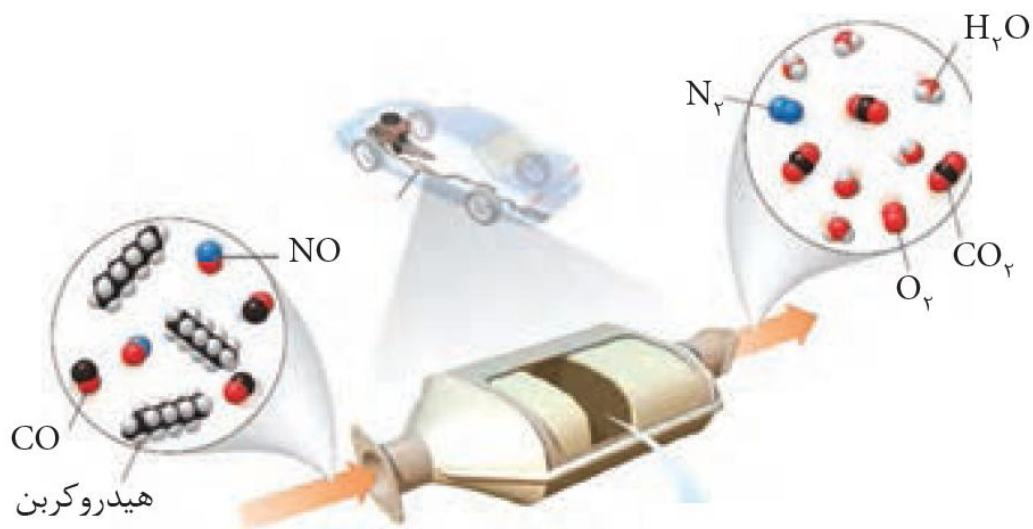


# شیمی راهی به سوی آینده روشن تر



**شامل :**

- 1- نکات آموزشی
- 2- سوالات کنکور و آزمون های آزمایشی
- 3- منطبق با آخرین تغییرات کتاب درسی
- 4- سوالات تشریحی



**تهیه و تنظیم : پیمان خواجه مجد**

## بخش اول: به دنبال هوای پاک

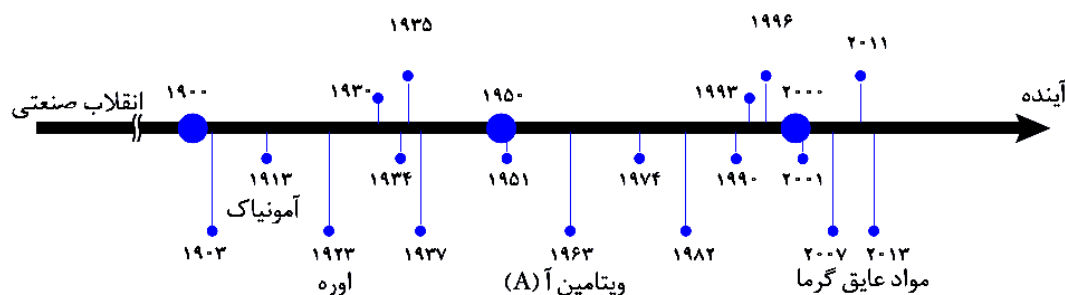
از جمله پیامدهای رشد و پیشرفت جامعه می‌توان به دسترسی آسان و ارزان تر به فناوری نو را نام برد. بهره‌گیری از مبدل کاتالیستی در خودرو و کود شیمیایی سبز و همچنین تبدیل مواد شیمیایی خام به مواد ارزشمند از جمله فناوری‌هایی به شمار می‌روند که در آن‌ها، دانش شیمی همراه با انگیزه و تلاش راهی به سوی آینده‌ای روشن تر رقم می‌زند.

برخی از دستاوردهای مهم شیمی در راستای رسیدن به زندگی مدرن امروزی به شرح زیر است:

- (1) فناوری تصفیه آب، مانع از گسترش بیماری‌هایی از جمله وبا در جهان شده است.
- (2) فناوری تولید پلاستیک، صنعت پوشاک و صنعت بسته‌بندی (غذا و دارو و ...) را دگرگون ساخته است.
- (3) فناوری شناسایی و تولید بی‌حس‌کننده و آنتی‌بیوتیک، راه را برای جراحی‌های گوناگون هموار کرد.
- (4) فناوری تولید بنزین به حمل و نقل سرعت بخشید و مبدل‌های کاتالیستی، آلودگی ناشی از مصرف آن را کاهش داد.
- (5) فناوری‌های شناسایی و تولید کودهای شیمیایی مناسب، نقش چشمگیری در تأمین غذای جمعیت جهان دارد.
- (6) گسترش فناوری صفحه‌های نمایشگر در وسایل الکترونیک مدیون دانش شیمی است.

**نتیجه:** شواهد تاریخی در گذر زمان نشان می‌دهد که انسان به تدریج با مسایل پیچیده‌تری روبه‌رو شده است. از این‌رو پیش‌بینی می‌شود که در آینده چالش‌های تازه و حیاتی پیش‌رو داشته باشد. بدیهی است برطرف کردن و حل کردن هر یک از آن‌ها به دانش و فناوری‌های پیشرفته‌تری نیاز خواهد داشت.

نمودار زیر چند نمونه فرآورده‌های حاصل از فناوری‌های شیمیایی را در گذر زمان نشان می‌دهد.



• با توجه به کارآمدی علوم تجربی، بسیاری بر این باورند که این علوم و از جمله دانش شیمی و فناوری‌های آن می‌توانند آینده‌ای روشن را برای جهان رقم بزنند. باید توجه داشت با این‌که استفاده بهینه درست از دانش و فناوری، آسایش و رفاه را در زندگی تأمین می‌کند، اما استفاده نادرست از آن، آثار مخرب‌تر و زیان‌بارتری به دنبال خواهد داشت.



### در پی هوایی پاک

یکی از چالش‌های مهم در جهان امروز داشتن هوای پاک است. هوای خشک و پاک مخلوطی از گازهای گوناگون است که به‌طور یکنواخت در هواکره پخش شده‌اند. در حالی که هوای آلوده افزون بر آن، حاوی گازهای گوناگون مانند  $\text{SO}_2$ ،  $\text{NO}$ ،  $\text{O}_3$ ،  $\text{CO}$ ،  $\text{NO}_2$ ، ذرات معلق و مواد آلی فرار است.

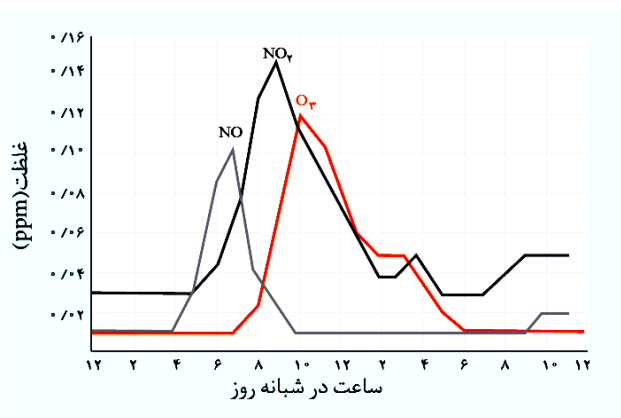
پیامدهای هوای آلوده :

- (آ) هوای آلوده بوی بدی دارد.
- (ب) چهره شهر را زشت می‌کند.
- (پ) به فرسودگی ساختمان و پوسیدگی خودروها سرعت می‌بخشد.
- (ت) سبب ایجاد و تشدید بیماری‌های تنفسی از جمله برونشیت، آسم، سرطان ریه و حتی مرگ می‌شود.

### سؤال تشریحی

(فرد را بیا (ماباید کتاب درسی)

1) نمودار زیر غلظت برخی از آلاینده‌ها را در نمونه‌ای از هوای شهر نشان می‌دهد :

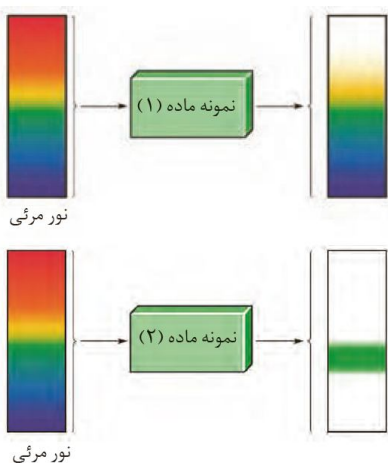


(آ) مقدار این آلاینده‌ها بین چه ساعت‌هایی از شبانه‌روز به بیشترین حد خود می‌رسد؟

(ب) چرا هوای آلوده به رنگ قهوه‌ای دیده می‌شود؟

(پ) چرا با کاهش مقدار  $\text{NO}_2$ ، مقدار گاز اوزون رو به افزایش می‌گذارد؟

2) هر یک از شکل‌های زیر رفتار یک ماده را در برابر پرتوی مرئی نشان می‌دهد، پاسخ دهید.



(آ) آیا ساختار این دو ماده یکسان است؟

(ب) کدام نمونه طول موج‌های بیشتری را جذب کرده است؟

**نکته :** کاربردهای طیف‌سنجی فرورسرخ عبارتند از :

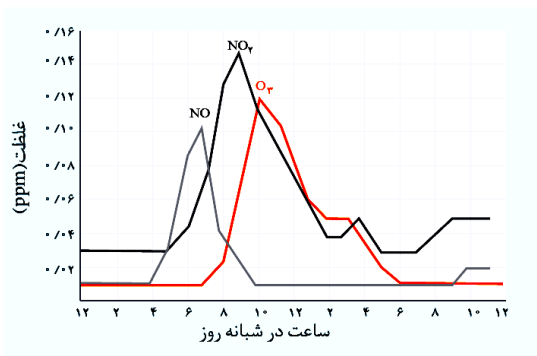
- 1) شناسایی آلاینده‌هایی مثل کربن مونوکسید و اکسیدهای نیتروژن در هوا
- 2) شناسایی برخی مولکول‌ها در فضای بین ستاره‌ای
- 3) شناسایی گروه‌های عاملی (هر گروه عاملی گستره مشخصی از پرتوی فرورسرخ را جذب می‌کند).



بررسی چند جمله مهم

- 1) بر اثر سوختن ناقص هیدروکربن‌ها در هوا، کربن مونوکسید پدید می‌آید.
  - درست
  - نادرست
- 2) بر اثر سوختن در دماهای بالا نیتروژن مونوکسید پدید می‌آید.
  - درست
  - نادرست
- 3) افزون بر طیف‌سنجی فرسرخ می‌توان از برهمکنش پرتوهای فرابنفش، نور مرئی، امواج رادیویی و ... نیز برای شناسایی مواد گوناگون بهره برد.
  - درست
  - نادرست
- 4) MRI کاربرد طیف‌سنجی در علم پزشکی است.
  - درست
  - نادرست

نست‌های آموزشی

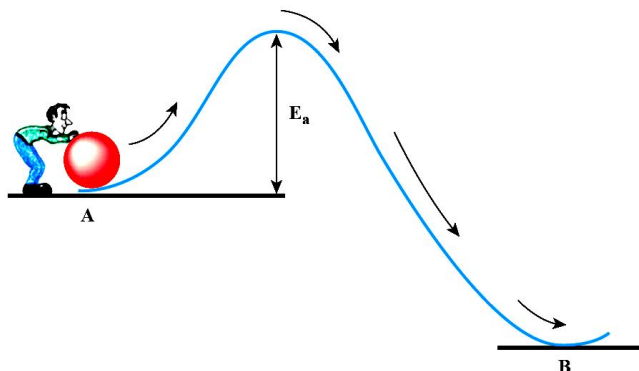


1- با توجه به نمودار داده شده، اگر نیمی از نیتروژن‌دی‌اکسید موجود در 100 لیتر هوا در ساعت 7 صبح با مقدار کافی اکسیژن وارد واکنش شود، به تقریب، چند گرم گاز اوزون تولید می‌شود؟ (چگالی  $\text{NO}_2$  را  $2 \text{ kg.m}^{-3}$  در نظر بگیرید.) ( $\text{N} = 14, \text{O} = 16 : \text{g.mol}^{-1}$ )

- 1)  $7/3 \times 10^{-6}$
- 2)  $7/3 \times 10^{-5}$
- 3)  $1/46 \times 10^{-6}$
- 4)  $1/46 \times 10^{-5}$

انرژی فعال‌سازی

به‌طور کلی برای آغاز هر واکنش شیمیایی مقدار معینی انرژی لازم است که به آن انرژی فعال‌سازی می‌گویند.

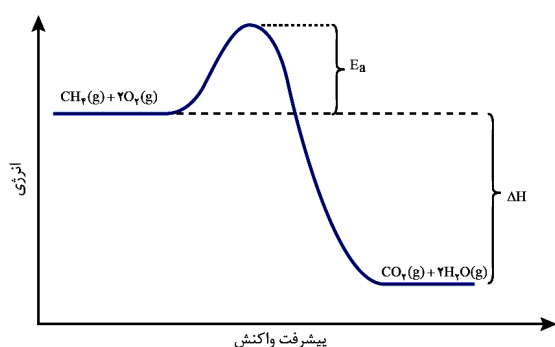


هنگامی که نوک کبریت روی سطح زبر قوطی کشیده شود گرما تولید می‌شود. این گرما انرژی فعال‌سازی واکنش شیمیایی انجام شده را تأمین می‌کند.



## بررسی نمودارهای انرژی - مسیر

### بررسی چند جمله مهم



1) نمودار مقابل مربوط به یک واکنش گرماده است و انرژی فعال سازی آن در جهت برگشت بزرگ تر است.  
 نادرست     درست

2) برای تأمین انرژی فعال سازی در این واکنش می توان از جرقه یا حرارت استفاده کرد.  
 نادرست     درست

3) واکنش دهنده ها در آن پایدارتر از فرآورده ها هستند.  
 نادرست     درست

4) انرژی پیوند واکنش دهنده ها بیشتر از انرژی پیوند فرآورده ها است.  
 نادرست     درست

## رابطه سرعت و انرژی فعال سازی

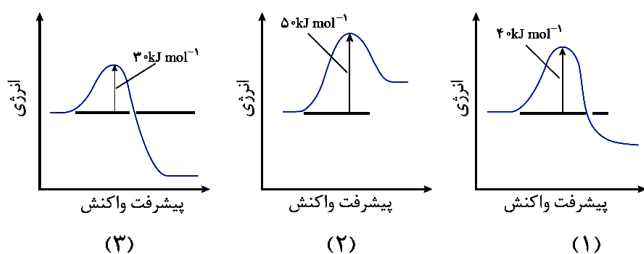
### سؤال تشریحی

1) با توجه به نمودارهای داده شده به سؤالات زیر پاسخ دهید.  
 آ) گرماده و گرماگیر بودن هر یک از واکنش ها را مشخص کنید.

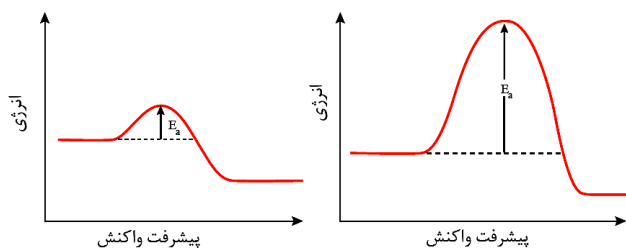
ب) کدام واکنش در شرایط یکسان سریع تر انجام می شود؟

پ) کدام واکنش در جهت برگشت سریع تر انجام می شود؟

(نهایی به دفعات)

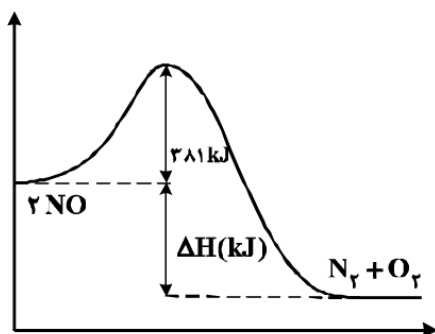


2) فسفر سفید برخلاف گاز هیدروژن در هوا و در دمای اتاق می‌سوزد، با توجه به این واقعیت کدام نمودار به کدام واکنش مربوط است؟ چرا؟  
(کتاب درسی)



تست‌های آموزشی

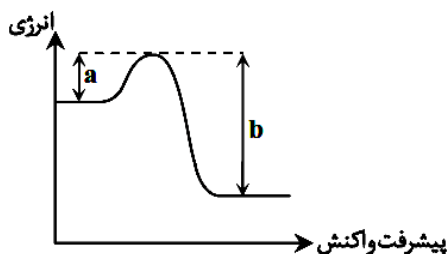
2- با توجه به شکل زیر، اگر انرژی پیوندهای  $N=O$  و  $N \equiv N$  و  $O=O$  به ترتیب برابر 607، 944 و 496 کیلوژول بر مول باشد، جمع جبری  $\Delta H$  و  $E_a$  در واکنش (رفت) نشان داده شده، چند کیلوژول است؟



(سراسری ریاضی 98)

- 1) +155
- 2) +187
- 3) +421
- 4) +607

3- در نمودار مقابل چنانچه  $b$  سه برابر  $a$  باشد و  $\Delta H = -400$  kJ باشد، انرژی فعال‌سازی



(گزینه دو)

این واکنش کدام است؟

- 1) 100 kJ
- 2) 200 kJ
- 3) 300 kJ
- 4) 400 kJ

4- در نمودار انرژی - پیشرفت واکنش  $2NO(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2NOCl(g)$  اگر فاصلهٔ فراورده‌ها تا ناپایدارترین نقطه برابر 64 کیلوژول باشد و به ازای تولید 32/75 گرم NOCl، 6/25 کیلوژول گرما آزاد شود، انرژی فعال‌سازی این واکنش برحسب

(نشانه برتر)

کیلوژول کدام است؟ ( $Cl = 35/5, O = 16, N = 14 : g.mol^{-1}$ )

- 1) 39
- 2) 45/25
- 3) 51
- 4) 57/75



## چگونگی تأثیر کاتالیزگر بر سرعت واکنش

**نکته:** کاتالیزگرها در واکنش شرکت می‌کنند، اما در پایان واکنش مصرف نشده باقی می‌مانند، از این رو می‌توان آن‌ها را بارها و بارها به کار برد. همچنین استفاده از کاتالیزگرها در صنایع گوناگون سبب کاهش آلودگی محیط زیست می‌شود.

**نکته:** برخی واکنش‌ها در صنعت فقط در دما و فشار بالا انجام می‌شوند و تولید فرآورده‌ها در آن‌ها صرفه اقتصادی ندارد. از این رو شیمی‌دان‌ها در پی یافتن شرایط بهینه (دما و فشار پایین‌تر) برای انجام چنین واکنش‌هایی هستند. بدون تردید بهترین راه برای رسیدن به این موضوع، استفاده از کاتالیزگر است.

### سؤال تشریحی

1) جدول زیر برخی داده‌ها برای واکنش میان گازهای هیدروژن و اکسیژن را در شرایط گوناگون نشان می‌دهد، با توجه به آن به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

(کتاب درسی)

شرایط آزمایش	دما (°C)	سرعت واکنش	آنتالپی واکنش (kJ)
بدون حضور کاتالیزگر	25	ناچیز	-572
ایجاد جرقه در مخلوط	25	انفجاری	-572
در حضور پودر روی	25	سریع	-572
در حضور توری پلاتینی	25	انفجاری	-572

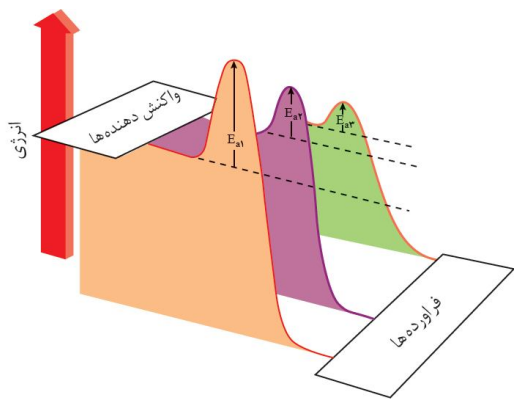
آ) توضیح دهید چرا این واکنش در دمای اتاق و بدون حضور کاتالیزگر انجام نمی‌شود؟

ب) نقش جرقه در انجام واکنش چیست؟

پ) نقش پودر روی و توری پلاتینی در این واکنش چیست؟

ت) کدام کمیت برای انجام این واکنش در هر شرایطی ثابت می‌ماند؟

2) هر یک از نمودارها به کدام شرایط واکنش می‌توان نسبت داد؟



**(نهایی به دفعات)**

3) جاهای خالی را با کلمات مناسب تکمیل کنید.

«کاتالیزگر در هر واکنش شیمیایی با (کاهش-افزایش) انرژی فعال سازی، سرعت واکنش را (کاهش-افزایش) می دهد، اما آنتالپی واکنش (ثابت می ماند-افزایش می یابد).»

**تست های آموزشی**

5- اگر انرژی فعال سازی در جهت برگشت یک واکنش در غیاب کاتالیزگر 20kJ بوده و سطح انرژی فرآورده ها به اندازه 80kJ از سطح انرژی واکنش دهنده ها بالاتر باشد، انرژی فعال سازی رفت در حضور کاتالیزگر چند کیلوژول می تواند باشد؟

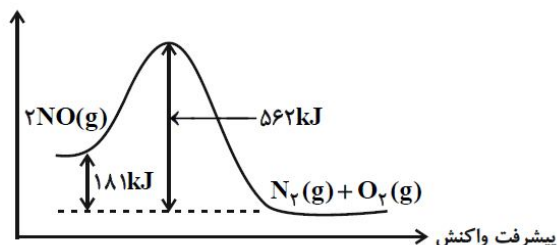
**(قلم پی ریاضی - اسفند 99)**

- 85(4)
- 70(3)
- 120(2)
- 100(1)

6- نمودار زیر مربوط به واکنش  $2NO(g) \rightarrow N_2(g) + O_2(g)$  در غیاب کاتالیزگر است. اگر انرژی فعال سازی این واکنش در همان دما در حضور کاتالیزگر به  $\frac{1}{3}$  کاهش یابد، مقدار انرژی فعال سازی در حضور این کاتالیزگر برابر با چند کیلوژول

**(قلم پی ریاضی)**

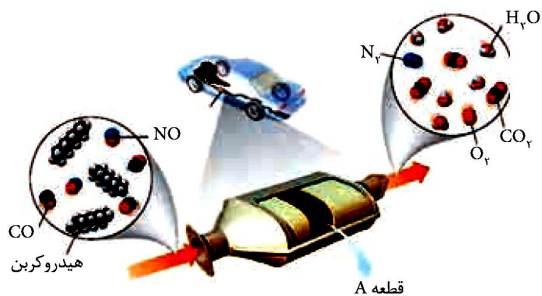
است؟



- 127(1)
- 190/5(2)
- 247(3)
- 381(4)

**مبدل های کاتالیستی خودرو**

برای حذف آلاینده های موجود در آگزوز خودروها، قطعه ای را در مسیر خروج گازها قرار می دهند. به این قطعه مبدل کاتالیستی می گویند.



