

درس نهم

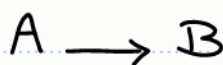
مفاهیم و روابط سینتیک:

مول غلظت
تغییر مقدار در واحد زمان

شیع بازی!

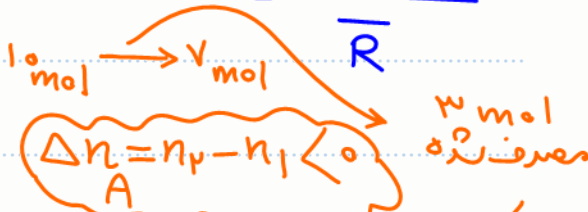


سرعت متوسط مصرف یا تولید ماده:



(کم شدن)

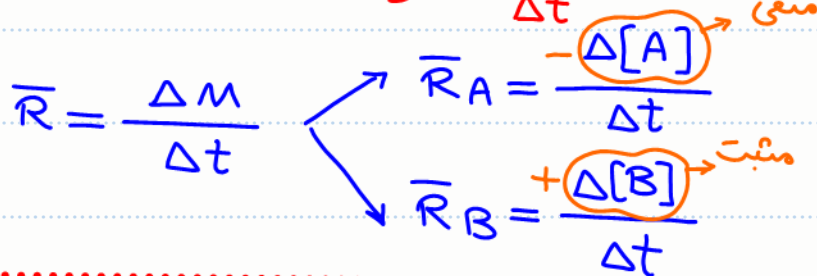
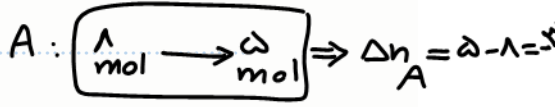
در حال مصرف شدن $\Rightarrow$ واکنش دهنده
در حال تولید شدن $\Rightarrow$ فراورده



با گذشت زمان:



$\bar{R} = \frac{\Delta n}{\Delta t}$ (زیاد شدن) $\rightarrow \frac{\text{mol}}{\text{s}}$
 $\bar{R} = \frac{\Delta M}{\Delta t}$ (کم شدن) $\rightarrow \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{s}}$
 $M = \frac{n(\text{mol})}{V(\text{L})} \Rightarrow \bar{R} = \frac{\Delta n / V}{\Delta t}$



$\frac{\bar{R}_A}{\bar{R}_B} = \frac{\frac{\Delta n_A}{\Delta t}}{\frac{\Delta n_B}{\Delta t}} = \frac{a}{b}$

اثبات!

در یک بازه زمانی بیان:



$\frac{\Delta n_A}{a} = \frac{\Delta n_B}{b}$

رابطه میان سرعت و در یک واکنش موازنه شده:

$\frac{\Delta n_A}{\Delta n_B} = \frac{a}{b}$

$\frac{\Delta[A]}{\Delta[B]} = \frac{a}{b}$

$\Rightarrow \frac{\bar{R}_A}{\bar{R}_B} = \frac{a}{b}$

یادآوری!
نسبت متساوی با ضرب

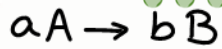


@Aghajanium

قبول دارید!

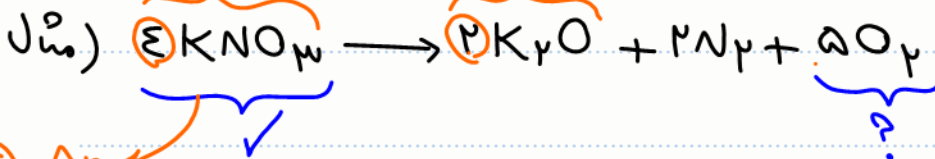


شیخ بازی!



در یک بازه زمانی معین $\Rightarrow \frac{\bar{R}_A}{\bar{R}_B} = \frac{a}{b}$

$\bar{R}_{O_2} = \left(\frac{5}{\varepsilon}\right) \times \bar{R}_{KNO_3}$

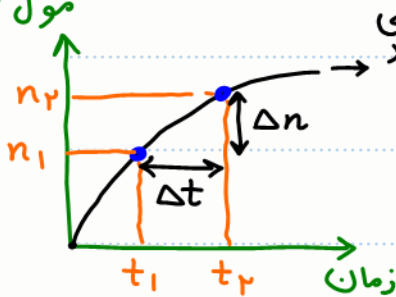


$\bar{R} = \frac{\Delta n}{\Delta t}$
 $\bar{R} = \frac{\Delta m}{\Delta t}$
 $\bar{R} = \frac{\Delta n/v}{\Delta t}$

$\bar{R}_{O_2} = \frac{5}{\varepsilon} \Rightarrow \bar{R}_{O_2} = \frac{5}{\varepsilon} \bar{R}_{KNO_3}$

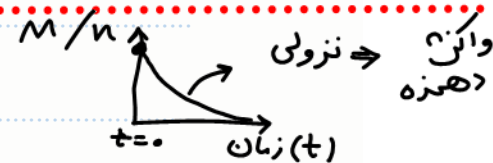
نکته $\leftarrow$ در یک واکنش شیمیایی موازنه شده $\leftarrow$ ماده با ضریب بزرگتر $\leftarrow$ سرعت بیشتر
 ماده با ضریب کوچکتر $\leftarrow$ سرعت کمتر

مول/غلظت

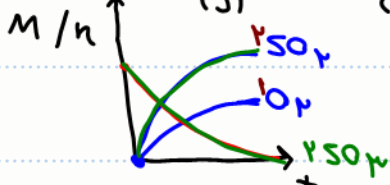
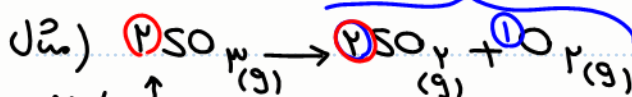


فراورده $\Rightarrow$ نمودار صعودی

سبب $= \frac{\Delta n}{\Delta t} = \bar{R}$



نتیجه: سبب نمودار مول - زمان $\leftarrow$ سرعت (غلظت - زمان)

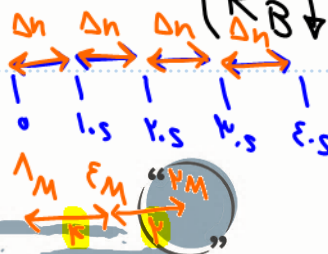


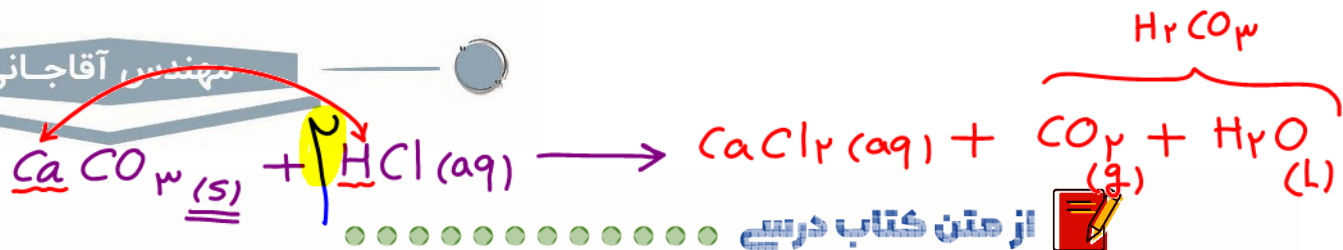
در بازه های زمانی یک / با گذشت زمان:

$\bar{R}_A \downarrow$
 $\bar{R}_B \downarrow$

دایره $\leftarrow$ سرعت معرف واکنش دهنده $\leftarrow$ به غلظت واکنش دهنده $\leftarrow$ سرعت تولید فراورده $\leftarrow$ واکنش دهنده (مثال)

$\bar{R} = \frac{\Delta n}{\Delta t}$
 $\bar{R} = \frac{\Delta m}{\Delta t}$





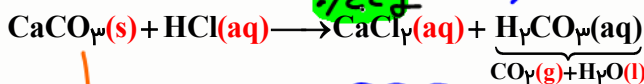
- تجربه نشان می دهد که سرعت متوسط مصرف یا تولید مواد شرکت کننده را می توان با اندازه گیری کمیت هایی مانند جرم، فشار و ... تعیین کرد.



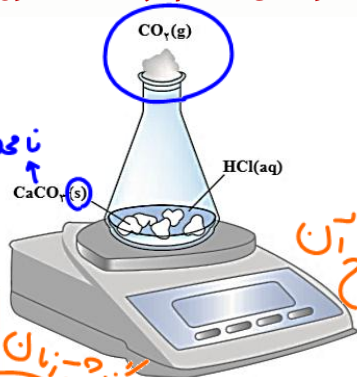
واکنش کلسیم کربنات با محلول هیدروکلریک اسید در دما و فشار اتاق:

راه ۱ : $65/98g - 64/88g = 1/1gr$
 (راحت تر!)

راه ۲ : $0/66g + (65/32 - 64/88) = 1/1gr$
 نا محلول



زمان (ثانیه)	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰
جرم مخلوط واکنش (گرم)	65/98	64/88	64/32	64/66	64/55	64/45	64/50
جرم کربن دی اکسید (گرم)	۰	۰/۶۶	۱/۱	۱/۳۲	۱/۴۳	۱/۴۸	۱/۴۸



تولید گاز CO_2 و خروج آن

بازدهی زمان

کاهش

افزایش (چون فرآورده است!)

