدیگر گرما مبادله می کنند تا دماهای آنها با یکدیگر یکسان شود . ( ***تبادل گرمایی*** )

✓ به دلیل پایستگی انرژی ، گرمایی که جسم سرد میگیرد ، برابر است با همان گرمایی که جسم گرم از دست می دهد .




**فرایندهای گرماده**

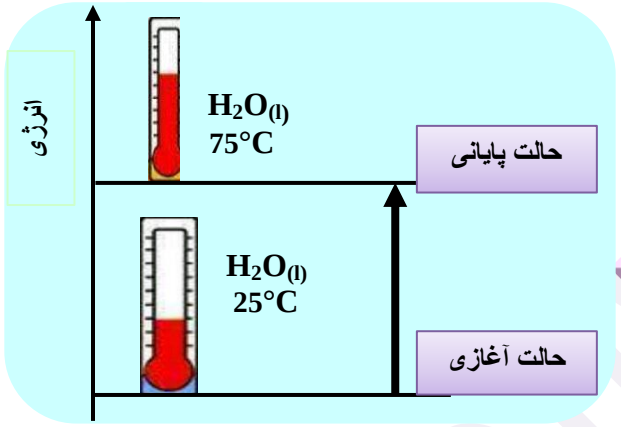
**a )** انرژی از سامانه به محیط جریان می یابد .

**b )** دمای سامانه کاهش می یابد ( $\Delta\theta < 0$ )

**c )** علامت گرما منفی است $Q < 0$

**d )** نمودار انرژی نزولی است و سطح انرژی سامانه ی سرد پایین تر از سامانه ی گرم است .

**e )** الگوی نوشتاری فرایند به صورت است : $H_2O_{(75\,^\circ C)} \rightarrow H_2O_{(25\,^\circ C)} + q$




**فرایندهای گرماگیر**

**a )** انرژی ازمحیط به سامانه جریان می یابد .

**b )** دمای سامانه افزایش می یابد ( $\Delta\theta > 0$ )

**c )** علامت گرما مثبت است $Q > 0$

**d )** نمودار انرژی صعودی است و سطح انرژی سامانه ی گرم بالاتر از سامانه ی سرد است .

**e )** الگوی نوشتاری فرایند به صورت است : $H_2O_{(25\,^\circ C)} + q \rightarrow H_2O_{(75\,^\circ C)}$

**هنگام نوشیدن شیر داغ دو نوع انرژی در بدن آزاد می شود :**

❖ انرژی که به هنگام برقراری تعادل گرمایی آزاد می شود .

❖ بخش عمده ی انرژی موجود در شیر هنگام فرایند گوارش و سوخت و ساز به بدن می رسد.

شیر اشرف نوشیدنی هاست ؛ « لَّبَناً خَالِصاً سَائِغاً لِلشَّارِبِينَ » (*نحل ۶۶*)

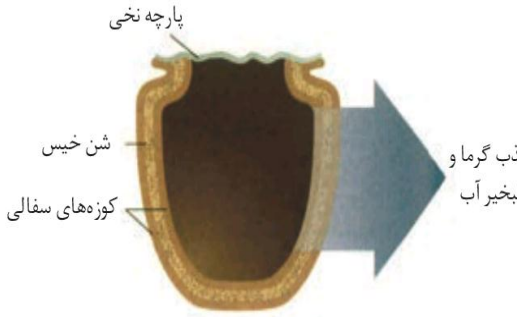
❖ بستنی یک خوراکی دوست داشتنی ، خنک و سرشار از مواد مغذی و انرژی زاست . فرآیند همدما شدن آن در بدن ، با جذب انرژی ، درحالیکه گوارش و سوخت و ساز آن با آزاد شدن انرژی همراه است .

**یخچال طبیعی**

***طراح*** : محمد آبا باه ، معلم مسلمان نیجریایی

***کاربرد*** : بدون نیاز به انرژی الکتریکی ، غذا و آب را خنک و برای مدت طولانی تری نگه می دارد .

***اساس کار*** : بالا بودن ظرفیت گرمایی ویژه آب




$$H_2O_{(l)} + 44/1 \rightarrow H_2O_{(g)}$$

**نحوه ی انجام کار** : دو ظرف سفالی ( *ساخته شده از خاک رس* ) را درون یکدیگر قرار داده و فضای میان آنها را با شن خیس پر می کنند . درپوش این مجموعه ، پوشش نخی و مرطوب است که تهویه را به آسانی انجام می دهد . آب در بدنه ی سفالی ظرف نفوذ کرده و به آرامی تبخیر می شود . جذب گرما ، باعث افت دما شده و فضای درونی دستگاه ، همراه با محتویات آن را خنک می کند .

**قسمت سوم :گرما در واکنش های شیمیایی (گرماشیمی)**

**آنتالپی ، همان محتوای انرژی است .**

## جای خالی

**۰۱ هر یك از عبارات داده شده را با استفاده از واژه های درون کادر کامل کنید .** ( *برخی از واژه ها اضافی هستند* )

تولید رسوب – کمتر – ندارد – سوختن – دادوستد گرما – انرژی گرمایی – ترمودینامیک – پایدارتر – ترموشیمی – گوارش – ناپایدارتر – بیشتر – دارد – اکسایش – انرژی پتانسیل

آ) ویژگی بنیادی در همه ی واکنش ها ..... است .

ب) شاخه ای از علم شیمی به نام ..... به بررسی کمی و کیفی گرمای واکنشهای شیمیایی می پردازد .

پ) مواد غذایی پس از ..... انرژی لازم برای سوخت و ساز یاخته ها را در بدن تأمین می کنند .

ت) الماس از گرافیت ..... است ، ولی مولکول های اکسیژن از اوزون ..... هستند .

ث) گرمای واکنش به حالت فیزیکی واکنش دهنده ها و فراورده ها بستگی ..... .

ج) برای تشکیل آمونیاک انرژی آزادشده از واکنش نیتروژن با هیدروژن ..... ازواکنش هیدرازین با هیدروژن است .

ح) با وجود تولید انرژی در واکنش ..... گلوکز ، دمای بدن تغییر محسوسی نمی کند .

خ) گرمای آزاد شده در یک واکنش بیشتر ناشی از تفاوت .....در مواد واکنش دهنده و فراورده است .

## درست یا نادرست

**۰۲ جملات زیر را با دقت مورد بررسی قرار دهید و درست یا نادرست بودن آن ها را مشخص کنید :**

a) واکنش شیمیایی ممکن است در داد و ستد گرما با محیط پیرامون خود باشد .

b) تأمین کننده ی انرژی لازم برای استخراج آهن ، زغال کک است .

C) همه ی مواد پیرامون ما در دما و فشار اتاق ، آنتالپی معینی دارند .

d) گرمای یک واکنش در دما و فشار ثابت ، فقط به حالت فیزیکی مواد شرکت کننده در واکنش بستگی دارد .

e) تغییر حالت فیزیکی مواد خالص با تغییر انرژی همراه است .

f) داد و ستد انرژی در واکنش ها همیشه به شکل گرما ظاهر می شود .

g) هر گاه واکنش : $H_{2\,(g)} + Cl_{2\,(g)} \rightarrow 2HCl_{(g)} + Q$ دردما و فشار ثابت انجام شود، مقدار Q همان $\Delta H$ است .

h) دریک تغییر شیمیایی در فشار ثابت ، همواره میزان تغییر انرژی شیمیایی با میزان تغییر آنتالپی برابر است .

## انتخاب کنید

**۳• هر یك از عبارات زیر را با انتخاب یکی از موارد داده شده ، کامل کنید :**

a) واکنشهایی که برای انجام شدن بایدگرما [جذب / آزاد] کنند [گرماگیر / گرماده] هستند و سطح انرژی واکنش دهنده ها [پایین تر / بالاتر] ازفراورده ها قرار میگیرد

b) در علم شیمی به انرژی جنبشی ذرات [انرژی شیمیایی / انرژی گرمایی] و به انرژی پتانسیل ذرات [انرژی شیمیایی / انرژی گرمایی] ، می گویند و به مجموع آنها [انرژی نهفته / آنتالپی] گفته می شود .

c) در اثر سوختن اتانول [مایع / گازی] گرمای [بیشتری / کمتری] آزاد می شود ، زیرا سطح انرژی الکل( *اتانول*) مایع [پایین تر / بالاتر] است .

## برقراری ارتباط

**۴• هر یك از عبارات های ستون A با یك واژه از ستون B در ارتباط است .این ارتباط را پیدا کنید.** (*برخی از واژه های ستون* ***B*** *اضافی هستند*)

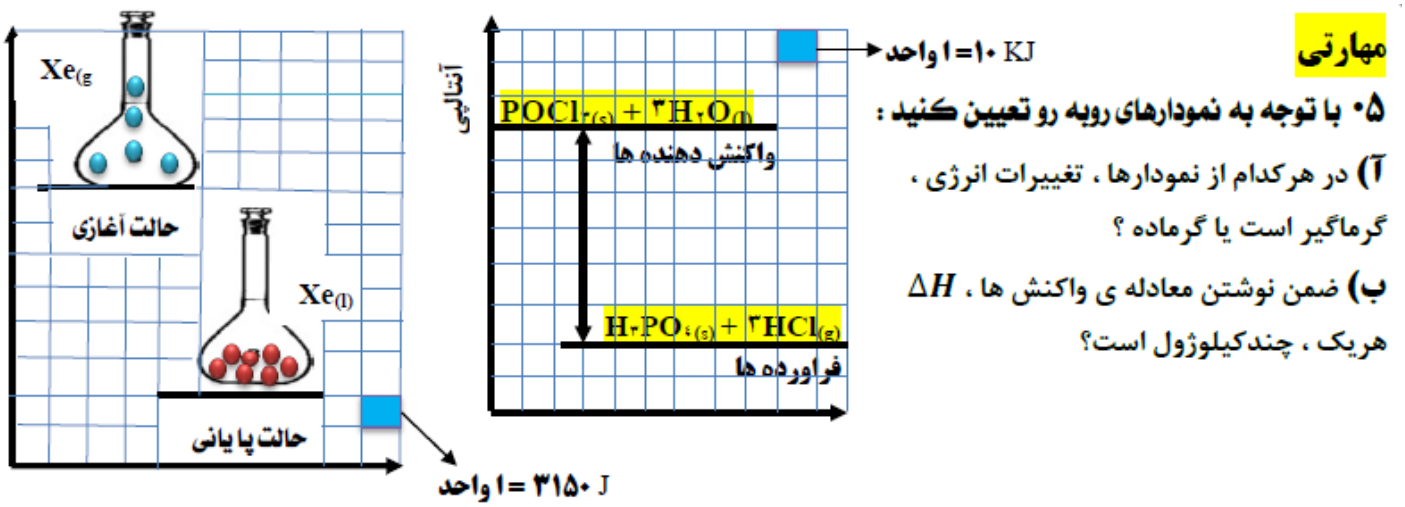
| ستون A | ستون B |
|---|---|
| آ ) تأمین انرژی لازم برای سوخت و ساز یاخته ها | *a* ) آنتالپی |
| ب ) انرژی کل سامانه ( *مجموع انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل* ) | *b* ) نوع واکنش دهنده |
| پ ) یکی از ویژگی های کاربردی و بنیادی واکنش | *c* ) گوارش موادغذایی |
| ت) عامل تعیین کننده ی مقدار گرمای واکنش سدیم و پتاسیم در آب | *d* ) گرمای واکنش |
| ث ) هم ارز با آنتالپی | *e* ) حالت فیزیکی |
| ج ) واکنش دهنده ی رایج در استخراج آهن | *f* ) ترموشیمی |
| ح ) معادل انرژی شیمیایی | *g* ) انرژی گرمایی |
| چ ) نام واکنش برگشت اکسایش گلوکز | *h* ) زغال کک |
| | *i* ) گرما در فشار ثابت |
| | *j* ) انرژی پتانسیل |
| | *k* ) فتوسنتز |

## مهارتی

**۵• با توجه به نمودارهای رویه رو تعیین کنید :**

**آ)** در هرکدام از نمودارها ، تغییرات انرژی ، گرماگیر است یا گرماده ؟

**ب)** ضمن نوشتن معادله ی واکنش ها ، $\Delta H$ هریک ، چندکیلوژول است؟



**۶•** در واکنش کامل ۴/۸۸ گرم باریم هیدروکسید آبدار و خالص با مقدار کافی از آمونیوم کلرید ، چه مقدار گرما جذب یا آزاد می شود ؟ $Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O = 312/23g \cdot mol^{-1}$

$$80/30KJ \; + \; Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O \; + 2\,NH_4Cl \rightarrow \; BaCl_2 \; + 2NH_3 \; + 10\,H_2O$$

**۷•** چرا با ریختن الکل بر روی پوست دست ، احساس خنکی بر روی پوست می کنیم ؟

**۸•** اگر واکنش رو به رو در فشار ثابت انجام بگیرد : $4NH_{3\,(g)} + 5\,O_{2\,(g)} \rightarrow 4NO_{(g)} + 6\,H_2O + q$

آ ) به گرمای مبادله شده در واکنش مذکور چه می گویند ؟

ب) علامت گرمای مبادله شده در این واکنش چیست ؟

ت) اگر در شرایط $STP$ به ازای مصرف ۵/۶ لیتر گاز اکسیژن $230KJ$ انرژی مبادله شود ، مقدار گرمای واکنش فوق را بدست آورید .

**۹•** **الف)** واکنش های زیر در دما و فشار ثابت انجام شده اند . آیا $\Delta H$ واکنش های (۱) و (۲) برابرند؟ چرا؟

واکنش (۱) : $CH_3OH_{(g)} + \frac{3}{2}\,O_{2\,(g)} \rightarrow CO_{2\,(g)} + 2H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_1 = -764$

واکنش (۲) : $CH_3OH_{(g)} + \frac{3}{2}\,O_{2\,(g)} \rightarrow CO_{2\,(g)} + 2H_2O_{(g)} \qquad \Delta H_2 = ?$

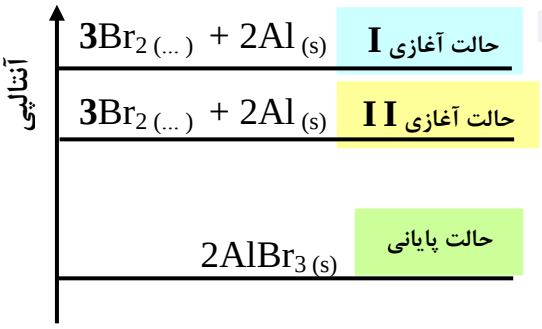
**ب)** به نظر شما مقدار انرژی آزاد شده ی $\Delta H_2$ به کدام عدد نزدیک تر است ؟ ۶۸۰- ، ۷۶۴- ، ۸۴۰-

**۱۰•** $\Delta H$ واکنش : $2\,NH_{3\,(g)} \rightarrow N_{2\,(g)} + 3H_{2\,(g)}$ برابر با $90\,KJ$ است . $\Delta H$ هریک از واکنش های زیر را به دست آورید .

واکنش (۱) : $2\,NH_{3\,(g)} \rightarrow \frac{1}{2}\,N_{2\,(g)} + \frac{3}{2}H_{2\,(g)} \qquad \Delta H_1 = ?$

واکنش (۲) : $N_{2\,(g)} + 3H_{2\,(g)} \rightarrow 2\,NH_{3\,(g)} \qquad \Delta H_2 = ?$

**۱۱•** با توجه به نمودار زیر و واکنش های داده شده ، به پرسشها پاسخ دهید :




(1) $3Br_{2\,(g)} + 2Al_{\,(s)} \rightarrow 2\,AlBr_{3\,(s)}$

(2) $3Br_{2\,(l)} + 2Al_{\,(s)} \rightarrow 2\,AlBr_{3\,(s)}$

**الف)** حالت فیزیکی واکنش دهنده های (۱) و (۲) را بنویسید.

**ب)** علامت گرمای واکنش را تعیین کنید.

**۱۲•** با توجه به واکنش داده شده به پرسش های زیر پاسخ دهید : $2NH_{3\,(g)} + 183\,KJ \rightarrow N_2H_{4(g)} + H_{2\,(g)}$

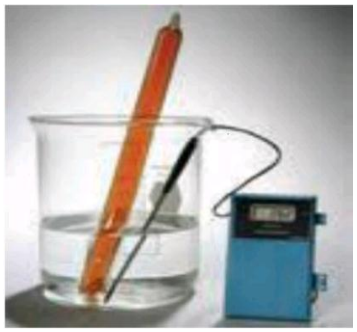
آ) انرژی پتانسیل در کدام طرف واکنش بیشتر است ؟

**ب)** پایداری واکنش دهنده ها را با فراورده ها مقایسه کنید .

**پ)** برای تولید ۱۶۰۰ گرم سوخت موشک (*هیدرازین*) ، چند گرم کک مطابق واکنش زیر باید سوزانده شود ؟

$$C_{(s)} + O_{2\,(g)} \rightarrow CO_{2\,(g)} + 300\ KJ$$

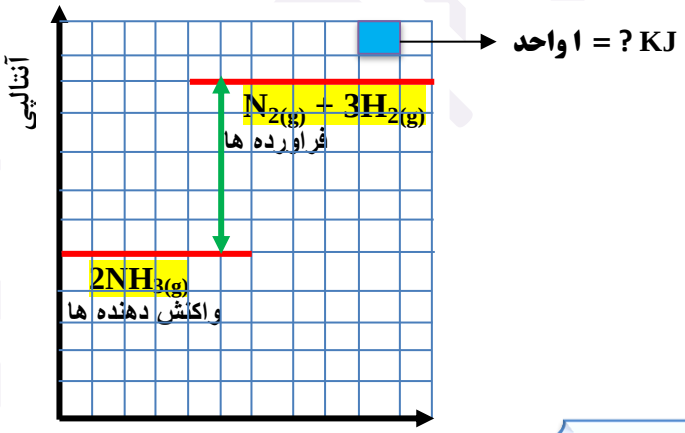
**۱۳•** اگر بالن حاوی $N_2O_{4(g)}$ بی رنگ را در آب $75^{\circ}C$ وارد کنیم ، قهوه ای رنگ می گردد. اگر بدانیم که $NO_{2\,(g)}$ قهوه ای رنگ است ، نماد q را باید در کدام طرف معادله ی واکنش بنویسیم ؟ چرا ؟



$$N_2O_{4\,(g)} \rightarrow 2NO_{2(g)}$$

**۱۴•** آ ) اگر به ازای واکنش ۶۸ گرم آمونیاک ۱۸۰ کیلوژول انرژی مبادله شود ، طبق نمودار زیر ، معادله ی ترموشیمی واکنش را بنویسید .

ب) مشخص کنید که هر یک از واحدهای جدول چند کیلو ژول است .



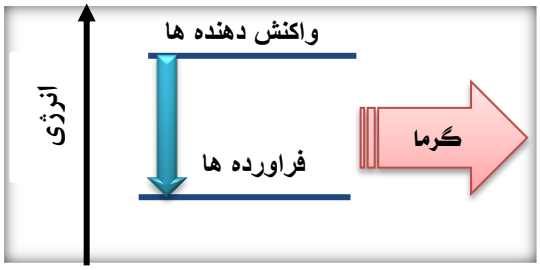

## بررسی نکات مهم درس

- هر واکنش شیمیایی ممکن است با تغییر رنگ ، تولید رسوب ، آزاد شدن گاز و ایجاد نور و صدا همراه باشد .
- ویژگی بنیادی در همه ی واکش ها ، دادوستد گرما با محیط پیرامون است .

### ترموشیمی (گرماشیمی)

- ترموشیمی شاخه ای ازعلم شیمی است که به بررسی کمی و کیفی گرمای واکنشهای شیمیایی ، تغییر آن و تأثیری که بر حالت ماده دارد ، می پردازد .
- هر واکنش شیمیایی ممکن است گرماده یا گرما گیر باشد .
- موادغذایی پس از گوارش ، انرژی لازم برای سوخت و ساز یاخته ها را در بدن تأمین می کنند .
- سوختن سوخت ها ، انرژی لازم برای حمل و نقل و نیز گرمایش محیط های گوناگون را فراهم می کنند .
- زغال کک ، واکنش دهنده ای رایج در استخراج آهن بوده که تأمین کننده ی انرژی لازم برای انجام این واکنش نیز است.

## واکنش های گرماده




I . انرژی از سامانه به محیط جریان می یابد .

II . علامت گرما منفی است . ( $Q < 0$ )

III . نمودار انرژی نزولی است و سطح انرژی واکنش دهنده ها بالاتر از فراورده ها قرار دارد.

IV . الگوی نوشتاری به صورت : $H_{2(g)} + Cl_{2\,(g)} \rightarrow 2HCl_{(g)} + q$

و یا : $H_{2(g)} + Cl_{2\,(g)} \rightarrow 2HCl_{(g)} \quad \Delta H < 0$

V . فراورده ها پایدارتر از واکنش دهنده ها هستند .

VI. محتوای انرژی ذخیره شده در واکنش دهنده ها بیشتر از فراورده هاست.

VII . آنتالپی واکنش دهنده ها بیشتر از آنتالپی فراورده هاست.

VIII. علامت تغییرات آنتالپی منفی است . ( $\Delta H < 0$ )

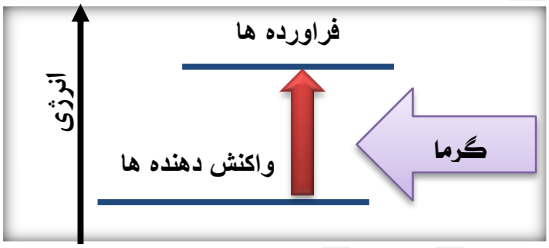
## واکنش های گرماگیر

I . انرژی از محیط به سامانه جریان می یابد .

II . علامت گرما مثبت است . ( $Q > 0$ )

III . نمودار انرژی صعودی است و سطح انرژی واکنش دهنده ها پایین تر از فراورده ها قرار دارد.

IV . الگوی نوشتاری به صورت : $N_{2(g)} + O_{2\,(g)} + q \rightarrow 2NO_{(g)}$



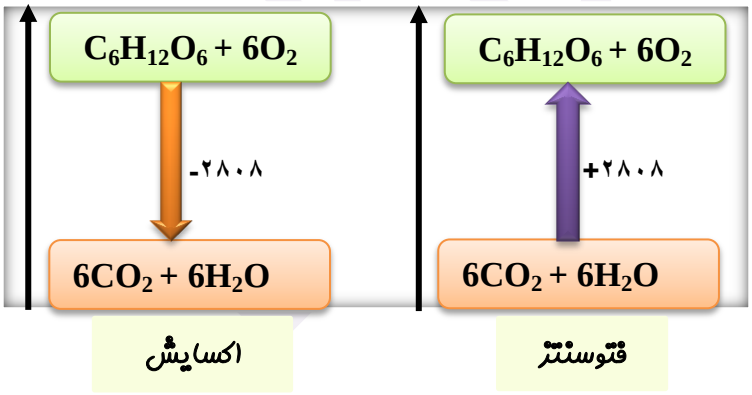

و یا : $N_{2(g)} + O_{2\,(g)} \rightarrow 2NO_{(g)} \quad \Delta H > 0$

V . فراورده ها ناپایدارتر از واکنش دهنده ها هستند .

VI. محتوای انرژی ذخیره شده در واکنش دهنده ها کمتر از فراورده هاست.

VII . آنتالپی واکنش دهنده ها کمتر از آنتالپی فراورده هاست.

VIII. علامت تغییرات آنتالپی مثبت است . ( $\Delta H > 0$ )




❖ منبع انرژی در بدن غذا است که با تولید انرژی در واکنش اکسایش ،گلوکز فراهم می شود. از طرفی گلوکز از طریق فتوسنتز توسط گیاهان حاصل می شود .

اکسایش گلوکز نمونه ایی از واکنش گرماده و فتوسنتز ، نمونه ی واکنش گرماگیر است .

❖ پایداری با سطح انرژی رابطه ی معکوس دارد ؛ یعنی ذرات با کسب انرژی ، به سطح ناپایدار می رسند .

❖ اتمها در حالت پایه با جذب انرژی به اتمهای برانگیخته تبدیل می شوند . اتم های برانگیخته ، پر انرژی تر و ناپایدارترند.

❖ با وجود تولید انرژی در واکنش اکسایش گلوکز ، دمای بدن تغییر محسوسی نمی کند . زیرا دمای مواد واکنش دهنده پیش از آغاز واکنش با دمای موادفرآورده ، پس از پایان واکنش برابر است ، در واقع واکنش در دمای ثابت انجام میشود.

❖ در برخی منابع، از انرژی پتانسیل موجود در یک نمونه ماده ، با نام *انرژی شیمیایی* یاد می شود و به انرژی جنبشی هم *انرژی گرمایی* می گویند .

❖ ثابت ماندن دما در یک واکنش شیمیایی دلیل مساوی بودن مجموع انرژی گرمایی و شیمیایی برای مواداولیه و فرآورده ها نیست .

❖ گرمای جذب یا آزادشده در هر واکنش شیمیایی به طور عمده وابسته به تفاوت میان انرژی پتانسیل مواد واکنش دهنده و فرآورده می باشد . ( *زیرا در دمای ثابت تفاوت چشمگیری میان انرژی گرمایی آنها وجود ندارد .*)

❖ **انرژی پتانسیل** یک نمونه ماده ؛ انرژی نهفته شده در آن است ، انرژی ای که ناشی از نیروهای نگه دارنده ی ذره های سازنده ی آن است . یعنی نیروهای نگه دارنده ی اتم در هر مولکول و در نتیجه استحکام پیوندها از یکدیگر متفاوت خواهد بود .

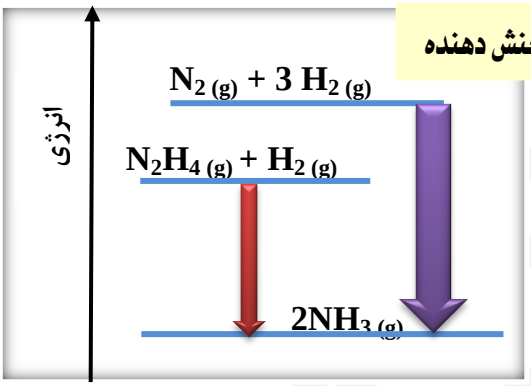
❖ با انجام یک واکنش شیمیایی و تغییر در شیوه ی اتصال اتم ها به یکدیگر ، تفاوت آشکاری در انرژی پتانسیل وابسته به آنها ایجاد می شود ؛ تفاوت انرژی ایی که در واکنش ها به شکل گرما ظاهر می شود .

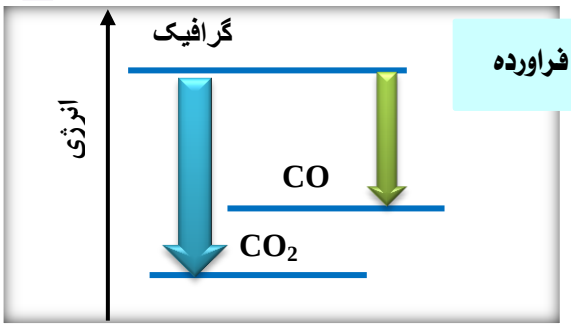
❖ به دلیل متفاوت بودن انرژی شیمیایی در واکنش های مختلف ، گرمای مبادله ی واکنش ها نیز متفاوت خواهد بود .

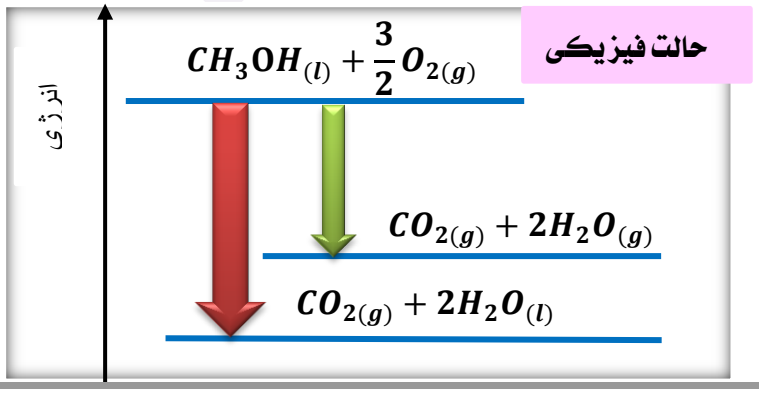
❖ *تفاوت در انرژی پتانسیل* باعث تغییر دما نمی شود ، ولی تفاوت در انرژی جنبشی باعث تغییر دما می شود .

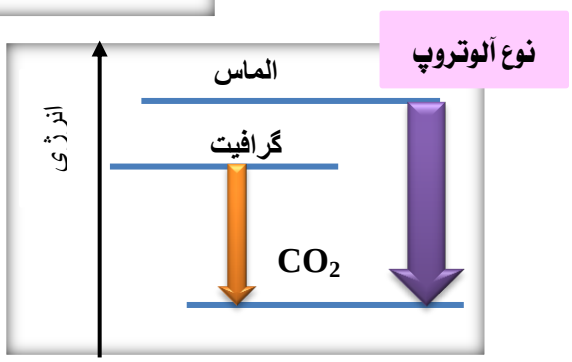
## عوامل مؤثر بر گرمای واکنش در دما و فشار ثابت

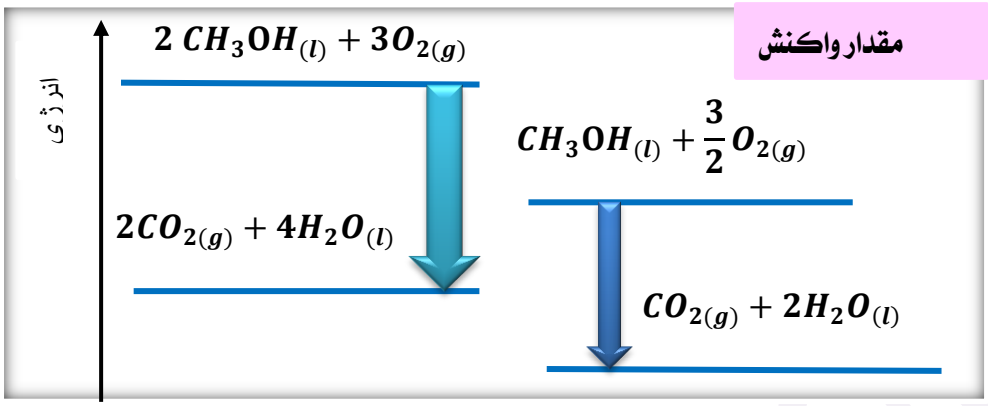
۱) نوع مواد واکنش دهنده
۲) نوع فراورده ها
۳) حالت فیزیکی مواد شرکت کننده در واکنش
٤) نوع آلوتروپ (دگر شکل )
٥) مقدار واکنش دهنده






## انواع انتقال انرژی

**a )** انتقال انرژی گرمایی ناشی از تفاوت دمای دو جسم ( $q = mc\Delta\theta$ )

**b )** انتقال انرژی ناشی ازتفاوت انرژی پتانسیل ذرات دریک واکنش شیمیایی (*حتی درشرایط همدما بودن هم ، انجام می شود* )

مانند : ذوب یخ

## انواع انرژی پتانسیل

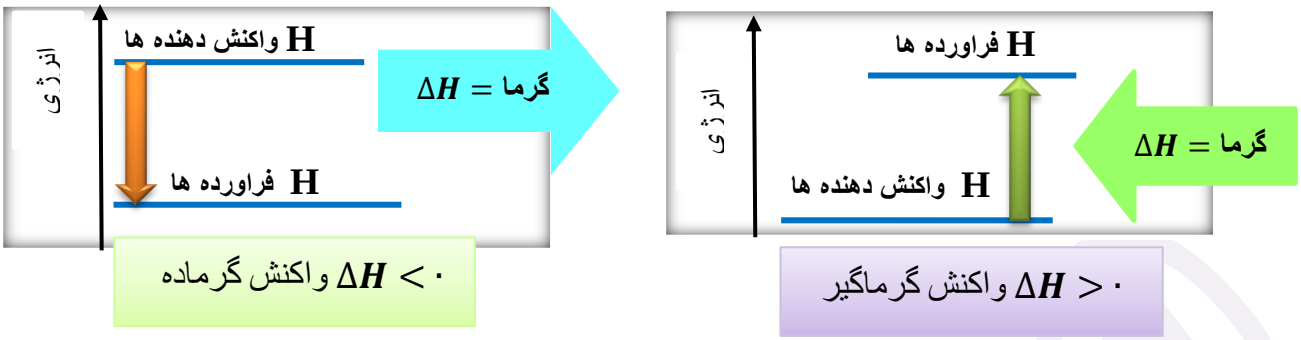
- انرژی که یک ذره به خاطر موقعیت و وضعیت قرار گرفتنش به دست می آورد .
- مجموع نیروی جاذبه بین هسته و الکترونها با توجه به حالت فیزیکی وموقعیت ذرات در ماده
- انرژی نهفته در ماده که ناشی از نیروهای نگه دارنده ی ذرات سازنده ی آنهاست .
- همان انرژی نهفته در پیوندها و انرژی ناشی از آرایش اتم ها نسبت به هم می باشد .