**سؤال تشریحی**

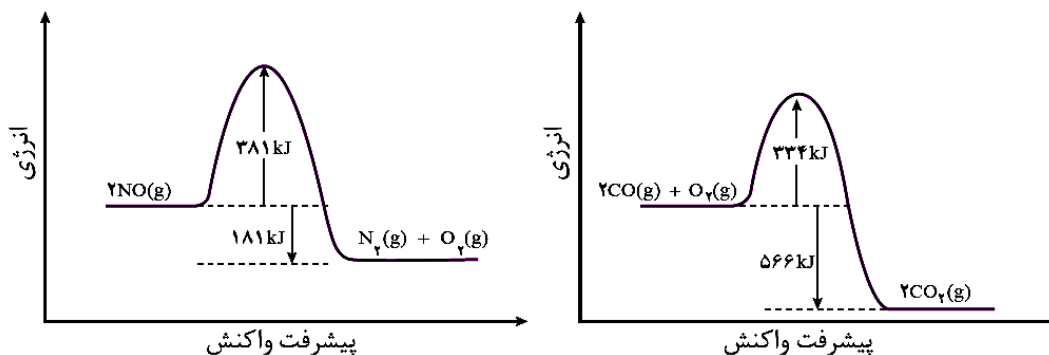
1) شکل زیر مبدل کاتالیستی خودرو را نشان می دهد، بر این اساس معادله شیمیایی حذف هر آلاینده را بنویسید و موازنه کنید.





(کتاب درسی)

2) با توجه به نمودارهای زیر پاسخ دهید.



آ) چرا این واکنش‌ها در دمای پایین انجام نمی‌شوند یا بسیار کند انجام می‌شوند؟

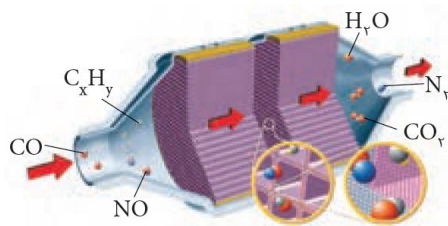
ب) انرژی فعال‌سازی و آنتالپی هر یک از واکنش‌ها را تعیین کنید.

(کتاب درسی)

3) با توجه به شکل به سؤالات زیر پاسخ دهید.

آ) نام این قطعه چیست؟ جنس آن چیست؟

ب) کاتالیزگرهای به کار رفته در آن را معرفی کنید.



پ) چرا برای افزایش کارایی مبدل‌های کاتالیستی، سرامیک را به شکل مش (دانه)‌های ریز درمی‌آورند و کاتالیزگرها را در سطح آن می‌نشانند؟

ت) سوخت مناسب برای خودروهای مجهز به مبدل‌های کاتالیستی چیست؟

ث) آیا مبدل‌های کاتالیستی نیاز به تعویض دارند؟

ج) با وجود مبدل‌های کاتالیستی در گازهای خروجی از آگزوز خودروها به ویژه به هنگام روشن و گرم کردن خودرو در روزهای سرد زمستان، گازهای CO، NO و C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> بیشتری وجود دارد، علت چیست؟ چه راهکاری برای رفع این مشکل دارید؟

**نکته:** برای یافتن کاتالیزگر مناسب باید موارد زیر را مد نظر قرار داد:

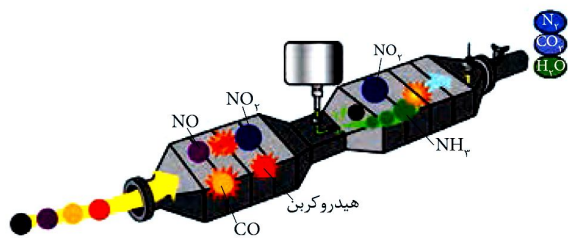
- 1) همه‌ی واکنش‌های مورد نظر باید هم‌زمان انجام شوند.
- 2) یک کاتالیزگر نمی‌تواند همه‌ی واکنش‌ها را سرعت ببخشد.
- 3) هر کاتالیزگر واکنش ویژه‌ای را سرعت می‌بخشد.
- 4) در حضور کاتالیزگر واکنش ناخواسته‌ی دیگری انجام نشود.
- 5) کاتالیزگر باید پایداری شیمیایی و گرمایی بالایی داشته باشد.



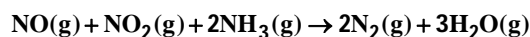
بررسی چند جمله مهم

- (1) هر کاتالیزگر می‌تواند به همه واکنش‌ها سرعت ببخشد.  
 (2) مبدل‌های کاتالیستی در واقع توری‌هایی از جنس سرامیک هستند که سطح آن‌ها با فلزهای پلاتین، پالادیم و رودیم پوشانده شده است. (قطر 2 تا 10 نانومتر)
- درست      نادرست  
 درست      نادرست

مبدل‌های کاتالیستی در خودروهای دیزلی



بررسی‌ها نشان می‌دهد که با استفاده از مبدل‌های کاتالیستی عادی نمی‌توان گازهای NO و NO<sub>2</sub> خروجی از خودروهای دیزلی را به گاز نیتروژن تبدیل کرد، بنابراین طراحی مبدل‌های این خودروها ضروری است. در این مبدل‌ها با ورود آمونیاک و انجام واکنش زیر گازهای NO و NO<sub>2</sub> به گاز نیتروژن تبدیل می‌شود و تا حدود زیادی از ورود این گازها به هواکرة جلوگیری می‌شود.



پیامدهای افزایش کربن‌دی‌اکسید در هواکرة

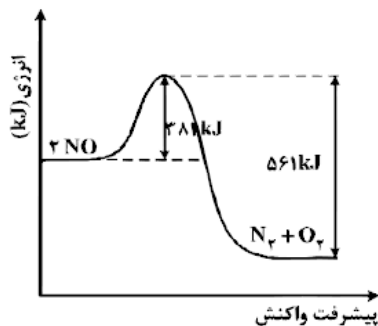
- (آ) افزایش اثر گلخانه‌ای و بالا رفتن دمای کره زمین  
 (ب) آب شدن یخ‌های قطبی  
 (پ) آسان‌تر شدن رفت و آمد کشتی‌ها  
 (ت) حفاری در اعماق اقیانوس قطب شمال برای استخراج سوخت فسیلی

نسبت‌های آموزشی

7- با توجه به نمودار و داده‌های جدول زیر، در اثر پیمایش 100 km مسافت به وسیله یک خودروی دارای مبدل کاتالیستی، چند

(تجربی فارغ 98)

کیلوژول گرما در مبدل کاتالیستی تولید می‌شود؟ (N = 14, O = 16 : g.mol<sup>-1</sup>)



مقدار آلاینده بر حسب گرم در هر کیلومتر پیمایش	بدون مبدل کاتالیستی	با مبدل کاتالیستی
	1,04	0,04

- 200 (1)  
 260 (2)  
 300 (3)  
 360 (4)



(سراسری تجربی 96)

8- کدام موارد از مطالب زیر، درست‌اند؟

- (آ) هر کاتالیزگر می‌تواند، یک واکنش معین را سرعت ببخشد.  
 (ب) کاتالیزگرها، باید در برابر شرایط انجام واکنش‌های شیمیایی پایدار بمانند.  
 (پ) مبدل کاتالیستی خودروها، توری‌هایی از جنس فلزهای پلاتین، پالادیم و رودیم هستند.  
 (ت) گاز  $N_2O$  خروجی آگزوز خودروها در مجاورت مبدل کاتالیستی، به سرعت به گاز  $NO_2$  مبدل می‌شود.
- (1) آ، ب (2) آ، ب، پ (3) پ، ت (4) ب، پ، ت

9- در صورتی که در شهری 1000000 خودرو وجود داشته باشد و هر خودرو سالیانه به طور میانگین 10000 کیلومتر مسافت طی کند، استفاده از مبدل کاتالیستی به تقریب سبب کاهش چند درصدی جرم کل آلاینده‌ها شده و مقدار آلاینده‌ها پس از کاربرد مبدل کاتالیستی در یک سال، چند تن خواهد بود؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.)

(سراسری ریاضی 96)

NO	$C_xH_y$	CO	فرمول شیمیایی آلاینده‌ها		(1) 7100 ، 85
1/04	1/67	6	در غیاب مبدل	مقدار آلاینده با یکای	(2) 7500 ، 85
0/04	0/07	0/6	در حضور مبدل	گرم بر کیلومتر	(3) 7100 ، 92
					(4) 7500 ، 92

10- انرژی فعال‌سازی و آنتالپی واکنش :  $2NO(g) \rightarrow N_2(g) + O_2(g)$  در نبود کاتالیزگر به ترتیب برابر 381 و 181- کیلوژول است. اگر با استفاده از مبدل کاتالیستی در آگزوز خودرو، انرژی فعال‌سازی واکنش به 280 کیلوژول کاهش یابد،

(سراسری ریاضی 1401)

کدام مطلب درباره آن درست است؟

- (1) در نبود کاتالیزگر و با استفاده از کاتالیزگر، محتوای انرژی واکنش‌دهنده، بیشتر از محتوای انرژی فرآورده‌ها است.  
 (2) در این واکنش، فرآورده‌ها از واکنش‌دهنده‌ها پایدارترند و استفاده از کاتالیزگر سبب می‌شود گرمای بیشتری به محیط منتقل شود.  
 (3) با استفاده از کاتالیزگر، سرعت خروج اکسیژن از آگزوز افزایش می‌یابد زیرا پایداری واکنش‌دهنده‌ها برای تبدیل به فرآورده‌ها کاهش می‌یابد.  
 (4) با استفاده از کاتالیزگر، آنتالپی واکنش و محتوای انرژی فرآورده‌ها به تقریب 25 درصد کاهش می‌یابد.

(فاز تجربی 1401)

11- چند مورد از مطالب زیر درست‌اند؟

- مقدار گاز CO خروجی از آگزوز خودروها چند برابر مقدار گاز NO همراه آن است.
- تبدیل NO به  $N_2$  در مبدل کاتالیستی، واکنشی گرماده و  $E_a$  آن از  $E_a$  تبدیل CO به  $CO_2$  بیشتر است.
- در مبدل کاتالیستی فلزهایی مانند رادیم، مولیبدن و پلاتین به صورت لایه‌ای به قطر 10 تا 20 میکرون به کار می‌رود.
- با استفاده از مبدل‌های کاتالیستی تک مرحله‌ای می‌توان از ورود آلاینده‌های کربن‌دار و نیتروژن‌دار خودروها به هواکره جلوگیری کرد.

(1) یک (2) دو (3) سه (4) چهار



بخش دوم: عوامل مؤثر بر

تعادل

ویژگی‌های تعادل (پاد آوری)

تعادل از ویژگی‌های سامانه‌های برگشت پذیر است، واکنش‌های برگشت پذیر، آن‌هایی هستند که می‌توانند در هر دو جهت انجام شوند.

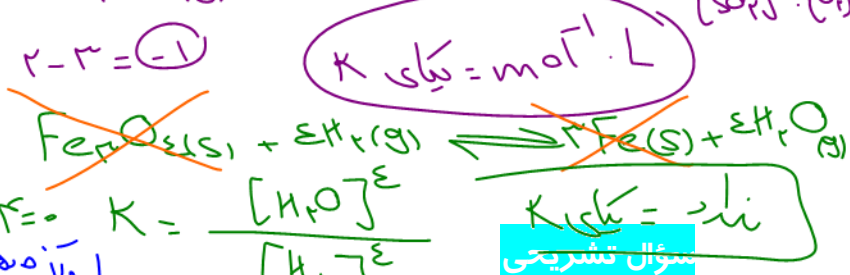
ویژگی‌های لحظه تعادل را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

- 1) لحظه تعادل، لحظه‌ای است که سرعت واکنش‌های رفت و برگشت برابر شوند.
  - 2) هر مقداری از فرآورده‌ها که در واحد زمان تولید می‌شوند، همزمان به همان مقدار از آن‌ها مصرف می‌شوند.
  - 3) در لحظه تعادل غلظت واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌ها ثابت می‌شود.
  - 4) در لحظه تعادل خواص ماکروسکوپی سامانه (مانند رنگ، غلظت، فشار بخار و ...) ثابت می‌ماند.
  - 5) تعادل پویا و دینامیک است، یعنی در هنگام تعادل واکنش‌های رفت و برگشت به طور پیوسته و با سرعت برابر انجام می‌شوند و به همین دلیل مقدار مواد شرکت کننده در سامانه ثابت می‌ماند.
- در یک واکنش برگشت پذیر که همزمان واکنش‌های رفت و برگشت، به طور پیوسته انجام می‌شوند، سرانجام مقدار واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌ها ثابت می‌ماند.

ثابت تعادل و چگونگی نوشتن عبارت ثابت تعادل

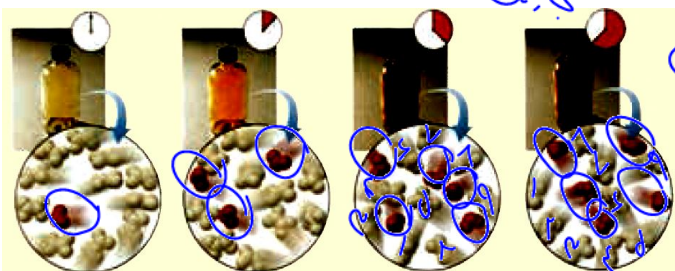
حاصل ضرب غلظت فرآورده‌ها به توان ضریب  

$$K = \frac{\dots \dots \dots \text{واکنش‌دهنده}}{\dots \dots \dots}$$



1) شکل زیر پیشرفت واکنش تبدیل گاز بی‌رنگ  $N_2O_4$  به گاز قهوه‌ای رنگ  $NO_2$  را با گذشت زمان در دمای ثابت نشان

(تمرین دوره‌ای)



می‌دهد. با توجه به پرسش‌ها پاسخ دهید.

آیا واکنش به تعادل رسیده است؟ توضیح دهید.

به زیاد شدن غلظت مواد به مقدار ثابتی رسیده است.

ب) اگر حجم سامانه 2 لیتر و هر ذره با 0/01 مول از آن گونه باشد، ثابت تعادل واکنش  $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$  را در این دما تعیین کنید.

$$K = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{(1/4)^2}{1/4} = \frac{1/16}{1/4} = \frac{1}{4}$$

2) با توجه به واکنش  $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$  و با محاسبه K مشخص کنید، میزان پیشرفت واکنش در این دما کم است یا زیاد؟  $K \uparrow \leftarrow$  بیشتر واکنش  $\uparrow$

[NH <sub>3</sub> ]	[H <sub>2</sub> ]	[N <sub>2</sub> ]	K
0/02	0/5	0/4	$1 \times 10^{-3}$

$$K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = \frac{(2 \times 10^{-2})^2}{(4 \times 10^{-1})(\frac{1}{5})^3} = \frac{4 \times 10^{-4}}{4 \times 10^{-1} \times \frac{1}{125}} = 1 \times 10^{-3}$$

**نکته:** گیاهان با جوی سرشار از نیتروژن احاطه شده‌اند، اما نمی‌توانند این عنصر ضروری برای رشد خود را به طور مستقیم از هوا جذب کنند، از این رو باید نیتروژن را به شکل ترکیب‌های نیتروژن‌دار از جمله آمونیاک و اوره به خاک افزود.  
**نکته:** در برخی کشورها برای افزایش بازده فرآورده‌های کشاورزی، آمونیاک مایع را به عنوان کود شیمیایی به طور مستقیم به خاک تزریق می‌کنند.

**نکته:** گیاهان برای رشد، افزون بر کربن‌دی‌اکسید و آب، به عنصرهایی مانند S ، N ، P ، K و ... نیاز دارند.

**نکته:** در دمای اتاق واکنش میان گازهای نیتروژن و هیدروژن حتی در حضور کاتالیزگر و جرقه انجام نمی‌شود.

نست‌های آموزشی

12- در یک ظرف پنج لیتری در بسته، مقداری از گازهای هیدروژن و کربن‌دی‌سولفید وارد شده است. اگر در لحظه تعادل

0/1 مول از هر واکنش‌دهنده، 0/5 مول گاز متان و 1 مول گاز هیدروژن سولفید در مخلوط تعادلی وجود داشته باشد، مقدار

K بر حسب  $L^2 \cdot mol^{-2}$  کدام است؟ (معادله موازنه شود.  $CS_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons CH_4(g) + H_2S(g)$ ) (ریاضی فارغ 98)

$$K = \frac{[CH_4][H_2S]}{[CS_2][H_2]} = \frac{(1/25 \times 10^6)(4)}{(1/25 \times 10^5)(2)} = \frac{6/25 \times 10^6}{1/25 \times 10^5} = 6 \times 10^1 = 60$$

13- با توجه به واکنش تعادلی  $X_2(g) + Y_2(g) \rightleftharpoons 2Z(g)$ ،  $K = 50$  که در یک ظرف دو لیتری در بسته در دمای معین برقرار

است، اگر در حالت تعادل 2/2 مول Z و 0/4 مول  $Y_2(g)$  در ظرف وجود داشته باشد، مقدار  $X_2(g)$  برابر چند مول است؟

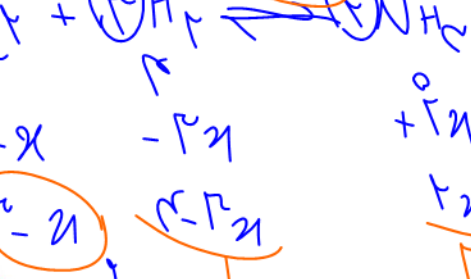
(فارغ تجربی 1401)

$$K = \frac{[Z]^2}{[X_2][Y_2]} = 50 \Rightarrow 50 = \frac{(2/2)^2}{[X_2](0/4)} \Rightarrow 50 = \frac{1 \times 10^2}{[X_2] \times 0/4} \Rightarrow [X_2] = \frac{1 \times 10^2}{50 \times 0/4} = 2$$

14- اگر در یک ظرف 5 لیتری در بسته در دمای معین 4 مول گاز هیدروژن و 3 مول گاز نیتروژن را مطابق فرآیند هابر مخلوط

و گرم کنیم و در حالت تعادل 2 مول گاز نیتروژن در مخلوط تعادلی وجود داشته باشد، ثابت تعادل این واکنش کدام است؟ (سراسری ریاضی 1401)

50 (4) 40/25 (3) 80/75 (2) 100 (1)



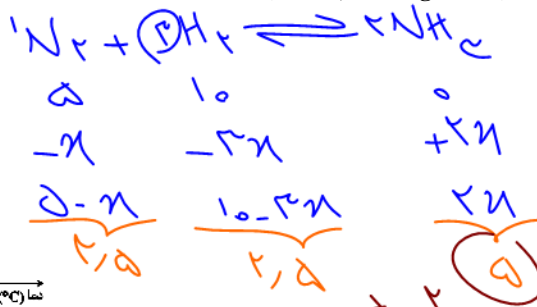
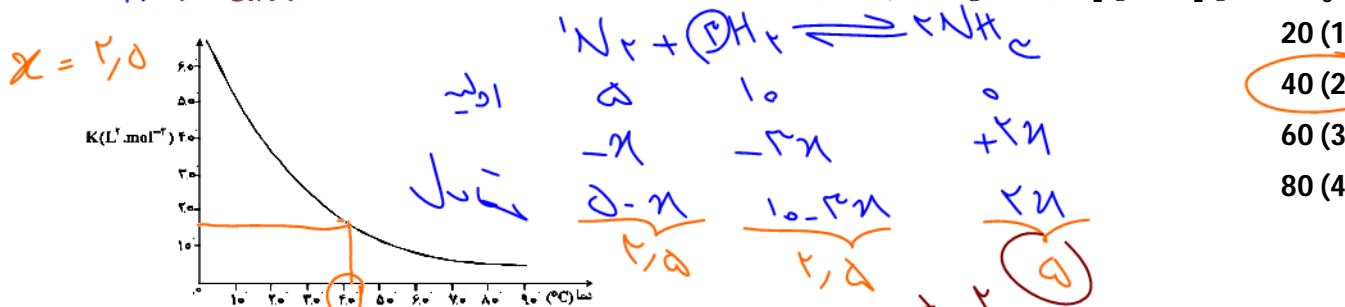
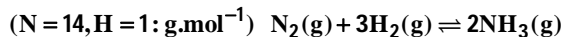
$$K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = \frac{(2)^2}{(1)(1)^3} = 4$$



15- در یک ظرف پنج لیتری در بسته، 5 مول  $N_2(g)$  و 10 مول  $H_2(g)$  وارد واکنش شده‌اند، اگر در لحظه تعادل، 85 گرم

آمونیاک تشکیل شده باشد، با توجه به نمودار زیر، آزمایش به تقریب در کدام دما ( $^{\circ}C$ ) انجام شده است؟

محل =  $\frac{185}{17} = 10.88$  (تجربی 98)



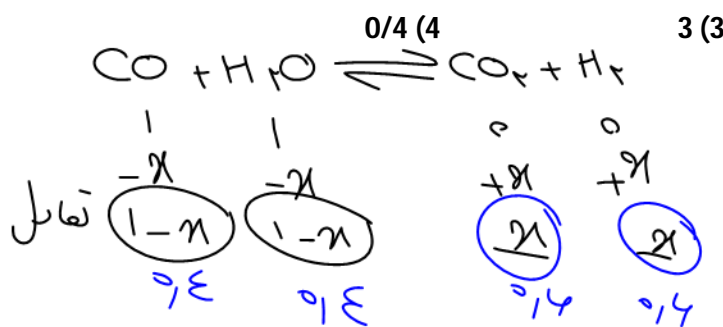
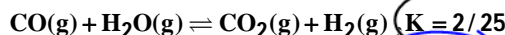
- 20 (1)
- 40 (2) ✓
- 60 (3)
- 80 (4)

Handwritten calculation:  $K = \frac{(2x)^2}{(5-x)(10-3x)^3} = 1.5$

16- اگر در یک ظرف یک لیتری مخلوطی از 1 مول گاز CO با 1 مول بخار آب گرما داده شود تا تعادل زیر برقرار

شود، مقدار گاز  $H_2$  در مخلوط گازی به حالت تعادل برابر چند مول است؟

(سنجش)



Handwritten calculation:  $2/25 = \frac{x^2}{(1-x)^2}$

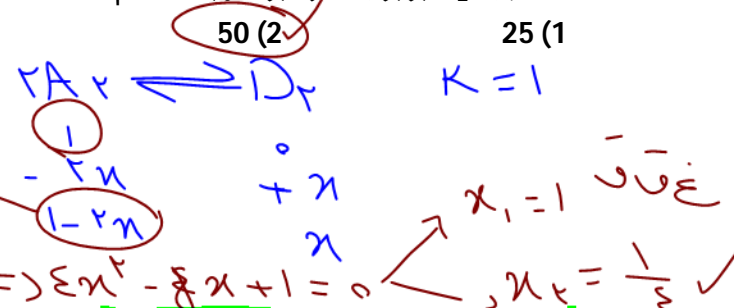
Handwritten calculation:  $1.5 = \frac{x}{1-x} \Rightarrow x = 0.6$

17- اگر در واکنش تعادلی  $2A_2(g) \rightleftharpoons D_2(g)$  مقدار K برابر  $1 L.mol^{-1}$  باشد، بیشینه بازده درصدی این واکنش هنگامی که

غلظت اولیه  $A_2$  برابر یک مول بر لیتر باشد، کدام است؟

(سراسری تجربی 94)

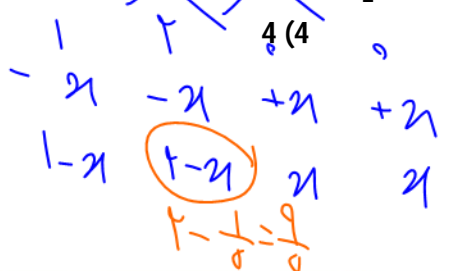
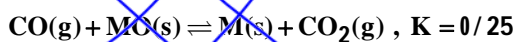
Handwritten calculation:  $K = 1 = \frac{x}{(1-2x)^2} \Rightarrow x = 0.5$



18- دو مول از اکسید فلز M و یک مول از  $CO(g)$  در ظرف یک لیتری در بسته وارد و گرما داده شده‌اند تا تعادل زیر برقرار

شود، در حالت تعادل نسبت مولی  $\frac{MO(s)}{M(s)}$  کدام است؟

(سراسری تجربی 95)

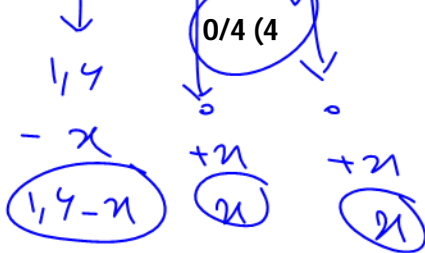


Handwritten calculation:  $K = \frac{[CO_2]}{[CO]} = 0.25 \Rightarrow \frac{x}{1-x} = 0.25 \Rightarrow x = 0.2$



19- 1/6 مول گاز  $SO_2Cl_2$  را در یک ظرف دو لیتری سر بسته تا رسیدن به تعادل :  $SO_2Cl_2(g) \rightleftharpoons SO_2(g) + Cl_2(g)$  اگر ما می‌دهیم، اگر در حالت تعادل، مجموع شمار مول‌های گازی در ظرف واکنش برابر 2/4 باشد، ثابت تعادل در شرایط آزمایش چند  $mol.L^{-1}$  کدام است؟

(سراسری ریاضی 95)

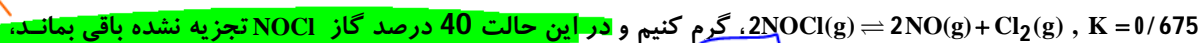


0/32 (3)      1/6 (2)      3/2 (1)

$$1/4 - x + x + x = 2/4 \Rightarrow x = 1/8$$

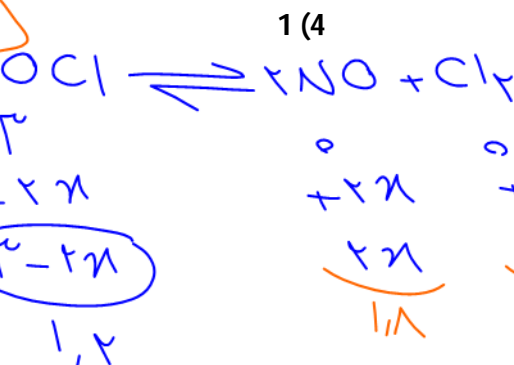
$$K = \frac{[SO_2][Cl_2]}{[SO_2Cl_2]} = \frac{(1/8) \times (1/8)}{1/4} = 1/4$$

20- اگر 3 مول گاز NOCl را در یک ظرف سر بسته تا برقرار شدن تعادل گازی:



گرم کنیم و در این حالت 40 درصد گاز NOCl تجزیه نشده باقی بماند.