نکته اول

کاهش جرم مخلوط واکنش ← ناشی از جرم گاز CO_2 تولید شده (خارج شده)

- در بازه ی زمانی ۰ تا ۱۰ ثانیه :

جرم مخلوط واکنش از ۶۵/۹۸ به ۶۴/۳۲ گرم رسیده است. این کاهش جرم، جرم CO_2 تولید شده (خارج شده) را در این بازه نشان می دهد.

$$65/98 - 64/32 = 0/66gr$$

- در بازه ی زمانی ۱۰ تا ۲۰ ثانیه :

جرم مخلوط واکنش از ۶۴/۳۲ به ۶۴/۸۸ گرم رسیده است. این کاهش جرم، جرم CO_2 تولید شده و خارج شده را در این بازه نشان می دهد.

$$64/32 - 64/88 = 0/44gr$$

برای تعیین کل CO_2 تولید شده تا این لحظه:

- روش اول : کافی است CO_2 تولیدی در بازه های ۰ تا ۱۰ ثانیه (ده ثانیه اول) و ۱۰ تا ۲۰ ثانیه را با هم جمع کنیم :

$$0/66gr + 0/44gr = 1/1gr$$

- روش دوم : ببینیم از لحظه ی شروع ($t=0$) تا این لحظه ($t=20s$)، جرم مخلوط واکنش چه مقدار کاهش یافته است :

$$65/98 - 64/88 = 1/1gr$$

زمان (ثانیه)	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰
جرم مخلوط واکنش (گرم)	65/98	64/32	64/88	64/66	64/55	64/45	64/50
جرم کربن دی اکسید (گرم)	۰	۰/۶۶	۱/۱	۱/۳۲	۱/۴۳	۱/۴۸	۱/۴۸

- توجه: با گذشت زمان، جرم CO_2 در حال افزایش است. (چون فرآورده است!)



نکته دوم

از تقسیم جرم CO_2 به جرم مولی آن (یعنی ۴۴)، به مول CO_2 می‌رسیم.

کم! کم! افزایش

$n = \frac{m(\text{gr})}{M(\text{جرم مولی})} \rightarrow 44$

CO_2
۱۲ + ۲(۱۶)
۳۲

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

بالا رفتن زمان

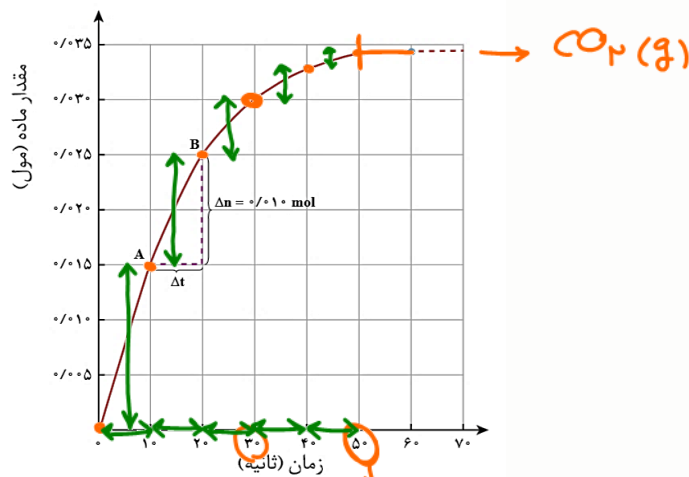
تغییرات جرم (یا تغییرات مول) CO_2 در بازه های زمانی یکسان رو به کاهش است. از این موضوع نتیجه می‌شود که: سرعت تولید CO_2 با گذشت زمان و در بازه های زمانی یکسان، کاهش می‌یابد.

نکته سوم

از ثانیه ۵۰ به بعد، جرم مخلوط واکنش تغییری نکرده است و دیگر CO_2 تولید نشده است. ← واکنش پس از گذشت ۵۰ ثانیه به پایان رسیده است. (دلیل این موضوع، به صفر رسیدن مقدار حداقل یکی از واکنش دهنده هاست)

نکته چهارم

بررسی نمودار مول - زمان CO_2 تولیدی :



$$\text{شیب خط AB} = \frac{\Delta n}{\Delta t} = R$$

بنابراین، شیب نمودار مول - زمان همان سرعت است.

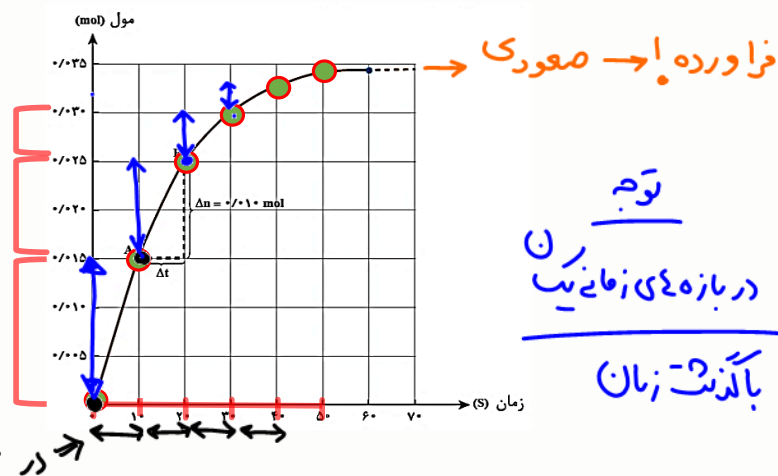
- نمودار بالا نشان می‌دهد که هرچه واکنش به پایان آن نزدیک تر می‌شود، شیب نمودار مول - زمان کندتر شده تا اینکه از ثانیه ۵۰ به بعد برابر با صفر می‌شود. از این رو، می‌توان نتیجه گرفت این واکنش با گذشت ۵۰ ثانیه به پایان رسیده است و پس از آن دیگر فراورده ای تولید نمی‌شود.

شیب نمودار مول - زمان (یا غلظت - زمان) ← سرعت

در واکنش های کامل، نخستین لحظه ای که منحنی غلظت به حالت افقی در می‌آید، لحظه پایان واکنش را نشان می‌دهد.



نکته پنجم



$$\bar{R} = \frac{\Delta n}{\Delta t}$$

در واقع

یکن

$$\bar{R} = \frac{\Delta n}{\Delta t}$$

در واقع

سبب

مول/غلظت فراورده بران وقت!

غلظت!

زمان

منحنی غلظت - زمان برای فراورده‌ها صعودی است.
زیرا با گذشت زمان، فراورده‌ها در حال تولید شدن و زیاد شدن هستند.
در واکنش‌های کامل، نمودار روی عدد خاصی افقی می‌شود.

ضمناً منحنی غلظت - زمان برای واکنش‌دهنده‌ها نزولی است.
زیرا با گذشت زمان، واکنش‌دهنده‌ها در حال مصرف شدن و کم شدن هستند.
در واکنش‌های کامل، غلظت واکنش‌دهنده‌ها به صفر می‌رسد.

- در فاصله‌های زمانی یکسان، با گذشت زمان، تغییرات مول CO_2 (و سرعت) رو به کاهش است.
- در بازه‌های زمانی یکسان، میزان تغییر غلظت واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها در حال کاهش است.

- با گذشت زمان، هم سرعت مصرف واکنش‌دهنده‌ها و هم سرعت تولید فراورده‌ها کاهش می‌یابد.
- شمار اندکی از واکنش‌های شیمیایی همواره با سرعت ثابتی پیشرفت می‌کنند.
- بیشتر واکنش‌ها در آغاز یعنی هنگامی که غلظت واکنش‌دهنده‌ها زیاد است، سریع هستند ولی با گذشت زمان و با مصرف واکنش‌دهنده‌ها سرعت آن‌ها رفته رفته کاهش می‌یابد.
- این کاهش ادامه می‌یابد تا این که سرانجام به صفر برسد. در این هنگام می‌گویند که واکنش به طور کامل انجام شده است. (واکنش‌های کامل)



نکته ششم

نمودار مول - زمان برای هر سه فراورده، در واکنش کلسیم کربنات با محلول هیدروکلریک اسید از هر لحاظ یکسان است. (چون ضریب هر سه فراورده یکسان است).



شیب نمودار مول - زمان (سرعت) برای هریک از شرکت کننده ها در واکنش، متناسب با ضریب استوکیومتری آن است.

- در یک واکنش شیمیایی، ماده ای که بیشترین ضریب استوکیومتری را دارد، بیشترین سرعت و ماده ای که کمترین ضریب استوکیومتری را دارد، کمترین سرعت مصرف یا تولید را دارد.
- در یک واکنش شیمیایی، هرچه ضریب استوکیومتری ماده ای بزرگتر باشد، شیب نمودار مول - زمان برای آن بیشتر است. و هرچه ضریب استوکیومتری ماده ای کوچکتر باشد، شیب نمودار مول - زمان آن کم تر است.