- با تغییر دما یا فشار ( *درسامانه ی گازی* ) گرمای واکنش نیز تغییر می کند .
- با n برابر شدن ضریب استوکیومتری در یک واکنش ، گرمای واکنش نیز n برابر می شود .
- اگر واکنشی درجهت رفت گرماگیرباشد، درجهت برگشت گرماده است.یعنی با تغییر جهت واکنش ، علامت گرما معکوس می شود.

### آنتالپی ( $H$ ) همان محتوای انرژی است

- ✓ هر نمونه ماده شامل مجموعه ای از شمار بسیار زیادی ذره های سازنده است . این ذره ها ، افزون بر جنبش های نامنظم ، با یکدیگر ، برهم کنش نیز دارند .
- ✓ ذره های سازنده ی یک نمونه ماده افزون بر انرژی جنبشی ، دارای انرژی پتانسیل نیز هستند .
- ✓ یک نمونه ماده با مقدار آن در دما و فشار معین توصیف می شود .
- ✓ انرژی کل یک سامانه ، هم ارز با محتوای انرژی یا پتانسیل آن است .
- ✓ همه ی مواد پیرامون ما در دما و فشار اتاق ، آنتالپی معینی دارند .
- ✓ تغییر آنتالپی هر واکنش ، هم ارز با گرمایی است که درفشار ثابت ، با محیط پیرامون دادوستد میکند. $\Delta H = q_p$
- ✓ برای یک واکنش، اغلب به جای تغییرآنتالپی ، واژه ی آنتالپی واکنش به کار می رود .
- ✓ $\Delta H$ واکنش $= H_{(\text{مواد فراورده})} - H_{(\text{مواد واکنش دهنده})}$

✓ مقدارعددی $\Delta H$ یک فرآیند بزرگی آن را نشان می دهد. درحالی که علامت مثبت و منفی تنها نشان دهنده ی گرماگیر و گرماده بودن آن است .




✓ وقتی یک واکنش گرماده اتفاق می افتد ، **نخست** دمای فراورده ها بالا می رود . **بعد** فراورده ها می توانند آن قدر گرما از دست بدهند تا به دمای اولیه ی واکنش دهنده ها برسند . این مقدار گرما همان $\Delta H$ است .

**قسمت چهارم : آنتالپی پیوند**
**گروه های عاملی**
**آنتالپی سوختن**

**جای خالی**

**۰۱ هر یك از عبارات داده شده را با استفاده از واژه های درون کادر کامل کنید .** ( *برخی از واژه ها اضافی هستند* )

پیشتر – هیدروکسیل – متان – شیوه اتصال اتم ها – بالاتر – آلی – کمتر – پایین تر – نیتروژن – کربن دی اکسید – معدنی – گروه عاملی – کربوئیل – اتری – آب

آ) انجام یک واکنش شیمیایی نشانه ایی از تغییر در .....به یکدیگر است که به تغییردرساختارو خواص مواد منجرمی شود.
ب) انرژی لازم برای شکستن پیوند Cl – Cl ..... از پیوند Br – Br است .
پ) سطح انرژی مولکول های هیدروژن ..... از اتم های هیدروژن می باشد .
ت) شیمیدان ها میانگین آنتالپی پیوند را برای مولکول ..... به کار می برند .
ث) خواص دارویی در ادویه ها به طور عمده وابسته به ترکیب های ..... موجود در آنها است .
ج) ..... به مولکول های آلی دارای آن ، خواص فیزیکی و شیمیایی منحصر به فردی می بخشد .
ح) وجه اشتراک آلدهیدها و کتون ها ، داشتن گروه عاملی ..... است .
خ) در گشنیز ، گروه عاملی ..... و در رازیانه گروه عاملی ..... وجود دارد .
چ) ارزش سوختی پنیر ..... از بادام زمینی است .
د) مقدار ..... تولید شده در اثر سوختن یک مول از اتان و اتن متفاوت است.

**درست یا نادرست**

**۰۲ جملات زیر را با دقت مورد بررسی قرار دهید و درست یا نادرست بودن آن ها را مشخص کنید :**

a) تنها کربوهیدرات ها در بدن به گلوکز شکسته شده و گلوکز حاصل از آنها در خون حل می شود .

b) ترکیب موجود در بادام تلخ دارای عامل الکلی است .

C) ارزش سوختی اتانول بیشتر از اتان است .

d) در ساختار ترکیب آلی زردچوبه و دارچین ، حلقه ی بنزن وجود دارد .

e) ایزومرها ساختار یکسان ، ولی فرمول تجربی متفاوتی دارند .

f) سوخت های سبز در ساختار خود کربن و هیدروژن و اکسیژن دارند .

g) استون ساده ترین آلدهید است که به عنوان حلال در صنعت و آزمایشگاه به کار می رود .

h) آلدهید و کتون هم کربن نسبت به هم ایزومرند .

g) در جرم یکسان از اتان و اتین ، به هنگام سوختن ، گرمای برابری آزاد می کنند .

## انتخاب کنید

**۳• هر یك از عبارات زیر را با انتخاب یکی از موارد داده شده ، کامل کنید :**

a) شیمیدان ها به موادی که $\frac{\text{فرمول مولکولی}}{\text{ساختار}}$ یکسان ، اما $\frac{\text{فرمول مولکولی}}{\text{ساختار}}$ متفاوتی دارند ، $\frac{\text{همپار}}{\text{هم رده}}$ می گویند .

b) هرچه تعداد کربن در یک آلکان $\frac{\text{بیشتر}}{\text{کمتر}}$ باشد $\frac{\text{آنتالپی سوختن}}{\text{انرژی سوختن}}$ درآن کمتر است،زیرانسبت آنتالپی سوختن به جرم مولی $\frac{\text{افزایش}}{\text{کاهش}}$ می یابد .

c) اتانول یک ترکیب آلی $\frac{\text{سیرشده}}{\text{سیرنشده}}$ که دارای گروه عاملی $\frac{\text{هیدروکسیل}}{\text{کربونیل}}$ است که با $CH_3 - O - CH_3$ $\frac{\text{ایزومر}}{\text{ایزوبار}}$ است و با بر قراری $\frac{\text{پیوند هیدروژنی}}{\text{واندروالسی}}$ به هر نسبتی در آب حل می شود .

f) یکی از را ه های تهیه ی $\frac{\text{سوخت سبز}}{\text{الکل چوب}}$ ، استفاده از بقایای گیاهانی مانند نیشکر ، سیب زمینی و ذرت است . واکنش $\frac{\text{بی هوازی}}{\text{هوازی}}$ تخمیر گلوکز ،از جمله واکنشهایی است که دراین فرایندرخ میدهد وعلاوه برتولید محصول اصلی ، $\frac{\text{کربن دی اکسید}}{\text{متان}}$ نیزتولید می شود .

**۴• هر یك از عبارات های ستون A با یك واژه از ستون B در ارتباط است .این ارتباط را پیدا کنید.** (*برخی از واژه های ستون* **B** *اضافی هستند*)

| ستون A | ستون B |
|---|---|
| آ ) بیشترین انرژی پیوند در مولکول های دو اتمی | *a* ) کتونی |
| ب ) فرمول مولکولی ترکیب موجود در نیشکر | *b* ) $C_{11}H_{20}O$ |
| پ ) ترکیب موجود در بادام تلخ | *c* ) بنزنی |
| ت) بیشترین ارزش سوختی در میان مواد غذایی | *d* ) ساکاروز |
| ث ) قند خون | *e* ) نیتروژن |
| ج ) گروه عاملی ترکیب شناخته شده در گل میخک | *f* ) فلوئور |
| ح ) عامل مشترک در سختارهای آلی موجود در بادام تلخ و رازیانه | *g* ) سه |
| چ ) تعداد کربن کوچکترین کتون | *h* ) $C_{10}H_{12}O$ |
| خ ) هم ارز با آنتالپی واکنشی می دانندکه درآن یک مول ماده دراکسیژن کافی بطورکامل میسوزد | *i* ) بنزآلدهید |
| | *j* ) آنتالپی سوختن |
| | *k* ) گلوکز |
| | *l* ) چربی |
| | *m* ) دو |

## تمرین

- چرا برای شکستن پیوند کربن – کربن در آلکین ، انرژی بیشتری نسبت به اتن لازم دارد ؟

- دو مورد از ویژگی بارز ادویه ها را نام ببرید .
- آلدهیدها و کتون های هم کربن نسبت به هم چه حالتی دارند ؟

**۵) با توجه به واکنش های زیر ، میانگین آنتالپی پیوند** $N-H$ **و** $O-H$ **را به دست آورید .**

$$H-O-H_{(g)} + 926\ KJ \longrightarrow 2H_{(g)} + O_{(g)}$$

$$H-\underset{\displaystyle H}{\underset{|}{N}}-H_{(g)} + 1173\ KJ \longrightarrow 3H_{(g)} + N_{(g)}$$

**۶) با توجه به واکنش های زیر، به پرسش ها پاسخ دهید.**

$$a)\quad C_{(g)} + 4H_{(g)} \rightarrow CH_{4\,(g)} + 1660\ KJ$$
$$b)\quad C_{(graphile)} + 4H_{(g)} \rightarrow CH_{4\,(g)} + 2490\ KJ$$

**آ)** آیا انرژی لازم برای تشکیل همه ی پیوندهای $C-H$ در مولکول متان یکسان است ؟ چرا ؟

**ب)** مطابق با انجام کدام واکنش می توان میانگین آنتالپی پیوند $C-H$ را به دست آورد ؟

**پ)** میانگین آنتالپی پیوند $C-H$ را به دست آورید .

**ت )** انرژی لازم برای تصعید یک مول گرافیت ، چند کیلوژول است ؟

**۷) آنتالپی پیوندهای روبه رو را در هر مورد با ذکر دلیل ، با هم مقایسه کنید .**

a) $C \equiv C$ ◯ $C = C$
b) $H-Cl$ ◯ $H-F$
c) $H-H$ ◯ $H-F$

**۸) با توجه به جدول میانگین آنتالپی برخی از پیوندها ؛**

**آ ) هریک از پیوندهای داده شده را در جای مناسب قرار دهید .**

$$C = C \quad ، \quad C = O \quad ، \quad H-F \quad ، \quad H-H \quad ، \quad H-Br$$

**ب)** به جای علامت سؤال **(؟)** در جدول ، کدام عدد می تواند قرار گیرد ؟ چرا ؟ ( ۲۴۲ ، ۴۳۱ ، ۵۳۴ )

| میانگین آنتالپی پیوند ($KJ.mol^{-1}$) | ۶۱۴ | ۴۳۶ | ۷۹۹ | ۵۶۷ | ۳۶۶ | ؟ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| پیوند | | | | | | $H-Cl$ |

**۹) چند ساختار می توان برای ترکیبی با فرمول** $C_3H_8O$ **رسم نمود ؟**

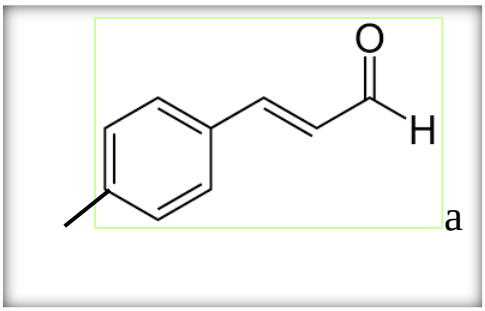
**کدام ساختار رسم شده ، نقطه ی جوش پایین تری دارد ؟ چرا ؟**

**۱۰) در هر یک از ساختارهای داده شده :**

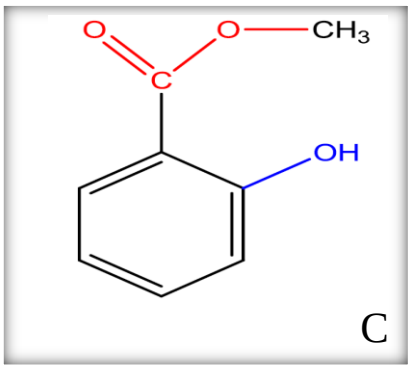
آ) گروه های عاملی را مشخص و نام هر گروه را بنویسید .

ب) فرمول مولکولی هر ترکیب را تعیین کنید .

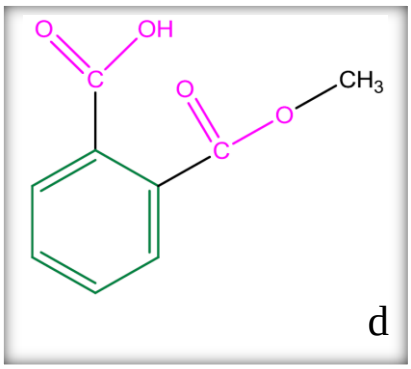
پ) ساختارهایی که ایزومر یکدیگر هستند را مشخص کنید .



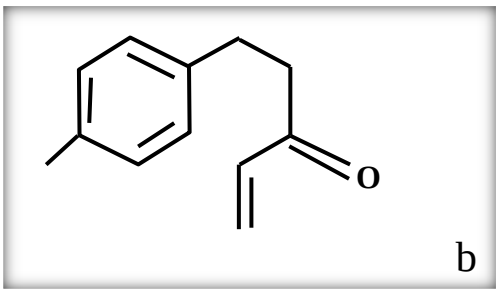
a



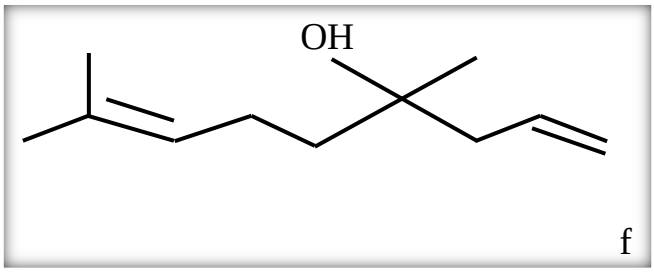
C



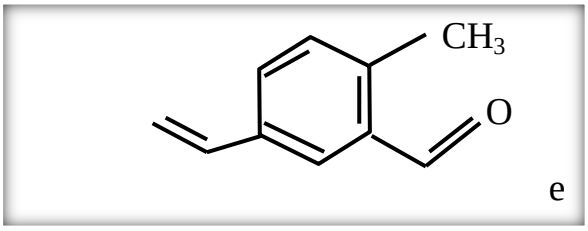
d



b



f



e

**۱۱) چند ایزومر کتونی برای $C_5H_{10}$ وجود دارد ؟ آنها را رسم کنید .**

**۱۲) چند ایزومر اتری می توان برای $C_4H_{10}$ می توان در نظر گرفت؟ آنها را رسم کنید .**

**۱۳) ۸۰ درصد جرم یک هیدروکربن را کربن تشکیل می دهد . از سوختن ۱۲ گرم از این هیدروکربن ، چند گرم کربن دی اکسید تولید می شود ؟ ( C=12 و H=1 )**

**۱۴) در اثر سوختن ۸/۸ گرم پروپان چند کیلوژول انرژی آزاد می شود ؟ ( C=12 و H=1 )**

$$C_3H_{8\,(g)} + 5O_{2\,(g)} \rightarrow 3CO_{2\,(g)} + 4H_2O_{(g)} \qquad \Delta H = -2056\ KJ$$

**۱۵) از سوختن کامل ۰/۲۵ مول از یک آلکان ، ۲۷ گرم آب به دست آمده است . فرمول مولکولی و جرم مولی این آلکان را تعیین کنید .**

**۱۶) اگر از سوختن کامل ۵/۶ لیتر از بخار یک آلکان در شرایط استاندارد ، ۲/۵ مول گاز کربن دی اکسید تشکیل شود ، هر مول آن چند اتم هیدروژن دارد ؟**

**۱۷) جرم آب حاصل از سوختن کامل کدام هیدروکربن ، ۱/۵ برابر جرمی از آن است که می سوزد ؟**

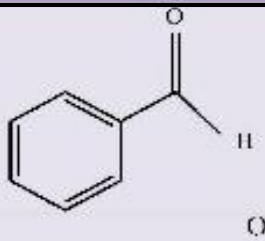
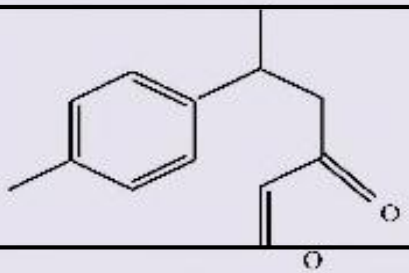
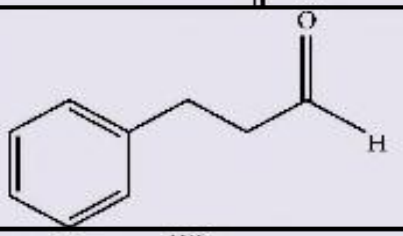
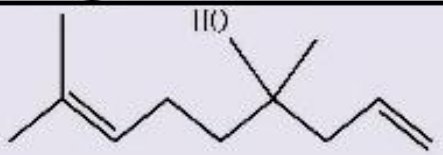
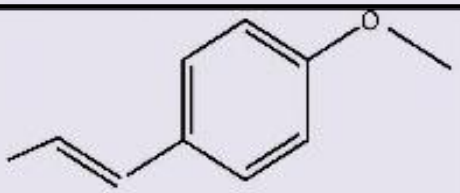
**۱۸) ۱۱/۲ لیتر مخلوط گازهای متان و اتیلن در شرایط متعارفی با ۰/۰۵ مول هیدروژن واکنش کامل می دهد. چند درصد این مخلوط ، اتیلن است ؟**

**۱۹) با توجه به جدول زیر به پرسشهای زیر پاسخ دهید :**

آ) چند مورد از مزایای استفاده از ادویه ها را در زندگی روزمره نام ببرید .

ب) هریک از ساختارهای درون جدول ، در کدام نوع ماده وجود دارد ؟ پ) فرمول مولکولی هرکدام را به دست آورید.

ت) کدام یک از ترکیبات در یک خانواده قرار دارند؟ ث) درهریک از ساختارها ، تعداد پیوند کوالانسی را به دست آورید.

| نوع ماده | تصویر | ساختار | گروه عاملی | فرمول مولکولی | تعداد پیوند کووالانسی |
|---|---|---|---|---|---|
| بادام | |  | | | |
| میخک | | | | | |
| زرد چوبه | |  | | | |
| دارچین | |  | | | |
| گشنیز | |  | | | |
| رازیانه | |  | | | |

**۲۰)** در کدام یک از فرمول های مولکولی زیر به احتمال زیاد حلقه ی بنزنی وجود دارد؟

$C_{10}H_{18}O$ ، $C_9H_{12}O_2$ ، $C_{11}H_{16}$ ، $C_{16}H_{20}O_4$

**۲۱)** کدام یک از فرمول های مولکولی زیر به یک الکل مربوط می شود ؟ و کدامیک به آلدهیدها تعلق دارد ؟

$(CH_3)_3COH$ $(CH_3)_2CO$ $(CH_3)_2O$ $C_2H_5COOH$ $CH_3CHO$

**۲۲)** با توجه به جدول آنتالپی سوختن برخی مواد آلی ؛

آ) هریک از مواد داده شده را در جای مناسب ، درون جدول قرار دهید .

$C_3H_{8\,(g)}$ ، $C_2H_5OH_{(l)}$ ، $C_3H_{6\,(g)}$ ، $C_2H_{6\,(g)}$ ، $C_2H_5OH_{(g)}$

ب) به جای علامت سؤال **(؟)** در جدول ، کدام عدد می تواند قرار گیرد ؟ چرا ؟ ( **-2300** ، **-2050** ، **-2874** )

| آنتالپی سوختن ($KJ.mol^{-1}$) | −۱۵۶۰ | −۱۳۶۸ | −۲۰۵۴ | −۱۴۵۰ | −۲۲۲۰ | ؟ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ماده آلی | | | | | | $C_4H_{10\,(g)}$ |

**۲۳) با توجه به اطلاعات داده شده ، چرا گرمای سوختن در واکنش $(a)$ بیش تر است ؟**

$$a)\quad C_3H_{8\,(g)} + 5O_{2\,(g)} \rightarrow 3CO_{2\,(g)} + 4H_2O_{(g)} \qquad \Delta H_1 = -2056\ KJ$$
$$b)\quad C_3H_{8\,(g)} + 5O_{2\,(g)} \rightarrow 3CO_{2\,(g)} + 4H_2O_{(l)} \qquad \Delta H = -2220\ KJ$$

**۲۴) در شرایط یکسان ، گرمای آزاد شده از سوختن کدام یک بیشتر است ؟ چرا ؟**

$$a)\quad C_2H_5OH_{(g)} + 3O_{2\,(g)} \rightarrow 2CO_{2\,(g)} + 3H_2O_{(l)}$$
$$b)\quad C_2H_5OH_{(l)} + 3O_{2\,(g)} \rightarrow 2CO_{2\,(g)} + 3H_2O_{(l)}$$

**۲۵) ترکیب های سیکلوپروپان و پروپن را در نظر گرفته و به پرسش های زیر پاسخ دهید :**

**آ) ساختار سیکلوپروپان و پروپن را رسم کنید .**

**ب) چرا سیکلوپروپان ترکیب ناپایدارتری از پروپن است ؟**

**پ) معادله ی سوختن هرکدام را نوشته و تعیین کنید در شرایط یکسان ، کدام یک گرمای بیشتری آزاد می کنند ؟**

**۲۶) آنتالپی سوختن یک هیدروکربن زنجیری سیرشده، برابر با $-3509KJ.mol^{-1}$ وارزش سوختی آن برابربا $48/74KJ.g^{-1}$ می باشد . فرمول مولکولی این هیدروکربن را به دست آورید . ( $C=12\ g.mol^{-1}$ و $H=1$ )**

**۲۷) با توجه به جدول آنتالپی سوختن مواد زیر ، ارزش سوختی هیدروکربن ها را به دست آورده و نتیجه ی حاصل از ارتباط آنتالپی و ارزش گرمایی را با توجه به زیاد شدن تعداد اتم های کربن یا هیدروژن ، مشخص کنید . برای الکل ها نیز به دست آورده و با هم مقایسه کنید . ( $H=1$ ، $O=16$ ، $C=12$ )**

| آنتالپی سوختن ($KJ.mol^{-1}$) | −۱۵۶۰ | −۱۳۶۸ | −۷۲۶ | −۲۰۲۱ | −۲۲۲۰ | −۲۸۷۴ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ماده آلی | $C_2H_{6\,(g)}$ | $C_2H_5OH_{(l)}$ | $CH_3OH_{(l)}$ | $C_3H_7OH_{(l)}$ | $C_3H_{8\,(g)}$ | $C_4H_{10(g)}$ |

**۲۸) با توجه به واکنش های زیر ، چند گرم گلوکز با بازده ۶۰٪ و درصد خلوص ۷۵٪ ، می بایستی به صورت بی هوازی تخمیر شود تا بتوانیم با سوزاندن آن به اندازه ی ۲۷۳۶ کیلوژول انرژی تولید نماییم ؟ ( $H=1$ ، $O=16$ ، $C=12$ )**

$$a)\quad C_6H_{12}O_{6\,(aq)} \rightarrow 2C_2H_5OH_{(aq)} + 2CO_{2\,(g)}$$
$$b)\quad C_2H_5OH_{(l)} + 3O_{2\,(g)} \rightarrow 2CO_{2\,(g)} + 3H_2O_{(l)} \qquad \Delta H = -1368\ KJ$$

**بررسی نکات مهم درس**

❖ **انجام یک واکنش شیمیایی نشانه ایی از تغییر در شیوه ی اتصال اتم ها به یکدیگر است که به تغییر در ساختار و خواص مواد منجر می شود .**

❖ یکی از خواصی که در واکنش های شیمیایی تغییر می کند ، محتوای انرژی مواد است .

❖ پیوندهای شیمیایی و نقش انرژی وابسته به آنها در تعیین گرمای یک واکنش اهمیت زیادی دارد .

❖ **آنتالپی پیوند :** انرژی لازم برای شکستن متقارن یک مول پیوند کووالانسی درمولکول دواتمی گازی شکل ، و تبدیل آن به اتم های گازی سازنده اش ، آنتالپی پیوند نام دارد.( اغلب بر حسب کیلوژول بر مول )

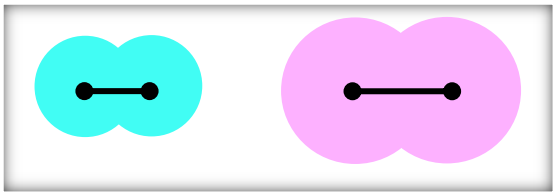
❖ در مولکول هایی که در آنها ، اتم مرکزی به چند اتم کناری یکسان ، با پیوندهای کووالانسی مشابه ، متصل است ، به کار بردن میانگین آنتالپی پیوند مناسب تر است . زیرا در مولکولی مانند متان ، با جداشدن هر اتم هیدروژن ، انرژی لازم برای شکستن هیدروژن بعدی متفاوت است. ( به عبارت دیگر در یک مولکول ، انرژی لازم برای شکستن همه ی پیوندهای کاملاً یکسان ، با هم متفاوت هستند )

| مراحل تفکیک پیوند | آنتالپی پیوند ( $KJ.mol^{-1}$ ) |
|---|---|
| $CH_{4(g)} \rightarrow CH_{3(g)} + H_{(g)}$<br>$CH_{3(g)} \rightarrow CH_{2(g)} + H_{(g)}$<br>$CH_{2(g)} \rightarrow CH_{(g)} + H_{(g)}$<br>$CH_{(g)} \rightarrow C_{(g)} + H_{(g)}$ | 435<br>453<br>425<br>339 |
| $CH_{4(g)} \rightarrow C_{(g)} + 4H_{(g)}$ | مجموع : ۱۶۵۲<br>میانگین : ۴۱۳ |

## عوامل مؤثر بر آنتالپی پیوند

✓ **طول پیوند :** هرچه شعاع اتم های متصل به هم بیشتر باشد ، فاصله ی هسته ها نسبت به الکترون های اشتراکی بیشتر و جاذبه کاهش میابدو به عبارتی پیوندآسانتر شکسته میشود.**پس آنتالپی پیوندباطول پیوندرابطه ی عکس دارد.**

( یادآوری : طول پیوند ؛ فاصله ی تعادلی میان هسته های دواتم جورهسته که با هم پیوند کووالانسی برقرار کرده اند .)



✓ **مرتبه ی پیوند :** با بیشتر شدن مرتبه ی پیوند ، آنتالپی پیوند نیز افزایش می یابد .

آنتالپی پیوند($KJ.mol^{-1}$) : $C \equiv C$ (839) $>$ $C = C$ (614) $>$ $C - C$ (350)

$$\text{آنتالپی پیوند} \propto \frac{1}{\text{طول پیوند}}$$

✓ **قطبیت پیوند :** به دلیل داشتن جزئی بار بر روی پیوند ، جاذبه ی اتم ها نسبت به هم قوی تر می شود و بهم نزدیک تر می شوند و طول پیوند کوتاه تر از حد انتظار می شود. پس آنتالپی پیوند افزایش می یابد. $H - F > H - H$

## پیوند با زندگی (ادویه ها)

- ادویه ها افزون بررنگ، بو ومزه خوشایندی که به غذامیدهند،مصرف دارویی نیزدارند
- برای جلوگیری از گرسنگی ، افزایش سوخت و ساز ، جلوگیری ازالتهاب ، پیشگیری از سرطان و گاهی بهبود یا رفع آن بکار می روند.
- خواص موجود در ادویه ها به طور عمده وابسته به ترکیب های آلی موجود در آنها است .
- در ادویه ها ترکیب هایی وجود دارند که در ساختار خود ، افزون بر اتم های هیدروژن و کربن ، اتم های اکسیژن ، گاهی نیتروژن و گوگرد نیز دارند .
- تفاوت در خواص ادویه ها به دلیل تفاوت در ساختار این مواد آلی است .
- بررسی مواد آلی موجود در ادویه ها نشان می دهد که وجود آرایش ویژه ایی از اتم ها به نام **گروه عاملی** نقش تعیین کننده ایی در خواص آنها دارد .

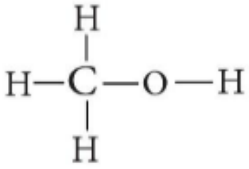
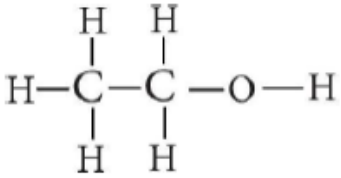
**گروه عاملی :** گروه های عاملی شیمی آلی ؛ به گروه های معینی از اتم های یک مولکول گفته می شود که در واکنش های شیمیایی ویژه آن مولکول شرکت می کنند و دلیل اصلی رفتارهایی هستند که یک مولکول از خو در طول واکنش نشان می دهد .

❖ گروه های عاملی یکسان در مولکول های مختلف به واکنش شیمیایی یکسان در آن مولکول ها می انجامند و حتی برخی خواص فیزیکی مشابه در مولکولها ، بخاطر وجود گروه های عاملی یکسان در آن مولکول هاست.

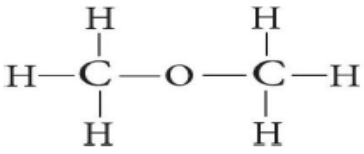
گروه های عاملی : در جدول های زیر خلاصه ی گروه های عاملی آورده شده است .