(سراسری ریاضی 89)



حجم ظرف واکنش، چند لیتر است؟

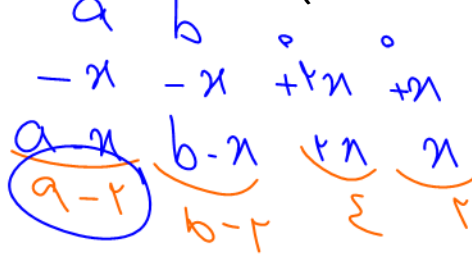
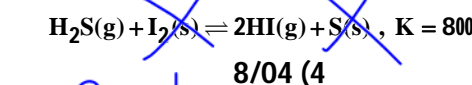
$$0/675 = \frac{(2x)^2 (x)}{(2-2x)^2}$$

$$0/675 = \frac{(1/8)^2 (1/8)}{(1/2)^2}$$

$$0/675 = \frac{1/512}{1/2} \Rightarrow 1/512 = 0/675 \times 2 \Rightarrow 1/512 = 1/288 \Rightarrow 288 = 512$$

21- مقداری گاز  $H_2S$  را به همراه مقداری ید در ظرف 2 لیتری وارد می‌کنیم تا تعادل زیر برقرار شود اگر غلظت تعادلی HI در ظرف برابر  $2mol.L^{-1}$  باشد، مقدار اولیه  $H_2S$  چند مول است؟

(گزینیهی دو)



8/04 (4)      6/03 (3)      4/02 (2)      2/01 (1)

$$800 = \frac{1}{a-2} \Rightarrow 800(a-2) = 1 \Rightarrow 800a - 1600 = 1 \Rightarrow 800a = 1601 \Rightarrow a = 2/01$$

$$100a - 200 = 1 \Rightarrow 100a = 201 \Rightarrow a = 2/01$$



## اصل لوشاتلیه

## اثر غلظت بر تعادل

## سؤال تشریحی

- 1) اگر به سامانه‌ای که در آن تعادل  $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$  برقرار است، مقداری گاز اکسیژن بیفزاییم:
- (آ) تعادل به کدام سمت جابه‌جا می‌شود؟
- (ب) ثابت تعادل واکنش چه تغییری می‌کند؟
- (پ) غلظت هر یک از مواد چه تغییری می‌کند؟
- (ت) سرعت واکنش‌های رفت و برگشت چه تغییری می‌کند؟

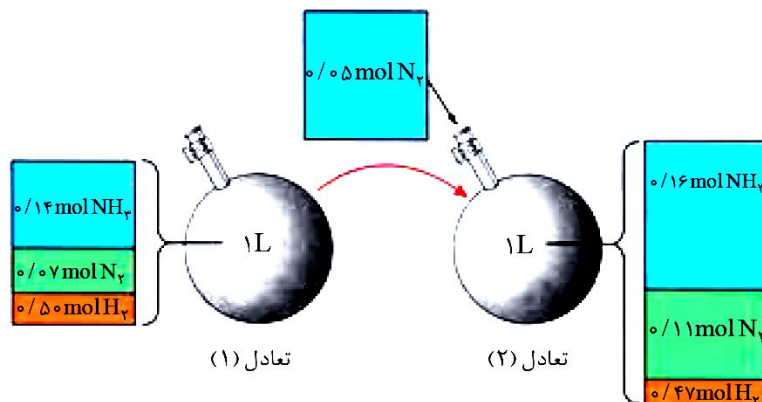
- 2) با خارج کردن مقداری NO از تعادل  $2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ :
- (آ) تعادل به کدام سمت جابه‌جا می‌شود؟
- (ب) غلظت هر یک از مواد چه تغییری می‌کند؟
- (پ) سرعت واکنش‌های رفت و برگشت، چه تغییری می‌کند؟





3) شکل زیر افزودن مقداری نیتروژن را در دمای ثابت به تعادل  $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$  نشان می‌دهد، بر این اساس پاسخ دهید:

(کتاب درسی)



آ) جدول زیر را کامل کنید.

K	$[N_2]$	$[H_2]$	$[NH_3]$	تعادل
				1
				2

ب) غلظت کدام مواد در تعادل (2) نسبت به تعادل (1) افزایش یافته است؟

پ) با افزودن  $N_2$  به تعادل (1) واکنش در چه جهتی پیش رفته است؟

ت) ثابت تعادل چه تغییری کرده است؟

4) واکنش تعادلی  $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$  در سامانه‌ای با حجم و دمای ثابت برقرار است، با هر یک از تغییرات زیر،

(کتاب درسی)

تعادل در کدام جهت جابه‌جا می‌شود و غلظت گونه‌ها چه تغییری می‌کند؟

آ) خارج کردن مقداری گاز آمونیاک از سامانه:

ب) وارد کردن مقداری گاز هیدروژن در سامانه:

### نسبت‌های آموزشی

22- هر گاه در یک واکنش به حالت تعادل در دمای ثابت، غلظت یکی از ..... ها ..... باشد، واکنش در جهت ..... تا

(سراسری تجربی 98)

آنجا پیش می‌رود که به ثابت تعادل ..... برسد.

(2) فرآورده، کاهش، برگشت، جدید

(1) فرآورده، کاهش، رفت، آغازی

(4) واکنش‌دهنده، افزایش، برگشت، آغازی

(3) واکنش‌دهنده، کاهش، رفت، جدید



## اثر فشار بر تعادل

### سؤال تشریحی

(کتاب درسی)

1) تعادل  $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$  مطابق با شکل از وضعیت (آ) به وضعیت (ب) می‌رسد :



(آ) تعادل به کدام سمت جابه‌جا می‌شود؟

(ب) ثابت تعادل چه تغییری می‌کند؟

(پ) غلظت هر ماده چه تغییری می‌کند؟

(ت) سرعت واکنش‌های رفت و برگشت چه تغییری می‌کند؟

### نسبت‌های آموزشی

(قلم‌چی)

23- پیش‌بینی پیشرفت چه تعداد از واکنش‌های داده شده، درست است؟

واکنش تعادلی	تغییر اعمال شده	نتیجه تغییر
$H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$	خارج کردن مقداری فراورده	تولید HI
$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$	افزایش فشار	تولید $NH_3$
$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$	افزایش حجم	تولید $SO_2$ و $O_2$

1) صفر

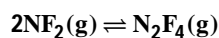
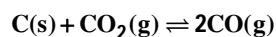
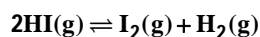
2) 1

3) 2

4) 3

24- اگر هر یک از واکنش‌های تعادلی زیر به ظرف سرپیسته بزرگ‌تر در دمای ثابت انتقال یابند، کدام موارد نادرست هستند؟

(قلم‌چی)



(آ) در یکی از واکنش‌های بالا، تعادل به سمت چپ جابه‌جا می‌شود.

(ب) در واکنش دوم، تعادل در جهت خاصی جابه‌جا نخواهد شد.

(پ) در واکنش سوم، نسبت غلظت تعادلی فراورده‌ها به واکنش‌دهنده‌ها و ثابت تعادل بزرگ‌تر خواهد شد.

(ت) در واکنش اول، با جابه‌جایی تعادل به سمت راست، غلظت فراورده‌ها افزایش پیدا می‌کند.

(ث) در واکنش چهارم، مقدار و غلظت  $NF_2$  در تعادل جدید به ترتیب افزایش و کاهش پیدا می‌کند.

(1) آ، ب (2) پ، ت (3) ب، ث (4) آ، ت



## اثر دما بر جابه‌جایی تعادل

### اثر دما بر ثابت تعادل

#### سؤال تشریحی

1) جدول داده شده، اثر دما را بر ثابت تعادل نشان می‌دهد، بر این اساس به سؤالات زیر پاسخ دهید. (کتاب درسی)



دما (°C)	25	225	435
K	$2/5 \times 10^{-25}$	$4 \times 10^{-11}$	$4 \times 10^{-5}$

(آ) عبارت ثابت تعادل را برای آن بنویسید.

(ب) میزان پیشرفت واکنش در کدام دما بیشتر است؟

(پ) با افزایش دما، ثابت تعادل چه تغییری کرده است؟ این تغییر جابه‌جایی تعادل را در چه جهتی نشان می‌دهد؟

2) با افزایش دما در تعادل  $\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$  :

(آ) تعادل در کدام جهت جابه‌جا می‌شود؟

(ب) ثابت تعادل چه تغییری می‌کند؟

(پ) غلظت گونه‌ها چگونه تغییر می‌کند؟

(ت) سرعت واکنش‌های رفت و برگشت چه تغییری می‌کنند؟



تست‌های آموزشی

25- با توجه به داده‌های جدول روبه‌رو، که به واکنش فرضی:  $2X(g) \rightleftharpoons Z(g)$ ، مربوط است، کدام مطلب زیر درست است؟

دما (°C)	[X] mol.L <sup>-1</sup>	[Z] mol.L <sup>-1</sup>
200	0/01	0/84
300	0/17	0/76
400	0/25	0/72

- (1) واکنش گرماگیر است.
- (2) با افزایش دما، ثابت تعادل بزرگ‌تر می‌شود.
- (3) در دمای 200°C ثابت تعادل برابر  $8/4 \times 10^3 \text{ L.mol}^{-1}$  است.
- (4) با انتقال سامانه واکنش در دمای ثابت به ظرف بزرگ‌تر، تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود.

26- اگر در واکنش فرضی:  $A_2(g) + B_2(g) \rightleftharpoons 2AB(g)$  در دمای 1000°C ثابت تعادل برابر  $10^{-2}$  و با کاهش ما به 500°C،

(سراسری ریاضی 98)

- ثابت تعادل برابر  $2 \times 10^{-3}$  باشد، کدام مطلب، درست است؟
- (1) افزایش فشار یا کاهش دما، تأثیر یکسانی بر این تعادل دارد.
  - (2) با افزایش دما، واکنش در جهت تجزیه فرآورده جابه‌جا می‌شود.
  - (3) با وارد کردن مقداری  $A_2$  به سامانه تعادلی در دمای ثابت، ثابت تعادل افزایش می‌یابد.
  - (4) آنتالپی پیوند A-B، از متوسط آنتالپی‌های پیوند A-A و B-B کمتر است.

27- در ظرف 2 لیتری دربسته‌ای، 1 مول گاز آمونیاک، 2 مول گاز هیدروژن و 2 مول گاز نیتروژن، در دمای معین، به حالت

تعادل قرار دارند. ثابت این تعادل برابر  $L^2 \cdot \text{mol}^{-2}$  ..... است و با اندکی پایین آوردن دمای سامانه واکنش، ثابت تعادل

(سراسری ریاضی 98)

- ..... و واکنش در جهت ..... جابه‌جا می‌شود.  $(N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g), \Delta H < 0)$
- (1) 0/25، بزرگتر می‌شود، رفت
  - (2) 0/16، ثابت می‌ماند، رفت
  - (3) 0/25، کوچکتر می‌شود، برگشت
  - (4) 0/16، ثابت می‌ماند، برگشت

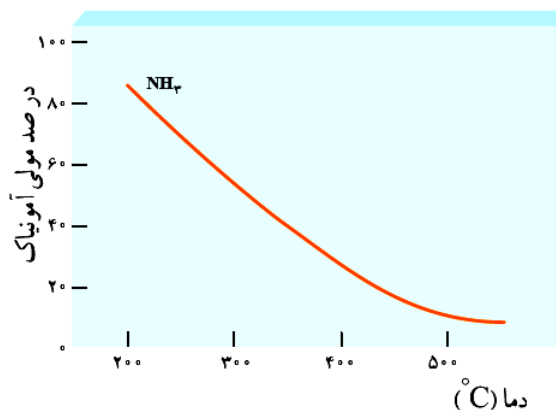
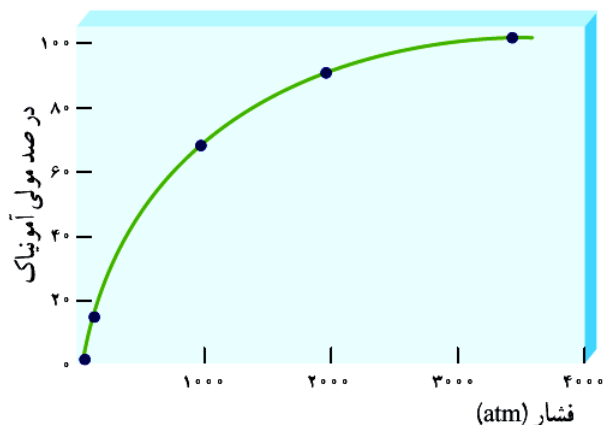
28- با توجه به واکنش  $2A(g) + D(g) \rightleftharpoons 2X(g), \Delta H < 0$ ، چند مطلب زیر، درباره آن درست است؟

(تجربی 1401)

- با کاهش دما، در جهت رفت جابه‌جا می‌شود.
  - با افزایش دما، ثابت تعادل آن کوچک‌تر می‌شود.
  - افزایش فشار، سبب بزرگ‌تر شدن ثابت تعادل می‌شود.
  - کاهش فشار سبب جابه‌جا شدن آن در جهت برگشت می‌شود.
- (1) یک (2) دو (3) سه (4) چهار

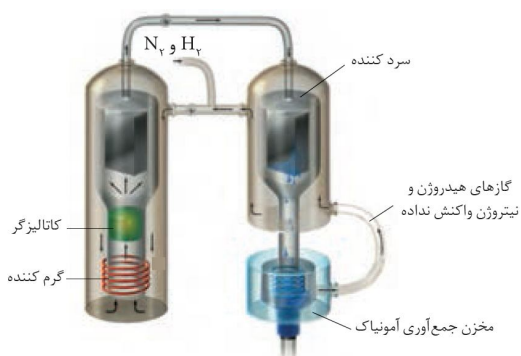


تفسیر نمودارها و جداول کتاب درسی (فرایند هابر) :



### سؤال تشریحی

(کتاب درسی)



1) در مورد فرایند هابر به سؤالات زیر پاسخ دهید.

آ) از نظر تئوری باید واکنش هابر را در چه شرایطی انجام داد؟

ب) چرا هابر این فرایند را در دمای بالا انجام داد؟

پ) هابر برای آن که درصد مولی آمونیاک با افزایش دما افت زیادی نکند، چه کارهایی انجام داد؟

ت) درصد مولی آمونیاک در مخلوط نهایی چند درصد است؟

ث) هابر برای جداسازی آمونیاک از دو گاز دیگر چه عملی انجام داد؟

ج) اگر نقطه جوش آمونیاک، نیتروژن، هیدروژن به ترتیب  $33^{\circ}\text{C}$ ،  $196^{\circ}\text{C}$  و  $253^{\circ}\text{C}$  باشد، کدام دما ( $200^{\circ}\text{C}$ ،  $40^{\circ}\text{C}$ ) را برای سردکننده مناسب می‌دانید؟



## بخش سوم: ارزش فناوری‌های

## شیمیایی

## ارزش فناوری‌های شیمیایی

نفت خام، گاز طبیعی، زغال سنگ و معادن مس، آهن، طلا، مرمر و فیروزه از جمله منابع شیمیایی ارزشمندی هستند که به طور یکسان در جهان توزیع نشده اند. به همین دلیل برخی کشورها صادرکننده این منابع و برخی دیگر واردکننده آنها هستند. در واقع برخی کشورهای دنیا با کسب درآمد از فروش منابع خود زمینه آسایش، رشد و توسعه را فراهم می‌کنند.

بسیاری از کشورها منابع طبیعی خود را کم و بیش بدون فراوری و به همان صورتی که از طبیعت به دست می‌آید، به فروش می‌رسانند. فرایندی که به خام فروشی منابع معروف است. روش دیگر این است که به کمک فناوری‌های شیمیایی مواد خام و اولیه را به فرآورده‌های دیگر تبدیل کرد تا بتوان به قیمت بالاتری به فروش رساند.

فروش نفت خام ساده‌ترین راه بهره‌برداری از این منبع طبیعی است و راه دیگر آن، پالایش نفت خام و تبدیل آن به فرآورده‌های پتروشیمیایی مانند آمونیاک، سولفوریک اسید، متانول، بنزین و ... است.

خام فروشی برای منابع معدنی مانند سنگ معدن آهن، مس، روی و حتی منابع کشاورزی مانند پنبه نیز صادق است. برای نمونه قیمت یک تن مس خالص در بازارهای جهانی به هزاران برابر قیمت یک تن سنگ معدن مس می‌رسد. این تفاوت چشمگیر نشان می‌دهد که دانش و فناوری استخراج و خالص سازی تا چه اندازه ارزشمند است.

با وجود کشف منابع شیمیایی گوناگون، نفت هنوز مؤثرترین و مهم‌ترین ماده برای اقتصاد جهان است. بر همین اساس دانشمندان کشورهای گوناگون در جست و جوی منابع جدید این ماده شگفت انگیز حتی در شمالگان و جنوبگان هستند.

در شیمی 2 با درصد خلوص مواد شیمیایی آشنا شدید، کمیتی که بر روی قیمت تمام شده آنها نقش تعیین کننده‌ای دارد. هر چه درصد خلوص ماده شیمیایی بیشتر باشد، قیمت آن نیز بیشتر خواهد بود. برای نمونه قیمت فلز مس با خلوص 99 درصد به طور چشمگیری نسبت به فلز مس 96 درصد بیشتر است. به همین دلیل فناوری‌های جداسازی و خالص سازی مواد یکی از فناوری‌های پیشرفته، گران، پرکاربرد و در عین حال کارآفرین و درآمدزا به شمار می‌رود. خلاصه: «به کارگیری فناوری و تبدیل مواد خام به مواد فراوری شده، سبب رشد و بهره‌وری اقتصاد یک کشور می‌شود.»

**تعریف فناوری:** فناوری را می‌توان به کار بردن دانش برای حل یک مسئله در صنعت یا زندگی روزانه برای رسیدن به هدفی خاص دانست.



فناوری همواره با ساخت یا استفاده از یک وسیله همراه است. برای نمونه دانشمندان و مهندسان با استفاده از دانش مواد و دانش الکتریسیته و مغناطیس، وسایلی مانند تلفن و رایانه همراه و بی سیم طراحی و تولید می‌کنند، وسایلی که مشکل برقراری ارتباط را برطرف می‌سازند.

هریک از موارد زیر نیز بیانی از فناوری شیمیایی است:

1- ساخت مواد جدید یا ارائه روشی برای ساخت آسانتر و با صرفه‌تر آنها

2- یافتن روش، طراحی و ساخت دستگاههایی برای شناسایی دقیق ساختار مواد

روند کلی افزایش بهره‌وری با استفاده از فناوری‌های شیمیایی به صورت زیر است:



مواد خام و اولیه، موادی مانند نمک، سنگ معدن، نفت خام و هوا هستند که فراوری نشده‌اند و با استفاده از آنها می‌توان مواد شیمیایی جدید تولید کرد.

**سنتز:** یک فرایند شیمیایی هدفمند است که در آن با استفاده از مواد ساده‌تر، مواد شیمیایی دیگر را تولید می‌کنند. یکی از لذتبخش‌ترین فناوری‌های شیمیایی، سنتز مواد نو از جمله رنگ دانه‌ها، خوشبو کننده‌ها، داروهای ضد سرطان، ایفان، سوخت‌های دوستدار محیط زیست و مواد هوشمند است. سنتز را می‌توان کانون بسیاری از پژوهش‌های شیمیایی دانست که منجر به طراحی و تولید مواد جدید می‌شود.

### یادآوری گروه‌های عاملی

نام خانواده	ساختار و نام گروه عاملی	نام خانواده	ساختار و نام گروه عاملی
الکل		آلدهید	
کربوکسیلیک اسید		کتون	
استر		آمین	
اتر		آمید	



تولید یا سنتز یک ماده آلی جدید می‌تواند با تغییر ساختار یا ایجاد یک یا چند گروه عاملی همراه باشد. شیمی‌دان‌ها به کمک دانش مربوط به ساختار و رفتار گروه‌های عاملی و دانستن شرایط و عوامل مؤثر بر انجام واکنش‌های شیمیایی از مواد خام یا اولیه در دسترس، ماده‌ای نو برای کاربردی معین سنتز می‌کنند. در این فرایندها، شیمی‌دان‌ها با استفاده از مواد شیمیایی گوناگون، گروه‌های عاملی موجود در یک ماده آلی را تغییر داده و به گروه عاملی دیگر تبدیل می‌کنند. هر چه نوع و تعداد گروه‌های عاملی در مولکول هدف بیشتر باشد، ساخت آن دشوارتر بوده و به دانش پیشرفته‌تر و فناوری کارآمدتری نیاز دارد. بازده واکنش، هزینه مواد و انرژی مصرف شده برای تولید ماده هدف به نوع واکنش و فناوری به کاررفته بستگی دارد. از این رو شیمی‌دان‌ها در پی یافتن مواد مناسب، ارزان و دوستدار محیط زیست، همچنین واکنش‌های شیمیایی آسان و پربازده هستند تا هزینه تمام شده تولید یا سنتز را کاهش دهند. در گام بعد دانش مهندسی برای تولید صنعتی آن ماده، فناوری لازم را طراحی و اجرا می‌کند.