از متن کتاب درسی

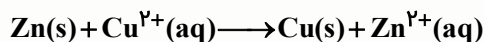


واکنش تیغه ای از جنس فلز روی درون یک محلول محتوی مس (II) سولفات:



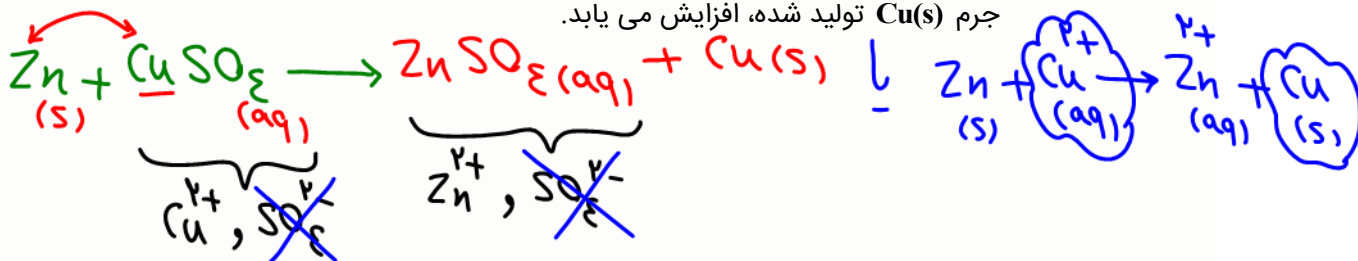
محلول آبی رنگ

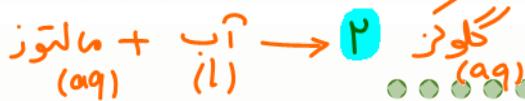
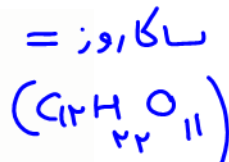
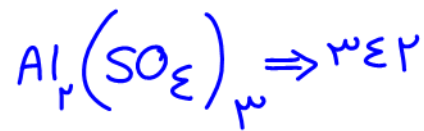
با حذف یون ناظر (تماشاگر) (SO_4^{2-}) از دو سمت معادله:



در این واکنش با گذشت زمان به تدریج از شدت رنگ آبی محلول کاسته شده و در پایان واکنش،

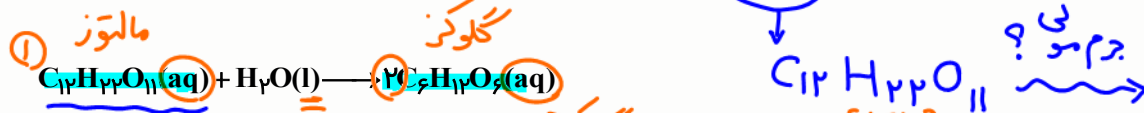
محلول بی رنگ می شود. ← این ویژگی بیانگر آن است که مقدار یون های Cu^{2+} کاهش یافته و جرم $\text{Cu}(\text{s})$ تولید شده، افزایش می یابد.





از متن کتاب درسی

قند موجود در جوانه گندم (مالٹوز) مطابق واکنش زیر به گلوکز تبدیل می شود:



$$\Delta[\text{گلوکز}] = 0.1 \Rightarrow \Delta[\text{مالٹوز}] = 0.05$$

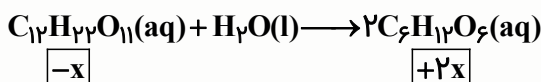
زمان (دقیقه)	0	1	3	7	14
غلظت مولی (mol L ⁻¹)	0	0.01	0.02	0.03	0.04
گلوکز 1 [C ₆ H ₁₂ O ₆]	0	0.01	0.02	0.03	0.04
مالٹوز 1 [C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁]	0.10	0.09	0.08	0.05	0.04

در بازه ۴ تا ۵ دقیقه:

تغییر غلظت مواد با تناسب است باضرایب

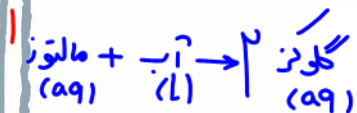


با توجه به نصف بودن ضریب $C_{12}H_{22}O_{11}$ نسبت به $C_6H_{12}O_6$ ، تغییر غلظت این ماده در هر بازه ی زمانی نصف تغییر غلظت $C_6H_{12}O_6$ است.



به کلمه ی "تغییر غلظت" دقت کنید!

دقت کنید اگر گفته شود غلظت $C_{12}H_{22}O_{11}$ در هر زمانی نصف $C_6H_{12}O_6$ است، این جمله غلط است!



هرچه ضریب استوکیومتری ماده ای کوچکتر باشد ($C_{12}H_{22}O_{11}$)، شیب نمودار غلظت - زمان آن کم تر است.

- برای شرکت کننده ها در فاز گاز و محلول می توان سرعت متوسط مصرف یا تولید را افزون بر یکای مول بر زمان با یکای مول بر لیتر بر زمان نیز گزارش کرد.

برای (S) و (l)
غلظت ثابت

$$R = \frac{\Delta n}{\Delta t} \rightarrow \frac{\text{mol}}{\text{s}}$$

$$R = \frac{\Delta M}{\Delta t} \rightarrow \frac{\text{mol}}{\text{L.s}}$$

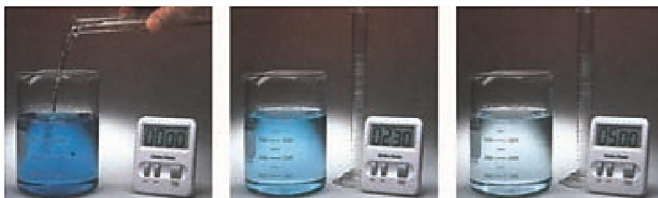
$$\bar{R} = \frac{\Delta n}{\Delta t} \rightarrow \frac{\text{mol}}{\text{زمان}}$$

$$\bar{R} = \frac{\Delta M}{\Delta t} \rightarrow \frac{\text{mol}}{\text{L.زمان}}$$



از متن کتاب درسی

- واکنش محلول سفیدکننده با ۵٪ مول نوعی رنگ غذا :

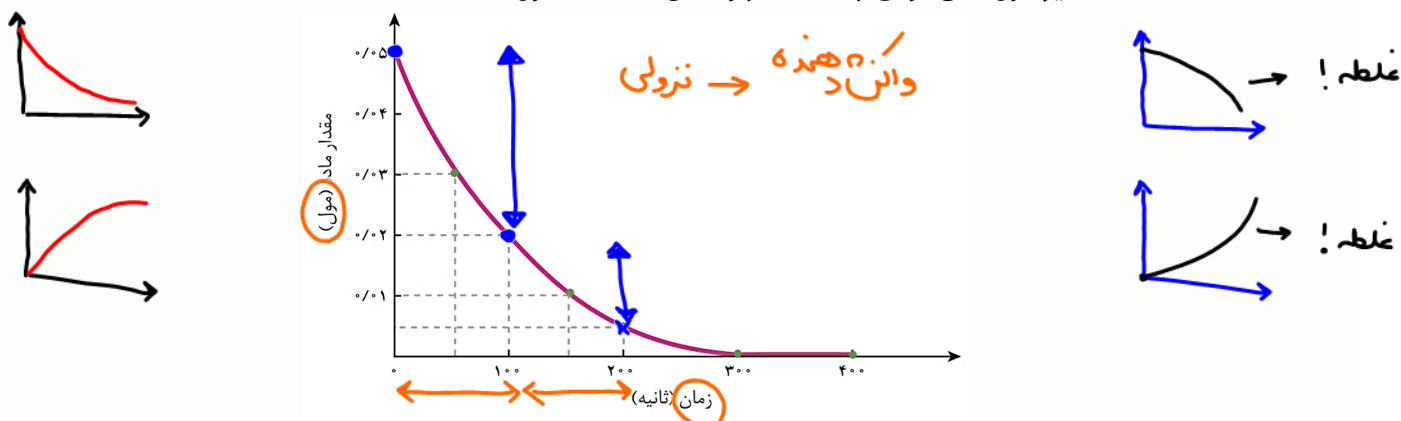


(الف)

(ب)

(پ)

- در این واکنش با گذشت زمان به تدریج از شدت رنگ محلول کاسته شده تا اینکه در پایان واکنش، محلول تا مرز بی رنگ شدن پیش رفته است.
- این ویژگی بیانگر آن است که مقدار رنگ غذا کاهش می یابد و مقدار آن تقریباً به صفر می رسد.
- تغییر مول های نوعی رنگ غذا در واکنش با یک محلول سفیدکننده:



از متن کتاب درسی

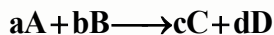
- شیمی دان ها برای درک آسان پیشرفت واکنش در واحد زمان، از یک مفهوم کاربردی به نام سرعت واکنش استفاده می کنند.

حاصل تقسیم سرعت متوسط تولید یا مصرف هر شرکت کننده به ضریب استوکیومتری آن به سرعت واکنش نام دارد.