### الکل ها :

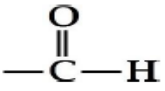
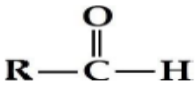
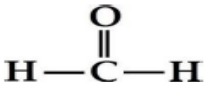
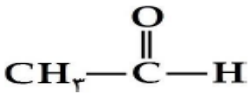
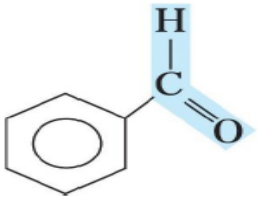
بوی گل های رز و محمدی ناشی از مولکول های آلی با گروه عاملی الکلی در آنها است.

| گروه عاملی الکل ها | شکل کلی الکل ها | مثال هایی از الکل ها |
|---|---|---|
| $-OH$<br>گروه عاملی الکلی(هیدروکسیل) | $R-OH$<br>**نکته :** R و می توانند گروه های کربن دار مثل متیل ($CH_3$) اتیل ($C_2H_5$) یا ..... باشد .<br>**تذکر :** R نمی تواند هیدروژن(H) باشد . چون اگر به جای R هیدروژن قرار گیرد مولکول حاصل مولکول آب خواهد بود نه یک الکل . |  <br>نام : متانول (متیل الکل ، الکل چوب) ساده ترین الکل محسوب می شود .<br>فرمول مولکولی : $CH_3OH$<br>  <br>نام : اتانول (اتیل الکل ، الکل میوه)<br>فرمول مولکولی : $C_2H_5OH$ |

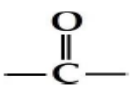
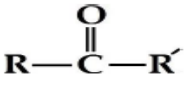
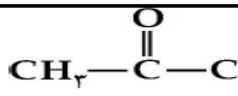
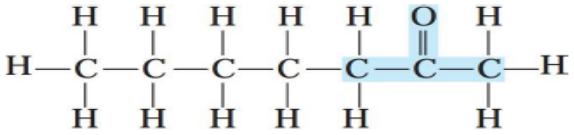
## اترها :

| گروه عاملی اترها | شکل کلی اترها | مثالی از اترها |
|---|---|---|
| —O— <br> گروه عاملی اتری | $R—O—R'$ <br> **نکته :** $R$ و $R'$ می توانند گروه های کربن دار مثل متیل ($CH_3$) اتیل ($C_2H_5$) یا ..... باشد . <br> **تذکر :** $R$ و $R'$ نمی توانند هیدروژن ($H$) باشند . |  <br> نام : دی متیل اتر <br> ساده ترین اتر محسوب می شود . <br> فرمول مولکولی : $C_2H_6O$ |

## آلدهید ها :

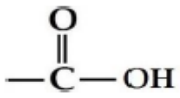
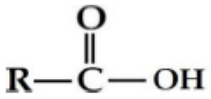
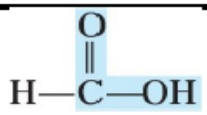
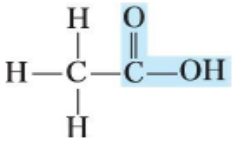
| گروه عاملی آلدهید ها | شکل کلی آلدهید ها | مثال هایی از آلدهید ها |
|---|---|---|
|  <br> گروه عاملی آلدهیدی |  <br> **نکته :** $R$ می تواند هیدورژن ($H$) یا گروه های کربن دار مثل متیل ($CH_3$) اتیل ($C_2H_5$) یا حلقه ی بنزنی ($C_6H_6$) باشد . |  <br> این ترکیب ساده ترین آلدهید است . <br> نام : فرمالدهید (متانال) <br> فرمول مولکولی : $CH_2O$ <br> محلول آبی آن برای نگهداری نمونه های جانوری به کار می رود . <br>  <br> نام : استالدهید (اتانال) <br> فرمول مولکولی : $C_2H_4O$ <br>  <br> نام : بنز آلدهید |

## کتون ها :

| گروه عاملی کتون ها | شکل کلی کتون ها | مثال هایی از کتون ها |
|---|---|---|
|  <br> گروه عاملی کتونی(کربونیل) |  <br> **نکته :** $R$ و $R'$ می توانند گروه های کربن دار مثل متیل ($CH_3$) اتیل ($C_2H_5$) یا ..... باشد . <br> **تذکر :** $R$ و $R'$ نمی توانند هیدروژن ($H$) باشند چون اگر حتی یکی از این دو هیدروژن باشد . ماده ی مورد نظر دیگر کتون نیست و یک آلدهید می باشد . |  <br> این ترکیب ساده ترین کتون است . <br> نام : ۲- پروپانون (پروپان یا استون) <br>  <br> نام : ۲- هپتانون |

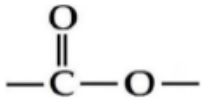
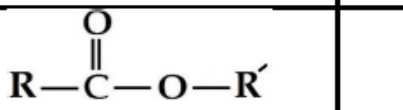
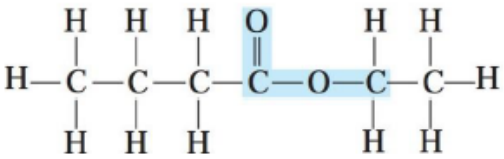
## کربوکسیلیک اسیدها (اسید های آلی) :

ریواس ، لیمو ، پرتقال ، نارنگی و انواع ترشی ها دارای اسیدهای آلی هستند .

| گروه عاملی کربوکسیلیک اسیدها | شکل کلی کربوکسیلیک اسیدها | مثال هایی از کربوکسیلیک اسیدها |
|---|---|---|
|  گروه عاملی اسیدی(کربوکسیل) |  **نکته :** R می تواند هیدروژن (H) یا گروه های کربن دار مثل متیل ($CH_3$) اتیل ($C_2H_5$) یا ..... باشد . |  این ترکیب ساده ترین کربوکسیلیک اسید است . نام : فرمیک اسید (متانوییک اسید) چون این اسید در بدن مورچه وجود دارد به آن **جوهر مورچه** نیز گفته می شود .  نام : استیک اسید (اتانوییک اسید) چون این ترکیب در سرکه یافت می شود به آن **جوهر سرکه** نیز گفته می شود . |

## استر ها :

استرها یکی دیگر از ترکیب های آلی هستند که طعم و بوی خوش گل ها و میوه ها به دلیل وجود این مواد در آنها است .

| گروه عاملی استرها | شکل کلی استرها | مثال هایی از استرها |
|---|---|---|
|  گروه عاملی استری |  **نکته :** R می تواند هیدروژن (H) یا گروه های کربن دار مثل متیل ($CH_3$) اتیل ($C_2H_5$) یا ..... باشد . R′ فقط می تواند گروه های کربن دار باشد . چون اگر به جای R′ ، هیدروژن(H) قرار بگیرد ترکیب مورد نظر تبدیل به کربوکسیلیک اسید می شود . |  نام : اتیل بوتانوات مزهٔ آناناس ناشی از اتیل بوتانوات موجود در آن است . |

- با توجه به جداول بالا ، مشخص است که **الکل ها با اترها** ، **آلدهیدها با کتون ها** و **اسیدها با استرها** ایزومرند
- **ایزومر :** به موادی که فرمول مولکولی ( و فرمول تجربی ) یکسان ، اما ساختار ( فرمول ساختاری ) متفاوتی دارند ، ایزومر یا همپار می گویند .
- ترکیباتی که در یک خانواده قرار دارند ، هومولوگ ( هم رده ) می گویند .

**نکته ی مهم :** مطالب مربوط به نوع و نام گروه های عاملی موجود در چند نمونه ادویه ( مانند : بادام ، میخک ، زردچوبه ، دارچین ، گشنیز و رازیانه )درصفحات قبل،درقالب یک تمرین آورده شده است که دراینجا از ذکر مجدد آنها خودداری می کنیم.

- اولین عامل های شناخته شده در کتاب شیمی یازدهم ، پیوند دوگانه با نام عامل آلکنی و پیوند سه گانه با نام عامل آلکینی و ترکیبات آروماتیک با نام عامل بنزنی می باشند. قرارگرفتن اتم های هالوژن به جای هیدروژن درآلکان ها نیز به آن ها خواص و رفتار ویژه ایی می بخشد .
- به گروه $-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-$ کربونیل گفته می شود . مهمترین تفاوت گروه عاملی آلدهیدی و کتونی ، اتم هیدروژن متصل به گروه کربونیل در گروه عاملی آلدهیدی است .
- ساده ترین آلدهید یک کربن ( فرمالدهید $H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$ ) وساده ترین کتون،۳ کربن(استون $CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3$ ) دارد.
- استون یک ترکیب آلی اکسیژن دار است که در صنعت و آزمایشگاه به عنوان حلال کاربرد دارد . ( نام دیگر استون ، پروپانون می باشد )
- الکل ها به دلیل برقراری پیوند هیدروژنی نسبت به اترهای هم کربن ، نقطه ی جوش بالاتری دارند .

## فرمول مولکولی و تعداد پیوند کووالانسی

برای به دست آوردن فرمول مولکولی و تعیین تعداد پیوندهای کووالانسی به روش زیر عمل می کنیم :

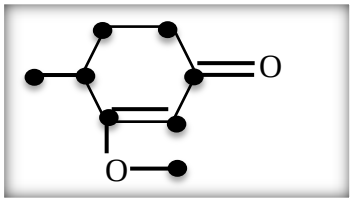
I. تعداد کربن ها شمارش می شود .

II. با توجه به فرمول عمومی آلکانها که به ازای $n$ تا کربن $2n+2$ هیدروژن وجود دارد، تعداد هیدروژن ها را از روی فرمول می نویسیم.

III. به ازای وجود هر حلقه یا پیوند پای ( $\pi$ ) دو اتم هیدروژن کسر می شود .

**مثال :** برای نوشتن فرمول مولکولی ترکیب زیر،نقاط شمارش می شود. $C_8$ ، $(n=8)$ پس مطابق فرمول : $C_8H_{2\times8-2}$ یعنی $C_8H_{18}$ خواهد شد . حال به ازای دو پیوند پای ( $\pi$ ) ، ۴ اتم و به ازای یک حلقه ، دو اتم ، جمعاً ۶ اتم هیدروژن کسر میشود:

$$C_8H_{18}-6H \rightarrow C_8H_{12}$$




تذکر ۱ : حضور اکسیژن در ترکیب ، در تعداد اتم های هیدروژن تأثیری ندارد ، اما اگر نیتروژن داشته باشیم ، به ازای هر اتم نیتروژن ، یک اتم هیدروژن افزوده می شود .

تذکر ۲ : به ازای وجود هر حلقه ی بنزن در ساختار مولکول ، ۸ اتم هیدروژن از فرمول اصلی کسر می شود .

$$\text{تعداد پیوند کووالانسی} = \frac{1}{2}\left(\text{تعداد هیدروژن} + (4 \times \text{تعداد کربن}) + (2 \times \text{تعداد اکسیژن})\right)$$

**تعداد جفت الکترون غیر پیوندی در یک ترکیب آلی $=$ تعداد اکسیژن $\times 2$**

B.Kolivanda

## آنتالپی سوختن

- آنتالپی سوختن یک ماده هم ارز با آنتالپی واکنشی است که در آن یک مول ماده در اکسیژن کافی به طور کامل می سوزد .
- **فرایند سوختن** : یک تغییر شیمیایی که درآن یک ماده به سرعت با اکسیژن واکنش می دهد و بخشی از انرژی پتانسیل مواد واکنش دهنده ، به شکل گرما و نور آزاد می شود.
- آزاد شدن انرژی در واکنش های سوختن بسیار زیاد است، به گونه ایی که سوخت های فسیلی تکیه گاهی برای تأمین انرژی در صنعت ، کشاورزی و زندگی روزانه می باشند.
- به هنگام سوختن، بخشی از انرژی بصورت نور و ... ، خارج می شود؛ پس بخش دیگر آن بصورت انرژی پتانسیل پیوندی در فراورده ها ذخیره می شود .
- تفاوت سوختن کامل وناقص،به میزان اکسیژن موجوددرواکنش بستگی دارد.اگر اکسیژن زیادباشد،سوختن کامل انجام می شود.
- شعله ی سوختن کامل آبی ، ولی سوختن ناقص زرد است .
- آنتالپی سوختن گرمی ( ارزش سوختی ) یک ماده هم ارز با آنتالپی واکنشی است که درآن یک مول ماده دراکسیژن کافی ، به طور کامل می سوزد .

جرم مولی ماده ی سوختنی × گرمای سوختن گرمی = گرمای مولی سوختن

## تغییرات آنتالپی سوختن با افزایش جرم مولی

**۱)** در یک گروه هیدروکربنی ، هرچه تعداد کربن ها (ماده ی سوختنی ) بیشتر باشد ، گرمای سوختن مولی نیز بیشتر است .

**۲)** در هیدروکربن های هم کربن ، هرچه تعداد هیدروژن بیشتر باشد ، گرمای سوختن مولی نیز بیشتر است .

$$C_2H_{2\,(g)} \quad < \quad C_2H_{4\,(g)} \quad < \quad C_2H_{6\,(g)}$$

**۳)** گرمای سوختن مولی هیدروکربن ها از الکل های هم کربن بیشتر است ،

به دلیل داشتن پیوند $C-O-H$ ، بخشی از آن به صورت نیم سوخته درآمده است، پس بقیه آن گرمای کمتری آزادمیکند.

**۴)** هرچه جرم مولی هیدروکربن بیشتر باشد ، ارزش سوختی آن کمتر است .

چون جرم با ارزش سوختی رابطه ی عکس دارد.

$$\text{ارزش سوختی} = \frac{\text{گرمای مولی سوختن}}{\text{جرم مولی}}$$

**۵)** هرچه جرم مولی الکل بیشتر باشد ، ارزش سوختی نیز بیشتر می شود .

زیرا نسبت کسر به دست آمده بیشتر تحت تأثیر افزایش آنتالپی مولی قرار می گیرد.

❖ یکی از فراورده های سوختن کامل مواد آلی در دمای اتاق ، $H_2O$ است که حالت مایع دارد .

### حل مسائل مربوط به گرمای واکنش

❖ برای حل چنین مسائلی می توان از فرمول استوکیومتری زیر استفاده کرد :

$$\text{گرمای آزادشده}(\mathbf{KJ}) = \text{جرم ماده سوختنی}(g) \times \frac{1mol}{\text{جرم مولی}} \times \frac{\Delta H}{1mol}$$

**مثال** : با توجه به واکنش زیر ، چند گرم اتانول بسوزانیم تا دمای $500\ g$ آب از $25^\circ C$ به $50^\circ C$ برسد ؟

ظرفیت گرمایی ویژه آب $= 4/18\ J.g^{-1}.^\circ C^{-1}$ $\qquad C_2H_5OH = 46\ g.mol^{-1}$.

$$C_2H_5OH_{(l)} + 3O_{2\,(g)} \rightarrow 2CO_{2\,(g)} + 3H_2O_{(l)} \qquad \Delta H = -1368\ KJ$$

$$q = mC\Delta\theta = 500 \times 4/18 \times (50 - 25) = 52250\,J = 52.250\,KJ$$

$$52.250\ \text{KJ} = (g)\text{جرم ماده سوختنی} \times \frac{1mol}{46} \times \frac{1368}{1mol} \quad \rightarrow \quad \text{جرم ماده سوختنی} = 1/76\ \text{g}$$

## ارزش سوختی مواد غذایی

- ✓ بدن ما از غذا ،مواد گوناگونی دریافت می کند. این مواد شامل کربوهیدرات ها، چربی ها ، پروتئین ها ، آب ، ویتامین ها و مواد معدنی بوده که سه ماده ی نخست افزون بر تأمین مواداولیه برای سوخت و ساز یاخته ها ، منابعی برای تأمین انرژی آنها نیز هستند .
- ✓ در این میان تنها کربوهیدرات ها هستند که در بدن به گلوکز شکسته شده و گلوکز حاصل از آنها در خون حل می شود .
- ✓ گلوکز ، قند خون است و هنگام اکسایش آن در یاخته ها ، انرژی تولید می شود .
- ✓ چربی ارزش سوختی بیشتری از کربوهیدرات ها و نیز پروتئین ها دارد . به سخن دیگر ، انرژی حاصل از اکسایش یک گرم چربی بیشتر از دو ماده ی غذایی دیگر( کربوهیدرات ها و پروتئین ها ) است .
- ✓ میزان انرژی موردنیاز بدن هر فرد به : ۱) وزن ۲) سن ۳) میزان فعالیت های روزانه ی او بستگی دارد .

### سوخت سبز

**به اتانول سوخت سبز می گویند.**

- سوخت های سبز در ساختار خود افزون بر هیدروژن و کربن ، اکسیژن نیز دارند .
- سوخت های سبز از پسماندهای گیاهانی مانند سویا ، نیشکر و دیگر دانه های روغنی ، استخراج می شوند .
- مطابق واکنش زیر ، از تخمیر بی هوازی گلوکز به دست می آید : $C_6H_{12}O_{6\,(aq)} \rightarrow 2C_2H_5OH_{(aq)} + 2CO_{2\,(g)}$
- واکنش سوختن پروتئین ها در آزمایشگاه با واکنش اکسایش آنها در بدن متفاوت است ؛

زیرا پروتئین ها موادآلی نیتروژن دار هستند که از سوختن کامل آنها افزون بر آب ، گاز کربن دی اکسید و انرژی ، گاز نیتروژن نیز تولید می شود. در حالیکه از اکسایش آنها در بدن ، نیتروژن به طور عمده به شکل اوره در می آید.

## قسمت پنجم : روش های تعیین $\Delta H$ واکنش های شیمیایی

### جای خالی

**۱• هر یك از عبارات داده شده را با استفاده از واژه های درون کادر کامل کنید .** ( *برخی از واژه ها اضافی هستند* )

پلی اتیلن – دقت بالا – آنتالپی – گرماسنج لیوانی – مستقیم – پلی استایرن – متان – قانون هس - هابر

آ) یکی از هدف هایی که در ترموشیمی دنبال میشود ، اندازه گیری گرمای یک واکنش با ..... است .

ب) در روش ..... با استفاده از ..... گرمای یک واکنش را درفشار ثابت ، یعنی گرمایی که هم ارز با ..... واکنش است ، اندازه گیری می کنند .

پ) جنس لیوان استفاده شده در گرماسنج لیوانی ، ..... است .

ت) ساده ترین هیدروکربن و نخستین عضو خانواده ی آلکان ها ..... است .

ث) ..... به جمع پذیری گرمای واکنش ها معروف است .

ج) آمونیاک را می توان به روش ..... از گازهای سازنده اش ( نیتروژن و هیدروژن ) تولید کرد .

**درست یا نادرست**

**۲• جملات زیر را با دقت مورد بررسی قرار دهید و درست یا نادرست بودن آن ها را مشخص کنید :**

a) در روش غیرمستقیم با استفاده از گرماسنج می توان گرمای یک واکنش را در فشار ثابت اندازه گیری کرد .

b) با وارد کردن نمک آمونیوم نیترات در گرماسنج لیوانی ، دمای محتویات درون گرماسنج بالا می رود .

c) آنتالپی همه ی واکنش های شیمیایی را می توان به روش گرماسنجی اندازه گیری کرد .

d) اتان از تجزیه ی گیاهان به وسیله ی باکتری های بی هوازی در زیر آب تولید می شود .

e) اگر معادله ی واکنشی را بتوان از جمع معادله ی دو یا چند واکنش دیگر بدست آورد ، $\Delta H$ آن واکنش نیز از جمع جبری $\Delta H$ همان واکنش ها به دست می آید .

f) آب اکسیژنه از واکنش مستقیم گازهای هیدروژن و اکسیژن تولید می شود .

g) $\Delta H$ واکنش تولید کربن مونواکسید از گرافیت و گاز اکسیژن را می توان به روش تجربی تعیین کرد .

**انتخاب کنید**

**۳• هر یك از عبارات زیر را با انتخاب یکی از موارد داده شده ، کامل کنید :**

a) در روش $\frac{\text{غیر مستقیم}}{\text{مستقیم}}$ با استفاده از $\frac{\text{گرماسنج لیوانی}}{\text{گرماسنج بمبی}}$ گرمای یک واکنش را در فشارثابت، گرمایی که هم ارز با $\frac{\text{انرژی شیمیایی}}{\text{آنتالپی}}$ واکنش است، اندازه گیری می کنند.

b) آنتالپی بسیاری ازواکنشهای شیمیایی را $\frac{\text{می توان}}{\text{نمی توان}}$ به روش $\frac{\text{غیر مستقیم}}{\text{مستقیم}}$ اندازه گیری کرد ، زیرابرخی ازآنها مرحله ایی ازیک واکنش $\frac{\text{پیچیده}}{\text{ساده}}$ هستند .

c) در واکنش تولید آمونیاک به روش $\frac{\text{هابر}}{\text{هس}}$ ابتدا $\frac{\text{هیدرازین}}{\text{آمونیاک}}$ که سطح انرژی $\frac{\text{بالاتری}}{\text{پایین تری}}$ نسبت به آمونیاک دارد، تولید میشود .

تعیین $\Delta H$ واکنش تولید این ماده ، از گازهای نیتروژن وهیدروژن به روش مستقیم امکان پذیر $\frac{\text{است}}{\text{نیست}}$ .

**۴• هر یك از عبارات های ستون A با یك واژه از ستون B در ارتباط است .این ارتباط را پیدا کنید.** (*برخی از واژه های ستون* **B** *اضافی هستند*)

| ستون A | ستون B |
|---|---|
| آ ) با آن گرمای سوختن یک ماده را به طور دقیق اندازه گیری می کنند. | *a* ) هابر |
| پ ) نخستین بار از سطح مرداب ها جمع آوری شده است. | *b* ) گرماسنج لیوانی |
| پ ) نام تجاری آب اکسیژنه است. | *c* ) نیتروژن مونواکسید |
| ت) برای اندازه گیری $\Delta H$ یک واکنش در فاز محلول به کار می رود. | *d* ) هنری هس |
| ث ) از گازهای آلاینده ی خارج شده از اگزوز خودروها | *e* ) هیدروژن پر اکسید |
| ج ) نام فرایند تولید آمونیاک از گازهای نیتروژن و هیدروژن . | *f* ) گرماسنج بمبی |
| ح ) نخستین بار دریافت که گرمای یک واکنش معین ، به مسیر انجام گرفتن آن فرایند وابسته نیست . | *g* ) گوگرد دی اکسید |
| | *h* ) متان |
| | *i* ) دی هیدروژن دی اکسید |

**مهارتی**

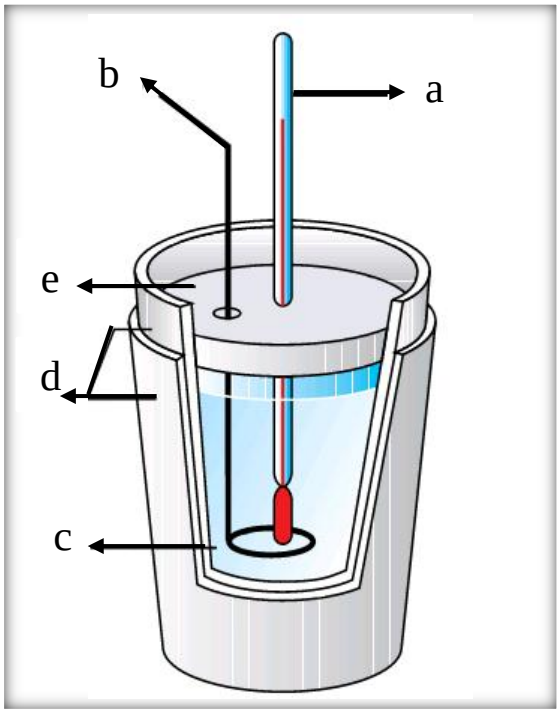
**۵• به پرسش های زیر پاسخ دهید :**

**آ)** چرا گرمای بسیاری از واکنش های شیمیایی را نمی توان به طور مستقیم تعیین کرد ؟

**ب)** چرا گرماسنج لیوانی برای اندازه گیری $\Delta H$ واکنش هایی که با مواد گازی سر و کار دارند ، مناسب نیست ؟

**ت)** چرا برای اندازه گیری $\Delta H$ ، گرماسنجی مناسب تر است که ظرفیت گرمایی کمی داشته باشد ؟

**پ)** چرا نمی توان $\Delta H$ واکنش تولید کربن مونو اکسید را از گرافیت و گاز اکسیژن به روش تجربی تعیین کرد ؟




**۶• با توجه به شکل :**

**آ)** هریک از قسمت های (a) تا (e) را بر روی شکل ، مشخص کنید .

**ب)** با انحلال ۱/۳۴ گرم سدیم اکسید در ۲۰۰ گرم آب درون گرماسنج ، مطابق واکنش زیر ، دماسنج از دمای $25°C$ به دمای $29°C$ می رسد . $\Delta H$ واکنش را به دست آورید .

ظرفیت گرمایی ویژه آب $= 4/18\ J.g^{-1}.°C^{-1}$

ظرفیت گرمایی گرماسنج $= 300\ J.°C^{-1}$

$$Na_2S_{(S)} + H_2O_{(l)} \rightarrow 2NaOH_{(aq)} \qquad \Delta H = ?$$

**۶• با توجه به واکنش های داده شده ، $\Delta H$ واکنش زیر را بدست آورید.**

$$N_2H_{4\,(S)} + O_{2\,(g)} \rightarrow N_{2\,(g)} + 2H_2O_{(g)}$$

1) $N_{2\,(g)} + 3H_{2\,(g)} \rightarrow 2NH_{3\,(g)} \qquad \Delta H = -92\ KJ$
2) $H_{2\,(g)} + O_{2\,(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)} \qquad \Delta H = -242\ KJ$
3) $N_2H_{4\,(g)} + H_{2\,(g)} \rightarrow 2NH_{3\,(g)} \qquad \Delta H = -187\ KJ$

**۷) چند گرم سیلیس با درصدخلوص ۶۰٪ در اثرمبادله ی ۳۲۹ کیلوژول باتوجه به واکنش های داده شده مصرف می شود؟**

$$SiO_{2\,(s)} + 2C_{(S،\text{گرافیت})} + Cl_{2\,(g)} + 2Mg_{(s)} \rightarrow Si_{(s)} + 2MgCl_{2\,(s)} + 2CO_{(g)} \qquad \Delta H = ?$$

1) $SiO_{2\,(s)} + 2C_{(S،\text{گرافیت})} \rightarrow Si_{(s)} + 2CO_{(g)} \qquad \Delta H_1 = 690\ KJ$
2) $SiCl_{2\,(s)} \rightarrow Si_{(s)} + 2Cl_{2\,(g)} \qquad \Delta H_2 = 657\ KJ$
3) $SiCl_{2\,(s)} + 2Mg_{(s)} \rightarrow 2MgCl_{2\,(s)} + Si_{(s)} \qquad \Delta H_3 = 625\ KJ$

**۸) گرمای واکنش زیر را با توجه به واکنش های داده شده به دست آورید.**

$$C_{(s)} + H_2O_{(g)} \rightarrow CO_{(g)} + H_{2\,(g)} \qquad \Delta H = ?$$

1) $CO_{2\,(g)} \rightarrow C_{(s)} + O_{2\,(g)} \qquad \Delta H_1 = 393/5\ KJ$
2) $2CO_{(g)} + O_{2\,(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} \qquad \Delta H_2 = -566\ KJ$
3) $\frac{1}{2}O_{2\,(g)} + H_{2\,(g)} \rightarrow H_2O_{(g)} \qquad \Delta H_3 = -241/8\ KJ$

۹) گرمای واکنش زیر را با توجه به واکنش های داده شده به دست آورید.

$$2N_{2\,(g)} + 6H_{2\,(g)} + 5O_{2\,(g)} \rightarrow 4NO_{\,(g)} + 6H_2O_{(l)} \qquad \Delta H = ?$$

1) $N_{2\,(g)} + 3H_{2\,(g)} \rightarrow NH_{3\,(g)} \qquad \Delta H_1 = -92/2\ KJ$
2) $4NH_{3\,(g)} + 5O_{2\,(g)} \rightarrow 4NO_{\,(g)} + 6H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_2 = -1169/2\ KJ$

۱۰) با توجه به واکنش های داده شده ، برای تولید ۵/۶ لیتر گاز هیدروژن در واکنش

$$N_2H_{4\,(l)} + 2H_2O_{2(l)} + N_{2\,(g)} \rightarrow 4NO_{\,(g)} + 4H_2O_{(l)}$$

چند کیلوژول گرما مبادله می شود ؟

1) $N_2H_{4\,(l)} + 5O_{2\,(g)} \rightarrow N_{2\,(g)} + 2H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_1 = -622\ KJ$
2) $H_{2\,(g)} + \frac{1}{2}O_{2\,(g)} \rightarrow H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_2 = -286\ KJ$
3) $H_{2\,(g)} + O_{2\,(g)} \rightarrow H_2O_{2(l)} \qquad \Delta H_3 = -188\ KJ$

۱۱) دی بوران ( $B_2H_6$ ) یک هیدرید بور بسیار واکنش پذیر است که می تواند با اکسیژن هوا بسوزد .

$$B_{(s)} + 3H_{2\,(g)} \rightarrow B_2H_{6\,(g)}$$

به کمک آنتالپی واکنش های داده شده ، آنتالپی واکنش بالا را محاسبه کنید.

1) $2B_{\,(s)} + \frac{3}{2}O_{2\,(g)} \rightarrow B_2O_{3(s)} \qquad \Delta H_1 = -1273\ KJ$
2) $B_2H_{6\,(g)} + 3O_{2\,(g)} \rightarrow B_2O_{3(s)} + 3H_2O_{(g)} \qquad \Delta H_2 = -2035\ KJ$
3) $H_{2\,(g)} + \frac{3}{2}O_{2\,(g)} \rightarrow H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_3 = -286\ KJ$
4) $H_2O_{(l)} \rightarrow H_2O_{(g)} \qquad \Delta H_4 = 44\ KJ$

۱۲) $\Delta H$ را برای واکنش زیر ، با استفاده از معادلات ترموشیمی داده شده ، به دست آورید.

$$Fe_2O_{3\,(s)} + 3CO_{(g)} \rightarrow 2Fe_{(s)} + 3CO_{2(g)}$$

1) $3Fe_2O_{3\,(s)} + CO_{(g)} \rightarrow Fe_3O_{4\,(s)} + 3CO_{2(g)} \qquad \Delta H_1 = -46/4\ KJ$
2) $FeO_{(s)} + CO_{(g)} \rightarrow Fe_{(s)} + 2CO_{2(g)} \qquad \Delta H_2 = 90\ KJ$
3) $Fe_2O_{3\,(s)} + CO_{(g)} \rightarrow FeO_{(s)} + CO_{2(g)} \qquad \Delta H_3 = -41\ KJ$

۱۳) مقدار ۵۸ گرم از نمونه ای از $HNO_3$ درون یک گرماسنج درآب حل می شود و دما به اندازه ۰/۵۱۱ درجه سانتیگراد افزایش می یابد .گرمای مولی انحلال $HNO_3$ رابرحسب کیلوژول محاسبه کنید (ظرفیت کل گرمایی گرماسنج برابر با $5/16\ \frac{KJ}{^\circ C}$ است)

( O=16 H=1 N=14 $g.mol^{-1}$ )

۱۴) معادلات زیر و مقدار $\Delta H$ آنها داده شده است . گرمای واکنش برای واکنش زیر که در یک باتری اتومبیل انجام می گیرد را تعیین کنید.

$$N_{2\,(g)} + \frac{1}{2}O_{2\,(g)} \rightarrow N_2O_{(g)}$$

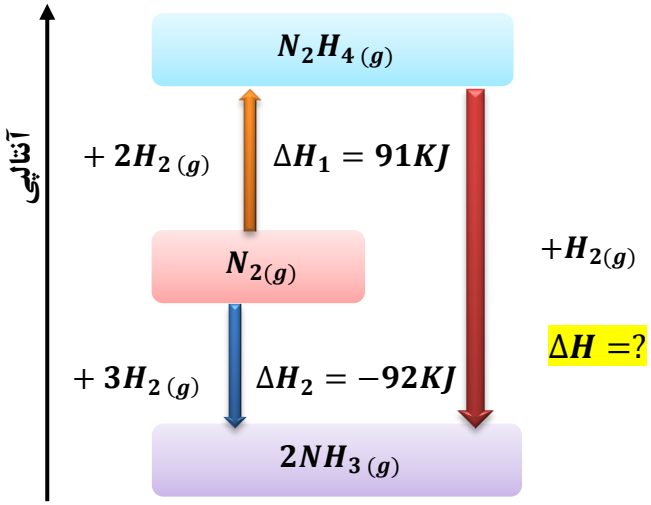
1) $2NH_{3\,(g)} + 3N_2O_{(g)} \rightarrow 4N_{2\,(g)} + 3H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_1 = -1010\ KJ$
2) $NH_{3\,(g)} + 3O_{2\,(g)} \rightarrow 2N_{2\,(g)} + 6H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_2 = -1531\ KJ$

**۱۵) با توجه به نمودار زیر به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید .**

آ) علامت و مقدار $\Delta H$ را به دست آورید.

ب) معادلات گرماشیمیایی هر مرحله را بنویسید.