**بررسی چند واکنش مهم :**  
 (آ) واکنش اتن با گاز هیدروژن :

(ب) واکنش اتن با آب :

(پ) واکنش اتن با هیدروژن کلرید :

(ت) واکنش بسپارش اتن : (در این واکنش ماده سازنده بسیاری از پلاستیک‌ها تولید می‌شود).

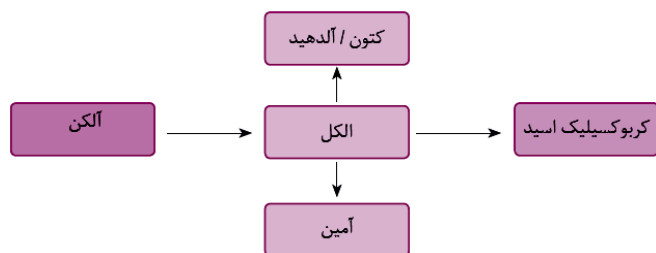
(ث) واکنش اتانول و استیک اسید : (فراورده واکنش حلال چسب است).





اکنون می‌پذیرید که می‌توان از گاز اتن مواد آلی گوناگون پر مصرف و ارزشمند تهیه کرد. این گاز یکی از مهمترین خوراک‌ها در صنایع پتروشیمی است. به همین ترتیب با استفاده از مواد مناسب و واکنش‌های شیمیایی می‌توان مواد آلی گوناگون را به یکدیگر تبدیل کرد.

دیگرام زیر نمونه‌ای از این تبدیلات را نشان می‌دهد.



### ساخت بطری آب

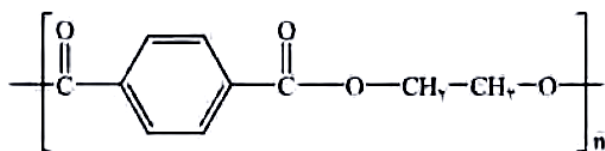
سالانه شمار بسیار زیادی بطری پلاستیکی برای نگهداری و بسته بندی آب آشامیدنی تولید می‌شود. بطری آب از پلیمری به نام پلی اتیلن ترفتالات (PET) که یک پلی استر است، ساخته می‌شود. برای ساخت این بطری، نخست پلیمر آن را تهیه می‌کنند. سپس این پلیمر را به همراه برخی افزودنی‌ها در قالب‌های ویژه‌ای می‌ریزند تا به شکل بطری مورد نظر درآید.

### سؤال تشریحی

(نهایی خرداد 99)

1) با توجه به ساختار پلیمر سازنده بطری آب به سؤالات زیر پاسخ دهید :

آ) این پلیمر از کدام دسته از پلیمرها است؟ چرا؟



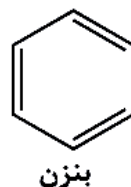
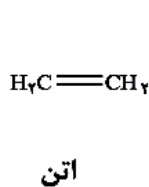
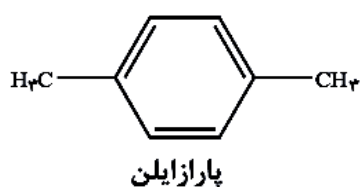
ب) ساختار مونومرهای سازنده این پلیمر را رسم کنید.

### سنتز اتیلن گلیکول و ترفتالیک اسید به عنوان اولیه تولید PET

اتیلن گلیکول و ترفتالیک اسید در نفت خام وجود ندارند. به دیگر سخن، به طور مستقیم نمی‌توان آنها را از نفت خام به دست آورد.

در اینجا، با بهره‌گیری از دانش شیمی می‌توان این مواد را با استفاده از مواد خام و اولیه که از نفت خام جداسازی می‌شوند، سنتز کرد. اکنون باید در نقش یک شیمیدان، مواد اولیه و در دسترس را بررسی و بر اساس آموخته‌های خود، مواد مناسب برای سنتز ترفتالیک اسید و اتیلن گلیکول را انتخاب کرد. سپس مواد اولیه انتخاب شده را در شرایط مناسب واکنش داده و به ماده مورد نظر تبدیل نمود.

بررسی‌ها نشان می‌دهند که از تقطیر نفت خام می‌توان مواد زیر را به دست آورد.



(نهایی به دفعات)

2) در تبدیل پارازایلن به ترفتالیک اسید :

آ) معادله واکنش را بنویسید.

ب) عدد اکسایش اتم‌های کربن در این دو ترکیب را بررسی کنید.

پ) در این تبدیل به اکسنده خوب نیاز داریم یا کاهنده خوب؟ ماده مورد نظر چیست؟ بازدهی فرایند کم است یا زیاد؟

ت) از آن‌جا که واکنش با گرما انجام می‌شود، چه نظری در مورد انرژی فعال‌سازی واکنش می‌توان داد؟

ث) در این واکنش منگنز (IV) اکسید تولید می‌شود، عدد اکسایش منگنز چنددرجه تغییر می‌کند؟

**نکته:** پی بردید که یون پرمنگنات گونه‌ای اکسنده است و سبب اکسایش گونه‌های دیگر می‌شود. با وجود غلظت بالای آن، باز هم شرایط تبدیل پارازایلن به ترفتالیک اسید تأمین نمی‌شود. مگر آنکه دمای مخلوط واکنش افزایش یابد. با افزایش دما اگرچه شرایط انجام واکنش تأمین شده است اما بازده همچنان مطلوب نیست. این یعنی انرژی فعال‌سازی این واکنش زیاد است. همه این‌ها نشان می‌دهد که اکسایش پارازایلن به ترفتالیک اسید دشوار است. از این رو شیمیدان‌ها در پی یافتن شرایطی آسان‌تر برای انجام این واکنش با بازده بالا هستند. آنها با پژوهش‌های فراوان دریافتند که استفاده از اکسیژن هوا و کاتالیزگرهای مناسب می‌تواند راهگشا باشد. البته پژوهش‌ها برای یافتن واکنشی پربازده و با صرفه اقتصادی همچنان ادامه دارد.

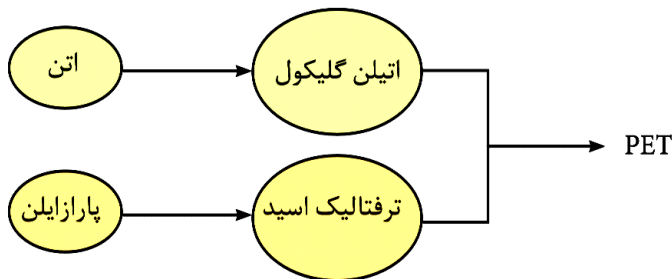
(کتاب درسی)

3) در تبدیل اتن به اتیلن گلیکول :

آ) معادله واکنش را بنویسید.

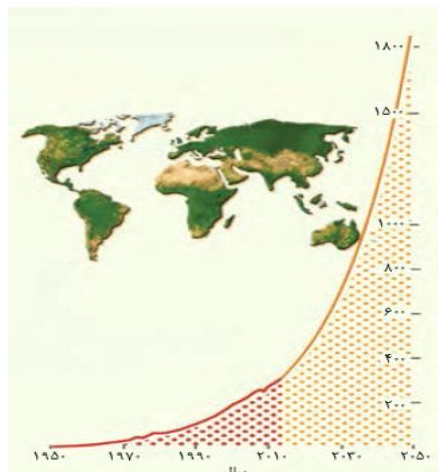
ب) اکسنده مورد نیاز در این واکنش چیست؟

اکنون می‌توان با انجام واکنش اتیلن گلیکول با ترفتالیک اسید (مونومرهای سازنده پلیمر) پلی‌اتیلن ترفتالات را سنتز کرد:



**نکته:** این پلیمر همانند پلیمرهای سنتزی ماندگاری زیادی دارد و در طبیعت به کندی تجزیه می‌شود. به همین دلیل پسماند آن‌ها تهدیدی جدی برای زندگی روی کره زمین به شمار می‌آید. بنابراین ضروری است باز یافت پلاستیک‌ها را به طور دقیق بررسی کنیم تا با نقش فناوری شیمیایی در باز یافت آن‌ها آشنا شویم.

## باز یافت PET



پلاستیک‌ها را میتوان یکی از نتایج خلاقیت و نوآوری بشر دانست. این مواد به دلیل داشتن ویژگی‌هایی زیر کاربردهای وسیعی در زندگی پیدا کرده‌اند:

- 1- چگالی کم
  - 2- نفوذناپذیری نسبت به هوا و آب
  - 3- ارزان بودن
  - 4- مقاومت در برابر خوردگی.
- امروزه سالانه حدود 400 میلیون تن از این مواد در جهان تولید می‌شود و این روند روبه افزایش است.

نمودار روند تولید پلاستیک از سال 1950 تا 2050 میلادی:

استفاده بی‌رویه و بیش از حد این مواد در صنایع گوناگون به همراه زیست تخریب ناپذیری آنها سبب شده که در جای جای کره زمین یافت شوند. از این رو باز یافت آنها اجتناب ناپذیر است. یکی از مواد پلاستیکی قابل باز یافت، پلی اتیلن ترفتالات است. برای این منظور، باید آنها را جداگانه جمع‌آوری و سپس با انجام فرایندهای فیزیکی و شیمیایی به مواد قابل استفاده تبدیل کرد.

## راههای باز یافت PET

1) یکی از راههای باز یافت این است که آنها را پس از شست و شو و تمیز کردن، ذوب کرده و دوباره از آنها برای تولید وسایل و ابزار دیگر استفاده کنند. البته پس از شست‌وشوی مواد پلاستیکی می‌توان آنها را خرد کرده و به تکه‌های کوچک به نام «پرک» تبدیل و در تولید مواد پلاستیکی دیگر استفاده کرد.

2) اما راه دیگری نیز وجود دارد که در آن این پسماندها را به مونومرهای سازنده یا مواد اولیه مفید و ارزشمند تبدیل می‌کنند.

سطح فناوری هر کشور یا گروه صنعتی است که تعیین می‌کند کدام راه را باید انتخاب کرد. زیرا برگرداندن پسماندها به مونومرهای سازنده کاری بس دشوار است. از آنجا که سالانه حجم انبوهی از پسماندهای این پلیمر تولید می‌شود، باز یافت شیمیایی آن بسیار ضروری و ارزشمند است.

## متانول

در شیمی 2 آموختید که پلی استرها قابل تبدیل به مونومرهای سازنده هستند. شیمی‌دان‌ها با بررسی‌های فراوان پی‌بردند که PET نیز در شرایط مناسب با متانول واکنش می‌دهد و به مواد مفیدی تبدیل می‌شود. موادی که می‌توان آن‌ها را برای تولید پلیمرها به کار برد.



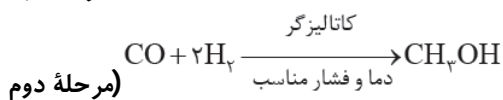
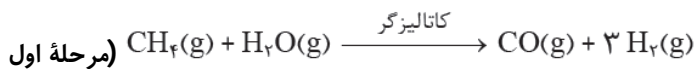
سالانه به مقدار زیادی متانول در مقیاس صنعتی نیاز است. اکنون این پرسش مطرح می‌شود که چگونه می‌توان در مقیاس صنعتی متانول تولید کرد؟

متانول مایعی بی‌رنگ، بسیار سمی و ساده‌ترین عضو خانواده الکل‌ها است که می‌توان آن را از چوب تهیه کرد. از آنجا که این الکل کاربردهای زیادی در صنایع گوناگون دارد باید آن را در مقیاس صنعتی تولید کرد.

## روش‌های تولید صنعتی متانول

### 1) تولید متانول از متان به‌طور غیرمستقیم

مراحل:

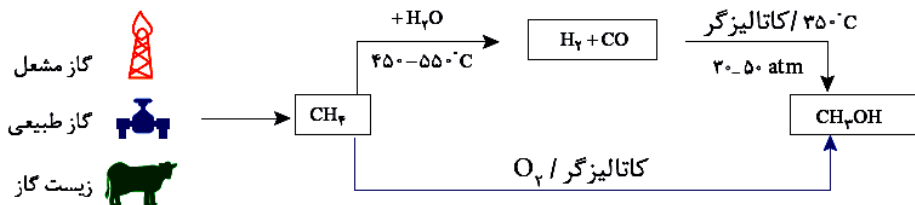


**نکته:** گاز متان سازنده اصلی گاز طبیعی است که در میدان‌های نفتی به فراوانی یافت می‌شود. در این میدان‌ها برای افزایش ایمنی، بخش قابل توجهی از آن را می‌سوزانند.

### 2) تولید متانول از متان به‌طور مستقیم

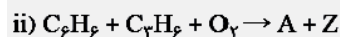
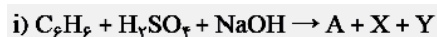
گاز متان واکنش پذیری بسیار کمی دارد، چون یک هیدروکربن سیرشده است و تبدیل آن به متانول فرایندی دشوار است که انجام آن به دانش و فناوری پیشرفته نیازمند است. در هر صورت می‌توان متان را در حضور اکسندهای مانند اکسیژن و کاتالیزگر مستقیم به متانول تبدیل کرد.

در حال حاضر به دو دلیل زیر، پژوهش‌های شیمیایی زیادی در حال انجام است تا بتوان روشی برای تبدیل گاز متان به متانول پیدا کرد: 1- اهمیت متانول در صنایع گوناگون 2- ارزان بودن گاز متان. در نمودار زیر، روش‌های تولید متانول نشان داده شده است:



### سؤال تشریحی

1) شیمی سبز به دنبال طراحی واکنش‌هایی با کمترین آسیب به محیط زیست و بیش‌ترین بازده است. معادله‌های شیمیایی موازنه نشده زیر تهیه ماده A را به دو روش نشان می‌دهد.



در این واکنش‌ها X و Y پسماند هستند، اما Z یک حلال صنعتی است.

آ) در کدام واکنش، همه اتم‌های مواد واکنش دهنده، به مواد ارزشمند تبدیل شده‌اند؟ چرا؟

ب) بر اساس اصول شیمی سبز، کدام واکنش از دیدگاه اتمی صرفه اقتصادی دارد؟ چرا؟



## تست‌های آموزشی

(سراسری تجربی 98)

29- کدام موارد از مطالب زیر، درست‌اند؟

- (آ) به گونه معمول، بیشتر پلاستیک‌ها، زیست تخریب پذیرند.  
 (ب) پلاستیک پلی اتیلن ترفتالات را می توان پس از از مصرف، بازیافت کرد.  
 (پ) دسترسی به پلاستیک‌ها، نمونه‌ای از نتایج خلاقیت بشر به شمار می‌آید.  
 (ت) چگالی بالا و نفوذناپذیری پلاستیک‌ها در برابر آب و هوا، از ویژگی‌های آن‌ها است.
- (1) ب ، پ                      (2) ب ، ت                      (3) آ ، ب ، پ                      (4) ب ، پ ، ت



# درپی غذای سالم (کنکور)

**شامل :**

**1- نکات آموزشی**

**2- سؤالات کنکور و آزمون‌های آزمایشی**

**3- منطبق با آخرین تغییرات کتاب درسی**

**4- سؤالات تکمیلی**

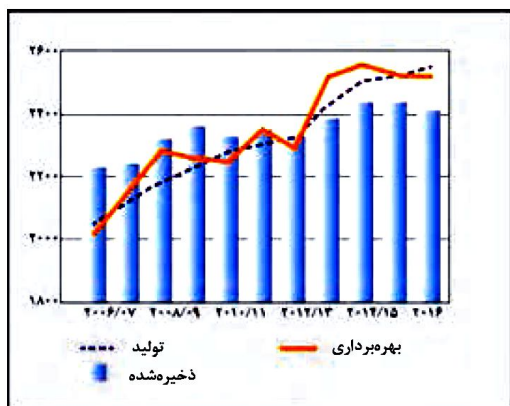


**تهیه و تنظیم : پیمان خواجوی مجد**

## بخش اول: گرما و دما

دانشمندان اجزای بنیادی جهان مادی را ماده و انرژی می‌دانند. یافته‌های تجربی نشان می‌دهد که انرژی از راه‌های گوناگون با ماده ارتباط دارد. آن‌چنان که کاهش جرم خورشید به عنوان تنها منبع حیات بخش انرژی، تبدیل ماده به انرژی را تأیید می‌کند.

• غذا همواره نقش محوری در رشد و تندرستی درزندگی انسان داشته است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که نیاکان ما بیشتر وقت خود را صرف تهیه وعده‌های غذایی می‌کردند، آن‌چنان که در طول روز اغلب در جستجوی غذا و جمع‌آوری دانه‌های خوراکی بودند.



نمودار داده شده میزان تولید و مصرف جهانی غلات را در دهه اخیر نشان می‌دهد:

**نکته:** پیشرفت دانش و فناوری موجب شده است که تولید فراورده‌های کشاورزی و دامی افزایش یابد و غذا به روش صنعتی تولید شود. در تولید انبوه، به دلیل فساد مواد غذایی و دشواری نگهداری آن‌ها حفظ کیفیت و ارزش مواد غذایی اهمیت بسزایی دارد.

• برای تولید انبوه غذا به فعالیت‌های صنعتی گوناگون مانند تولید، حمل و نقل، نگهداری، فرآوری و ... نیاز است. مجموعه حوزه‌هایی که صنایع غذایی نامیده می‌شوند. در این صنعت نیز همانند دیگر صنایع، منابع شیمیایی بسیاری، سطح وسیعی از زمین‌های بایر و حجم عظیمی از آب‌های قابل استفاده در کشاورزی مصرف می‌شود. این نیازها تأیید می‌کند که یکی از مهم‌ترین و شاید سنگین‌ترین مسئولیت‌های هر دولت تأمین غذای افراد جامعه است. مسئولیتی که در گذشته با قحطی و جنگ غذا تهدید می‌شد و امروزه نیز چالشی نگران‌کننده است.

• سرانه مصرف ماده غذایی، مقدار میانگین مصرف آن را به ازای هر فرد در یک گستره زمانی معین نشان می‌دهد.

**نکته:** سرانه مصرف نان، برنج، شکر، نمک خوراکی و روغن در ایران بیشتر از میانگین جهانی است.

**نکته:** دیابت بزرگسالان یکی از بیماری‌های شایع در ایران است که مصرف بی‌رویه نان، برنج و شکر می‌تواند دلیل آن باشد.



**نکته:** گوشت قرمز و ماهی افزون بر پروتئین، محتوی انواع ویتامین و مواد معدنی است.

**نکته:** شیر و فراورده‌های آن منبع مهمی برای تأمین پروتئین و به ویژه کلسیم است. کارشناسان تغذیه بر مصرف مناسب آن‌ها برای پیشگیری و ترمیم پوکی استخوان تأکید دارند.

**نکته:** کارشناسان تغذیه بر مصرف حبوبات مانند نخود، لوبیا، عدس و ... در برنامه غذایی تأکید دارند، زیرا سرشار از مواد مغذی هستند.

• غذا مواد اولیه برای ساخت و رشد بخش‌های گوناگون بدن مانند سلول خونی، استخوان، پوست، مو، ماهیچه، آنزیم‌ها و ... را فراهم می‌کند. همه این فرایندها وابسته به انجام واکنش‌های شیمیایی هستند که هر یک آهنگ ویژه‌ای دارند، واکنش‌هایی که دمای بدن را نیز کنترل و تنظیم می‌کنند.

### بررسی چند جمله مهم

- 1) مصرف غذا، انرژی مورد نیاز بدن برای حرکت ماهیچه‌ها، ارسال پیام‌های عصبی، جابه‌جایی یون‌ها و مولکول‌ها از دیواره هر یاخته می‌شود.
  - درست
  - نادرست
- 2) افزایش نامتناسب برخی مولکول‌ها و یون‌ها در وعده‌های غذایی سبب افزایش وزن و دیگر بیماری‌ها خواهد شد.
  - درست
  - نادرست
- 3) سرانه مصرف نان در جهان از سرانه مصرف سایر مواد غذایی بیشتر است.
  - درست
  - نادرست
- 4) تولید و فراوری مواد غذایی در حیطه صنایع غذایی بوده ولی نگهداری و حمل‌نقل آن در حوزه صنایع غذایی نیست.
  - درست
  - نادرست
- 5) گوشت قرمز و ماهی افزون بر پروتئین، محتوی انواع ویتامین و مواد معدنی است.
  - درست
  - نادرست

### پاسخ‌ها:

- 1) درست
- 2) درست
- 3) نادرست (در ایران سرانه مصرف نان، برنج، شکر، نمک و روغن بیشتر از متوسط جهانی است.)
- 4) نادرست (نگهداری و حمل و نقل هم در حوزه صنایع غذایی قرار دارد.)
- 5) درست

### تست آموزشی

- 1- مصرف بی‌رویه چند مورد از مواد غذایی زیر، در گسترش بیماری دیابت نقش دارد؟
- |              |        |           |
|--------------|--------|-----------|
| • روغن       | • برنج | • شکر     |
| • نمک خوراکی | • شیر  | • سبزیجات |
| 5 (1)        | 2 (2)  | 3 (3)     |
|              |        | 4 (4)     |

### پاسخ‌ها:

- 1) گزینه 2 (برنج، شکر و نان) (البته نان در بین موارد نیست.)





## غذا، ماده و انرژی

بدن ما برای انجام فعالیت‌های ارادی و غیرارادی گوناگون به ماده و انرژی نیاز دارد. برای نمونه هنگامی که قند خون پایین باشد، می‌توان با خوردن سیب یا نوشیدن شربت آبلیمو و عسل و هنگامی که بدن دچار کمبود آهن باشد، می‌توان با خوردن اسفناج و عدسی بدن را به حالت طبیعی بازگرداند. توجه کنید که ارزش مواد غذایی در تأمین ماده و انرژی یکسان نیست.

• هنگام روزه‌داری به ویژه نزدیک افطار اغلب احساس گرسنگی و سرما می‌کنید. در این شرایط بدن ما به ماده و انرژی نیاز دارد تا دمای خود را کنترل کند، پس از افطار احساس گرمای دلچسبی می‌کنید، زیرا انرژی مواد غذایی در حال آزاد شدن است.

• یکی از راه‌های آزاد شدن انرژی مواد، سوزاندن آن‌ها است. سوخت‌هایی مانند گاز شهری، بنزین، الکل در زمان سوختن انرژی آزاد می‌کنند و این انرژی برای گرم کردن خانه، پخت و پز و به حرکت درآوردن خودروها مصرف می‌شود. همچنین مواد غذایی مانند ماکارونی و گردو نیز هنگام سوختن انرژی آزاد می‌کنند.