مثال: در واکنش $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$

$$R_{\text{واکنش}} = +\frac{\Delta n(NH_3)}{2\Delta t} = -\frac{\Delta n(H_2)}{3\Delta t} = -\frac{\Delta n(N_2)}{\Delta t}$$

$$R = \frac{R_X}{X_{\text{ضریب}}}$$



$$R_{\text{واکنش}} = \frac{R_A}{a} = \frac{R_B}{b} = \frac{R_C}{c} = \frac{R_D}{d}$$

سرعت واکنش:

- سرعت واکنش:

$$\bar{R}_X = \frac{\Delta n_X}{\Delta t}$$

$$R_{\text{واکنش}} = \frac{\bar{R}_X}{X}$$

- سرعت واکنش:

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

$$\bar{R}_A = \frac{\bar{R}_B}{2} = \bar{R}_C$$

$$\frac{\bar{R}_A}{6} = \frac{\bar{R}_B}{1} = \frac{\bar{R}_C}{4}$$

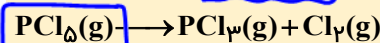


(مصرفی) تغییرات

$$\bar{R} = \frac{\Delta n}{\Delta t} \quad (\text{واحد: دانه/دقیقه})$$

$$1,34 \text{ g PCl}_5 \times \frac{1 \text{ mol PCl}_5}{208.5 \text{ g PCl}_5} = \text{mol PCl}_5$$

اگر ۸/۳۴ گرم PCl_5 را در ظرفی گرما دهیم و پس از گذشت ۲۰ ثانیه، ۲۵ درصد آن تجزیه شده باشد، سرعت تشکیل گاز کلر در این واکنش برحسب مول بر دقیقه کدام است؟ ($P=31, Cl=35.5$)



$$\bar{R}_{\text{Cl}_2} = \bar{R}_{\text{PCl}_5} = \frac{1}{2} \times \frac{1,34 \text{ g}}{208.5 \text{ g}} =$$

لوید $\rightarrow$ بزرگ $\rightarrow$ $\rightarrow$

۲.۵ $\rightarrow$ (min)

$$2.5 \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}}$$

- ۰/۰۲ (۱)
- ۰/۰۳ (۲) ✓
- ۰/۰۴ (۳)
- ۰/۰۵ (۴)

$$\frac{1.34}{208.5} = \frac{2.5}{60}$$

اگر یون هیپوبرومیت در محلول $2/5 \text{ mol.L}^{-1}$ خود، مطابق واکنش:



یون در محلول به $1/96$ مول بر لیتر کاهش یابد، سرعت متوسط تشکیل یون برومات برابر چند $\text{mol.L}^{-1} \text{ min}^{-1}$ است؟

$$\bar{R}_{\text{BrO}_3^-} = \frac{1}{3} \bar{R}_{\text{BrO}^-} = \frac{1}{3} \times \frac{0.54}{9.5} =$$

- ۰/۱۶ (۱)
- ۰/۳۴ (۲)
- ۰/۱۲ (۳) ✓
- ۰/۳۲ (۴)

$$\frac{\text{حجم گاز}}{\text{حجم موی}} \rightarrow \text{مول} \quad \frac{\text{جرم موی}}{\text{جرم موی}} \rightarrow \text{مول}$$

اگر در واکنش سوختن کامل اتانول، پس از ۵۰ ثانیه، مقدار $5/6$ لیتر گاز کربن دی اکسید در شرایط STP تشکیل شود، سرعت متوسط مصرف اکسیژن در این واکنش، چند مول بر دقیقه است؟



- ۰/۲۵ (۱)
- ۰/۳۲ (۲)
- ۰/۴۲ (۳)
- ۰/۴۵ (۴) ✓

$$\frac{1}{2} \bar{R}_{\text{O}_2} = ? \frac{\text{mol}}{\text{min}} = \frac{\Delta n_{\text{O}_2}}{\Delta t}$$

$$\frac{1}{2} \bar{R}_{\text{O}_2} = \frac{3}{2} \bar{R}_{\text{CO}_2}$$



@Aghajanium

$$\bar{R}_{\text{O}_2} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{5/6 \times 22.4}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{19.2}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.384}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00768}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.0001536}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.000003072}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.0000006144}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000012288}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.000000024576}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.0000000049152}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000000098304}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.000000000196608}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.0000000000393216}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000000000786432}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.000000000001572864}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.0000000000003145728}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000000000006291456}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.000000000000012582912}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.0000000000000025165824}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000000000000050331648}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.000000000000000100663296}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.0000000000000000201326592}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000000000000000402653184}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.000000000000000000805306368}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.0000000000000000001610612736}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000000000000000003221225472}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.000000000000000000006442450944}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.0000000000000000000012884901888}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000000000000000000025769803776}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.000000000000000000000051539607552}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000000000000000000000103079215104}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.000000000000000000000000206158430208}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.0000000000000000000000000412316860416}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000000000000000000000000824633720832}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.000000000000000000000000001649267441664}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.0000000000000000000000000003298534883328}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000000000000000000000000006597069766656}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.000000000000000000000000000013194139533312}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.0000000000000000000000000000026388279066624}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000000000000000000000000000052776558133248}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.000000000000000000000000000000105553116266496}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.0000000000000000000000000000000211106232532992}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000000000000000000000000000000422212465065984}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.000000000000000000000000000000000844424930131968}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.0000000000000000000000000000000001688849860263936}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000000000000000000000000000000003377699720527872}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.000000000000000000000000000000000006755399441055744}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.0000000000000000000000000000000000013510798882111488}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000000000000000000000000000000000027021597764222976}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.000000000000000000000000000000000000054043195528445952}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.0000000000000000000000000000000000000108086391056891904}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000000000000000000000000000000000000216172782113783808}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000000000000000000000000000000000000432345564227567616}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000000000000000000000000000000000000864691128455135232}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.000000000000000000000000000000000000001729382256910270464}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.000000000000000000000000000000000000003458764513820540928}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.000000000000000000000000000000000000006917529027641081856}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.0000000000000000000000000000000000000013835058055282163712}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.0000000000000000000000000000000000000027670116110564327424}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.0000000000000000000000000000000000000055340232221128654848}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000000000000000000000000000000000000110680464442257309696}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000000000000000000000000000000000000221360928884514619392}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000000000000000000000000000000000000442721857769029238784}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000000000000000000000000000000000000885443715538058477568}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.000000000000000000000000000000000000001770887431076116955136}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.000000000000000000000000000000000000003541774862152233910272}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.000000000000000000000000000000000000007083549724304467820544}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.0000000000000000000000000000000000000014167099448608935641088}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.0000000000000000000000000000000000000028334198897217871282176}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.0000000000000000000000000000000000000056668397794435742564352}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000000000000000000000000000000000000113336795588871485128704}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000000000000000000000000000000000000226673591177742970257408}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000000000000000000000000000000000000453347182355485940514816}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000000000000000000000000000000000000906694364710971881029632}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.000000000000000000000000000000000000001813388729421943762059264}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.000000000000000000000000000000000000003626777458843887524118528}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.000000000000000000000000000000000000007253554917687775048237056}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.0000000000000000000000000000000000000014507109835375550096474112}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.0000000000000000000000000000000000000029014219670751100192948224}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.0000000000000000000000000000000000000058028439341502200385896448}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000000000000000000000000000000000000116056878683004400771792896}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000000000000000000000000000000000000232113757366008801543585792}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000000000000000000000000000000000000464227514732017603087171584}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000000000000000000000000000000000000928455029464035206174343168}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.000000000000000000000000000000000000001856910058928070412348686336}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.000000000000000000000000000000000000003713820117856140824697372672}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.000000000000000000000000000000000000007427640235712281649394745344}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.0000000000000000000000000000000000000014855280471424563298789490688}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.0000000000000000000000000000000000000029710560942849126597578981376}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.0000000000000000000000000000000000000059421121885698253195157962752}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000000000000000000000000000000000000118842243771396506390315925504}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000000000000000000000000000000000000237684487542793012780631851008}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000000000000000000000000000000000000475368975085586025561263702016}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000000000000000000000000000000000000950737950171172051122527404032}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.000000000000000000000000000000000000001901475900342344102245054808064}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.000000000000000000000000000000000000003802951800684688204490109616128}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.000000000000000000000000000000000000007605903601369376408980219232256}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.0000000000000000000000000000000000000015211807202738752817960438464512}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.0000000000000000000000000000000000000030423614405477505635920876929024}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.0000000000000000000000000000000000000060847228810955011271841753858048}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000000000000000000000000000000000000121694457621910022543683507716096}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000000000000000000000000000000000000243388915243820045087367015432192}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000000000000000000000000000000000000486777830487640090174734030864384}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000000000000000000000000000000000000973555660975280180349468061728768}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.000000000000000000000000000000000000001947111321950560360698936123457536}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.000000000000000000000000000000000000003894222643901120721397872246915072}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.000000000000000000000000000000000000007788445287802241442795744493830144}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.0000000000000000000000000000000000000015576890575604482885591488987660288}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.0000000000000000000000000000000000000031153781151208965771182977975320576}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.0000000000000000000000000000000000000062307562302417931542365955950640112}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000000000000000000000000000000000000124615124604835863084731911901280224}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000000000000000000000000000000000000249230249209671726169463823802560448}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000000000000000000000000000000000000498460498419343452338927647605120896}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000000000000000000000000000000000000996920996838686904677855295210241792}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.000000000000000000000000000000000000001993841993677373809355710590420483584}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.000000000000000000000000000000000000003987683987354747618711421180840967168}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.000000000000000000000000000000000000007975367974709495237422842361681934336}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.0000000000000000000000000000000000000015950735949418990474845684723363868672}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.0000000000000000000000000000000000000031901471898837980949691369446727737344}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.0000000000000000000000000000000000000063802943797675961899382738893455474688}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000000000000000000000000000000000000127605887593511923798765477869110949376}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000000000000000000000000000000000000255211775187023847597530955738221898752}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.00000000000000000000000000000000000000510423550374047695195061911476443797504}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.000000000000000000000000000000000000001020847100748095390390123822952887595008}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.000000000000000000000000000000000000002041694201496190780780247645905775190016}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.000000000000000000000000000000000000004083388402992381561560495291811550380032}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.000000000000000000000000000000000000008166776805984763123120990583623100760064}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.0000000000000000000000000000000000000016333553611969526246241981167246201520128}{50} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{0.0000000$$