ت) واکنش نیتروژن درکدام جهت آسان تر پیش می رود؟ چرا ؟




**۱۶) با توجه به واکنش های گرماشیمی داده شده ، $\Delta H$ واکنش زیر را بدست آورید.**

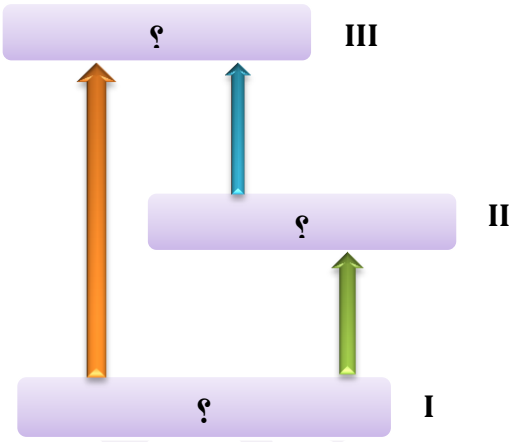
$$2NH_{3\,(g)} + 3N_2O_{(g)} \rightarrow 4N_{2\,(g)} + 3H_2O_{(l)}$$

1) $NH_{3\,(g)} + 3O_{2\,(g)} \rightarrow 2N_{2\,(g)} + 6H_2O_{(l)} \quad \Delta H_1 = -1531\ KJ$

2) $N_2O_{(g)} + H_{2\,(g)} \rightarrow N_{2\,(g)} + H_2O_{(l)} \quad \Delta H_2 = -367/4\ KJ$

3) $H_{2\,(g)} + \frac{1}{2}O_{2\,(g)} \rightarrow H_2O_{(g)} \quad \Delta H_3 = -285/9\ KJ$

**۱۷) با توجه به شکل روبرو و معادله واکنش های زیر ، می توان دریافت که $\Delta H$ واکنش (۳) برابر با ..... کیلوژول است و ..... محتوای(سطح) انرژی ..... را نشان می دهد.**




1) $A + B \rightarrow C \quad \Delta H_1 = -100\ KJ$

2) $C + B \rightarrow D \quad \Delta H_2 = -50\ KJ$

3) $A + 2B \rightarrow D \quad \Delta H_2 =?$

**۱۸) با توجه به واکنش های روبه رو :**

**$\Delta H$ واکنش $N_2O_{(g)} + NO_{2\,(g)} \rightarrow 3NO_{(g)}$**

**برابر با چند کیلوژول است؟**

1) $N_2O_{(g)} \rightarrow O_{2\,(g)} + 2N_{2(g)} \quad \Delta H_1 = a$

2) $N_{2(g)} + O_{2\,(g)} \rightarrow 2NO_{(g)} \quad \Delta H_2 = b$

3) $2NO_{(g)} + O_{2\,(g)} \rightarrow 2NO_{2(g)} \quad \Delta H_1 = c$

**۱۹) با توجه به واکنش های زیر ؛**

**گرمای مبادله شده برای کاهش هرمول آهن(III)اکسید به فلز آهن، برابر چند کیلوژول بر مول است؟**

1) $Fe_3O_{4\,(s)} + CO_{(g)} \rightarrow FeO_{\,(s)} + CO_{2(g)} \quad \Delta H_1 = 22\ KJ$

2) $Fe_{(s)} + CO_{2(g)} \rightarrow FeO_{(s)} + 2CO_{(g)} \quad \Delta H_2 = -11\ KJ$

3) $Fe_2O_{3\,(s)} + CO_{(g)} \rightarrow 2Fe_3O_{4(s)} + CO_{2(g)} \quad \Delta H_3 = -48/5\ KJ$

**۲۰) با توجه به واکنش های زیر :**

**$\Delta H$ تولید $ClF_{3\,(l)}$ از گازهای ClF و $F_2$ برابر با چندکیلوژول است ؟**

$$a)\quad O_{2\,(g)} + 2ClF_{(g)} \rightarrow Cl_2O_{(g)} + OF_{2\,(g)} \qquad \Delta H_1 = 168\ KJ$$
$$b)\quad O_{2\,(g)} + 2F_{2\,(g)} \rightarrow 2OF_{2\,(g)} \qquad \Delta H_2 = -44\ KJ$$
$$c)\quad ClF_{2\,(l)} + 2O_{2\,(g)} \rightarrow Cl_2O_{(g)} + 3OF_{2\,(g)} \qquad \Delta H_3 = 394\ KJ$$

**۲۱) نیتریک اسید به صورت**

**صنعتی از اکسایش امونیاک تهیه می شود. مقدارگرمای مبادله شده با یکای KJ برای تهیه هر مول نیتریک اسید با استفاده از واکنش $NH_{3\,(g)} + 2O_{2\,(g)} \rightarrow HNO_{3\,(aq)} + H_2O_{(l)}$ ، کدام است ؟**

$$1)\quad 4NH_{3\,(g)} + 5O_{2\,(g)} \rightarrow 4NO_{(g)} + 6H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_1 = a\ KJ$$
$$2)\quad HNO_{3\,(aq)} + NO_{(g)} \rightarrow 3NO_{2\,(g)} + 6H_2O_{(g)} \qquad \Delta H_2 = b\ KJ$$
$$3)\quad 2NO_{2(g)} \rightarrow O_{2\,(g)} + 2NO_{(g)} \qquad \Delta H_3 = c\ KJ$$

**۲۲) با توجه به واکنش های زیر :**

**برای تولید هرکیلوگرم گازآب،چندکیلوژول انرژی بایدمصرف شود؟** $(H = 1\ ،\ C = 12\ ،\ N = 14\ ،\ O = 16\ g.mol^{-1})$

$$1)\quad C_{(s\ ،\ \text{گرافیت})} + O_{2\,(g)} \rightarrow CO_{2\,(g)} \qquad \Delta H_1 = -394\ KJ$$
$$2)\quad CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2\,(g)} \rightarrow CO_{2\,(g)} \qquad \Delta H_2 = -283\ KJ$$
$$3)\quad 2H_{2\,(g)} + O_{2\,(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)} \qquad \Delta H_3 = -490\ KJ$$

**۲۳) با توجه به واکنش ؛**

$$C_3H_{8\,(g)} + 5O_{2\,(g)} \rightarrow 3CO_{2\,(g)} + 4H_2O_{(g)} \qquad \Delta H = -2056\ KJ$$

**اگر مخلوطی ازگازهای پروپان و اکسیژن به حجم ۲۶/۸۸ لیتر** ( *در شرایط* STP ) **با هم به طور کامل واکنش دهند** ( *چیزی از آن ها باقی نماند* ) **، چند کیلوژول گرما آزاد می شود ؟**

**۲۴)** 150 ml **محلول** $0/4\ mol.L^{-1}$ **از** $A_{(aq)}$ **، و** 100 ml **محلول** $0/5\ mol.L^{-1}$ **از** $X_{2\,(aq)}$ **، در دمای** 25°C **درون یک گرماسنج همدما مخلوط شده اند . اگر دمای پایانی برابر با** 27°C **باشد ، مقدار** $\Delta H$ **واکنش:** $A_{(aq)} + X_{2\,(aq)} \rightarrow Z_{(aq)}$ **چند کیلوژول است ؟**

( *چگالی و ظرفیت گرمایی ویژه همه ی محلول ها را مانند آب فرض کنید . در این فرآیند ، گرما تنها از واکنش شیمیایی تولید می شود . از گرمای جذب شده به وسیله بدنه گرماسنج صرفه نظر شود .* $d_{\text{آب}} = 1\ g.ml^{-1}$ ، $C_{\text{آب}} = 4/2\ J.g^{-1}.C^{-1}$ )

**۲۵) با انجام یک آزمایش در یک گرماسنج دارای ۹۰۰ گرم آب ، دمای آب به اندازه** 2 °C **بالاتر می رود . اگر در شرایط یکسان ، از ٤٦٠ گرم اتانول با دمای** 20°C **، بجای آب استفاده شود ، دمای پایانی گرماسنج به چند درجه می رسد ؟**

$C_{\text{اتانول}} = 110\ J.mol^{-1}.C^{-1}$ ، $C_{\text{آب}} = 75\ J.mol^{-1}.C^{-1}$ ، $H = 1$ ، $O = 16$ ، $C = 12\ g.mol^{-1}$

**۲۶) نمونه ای از هیدروکربن سیرشده و خالص در اکسیژن سوخته و** 17/6 g **کربن دی اکسید و** 312J **انرژی تولید می کند . آنتالپی استاندارد سوختن این ترکیب چند کیلوژول بر مول است ؟** $H = 1$ ، $O = 16$ ، $C = 12\ g.mol^{-1}$

## بررسی نکات مهم درس

✓ یکی از هدف های اصلی در ترموشیمی ، ***گرمای تولید شده*** یا ***مصرف شده*** در واکنش های شیمیایی با دقت بالا اندازه گیری شود .

✓ تعیین $\Delta H$ واکنش های شیمیایی به دو روش امکان پذیر است :

۱) **گرماسنجی** : روش مستقیم اندازه گیری $\Delta H$ یک واکنش که با استفاده از دو نوع گرماسنج امکان پذیر است :

I. گرماسنج لیوانی

II. گرماسنج بمبی

۲) **روشهای غیر مستقیم** ، برای تعیین $\Delta H$ که خود به چهار روش قابل محاسبه است :

I. جمع پذیری گرمای واکنش ها ، قانون هس

II. با استفاده از آنتالپی پیوند واکنش دهنده ها و فرآورده ها

III. با استفاده از آنتالپی تشکیل واکنش دهنده ها و فرآورده ها

IV. با استفاده از انرژی فعال سازی واکنش دهنده ها و فرآورده ها

**( نکته :** شماره های III و IV در سال آینده خواهید آموخت . **)**

### گرماسنجی ؛ روش مستقیم اندازه گیری $\Delta H$ یک واکنش

➢ گرماسنج دستگاهی است که برای اندازه گیری گرمای آزادشده ( یا جذب شده ) در یک واکنش شیمیایی ، دمای واکنش های شیمیایی و تغییرات فیزیکی و همچنین ظرفیت گرمایی ویژه از آن استفاده می شود.

➢ برای پیدا کردن آنتالپی تغییرات هرمول ماده ی $\mathbf{A}$ در واکنش با $\mathbf{B}$ ، مایعات بداخل گرماسنج ریخته شده ودمای اولیه و پایانی( پس از پایان واکنش) را یادداشت می کنیم. طبق فرمول $q = mC\Delta\theta$ ، میزان انرژی خارج شده ( یا جذب شده) در طول واکنش را می دهد .

➢ سپس با استفاده از رابطه ی زیر $\Delta H$ به دست می آید :

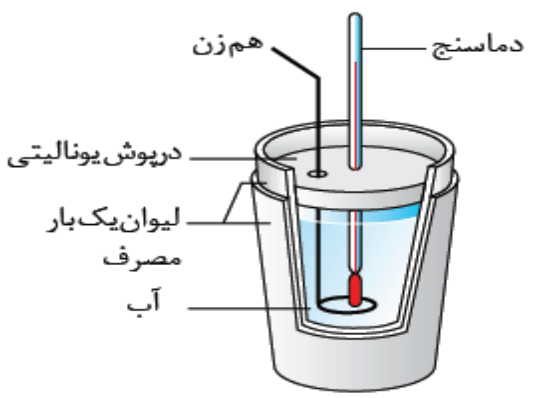
$$\textbf{گرمای آزاد شده}(KJ)(q) = (g)\textbf{جرم واکنش دهنده} \times \frac{1\,mol}{\textbf{جرم مولی}} \times \frac{\Delta H}{1\,mol}$$

**تذکر:** *دربرخی ازگرماسنجها میزان گرمایی که توسط محفظه ازبین میرودویا ظرفیت گرمایی دماسنج و محفظه رادرنظر نمی گیرند .*

### گرماسنج لیوانی

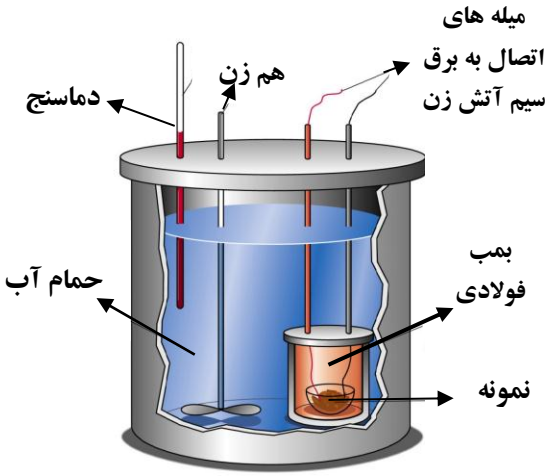
- گرماسنج لیوانی یک ظرف دوجداره است که بین دوجداره ی آن خلأ شده است .( *مانند دو لیوان که یکی کوچکتر و در داخل دیگری ، با فاصله کمی قرار گرفته*) ویا به هر نحو با ریختن مواد عایق گرما ، هوای آن خارج شده است .
- در یک گرماسنج خوب ، مشابه فلاسک ، جدار خارجی آن را برای جلوگیری از تشعشع ، آینه می کنند .
- گرماسنج شامل : دماسنج ، هم زن ، درپوش عایق و در بعضی گونه ها مجهز به یک فیلامان الکتریکی جهت گرم کردن محتویات درون آن است .
- در آزمایش های گرماسنجی به دلایل مختلف از جمله داشتن گرمای ویژه ی کاملاً معین و سهولت تبادل گرما و به تعادل رسیدن آن با مواد دیگر ، غالباً یکی از مواد مخلوط را ، آب اختیار می کنند .
- گرماسنج لیوانی برای اندازه گیری ***گرمای یک واکنش در فشار ثابت*** به کار برده می شود . این وسیله ، مخصوص واکنش هایی است که در محیط آبی انجام می شوند .

( **مانند** : *حل شدن نمک ها ، واکنش های اسید – باز ، تشکیل کمپلکس* )



- اگر دمای آین گرماسنج کاهش پیدا کند ، یعنی واکنش **گرماگیر** بوده و اگر دمای آن افزایش پیدا کند ، یعنی واکنش **گرماده** بوده است .
- گرماسنج لیوانی را می توان با استفاده از یک ظرف مناسب که با محیط بیرون ، گرما مبادله نکند ، ساخت . این ظرف می تواند دو لیوان یکبار مصرف ( *پلی استایرنی* ) باشد .

**گرماسنج بمبی**




- برای اندازه گیری دقیق گرمای سوختن یک ماده از گرماسنج بمبی استفاده می شود .
- در گرماسنج بمبی یک اتاقک وجود داره که در آن انجام می شود. این اتاقک درون یک حمام آب قراردارد که مرتبأدرحال به هم خوردن است .
- واکنش سوختن را می توان در این اتاقک انجام داد و به کمک افزایش دمای آب ، میزان گرما را محاسبه نمود .
- گرماسنج بمبی برای اندازه گیری **گرمای یک واکنش در حجم ثابت** به کار برده می شود.

## جمع پذیری گرمای واکنش ها ، قانون هس

- نخستین بار ، هنری هس دریافت که گرمای یک واکنش معین به راهی که برای انجام آن واکنش در پیش گرفته می شود ، بستگی دارد .
- استفاده از روش های غیرمستقیم برای تعیین $\Delta H$ ، زمانی برای یک واکنش معتبر است که شرایط انجام برای همه ی واکنشها یکسان باشد.شرایط یکسان موردنظر دراستفاده ازقانون هس عبارتنداز: دما ، فشار ، حالت فیزیکی و نوع آلوتروپ
- قانون هس براساس مفهوم $\Delta H$ ، به صورت زیر است :

« اگر معادله ی واکنشی را بتوان از جمع معادله ی دو یا چند واکنش دیگر به دست آورد ، $\Delta H$ آن واکنش نیز از جمع جبری $\Delta H$ همان چند واکنش ، به دست می آید . »

- قانونی که به جمع پذیری گرمای واکنش ها معروف است ، قانون هس نام دارد .

**قواعد رایج در ترموشیمی**

۱) هرگاه معادله ی واکنشی را وارونه کنیم ، $\Delta H$ آن هم برعکس می شود .

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O \qquad \Delta H_1 = -890\ KJ$$
$$CO_2 + 2H_2O \rightarrow CH_4 + 2O_2 \qquad \Delta H_2 = +890\ KJ$$

۲) اگر معادله ی واکنشی را در عدد $n$ ضرب کنیم ، $\Delta H$ واکنش نیز در $n$ ضرب می شود .

$$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O \qquad \Delta H_1 = -286\ KJ$$
$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O \qquad \Delta H_2 = 2 \times (-286) = -572\ KJ$$

۳) اگر ضرایب معادله ی واکنشی بر عدد $n$ تقسیم شود ، $\Delta H$ نیز بر همان عدد $n$ ، تقسیم می شود .

$$O_2 + 2NO \rightarrow 2NO_2 \qquad \Delta H_1 = -114\ KJ$$
$$\frac{1}{2}O_2 + NO \rightarrow NO_2 \qquad \Delta H_1 = \frac{-114}{2} = -57\ KJ$$

**٤) برای به دست آوردن واکنش اصلی براساس مجموع چند واکنش :**

I. ابتدا جهت واکنش ها را براساس موقعیت واکنش دهنده ها و فرآورده ها در واکنش اصلی ، همسو می کنیم.

II. سپس ذرات واکنش دهنده ی حدواسط که در هر دو طرف واکنش ها وجود دارند را حذف می کنیم .

III. دست آخر ضریب مجموع واکنش های به دست آمده را با ضریب ذرات در واکنش اصلی ، یکسان می کنیم .

**مثال :** نیتریک اسید به صورت صنعتی از اکسایش آمونیاک تهیه می شود .مقدار گرمای مبادله شده با یکای KJ ، برای تهیه هر مول نیتریک اسید با استفاده از واکنش : $NH_{3\,(g)} + 2O_{2\,(g)} \rightarrow HNO_{3\,(aq)} + H_2O_{(l)}$ ، کدام است ؟

1) $4NH_{3\,(g)} + 5O_{2\,(g)} \rightarrow 4NO_{\,(g)} + 6H_2O_{(l)}$ $\quad \Delta H_1 = -905\ KJ$

2) $2HNO_{3\,(aq)} + NO_{\,(g)} \rightarrow 3NO_{2\,(g)} + H_2O_{(l)}$ $\quad \Delta H_2 = 117\ KJ$

3) $2NO_{2(g)} \rightarrow O_{2\,(g)} + 2NO_{(g)}$ $\quad \Delta H_3 = 114\ KJ$

**مرحله (۱) :** واکنش طوری جمع بسته می شود که $O_2$ , $NH_3$ سمت واکنش دهنده ها باشد . ار آنجایی که $O_2$ در واکنش اول و سوم تکرار شده است، پس ملاک $NH_3$ خواهد بود و $H_2O$ و $HNO_3$ باید سمت فرآورده ها باشد و به دلیل تکراری بودن $H_2O$ ، ملاک $HNO_3$ خواهد بود . بنابراین ، واکنش اول بدون تغییر ، اما واکنش دوم را وارونه می نویسیم .

2) $3NO_{2\,(g)} + H_2O_{(g)} \rightarrow 2HNO_{3\,(aq)} + NO_{\,(g)}$ $\quad \Delta H_2 = -(117) = -117\ KJ$

**مرحله (۲) :** در واکنش سوم که ذرات حدواسط وجود دارد و باید حذف شوند ، به موقعیت آن ها در واکنش های دیگر ، توجه می شود . و این واکنش طوری جهت داده می شود که با جمع واکنش ها ، حذف شوند . چون $NO_2$ تکراری نیست ، پس موقعیت این ذره ملاک خواهد بود . یعنی واکنش سوم نیز مانند واکنش دوم ، وارونه می شود .

3) $O_{2\,(g)} + 2NO_{(g)} \rightarrow 2NO_{2(g)}$ $\quad \Delta H_3 = -(114) = -114\ KJ$

برای حذف ذره ی حدواسط $NO_2$ ، واکنش دوم را در عدد (۲) و واکنش سوم را در عدد (۳) ضرب می کنیم .

2) $2 \times (3NO_{2\,(g)} + H_2O_{(g)} \rightarrow 2HNO_{3\,(aq)} + NO_{\,(g)})$ $\quad \Delta H_2 = 2(-117)\ KJ$

**پس :**

2) $6NO_{2\,(g)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow 4HNO_{3\,(aq)} + 2NO_{\,(g)}$ $\quad \Delta H_2 = -234\ KJ$

**و نیز :**

3) $3(O_{2\,(g)} + 2NO_{(g)} \rightarrow 2NO_{2(g)})$ $\quad \Delta H_3 = 3(-114)\ KJ$

**پس :**

3) $3\,O_{2\,(g)} + 6NO_{(g)} \rightarrow 6NO_{2(g)}$ $\quad \Delta H_3 = -342\ KJ$

**حال هر سه واکنش را با هم جمع می کنیم :**

1) $4NH_{3\,(g)} + 5O_{2\,(g)} \rightarrow 4NO_{\,(g)} + 6H_2O_{(l)}$ $\quad \Delta H_1 = -905\ KJ$

2) $6NO_{2\,(g)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow 4HNO_{3\,(aq)} + 2NO_{\,(g)}$ $\quad \Delta H_2 = -234\ KJ$

3) $3\,O_{2\,(g)} + 6NO_{(g)} \rightarrow 6NO_{2(g)}$ $\quad \Delta H_3 = -342\ KJ$

---

$4NH_3 + 8O_2 \rightarrow 4HNO_3 + 4H_2O$ $\quad \Delta H_{\text{کل}} = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 = -905 + (-234) + (-342) = -1481$

$4NH_3 + 8O_2 \rightarrow 4HNO_3 + 4H_2O$ $\quad \Delta H_{\text{کل}} = -1481$

---

4

$NH_3 + 2O_2 \rightarrow HNO_3 + H_2O$ $\quad \Delta H_{\text{کل}} = -370/25\ KJ$

## متان

- ساده ترین هیدروکربن و نخستین عضو خانواده ی آلکان هاست .
- گاز شهری به طور عمده از متان تشکیل شده است .
- از تجزیه ی گیاهان به وسیله ی باکتری های بی هوازی در زیر آب نیز تولید می شود .
- به **گاز مرداب** معروف است ، زیرا اولین بار از سطح مرداب ها جمع آوری شد.
- موریانه ها یکی از منابع تولید آن می باشند ، یکی از فرآورده های تجزیه ی سلولز در بدن این حشره ، گاز متان می باشد .
- مطابق معادله ی زیر از واکنش میان گرافیت و گاز هیدروژن ، در آزمایشگاه نمی توان متان را تهیه کرد ؛ زیرا تأمین شرایط بهینه برای انجام این واکنش بسیار دشوار و پر هزینه است . $C_{(s\text{، گرافیت})} + 2H_{2\,(g)} \rightarrow CH_{4\,(g)} \quad \Delta H = -75/5\ KJ$
- برای تعیین $\Delta H$ واکنش فوق از قواعد رایج در ترموشیمی ( قانون هس ) براساس سه واکنش زیر ، بهره می برند :

$$1)\quad H_{2\,(g)} + \frac{1}{2}O_{2\,(g)} \rightarrow H_2O_{(g)} \qquad \Delta H_1 = -286\ KJ$$

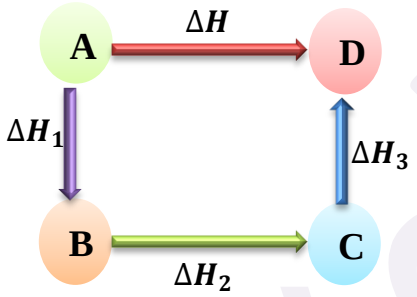
$$2)\quad C_{(s\text{، گرافیت})} + O_{2\,(g)} \rightarrow CO_{2\,(g)} \qquad \Delta H_2 = -393/5\ KJ$$

$$3)\quad CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)} \qquad \Delta H_3 = -890\ KJ$$

### نمودارهای مربوط به قانون هس

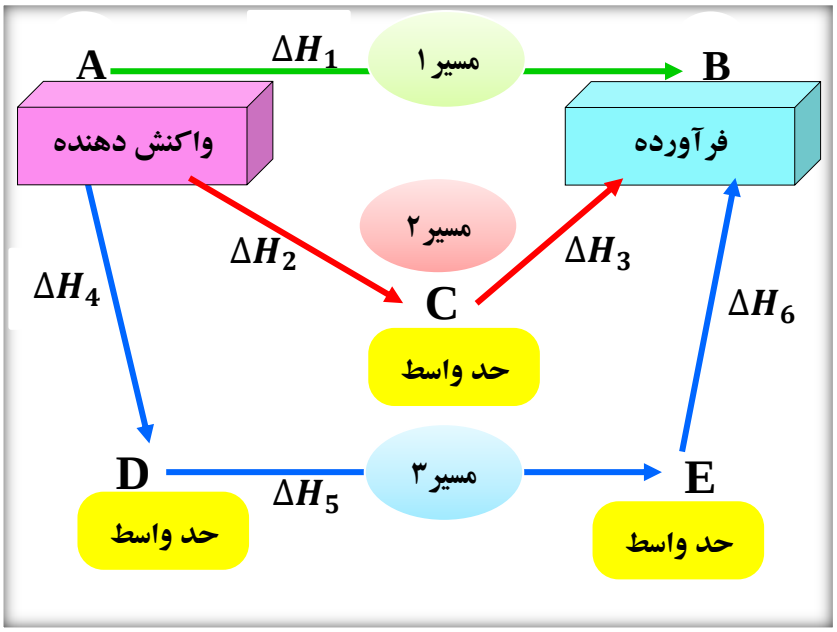
✓ مطابق قانون هس ، $\Delta H$ تبدیل A به B برابر با مجموع $\Delta H$ های مسیر $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$ است . پس :

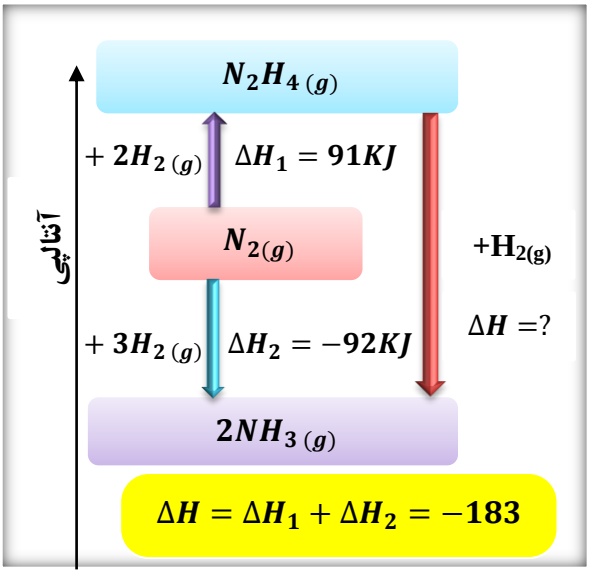
$$\Delta H_{\text{کل}} = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 +$$



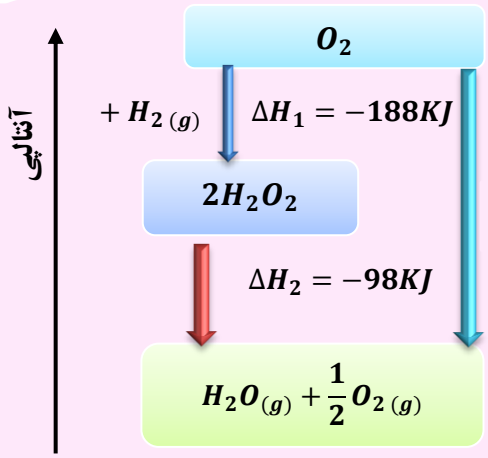

✓ اگر برای رسیدن به فرآورده ، چندین مسیر وجود داشته باشد ،
مطابق قانون هس ، تغییرات آنتالپی واکنش در هر چند مسیر یکسان است .

$$\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3 = \Delta H_4 + \Delta H_5 + \Delta H_6$$



### هیدروژن پراکسید



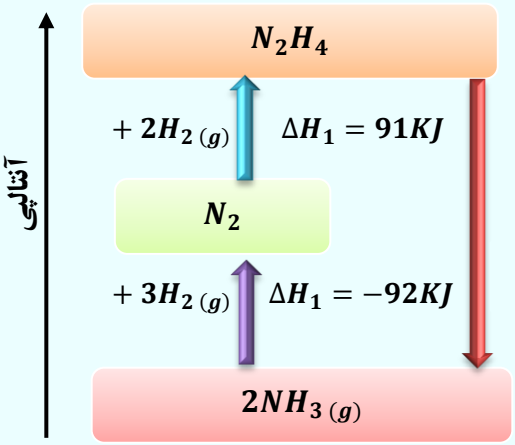

$\Delta H = -286$

- دارای فرمول مولکولی $H_2O_2$، با نام تجاری «آب اکسیژنه» است.
- محلول رقیق آب اکسیژنه یک محلول ضدعفونی کننده است.
- خاصیت رنگ بری و لکه بری دارد .
- از واکنش مستقیم هیدروژن و اکسیژن حاصل نمی شود.
- نسبت به آب ناپایدارتر و سطح انرژی بالاتری دارد.
- نمودار انرژی آن به صورت روبه رو است .

### گازهای آلاینده

- ❖ شامل گازهای NO و CO است .
- ❖ از اگزوز خودروها به هواکره وارد می شوند .

شیمی دان های هواکره با تبدیل NO و CO به مولکول های $N_2$ و $CO_2$ ،درصدد کاهش میزان آلایندگی آنها در هواکره هستند.




$+H_{2\,(g)}$

$\Delta H = -183$

- از واکنش هیدروژن و نیتروژن به روش « هابر» حاصل می شود .
- ذره حدواسط آن هیدرازین $N_2H_4$ است .
- تولید هیدرازین گرماگیر ، ولی آمونیاک گرماده است .
- پایداری آمونیاک از هیدرازین بیشتر است .
- سطح انرژی آمونیاک هم ازمولکولهای سازنده و هم از هیدرازین پایین تر است .
- نمودار انرژی آن به صورت روبه رو است .

**قسمت ششم :** آنتالپی پیوند ، راهی برای تعیین $\Delta H$ واکنش
غذای سالم
آهنگ واکنش ، عوامل مؤثر بر سرعت واکنش

## جای خالی

**۱• هریک از عبارات داده شده را با استفاده از واژه های درون کادر کامل کنید .** ( *برخی از واژه ها اضافی هستند*)

a • افزایش دما سبب ..... زمان ماندگاری اغلب موادغذایی می شود .

b • با افزایش دمای آب، تولید گاز $CO_2$ با انحلال قرص جوشان ..... می شود .

c • هرچه گستره ی زمان انجام تغییر شیمیایی بزرگتر باشد ، واکنش ..... انجام می شود.

d • شیمی دان ها به کاربردن ..... را برای تعیین $\Delta H$ واکنش هایی مناسب می دانند که همه ی مواد شرکت کننده درآن ها به حالت گازند .

آنتالپی های پیوند – افزایش – کندتر – قانون هس – سریعتر – پیچیده تر – آهنگ – کاهش – عوامل مؤثر – تغییرشیمیایی

**e .** به کاربردن میانگین آنتالپی پیوندها برای تعیین $\Delta H$ واکنش های گازی با مولکولهای ..... اغلب درمقایسه با داده های تجربی ، تفاوتی آشکار نشان می دهند .

**f .** کمیتی که در تهیه و نگهداری موادغذایی سالم ، نقش کلیدی و تعیین کننده دارد ، ..... انجام آن است .

**g .** سنتیک شیمیایی به عنوان شاخه ای از علم شیمی به بررسی آهنگ ..... در واکنشها و..... بر این آهنگ را بررسی میکند.

## درست یا نادرست

**۲• درست یا نادرست بودن هریک از عبارات زیر را مشخص کرده ، علت نادرستی یا شکل درست عبارات نادرست را بنویسید.**

*a)* دریک واکنش گرماده ، اختلاف سطح انرژی واکنش دهنده ها تا اتمهای گازی بیشتراز اختلاف فرآورده ها با اتمهای گازی است.

*b)* آنتالپی واکنش برابر با اختلاف سطح انرژی مولکولهای گازی واکنش دهنده تا اتم های گازی فرآورده است .

*c)* هرچه مولکولهای مواد شرکت کننده ساده تر باشند ، آنتالپی واکنش محاسبه شده با داده های تجربی همخوانی بیشتری دارد .

*d)* برای نگهداری سالم برخی خوراکی ها ، آن ها را با خالی کردن هوای درون ظرف ، بسته بندی می کنند .

*e)* حذف اکسیژن از محیط نگهداری مواد غذایی و خوراکی ها ، سبب افزایش زمان ماندگاری و بهبود کیفیت آن ها خواهد شد .

*f)* هر چه گستره ی زمان انجام تغییر شیمیایی کوچکتر باشد ، واکنش کندتر انجام می شود .

*g)* تشکیل رسوب سفیدرنگ در اثر افزودن محلول سدیم کلرید به محلول نقره نیترات ، به سرعت انجام می شود .

*h)* اشیای آهنی در هوای مرطوب به سرعت زنگ می زنند و زنگار تولید شده در این واکنش ، ترد و شکننده است .

*i)* در واکنش های گرماگیر ، مجموع انرژی پیوند مواد اولیه بیشتر از مجموع انرژی پیوند فرآورده ها است .

*j)* آهنگ فاسدشدن گوشت چرخ کرده بیشتر از تکه های گوشت است .

*k)* همه ی واکنش های شیمیایی که در آزمایشگاه انجام می شوند ، سرعت برابری دارند .

*l)* پیشرفت زیاد یک واکنش ، دلیلی بر بالا بودن سرعت انجام آن واکنش نیست .

*m)* واکنش های گرماده همیشه سرعت بالایی دارند .