### بررسی چند جمله مهم

- (1) کمبود آهن در بدن را می‌توان با مصرف اسفناج و عدس جبران کرد.  درست  نادرست
- (2) از خوراکی‌هایی مثل سیب، خرما و شربت آبلیمو می‌توان برای جبران پایین آمدن قند خون استفاده کرد.  درست  نادرست
- (3) یکی از راه‌های مهم آزاد شدن انرژی مواد سوزاندن آن‌ها است.  درست  نادرست

پاسخ‌ها :

(1) درست

(2) درست

(3) درست

### تست آموزشی

- 2- در مقایسه دو ماده غذایی «گردو» و «ماکارونی» کدام عبارت زیر درست است؟
- (1) انرژی حاصل از سوزاندن دو ماده مستقل از جرم ماده است.
  - (2) انرژی حاصل از سوزاندن مقدار برابری از دو ماده برابر است.
  - (3) فرایند گوارش هر دو ماده در بدن، همانند هم از نظر تغییر دما می‌باشد.
  - (4) با سوزاندن هر مقدار گردو مقدار بیشتری انرژی نسبت به سوزاندن ماکارونی حاصل می‌شود.

پاسخ‌ها :

- (2) گزینه (3) : در فرایند گوارش هر دو ماده، اگر چه انرژی حاصل می‌شود، اما این انرژی به دلیل تفاوت در انرژی پتانسیل دو ماده بوده و موجب تغییر دما نمی‌شود.
- با افزایش مقدار هر دو ماده، انرژی حاصل از سوزاندن بیشتر می‌شود. (نادرستی گزینه 1)
- به دلیل این که هر ماده غذایی انرژی معینی داشته و انرژی دو ماده متفاوت از هم است، پس با سوزاندن مقدار برابری از دو ماده، انرژی یکسانی حاصل نمی‌شود. (نادرستی گزینه 2)
- در جرم برابر، انرژی حاصل از سوزاندن گردو بیشتر از ماکارونی است. (نادرستی گزینه 4)



### مقایسه دما و گرما

**دما :** دما کمیتی است که میزان سردی و گرمی مواد را نشان می‌دهد، دما با میانگین انرژی جنبشی ذرات سازنده جسم رابطه مستقیم دارد. یکای رایج دما درجه سلسیوس ( $^{\circ}\text{C}$ ) و در حالی که یکای دما در سیستم SI کلون (K) است.

**نکته :** با این که ذرات سازنده یک ماده در سه حالت فیزیکی یکسان بوده و پیوسته در جنب و جوش هستند، اما میزان جنبش ذره‌ها متفاوت است، به طوری که جنبش نامنظم ذره‌ها در حالت گاز شدیدتر از مایع و آن هم شدیدتر از حالت جامد است. همچنین هر چه دما بالاتر باشد، میانگین تندی و میانگین انرژی جنبشی ذره‌های سازنده آن بیشتر است. به دیگر سخن دمای یک ماده معیاری برای توصیف میانگین تندی و میانگین انرژی جنبشی ذره‌های سازنده آن است.

**انرژی گرمایی :** مجموع انرژی جنبشی ذره‌های سازنده یک نمونه ماده هم‌ارز با انرژی گرمایی است، انرژی گرمایی تابع دو عامل است:

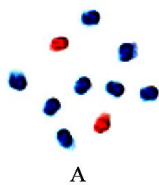
(آ) **دما :** اگر مقدار و جنس محتویات دو ظرف یکسان باشد، ظرفی که دمای بالاتری دارد، انرژی گرمایی بالاتری خواهد داشت.

(ب) **مقدار :** اگر دما و جنس محتویات دو ظرف یکسان باشد، ظرفی که مقدار ماده آن بیشتر باشد، انرژی گرمایی بالاتری خواهد داشت.

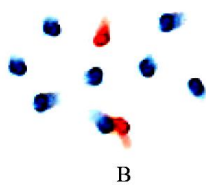
**نکته :** روغن و چربی از جمله ترکیب‌های آلی هستند که به دلیل تفاوت در ساختار، رفتارهای فیزیکی و شیمیایی متفاوتی دارند. روغن دارای حالت فیزیکی مایع بوده اما چربی جامد است. از دیدگاه شیمیایی در ساختار روغن پیوندهای دوگانه بیشتری وجود دارد و واکنش‌پذیری بیشتری نیز دارد.

### بررسی چند جمله مهم

- (1) دمای ذوب خوراکی‌های کاکائویی به دمای بدن نزدیک است.  درست  نادرست
- (2) بوی غذاهای گرم، آسانتر از غذاهای سرد به مشام می‌رسد.  درست  نادرست
- (3) مولکول‌های آب در حالت یخ، جنب و جوش و نظم بیشتری نسبت به حالت مایع دارند.  درست  نادرست



A



B

(4) در شکل مقابل میانگین انرژی جنبشی ذرات در حالت A، در مقایسه با حالت B،  درست  نادرست، بیشتر است.

(5) یک ویژگی مشترک همه مواد با هر حالت فیزیکی، جنبش‌های منظم ذره‌های سازنده آن‌ها است.

- درست  نادرست

(6) شدت جنبش‌های مولکول‌های آب در  $100^{\circ}\text{C}$  گرم آب  $50^{\circ}\text{C}$  با  $10^{\circ}\text{C}$  گرم آب  $50^{\circ}\text{C}$  یکسان است.

- درست  نادرست

(7) جنبش‌های نامنظم ذره‌های سازنده یک جسم در دمای معین در سه حالت جامد، مایع و گاز یکسان است.

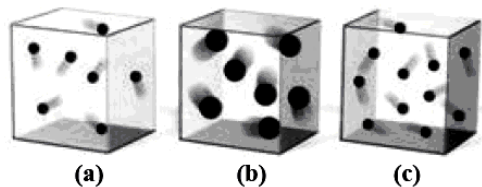
- درست  نادرست



تست‌های آموزشی

3- هر یک از سامانه‌ها در شکل زیر محتوی یک نمونه گاز نجیب در دمای اتاق است. با توجه به آن، چه تعداد از موارد زیر

(قلم‌چی)



صحیح هستند؟ (هر ذره معادل 0/01 مول از گاز نجیب مربوط است).

- اگر گازهای موجود در دو ظرف a و c یکسان بوده و میانگین انرژی جنبشی ذرات آن‌ها برابر باشد، نتیجه می‌گیریم که انرژی گرمایی دو سامانه باهم برابر است.
- در ظرف‌های a و b به ترتیب گازهای آرگون و هلیم می‌توانند قرار گرفته باشند.

• انرژی گرمایی سامانه b از a بیشتر است ولی میانگین انرژی جنبشی ذرات آن‌ها با یکدیگر برابر است.

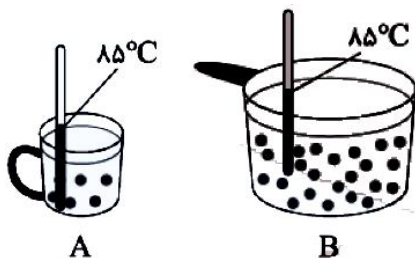
• اگر تعداد ذرات موجود در سامانه a را در دمای ثابت دو برابر کنیم، میانگین انرژی جنبشی ذرات آن تغییر نمی‌کند.

- 1 (1)      2 (2)      3 (3)      4 (4)

4- با توجه به شکل مقابل که مربوط به دو ظرف محتوی آب خالص می‌باشد، همه‌ی مطالب

زیر درست هستند، به جز ...

(نشانه برتر-دی 98)



1) میانگین تندی مولکول‌ها در دو ظرف A و B یکسان است.

2) هر گاه آب موجود در ظرف A را به ظرف B اضافه کنیم، انرژی گرمایی و میانگین تندی مولکول‌های ظرف B افزایش می‌یابد.

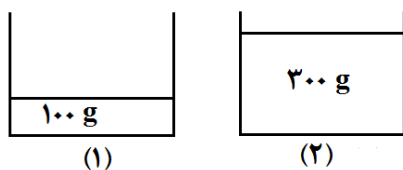
3) انرژی گرمایی آب در ظرف B از ظرف A بیشتر می‌باشد.

4) پس از کاهش دمای آب موجود در ظرف B به اندازه  $0/5^{\circ}\text{C}$ ، انرژی گرمایی آن از ظرف A بیشتر است.

5- اگر دو لیوان یکی دارای 100 گرم و دیگری دارای 300 گرم آب با دمای ثابت و یکسان  $40^{\circ}\text{C}$  داشته باشیم، چه تعداد از

(قلم‌چی)

عبارت‌های زیر درباره آن‌ها درست است؟



• میانگین تندی مولکول‌های آب در هر دو لیوان یکسان است.

• ظرفیت گرمایی محتویات هر دو لیوان باهم برابر است.

• گرمای ویژه محتویات لیوان (2) بیشتر از گرمای ویژه محتویات لیوان (1) است.

• برای رساندن دمای آب موجود در لیوان (1) به  $70^{\circ}\text{C}$  و رساندن دمای آب

موجود در لیوان (2) به  $50^{\circ}\text{C}$  گرمای یکسانی نیاز داریم.

- 1 (1)      2 (2)      3 (3)      4 (4)



### ظرفیت گرمایی و گرمای ویژه

**ظرفیت گرمایی:** مقدار گرمایی است که به یک جسم می‌دهیم تا دمای آن  $1^{\circ}\text{C}$  افزایش پیدا کند.

**گرمای ویژه:** مقدار گرمایی است که به  $1\text{ g}$  از یک جسم می‌دهیم تا دمای آن  $1^{\circ}\text{C}$  افزایش پیدا کند.

• گرما با نماد  $Q$  نشان داده می‌شود و یکای آن در SI ژول است. ( $1\text{ J} = 1\text{ kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-2}$ )

• هنوز در برخی موارد از یکای کالری برای بیان میزان گرما استفاده می‌شود. ( $1\text{ cal} = 4/18\text{ J}$ )

**نکته:** ظرفیت گرمایی ویژه به حالت فیزیکی ماده بستگی دارد. در آب داریم: مایع < یخ < بخار آب

### تست‌های آموزشی

6- در یک شופاژ، در هر دقیقه 10 کیلوگرم آب با دمای  $30^{\circ}\text{C}$  وارد و با دمای  $45^{\circ}\text{C}$  خارج می‌شود. در هر ساعت چند کیلوژول گرما توسط این شופاژ به محیط خانه وارد می‌شود؟ (از هدر رفت گرما صرف‌نظر

شود.) ( $c_{\text{H}_2\text{O}} = 4/2\text{ J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot^{\circ}\text{C}^{-1}$ )

(سنجش ریاضی - اسفند 1400)

28400(4

32000(3

34500(2

37800(1

7- دو ظرف یکسان حاوی مقدار مساوی آب و روغن زیتون در دمای  $25^{\circ}\text{C}$  موجود است. اگر تخم‌مرغ در آب  $75^{\circ}\text{C}$  در مدت پنج دقیقه پخته شود، در همین مدت زمان در روغن زیتون در چه دمایی (بر حسب سانتیگراد) پخته خواهد شد؟ (گرمای ویژه روغن زیتون و آب بر حسب  $\text{J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot^{\circ}\text{C}^{-1}$  به ترتیب برابر 2 و

(گزینه دو)

4/2 می‌باشد.)

100 (4

80 (3

130 (2

105 (1



8- اگر گرمای سوختن کامل یک مول متان برابر  $-890 \text{ kJ}$  باشد، برای بالا بردن دمای یک ظرف آهنی با جرم 520 گرم و دارای 1000 گرم آب به اندازه  $50^\circ\text{C}$  به تقریب چند مول متان باید سوزانده شود؟ گرمای ویژه آهن و آب به ترتیب بر حسب  $\text{J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$  به ترتیب 0/5 و 4/2 می باشد.

(سنجش)

0/75 (4)

0/45 (3)

0/25 (2)

0/15 (1)

9- 175 mL آب  $25^\circ\text{C}$  را با 100 mL آب  $74/5^\circ\text{C}$  در یک ظرف عایق بندی شده مخلوط می کنیم. دمای نهایی

(قلم پی)

محلول چه قدر است؟ (چگالی آب را  $1 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$  در نظر بگیرید.)

$43^\circ\text{C}$  (4)

$55/5^\circ\text{C}$  (3)

$38/5^\circ\text{C}$  (2)

$49^\circ\text{C}$  (1)

10- یک قطعه فلز کروم به جرم 100 گرم و دمای 55 درجه سانتی گراد را در 200 گرم آب با دمای  $23/4$  درجه سانتی گراد وارد می کنیم. اگر دمای نهایی آب تقریباً به 25 درجه سانتی گراد برسد، ظرفیت گرمایی ویژه کروم بر حسب  $\text{J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$  کدام است؟ (ظرفیت گرمایی ویژه آب را  $4/2 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$  در

(قلم پی)

نظر بگیرید.)

0/233 (4)

3/58 (3)

0/897 (2)

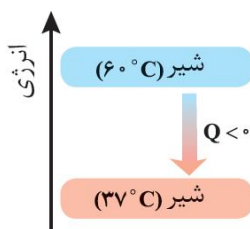
0/448 (1)



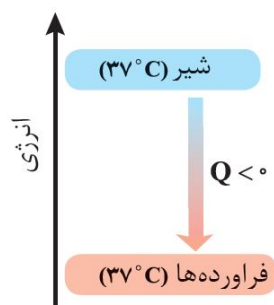
## سامانه و محیط

**سامانه و محیط :** بخشی از جهان که در مورد تغییرات انرژی مورد بررسی قرار می‌گیرد را سامانه می‌گویند و بخشی از جهان که سامانه را احاطه کرده را محیط می‌گویند. (بین سامانه و محیط مرزی تعریف می‌شود که ممکن است حقیقی یا مجازی باشد).

## واکنش‌های گرماده و گرماگیر



با نوشیدن شیر گرم در دمای حدود  $60^{\circ}\text{C}$  ، پس از ورود به بدن نخست مقداری انرژی به شکل گرما از دست می‌دهد تا با دمای بدن هم‌دما شود، اگر در این فرایند، شیر گرم را سامانه و بدن را محیط در نظر بگیریم با این توصیف در این فرایند با جاری شدن انرژی از سامانه به محیط، دمای سامانه کاهش می‌یابد. این ویژگی نشان می‌دهد  $Q < 0$  بوده و با فرایندی گرماده سروکار داریم :



اما بخش عمده انرژی موجود در شیر هنگام فرایند گوارش و سوخت و ساز به بدن می‌رسد، فرایندهایی که با انجام واکنش‌های شیمیایی گوناگونی همراه است. به دیگر سخن انجام مجموعه این واکنش‌ها منجر به تولید انرژی و مواد اولیه مورد نیاز سوخت و ساز یاخته‌ها خواهد شد. نمودار انرژی وابسته به مجموعه این واکنش‌ها به صورت مقابل است :

در این واکنش‌ها با این که دما ثابت است ( $37^{\circ}\text{C}$ ) اما باز هم میان سامانه و محیط پیرامون انرژی داد و ستد می‌شود.

بستنی یک خوراکی خنک و سرشار از مواد مغذی و انرژی‌زا است. فرایند هم‌دما شدن آن در بدن با جذب انرژی ، در حالی که گوارش و سوخت و ساز آن با آزاد شدن انرژی همراه است.

## تست‌های آموزشی

### (سراسری تجربی 98)

11- چند مورد از مطالب زیر، درست است؟

- در واکنش‌های گرماده، انرژی از محیط به سامانه جریان می‌یابد.
- گرمای مبادله شده بین دو ماده، از رابطه  $Q = mc\Delta\theta$  به دست می‌آید.
- در فرایند گوارش و سوخت و ساز شیر در بدن، با وجود ثابت بودن دما،  $Q < 0$  است.
- در فرایند گرماده، فراورده‌ها در سطح انرژی بالاتری نسبت به واکنش‌دهنده‌ها قرار می‌گیرند.

4 (4)

3 (3)

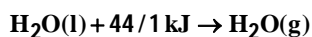
2 (2)

1 (1)



## یخچال صحرائی

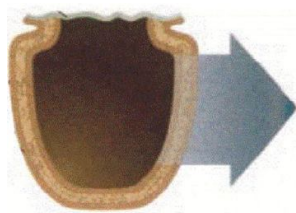
محمد باه‌آبا، معلم مسلمان نیجریایی با طراحی و ساخت دستگاهی ساده و ارزان به مردم کشورش خدمتی ارزنده ارائه کرد. دستگاهی که همانند یک یخچال اما بدون نیاز به انرژی الکتریکی، غذا را خنک و برای مدت طولانی تری نگه می‌دارد. او برای ساخت این دستگاه، دو ظرف سفالی (ساخته شده از خاک رس) را درون یکدیگر قرار داد و فضای میان آن‌ها را با شن خیس پر کرد. درپوش این مجموعه پوششی نخی و مرطوب است که تهویه را به آسانی انجام می‌دهد، آب در بدنه سفالی ظرف به بیرون نفوذ کرده و به آرامی طبق رابطه زیر تبخیر می‌شود:



این معادله نشان می‌دهد که برای تبخیر یک مول آب 44/1 کیلوژول گرما نیاز است. جذب گرما در این فرایند باعث افت دما شده و فضای درونی دستگاه همراه با محتویات آن را خنک می‌کند، شرایطی که برای سالم نگهداشتن دما به صورت طولانی‌تر مناسب است.

این دستگاه ساده و ارزان به سرعت در مقیاس صنعتی تولید و فراگیر شد. شرکت رولکس کشور سوئیس به پاس خدمت بشردوستانه این معلم مبتکر هر دو سال یکبار دو قطعه از تولیدات قیمتی خود را به ایشان اهدا می‌کند.

### بررسی چند جمله مهم



- (1) درپوش نخی و مرطوب تهویه را به آسانی انجام می‌دهد.
  - درست
  - نادرست
- (2) آب در بدنه سفالی ظرف بیرونی نفوذ کرده و به سرعت تبخیر می‌شود.
  - درست
  - نادرست
- (3) تبخیر آب باعث افت دمای محتویات آن می‌شود.
  - درست
  - نادرست
- (4) جهت فلش نشان دهنده جذب گرما از محیط بیرون است.
  - درست
  - نادرست

### تست‌های آموزشی

12- کدام گزینه در مورد یخچال صحرائی درست است؟

- (1) یخچال صحرائی با وجود ساده و ارزان بودن، هنوز در مقیاس صنعتی تولید و فراگیر نشده است.
- (2) درپوش یخچال صحرائی، پوششی چوبی است که مبادله گرما را با سرعت بسیار کمی انجام می‌دهد.
- (3) این دستگاه همانند یک یخچال اما بدون نیاز به انرژی الکتریکی، غذا را خنک و برای مدت طولانی-تری نگه می‌دارد.
- (4) مبتکر این دستگاه یک معلم مسلمان اهل آفریقای جنوبی به نام محمد باه‌آبا است.



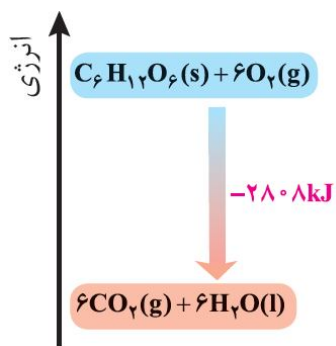
### ترموشیمی (گرماشیمی)

می‌دانید که هر واکنش شیمیایی ممکن است با تغییر رنگ، تولید رسوب، آزاد شدن گاز و ایجاد نور و صدا همراه باشد اما یک ویژگی بنیادی در همه آن‌ها داد و ستد گرما با محیط پیرامون است. از این رو هر واکنش شیمیایی ممکن است گرماده یا گرماگیر باشد. بررسی مطالعه این ویژگی در واکنش‌ها منجر به پیدایش ترموشیمی (گرماشیمی) شد. ترموشیمی شاخه‌ای از علم شیمی است که به بررسی کمی و کیفی گرمای واکنش‌های شیمیایی، تغییر آن و تأثیری که بر حالت ماده دارد، می‌پردازد.

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

### بررسی سطح انرژی مواد در تغییرات فیزیکی :

### بررسی سطح انرژی در آلوتروپ‌های اکسیژن و کربن :



• منبع انرژی در بدن غذا است، منبعی که انرژی آن پس از انجام واکنش‌های شیمیایی گوناگون به بدن می‌رسد. بدیهی است که هر یک از این واکنش‌ها می‌تواند گرماده یا گرماگیر باشد، نمودار روبه‌رو مربوط به اکسایش گلوکز برای تولید انرژی در بدن است. جالب اینکه با وجود تولید انرژی در واکنش اکسایش گلوکز دمای بدن تغییر محسوسی نمی‌کند، زیرا دمای مواد اولیه پیش از آغاز واکنش با دمای فرآورده‌ها پس از پایان واکنش برابر است.

### بررسی چند جمله مهم

- (1) زغال کک، واکنش‌دهنده‌ای رایج در استخراج آهن است که انرژی لازم برای انجام این واکنش را نیز فراهم می‌کند.
  - درست
  - نادرست
- (2) با وجود تولید انرژی در واکنش اکسایش گلوکز، دمای بدن تغییر چندانی نمی‌کند و عملاً واکنش در دمای ثابت انجام می‌شود.
  - درست
  - نادرست
- (3) گرمای آزاد شده در یک واکنش گرماده که در دمای ثابت انجام می‌شود، ناشی از تفاوت انرژی گرمایی واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌ها است.
  - درست
  - نادرست
- (4) گرافیت پایدارتر از الماس است، زیرا در فرایند سوختن آن انرژی بیشتری آزاد می‌شود.
  - درست
  - نادرست

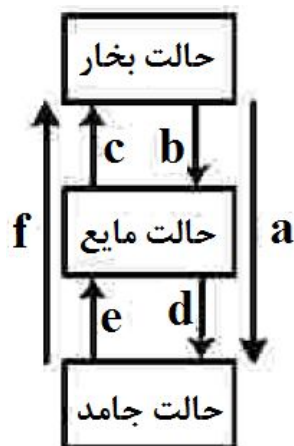




تست‌های آموزشی

13- کدام تغییر حالت فیزیکی مواد خالص، بر اثر تغییر انرژی، مطابق شکل زیر، به ترتیب از راست به چپ به حالت‌های میعان، فرازش، چگالش و انجماد مربوط است؟

(سراسری تجربی 1401)



b و c , a , e (1)

c و d , f , b (2)

d و f , a , e (3)

d و a , f , b (4)

(قلم‌چی)

14- توضیحات ارائه شده در مورد چه تعداد از واکنش‌های زیر درست است؟

•  $\text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{s})$ : فرایندی گرماده است و علامت  $\Delta H$  آن منفی است.

•  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}_2(\text{g})$ : با انجام این واکنش سامانه پررنگ‌تر می‌شود.

•  $2\text{O}_3(\text{g}) \rightarrow 3\text{O}_2(\text{g})$ : فرایندی گرماگیر است و علامت  $\Delta H$  در آن مثبت است.

•  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s}) + 6\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 6\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ : با وجود تولید انرژی، دمای بدن تغییر محسوسی نمی‌کند.

4 (4)

3 (3)

2 (2)

1 (1)

15- با فرض اینکه گرمای لازم برای تبخیر یک مول آب دو برابر گرمای تبخیر مولی آمونیاک باشد، ترتیب

(قلم‌چی)

مقدار گرمای حاصل از واکنش‌های (آ) تا (ت) در کدام گزینه به درستی ارائه شده است؟

ب)  $4\text{NH}_3(\text{l}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4\text{NO}(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l})$       آ)  $4\text{NH}_3(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4\text{NO}(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

ت)  $4\text{NH}_3(\text{l}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4\text{NO}(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$       پ)  $4\text{NH}_3(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4\text{NO}(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

1) ب < پ < ت < آ      2) پ < ب < آ < ت      3) پ < آ < ب < ت      4) ت < ب < آ < پ



## بخش دوم: آنتالپی

تغییر آنتالپی هم‌ارز با گرمایی است که آن واکنش در فشار ثابت با محیط پیرامون داد و ستد می‌کند و آن را با  $Q_p$  نشان می‌دهند. نماد آنتالپی (H) است، در حالی که نماد تغییر آنتالپی  $\Delta H$  می‌باشد، کمیتی که با رابطه زیر بیان می‌شود:

$$\Delta H = H - H \text{ (فراورده)} = Q_p \text{ (واکنش‌دهنده‌ها)}$$

• همه مواد پیرامون ما در دما و فشار اتاق، آنتالپی معینی دارند و هر سامانه در دما و فشار ثابت، آنتالپی معینی دارند.