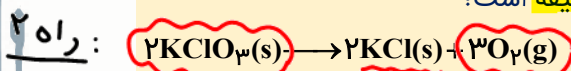
تیم اول: $\frac{x}{2} = \frac{0.18}{3} \rightarrow 0.12 \text{ mol KClO}_3 \text{ (مصرفی)}$

$\text{mol KClO}_3 = \frac{2}{3} \times \text{mol O}_2 \text{ تولیدی}$
مصرفی

تیم دوم: $\bar{R}_{\text{KCl}} = \frac{2}{3} \bar{R}_{\text{O}_2} = \frac{2}{3} \times \frac{0.18}{4} = 0.03 \frac{\text{mol}}{\text{min}}$

بایمانده + مصرف = اولی
 $= 0.12 + 0.18 = 0.3$
 $= 0.3$

اگر در واکنش تجزیه ی گرمایی پتاسیم کلرات (در مجاورت کاتالیزگر منگنز دی اکسید) پس از گذشت ۴ دقیقه، ۱/۸ مول از آن باقی مانده و ۰/۱۸ مول گاز اکسیژن تشکیل شده باشد، مقدار اولیه پتاسیم کلرات چند مول و سرعت متوسط تشکیل پتاسیم کلرید چند مول بر دقیقه است؟



$A(\text{mol})$

$-2x$

$+2x$

$+3x$

$= 0.18 \Rightarrow x = 0.06$

$A - 2x$

$2x$

$3x$

۱/۸

$A - 2x = 0.18$

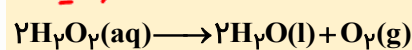
$A = 0.3$

$A - 2(0.06) = 0.18$

$\frac{0.03}{0.03} - \frac{1}{2} (1)$
 $\frac{0.03}{0.03} - \frac{2}{2} (2)$
 $\frac{0.04}{0.04} - \frac{1}{2} (3)$
 $\frac{0.04}{0.04} - \frac{2}{2} (4)$

$\bar{R}_{\text{KCl}} = ? \frac{\text{mol}}{\text{min}} = \frac{2x}{4 \text{ min}} = \frac{0.12}{4} = 0.03$

واکنش تجزیه هیدروژن پراکسید با سرعت متوسط 0.02 mol.s^{-1} در حال انجام است. چند ثانیه زمان لازم است تا در شرایطی که حجم مولی اکسیژن برابر ۳۲ لیتر است، بادکنک کردی به شعاع ۲۰ cm از آن پر شود؟ (بادکنک قبل از واکنش خالی بوده است. عدد π را ۳ فرض کنید).



$\text{حجم کره} = \frac{4}{3} \pi r^3$

$0.02 \frac{\text{mol}}{\text{s}} \leftarrow \bar{R}_{\text{O}_2}$



$\bar{R}_{\text{O}_2} = \frac{\Delta n_{\text{O}_2}}{\Delta t}$

$\frac{4}{3} \times \pi \times (0.2)^3 \times \frac{1}{1 \text{ m}^3} \times \frac{10^{-3} \text{ L}}{1 \text{ m}^3}$

$0.2 = \frac{1}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = 5 \text{ s}$





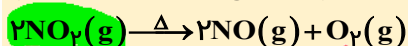
$$0.15 \frac{\text{mol}}{\text{s}}$$

تست



اگر در واکنش تجزیه $4/5$ مول گاز NO_2 مطابق واکنش زیر، بر اثر گرما، پس از 10 ثانیه 138 گرم از آن باقی مانده باشد، سرعت متوسط تشکیل گاز اکسیژن برابر چند مول بر ثانیه است و با فرض اینکه واکنش با همین سرعت متوسط پیش برود، چند ثانیه طول می کشد تا $4/5$ مول از این گاز تجزیه شود؟

(N=14, O=16 : g.mol⁻¹)



$$R_{\text{NO}_2} = \frac{\Delta n(\text{NO}_2)}{\Delta t}$$

$$R_{\text{O}_2} = \frac{1}{2} R_{\text{NO}_2}$$

$$30, 0.15 \times 1$$

$$30, 0.075 \times 2$$

$$45, 0.075 \times 3$$

$$45, 0.15 \times 2$$

$$0.15 = \frac{4/5}{\Delta t}$$

تست



داده های زیر برای واکنش : $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ به دست آمده است. سرعت متوسط مصرف NO_2 در فاصله ی زمانی بررسی شده، برابر چند $\text{mol.L}^{-1}\text{s}^{-1}$ است و اگر واکنش پس از 30 ثانیه نخست با سرعت متوسط ثابتی انجام می گرفت، زمان کل انجام این واکنش چند ثانیه می شد؟

زمان (s)	0	10	20	30	40
$[\text{NO}_2]$	0.5	0.42	0.36	0.32	0.30

$$R_{\text{NO}_2} = \frac{\Delta[\text{NO}_2]}{\Delta t} = \frac{0.5 - 0.32}{20} = \frac{0.18}{20} = 0.009$$

$$0.009 \frac{\text{mol}}{\text{L.s}} = \frac{0.32}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = 35.5 \text{ s}$$

$$0.009 = \frac{0.3}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = 33.3 \text{ s}$$

$$R_{\text{NO}_2} = \frac{0.2}{10} = 0.02 \frac{\text{mol}}{\text{L.s}}$$

$$= 0.02 \frac{\text{mol}}{\text{L.s}}$$

$$160.8 \times 10^{-2} \quad (1)$$

$$160.5 \times 10^{-3} \quad (2)$$

$$190.8 \times 10^{-2} \quad (3)$$

$$190.5 \times 10^{-3} \quad (4)$$

$$t_{\text{کل}} = 30 + 35.5 = 65.5$$

$$t_{\text{کل}} = 30 + 33.3 = 63.3$$

اگر در تجزیه گرمایی یک نمونه ی سدیم هیدروژن کربنات خالص، پس از گذشت 10 دقیقه $4/2$ گرم از آن باقی مانده و 0.2 مول آب تشکیل شده باشد، سرعت تجزیه سدیم هیدروژن کربنات، برابر چند مول بر دقیقه است و با همین سرعت متوسط، چند ثانیه دیگر واکنش کامل می شود؟

(H=1, C=12, O=16, Na=23 : g.mol⁻¹)



$$R_{\text{NaHCO}_3} = 2 \times R_{\text{H}_2\text{O}} = 2 \times \frac{0.2}{10 \text{ min}}$$

$$75.4 \times 10^{-2} \quad (1)$$

$$75.2 \times 10^{-2} \quad (2)$$

$$60.4 \times 10^{-2} \quad (3)$$

$$60.2 \times 10^{-2} \quad (4)$$

$$0.08 \frac{\text{mol}}{\text{min}} = \frac{4.2}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = 52.5 \text{ min}$$



$$\bar{R} = \frac{\Delta n}{\Delta t}$$

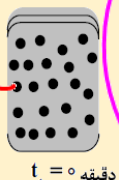
تغییر: ۳(۰.۰۵)

۳(۰.۰۵)

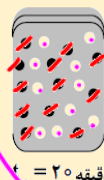
نکته



با توجه به شکل زیر، که به واکنش فرضی $A \rightarrow B$ در یک ظرف ۴ لیتری مربوط است، سرعت متوسط واکنش در فاصله ی زمانی t_2 تا t_3 چند $\text{mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$ و چند برابر سرعت متوسط آن در فاصله ی زمانی t_3 تا t_4 است؟ (هر گوی هم ارز ۰.۰۵ مول از هر ماده است.)