*n)* پاشیدن و پخش کردن گردآهن بر روی شعله ، سبب سوختن آن می شود ، درصورتی که گردآهن موجود درکپسول چینی فقط داغ و سرخ می شود .

*o)* افزایش فشار بر تجزیه ی محلول هیدروژن پراکسید تأثیری ندارد .

*p)* برای کاهش یا افزایش سرعت انجام یک واکنش می توان ، نوع مواد واکنش دهنده را تغییر داد .

## انتخاب کنید .

**۳• هریک از عبارات زیر را با انتخاب یکی از موارد داده شده ، کامل کنید :**

a) انرژی لازم برای تبدیل ید جامد به اتمهای گازی $\frac{\text{بیشتر}}{\text{کمتر}}$ از تبدیل مولکولهای گازی ید به اتم های آن است . زیرا بخشی از انرژی ، صرف عمل $\frac{\text{تفکیک}}{\text{تبخیر}}$ می شود .

b) $\frac{\text{انفجار}}{\text{سوختن}}$ ، واکنش شیمیایی بسیار سریعی است که در آن از مقدار $\frac{\text{زیادی}}{\text{کمی}}$ واکنش دهنده به حالت جامد یا مایع ، حجم $\frac{\text{زیادی}}{\text{کمی}}$ از گازهای داغ تولید می شود .

c) در واکنش گرماگیر / گرماده مجموع انرژی پیوند مواد اولیه بیشتر / کمتر از مجموع انرژی پیوند فرآورده هاست . یعنی محتوای انرژی واکنش دهنده / فرآورده بیشتر و پایداری آن ها بیشتر / کمتر خواهد بود.

d) آهنگ واکنش سوختن در گستره ی زمانی کوتاه / بلند صورت می گیرد. همچنین پایداری / سطح انرژی فرآورده ها بیشتر از واکنش دهنده ها است .

e) اثر افزایش دما بر سرعت واکنش های گرماگیر بیشتر / کمتر از واکنش های گرماده است .

f) با افزایش / کاهش فشار بر یک واکنش گازی ، سرعت واکنش بیشتر / کمتر می شود ، زیرا سطح تماس ذرات شرکت کننده در واکنش بیشتر / کمتر می شود .

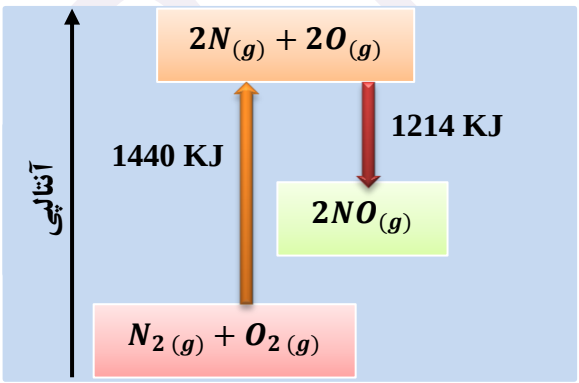
## برقراری ارتباط

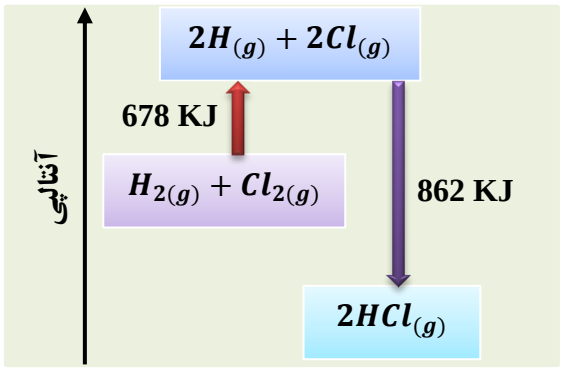
**۴)هریک ازعباراتهای ستون A بایک واژه ازستون B درارتباط است.این ارتباط راپیداکنید**(برخی ازواژه های ستون**B**اضافی هستند)

| ستون A | ستون B |
|---|---|
| آ) آنتالپی واکنش براساس داده های آنتالپی پیوند، فقط برای این دسته از مواد کاربرد دارد . | *a* ) سرعت واکنش |
| ب) مهمترین عامل تشخیص زمان ماندگاری مواد غذایی | *b* ) مولکول های گازی |
| پ) بیانی از زمان ماندگاری مواد است . | *c* ) نوع مواد غذایی |
| ت) آهنگ واکنش در گستره ی معینی از زمان | *d* ) ترمودینامیک شیمیایی |
| ث) شاخه ای از علم شیمی که به بررسی آهنگ تغییر شیمیایی در واکنش ها می پردازد. | *e* ) آهنگ واکنش |
| ج) عاملی که تغییر آن در سرعت واکنش دهنده های محلول تأثیری ندارد . | *f* ) دما |
| ح) افزایش این عامل سرعت اکثر واکنش های شیمیایی را افزایش می دهد. | *g*) مولکول های ساده |
| خ) نام رسوب سفیدرنگ تشکیل شده دراثر افزودن محلول سدیم کلرید به محلول نقره نیترات | *h*) فشار |
| | *i*) غلظت |
| | *j*) سنتیک شیمیایی |

## مهارتی

**۵) با توجه به نمودار واکنش های داده شده ، به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید .**




آ) آنتالپی مربوط واکنش هر نمودار را به دست آورید .

ب) نوع واکنش مربوط به هر نمودار را تعیین کنید . ج) آنتالپی پیوند $H-Cl$ و $N=O$ را محاسبه کنید .

**۶) به پرسش های زیر پاسخ دهید :**

**۱) چرا هرچه مولکولهای مواد شرکت کننده ساده تر باشند ، آنتالپی واکنش محاسبه شده باداده های تجربی همخوانی بیشتری دارد؟**

**۲) حالت فیزیکی مواد در تعیین آنتالپی واکنش با استفاده از آنتالپی پیوند چیست ؟**

**۳) مجموع آنتالپی پیوند واکنش دهنده ها در یک واکنش گرماده نسبت به فرآورده ها چگونه است ؟**

**۴) مجموع انرژی پیوند فرآورده ها با پایداری آنها چه رابطه ای دارد؟**

**۷) با استفاده از انرژی های پیوندی زیر ، آنتالپی هریک از واکنش های داده شده را به دست آورید .**

$H-H:435$ ؛ $C-O:335$ ؛ $C-H:414$ ؛ $O-H:463$ ؛ $O=O:494$ $KJ$

$N\equiv N:941$ ؛ $N-H:389$ ؛ $N-N:159$ ؛ $H-Cl:431$ ؛ $C-Cl:326$ $KJ$

$$\frac{1}{2}O_{2\,(g)}+2H_{2\,(g)}+C_{(g)}\rightarrow CH_3{-}OH_{\,(g)}$$

$$N_{2\,(g)}+2H_{2\,(g)}\rightarrow N_2H_{2\,(g)}$$

$$CH_3OH_{(g)}+HCl_{(g)}\rightarrow CH_3-Cl_{(g)}+H_2O_{(g)}$$

**۸) با توجه به واکنش زیر و اطلاعات داده شده :**

$C-H:414$ ؛ $H-F:562$ ؛ $F-F:158$ $KJ$

$$CH_{4\,(g)}+F_{2\,(g)}\rightarrow CH_3F_{(g)}+HF_{(g)}\qquad \Delta H=-395\ KJ$$

آ) آنتالپی پیوند C – F را به دست آورید.

ب) نمودار آنتالپی واکنش را رسم کنید.

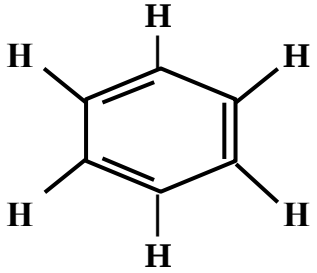
**۹) با استفاده از جدول میانگین آنتالپی پیوندها ، $\Delta H$ هریک از واکنش های ترموشیمیایی زیررا حساب کرده و با $\Delta H$ داده شده در واکنش ، با ذکر دلیل مقایسه نمایید .**

| پیوند | آنتالپی | پیوند | آنتالپی |
|---|---|---|---|
| H– H | ٤٣٦ | O = O | ٦١٢ |
| C – H | ٤١٢ | N = N | ٤٠٩ |
| $N=O$ | 607 | $N\equiv N$ | 944 |
| C = C | ٨٣٧ | C = O | ٨٠٥ |
| O – H | ٤٦٢ | C – C | ٣٤٨ |

$$2CH_{4\,(g)}\rightarrow C_2H_{6\,(g)}+H_{2\,(g)}\qquad \Delta H=65KJ$$

$$N_{2\,(g)}+\frac{1}{2}O_{2\,(g)}\rightarrow N=N=O_{(g)}\qquad \Delta H=223KJ$$

**۱۰) با استفاده از جدول میانگین آنتالپی پیوندها ، $\Delta H$ واکنش زیر را حساب نموده و با $\Delta H$ که برابر با $\Delta H=3267\ KJ$ است ، مقایسه کنید .**



$$+\frac{15}{2}\,O_{2\,(g)}\longrightarrow 6\,CO_{2\,(g)}+3H_2O_{\,(g)}$$

**۱۱) به پرسش های زیر پاسخ دهید :**

i. تاریخ مصرف مواد غذایی حک شده بر روی آن چه معنی دارد ؟

ii. در قدیم با چه روش هایی از مواد غذایی نگهداری می کردند ؟

iii. شرایط محیطی برای نگهداری مواد غذایی چیست ؟

iv. چرا برای نگهداری سالم برخی خوراکی ها، آنها را با خالی کردن هوای درون ظرف، بسته بندی می کنند ؟

v. علت فاسد شدن سریع مواد غذایی در محیط مرطوب چیست ؟

**۱۲) هریک از موارد زیر نقش چه عاملی را در سرعت واکنش نشان می دهد ؟ توضیح دهید .**

I. برخی از داروهای مایع را در شیشه هایی با رنگ تیره نگهداری می کنند .

II. تراشه های چوب ، سریع تر از تکه های چوب می سوزند .

III. فلزات قلیایی سدیم و پتاسیم درشرایط یکسان با آب سرد به شدت واکنش می دهند ، اما سرعت این دو واکنش متفاوت است.

IV. واکنش گاز هیدروژن با ید گازی سریع تر از واکنش آن با ید جامد است .

V. محلول بنفش رنگ پتاسیم پرمنگنات بایک اسیدآلی دردمای اتاق ، به کندی واکنش میدهد ، اما باگرم شدن ، محلول بسرعت بی رنگ می شود.

VI. با هم زدن محلول کلسیم کلرید در گرماسنج لیوانی ، شدت تغییرات دما افزایش می یابد .

VII. افزودن دو قطره پتاسیم یدید به محلول هیدروژن پراکسید ، سرعت واکنش تجزیه آن را به طور چشمگیری افزایش می دهد .

VIII. سوختن قند آغشته به خاک باغچه سریع تر از سوختن خود قند ، است .

IX. الیاف آهن داغ وسرخ شده درهوا نمیسوزد،درحالیکه همان مقدارالیاف آهن داغ وسرخ شده دریک ارلن پرازاکسیژن میسوزد.

X. بیمارانی که مشکلات تنفسی دارند ، در شرایط اضطراری نیاز به تنفس از کپسول اکسیژن دارند .

**۱۳) روش هایی که سبب افزایش زمان ماندگاری مواد غذایی و بهبود کیفیت آن ها می شوند را نام ببرید .**

**۱۴) سنتیک شیمیایی چیست ؟**

**۱۵) برای بیان زمان ماندگاری مواد از چه واژه ای استفاده می شود ؟ مهمترین عاملی که بر آن تأثیر دارد ، چیست ؟**

**۱۶) واکنش ها از نظر گستره ی زمانی به چند دسته تقسیم می شوند ؟ مثال بزنید .**

**۱۷) در هر یک از جفت واکنش های زیر ، تعیین کنید در شرایط یکسان ، کدام واکنش سرعت بیشتری دارد ؟**

1) $Pb(NO_3)_{2\,(s)} + 2KI_{(aq)} \rightarrow PbI_{2\,(s)} + KNO_{3\,(aq)}$

2) $Pb(NO_3)_{2\,(aq)} + 2KI_{(aq)} \rightarrow PbI_{2\,(s)} + KNO_{3\,(aq)}$

1) $N_{2\,(g)} + 3H_{2(g)} \xrightarrow{T=773°K} 2NH_{3\,(g)}$

2) $N_{2\,(g)} + 3H_{2(g)} \xrightarrow{P=200\ atm\ ،\ T=773°K} 2NH_{3\,(g)}$

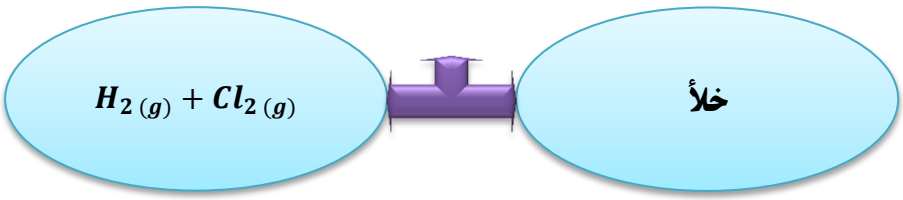
1) $KClO_{3\,(s)} \xrightarrow{\Delta} KCl_{\,(s)} + 3O_{2\,(g)}$

2) $KClO_{3\,(s)} \xrightarrow{\Delta\ ،\ MnO_2} KCl_{\,(s)} + 3O_{2\,(g)}$

1) $2NO_{(g)} \rightarrow N_{2\,(s)} + O_{2\,(g)}$

2) $2NO_{(g)} \xrightarrow{700℃} N_{2\,(s)} + O_{2\,(g)}$

**۱۸)** با باز کردن شیر بین دو بالن زیر ، سرعت واکنش چه تغییری می کند ؟ چرا ؟




**۱۹)** هریک از تغییرات زیر ، بر سرعت واکنش تجزیه ی هیدروژن پر اکسید چه اثری دارد ؟

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

آ) افزایش فشار

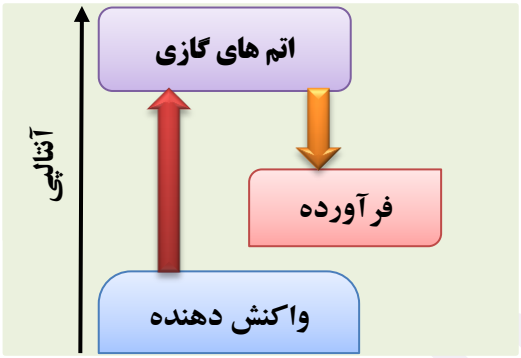
ب) افزایش دما

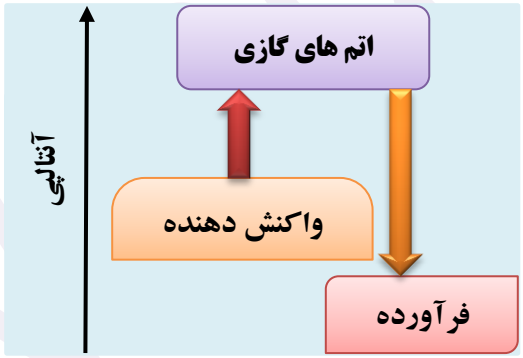
ت) اضافه کردن آب به سامانه

ث) اضافه کردن سرب (II) یدید به سامانه

پ) اضافه کردن پتاسیم یدید

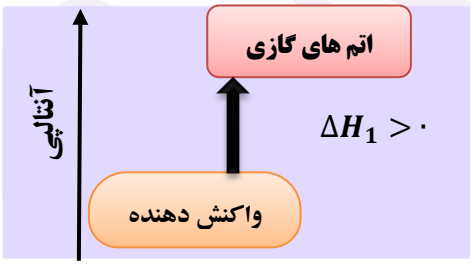
**۲۰)** افزایش دما بر سرعت کدام واکنش زیر ، تأثیر بیشتری دارد ؟

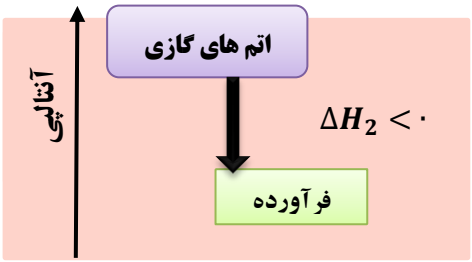



## بررسی نکات مهم درس

- تعیین $\Delta H$ یک واکنش به مسیر انتخاب شده بستگی ندارد .
- به کار بردن آنتالپی پیوند و میانگین آن ، روشی دیگر برای تعیین آنتالپی یک واکنش است .




**محاسبه ی $\Delta H$ واکنش براساس آنتالپی پیوند**

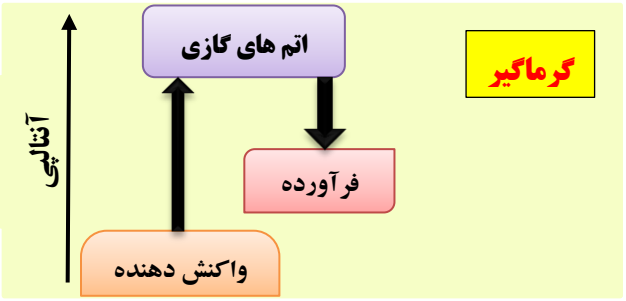
**گام اول :** پیوندهای میان اتم های مواد واکنش دهنده ، شکسته می شوند و انرژی جذب می شود . پس این مرحله همیشه *گرماگیر* است .

**گام دوم :** میان اتم های پر انرژی و جدا از هم ، جاذبه و پیوندهای جدید برقرار می شود . که همیشه با آزادشدن انرژی همراه است . یعنی این مرحله همواره *گرمادهٔ* است .

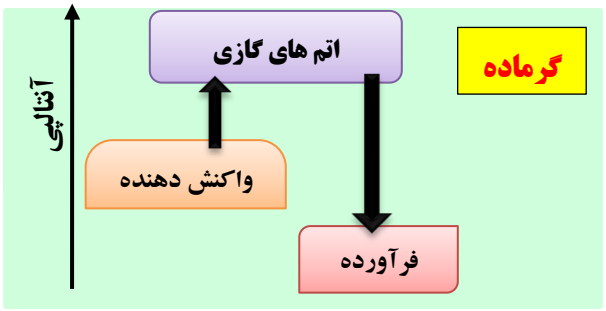
**گام سوم :** برای محاسبه ی $\Delta H$ کافی است اختلاف دو انرژی محاسبه گردد.

$$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2$$

❖ اگر مقدار $\Delta H_2 < \Delta H_1$ باشد ، یعنی عدد مثبت بزرگتر باشد ، واکنش گرماگیر خواهد بود .




❖ اگر مقدار $\Delta H_2 > \Delta H_1$ باشد ، یعنی عدد منفی بزرگتر باشد ، واکنش گرماده خواهد بود .




➢ به کار بردن آنتالپی های پیوند برای تعیین $\Delta H$ ، برای واکنش هایی مناسب است که همه ی مواد شرکت کننده در آن ها ، به حالت گازی باشند .

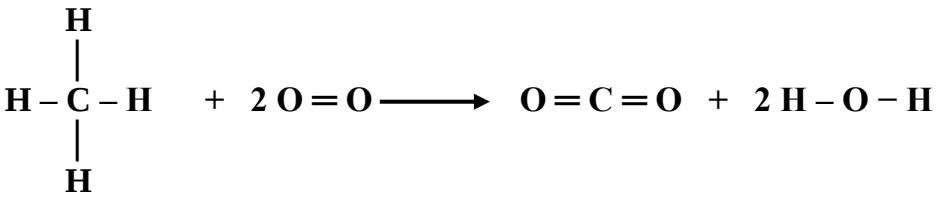
➢ هر چه مولکولهای موادشرکت کننده ساده تر باشند ، آنتالپی واکنش محاسبه شده با داده های تجربی همخوانی بیشتری دارد.

➢ برای محاسبه آنتالپی واکنش ، دانستن ساختار لوئیس مواد شرکت کننده در واکنش ضروری است .

➢ رابطه ی آنتالپی واکنش با استفاده از داده های میانگین آنتالپی پیوند ، بدون استفاده از نمودار ، به صورت زیر است :

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

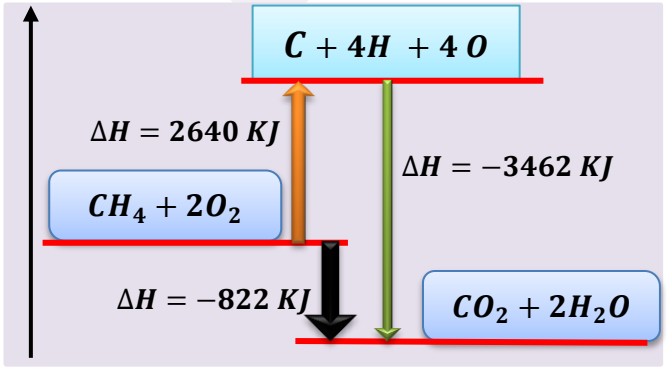
**مثال :** بااستفاده از آنتالپی پیوندها ، گرمای واکنش روبه رو را بدست آورید. $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$



| پیوند | آنتالپی |
|---|---|
| C – H | ٤١٢ |
| O = O | ٤٩٦ |
| C = O | ٨٠٥ |
| O – H | ٤٦٣ |

$$\Delta H = \left[\sum 4\Delta H_{C-H} + 2\Delta H_{O=O}\right] - \left[\sum 2\Delta H_{C=O} + 4\Delta H_{O-H}\right]$$

$$\Delta H = \left[\sum 4 \times 412 + 2 \times 496\right] - \left[\sum 2 \times 805 + 4 \times 463\right] = 2640 - 3462 = -822$$




- مجموع آنتالپی پیوند فرآورده ها و واکنش دهنده ها با محتوای انرژی آن ها را بطه ی عکس دارد .

هرچه آنتالپی پیوندفرآورده هابیشترباشد،سطح آنها پایینترو پایدارتراست

## غذای سالم

**تاریخ مصرف :** برچسبی که بر روی بسته های مواد غذایی نصب می شود، نشان می دهد که چه مدتی سالم می ماند و قابل مصرف است.

**روش های قدیمی نگهداری مواد غذایی :** ۱) خشک کردن میوه ۲) تهیه ترشی ۳) نمک سود کردن ۴) دودی کردن

**شرایط محیط برای نگهداری مواد غذایی :**

⇧ **دمای پایین** ⇧ **خشک** ( بدون رطوبت ) ⇧ **تاریک** ( بدون نور ) ⇧ **بدون هوا**

- **عوامل محیطی مانند :** رطوبت ، اکسیژن ، نور و دما در چگونگی و زمان نگهداری غذا مؤثرند . در محیط مرطوب ، میکروب ها شروع به رشد و تکثیر نموده ، تا جایی که ماده ی غذایی کپک زده و سرانجام فاسد می شود .
- اکسیژن گازی واکنش پذیر است و تمایل زیادی برای انجام واکنش با دیگر مواد دارد . بر اساس این ویژگی ، مواد غذایی در هوای آزاد و در معرض اکسیژن ، سریع تر فاسد می شوند .
- وجود پوست و پوشش میوه ها و خشکبار ، یک **عامل طبیعی** برای افزایش مدت زمان ماندگاری است . زیرا مانع ورود اکسیژن و جانداران ذره بینی به درون آن ها می شود .
- برای نگهداری طولانی مدت فرآورده های گوشتی و پروتئینی، آنها را به **حالت منجمد** ذخیره می کنند( *نگهداری غذا دردمای پایین* ).
- روغن های مایع در ظروف مات و کدر بسته بندی می شوند و( *نگهداری غذا در تاریکی* )
- گردو و بادام و آجیل رو بدن مغز کردن ، ذخیره می کنند .( *نگهداری غذا در عدم حضور اکسیژن* )

**روش های جدید و پیشرفته نگهداری مواد غذایی :**

♣ تهیه ی کنسرو ♣ بسته بندی نوین ♣ افزودن نگهدارنده ها ♣ نگهداری در یخچال های صنعتی ، سردخانه ها

♣ خالی کردن هوای درون ظروف بسته بندی ♣ پرکردن محفظه ی موادغذایی با گاز نیتروژن و ایجاد محیط بی اثر

♣ نگهداری غلات در سیلوها

### آهنگ واکنش

❖ کمیتی که نشان می دهد هر تغییر شیمیایی در چه گستره ای از زمان رخ می دهد.

❖ آهنگ واکنش ، بیانی از زمان ماندگاری مواد است .

❖ *سنتیک شیمیایی* ، به عنوان شاخه ای از علم شیمی ، افزون بر *بررسی* آهنگ تغییر شیمیایی در واکنش ها ، عوامل مؤثر بر این آهنگ را نیز بررسی می کند .

❖ هرچه گستره ی زمان انجام یک واکنش کوچکتر باشد، آهنگ انجام آن تندتر است و واکنش سریع تر انجام می شود.

❖ عامل تعیین کننده ی کیفیت و زمان ماندگاری مواد غذایی ، تهیه و تولید *سریع تر* یا کندتر یک فرآورده ی صنعتی است .

### سرعت واکنش

➢ *سرعت* واکنش ، آهنگ انجام واکنش را در گستره ی معینی از زمان ، گویند .

➢ گستره ی زمان انجام واکنش ها از چند صدم ثانیه تا چند سده را در بر می گیرد .

### سرعت واکنش های شیمیایی

**۱) واکنش های انفجاری :** یک واکنش شیمیایی بسیار سریع است که در آن از مقدار کمی از یک ماده ی منفجر شونده به حالت جامد یا مایع ، حجم بسیار زیادی از گازهای داغ تولید می شود .

**۲) واکنش های سریع :** افزودن محلول سدیم کلرید به محلول نقره نیترات ، باعث تشکیل سریع رسوب سفیدرنگ نقره کلرید می شود .

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

**۳) واکنش های کند :** اشیای آهنی در هوای مرطوب به کندی زنگ می زنند . زنگار تولید شده در این واکنش ، ترد و شکننده است و از سطح جسم آهنی جدا می شود .

**۴) واکنش های بسیار کند :** واکنش تجزیه ی سلولز کاغذ ، بسیار کند رخ می دهد . زیرا بسیاری از کتاب های دست نویس و قدیمی در گذر زمان ، و پس از سالها ، زرد و پوسیده شده اند .

## عوامل مؤثر بر سرعت واکنش

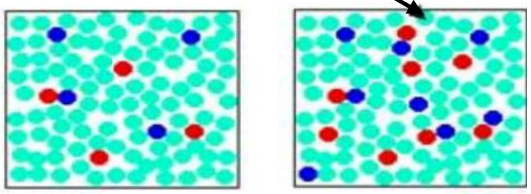
**زمان انجام واکنشها به عواملی مانند: دما – غلظت – نوع واکنش دهنده– کاتالیزور– سطح تماس واکنش دهنده ها بستگی دارد**

**۱) نوع مواد واکنش دهنده** ( *ماهیت شیمیایی مواد* )

- فلزات قلیایی سدیم و پتاسیم در شرایط یکسان با آب سرد به شدت واکنش می دهند . اما سرعت واکنش این دو فلز با آب سرد ، با هم متفاوت است .
- در آزمایشگاه ، برای نگهداری سدیم ، آن را زیر نفت نگهداری می کنند ، در صورتی که منیزیم را به صورت نواری در می آورند .
- بارگاه ملکوتی امامان معصوم (ع) را با ورقه های نازک طلا تزیین می کنند .
- نوع ماده ی واکنش دهنده اگرچه مهمترین عامل برای تعیین سرعت واکنش است ، ولی برای تغییر سرعت یک واکنش دهنده ، این عامل قابل تغییر نیست . یعنی نمی توان برای افزایش یا کاهش سرعت یک واکنش ، نوع و ماهیت واکنش دهنده ها را تغییر داد .

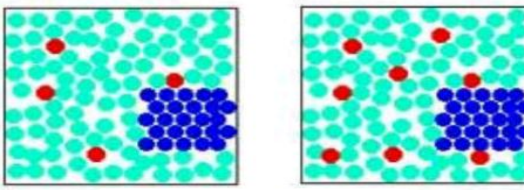
**۲) سطح تماس واکنش دهنده ها :**

**آ) حالت فیزیکی :** سرعت واکنش مواد در حالت گازی و محلول ، بیشتر از حالت های دیگر است . زیرا سطح تماس ذرات در حالت گازی و محلول افزایش می یابد .




دو ذره واکنش دهنده در محلول

- گاز هیدروژن فقط در سطح « ید » جامد واکنش می دهد ، در صورتی که در حالت گازی امکان واکنش با تک تک ذرات « ید » وجود دارد ، پس سرعت بیشتر می شود .



یک ذره واکنش دهنده جامد

**کند** 1) $I_{2\,(S)} + H_{2\,(g)} \rightarrow 2HI_{(g)}$

**سریع** 2) $I_{2\,(g)} + H_{2\,(g)} \rightarrow 2HI_{(g)}$

- سرب (II) نیترات در محلول سرعت بیشتری دارد .

**کند** 1) $Pb(NO_3)_{2\,(S)} + 2KI_{(aq)} \rightarrow PbI_{2\,(S)} + KNO_{3\,(aq)}$

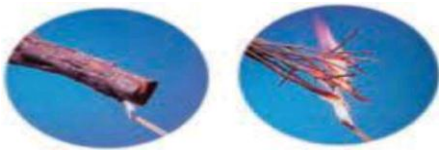
**سریع** 2) $Pb(NO_3)_{2\,(aq)} + 2KI_{(aq)} \rightarrow PbI_{2\,(S)} + KNO_{3\,(aq)}$

- در و پنجره های در شمال کشور ، سریع تر از مناطق کویری زنگ می زنند.

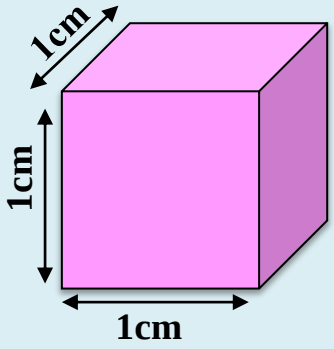
**ب) کوچک کردن اندازه ی ذرات :**

- شعله ی آتش ،گرد آهن موجود در کپسول چینی را داغ و سرخ میکند ؛ در حالیکه پاشیدن و پخش کردن گرد آهن بر روی شعله ، سبب سوختن آن میشود.

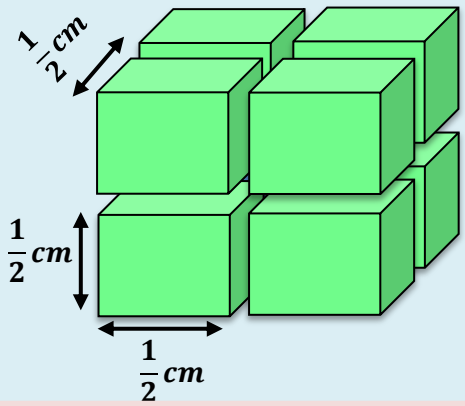
- تراشه های چوب ، سریع تر از تکه های چوب می سوزند .



- پودر کردن قرص جوشان سرعت تولید گاز کربن دی اکسید را نسبت به تکه ای بودن آن ، بیشتر می کند . زیرا مطابق شکل ، با ریز و پودرکردن ذرات ، سطح تماس ذرات افزایش می یابد ( هم زدن باعث افزایش سطح تماس می شود .)




سطح یک مکعب $= (1 \times 1) \times 6 = 6\ cm^3$



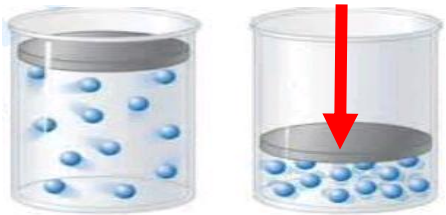

سطح مکعب کوچک $= (\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}) \times 6 = \frac{6}{4}\ cm^3$

سطح 8 مکعب کوچک $= 8 \times \frac{6}{2} = \frac{48}{4} = 12\ cm^3$

### ۳) سطح تماس واکنش دهنده ها :

- افزایش غلظت واکنش دهنده ها اغلب منجر به افزایش سرعت واکنش می شود ، اما نمی توان به طور نظری مشخص کرد که با چه نسبتی سرعت واکنش افزایش می یابد .
- بیمارانی که مشکلات تنفسی دارند در شرایط اضطراری نیاز به کپسول اکسیژن دارند.
- الیاف آهن داغ و سرخ شده در هوا نمی سوزد ، در حالیکه همان مقدار الیاف آهن داغ و سرخ شده در یک ارلن پر از اکسیژن می سوزد .