### تست‌های آموزشی

16- چند مورد از مطالب زیر، درست است؟ (سراسری تجربی خارج از کشور 98)

- با سرد شدن هوا، شدت رنگ گاز آلاینده  $NO_2$  در شهرها، کاهش می‌یابد.
- در تبدیل  $CO_2(s) \rightarrow CO_2(g)$ ، میانگین تندی و انرژی جنبشی ذرات، ثابت است.
- علامت  $\Delta H$  در واکنش شیمیایی انجام شده در فتوسنتز (در گیاهان سبز)، مثبت است.
- تغییر نوع آلوتروپ در واکنش‌هایی که عنصرهای خالص تولید یا مصرف می‌شوند، تأثیری بر  $\Delta H$  واکنش ندارد.

1 (1)      2 (2)      3 (3)      4 (4)

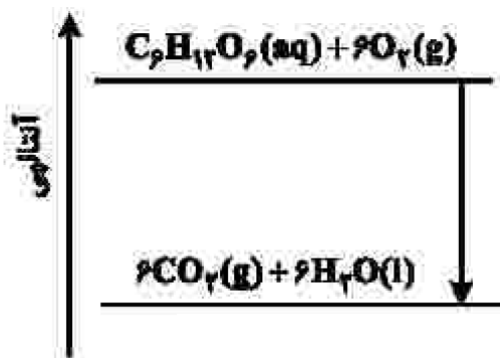
17- نمودار زیر به اکسایش گلوکز در بدن مربوط است، با توجه به آن،

چند مورد از مطالب زیر درست است؟ (تجربی خارج 1401)

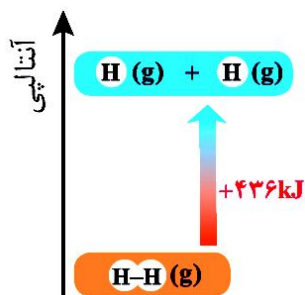
- آنتالپی فراورده‌ها از آنتالپی واکنش‌دهنده‌ها بیشتر است.
- محتوای انرژی و پایداری مولکول آب از گلوکز کمتر است.
- در انجام این فرایند، انرژی از سامانه به محیط انتقال می‌یابد.
- نمودار فرایند هم‌دما شدن شیر با دمای  $60^\circ C$  در بدن مانند نمودار روبه‌رو است.

• دمای مواد واکنش‌دهنده پیش از آغاز واکنش در مواد فراورده پس از انجام واکنش به تقریب برابر است.

1 (چهار)      2 (سه)      3 (دو)      4 (یک)



### آنتالپی پیوند و میانگین آن



انرژی لازم برای شکستن پیوندهای اشتراکی موجود در یک مول مولکول دو اتمی گازی و تبدیل آن به دو مول اتم گازی را آنتالپی پیوند می‌گویند. مثلاً شواهد تجربی نشان می‌دهد که آنتالپی پیوند  $H_2(g)$  حدود  $436 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  است.

**نکته:** در مولکول‌های چند اتمی به کار بردن میانگین آنتالپی پیوند مناسب‌تر است.

#### عوامل مؤثر بر آنتالپی پیوند:

(1) مرتبه پیوند:

(2) طول پیوند:

(3) قطبیت پیوند:

#### بررسی چند جمله مهم

(1) مقایسه انرژی پیوند هالوژن‌های دوره‌های سوم تا پنجم جدول دوره‌ای به صورت  $I_2 < Br_2 < Cl_2$  می‌باشد.

○ درست      ○ نادرست

(2) در مولکول‌های  $H_2O$  ،  $HCl$  و  $NH_3$  به کار بردن میانگین آنتالپی پیوند مناسب‌تر است.

○ درست      ○ نادرست

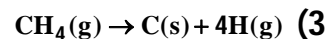
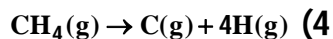
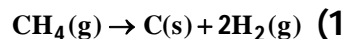
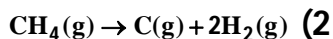
(3) انرژی پیوند در  $N_2$  کمتر از  $O_2$  است.

○ درست      ○ نادرست

#### نسبت‌های آموزشی

18- اگر میانگین آنتالپی پیوند C-H در مولکول متان برابر  $412 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  در نظر گرفته شود،  $\Delta H$  کدام واکنش برابر  $+1648 \text{ kJ}$  است

(سراسری ریاضی 87)



(قلم‌چی)

19- کدام یک از عبارتهای زیر در مورد میانگین آنتالپی پیوندها درست است؟

$$\Delta H_{(C=C)} = 2\Delta H_{(C-C)} \quad (2)$$

$$\Delta H_{(C\equiv C)} = \Delta H_{(C=C)} + \Delta H_{(C-C)} \quad (1)$$

$$\Delta H_{(C=C)} < 2\Delta H_{(C-C)} \quad (4)$$

$$\Delta H_{(C\equiv C)} > 3\Delta H_{(C-C)} \quad (3)$$



### گروه‌های عاملی

ادویه‌ها نقش جالبی در تمدن و تاریخ ملت‌ها دارند، به طوری که بو و مزه لذت‌بخش غذاهای بومی در هر جای جهان، اغلب به دلیل افزودن ادویه‌های ویژه‌ای به آن‌ها است. ادویه‌ها دارای دو ویژگی مهم هستند :

(آ) به مواد غذایی رنگ، بو و مزه خوشایندی می‌دهند.

(ب) مصرف دارویی مانند جلوگیری از گرسنگی، افزایش سوخت و ساز، جلوگیری از التهاب، پیشگیری، بهبود و گاهی رفع سرطان.

یافته‌های تجربی نشان می‌دهند که چنین خواصی در ادویه‌ها به طور عمده وابسته به ترکیب‌های آلی موجود در آن‌هاست، ترکیب‌هایی که در ساختار خود افزون بر اتم‌های هیدروژن و کربن، اتم‌های اکسیژن، گاهی نیتروژن و گوگرد نیز دارند. شواهد تجربی نشان می‌دهد که تفاوت در خواص ادویه‌ها به دلیل تفاوت در ساختار این مواد آلی است.

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

**گروه عاملی آلدهید :**

**گروه عاملی کتون :**

**تمرین 1 :** چه تفاوت‌ها و شباهت‌هایی بین آلدهیدها و کتون‌ها وجود دارد؟

**گروه عاملی اتر :**

**گروه عاملی الکل (هیدروکسیل) :**



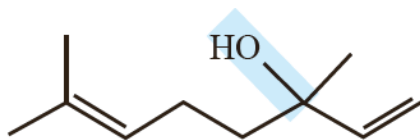
**تمرین 2:** در مورد مولکول بنزالدهید به سوالات زیر پاسخ دهید :

- (آ) فرمول ساختاری آن را رسم کنید.  
 (ب) فرمول مولکولی آن را تعیین کنید.  
 (پ) تعداد پیوند دو گانه آن را تعیین کنید.  
 (ت) بنزالدهید در ..... وجود دارد.

**تمرین 3:** در مورد مولکول 2-هپتانول به سوالات زیر پاسخ دهید :

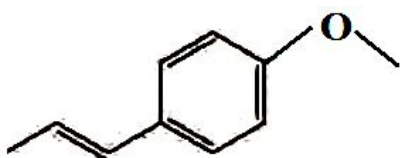
- (آ) فرمول ساختاری آن را رسم کنید.  
 (ب) فرمول مولکولی آن را تعیین کنید.  
 (پ) این ماده در ..... وجود دارد.

**تمرین 4:** ترکیب زیر ماده آلی موجود در گشنیز را نشان می‌دهد، بر این اساس پاسخ دهید :



- (آ) فرمول مولکولی آن را مشخص کنید.  
 (ب) گروه عاملی آن چه نام دارد؟

**تمرین 5:** ترکیب زیر ماده آلی موجود در رازیانه را نشان می‌دهد، بر این اساس پاسخ دهید :

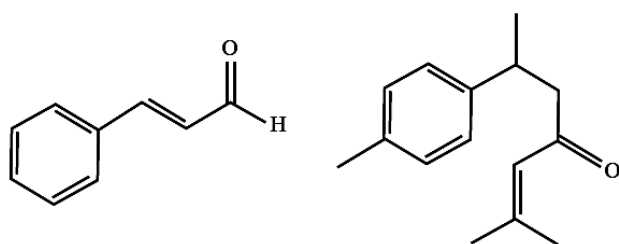


- (آ) فرمول مولکولی آن را مشخص کنید.  
 (ب) گروه عاملی آن چه نام دارد؟

**تمرین 6:** ساختار ترکیب‌های آلی موجود در دارچین و زردچوبه در زیر داده شده است،

بر این اساس پاسخ دهید.

(آ) کدام ماده در دارچین و کدام ماده در زردچوبه وجود دارد؟

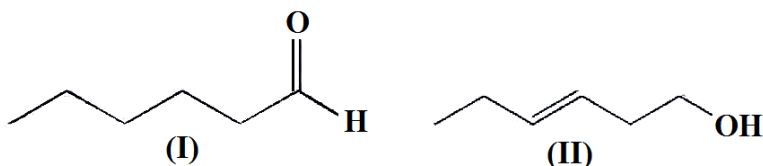


- (ب) گروه عاملی هر ماده را تعیین کنید.  
 (پ) فرمول مولکولی هر ترکیب را تعیین کنید.

**تمرین 7:** با توجه به ساختارهای داده شده به سوالات زیر پاسخ دهید :

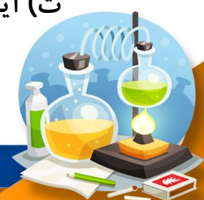
(آ) فرمول مولکولی هر ترکیب را تعیین کنید.

(ب) این دو ترکیب چه نسبتی باهم دارند؟

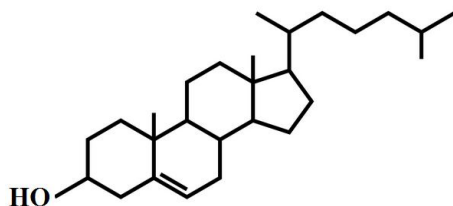


(پ) نقطه جوش کدام یک بالاتر است؟

(ت) آیا محتوای انرژی این دو ماده یکسان است؟ چرا؟



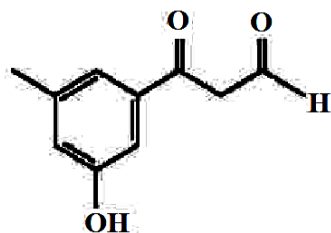
**تمرین 8:** کلسترول یکی از مواد آلی موجود در غذاهای جانوری است که مقدار اضافی آن در دیواره رگ‌ها رسوب می‌کند، فرایندی که منجر به گرفتگی رگ‌ها و سکت می‌شود. با توجه به ساختار آن پاسخ دهید.  
 (آ) چرا شیمی‌دان‌ها آن را یک الکل سیر نشده می‌دانند؟



(ب) در شرایط یکسان کدام پیوند اشتراکی یگانه در ساختار آن آسان‌تر شکسته می‌شود؟ چرا؟

### تست‌های آموزشی

20- چند مورد از مطالب زیر درباره ترکیبی با فرمول «پیوند-خط» داده شده درست است؟ (یاضی فارغ 1401)

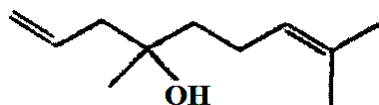


(C = 12, H = 1, O = 16 : g.mol<sup>-1</sup>)

- سه گروه عاملی متفاوت دارد.
- جرم مولی آن برابر 178 گرم است.
- شمار اتم‌های کربن و هیدروژن مولکول آن برابر است.
- شمار اتم‌های هیدروژن مولکول آن با شمار اتم‌های هیدروژن مولکول پنتن برابر است.

(1) چهار (2) سه (3) دو (4) یک

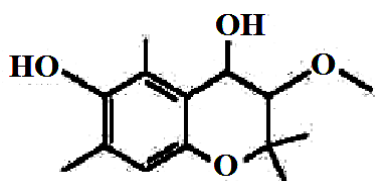
21- درباره ترکیبی با فرمول «نقطه-خط» روبه‌رو، چند مورد از مطالب زیر، درست‌اند؟ (سنجش)



- گروه عاملی به کار رفته در آن، در ماده موجود در دارچین هم وجود دارد.
- فرمول مولکولی آن، C<sub>11</sub>H<sub>20</sub>O است.
- مولکول آن دارای گروه عاملی هیدروکسیل است.
- در ساختار مولکول آن، 30 جفت الکترون پیوندی شرکت دارند.

(1) 1 (2) 2 (3) 3 (4) 4

22- کدام مطلب درباره ترکیبی با ساختار زیر، نادرست است؟ (سراسری تجربی 1401)



- (1) دارای سه نوع گروه عاملی متفاوت است.
- (2) مولکول‌های آن می‌توانند با یکدیگر یا با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی تشکیل دهند.
- (3) شمار اتم‌های هیدروژن مولکول آن، دو برابر شمار اتم‌های هیدروژن در مولکول بوتان است.
- (4) شمار هیدروکسیل مولکول آن با شمار اتم‌های کربن مولکول اتیلن گلیکول برابر است.



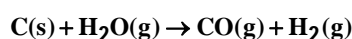
مسائل ترکیبی استوکیومتری و آنتالپی

نست‌های آموزشی

23- اگر  $\Delta H$  واکنش تهیه گاز آب در صنعت برابر 134 kJ باشد، برای تهیه یک کیلوگرم هیدروژن در این

(سراسری فارغ تمبری 94)

فرایند چند مگاژول گرما باید صرف شود؟ ( $H = 1 \text{ g.mol}^{-1}$ )



33/5 (4)

67 (3)

134 (2)

268 (1)

24- اگر آنتالپی واکنش  $2KClO_3(s) \rightarrow 2KCl(s) + 3O_2(g)$  برابر 90 kJ- باشد، با گرمای آزاد شده از تجزیه 49

گرم پتاسیم کلرات، چند گرم جیوه از تجزیه‌ی جیوه (II) اکسید به دست می-

آید؟  $\Delta H = +180 \text{ kJ}$  ،  $2HgO(s) \rightarrow 2Hg(l) + O_2(g)$  ( $Hg = 200, K = 39, Cl = 35/5, O = 16 : \text{g.mol}^{-1}$ ) (ریاضی 93)

80 (4)

60 (3)

40 (2)

20 (1)

25- اگر  $\Delta H$  واکنش  $Fe(s) + H_2O(g) \rightarrow Fe_3O_4(s) + H_2(g)$  پس از موازنه برابر 150 kJ- باشد، گرمای آزاد شده

ضمن تشکیل چند لیتر گاز هیدروژن در شرایطی که حجم مولی گازها برابر 25 لیتر است، دمای 300

گرم آب را به اندازه  $40^\circ C$  بالا می‌برد؟ ظرفیت گرمایی ویژه آب برابر  $4/2 \text{ J.g}^{-1}.\text{C}^{-1}$  است. (ریاضی فارغ 94)

8/4 (4)

12/2 (3)

16/8 (2)

33/6 (1)



## ارزش سوختی

مقدار انرژی آزاد شده به ازای سوختن یک گرم ماده را ارزش سوختی می‌گویند. ارزش سوختی کربوهیدرات و پروتئین برابر  $17 \text{ kJ.g}^{-1}$  و ارزش سوختی چربی برابر  $38 \text{ kJ.g}^{-1}$  است.

• کربوهیدرات‌ها در بدن به گلوکز شکسته شده و گلوکز حاصل از آن‌ها در خون حل می‌شود. خون این ماده را به یاخته‌ها می‌رساند. (گلوکز قند خون است.) این ماده هنگام اکسایش در یاخته‌ها، انرژی تولید می‌کند، از این رو به آسانی انرژی مورد نیاز یاخته‌ها را تأمین می‌کند.

• میزان انرژی مورد نیاز بدن هر فرد به وزن و سن و میزان فعالیت‌های روزانه او بستگی دارد. هر مقدار اضافی از مواد و انرژی دریافتی از مواد غذایی به طور عمده به شکل چربی در بدن ذخیره شده و باعث چاقی می‌شود.

• برای تهیه هر غذای گرم به انرژی نیاز است که این انرژی به طور عمده از سوختن سوخت‌های فسیلی تأمین می‌شود. یکی از این سوخت‌ها متان است که بخش عمده گاز شهری را تشکیل می‌دهد.

**نکته:** ارزش سوختی مواد خوراکی مختلف به صورت زیر مقایسه می‌شود:

«بادام زمینی < پنیر < شکلات < نان < تخم‌مرغ < شیر»

## بررسی چند جمله مهم

(1) ارزش سوختی اتان از اتانول بیشتر است، اما در جرم برابر از دو ماده اتانول کربن دی‌اکسید بیشتری تولید می‌کند.

○ درست ○ نادرست

(2) ارزش سوختی اتان بیشتر از پروپان و کمتر از متان است.

○ درست ○ نادرست

(3) با توجه به معادله  $2\text{C}_3\text{H}_6(\text{g}) + 9\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 6\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2058 \text{ kJ}$  ارزش سوختی پروپن برابر 49 کیلوژول بر

مول است. ( $\text{C} = 12, \text{H} = 1, \text{O} = 16 : \text{g.mol}^{-1}$ )

○ درست ○ نادرست

## نسبت‌های آموزشی

26- چند گرم از ماده‌ای که شامل 20% پروتئین، 16% چربی و 14% کربوهیدرات است باید بسوزد تا

593 کیلوکالری انرژی به بدن بدهد؟ ارزش سوختی پروتئین و کربوهیدرات  $17 \text{ kJ.g}^{-1}$  و ارزش سوختی

چربی  $38 \text{ kJ.g}^{-1}$  است. یک کالری را معادل 4 ژول در نظر بگیرید و از انرژی تولید شده توسط باقی مواد

صرف نظر کنید.

(قلم‌پی)

186 (4)

200 (3)

0/2 (2)

207 (1)





### آنتالپی سوختن

انرژی آزاد شده از سوختن یک مول ماده در شرایط استاندارد را آنتالپی سوختن می گویند.

**تمرین 1:** در هر مورد معادله موازنه شده‌ای بنویسید که تغییر آنتالپی در آن معادل آنتالپی سوختن ماده مورد نظر باشد.

(آ) گاز بوتان :

(ب) متانول مایع :

### عوامل مؤثر بر آنتالپی سوختن :

(1) تعداد کربن :

(ب) خانواده ترکیب آلی :

### بررسی چند جمله مهم

(1) آنتالپی سوختن اتان بیشتر از اتن ولی کمتر از پروپن است.  درست  نادرست

(2) آنتالپی سوختن مقدار گرمای آزاد شده به هنگام سوختن یک مول از یک ماده در هوا است.  درست  نادرست

### نسبت‌های آموزشی

27- نمونه‌ای از هیدروکربن سیرشده و خالص در اکسیژن سوخته و  $17/6$  گرم کربن‌دی‌اکسید و  $10/8$  گرم

آب مایع و  $312$  کیلوژول انرژی تولید می‌کند. آنتالپی استاندارد سوختن این ترکیب چند کیلوژول بر مول

(سراسری تجربی 96)

است ؟ ( $C = 12, H = 1, O = 16 : g.mol^{-1}$ )

-1560 (4)

-1248 (3)

-1040 (2)

-780 (1)

آنتالپی سوختن ( $kJ.mol^{-1}$ )	ارزش سوختی ( $kJ.g^{-1}$ )	ماده آلی
-۸۹۰	۵۵/۵	$CH_4(g)$
-۱۵۶۰	۵۲/۰	$C_2H_6(g)$
b	a	$C_3H_8(g)$

28- به جای a و b در جدول زیر، به ترتیب از راست به چپ کدام

عددها را می‌توان قرار داد ؟ ( $C = 12, H = 1 : g.mol^{-1}$ ) (ریاضی ۱۴۰۱)

-2230 ، 47/2 (1)

-2230 ، 50/7 (2)

-4580 ، 47/2 (3)

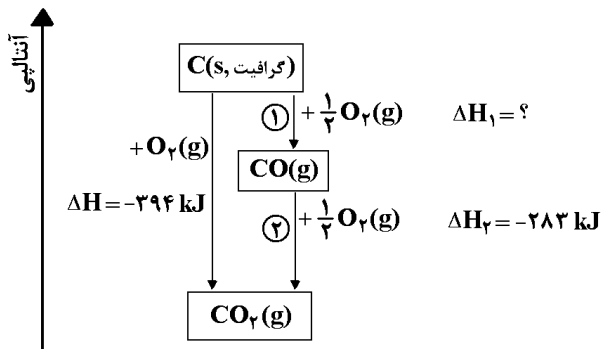
-4580 ، 50/7 (4)



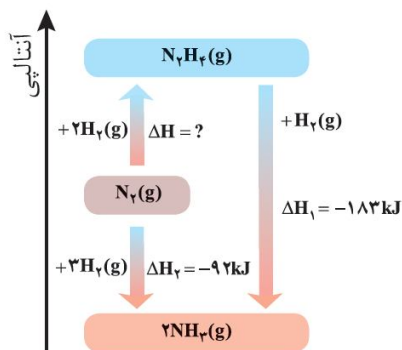
### قانون هس

اگر یک واکنش از جمع چند واکنش دیگر به دست آید، تغییر آنتالپی آن از جمع جبری  $\Delta H$  ها به دست می آید، از قانون هس برای تعیین  $\Delta H$  واکنش‌هایی استفاده می‌شود که در شرایط عادی انجام نمی‌شوند و یا انجام آن‌ها بسیار سخت است.

#### بررسی سوختن گرافیت :



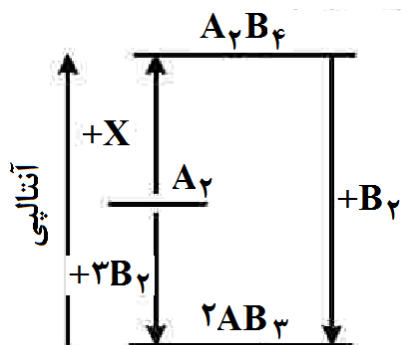
#### بررسی تشکیل آمونیاک :



واکنش‌هایی که به طور تجربی انجام نمی‌شوند یا انجام آن‌ها بسیار سخت است. (طبق کتاب درسی)

### نست‌های آموزشی

29- با توجه به نمودار زیر چند مورد از مطالب زیر درست است؟ (همه گونه‌ها گازی شکل هستند). (تجربی 1401)



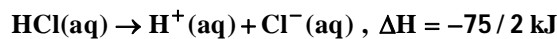
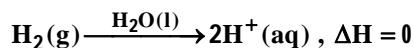
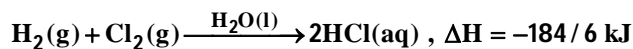
- به جای X می‌توان  $2B_2$  را قرار داد.
- به یک واکنش سه مرحله‌ای مربوط است.
- محتوای انرژی  $A_2$  از  $A_2B_4$  کمتر و از  $AB_3$  بیشتر است.
- علامت  $\Delta H$  واکنش تشکیل  $A_2B_4$  و  $AB_3$  مخالف یکدیگر است.
- مولکول  $A_2B_4$  از  $AB_3$  پایدارتر است زیرا پیوندهای بیشتری دارد.