$t_1 = 0$ دقیقه



$t_2 = 20$ دقیقه



$t_3 = 40$ دقیقه



$t_4 = 60$ دقیقه

• A
○ B

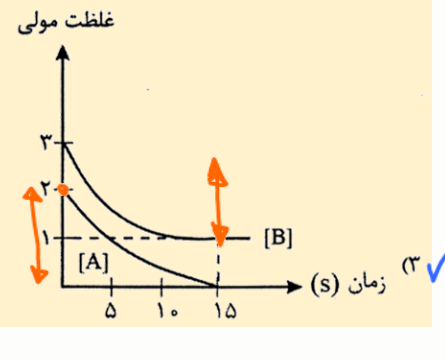
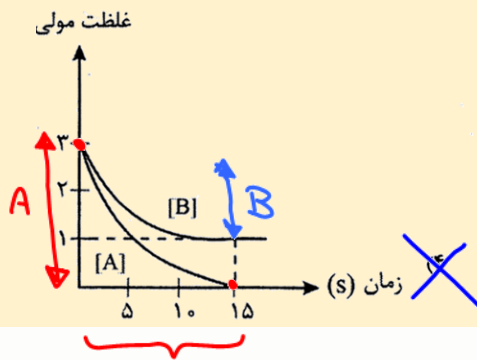
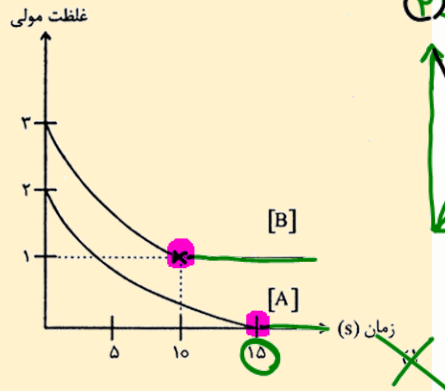
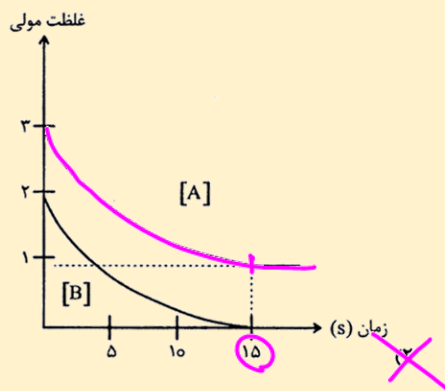
$$\bar{R} = \frac{\Delta n}{\Delta t} = \frac{3(0.05)}{40 - 20} = \frac{0.15}{20} = 0.0075$$

بداند

نکته



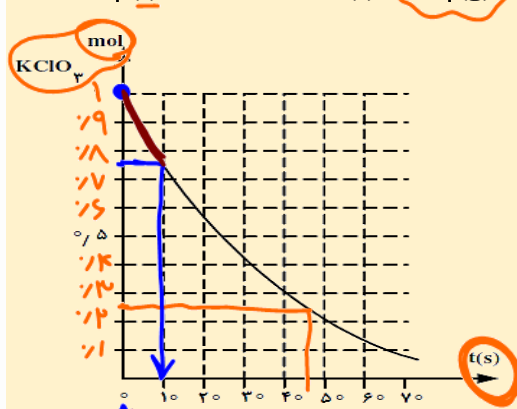
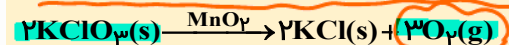
واکنش گازی: $A + B \rightarrow$ فرآورده در یک ظرف یک لیتری و در بازه زمانی ۰ تا ۱۵ ثانیه به طور کامل پیشرفت می کند. اگر در انتهای واکنش مقداری B در ظرف باقی بماند، کدام نمودار، تغییرات غلظت A و B را با گذشت زمان به درستی نشان می دهد؟



$$15 \text{ L O}_2 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{22.4 \text{ L O}_2} \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{32 \text{ g O}_2} \times \frac{2 \text{ mol KClO}_3}{3 \text{ mol O}_2} = \text{mol KClO}_3$$

(مصرفی)

باتوجه به نمودار روبه رو، به تقریب چند ثانیه زمان لازم است تا ۱۵ لیتر گاز O_2 از تجزیه پتاسیم کلرات در گرما، در مجاورت MnO_2 ، به دست آید؟ چگالی گاز O_2 در شرایط آزمایش، برابر 1.43 g.L^{-1} و



$$\frac{x}{2} = \frac{15 \times \frac{1}{1.43}}{3 \times 32}$$

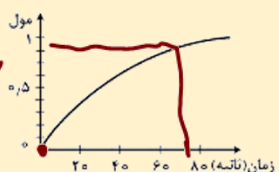
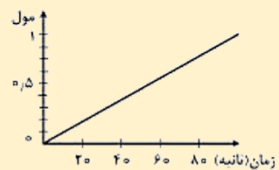
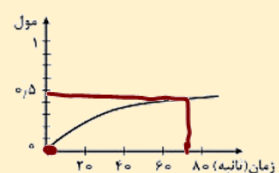
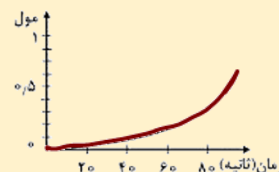
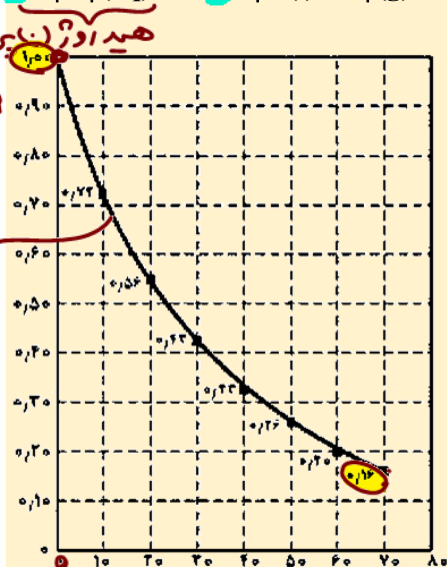
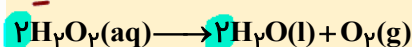
دام!

$$x = \frac{1}{3} = 0.33 \text{ mol KClO}_3$$

(مصرفی)

0.25 (اولی) → 1.75

اگر نمودار پیشرفت واکنش تجزیه هیدروژن پراکسید به صورت روبه رو باشد، کدام نمودار نشان دهنده تقریبی تغییر مقدار اکسیژن در این واکنش است؟



$$\Delta(\text{H}_2\text{O}_2) = 0.84 \Rightarrow \Delta(\text{O}_2) = 0.42$$



$$\frac{6,25}{100}(1M) = 0,0625 = \frac{1}{16}$$

واکنش $AB_2(g) \rightarrow A(g) + 2B(g)$ ، به صورتی پیش می رود که در هر ساعت غلظت ماده اولیه نصف می شود. اگر غلظت ماده اولیه برابر 1 mol.L^{-1} باشد، برای تجزیه $93/75$ درصد مولکول های AB_2 ، چند ساعت زمان لازم است؟

۱۰ (۴) ۸ (۳) ۵ (۲) ✓ ۴ (۱)

$$1 \xrightarrow{*} \frac{1}{2} \xrightarrow{*} \frac{1}{4} \xrightarrow{*} \frac{1}{8} \xrightarrow{*} \frac{1}{16}$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} &\rightarrow 0,5 \\ \frac{1}{4} &\rightarrow 0,25 \\ \frac{1}{8} &\rightarrow 0,125 \\ \frac{1}{16} &\rightarrow 0,0625 \end{aligned}$$

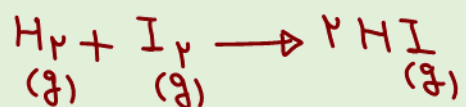
Start!

۲۰ min ۴۰ min

واکنش میان گاز هیدروژن و بخار بنفش رنگ ید: $H_2 + I_2 \rightarrow 2HI$

زرد رنگ → گاز ید
بخار برم → قوز/نارنجی
بنفش → بخار ید

اگر هر ذره هم ارز $0,1$ مول از ماده و سامانه 2 لیتری باشد، سرعت واکنش را پس از 20 دقیقه و پس از 40 دقیقه برحسب $\text{mol.L}^{-1}h^{-1}$ محاسبه و با یکدیگر مقایسه کنید.



$$\bar{R}_{HI} = \bar{R}_{H_2} = \bar{R}_{I_2} = \frac{\Delta R_{HI}}{2 \Delta t}$$

۰ → ۲۰ : $\bar{R}_{HI} = \frac{4(0,1)}{2} = \frac{2 \times 20}{2}$

۰ → ۴۰ : $\bar{R}_{HI} = \frac{6(0,1)}{2} = \frac{2 \times 40}{2}$

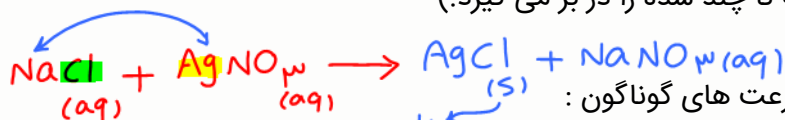


از متن کتاب درسی

سینتیک شیمیایی

• سینتیک شیمیایی به عنوان شاخه ای از علم شیمی افزون بر بررسی آهنگ تغییر شیمیایی در واکنش ها، عوامل موثر بر این آهنگ را نیز بررسی می کند. (آهنگ واکنش : کمیتی که نشان می دهد هر تغییر شیمیایی در چه گستره ای از زمان رخ می دهد).

• شیمی دان ها آهنگ واکنش را در گستره معینی از زمان با نام سرعت واکنش بیان می کنند. (گستره زمان انجام واکنش ها از چند صدم ثانیه تا چند سده را در بر می گیرد).



(ب) افزودن محلول سدیم کلرید به محلول نقره نیترات باعث تشکیل سرعت سوب سفید رنگ نقره کلرید می شود.



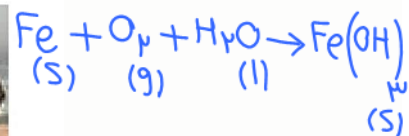
(الف) انفجار ، واکنش شیمیایی بسیار سریعی است که در آن از مقدار کمی ماده منفجر شونده به حالت جامد یا مایع، حجم زیادی از گازهای داغ تولید می شود.