### روش های تغییر غلظت



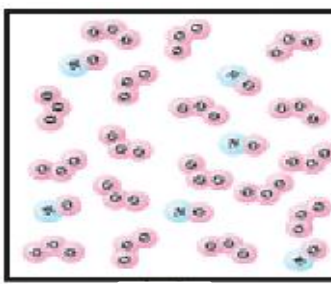

**۱) افزایش فشار :** با افزایش فشار بر واکنش دهنده های گازی ، سبب افزایش غلظت آن و بیشتر شدن تعداد برخوردها می شود.

( معمولاً فشار گاز را با کاهش حجم ظرف ، زیاد می کنند)

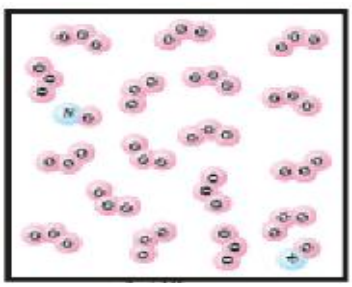
**۲) افزایش مقدار واکنش دهنده :** با زیادکردن یکی از واکنش دهنده ها، برخورد آنها با یکدیگر افزایش می یابد .

در واکنش : $NO_{2\,(g)} + O_{3\,(g)} \rightarrow NO_{2\,(g)} + O_{2\,(g)}$

در شکل (ب) با افزایش تعداد مولکولهای NO ، نسبت به شکل (الف) ، سرعت واکنش بیشتر میشود .



ب



الف

### ۳) افزودن آب :

با افزودن آب مقطر به سامانه ی محلول ، سرعت واکنش **کاهش** می یابد ؛ زیرا افزایش آب ( هلال ) ،ذرات واکنش دهنده از هم فاصله گرفته و در نتیجه تعداد برخوردها کمتر می شود .

تذکر ۱ : افزایش فشار فقط بر واکنش هایی تأثیر دارد که حداقل یکی از واکنش دهنده ها گازی باشد .

تذکر ۲ : افزایش مقدار ماده ی جامد و یا مایع خالص ، بر سرعت واکنش تأثیری ندارد .

### ۴) دما :

✓ همه ی مولکول های گازی یا محلول ، انرژی جنبشی دارند و در ظرف واکنش ، پیوسته با یکدیگر برخورد دارند . اما همه ی برخوردهای بین ذرات واکنش دهنده ، به واکنش نمی انجامد ؛ زیرا همه ی آن ها در لحظه ی برخورد ، انرژی کافی نداشته و یا در جهت مناسب با هم برخورد نمی کنند .

✓ با افزایش دما :

❖ ۱) انرژی ذرات افزایش می یابد .

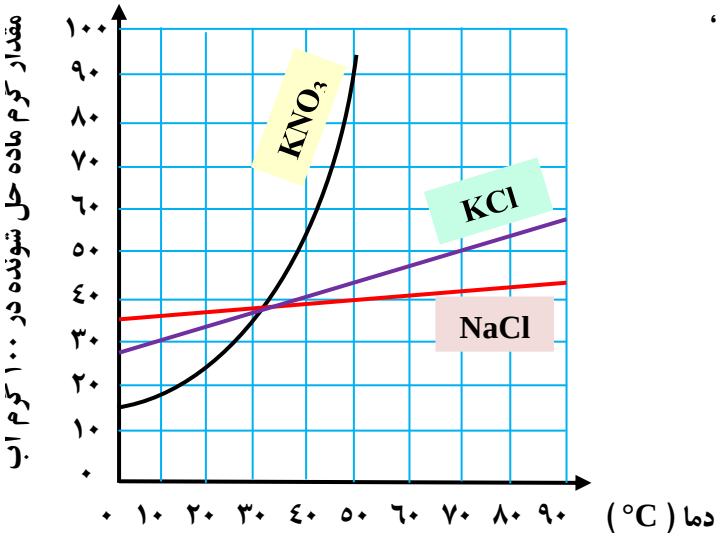
❖ ۲) انرژی کافی برای تعداد بیشتری از برخوردها فراهم می شود . پس در گستره ی زمانی کمتری واکنش انجام می شود و سرعت واکنش افزایش می یابد .

✓ اغلب واکنش های گرما گیر در دماهای بالا انجام پذیر می شوند .

✓ افزایش دما بر سرعت واکنشهایی تأثیر بیشتری دارد که **گرماگیر** ترند.

✓ محلول بنفش رنگ پتاسیم پرمنگنات با یک اسید آلی در دمای اتاق به کندی واکنش میدهد. اما با گرم شدن ، محلول به سرعت تغییر رنگ می دهد .

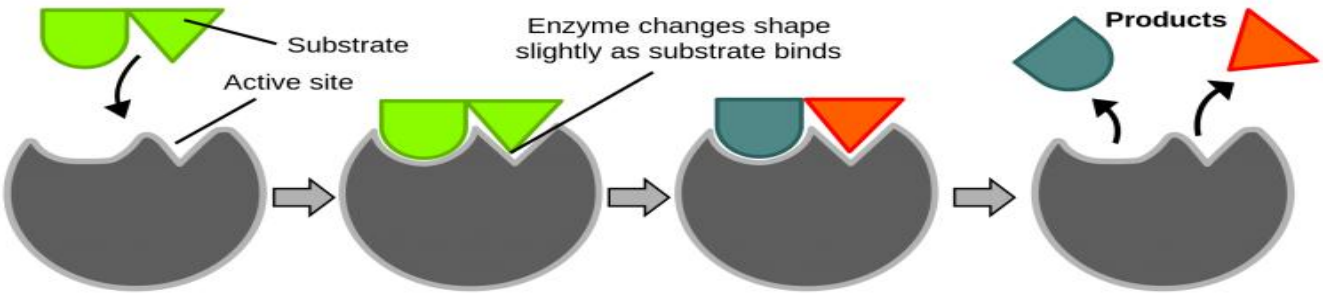
✓ انحلال پذیری اکثر نمک ها در آب ، با افزایش دما بیشتر می شود ، زیرا با بیشتر شدن دما ، انرژی شبکه ی بلور نمک ها تأمین می شود .




### ۵) کاتالیز گر :

- کاتالیز گر ، موادی هستند که سرعت واکنش را افزایش میدهند و در پایان واکنش، دست نخورده باقی می مانند.
- طبیعت، طراح و استفاده کننده از انواع کاتالیز گرها است ، حتی ساده ترین باکتری ها هم ، صدها نوع از کاتالیزگرهای زیستی رامورد استفاده قرار می دهند، که آنزیم نامیده می شوند.

**آنزیم ها** ، واکنش های شیمیایی گوناگونی که در سلول ها انجام می شوند را سرعت می بخشند .




**محصول جایگاه آنزیم را ترک می کند** | **اجتماع آنزیم / محصول** | **اجتماع آنزیم / سوبسترا** | **سوبسترا وارد جایگاه فعال آنزیم می شود**

**نکته :** سوبسترا ، همان مواد اولیه برای تولید محصول هستند.( *مثلاً درتولیدپروتئین ها در بدن ، اسیدهای آمینه ، همان سوبسترا هستند.* )

- **برخی افراد با مصرف کلم و حبوبات ، دچار نفخ می شوند ، زیرا فاقد آنزیمی هستند که آنها را کامل و سریع هضم کند .**
- **محلول هیدروژن پراکسید در دمای اتاق به کندی تجزیه شده و گاز اکسیژن تولید می کند ؛ در حالی که افزودن دو قطره از محلول پتاسیم یدید ، سرعت واکنش را به طور چشمگیری افزایش می دهد .** ( *در اینجا پتاسیم یدید ، نقش کاتالیزگر را دارد*)

**قسمت هفتم : سرعت واکنش از دیدگاه کمی**
**سرعت متوسط و شیب نمودار مول – زمان**

## جای خالی

**۱• هریک از عبارات داده شده را با استفاده از واژه های درون کادر کامل کنید . (** *برخی از واژه ها اضافی هستند*)

کیفی – پنزآلدهید — مثبت – سرعت لحظه ای – سنتیک شیمیایی – بنزوئیک اسید – سطح تماس – کمی – خوردگی – کاهش– افزایش – سرعت متوسط – منفی – حجم

**a •** ماده ..... در تمشک وجود دارد و بعنوان نگهدارنده به غذاهای بسته بندی شده می افزایند.

**b •** اگر یک مکعب از وسط یک ضلع برش بخورد و به دو مکعب مستطیل تقسیم شود،.....آن تغییرمی کند.

**c •** سرعت واکنش ها هنگامی از صحت و اعتبار علمی برخوردار است که به شکل ..... بیان شود .

**d •** در یک واکنش شیمیایی با گذشت زمان ، مقدار واکنش دهنده ..... و فرآورده ..... می یابد .

**e .** واکنش های.....وسایل آهنی ، تولید آلاینده ها، زرد و پوسیده شدن کاغذ کتاب، زیان بار و ناخواسته اند.

**f .** ..... شاخه ای از علم شیمی که درباره شرایط و چگونگی انجام واکنش های شیمیایی و عوامل مؤثر بر سرعت آنها بحث می کند .

**g .** سرعت مصرف یا تولید یک ماده ی واکنش دهنده در واکنش ، در گستره ی زمانی قابل اندازه گیری آن ماده را ..... می گویند .

**h .** علامت سرعت واکنش برای فرآورده ها ..... و علامت $\Delta n$ واکنش دهنده ها ..... است.

## درست یا نادرست

**۲• درست یا نادرست بودن هریک از عبارات زیر را مشخص کرده ، علت نادرستی یا شکل درست عبارات نادرست را بنویسید.**

***a)*** بنزوئیک اسید ، آشناترین عضو خانواده ی کربوکسیلیک اسیدها است .

***b)*** با اندازه گیری کمیت هایی مانند جرم ، فشار و تغییررنگ میتوان سرعت متوسط یک واکنش را دردمای معین به دست آورد .

***c)*** میزان تغییرات جرم مخلوط کلسیم کربنات با اسید هیدروکلریک در بازه های زمانی یکسان ، ثابت است .

*d)* در واکنش $2NO_{2\,(g)} \rightarrow 2NO_{(g)} + O_{2\,(g)}$ ، سرعت تولید NO با سرعت مصرف $NO_2$ برابر است .

*e)* شیمی دان ها به دنبال سرعت بخشیدن به تمام واکنشهای شیمیایی ، از طریق استفاده از کاتالیزگر هستند .

*f)* پایان واکنش یک محلول حاوی نوعی رنگ غذا ، زمانی است که سفید کننده تمام می شود .

*g)* شیب نمودار مول – زمان در تمام واکنش های شیمیایی ، با گذشت زمان ، رو به کاهش است .

## انتخاب کنید .

**۳• هریک از عبارات زیر را با انتخاب یکی از موارد داده شده ، کامل کنید :**

a) در یک واکنش شیمیایی با گذشت زمان ، مقدار واکنش دهنده $\frac{\text{کاهش}}{\text{افزایش}}$ و فرآورده $\frac{\text{کاهش}}{\text{افزایش}}$ می یابد و اغلب سرعت متوسط مصرف واکنش دهنده ها $\frac{\text{کاهش}}{\text{افزایش}}$ و سرعت تولید فرآورده ها $\frac{\text{کاهش}}{\text{افزایش}}$ می یابد .

b) با قرار دادن یک تیغه ی آلومینیمی در محلول آبی رنگ مس (II) سولفات ، با گذشت زمان ، محلول $\frac{\text{بی رنگ تر}}{\text{پر رنگ تر}}$ می شود و جرم تیغه $\frac{\text{کاهش}}{\text{افزایش}}$ می یابد . ( $Cu = 64/5\ g.mol^{-1}$ ؛ $Al = 27$ )

## برقراری ارتباط

**۴)هریک ازعباراتهای ستون A با یک واژه ازستون B درارتباط است.این ارتباط راپیداکنید** (*برخی از واژه های ستون* $B$ *اضافی هستند* )

| ستون A | ستون B |
|---|---|
| آ) از جمله واکنش های مفید است . | *a* ) کربوکسیلیک اسید |
| ب) فلزی که رنگ آبی محلول مس (II) سولفات را بی رنگ می کند . | *b* ) سفید کننده |
| پ) یک کربوکسیلیک اسید آروماتیک | *c* ) خوردگی وسایل آهنی |
| ت) ماده ای که می تواند رنگ مواد غذایی را از بین ببرد . | *d* ) کربن مونو اکسید |
| ث) یکی از گازهای آلاینده ی هوا که خود از آلاینده ی دیگری حاصل می شود . | *e* ) روی |
| ج) خانواده ای که در ساختار خود عامل $-COOH$ دارند . | *f* ) گوگرد تری اکسید |
| ح) سرعت مصرف یا تولید یک ماده ی شرکت کننده در واکنش ، در گستره ی زمانی معین | *g)* بنزوئیک اسید |
| | *h)* گوارش |
| | *i)* نقره |

## مهارتی

**۵)** دو دانش آموز سرعت تجزیه ی هیدروژن پر اکسید را در غلظت و دمای یکسان مورد مطالعه قرار دادند . دانش آموز اول سرعت متوسط تجزیه را در دو دقیقه ی نخست ، و دانش آموز دوم سرعت متوسط تجزیه را در چهاردقیقه ی نخست تعیین کرد . سرعت بدست آمده توسط کدام یک بیشتر است؟ توضیح دهید .

**۶)** درباره ی کنترل سرعت واکنش ها ، برای هریک از موارد زیر مثالی بزنید :

آ) تندتر کردن یک واکنش که به طور طبیعی کند است .

ب) کندتر کردن یک واکنش که به طور طبیعی تند است .

**۷)** به پرسش های زیر پاسخ دهید :

آ) سرعت یک واکنش را با اندازه گیری چه پارامترهایی می توان تعیین کرد ؟

ب) سرعت متوسط یک واکنش شیمیایی را از چه رابطه ای محاسبه می کنند ؟

پ) واحدهای معمول سرعت متوسط واکنش ها را با توجه به رابطه ی سرعت بنویسید .

ت) دو واکنش بسیار سریع و دو واکنش بسیار کند نام ببرید .

**۸)** با رسم منحنی مول- زمان برای یک مول ماده واکنش دهنده در واکنش $A \rightarrow B$ ، برای ۱۰۰ دقیقه نشان دهید ، به گونه ای که در هر ۱۰ دقیقه ، مقدار آن نصف شود .

**۹)** آهن ( III ) کلرید مطابق واکنش زیر کاهش ( احیاء ) می یابد :

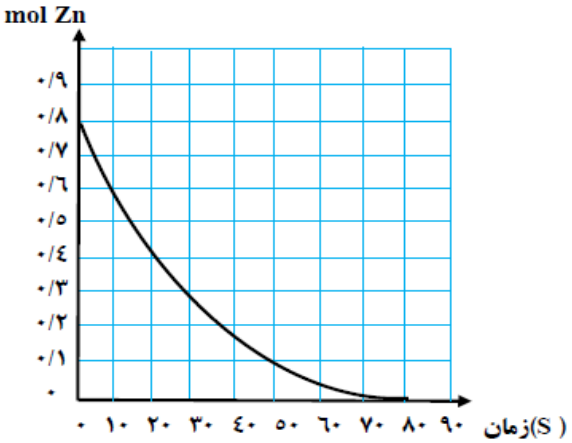
$$FeCl_{3\,(aq)} + SnCl_{2\,(aq)} \rightarrow FeCl_{2(aq)} + SnCl_{4\,(aq)}$$

**الف)** مقدار آهن ( III ) کلرید در ابتدا ۰/۸ مول می باشد که پس از ۳ دقیقه از شروع واکنش ، مقدار آن به ۰/۲ تغییر می کند . سرعت متوسط مصرف شدن آهن ( III ) کلرید را در فاصله ی زمانی یاد شده ، برحسب مول بر دقیقه محاسبه کنید .

ب) سرعت متوسط تولید $SnCl_4$ در فاصله ی زمانی مذکور چقدر است ؟

**۱۰)** برای واکنش : $Zn_{\,(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow ZnCl_{2\,(aq)} + H_{2\,(g)}$

نمودار غلظت – زمان به صورت زیر رسم شده است:

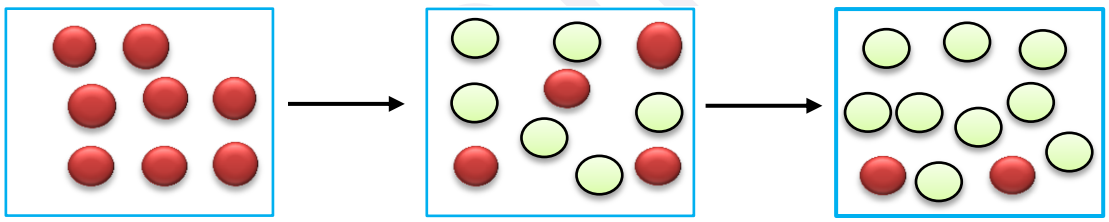



**الف)** سرعت متوسط مصرف شدن روی را بر حسب مول بر ثانیه حساب کنید . ( *از ابتدا تا انتهای آن* )

ب) بعداز گذشت ۵۰ ثانیه ازشروع واکنش، چندمول روی باقی می ماند ؟

ج) در چه زمانی مقدار فلز روی به نصف مقدار اولیه کاهش می یابد ؟

**۱۱)** با توجه به شکل زیر به پرسش ها پاسخ دهید :




آ) معادله واکنش را بنویسید .

ب) بدون محاسبه مشخص کنید سرعت واکنش ثابت است یا خیر ؟ چرا ؟

پ) سرعت متوسط مصرف B را در فاصله ی زمانی ۰ تا ۴۰ دقیقه بر حسب مول بر ثانیه به دست آورید .

**۱۲)** در دمای $90°C$ ، دی نیتروژن پنتا اکسید گازی مطابق واکنش زیر تجزیه می شود :

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

| زمان (min) | ۰ | ۲ | ۵ |
|---|---|---|---|
| mol $N_2O_5$ | ۰/۴ | ۰/۲۵ | ۰/۱۳ |

با استفاده از داده های جدول زیر ، سرعت متوسط تجزیه ی $N_2O_5$ و سرعت متوسط تشکیل $NO_2$ را در فاصله ی زمانی ۲ تا ۵ دقیقه بر حسب مول بر دقیقه حساب کنید .

**۱۳)** واکنش گازی $2NO_{(g)} + 2H_{2\,(g)} \rightarrow N_{2\,(g)} + 2H_2O_{(g)}$ در ظرف ۵ لیتری انجام میگیرد. چنانچه دردقیقه های دوم و هشتم واکنش ، مقدار مول های $H_2$ به ترتیب ۲۰ و ۱۵ باشد ، محاسبه کنید در این بازه ی زمانی چند گرم گاز نیتروژن حاصل می شود ؟ ( N=14 )

**۱۴)** در جدول زیر داده های تجربی مربوط به تجزیه ی $NO_2$ بر اثر گرما داده شده است .

$2NO_{2\,(g)} \rightarrow 2NO_{\,(g)} + O_{2\,(g)}$

| زمان (S) | ۰ | ۵ | ۱۰ | ۱۵ | ۲۰ |
|---|---|---|---|---|---|
| [ $NO_2$ ] | ۴/۱ | ۳/۱ | X | ۲/۱ | ۱/۸ |

آ) مقدار X کدام یک از اعداد روبه رو می تواند باشد ؟ دلیل انتخاب خود را بدون انجام محاسبه ذکر کنید . ( ۲/۴ و ۲/۵ و ۲ )

ب) سرعت تولید $O_2$ در فاصله ی زمانی ۱۵ تا ۲۰ ثانیه چقدر است ؟

**۱۵)** مقداری پودر روی را در یک بالن یک لیتری ریخته و به آن ۱۰۰ میلی لیتر محلول هیدروکلریک اسید ۰/۲ مولار اضافه کرده و درب آن را می بندیم . اگر پس از ۲۰ ثانیه ، خروج گاز هیدروژن خاتمه یابد ، سرعت متوسط تولید گاز هیدروژن را بر حسب مول بر دقیقه به دست آورید . $Zn_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow ZnCl_{2\,(aq)} + H_{2\,(g)}$

**۱۶)** در یک آزمایش ۰/۰۸ مول گاز $NO_2$ در یک ظرف ۲ لیتری بر اثر گرما ، مطابق واکنش زیر تجزیه می شود :

$2NO_{2\,(g)} \rightarrow 2NO_{\,(g)} + O_{2\,(g)}$

در صورتی که پس از ۲ دقیقه از آغاز واکنش ۰/۹۶ گرم گاز اکسیژن در ظرف باشد ؛

الف) سرعت متوسط تولید اکسیژن را در این بازه ی زمانی بر حسب $mol.s^{-1}$ به دست آورید .

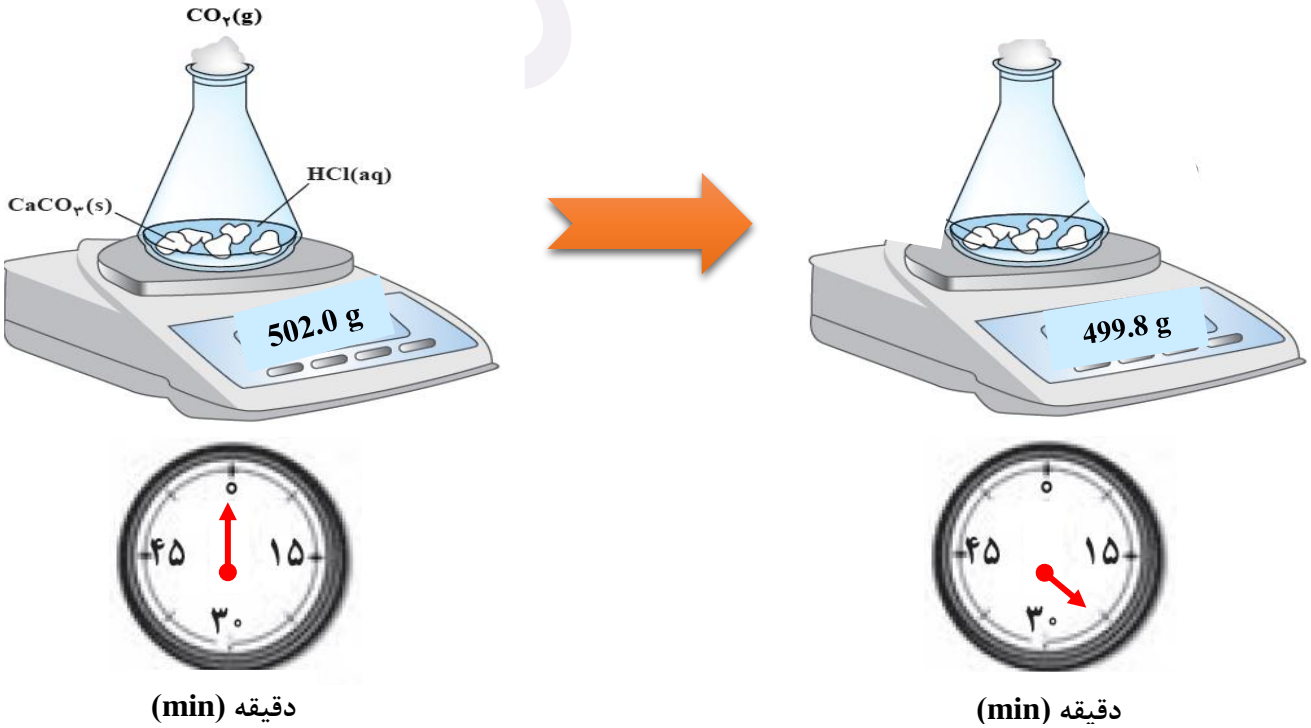
ب) سرعت متوسط مصرف گاز $NO_2$ را در این بازه ی زمانی برحسب $mol.L^{-1}.min$ محاسبه کنید .

**۱۷)** واکنش میان محلول هیدروکلریک اسید با کلسیم کربنات را در دمای اتاق در نظر بگیرید . با توجه به تصویر ، به سؤالات پاسخ دهید :

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

آ) علت کاهش جرم مخلوط واکنش چیست ؟

ب) سرعت متوسط مصرف HCl را در بازه ی زمانی داده شده بر حسب $mol.s^{-1}$ به دست آورید. ( O = 16 و C = 12 )



**۱۸) در یک آزمایش ۰/۰۸ مول گاز $NO_2$ در یک ظرف ۲ لیتری بر اثر گرما مطابق واکنش زیر تجزیه می شود :**

$$2NO_{2\,(g)} \rightarrow 2NO_{(g)} + O_{2\,(g)}$$

$O = 16$ ؛ $N = 14$

درصورتی که پس از ۲ دقیقه از آغاز واکنش ۰/۹۶ گرم گاز اکسیژن در ظرف باشد ،

**الف)** سرعت متوسط تولید اکسیژن را در این بازه ی زمانی بر حسب $mol.s^{-1}$ به دست آورید .

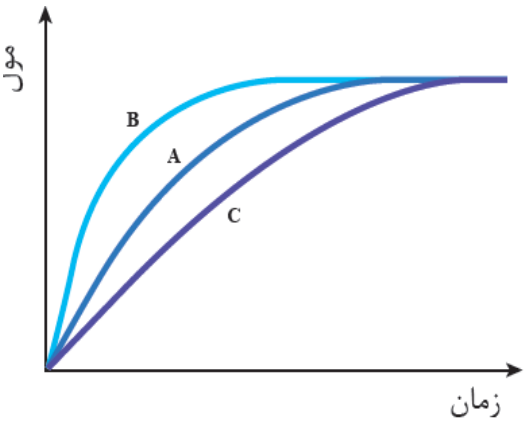
**ب)** سرعت متوسط مصرف گاز $NO_2$ را در این بازه ی زمانی برحسب $mol.L^{-1}.S^{-1}$ محاسبه کنید .

**۱۸) در نمودار زیر منحنی A مربوط به تغییر مولهای اکسیژن در تجزیه ی هیدروژن پراکسید ۰/۱ مولار در دمای اتاق است.**

با ذکر دلیل ، تعیین کنید هریک از موارد زیر با کدام یک از منحنی های B و یا C قابل توجیه است :

**الف)** انجام واکنش با محلول ۰/۰۱ مولار هیدروژن پراکسید .

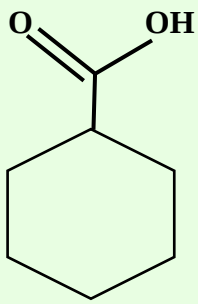
**ب)** اضافه کردن چند قطره محلول پتاسیم یدید به محلول هیدروژن پراکسید .




## بررسی نکات مهم درس

- با زیاد شدن جمعیت و گرایش مردم به شهرنشینی ، روش سنتی تهیه ی غذا دیگر پاسخگوی نیازها نبود . در چنین شرایطی ذخیره سازی و صادرات غذا به عنوان صنعتی نو ، خودنمایی کرد .
- با بهره گیری از فناوری های گوناگون از جمله : بسته بندی ، کنسروسازی ، انجماد و ... ، تولید مواد غذایی به سرعت در سرتاسر جهان گسترش یافت .
- افزایش زمان ماندگاری و کیفیت مواد غذایی هنوز شرکت های صنایع غذایی را با چالش هایی روبه رو می کند .
- استفاده از مواد شیمیایی با ویژگی های خاص ، به عنوان افزودنی ها ، سبب افزایش زمان ماندگاری و کیفیت مواد غذایی شد .
- **افزودنی ها** ، مواد شیمیایی مانند نگهدارنده ، رنگ دهنده ، طعم دهنده و ...، هستند که به صورت هدفمند به مواد خوراکی یا غذاها افزوده می شوند .
- **نگهدارنده ها** ، سرعت واکنش های شیمیایی که منجر به فساد مواد غذایی می شوند را کاهش می دهد .

**بنزوئیک اسید**




- دارای عامل اسیدی ( $-COOH$ ) و از خانواده ی کربوکسیلیک اسیدهاست .
- فرمول مولکولی آن $C_7H_6O_2$ می باشد .
- تعداد جفت الکترون غیرپیوندی ۴ جفت است.
- در تمشک و توت فرنگی وجود دارد .
- هم خانواده آن ، اتانوئیک اسید (استیک اسید) یا جوهر سرکه است ، که آشناترین عضو این خانواده است .
- درصنایع غذایی بعنوان نگهدارنده موادغذایی کاربرد فراوان دارد و با حرف اختصاری E210 و نمک آن با E212 مشخص می شود .
- تعداد پیوندهای کووالانسی آن برابر۱۹ و تعداد پیوندهای ساده برابر ۱۱ می باشد .

## سنتیک شیمیایی

✓ واکنش های طبیعی به دو دسته تقسیم می شوند :

۱) واکنش های مطلوب و مفید :
- گوارش
- تنفس
- تهیه ی دارو
- تولید فرآورده های صنعتی مفید و ضروری

- شیمیدان ها سعی درسرعت بخشیدن و گسترش دادن این دسته از واکنش ها هستند .

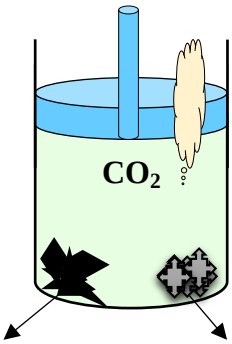
۲) واکنش های ناخواسته یا مضر :
- خوردگی فلزات
- تولید آلاینده ها
- زرد و پوسیده شدن کاغذ

- شیمیدان ها در پی یافتن راه هایی برای کاهش سرعت یا توقف واکنش های ناخواسته اند .

**سنتیک شیمیایی : شاخه ای از شیمی است که درباره ی شرایط و چگونگی انجام واکنش های شیمیایی و عوامل مؤثر بر سرعت آنها گفتگو می کند .**

- مقایسه ی دقیق میان سرعت واکنش ها هنگامی از صحت و اعتبار علمی برخوردار است که به شکل کمّی بیان شود .
- در یک واکنش شیمیایی با گذشت زمان ؛ واکنش دهنده ها مصرف و فرآورده ها تولید می شوند .
- آهنگ مصرف واکنش دهنده ها و تولید فرآورده ها در بازه ای از زمان ، قابل اندازه گیری است .
- سرعت **مصرف واکنش دهنده(ها)** یا سرعت **تولید فرآورده(ها)** در یک واکنش ، در گستره ی زمانی قابل اندازه گیری را **سرعت متوسط** آن ماده می گویند .
- با اندازه گیری کمیت هایی مانند حجم ، غلظت ، جرم ، فشار و یا تغییر رنگ ، می توان سرعت متوسط یک واکنش را در دمای معین به دست آورد .
- برای تعیین سرعت مصرف نوعی رنگ غذا به آن سفید کننده اضافه می کنند و زمان را تا از بین رفتن کامل رنگ آن اندازه گیری می کنند .
- با قراردادن تیغه هایی ( از جنس فلز فعال تر از مس ) درون محلول آبی رنگ مس (II) سولفات ، محلول بی رنگ می شود و می توان زمان به پایان رسیدن واکنش را با مشاهده ی از بین رفتن رنگ اندازه گرفت.

- هنگام تولید گاز کربن دی اکسید از تجزیه ی سنگ آهک ، با تغییر فشار ، سرعت واکنش قابل اندازه گیری است .
- در واکنش کلسیم کربنات با هیدروکلریک اسید ، با تغییر جرم مخلوط ، سرعت واکنش قابل محاسبه است .




**فرمول و رابطه ی سرعت :**

سرعت را با نماد $\bar{R}$ نمایش می دهند و واکنشگر را در پرانتز جلوی حرف $\bar{R}$ می نویسند( $\bar{R}_{H_2}$ )

**رابطه ی سرعت به دو صورت زیر نوشته می شود :**

➢ برحسب مصرف واکنش دهنده :

$$R_{(\text{واکنش دهنده})} = -\frac{n_2-n_1}{t_2-t_1} \qquad n_2 - n_1 = \Delta n < 0$$

➢ برحسب تولید فرآورده :

$$R_{(\text{فرآورده})} = \frac{n_2-n_1}{t_2-t_1} \qquad n_2 - n_1 = \Delta n > 0$$

✓ یکای سرعت بر حسب فرمول های داده شده **زمان/mol** است .

✓ سرعت همیشه یک کمیت مثبت است .