- (1) دو  
(2) سه  
(3) چهار  
(4) پنج



30- با توجه به واکنش‌های زیر :

(سراسری ریاضی 1401)

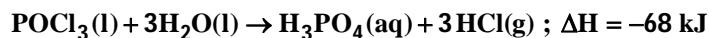
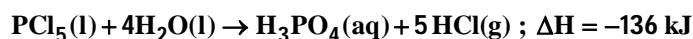
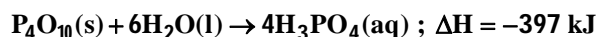


بر پایهٔ قانون هس تبدیل  $\text{Cl}^-(\text{aq})$  به  $\frac{1}{2}\text{Cl}_2(\text{g})$  گرماده است یا گرماگیر و  $\Delta\text{H}$  آن برابر چند کیلوژول است؟

- (1) گرماده ،  $-167/5$                       (2) گرماگیر ،  $+176/5$   
 (3) گرماگیر ،  $+167/5$                       (4) گرماده ،  $-176/5$

31- با توجه به واکنش‌های زیر،  $\Delta\text{H}$  واکنش:  $\text{P}_4\text{O}_{10}(\text{s}) + 6\text{PCl}_5(\text{l}) \rightarrow 10\text{POCl}_3(\text{l})$  برابر چند کیلوژول است و

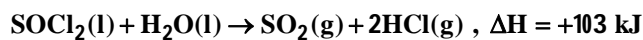
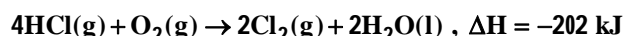
اگر در این واکنش  $266/5$  کیلوژول گرما آزاد شود، چند مول  $\text{POCl}_3$  تشکیل می‌شود؟ (ریاضی ف 93)



- (1)  $-533$  ، 5                      (2)  $-344$  ، 5                      (3)  $-533$  ، 4                      (4)  $-344$  ، 4

32- با توجه به واکنش‌های زیر،  $\Delta\text{H}$  واکنش  $\text{O}_2(\text{g}) + \text{P}_4(\text{s}) + 2\text{SO}_2(\text{g}) + 8\text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{SOCl}_2(\text{l}) + 4\text{POCl}_3(\text{l})$  برابر چند کیلوژول است؟

(سراسری ریاضی 98)

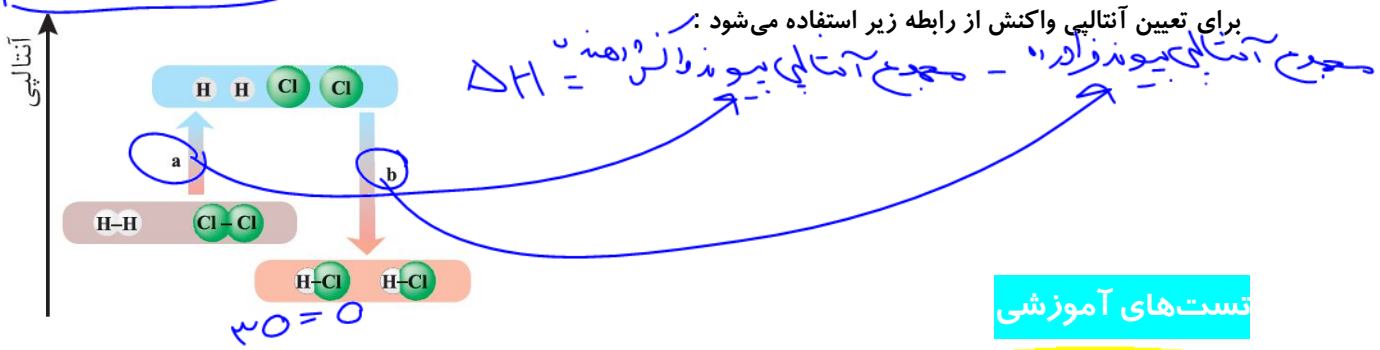


- (1)  $-2235$                       (2)  $-2352$                       (3)  $-2445$                       (4)  $-2532$



$\Delta H = a - b$

تعیین آنتالپی واکنش با استفاده از انرژی پیوند



نست‌های آموزشی

33- آنتالپی سوختن  $CH_3OH$  بر پایه واکنش زیر، چند کیلوژول بر مول است؟ (سنجش)

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

نوع پیوند	O-H	O=O	C=O	C-O	C-H
انرژی ( $kJ \cdot mol^{-1}$ )	463	495	800	380	415

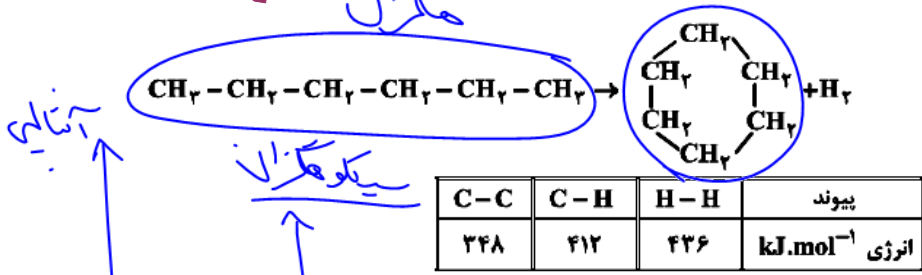
$$\Delta H = [9(C-H) + 2(C-O) + 2(O-H) + 3(O=O)] - [4(C=O) + 4(O-H)]$$

$$\Delta H = [9(415) + 2(380) + 2(463) + 3(495)] - [4(800) + 4(463)]$$

$$\Delta H = -1243 (4) - 621/5 (3) - 1250 (2) - 964 (1)$$

34- با توجه به آنتالپی پیوندها و واکنش زیر، کدام هیدروکربن زیر پایدارتر است و  $\Delta H$  این واکنش، چند کیلوژول است؟

(فاز 98)



- (1) هگزان ، -40
- (2) سیکلوهگزان ، -40
- (3) هگزان ، +40
- (4) سیکلوهگزان ، +40

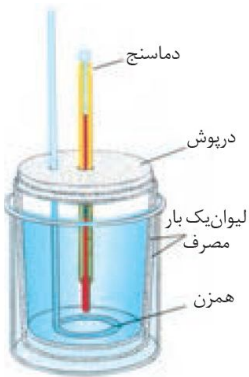
هگزانها از سایر هیدروکربن‌ها پایدارترند

نکته: متان، ساده‌ترین هیدروکربن و نخستین عضو آلکان‌ها است. این ماده قسمت عمده گاز طبیعی را تشکیل می‌دهد و از تجزیه گیاهان به وسیله باکتری‌های بی‌هوازی در زیر آب تولید می‌شود. این ماده اولین بار از سطح مرداب جمع‌آوری شد، از این رو به گاز مرداب معروف است.



### روش مستقیم اندازه گیری گرمای واکنش

در روش مستقیم تعیین آنتالپی واکنش از دستگاهی به نام گرماسنج استفاده می شود. شکل زیر یک گرماسنج لیوانی را نشان می دهد، این دستگاه دارای ویژگی های زیر است :



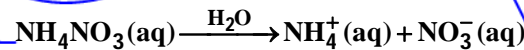
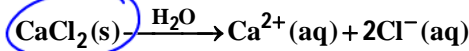
- (1) اندازه گیری گرمای واکنش به روش مستقیم
- (2) از دو لیوان یک بار مصرف (از جنس پلی استیرن) که عایق گرما هستند و مجهز به درپوشی از یونالیت که در آن همزن و دماسنج تعبیه شده است، تشکیل شده است.
- (3) عملکرد در فشار ثابت
- (4) اندازه گیری آنتالپی واکنش (با توجه به تغییر دمای آب یا محلول به کار رفته)

**نکته :** برای اندازه گیری دقیق گرمای سوختن مواد از نوع دیگری از گرماسنج به نام گرماسنج بمبی استفاده می شود. در این گرماسنج، حجم ثابت است.

### نسبت های آموزشی

35- با توجه به معادله های گرمایشی زیر :

(سراسری ریاضی خارچ 1401)



(1) انحلال مخلوطی به نسبت مولی برابر از این دو ماده گرماده است.

(2) از انحلال  $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$  برای گرم کردن محل آسیب دیده بدن، استفاده می شود.

(3) از انحلال 0/2 مول  $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$  در آب، 2/5 کیلوژول انرژی گرمایی با محیط تبادل می شود.

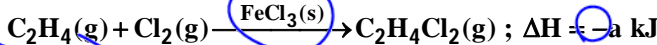
(4) روند تغییر انحلال پذیری  $\text{CaCl}_2(\text{s})$  در آب نسبت به دما مشابه انحلال پذیری شمار زیادی از نمک های دیگر است.

درجه سردی از استفاده می شود درجه سردی از استفاده می شود. درجه سردی از استفاده می شود. درجه سردی از استفاده می شود.

36- در واکنش زیر، به ازای مصرف کامل 10/5 گرم از واکنش دهنده آلی، 66/75 کیلوژول گرما آزاد می شود.

بر این اساس و با توجه به مفاهیم علمی مرتبط، کدام مطلب نادرست است؟

(سنجش)



(1) کاتالیزگر به کار رفته در واکنش، برخلاف هر یک از مواد شرکت کننده جزو ترکیب های یونی است.

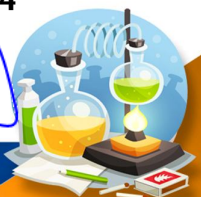
(2) مجموع آنتالپی پیوندها در فرآورده، از مجموع آنتالپی پیوندها در واکنش دهنده ها بزرگ تر است.

(3) نام فرآورده واکنش «1، 1-دی کلرو اتان» است.

(4) a برابر با 178 است.

فلز + نلر

$$\frac{10,5}{24 \times 28} = \frac{66,75}{a} \Rightarrow a = 178$$



## بفش سووم: سرعت

انسان همواره در طول تاریخ در جستجوی روش‌هایی بود که بتواند ماده غذایی را برای مدت‌های طولانی‌تری سالم نگه دارد و ذخیره کند، برخی روش‌های نگهداری مواد غذایی به شرح زیر است:

(1) خشک کردن میوه‌ها (2) تهیه ترشی (3) نمک‌سود کردن گوشت

**نکته:** تجربه نشان می‌دهد که محیط سرد، تاریک و خشک برای نگهداری انواع مواد غذایی مناسب‌تر از محیط گرم، روشن و مرطوب است. نگهداری اغلب مواد غذایی در سردخانه‌ها تأییدی بر این تجربه است.

• عوامل محیطی مانند رطوبت، اکسیژن، نور و دما در چگونگی و زمان نگهداری مؤثرند. در محیط مرطوب میکروب‌ها شروع به رشد و تکثیر نموده تا جایی که ماده غذایی کپک زده و سرانجام فاسد می‌شود. اما در محیط خشک امکان رشد این جانداران ذره‌بینی وجود ندارد. از این رو می‌توان خشکبار را آسان‌تر و به مدت طولانی‌تری در این محیط نگهداری کرد. نیاکان ما نیز بر همین اساس بسیاری از میوه‌ها را در فصل برداشت خشک می‌کردند تا آن‌ها را برای مصرف در فصل‌های دیگر ذخیره کنند.

• اکسیژن گازی واکنش‌پذیر است و تمایل زیادی برای انجام واکنش با دیگر مواد دارد، بر اساس این ویژگی، مواد غذایی در هوای آزاد و در معرض اکسیژن، سریع‌تر فاسد می‌شوند. وجود پوست و پوشش میوه‌ها و خشکبار یک عامل طبیعی برای افزایش زمان ماندگاری است، زیرا مانع از ورود اکسیژن و جانداران ذره‌بینی به درون آن‌ها می‌شود. این ویژگی نشان می‌دهد که حذف اکسیژن از محیط نگهداری مواد غذایی و خوراکی‌ها سبب افزایش ماندگاری و بهبود کیفیت آن‌ها خواهد شد.

**نکته:** برای نگهداری سالم برخی خوراکی‌ها، آن‌ها را با خالی کردن هوای درون ظرف بسته‌بندی می‌کنند. با انجام این عمل از رسیدن اکسیژن به مواد غذایی جلوگیری می‌شود.

• پیشرفت علوم تجربی سبب شد تا برای افزایش ماندگاری مواد غذایی و بهبود کیفیت آن‌ها از روش‌های گوناگون مانند تهیه کنسرو، بسته‌بندی نوین، افزودن نگهدارنده‌ها و ... استفاده شود، در این راستا یخچال‌های صنعتی، سردخانه‌ها و ... تکمیل‌کننده این فرایند هستند.

**نکته:** برای نگهداری طولانی‌مدت فراورده‌های گوشتی و پروتئینی، آن‌ها را به حالت منجمد ذخیره می‌کنند. در این مثال، اثر کاهش دما بر کاهش سرعت واکنش‌های منجر به فساد مواد غذایی مورد توجه قرار گرفته است.

**نکته:** روغن‌های مایع که در ظروف مات و کدر بسته‌بندی شده‌اند، زمان ماندگاری بیشتری دارند، در این مثال با کاهش نور و تاریک‌تر شدن محیط نگهداری ماده غذایی، سرعت واکنش منجر به فساد ماده غذایی کاهش یافته است.

**نکته:** قاووت گردی مغزی و تهیه شده از مغز آفتابگردان، پسته و ... است، این سوغات کرمان زودتر از مغز این خوراکی‌ها فاسد می‌شود، زیرا هر چه ذرات مواد غذایی ریزتر شوند، سرعت واکنش‌های منجر به فساد آن‌ها افزایش می‌یابد.

### بررسی چند جمله مهم

(1) مواد غذایی حساس به نور را باید در ظرف‌های کدر و مات بسته‌بندی کرد.

○ نادرست

○ درست

کے نور، حذف یا معشر بسای لند



- (2) برای سالم ماندن برخی از مواد غذایی، هوای درون بسته‌بندی آن‌ها، تخلیه می‌شود.  درست  نادرست
- (3) وجود پوست و پوشش در میوه‌ها و خشکبار، سبب افزایش سرعت فساد آن‌ها می‌شود.  درست  نادرست

گامش

### سینتیک شیمیایی و ترمودینامیک

سینتیک شیمیایی شاخه‌ای از علم شیمی است که بررسی سرعت واکنش و عوامل مؤثر بر آن و نیز چگونگی انجام واکنش-های شیمیایی می‌پردازد. وظایف علم سینتیک را می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود.

- 1- بررسی سرعت واکنش‌های شیمیایی
- 2- بررسی عوامل مؤثر بر سرعت واکنش‌های شیمیایی و شرایط بهینه برای انجام واکنش‌های شیمیایی
- 3- بررسی چگونگی انجام واکنش‌های شیمیایی و نحوه‌ی تبدیل مواد با یکدیگر

سینتیک شیمیایی و ترمودینامیک شیمیایی را می‌توان مکمل همدیگر در نظر گرفت. به طور کلی می‌توان وظایف ترمودینامیک شیمیایی را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

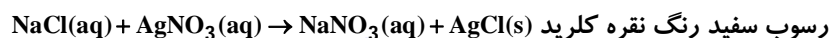
- 1- مقایسه‌ی سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها و بررسی تغییرات آنتالپی ( $\Delta H$ )
- 2- بررسی تغییرات بی‌نظمی واکنش‌ها (در کتاب شما مورد بررسی قرار نگرفته است).
- 3- پیش‌بینی امکان وقوع واکنش‌ها

**نکته:** برخی واکنش‌ها مانند سوختن بنزین در سیلندر خودرو بسیار سریع برخی مانند زنگ زدن وسایل آهنی آهسته و برخی مانند پوسیده شدن کاغذ (تجزیه‌ی سلولوز) بسیار آهسته هستند.

**نکته:** هر واکنش شیمیایی توصیفی برای یک تغییر شیمیایی است. در هر واکنش شیمیایی چه تند و چه کند از یک یا چند واکنش‌دهنده، فراورده(هایی) با خواص متفاوت تولید می‌شود. برخی واکنش‌های شیمیایی با تغییر رنگ تولید رسوب، آزاد شدن گاز، داد و ستد گرما و ایجاد نور و صدا همراه هستند.

**نکته:** انفجار یک واکنش شیمیایی بسیار سریع است که در آن مقدار کمی از یک ماده منفجر شونده در حالت جامد یا مایع حجم بسیار زیادی از گازهای داغ تولید می‌شود. در انفجار مواد شیمیایی انبساط بسیار سریع گازهای آزاد شده شوک موجی بسیار قوی با فشار بیش از 700000 اتمسفر در سرتاسر محیط پیرامون منتشر کرده که با سرعتی بیش از  $9000 \text{ m.s}^{-1}$  باعث تخریب فیزیکی بناها می‌شود.

**نکته:** معمولاً بر اثر واکنش دو نمک محلول، یک نمک رسوب تشکیل می‌شود: (سرعت این واکنش زیاد است).



بی‌ترک

### بررسی چند جمله مهم

- (1) روغن‌های مایع که در ظرف مات و کدر بسته‌بندی شده‌اند، زمان ماندگاری کمی دارند.  درست  نادرست
- (2) افزودن محلول سدیم کلرید به محلول نقره‌نیترات، باعث تشکیل سریع رسوب سفید رنگ نقره کلرید می‌شود.  درست  نادرست
- (3) انفجار، یک واکنش شیمیایی بسیار سریع است که در آن مقدار کمی ماده منفجر شونده به حالت جامد، مایع یا گاز، حجم زیادی از گازهای داغ تولید می‌کند.  درست  نادرست
- (4) سینتیک شیمیایی افزون بر بررسی آهنگ تغییر شیمیایی در واکنش‌ها، عوامل مؤثر بر این آهنگ را نیز بررسی می‌کند.  درست  نادرست



تست‌های آموزشی

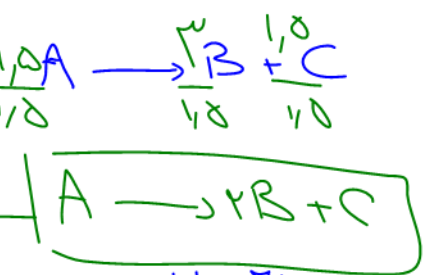
37- جدول زیر مقدار مول سه ماده A و B و C را در زمان‌های مختلف نشان می‌دهد. مقادیر x و y به

(نشانه برتر)

زمان (ثانیه)	A	B	C
0	4/5	0	0
5	3	3	1/5
10	x	y	2

ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟

- 3/5 ، 4 (1)
- 2/5 ، 4 (2)
- 4 ، 3/5 (3)
- 4 ، 2/5 (4) ✓



محل ضرب

$$-\frac{\Delta n_A}{1} = +\frac{\Delta n_B}{2} = +\frac{\Delta n_C}{1}$$

$$-\frac{x-3}{1} = \frac{y-3}{2} = \frac{1.5}{1}$$

$$\frac{y-3}{2} = 1.5 \Rightarrow y-3=1 \Rightarrow y=4$$

$$-x+3 = 1.5 \Rightarrow x=1.5$$

38- اگر برای واکنشی در بازه زمانی معینی، رابطه سرعت واکنش (R) با تغییر غلظت مواد موجود در واکنش

(گزینه دو-اسفند 98)

به صورت زیر باشد، معادله موازنه شده این واکنش کدام است؟

$$2\bar{R} = \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = \frac{2\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{3\Delta[C]}{\Delta t} \Rightarrow$$



- 3B → 6C + 2A (2)
- 2B → 3C + A (1)
- 3B → 6A + 2C (4) ✓
- B → 2A + 3C (3)



39- برای یک واکنش رابطه  $6\Delta n_C = 4\Delta n_B = -2\Delta n_A = -3\Delta n_D$  برقرار است. معادله این واکنش در کدام

(نشانه برتر)

گزینه آمده است؟

- 6C(g) + 4B(g) → 2A(g) + 3D(g) (2)
- 2A(g) + 3D(g) → 6C(g) + 4B(g) (1)
- 2C(g) + 3B(g) → 6A(g) + 4D(g) (4) ✓
- 3A(g) + 2D(g) → 3C(g) + 2B(g) (3)





## سرعت واکنش

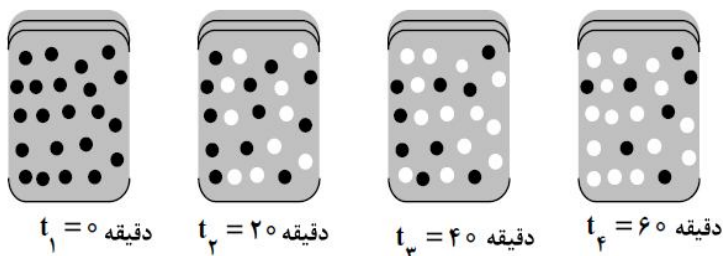
تعریف سرعت متوسط و لحظه‌ای :

رابطه سرعت و ضریب :

### تست‌های آموزشی

40- با توجه به شکل زیر، که به واکنش فرضی  $A \rightarrow B$  در یک ظرف 4 لیتری مربوط است، سرعت متوسط واکنش در فاصله زمانی  $t_2$  تا  $t_3$  چند  $\text{mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$  و چند برابر سرعت متوسط آن در فاصله زمانی آن

در فاصله زمانی  $t_3$  تا  $t_4$  است؟ (هر گوی هم‌ارز 0/05 مول از هر ماده است.) (ریاضی 93)



- (1)  $1/5$  ،  $7/5 \times 10^{-3}$
- (2)  $1/5$  ،  $1/875 \times 10^{-3}$
- (3)  $3$  ،  $1/875 \times 10^{-3}$
- (4)  $3$  ،  $7/5 \times 10^{-3}$

41- اگر در واکنش  $4\text{HCl(g)} + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O(g)}$  که در دمای معین در یک ظرف سر بسته‌ی 5 لیتری انجام می‌شود، پس از گذشت 2 دقیقه و 24 ثانیه، مقدار  $3/6$  مول گاز اکسیژن مصرف شود، سرعت

متوسط تولید گاز کلر، بر حسب  $\text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$  کدام است؟ (ریاضی فارغ از کشور 90)

- 0/002 (4)
- 0/02 (3)
- 0/01 (2)
- 0/001 (1)



42- با توجه به داده‌های جدول زیر برای واکنش  $2\text{NOBr(g)} \rightarrow 2\text{NO(g)} + \text{Br}_2\text{(g)}$  ، سرعت واکنش در بازه

(ریاضی فارغ 1401)

زمانی 25 تا 30 ثانیه چند مول بر لیتر بر ثانیه می‌تواند باشد؟

زمان (ثانیه)	0	10	20	30	40
[NOBr]	0/0400	0/0303	0/0244	0/0204	0/0175

(1)  $1/2 \times 10^{-4}$

(2)  $1/5 \times 10^{-5}$

(3)  $1/8 \times 10^{-4}$

(4)  $8/5 \times 10^{-5}$

43- اگر در تجزیه پتاسیم نیترات در دمای بالاتر از  $500^\circ\text{C}$  سرعت متوسط تشکیل  $\text{O}_2$  تا پایان واکنش برابر

0/01 مول بر ثانیه در نظر گرفته شود، چند ثانیه طول می‌کشد تا 20/2 گرم از آن تجزیه شود؟



25 (4)

20 (3)

15 (2)

10 (1)

44- در یک واکنش در 4 دقیقه آغازی تغییرات غلظت ماده A برابر با 0/2 مول بر لیتر و تغییر غلظت ماده

D برابر با 0/17 مول بر لیتر است. اگر سرعت متوسط تغییر غلظت ماده X به سرعت واکنش در این

بازه زمانی، نزدیکترین باشد، به ترتیب از راست به چپ بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین ضرایب استوکیومتری

(سراسری ریاضی 1401)

در معادله واکنش به کدام مواد مربوط می‌شود؟

X و A (4)

D و A (3)

X و D (2)

A و X (1)



45- اگر در تجزیه گرمایی  $N_2O_5$  و تبدیل آن به گازهای  $O_2$  و  $NO_2$  پس از گذشت 2 دقیقه 0/08 مول از آن باقی بماند و 0/06 مول گاز اکسیژن آزاد شود، مقدار اولیه  $N_2O_5$  چند مول و سرعت متوسط تشکیل گاز  $NO_2$  چند مول بر ثانیه است؟ (عددها را از راست به چپ بخوانید.)