(ت) بسیاری از کتاب های قدیمی در گذر زمان زرد و پوسیده می شود. این پدیده نشان می دهد که واکنش تجزیه سلولز کاغذ بسیار کند رخ می دهد.



(پ) اشیای آهنی در هوای مرطوب به کندی رنگ می زنند. رنگار تولید شده در این واکنش ترد و شکننده است و فرو می ریزد.



• بررسی ها نشان می دهد که زمان انجام واکنش ها به عوامل گوناگونی وابسته است. به گونه ای که برای کاهش یا افزایش سرعت انجام واکنش ها می توان عواملی مانند دما، غلظت، نوع مواد و واکنش دهنده، کاتالیزگر و سطح تماس واکنش دهنده ها را تغییر داد. افزایش دما و افزایش سرعت با افزایش دما، افزایش مقدار واکنش دهنده ها و افزایش سطح تماس می توان سرعت انجام واکنش ها را افزایش داد.

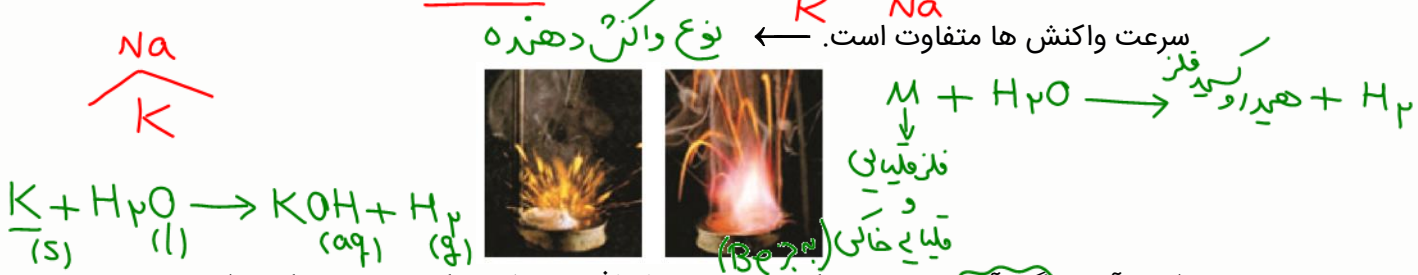
• واکنش سوختن قند آغشته به خاک باغچه سریع تر است زیرا در خاک باغچه کاتالیزگر مناسب برای این واکنش وجود دارد.



نوع واکنش دهنده (جنس واکنش دهنده) (ماهیت واکنش دهنده)

مواد واکنش دهنده گوناگون با سرعت های متفاوتی در واکنش شرکت می کنند.

مثال : فلزهای قلیایی سدیم و پتاسیم در شرایط یکسان با آب سرد به شدت واکنش می دهند، اما



شعله آتش، گرد آهن موجود در کپسول چینی را داغ و سرخ می کند، در حالی که پاشیدن و پخش

کردن گرد آهن بر روی شعله، سبب سوختن آن می شود. ← اثر پخش



محلول بنفش رنگ پتاسیم پرمنگنات با یک اسید آلی در دمای اتاق به کندی واکنش می دهد، اما با

گرم شدن، محلول به سرعت بی رنگ می شود. ← افزایش دما → افزایش سرعت



الیاف آهن داغ و سرخ شده در هوا نمی سوزد، در حالی که همان مقدار الیاف آهن داغ و سرخ شده

در یک ارلن پیر از اکسیژن می سوزد. ← افزایش غلظت → افزایش سرعت



محلول هیدروژن پراکسید در دمای اتاق به کندی تجزیه شده و گاز اکسیژن تولید می کند، در حالی که افزودن دو

قطره از محلول پتاسیم یدید، سرعت واکنش را به طور چشمگیری افزایش می دهد. ← کاتالیزگر



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

برخی افراد با مصرف کلم و حبوبات دچار نفخ می شوند زیرا فاقد آنزیمی هستند که آن ها را کامل و

سریع هضم کند. ← کاتالیزگر

کاتالیزگر





از متن کتاب درسی



کاوش کنید



دربارهٔ **عوامل مؤثر بر سرعت واکنش** کاوش کنید.

مواد و ابزار لازم: عینک ایمنی، قرص جوشان، آب، قوطی فیلم عکاسی، استوانهٔ مدرج، هاون چینی، دماسنج و زمان سنج.
نکات ایمنی: به دلیل پرتاب شدن قوطی فیلم عکاسی، آزمایش را در فاصلهٔ مناسبی از خود و هم کلاسی ها انجام دهید.

آزمایش ۱

الف) درون قوطی فیلم عکاسی ۵mL آب با دمای $0^\circ C$ بریزید.

ب) به آن $\frac{1}{4}$ قرص جوشان بیفزایید و بلافاصله درپوش آن را محکم ببندید سپس آن را وارونه روی زمین قرار دهید.

پ) زمان لازم برای پرتاب شدن قوطی را با استفاده از زمان سنج اندازه گیری و در جدول داده شده یادداشت کنید.

ت) همین آزمایش را با $\frac{1}{4}$ قرص جوشان تکرار و زمان را یادداشت کنید.
از مشاهده های خود چه نتیجه ای می گیرید؟



آزمایش ۲

الف) این بار درون قوطی فیلم عکاسی ۵mL آب با دمای $25^\circ C$ بریزید.

ب) به آن $\frac{1}{4}$ قرص جوشان بیفزایید و بلافاصله درپوش آن را محکم ببندید سپس آن را وارونه روی زمین قرار دهید.

پ) زمان پرتاب شدن قوطی را اندازه گیری و در جدول یادداشت کنید.

ت) این آزمایش را در دمای $10^\circ C$ تکرار و نتیجه را در جدول بنویسید.
از مشاهده های خود چه نتیجه ای می گیرید؟



آزمایش	مقدار قرص جوشان	شکل قرص جوشان	دمای آب	زمان پرتاب شدن قوطی (ثانیه)
۱- الف	$\frac{1}{2}$			
۱- ب	$\frac{1}{4}$			
۲- الف				
۲- ب				
۳				

دما ثابت

مقدار ثابت

پودر رنده

مقدار دانه دهنده ↓ ← سرعت دانه ↓ ← زمان طولانی

افزایش دما ← افزایش سرعت ← زمان کوتاه تر

پودر رنده ← افزایش سطح تماس ← افزایش سرعت



نکته: نصف قرص جوشان < یک قرص جوشان
اما! پودر رنده

آزمایش ۳

الف) نیمی از قرص را به خوبی در هاون چینی بسایید.
ب) آن را به درون قوطی فیلم عکاسی محتوی ۵mL آب با دمای $^{\circ}\text{C}$ بیفزایید و بلافاصله درپوش آن را محکم ببندید سپس آن را وارونه روی زمین قرار دهید.
پ) زمان پرتاب شدن قوطی را اندازه گیری و در جدول صفحه قبل یادداشت کنید.
از مشاهده های خود چه نتیجه ای می گیرید؟
یافته های خود را از این آزمایش ها جمع بندی کنید و در چند سطر بنویسید.



• زمان حل شدن قرص سوء هاضمه در مقدار یکسانی از آب با دماهای متفاوت، می تواند تأثیر دما بر سرعت واکنش را نشان بدهد. جدول زیر زمان حل شدن یک عدد از این قرص را در سه دمای متفاوت نشان می دهد.

زمان پایان یافتن خروج گاز (s)	دمای آب ($^{\circ}\text{C}$)
۷۸	۱۳
۴۲	۲۴
۲۲	۴۱

انجام آزمایش های بالا نشان داد که با افزایش دما، افزایش مقدار واکنش دهنده ها و افزایش سطح تماس می توان سرعت انجام واکنش ها را افزایش داد. همچنین از پیش می دانید که واکنش سوختن قند آغشته به خاک باغچه سریع تر است زیرا در خاک باغچه کاتالیزگر مناسب برای این واکنش وجود دارد. البته باید توجه داشت که مواد واکنش دهنده گوناگون با سرعت های متفاوتی در واکنش شرکت می کنند (در فصل اول با واکنش پذیری متفاوت فلزها آشنا شدید).

• **اثر دما** ← **حالت فیزیکی از واکنش دهنده ها، گازی باشد.**

افزایش دما ← افزایش غلظت گاز ← افزایش سرعت (کاهش حجم)

• **حالت فیزیکی واکنش دهنده ها** ← **دیک فاز باشند**
همه گاز باشند ← سرعت بیشتر
یا همه محلول باشند

کاتالیزگر

سرعت واکنش های ممکن رو افزایش میدهد نه غیرممکن رو. بدون تلاش همیشه انتظار کمک خداوند و دیگران رو داشته باشیم.