**تذکر ۱ : برای تبدیل سایر کمیت ها به مول از روابط استوکیومتری استفاده می شود :**

* **تبدیل جرم به مول :** $mol = \frac{\text{جرم واکنشگر}}{\text{جرم مولی واکنشگر}}$

* **تبدیل حجم به مول در شرایط ( STP ) :** $mol = \frac{\text{حجم گاز}}{22/4\ \text{L}}$

* **تبدیل تعداد ذرات به مول :** $mol = \frac{\text{تعداد ذرات}}{6/02\times10^{23}}$

* **تبدیل غلظت مولار به مول :** $mol = \text{غلظت}_{(\text{بر حسب مول بر لیتر})} \times \text{حجم محلول}$

**تذکر۲ : یکای زمان معمولاً ثانیه ، دقیقه و ساعت است. هرچه سرعت یک واکنش بیشترباشد ، یکای زمان راکوچکترانتخاب میکنند.**

**مثال ۱ :** در مدت ۲۰ ثانیه ، ۸۰ گرم متان طی واکنش زیر تولید شده است . سرعت متوسط تولید گاز متان چند مول بر ثانیه است ؟

$$CO_{(g)} + 3H_{2\,(g)} \rightarrow CH_{4\,(g)} + H_2O_{(g)}$$

$$mol_{CH_4} = \frac{80\ g}{16\ g} = 5\ mol \qquad R = \frac{5-0}{20-0} = 0/25\ mol.s^{-1}$$

**مثال ۲ : داده های جدول زیر مربوط به بخشی از انجام واکنش است . با توجه به آن به پرسش ها پاسخ دهید .**

| زمان ( min ) | Lit A |
|---|---|
| ۲۰ | ۰/۵۶ |
| ۴۰ | ۱/۱۲ |
| ۶۰ | ۱/۴ |

آ) ماده ی A واکنش دهنده هست یا فرآورده ؟ چرا ؟

ب) سرعت تغییرات مقدار A را در محدوده ی زمانی ۲۰ تا ۴۰ و ۴۰ تا ۶۰ ،
بر حسب مول بر دقیقه در شرایط STP به دست آورید .

ت) با گذشت زمان ، سرعت چه تغییری می کند ؟ چرا ؟

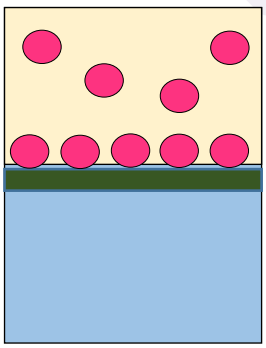
( **راهنمایی :** *ابتدا داده های جدول که بر حسب لیتر هستند ، به مول تبدیل کرده ،* ( $mol = \frac{\text{حجم گاز}}{22/4\ \text{L}}$ )
*و سپس طبق فرمول سرعت ، سرعت ها را محاسبه می کنیم* )

## تغییرات سرعت با گذشت زمان

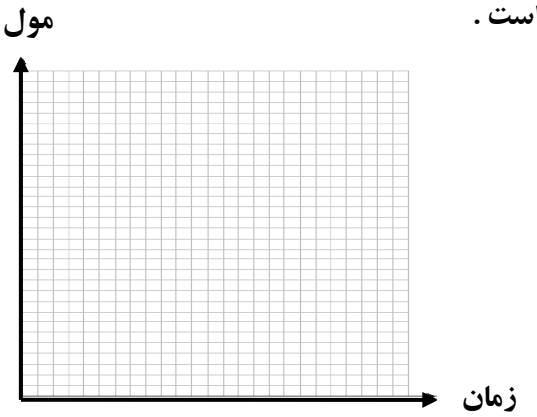
- سرعت اغلب واکنشها هم نسبت به واکنش دهنده و هم نسبت به فرآورده کاهش می یابد.
- واکنش هایی که درسطح یک جامد یا مایع انجام می شود ، معمولاً سرعت ثابتی دارند .
- برخی واکنش ها با گذشت زمان ، سرعت بیشتری پیدا می کنند ، که دو حالت دارد :

۱) در آغاز واکنش ، انرژی اولیه زیادی نیاز دارند ، ولی گرمادهٔ هستند و با گرمای آزاد شده ، سرعت می گیرند .

۲) در واکنشی که یکی از فرآورده ها نقش کاتالیز گر را دارد .

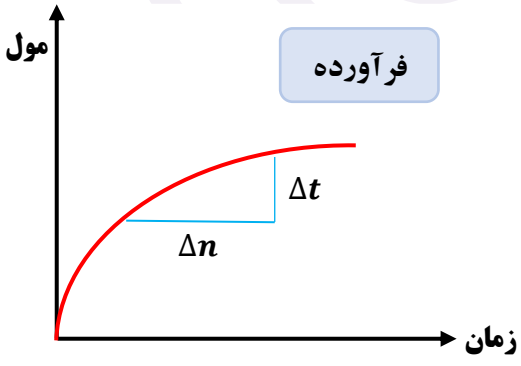


## نمودار سرعت



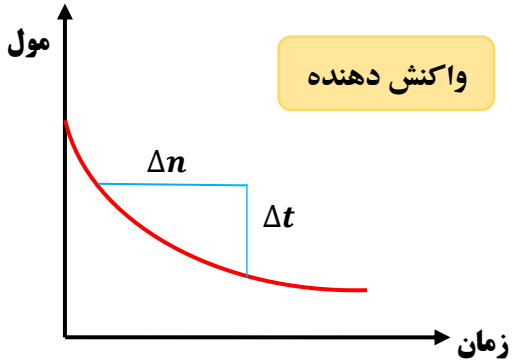

- محور x تغییرات زمان و محور y تغییرات مقادیر مواد شرکت کننده در واکنش است .
- شیب نمودار نشان دهنده ی سرعت است .
- برای واکنش دهنده ، شیب نمودار منفی و ( *سیر نزولی دارد* )
  و برای فرآورده ، شیب نمودار مثبت ( *سیر صعودی دارد* ) است.
- علت به کار بردن علامت منفی در فرمول سرعت ، بر اساس واکنش دهنده ، وجود شیب منحنی در نمودار سرعت است .
  زیرا سرعت منفی مفهومی ندارد .

- مقدار واکنش دهنده در زمان صفر روی نمودار عمودی قرار دارد ، ولی فرآورده در زمان صفر ، در مبدأ نمودار قرار دارد .
- در اغلب واکنش ها ، هم واکنش دهنده و هم فرآورده دارای نمودار منحنی هستند .
- اغلب ، با ادامه ی واکنش ، شیب نمودار هم برای واکنش دهنده و هم برای فرآورده در حال کاهش است .




نمودار از مبدأ شروع و در نقطه ای ثابت می گردد

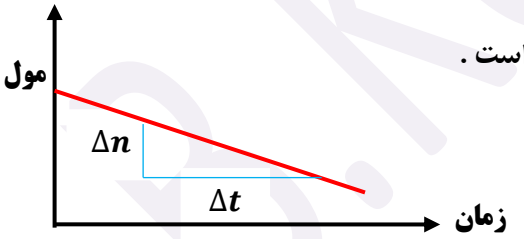
$$\text{شیب خط نمودار فرآورده} = \frac{n_2 - n_1}{t_2 - t_1}$$




نمودار ازروی خط عمودی شروع وممکن است صفرشود (*واکنش کامل* )

$$\text{شیب خط نمودار واکنش دهنده} = -\frac{n_2 - n_1}{t_2 - t_1}$$

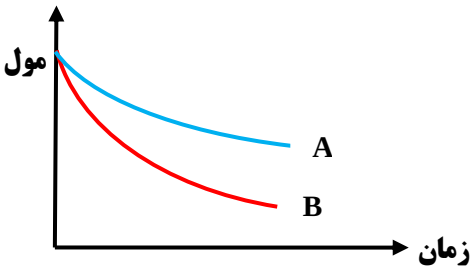
- واکنش هایی که سرعت ثابت دارند ، نمودار آن ها یک خط مستقیم با شیب ثابت است .




## رابطه ی سرعت واکنش با ضرایب استوکیومتری

- ارتباط میان تغییرات مول واکنش دهنده و فرآورده ، ضرایب استوکیومتری است.
- در یک واکنش شیمیایی ، *سرعت واکنش نسبت به ماده ای بیشتر است که ضریب استوکیومتری بزرگ تری دارد .*

مثلاً در نمودار مقابل ، ضریب استوکیومتری ماده B بزرگتر از A است ؛
زیرا شیب نمودار B بیش تر بوده و شیب نمودار نشان دهنده ی تغییرات بیش تری است .




- *برای به دست آوردن سرعت هر یک از مواد شرکت کننده در واکنش و یا سرعت متوسط واکنش ، کافی است از نسبت ضرایب استوکیومتری استفاده گردد .*

**مثال :** اگر در واکنش : $3BrO^-_{(aq)} \rightarrow BrO^-_{3\,(aq)} + 2Br^-_{(aq)}$ ، پس از گذشت ۷ ثانیه ، مقدار یون $BrO^-$ به اندازه ۰/۲۸ مول کاهش یابد ، سرعت متوسط تشکیل یون $Br^-$ ، چند مول بر دقیقه است ؟

**قسمت هشتم :** پیوند با زندگی ( خوراکی های طبیعی رنگین ، ..)
سرعت واکنش
غذا ، پسماند و رد پای آن

## جای خالی

**۱• هریک از عبارات داده شده را با استفاده از واژه های درون کادر کامل کنید . (** *برخی از واژه ها اضافی هستند* **)**

معلول – پیشترین – ۸۲ – لیکوپن — رادیکال – الکترون جفت نشده – ۵۶ دوبرابر — زمان -ضریب استوکیومتری – $C_{40}H_{52}$ – پیوند دوگانه – $C_{40}H_{56}$

**a •** رادیکال ، گونه ی پر انرژی و ناپایداری است که در ساختار خود ..... دارد .

**b •** فرمول مولکولی لیکوپن ..... و دارای ..... پیوند کووالانسی ساده است .

**c •** مولکول های $NO_2$ و $NO$ ..... هستندکه فعالیت آن ها توسط .....کاهش می یابد.

**d •** ..... سرعت متوسط درواکنش $2N_2O_5 \longrightarrow 4NO_2 + O_2$ مربوط به $NO_2$ است .

**e .** سرعت واکنش، تغییرات غلظت واکنش دهنده یا فرآورده به ..... برواحد زمان ، است .

**f .** سرعت مصرف مالتوز ..... سرعت تولید گلوکز است .

***g .*** برای شرکت کننده ها در فاز ..... می توان سرعت متوسط مصرف یا تولید را با یکای مول بر لیتر بر زمان گزارش کرد .

## درست یا نادرست

**۲• درست یا نادرست بودن هریک از عبارات زیر را مشخص کرده ، علت نادرستی یا شکل درست عبارات نادرست را بنویسید.**

***a)*** ریز مغذی ها ، ترکیبات آلی سیر شده ای هستند که رادیکال ها را غیر فعال می کنند .

***b)*** در ساختار $N_2O$ الکترون جفت نشده وجود دارد .

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

***d)*** شیب نمودار سرعت مصرف مالتوز دو برابر شیب نمودار تولید گلوکز بوده و مثبت است .

***e)*** برای شرکت کننده ها در فاز جامد می توان سرعت متوسط مصرف یا تولید را با یکای مول بر لیتر گزارش کرد .

***f)*** درواکنش کلسیم کربنات با هیدروکلریک اسید ، سرعت متوسط واکنش کلسیم کربنات برحسب مولار بردقیقه ، رو به کاهش است.

***g)*** سبک زندگی هر فرد باعث تفاوت در میزان نیاز و بهره مندی از منابع مانند آب و هوا و خاک و ... می شود .

***h)*** سهم تولید گاز کربن دی اکسید در رد پای غذا ، کمتر از سوختن سوخت ها در خودرو ها و کارخانه هاست .

***i)*** شیب نمودار فعالیت رادیکال ها در بدن انسان با مصرف لیکوپن کاهش می یابد .

## انتخاب کنید .

**۳• هریک از عبارات زیر را با انتخاب یکی از موارد داده شده ، کامل کنید :**

a) $O_2^-$ در نمکهای خود یک یون $\frac{\text{ناپایدار}}{\text{پایدار}}$ است، زیرا در ساختار خود الکترون $\frac{\text{جفت نشده}}{\text{جفت شده}}$ دارد و درحقیقت یک $\frac{\text{رادیکال}}{\text{آنیون تک اتمی}}$ است.

b) سرعت واکنش برای مواد در فاز جامد همیشه برحسب $\frac{\text{مولار}}{\text{مول}}$ بر زمان بیان میشود ، زیرا نسبت $\frac{\text{چگالی}}{\text{جرم مولی}}$ به $\frac{\text{چگالی}}{\text{جرم مولی}}$ همواره $\frac{\text{ثابت}}{\text{متغیر}}$ است.

c) با $\frac{\text{افزایش}}{\text{کاهش}}$ حجم فاز گازی ، با آنکه $\frac{\text{مولار}}{\text{مول}}$ واکنش دهنده های گازی تغییرنمیکند،ولی سرعت واکنش $\frac{\text{افزایش}}{\text{کاهش}}$ می یابد. زیرا $\frac{\text{غلظت}}{\text{تعداد ذرات}}$ بیشتر شده است .

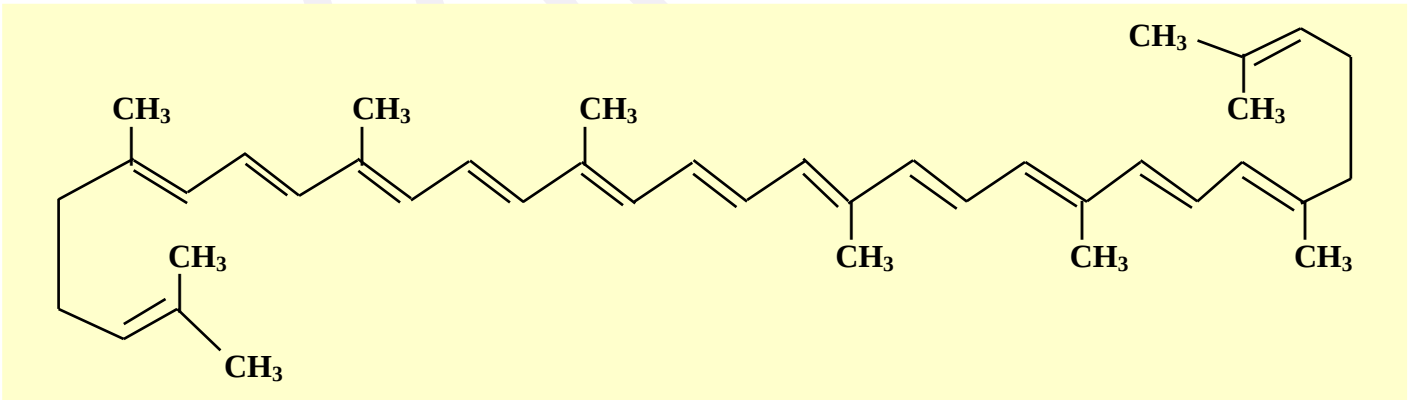
## برقراری ارتباط

**۴)هریک ازعباراتهای ستون A بایک واژه ازستون B درارتباط است.این ارتباط راپیداکنید**(برخی ازواژه های ستون**B**اضافی هستند)

| ستون A | ستون B |
|---|---|
| آ) نقش باز دارندگی مؤثری در برابر سرطان ها و پیری زود رس دارند . | *a* ) مالتوز |
| ب) نتیجه ی خریدن به اندازه ی نیاز | *b* ) گلوکز |
| پ) نتیجه استفاده از غذاهای بومی و فصلی | *c* ) سبزیجات و میوه ها |
| ت) گونه ی پر انرژی و ناپایداری که در ساختار خود، الکترون جفت نشده دارد | *d* ) افزایش مصرف انرژی |
| ث) از ترکیبات دو قندی که در جوانه ی گندم مشاهده می شود . | *e* ) ریز مغذی |
| ج) نتیجه ی افزایش مصرف گوشت و لبنیات | *f* ) کاهش تولید زباله و پسماند |
| ح) نتیجه ی کاهش مصرف غذاهای فرآوری شده . | *g*) طراحی مواد و فرآورده های شیمیایی سالم تر |
| خ) ترکیبات آلی سیر نشده ای که در حفظ سلامت بافت ها و اندام ها دخالت دارند | *h*) کاهش مصرف انرژی |
| | *i*) کاهش ورودموادشیمیایی ناخواسته به محیط زیست |
| | *j*) افزایش ورود موادشیمیایی ناخواسته به محیط زیست |

## مهارتی

**۵) ساختار لیکوپن را در نظر گرفته و به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید :**




آ) این ماده در چه نوع میوه هایی وجود دارد ؟ ب) مهمترین ویژگی آن چیست ؟

پ) فرمول مولکولی آن را تعیین کنید .

**۶) واکنش :** $A_{(g)} \rightarrow 2B_{(g)}$ **در یک ظرف ۵ لیتری در دمای ثابت در حال انجام شدن است . اگر در مدت ۵ دقیقه ۰/۱ مول A مصرف شود ، سرعت تولید B چند مول بر دقیقه است ؟**

**۷)** از واکنش فلز روی با HCl در $\frac{1}{3}$ دقیقه ، ۲۲۴ میلی لیتر گاز در شرایط متعارفی تولید می شود . سرعت تولید گاز چند مول بر ثانیه است ؟

**۸)** اگردریک بازه زمانی سرعت واکنش زیر برابر با ۰/۰۰۴ مول برثانیه باشد ، سرعت متوسط کدام ماده ۲/۱۶ مول برثانیه است ؟

$$Al_2O_{3\,(s)} + 12HCl_{(aq)} + 6NaOH_{(aq)} \rightarrow 2Na_2AlF_{6\,(s)} + 9H_2O_{(l)}$$

**۹)** هرگاه در واکنش $A_{(g)} \rightarrow 2B_{(g)}$ سرعت متوسط A برابر با $2\ mol.min^{-1}$ باشد ، و واکنش در ظرف ۲ لیتری انجام شود ، پس از گذشت ۵ دقیقه از شروع واکنش ، غلظت B چند مول بر لیتر است ؟

**۱۰)** در یک واکنش شیمیایی در مدت ۳۰ دقیقه تعداد مول های مواد واکنش دهنده به ۰/۰۱ مول رسیده است . اگر سرعت متوسط مصرف این ماده $2 \times 10^{-4}$ مول بر ثانیه باشد ، تعداد مول های اولیه ی این ماده چقدر است ؟

**۱۱)** رابطه ی $+\frac{1}{z}R_C = -\frac{1}{x}R_B = +\frac{1}{y}R_A$ مربوط به کدام واکنش زیر است ؟

1) $yA \rightarrow xB + zC$
2) $zC \rightarrow yA + xB$
3) $xB \rightarrow yA + zC$
4) $yA + zC \rightarrow xB$

**۱۲) به پرسش های زیر پاسخ دهید :**

آ) واکنش محلول ۲ گرم بر لیتر HF با پودر روی آهسته تر از واکنش محلول ۳/۶۵ گرم بر لیتر HCl با پودر روی می باشد ؟ علت چیست؟

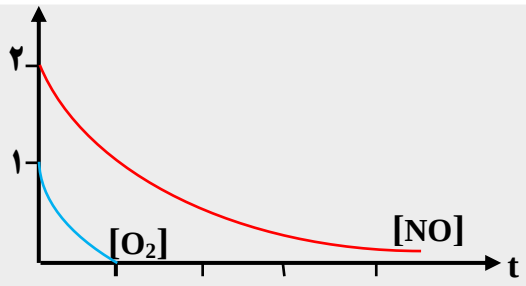
ب) چرا گرد آهن داغ در اکسیژن خالص می سوزد ، در حالی که در هوا سرخ می شود ولی نمی سوزد ؟

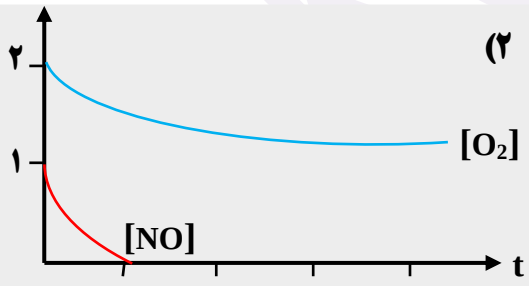
ت) کدام عمل زیر سبب افزایش سرعت واکنش : $N_{2\,(g)} + 3H_{2\,(g)} \rightarrow 2NH_{3\,(g)}$ نمی شود ؟

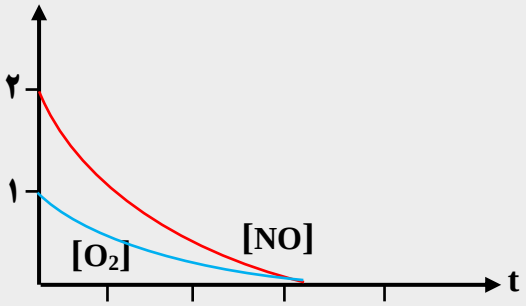
۱) افزایش دما ۲) افزایش فشار ۳) افزایش حجم ظرف واکنش ۴) کاهش حجم ظرف واکنش

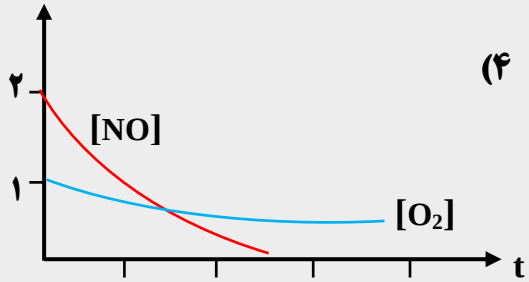
ث) سرعت واکنش با افزودن نگهدارنده به مواد غذایی چه تغییری می کند ؟ چرا ؟

**۱۳)** با توجه به معادله ی واکنش : $NO_{(g)} + O_{2\,(g)} \rightarrow N_2O_{3\,(g)}$ پس از موازنه ، کدام نمودار درباره ی تغییر غلظت $O_{2\,(g)}$ و $NO_{(g)}$ نسبت به زمان درست است ؟ ( *غلظت اولیه ی* $O_{2\,(g)}$ *و* $NO_{(g)}$ *به ترتیب* ۱ *و* ۲ *مول بر لیتر فرض شود.*)

۱)



۲)



۳)



۴)


**۱۴)** در واکنشی پس از ۱۰ ثانیه ، ۰/۲۸ گرم آهن باقی مانده است . اگر سرعت مصرف آهن ۰/۰۰۲ مول بر ثانیه باشد، مقدار اولیه ی آهن چند گرم بوده است ؟ ( $Fe = 56$ )

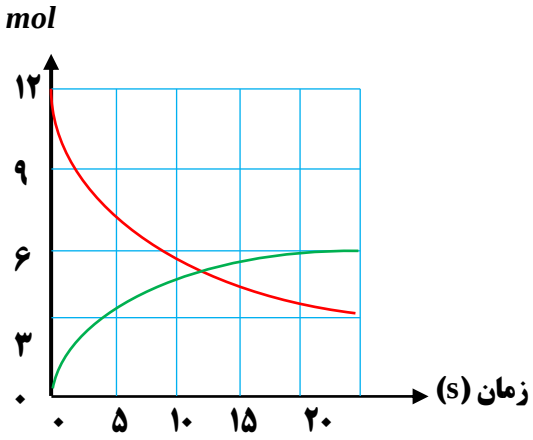
**۱۵)** اگر در واکنش تجزیه ی پتاسیم کلرات ، پس از گذشت ٤ دقیقه ، ۱/۰۸ مول از آن باقی مانده و ۰/۱۸ مول اکسیژن تشکیل شده باشد ، مقدار اولیه ی پتاسیم کلرات چند مول و سرعت تشکیل پتاسیم کلرید چند مول بر دقیقه است ؟

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

**۱۶)** اگر ۸/۳۴ گرم $PCl_5$ را گرما دهیم و پس از ۲۰ ثانیه ، ۰/۲۵ درصد از آن تجزیه شده باشد ، سرعت تشکیل گاز کلر چند مول بر دقیقه است ؟ ( $P = 31$ , $Cl = 35.5\ g.mol^{-1}$ )

**۱۷)** اگر یون هیپو برومیت در محلول ۲/۵ مولار خود ، مطابق واکنش : $3BrO^-_{(aq)} \rightarrow BrO^-_{3\,(aq)} + 2Br^-_{(aq)}$ تجزیه شود و ۹۰ ثانیه پس از آغاز واکنش ، غلظت آن به ۱/۹۶ مول بر لیتر کاهش یابد ، سرعت تشکیل یون برومات چند مول بر دقیقه است ؟

**۱۸)** اگر نمودار زیر تغییرات غلظت A و B را که در یک ظرف ۲ لیتری انجام می شود نشان دهد ، سرعت متوسط واکنش در ۵ ثانیه ی نخست را بر حسب $mol.L^{-1}.min^{-1}$ به دست آورید .



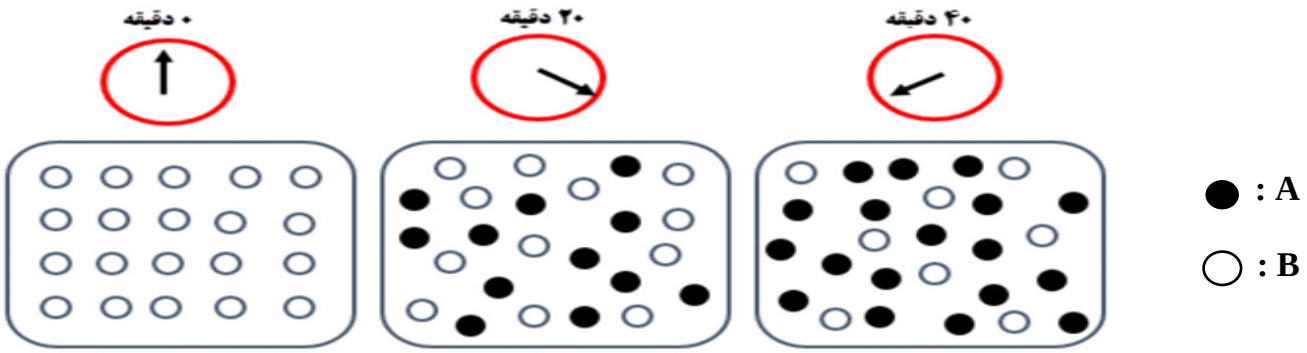

**۱۹)** با توجه به شکل های داده شده به سؤالات پاسخ دهید :

آ) سرعت متوسط مصرف A در ۲۰ دقیقه ی دوم بر حسب $mol.L^{-1}.min^{-1}$ را به دست آورید .

( حجم ظرف ۲ لیتر و هر گوی معادل ۰/۰۴ مول است )

ب) به جای ضرایب $a$ و $b$ ، در معادله ی $aA_{(g)} \rightarrow bB_{(g)}$ چه اعدادی باید نوشته شود ؟

پ) سرعت واکنش در کدام بازه ی زمانی بیشتر است ؟ چرا ؟ $R_{0 \rightarrow 40}$ یا $R_{20 \rightarrow 40}$




**۲۰)** در واکنش $A + 2B \rightarrow C$ و با توجه به تغییرات غلظت A و B که در جدول رو به رو داده شده است ، غلظت ماده B را در لحظه شروع واکنش تعیین کنید . ( بر حسب مول بر لیتر )

| زمان(s) / غلظت(M) | ۰ | ۱۰ | ۲۰ |
|---|---|---|---|
| [ A ] | ۲۵ | ۴ | ۱ |
| [ B ] | | | ۴ |

**۲۱)** ۰/٦ مول گاز $N_2O_4$ را در یک ظرف متصل به پیستون متحرک ، در دمای صفر درجه سانتیگراد و فشار یک اتمسفر قرار می دهیم . پس از ده دقیقه ، حجم ظرف به ۲۲/٤ لیتر می رسد . سرعت متوسط تولید $NO_2$ چند مول بر دقیقه است ؟

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

**۲۲)** ۱۲ مول $N_2O_5\,(g)$ را در یک سامانه ی دو لیتری قرار می دهیم تا تجزیه شود . اگر در هر ۱۰ ثانیه ، مقدار مواد گازی حاصل موجود در ظرف ، ۶ مول افزایش یابد ، پس از چه مدت ( *بر حسب ثانیه* ) واکنش به پایان می رسد ؟

$$2N_2O_5\,(g) \rightarrow 4NO_2\,(g) + O_2\,(g)$$

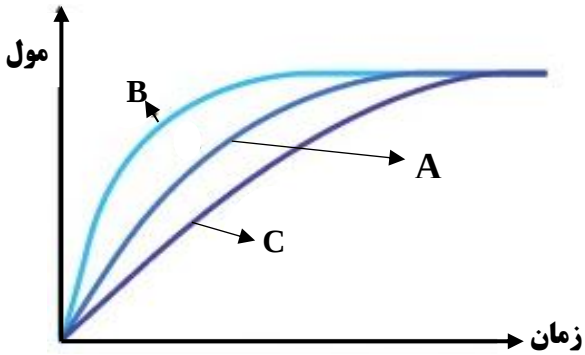
**۲۳)** با توجه به جدول مقابل که تغییرات غلظت را بر حسب تغییرات زمان نشان می دهد :

آ) معادله ی واکنش را به دست آورید .

ب) مقدار x و y را تعیین کنید .

| غلظت($mol.L^{-1}$) / زمان(S) | [ A ] | [ B ] | [ C ] |
|---|---|---|---|
| ۲۰ | y | ۰/۱۲ | ۰/۰۶ |
| ۴۰ | ۰/۰۴ | ۰/۱۸ | ۰/۰۴ |
| ۶۰ | ۰/۰۲ | ۰/۲۱ | x |

**۲۴)** در نمودار زیر ، منحنی A برای کلسیم کربنات با محلول هیدروکلریک اسید $0/1\ mol.L^{-1}$ در دمای اتاق رسم شده است . با ذکر دلیل مشخص کنید در هر یک ازموارد زیر ، کدام منحنی تغییر تعداد مول های کربن دی اکسید را با گذشت زمان به درستی نشان می دهد :




**آ)** قرار دادن ظرف واکنش در حمام محتوی آب و یخ

**ب)** انجام واکنش با محلول $0/2\ mol.L^{-1}$

**۲۵)** یک تیغه ی آلومینیم به جرم ۲۰ گرم را در محلول مس (II) سولفات قرار می دهیم . اگر پس از گذشت ۱۲۰ دقیقه جرم تیغه ۴۰ درصد افزایش یابد ، سرعت واکنش ، بر حسب مول بر ساعت چقدر است ؟

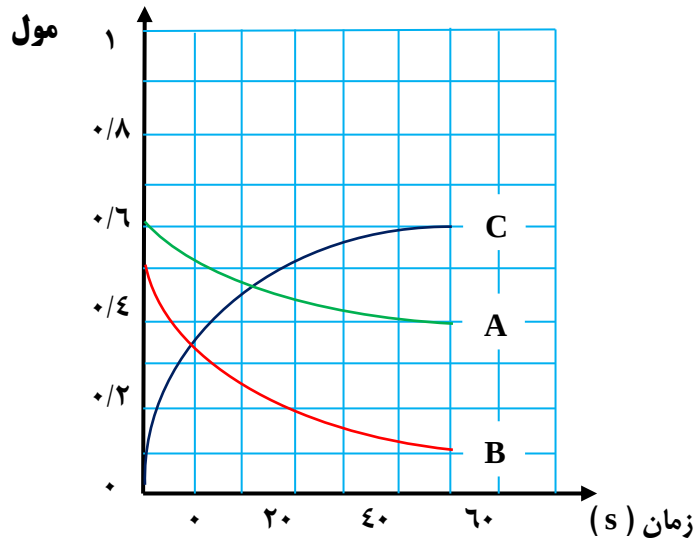
$$2Al\,(s) + 3CuSO_4\,(aq) \rightarrow Al_2(SO_4)_3\,(aq) + 3Cu\,(s)$$

**۲۶)** با توجه به روابط زیر ، معادله ی واکنش ها را بنویسید .

$$\bar{R} = \frac{-2\Delta n_A}{\Delta t} = \frac{\Delta n_B}{2\Delta t} = \frac{3\Delta n_C}{\Delta t}$$

$$\bar{R} = \frac{\Delta[A]}{2\Delta t} = \frac{3\Delta[B]}{-\Delta t} = \frac{-2\Delta[C]}{\Delta t}$$

**۲۷)** با توجه به نمودار مقابل ،




**آ)** معادله ی سرعت واکنش را بنویسید .

**ب)** سرعت واکنش را در محدوده ی زمانی ۰ تا ۴۰ ثانیه به دست آورید .

**پ)** بازده درصدی واکنش را بر حسب ماده ی A محاسبه نمایید .

**۲۸)** مقداری آلومینیم سولفات با درصد خلوص ۸۰ ٪ در دمای بالا حرارت داده شده است .

$$Al_2(SO_4)_{3\,(aq)} \xrightarrow{\Delta} Al_2O_{3\,(s)} + 3SO_{3\,(g)}$$

جدول زیر مقدار باقی مانده را در زمان های مختلف نشان می دهد .