(سراسری تجربی 88)

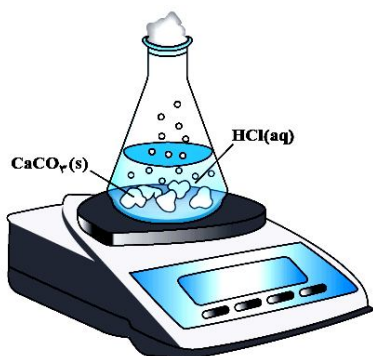
- 0/004 ، 0/2 (4)      0/002 ، 0/2 (3)      0/004 ، 0/12 (2)      0/002 ، 0/12 (1)

46- جدول زیر مربوط به واکنش  $2HCl(aq) + NaClO(aq) \rightarrow NaCl(aq) + Cl_2(g) + H_2O(l)$  است که در یک سامانه باز انجام می‌شود. سرعت متوسط مصرف اسید در زمان انجام واکنش چند مول بر دقیقه است؟

(ک۵)

(Cl = 35/5 : g.mol<sup>-1</sup>)

120	100	80	60	40	20	0	زمان (ثانیه)	0/010 (1)
77/71	77/71	77/79	78/02	78/58	79/41	80/55	جرم مخلوط واکنش (گرم)	0/040 (2)
								0/012 (3)
								0/048 (4)



بررسی یک واکنش مهم در کتاب درسی :



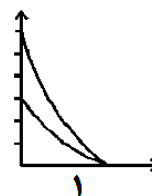
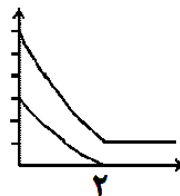
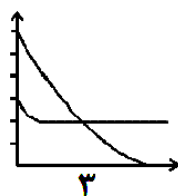
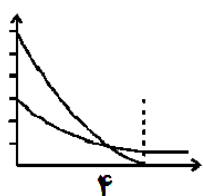
مسائل با چاشنی نمودار

تست‌های آموزشی

47- اگر در واکنش کامل  $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$  تعداد مول‌های اولیه  $H_2$  دو برابر  $N_2$  باشد، کدام

(قلم‌پی)

نمودار نشان‌دهنده‌ی تغییرات «مول-زمان» این واکنش می‌تواند باشد؟

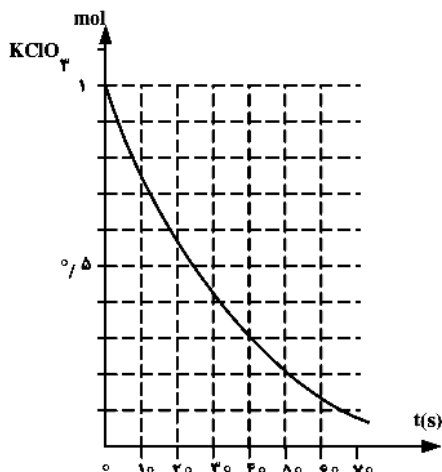


1 (1)

2 (2)

3 (3)

4 (4)



48- با توجه به نمودار روبه‌رو، به تقریب چند ثانیه زمان لازم است تا 15 لیتر گاز  $O_2$  از تجزیه‌ی پتاسیم کلرات در گرما در مجاورت  $MnO_2$  به دست آید؟ (چگالی گاز اکسیژن در شرایط آزمایش برابر  $0.8 \text{ g.L}^{-1}$  است.)

(سراسری تجربی 92)

( $O = 16 : \text{g.mol}^{-1}$ )



45 (1)

20 (2)

25 (3)

10 (4)

49- درباره‌ی نمودار «غلظت-زمان» واکنش  $A(g) + 2D(g) \rightleftharpoons 2X(g) + Y(g)$  که با مول‌های برابر از A و D آغاز

(سراسری تجربی 1401)

می‌شود، کدام مطلب درست است؟

(1) شیب نمودار X در هر بازه‌ی زمانی دو برابر شیب نمودار Y است.

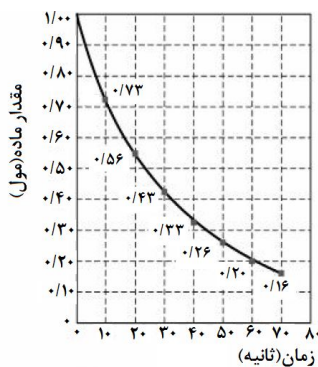
(2) بنابه شرایط غلظتی در طول واکنش نمودارهای A و D ممکن است یکدیگر را قطع کنند.

(3) قبل از رسیدن به تعادل، نمودار D به صورت نزولی است و شیب آن عکس نمودار X خواهد بود.

(4) اگر نمودارهای A و X یکدیگر را قطع کنند غلظت نهایی X به یقین بیشتر از غلظت نهایی A

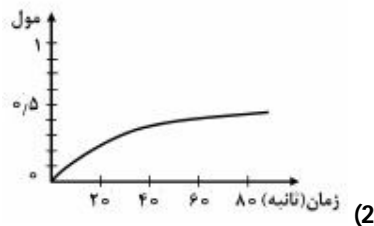
خواهد بود.



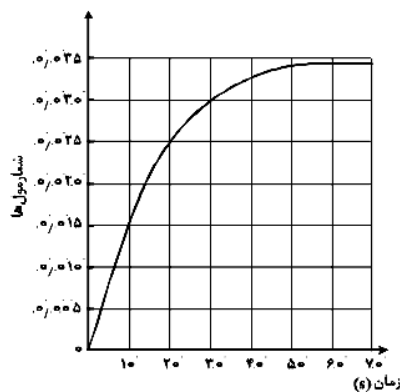
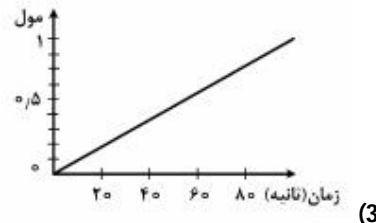
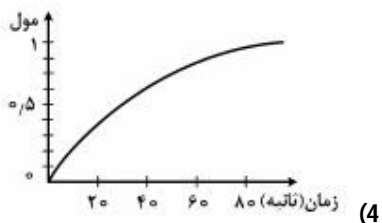
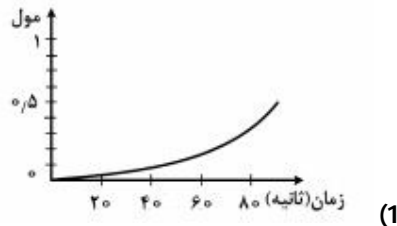


50- اگر نمودار پیشرفت واکنش تجزیه هیدروژن پراکسید به صورت روبه‌رو باشد، کدام نمودار نشان-

(سراسری ریاضی 96)



دهنده مقدار اکسیژن در این واکنش است؟



51- با توجه به نمودار «مول-زمان» زیر که به یکی از فراورده‌های واکنش تقریباً

کامل 0/14 مول آمونیاک در معادله موازنه نشده

$\text{NH}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) + \text{NCl}_3(\text{g})$  مربوط است، کدام مطلب نادرست

(ریاضی فارغ 98)

است؟

(1) می‌توان آن را به تشکیل  $\text{NCl}_3(\text{g})$  نسبت داد.

(2) نمی‌توان آن را به مصرف یکی از واکنش‌دهنده‌ها نسبت داد.

(3) سرعت متوسط مصرف  $\text{Cl}_2(\text{g})$  در فاصله زمانی 10 تا 20 ثانیه، برابر

0/001 مول بر ثانیه است.

(4) سرعت متوسط تشکیل  $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$  از آغاز واکنش تا ثانیه سی‌ام، برابر  $3 \times 10^{-3}$  مول بر ثانیه است.



## بخش چهارم: عوامل مؤثر بر

### سرعت

1- **ماهیت واکنش‌دهنده‌ها** : طبیعت مواد واکنش‌دهنده نوع و جنس آن‌ها را دربرمی‌گیرد و اگرچه به عنوان یک متغیر برای بهبود سرعت واکنش‌ها مطرح نیست اما از همه‌ی عوامل مؤثر بر سرعت مهم‌تر است. منطقی است که پایداری مواد واکنش‌دهنده با سرعت واکنش رابطه‌ی عکس دارد.

2- **دما** : با افزایش دما انرژی ذرات واکنش‌دهنده افزایش می‌یابد و طبیعتاً بیش‌تر باهم برخورد می‌کنند ، پس با افزایش دما سرعت واکنش‌های شیمیایی افزایش می‌یابد.

3- **غلظت** : با افزایش غلظت مواد واکنش‌دهنده سرعت اکثر واکنش‌های شیمیایی افزایش می‌یابد زیرا تعداد برخورد ذرات واکنش‌دهنده بیش‌تر می‌شود.

4- **فشار** : با افزایش فشار سرعت واکنش‌هایی افزایش می‌یابد که حداقل یک واکنش‌دهنده در حالت گاز داشته باشند.

5- **حالت فیزیکی**: اگر واکنش‌دهنده‌ها در یک فاز داشته باشند، مثلاً همگی گاز یا محلول در آب باشند، واکنش با سرعت بیش‌تری روی می‌دهد.

**نکته** : اگر یک یا چند ماده‌ی واکنش‌دهنده به صورت جامد باشند، خرد کردن یا پودر کردن ماده‌ی جامد راه مناسبی برای افزایش سرعت محسوب می‌شود. زیرا با خرد کردن ماده‌ی جامد سطح تماس بین مواد بیش‌تر شده و در نتیجه سرعت واکنش نیز بیش‌تر می‌شود.

6- **کاتالیزگر**: ماده‌ای است که سرعت واکنش‌های شیمیایی را افزایش می‌دهد و در پایان دست نخورده باقی می‌ماند. کاتالیزگر در صنعت به بالا بردن دما ترجیح داده می‌شود، زیرا بالا بردن دما با مصرف انرژی همراه است و همچنین ممکن است برخی مواد با حرارت تجزیه شوند.

**سوال 1** : هر یک از موارد زیر به اثر کدام یک از عوامل مؤثر بر سرعت اشاره دارد؟  
(آ) بیماری‌رانی که مشکلات تنفسی دارند در شرایط اضطراری نیاز به تنفس از کیسول گاز اکسیژن خالص دارند.

(ب) برای نگهداری طولانی مدت فراورده‌های گوشتی آن‌ها را به حالت منجمد ذخیره می‌کنند.



پ) بارگاه ملکوتی امامان معصوم(ع) را با ورقه‌های نازک طلا تزئین می‌کنند. با گذشت زمان این گنبدها همچنان درخشان باقی می‌مانند. در حالی که طاق مسی مقبره حافظ با گذشت زمان سبز رنگ شده است.

ت) حبه قند آغشته به خاک باغچه سریع‌تر و آسان‌تر می‌سوزد.

ث) فلزهای قلیایی سدیم و پتاسیم در شرایط یکسان با آب سرد به شدت واکنش می‌دهند اما سرعت این دو واکنش متفاوت است. (با نوشتن معادله‌های مربوطه)

ج) شعله آتش گرد آهن موجود در کپسول چینی را داغ و سرخ می‌کند. در حالی که پاشیدن و پخش کردن گرد آهن بر روی شعله سبب سوختن آن می‌شود.

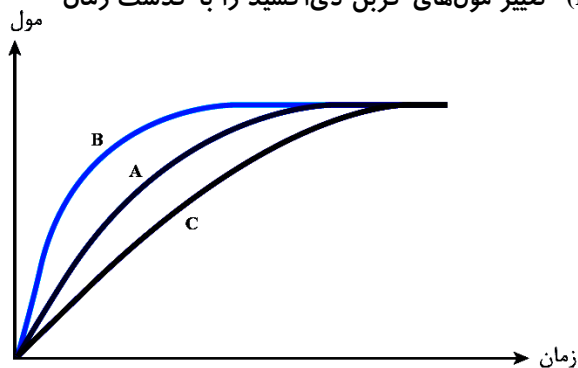
چ) محلول بنفش رنگ پتاسیم پرمنگنات با یک اسید آلی در دمای اتاق به کندی واکنش می‌دهد اما با گرم شدن محلول به سرعت بی‌رنگ می‌شود.

ح) الیاف آهن داغ و سرخ شده در هوا نمی‌سوزند در حالی که همان الیاف آهن داغ و سرخ شده در یک ارلن پر از اکسیژن می‌سوزند.

خ) محلول هیدروژن پراکسید (آب اکسیژنه) در دمای اتاق به کندی تجزیه شده و گاز اکسیژن تولید می‌کند در حالی که افزودن دو قطره از محلول پتاسیم یدید سرعت واکنش را به طور چشم‌گیری افزایش می‌دهد. (معادله نمادی)

د) تراشه‌های چوب سریع‌تر از تکه‌های چوب می‌سوزند.

**سوال 2:** در نمودار زیر منحنی A برای واکنش کلسیم کربنات با محلول هیدروکلریک اسید  $0/1 \text{ mol.L}^{-1}$  رسم شده است. با دلیل مشخص کنید که هر یک از موارد زیر کدام منحنی (B, C) تغییر مول‌های کربن دی‌اکسید را با گذشت زمان به درستی نشان می‌دهد؟



آ) قرار دادن ظرف واکنش در حمام محتوی آب و یخ:

ب) انجام واکنش در محلول  $0/2 \text{ mol.L}^{-1}$  اسید

**نکته:** برخی افراد با خوردن کلم یا حبوبات دچار نفخ می‌شوند، زیرا بدن آنها فاقد آنزیم تجزیه‌کننده این مواد است.



بررسی چند جمله مهم

- (1) با افزودن آب به مخلوط سدیم کلرید جامد و نقره نیترات جامد، سرعت واکنش تغییر نمی‌کند.
- درست ○ نادرست
- (2) محلول بنفش رنگ پتاسیم پرمنگنات، با گرم شدن به سرعت بی‌رنگ می‌شود.
- درست ○ نادرست
- (3) با افزودن آب به مخلوط کلسیم کربنات و هیدروکلریک اسید، سرعت واکنش افزایش می‌یابد.
- درست ○ نادرست

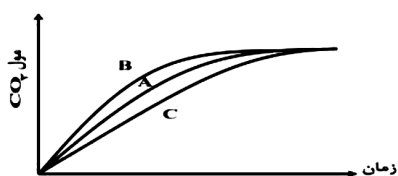
تست‌های آموزشی

52- سرعت واکنش  $Zn(s) + 2HCl(aq) \rightarrow ZnCl_2(aq) + H_2(g)$  بر اثر کدام تغییر کاهش می‌یابد؟ (سنجش)

- (1) گرم کردن محلول اسید در آغاز واکنش
- (2) استفاده از سولفوریک اسید به جای هیدروکلریک اسید با غلظت برابر
- (3) به کار بردن گرد روی به جای براده‌های روی
- (4) به کار بردن قطعه‌های روی به جای براده‌های روی

53- با توجه به شکل روبه‌رو که درباره واکنش مقدار معینی از کلسیم کربنات با هیدروکلریک اسید (در سه ظرف جداگانه) در دماهای  $25^{\circ}C$  و  $0^{\circ}C$  با محلول  $0/1$  مولار اسید و در دمای  $25^{\circ}C$  با محلول  $0/2$  مولار این اسید است، می‌توان دریافت که نمودار ..... به واکنش در دمای  $^{\circ}C$  ..... و با محلول ..... مولار اسید، مربوط است.

(سراسری تجربی 97)



- (1) A ، 0 ، 0/1
- (2) A ، 0 ، 0/2
- (3) B ، 25 ، 0/2
- (4) C ، 25 ، 0/1

54- سرعت واکنش گازی  $A + X \rightarrow D$  به ازای هر  $10$  درجه سلسیوس افزایش دما، به تقریب دو برابر می‌شود. اگر سرعت مصرف A در دمای  $25$  درجه سلسیوس برابر  $0/4 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  باشد، به ازای چند درجه سلسیوس افزایش دما سرعت واکنش به  $3/2 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  می‌رسد؟

(سراسری تجربی 1401)

- (1) 30 (2) 25 (3) 40 (4) 55





**نگهدارنده‌ها :** موادی هستند که سرعت واکنش‌های شیمیایی که منجر به فساد ماده غذایی می‌شود را کاهش می‌دهند.

**سوال 1 :** با توجه به ساختار بنزوییک‌اسید به سؤالات زیر پاسخ دهید.

(آ) فرمول مولکولی آن را تعیین کنید.

(ب) این ماده در ..... و ..... وجود دارد.

(پ) گروه عاملی آن چه نام دارد؟

**نکته :** افزودنی‌ها، مواد شیمیایی مانند رنگ‌دهنده‌ها، نگهدارنده‌ها و طعم‌دهنده‌ها موادی هستند که به صورت هدفمند به مواد خوراکی یا غذاها افزوده می‌شوند. (این مواد سبب افزایش زمان ماندگاری و کیفیت مواد غذایی می‌شود).

**رادیکال آزاد :**

**بازدارنده‌ها :**

**نکته :** بازدارنده‌ها ریزمغذی‌هایی هستند که محتوی ترکیب‌های آلی سیرنشده هستند و در حفظ سلامت بافت‌ها و اندام‌ها دخالت دارند. مهم‌ترین بازدارنده‌ها عبارتند از :

- (1) لیکوپن موجود در گوجه‌فرنگی و هندوانه (2) فلاونوئید (3) آنتوسیانین (4) بتاکاروتن

### تست‌های آموزشی

(سنجش)

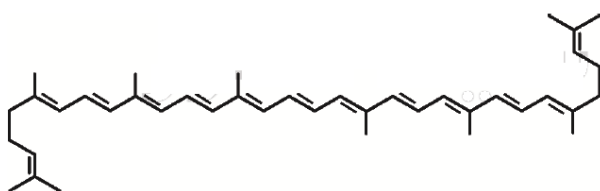
55- کدام عبارت درباره بنزوییک‌اسید، درست است؟

- (1) فرمول شیمیایی آن با اتانوییک‌اسید یکسان است.
- (2) یک ماده ساختگی (مصنوعی) است و در طبیعت یافت نمی‌شود.
- (3) برای کاهش دادن سرعت برخی واکنش‌های شیمیایی، به کار می‌رود.
- (4) به عنوان رنگ‌دهنده و طعم‌دهنده در غذاهای کنسرو شده، به کار می‌رود.

(قلم‌پی)

56- درباره ساختار زیر، کدام گزینه نادرست است؟

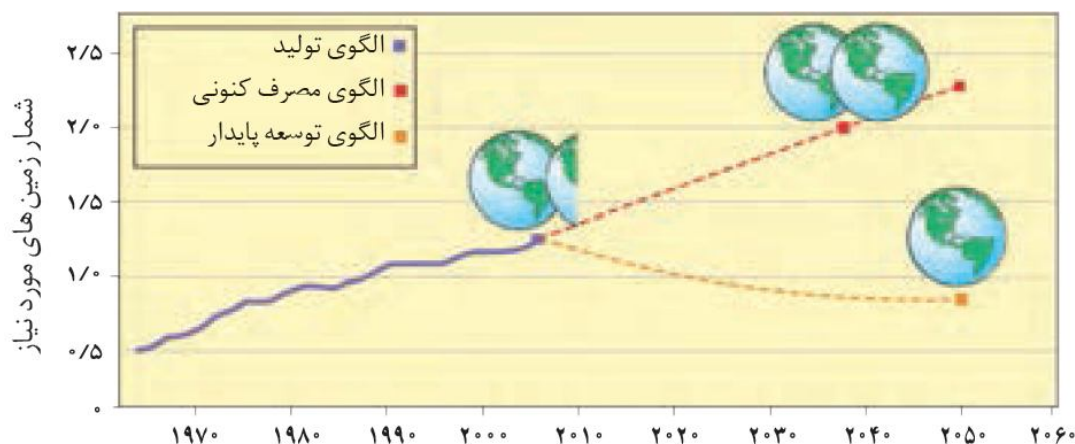
- (1) نام آن لیکوپن است و از رادیکال‌های آزاد در مواد طبیعی است.
- (2) هندوانه و گوجه‌فرنگی محتوی این ماده بوده که فعالیت رادیکال‌ها را کاهش می‌دهد.
- (3) از بازدارنده‌هایی است که مانع از انجام واکنش ناخواسته در بدن می‌شود.
- (4) از ترکیب‌های آلی سیرنشده‌ای به نام ریزمغذی‌ها است، ترکیب‌هایی که در حفظ سلامت بافت‌ها و اندام‌ها دخالت دارند.



**ردپای غذا :** سالانه حدود 30 درصد غذایی که در جهان فراهم می‌شود به مصرف نمی‌رسد و به زباله تبدیل می‌شود و یا از بین می‌رود. این در حالی است که آمارها نشان می‌دهد که به ازای هر هفت نفر در جهان یک نفر گرسنه است.  
آثار ردپای غذا عبارتند از :

(آ) هدر رفتن منابع اقتصادی  
(ب) هدر رفتن مدیریت منابع، نیروی انسانی، دستگاهی، بسته‌بندی، حمل و نقل، آب، انرژی مصرفی و زمین‌های بایر و ...  
(پ) تولید گازهای گلخانه‌ای به‌ویژه کربن دی‌اکسید (تولید این گاز به مراتب بیش از سوختن سوخت‌ها در خودروها و کارخانه‌ها است).

• از آن‌جا که جمعیت جهان، رشد اقتصادی، افزایش سطح رفاه و ... روبه افزایش است، تقاضا برای غذا نیز پیوسته افزایش می‌یابد. تقاضایی که برای تأمین آن منابع آب، انرژی، مواد اولیه و زمین بیشتری را می‌طلبد. بدیهی است که با این روند ردپای غذا روی محیط زیست سنگین‌تر شده و مساحت کل مورد نیاز برای تأمین اقلام ضروری زندگی بیشتر خواهد شد.



### تست‌های آموزشی

(سنجش)

57- کدام عبارت درست است؟

- 1) ردپای غذا در تولید گازهای گلخانه‌ای، چندان قابل توجه نیست.
- 2) سالانه، حدود 30 درصد از غذای تولید شده، مصرف نشده و به زباله تبدیل می‌شود.
- 3) حتی با رعایت الگوی توسعه پایدار، مساحت کل مورد نیاز برای تأمین غذا، دو برابر خواهد شد.
- 4) از هفت میلیارد نفر جمعیت کره زمین، حدود دو میلیارد نفر گرسنه‌اند و غذای کافی دریافت نمی‌کنند.

**پاسخ :** گزینه (2) : بدون شرح

**بررسی واکنش تبدیل قند جوانه گندم به گلوکز :** قند موجود در جوانه گندم (سمنو) مالتوز نام دارد که طبق واکنش زیر به گلوکز تبدیل می‌شود :