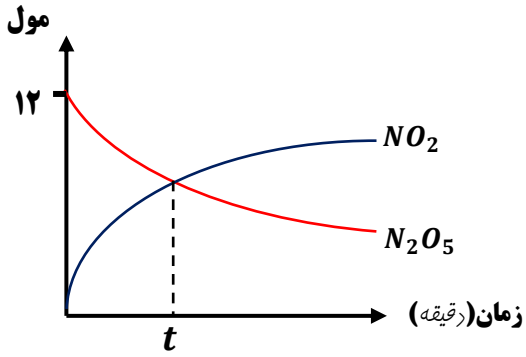
| مقدار باقی مانده ( g ) | مقدار اولیه | ۱۶/۵۷۵ | ۱۲/۹۷۵ | ۱۰/۵۷۵ | ۹/۳۷۵ | ۹/۳۷۵ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| زمان ( min ) | ۰ | ۱۰ | ۲۰ | ۳۰ | ۴۰ | ۵۰ |

Al = 27
S = 32 ؛ O = 16

آ) معادله ی سرعت واکنش را بنویسید .

ب) سرعت واکنش را در محدوده ی زمانی ۰ تا ۴۰ ثانیه به دست آورید .

پ) بازده واکنش را بر حسب ماده ی محاسبه نمایید .



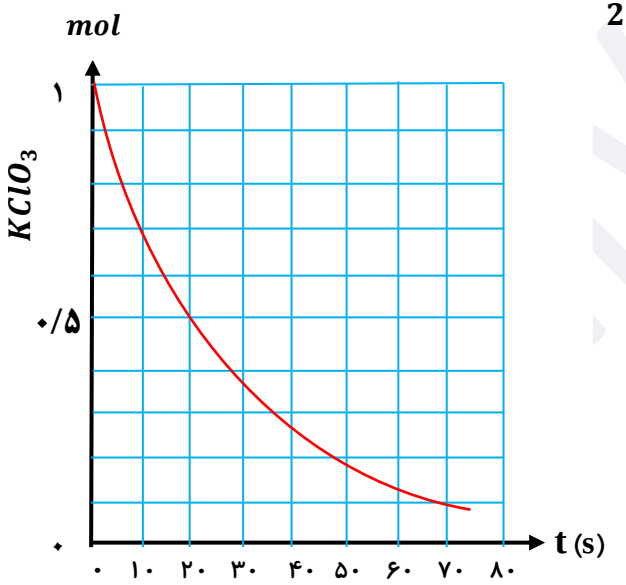

**۲۹)** با توجه به این که سرعت واکنش برابر ۰/۱ مول بر دقیقه است، بر اساس نمودار مقابل ، t برحسب دقیقه چقدر است ؟

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

**۳۰)** نمودار مقابل تغییرات مول را به عنوان تابعی از زمان در واکنش تجزیه پتاسیم کلرات در حضور گرما و کاتالیزگر نشان می دهد :

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

❋




آ) سرعت متوسط واکنش را در ۵۰ ثانیه ی اول بر حسب $mol.L^{-1}.min^{-1}$ به دست آورید.

( حجم ظرف ۲ لیتر است .)

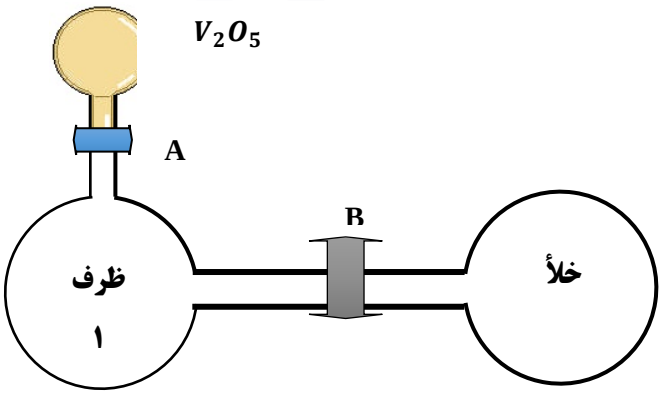
پ) چند ثانیه طول می کشد تا ۴۲ لیتر گاز اکسیژن به دست آید ؟

( چگالی گازاکسیژن $0/8\ g.L^{-1}$ و جرم مولی اکسیژن ۱۶ گرم است)

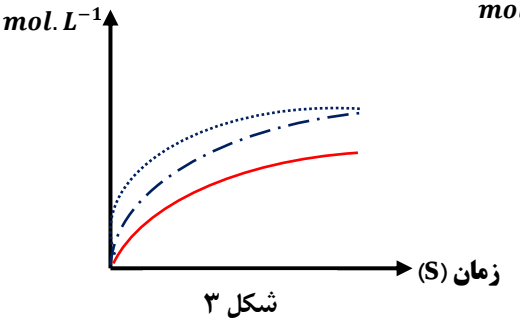
**۳۱)** در ظرف ۱ واکنش گازی $2SO_2 + O_2 \rightarrow 3SO_3$ در حال انجام است.

با توجه به عوامل مؤثر بر سرعت واکنش ها ، کدام یک از نمودارهای غلظت – زمان داده شده ، درست است ؟

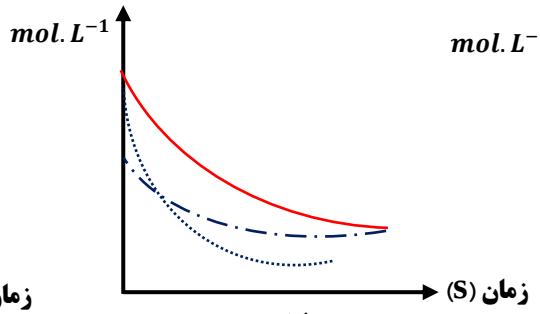
دلیل انتخاب خود را بنویسید .



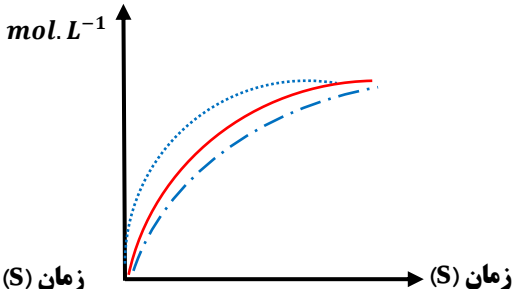

ظرف ۱
بازشدن شیر B .....
باز شدن شیر A _ . _



شکل ۳



شکل ۲



شکل ۱

## بررسی نکات مهم درس

### خوراکی های طبیعی رنگین

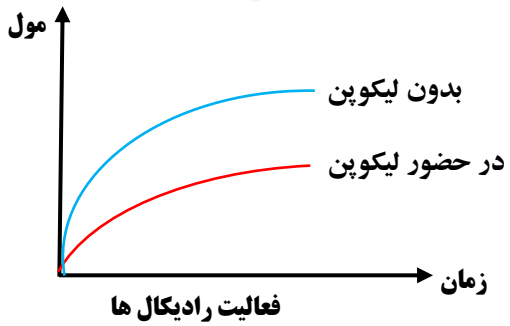
- برنامه غذایی محتوی سبزیجات و میوه های گوناگون ، نقش بازدارندگی مؤثری در برابر سرطان ها و پیری زودرس دارند.
- ریزمغذی ها ترکیبات آلی سیر نشده ای هستند که در حفظ سلامت بافت ها و اندام دخالت دارند .
- برخی از ریزمغذی ها به عنوان بازدارنده از انجام واکنش نامطلوب و ناخواسته به دلیل حضور رادیکال ها جلوگیری می کنند .
- هندوانه و گوجه فرنگی محتوی لیکوپن بوده که فعالیت رادیکال ها را کاهش می دهد .

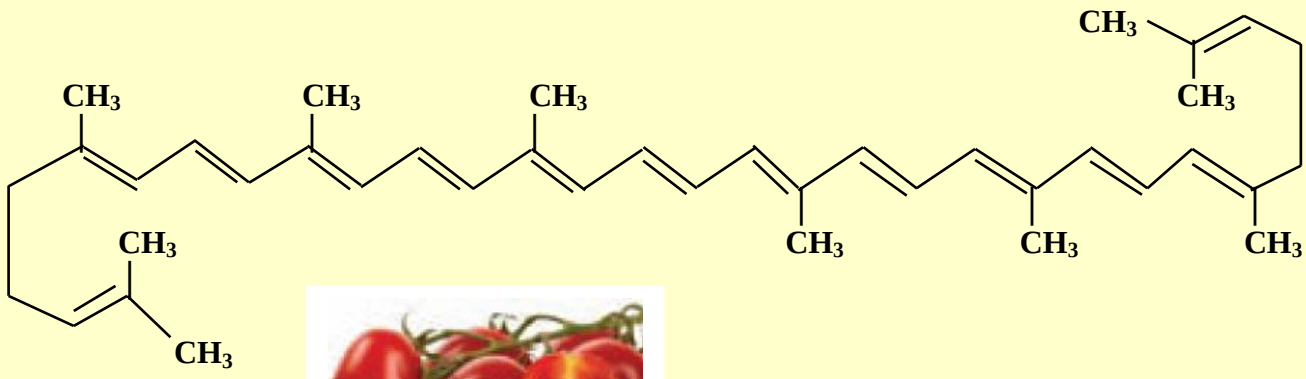
### رادیکال

- رادیکال ، گونه ی پر انرژی و ناپایداری است .
- در ساختار خود الکترون جفت نشده دارد .
- محتوی اتم هایی است که از قاعده ی هشت تایی پیروی نمی کنند .
- رادیکال ها واکنش پذیری بالایی دارند .
- در بدن ما به دلیل انجام واکنش های متنوع و پیچیده ، رادیکال ها به وجود می آیند .
- مجموع الکترون های ظرفیت اتم های یک رادیکال ، یک عدد فرد است .
- $Cl^{\cdot}$ ؛ $CHCl_2^{\cdot}$ ؛ $O_2^{\cdot}$ ؛ $CH_3^{\cdot}$ ؛ $NO_3^{\cdot}$ ؛ $NO^{\cdot}$ ذراتی هستند که الکترون فرد دارند .

### لیکوپن

- ✓ فرمول مولکولی آن برابر $C_{40}H_{56}$ است .
- ✓ تعداد پیوند کووالانسی آن برابر با ۱۰۸ و تعداد پیوند دوگانه ( $C = C$ ) درآن برابر با ۱۳ و پیوند ساده ی آن ۸۲ است .
- ✓ در میوه هایی با رنگدانه ی قرمز وجود دارد .
- ✓ با جذب رادیکال ها ، فعالیت آن ها را کاهش می دهد .
- ✓ شیب نمودار فعالیت رادیکال ها در بدن انسان ، با مصرف لیکوپن کاهش می یابد .





## سرعت واکنش

- شیب نمودار **مول – زمان** برای هریک از شرکت کننده ها در واکنش ، متناسب با *ضریب استوکیومتری* آن است .
- اگر ضریب استوکیومتری شرکت کننده ها یکسان نباشد ، سرعت متوسط آن ها متفاوت خواهد بود .
- شیمی دان ها برای درک آسان پیشرفت واکنش در واحد زمان ، از یک مفهوم کاربردی به نام **سرعت واکنش** استفاده می کنند .
- سرعت واکنش برابر است به : « *سرعت متوسط تولید یا مصرف هر شرکت کننده به ضریب استوکیومتری آن* »
- در معادله ی عمومی یک واکنش : $a\,A + b\,B \rightarrow c\,C + d\,D$

رابطه ی سرعت به صورت زیر است :

$$\bar{R} = \frac{R_A}{a} = \frac{R_B}{b} = \frac{R_C}{c} = \frac{R_D}{d}$$

با جاگذاری رابطه ی سرعت هر کدام از مواد شرکت کننده در واکنش ( $R = \frac{\Delta[X]}{\Delta t}$ ) ، فرمول فوق به صورت زیر خواهد شد:

$$\bar{R} = -\frac{\Delta n_A}{a\Delta t} = -\frac{\Delta n_B}{b\Delta t} = \frac{\Delta n_C}{c\Delta t} = \frac{\Delta n_D}{d\Delta t}$$

**تذکر ۱ :** در سؤالات با حذف $\mathbf{R}$ در معادله رابطه ی سرعت را به صورت زیر می نویسند ، که در این صورت می توان معادله ی واکنش را در هر دو جهت نوشت .

$$\frac{\Delta n_A}{a\Delta t} = \frac{\Delta n_B}{b\Delta t} = -\frac{\Delta n_C}{c\Delta t} = -\frac{\Delta n_D}{d\Delta t} \quad \text{یا} \quad -\frac{\Delta n_A}{a\Delta t} = -\frac{\Delta n_B}{b\Delta t} = \frac{\Delta n_C}{c\Delta t} = \frac{\Delta n_D}{d\Delta t}$$

**مثال : با توجه به معادله ی سرعت داده شده ، معادله ی موازنه شده ی واکنش را بنویسید .**

$$\frac{\Delta n_A}{4\Delta t} = \frac{\Delta n_B}{b\Delta t} = -\frac{\Delta n_C}{3\Delta t} = -\frac{\Delta n_D}{2\Delta t} \quad \rightarrow\rightarrow\rightarrow \quad 4A + B \rightarrow 3C + 2D$$

چون در رابطه ی داده شده ، $\mathbf{R}$ نوشته نشده است ، پس می توان معادله ی واکنش را در هر دو جهت نوشت . یعنی رابطه می تواند در یک منفی ضرب شود :

$$-\frac{\Delta n_A}{4\Delta t} = -\frac{\Delta n_B}{\Delta t} = \frac{\Delta n_C}{3\Delta t} = \frac{\Delta n_D}{2\Delta t} \quad \rightarrow\rightarrow\rightarrow \quad 3C + 2D \rightarrow 4A + B$$

**تذکر ۲ :** اگر در معادله ی سرعت داده شده ، ضرایب ، پایین کسر نبودند ، باید معادله ی داده شده را به یک عدد (*کوچکترین مضرب مشترک اعداد صورت کسر*) تقسیم نماییم تا هیچ عددی در صورت کسرها نماند .

$$-\frac{2\Delta n_A}{\Delta t} = -\frac{\Delta n_B}{2\Delta t} = \frac{3\Delta n_C}{\Delta t} = \frac{\Delta n_D}{\Delta t}$$

$$\frac{1}{6} \times \left[ -\frac{2\Delta n_A}{\Delta t} = -\frac{\Delta n_B}{2\Delta t} = \frac{3\Delta n_C}{\Delta t} = \frac{\Delta n_D}{\Delta t} \right]$$

$$-\frac{\Delta n_A}{3\Delta t} = -\frac{\Delta n_B}{12\Delta t} = \frac{\Delta n_C}{2\Delta t} = \frac{\Delta n_D}{6\Delta t}$$

معادله ی واکنش براساس رابطه ی سرعتی نوشته می شود که هیچ عددی در صورت کسرها دیده نشود :

$$2C + 6D \rightarrow 3A + 12B \quad \text{و یا} \quad 3A + 12B \rightarrow 2C + 6D$$

❖ برای شرکت کننده ها در فاز گاز و محلول ، می توان سرعت متوسط مصرف یا تولید را افزون بر یکای مول بر زمان $mol.$ زمان$^{-1}$ ، با یکای مول بر لیتر بر زمان $mol.L^{-1}$ زمان$^{-1}$ نیز گزارش کرد .

❖ **فاز** : بخشی از یک سامانه که خواص فیزیکی و شیمیایی درهمه جای آن ، یکسان است ( محیط همگن )، فاز نامیده می شود.

غلظت مولی یک ماده را با نوشتن فرمول شیمیایی آن ، درون یک کروشه نمایش می دهند . [ A ] = غلظت مولی A

$$\bar{R} = -\frac{\Delta[A]}{a\Delta t} = -\frac{\Delta[B]}{b\Delta t} = \frac{\Delta[C]}{c\Delta t} = \frac{\Delta[D]}{d\Delta t}$$

❖ برای تبدیل یکای مول بر زمان یا مولار بر زمان ، کافی است سرعت داده شده بر حسب مول بر زمان را بر حجم سامانه ی واکنش تقسیم نماییم .

**تذکر مهم :** برای مواد موجود در فاز مایع یا جامد ، نمی توان از غلظت برای رابطه ی سرعت استفاده نمود . زیرا غلظت مواد جامد و مایع همیشه از تقسیم چگالی بر جرم مولی آن ها به دست می آید که مقدار ثابتی است و $\Delta$ برای آن ها مفهومی ندارد .

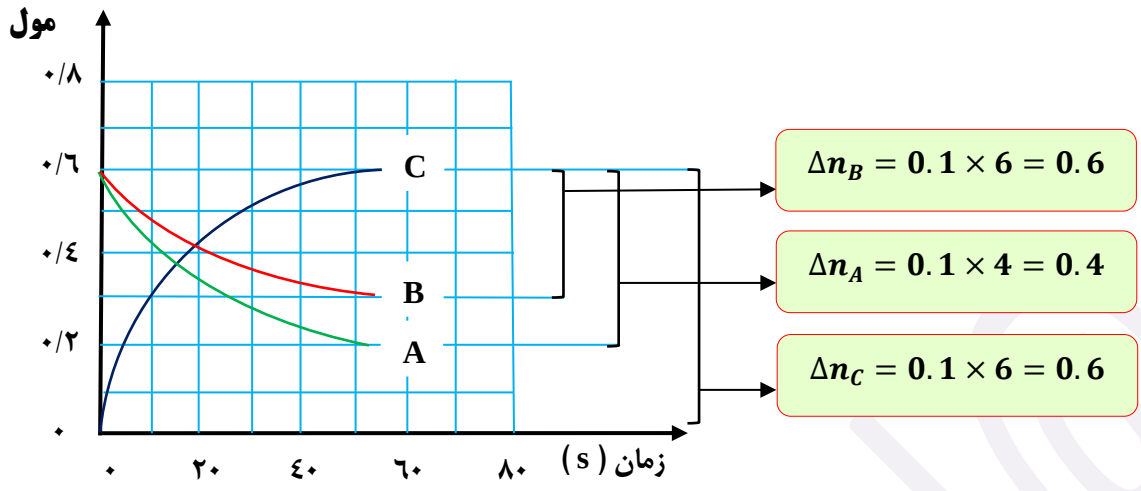
$$[CaCO_{3\,(s)}] = \frac{d_{CaCO_3}}{M_{CaCO_3}} = ect$$

## نمودار سرعت

- شیب هر نمودار متناسب با ضرایب استوکیومتری واکنش دهنده و فرآورده ها است .
- هرچه ضریب استوکیومتری بزرگتر باشد ، شیب نمودار نیز بیشتر است و دامنه ی تغییرات بیشتر خواهد بود .
- برای به دست آوردن ضرایب استوکیومتری هر واکنش ، کافی است تعداد واحدهای نقطه شروع تا پایان نمودار را شمارش کنیم .
- برای محاسبه ی سرعت هر واکنش کافی است عدد مربوط یک واحد بر محدوده ی زمانی تعیین شده به دست آید .

**مثلاً :** تا زمان ۴۰ ثانیه ، $\bar{R} = \frac{0/1}{40}$ ، و اگر سرعت بر حسب سایر واکنشگرها خواسته شود ، فقط کافی است عدد به دست آمده را

در ضریب استوکیومتری آن واکنشگر ضرب شود .  $\bar{R}_A = 4R$ و $\bar{R}_B = 3R$ و $\bar{R}_C = 6R$




## جدول تغییرات غلظت بر حسب زمان

محدوده ی تغییرات غلظت در یک واحد زمان معین برای همه ی مواد محاسبه می شود. برای به دست آوردن ضریب هر واکنشگر ، ابتدا نسبت اعداد حاصل ، به ساده ترین شکل نوشته می شود . کوچکترین عدد را مبنای تغییر در نظر می گیریم .

برای به دست آوردن سرعت واکنش **R** در یک زمان معین ، کافی است عدد مبنا را به آن زمان تقسیم کنیم .

برای تعیین سرعت واکنش دهنده ها یا فرآورده ها بر اساس **R** ، عدد **R** در ضریب استوکیومتری ضرب می شود .

**مثال :**

**با توجه به جدول زیر، معادله واکنش و مقادیر x و y را به دست آورید.!!!**

با توجه به روند تغییرات غلظت واکنشگرها ، مشخص می شود که **A** و **C** واکنش دهنده و **B** فرآورده است .

| غلظت($mol.L^{-1}$) / زمان(s) | [A] | [B] | [C] |
|---|---|---|---|
| ۱۰ | y | ۰/۰۸ | ۰/۱۲ |
| ۲۰ | ۰/۰۲ | ۰/۱۴ | ۰/۰۸ |
| ۳۰ | ۰/۰۱ | ۰/۱۷ | x |

**در محدوده ی زمانی ۱۰ تا ۲۰ ثانیه :**

$$\Delta n_A = y - 0.02$$
$$\Delta n_B = 0.14 - 0.08 = 0.06$$
$$\Delta n_C = 0.12 - 0.08 = 0.04$$

با ساده کردن عددهای به دست آمده ، ضریب استوکیومتری **C** برابر با ۲ و ضریب استوکیومتری **B** برابر با ۳ می باشد و ضریب **A** مشخص نیست و نمی توان عدد مبنا را تعیین کرد . چون ضریب **A** هنوز مشخص نشده است .

**در محدوده ی زمانی ۲۰ تا ۳۰ ثانیه :**

$$\Delta n_A = 0.02 - 0.01 = 0.01$$
$$\Delta n_B = 0.17 - 0.14 = 0.03$$
$$\Delta n_C = 0.1 - x$$

با ساده کردن عددهای به دست آمده ، ضریب **A** برابر با ۱ و ضریب **B** برابر با ۳ می شود که با ضریب به دست آمده از مرحله ی اول یکسان است . پس ضریب **C** نیز همان عدد ۲ خواهد بود .

پس در کل معادله ی واکنش به صورت زیر در خواهد آمد : $A + 2C \rightarrow 3B$

عدد مبنا در زمان ۱۰ تا ۲۰ ثانیه برابر با ۰/۰۲ است ،

زیرا تغییرات **C** برابر با ۰/۰۴ و ضریب آن عدد ۲ است . ( $0.02 \times 2$ )

برای به دست آوردن y که واکنش دهنده است ، مقدار باقی مانده را با حاصل ضرب عدد مبنا در ضریب استوکیومتری **A** ،

جمع می کنیم . $0.02 + (1 \times 0.02) = 0.04$

عدد مبنا در زمان ۲۰ تا ۳۰ ثانیه برابر با ۰/۰۱ است .

زیرا تغییرات A برابر با ۰/۰۱ و ضریب آن عدد ۱ است . ( $1 \times 0.01$ )

برای به دست آوردن x که باز هم واکنش دهنده است ، حاصلضرب عدد مبنا در ضریب استوکیومتری C را از مقدار باقیمانده ی قبلی ( یعنی مقدار C در ثانیه ی ۲۰ )کسر می شود .

$$0.08 - (2 \times 0.01) = 0.06$$

**سؤال :**

یک واکنش گازی در سامانه ای به حجم ۲ لیتر ، مطابق جدول زیر در حال انجام شدن است .

سرعت واکنش در دو دقیقه ی دوم برحسب $mol \cdot s^{-1}$ ، چقدراست ؟

| زمان (s) | [A] | [B] | [C] |
|---|---|---|---|
| ۰ | ۰/۲۵ | ۰/۶۳ | ۰/۷۲ |
| ۲ | | | ۰/۷۷ |
| ۴ | ۰/۴۱ | ۰/۳۹ | |
| ۶ | ۰/۴۳ | | ۰/۸۱ |

## غذا ، پسماند و رد پای آن

- میزان نیاز و بهره مندی از منابعی مانند هوا ، آب، غذا و... برای همه یکسان نیست ، زیرا سبک زندگی افراد با هم فرق می کند .
- هر انسان در طول عمر خود ، رد پاهای متفاوتی در محیط زیست بر جای می گذارد . رد پای کربن دی اکسید ، آب ، غذا و ...

**رد پای غذا** دو چهره دارد :

۱) **چهره ی *آشکار*** آن نشان می دهد که سالانه حدود ۳۰ ٪ غذایی که در جهان فراهم می شود ، به مصرف نمی رسد و به زباله تبدیل می شود و یا از بین می رود .

۲) **چهره ی *پنهان*** که خود شامل دو قسمت است :

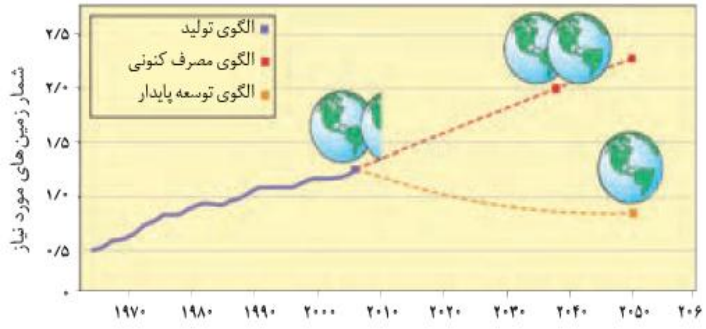
**الف)** تولید گازهای گلخانه ای به ویژه کربن دی اکسید است . آن چنان که سهم تولید این گاز در رد پای غذا به مراتب بیش از سوختن سوخت ها در خودرو ها ، کارخانه ها و ... است .

**ب)** رد پای دیگر شامل همه ی منابعی است که در تهیه ی غذا از آغاز تا سر سفره سهم داشته اند .

مدیریت منابع ، نیروی انسانی برای تولید و تأمین مواد اولیه و انرژی ، فرآوری ، ابزار و دستگاه های مورد نیاز ، بسته بندی ، حمل و نقل ، آب و انرژی مصرفی ، زمین های بایر و ... از جمله این منابع هستند .

## اثرات افزایش جمعیت جهان

- با افزایش جمعیت جهان ؛ رشد اقتصادی ، افزایش سطح رفاه و ... رو به افزایش است .
- تقاضا برای غذا نیز پیوسته افزایش می یابد .
- تقاضایی که برای تأمین آن ، منابع آب و انرژی و مواد اولیه و زمین بیشتری را می طلبد .
- بدیهی است که با این روند ، ردپای غذا روی محیط زیست سنگین تر شده و مساحت کل مورد نیاز برای تأمین اقلام ضروری زندگی بیشتر خواهد شد .




**پیش بینی مساحت مورد نیاز برای تأمین غذا**

باتوجه به الگوی تولید و مصرف غذا ،انتظار میرود مدیران جامعه جهانی با طراحی و انتخاب راه حل های اجرایی مناسب و هماهنگ، بهره وری را در مراحل تولید و تأمین غذا افزایش دهند تا

B.Kolivand

ردپای آن کاهش یابد . آشکار است که اجرای هریک از این برنامه ها در گرو همت و تلاش یکایک ساکنان زمین است .

- پیش بینی می شود در سال ۲۰۱۶ منابع مورد نیاز برای تأمین غذا بیش از منابع موجود در سطح زمین است . و در سال ۲۰۴۰ دو برابر آن خواهد شد .

- مطابق طرح زیر ، نتیجه ی الگوهای کاهش ردپای غذا با هریک از اصول شیمی سبز مربوطه ، آورده شده است .

| الگوی کاهش رد پای غذا | بیانی از شیمی سبز |
|---|---|
| خرید به اندازه ی نیاز | کاهش تولید زباله و پسماند |
| کاهش مصرف گوشت و لبنیات | کاهش ورود مواد شیمیایی ناخواسته به محیط زیست |
| استفاده از غذاهای بومی و فصلی | کاهش مصرف انرژی |
| کاهش مصرف غذاهای فرآوری شده | طراحی مواد و فرآورده های شیمیایی سالم تر |

## نکات مربوط به تمرین های دوره ای

- انرژی گرمایی گازهای نجیب به دلیل تک اتمی بودن ( داشتن فقط انرژی انتقالی ) به تعداد اتم ها و دمای آن بستگی دارد.
- با زیاد شدن تعداد اتم ها یا افزایش سرعت اتم های گازهای نجیب ، انرژی گرمایی نیز افزایش می یابد .
- اگر گازهای مختلفی که همدما هستند ، با تعداد اتم های نابرابر و بدون داد و ستد انرژی با محیط پیرامون خود ، با هم مخلوط شوند ، انرژی گرمایی تک تک اتم ها تغییر می کند .

### بسته های گرما زا

بسته هایی که می توانند در مواقع اضطراری ، دما را از $25^{\circ}C$ به $90^{\circ}C$ تغییر دهند .

نمونه : کنسرو خود گرم شونده یا بسته هایی که برای درمان آسیب دیدگی های اغلب ورزشکاران استفاده می شود .

اساس کار بسته های گرمازا ؛ انحلال نمک هایی چون کلسیم کلرید ، سدیم استات و منیزیم سولفات در آب است .

$$CaCl_{2\,(s)} \xrightarrow{H_2O} Ca^{2+}_{(aq)} + 2Cl^{-}_{(aq)} + 83KJ$$

### بسته های سرمازا

بسته هایی که می توانند در مواقع اضطراری ، دما را از $25^{\circ}C$ به $0^{\circ}C$ تغییر دهند .

اساس کار بسته های گرمازا ؛ انحلال نمکهایی چون آمونیم نیترات ،جوش شیرین (سدیم هیدروژن کربنات) و پتاسیم کلرید در آب است .

$$NH_4NO_{3\,(s)} + \xrightarrow{H_2O} NH^{+}_{4\,(aq)} + NO^{-}_{3\,(aq)}$$

### چربی کوهان شتر

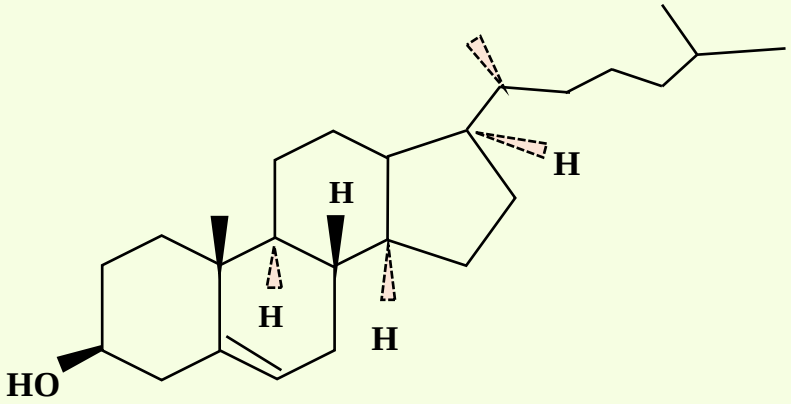
❖ چربی ذخیره شده در کوهان شتر هنگام اکسایش ، افزون بر آب مورد نیاز ، انرژی لازم برای فعالیتهای جانور را نیز تأمین می کند .

واکنش اکسایش چربی ذخیره شده در کوهان شتر :

$$2\,C_{57}H_{110}O_{6\,(s)} + 163\,O_{2\,(g)} \rightarrow 114\,CO_{2\,(g)} + 110H_2O_{(l)} \quad ; \Delta H = -75520\,KJ$$

**کلسترول**

- ✓ یکی از مواد آلی موجود در غذاهای جانوری است که یک الکل سیر نشده است .
- ✓ مقدار اضافی آن در دیواره ی رگ ها رسوب میکند ، فرآیندی که منجر به گرفتگی رگ ها و سکته می شود .
- ✓ فرمول مولکولی کلسترول $C_{27}H_{46}O$ ، با داشتن چهار حلقه و ۷۸ پیوند کووالانسی ساده ، می باشد .
- ✓ کلسترول محلول در حلال های آلی است .




B.Kolivand