از متن کتاب درسی



کاهن دما

ضرف نور

ضرف رطوبت

- محیط سرد، خشک و تاریک برای نگهداری انواع مواد غذایی مناسب تر از محیط گرم، روشن و مرطوب است. نگهداری اغلب مواد غذایی در سرد خانه ها تأییدی بر این تجربه است.
- عوامل محیطی مانند رطوبت، اکسیژن، نور و دما در چگونگی و زمان نگهداری غذا مؤثرند. در محیط مرطوب، میکروب ها شروع به رشد و تکثیر نموده تا جایی که ماده غذایی کپک زده و سرانجام فاسد می شود. اما در محیط خشک امکان رشد این جانداران ذره بینی وجود ندارد، از این رو می توان خشکبار را آسان تر و به مدت طولانی تری در این محیط نگهداری کرد. نیاکان ما نیز بر همین اساس بسیاری از میوه ها را در فصل برداشت خشک می کردند تا آنها را برای مصرف در فصل های دیگر ذخیره کنند.
- اکسیژن گازی واکنش پذیر است و تمایل زیادی برای انجام واکنش با دیگر مواد دارد. بر اساس این ویژگی، مواد غذایی در هوای آزاد و در معرض اکسیژن، سریع تر فاسد می شوند. وجود پوست و پوشش میوه ها و خشکبار یک عامل طبیعی برای افزایش زمان ماندگاری است زیرا مانع از ورود اکسیژن و جانداران ذره بینی به درون آنها می شود. این ویژگی نشان می دهد که حذف اکسیژن از محیط نگهداری مواد غذایی و خوراکی ها سبب افزایش زمان ماندگاری و بهبود کیفیت آنها خواهد شد.
- برخی روش های افزایش زمان ماندگاری مواد غذایی:
 - ک خشک کردن میوه ها
 - ک تهیه ترشی
 - ک نمک سود کردن
- برای نگهداری طولانی مدت فراورده های گوشتی و پروتئینی، آنها را به حالت منجمد ذخیره می کنند.
- روغن های مایع که در ظرف مات و کدر بسته بندی شده اند، زمان ماندگاری بیشتری دارند. ضرف نور
- قاووت گردی مغزی و تهیه شده از مغز آفتاب گردان، پسته و ... است. این سوغات کرمان زودتر از مغز این خوراکی ها فاسد می شود. سطح برسی
- پیشرفت علوم تجربی سبب شده تا برای افزایش زمان ماندگاری مواد غذایی و بهبود کیفیت آنها از روش های گوناگونی مانند تهیه کنسرو، بسته بندی نوین، افزودن نگهدارنده ها و ... استفاده شود. در این راستا یخچال های صنعتی، سردخانه ها و ... تکمیل کننده این فرایند هستند.
- برای نگهداری سالم برخی خوراکی ها، آنها را با خالی کردن هوای درون ظرف بسته بندی می کنند.

انر علف

ذنه یا کاهن الین



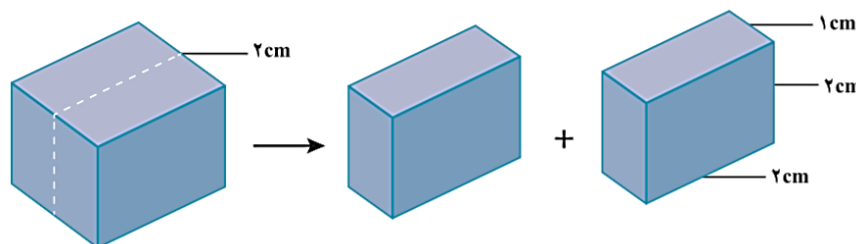
پیوند با ریاضی:

یک تکه چوب به شکل مکعب با طول ضلع 2cm در نظر بگیرید. حجم این تکه زغال برابر با 8cm^3 ، در حالی که مساحت کل آن برابر با 24cm^2 است.

کدام کمیت (حجم یا مساحت کل)، سطح تماس این تکه زغال را با شعله هنگام سوختن نشان می دهد؟

اگر این مکعب از وسط یک ضلع برش بخورد و به دو مکعب مستطیل تقسیم شود، حجم و سطح تماس زغال چه تغییری می کند؟

تغییری نمی آید



اگر این

علت تفاوت در سرعت واکنش سوختن تکه زغال با گرد آن چیست؟ سطح تماس

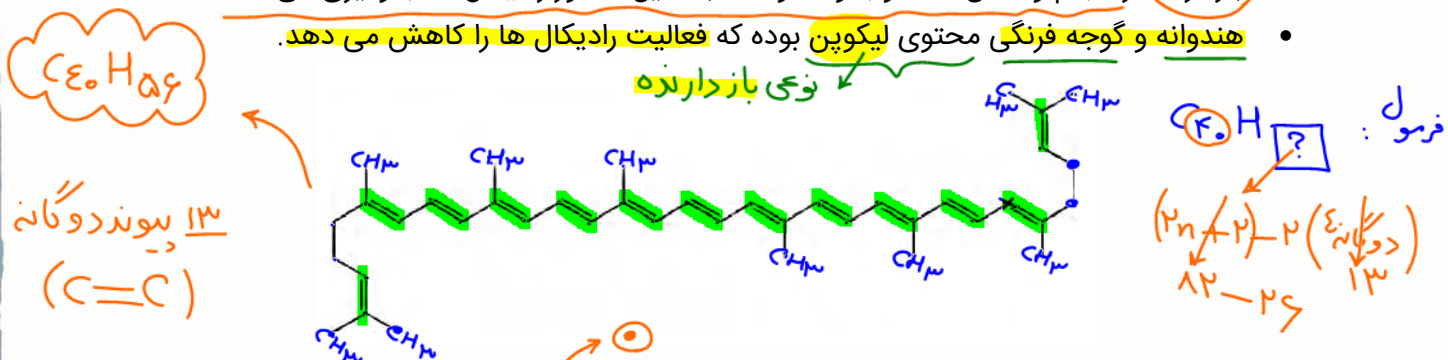
- واکنش های شیمیایی در طبیعت، صنعت و آزمایشگاه با سرعت های متفاوتی انجام می شوند. برخی از این واکنش ها مانند گوارش، تنفس، تهیه داروها و تولید فراورده های صنعتی مفید و ضروری هستند اما برخی دیگر مانند خوردگی وسایل آهنی، تولید آلاینده ها، زرد و پوسیده شدن کاغذ کتاب، زیان بار و ناخواسته اند. شیمی دان ها از یک سو در پی یافتن راه هایی برای کاهش سرعت یا توقف واکنش های ناخواسته اند و از سوی دیگر به دنبال سرعت بخشیدن به واکنش هایی هستند که بتوانند فراورده های گوناگونی با صرفه اقتصادی تولید کنند. برای دستیابی به چنین اهدافی باید درباره شرایط و چگونگی انجام واکنش های شیمیایی و عوامل موثر بر سرعت آن ها آگاهی داشته باشند. (سینتیک شیمیایی، شاخه ای از شیمی است که این آگاهی را در اختیار ما می گذارد).



از متن کتاب درسی

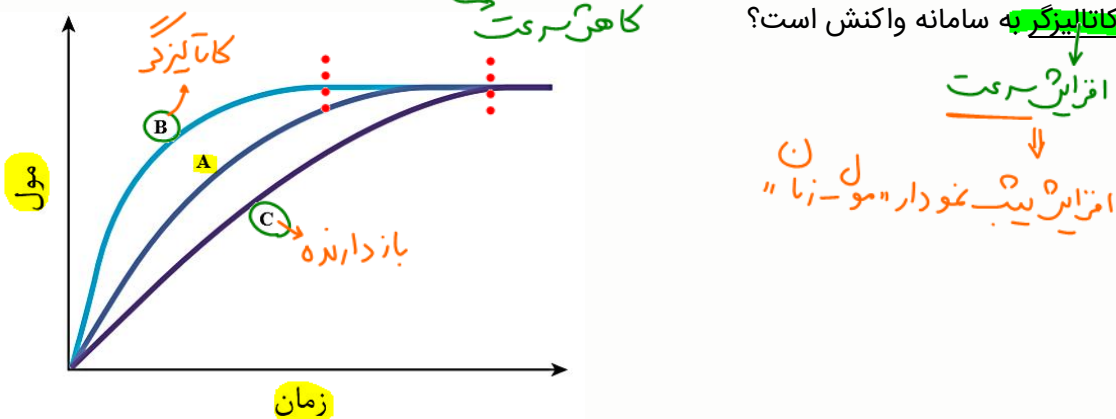
رادیکال ها و بازدارنده ها

- یافته ها و شواهد تجربی نشان می دهد که برنامه غذایی محتوی سبزیجات و میوه های گوناگون، نقش بازدارندگی موثری در برابر سرطان ها و پیری زودرس دارند.
- نتیجه پژوهش های علمی نشان می دهد که این خوراکی ها محتوی ترکیب های آلی سیر نشده ای به نام ریز مغذی ها هستند، ترکیب هایی که در حفظ سلامت بافت ها و اندام ها دخالت دارند، هر چند نقش کامل این مواد هنوز به طور دقیق مشخص نشده است اما برخی از آن ها به عنوان بازدارنده از انجام واکنش نامطلوب و ناخواسته به دلیل حضور رادیکال ها جلوگیری می کنند.
- هندوانه و گوجه فرنگی محتوی لیکوپن بوده که فعالیت رادیکال ها را کاهش می دهد.



- رادیکال، گونه فعال و ناپایداری است که در ساختار خود، الکترون جفت نشده دارد، در واقع محتوی اتم هایی است که از قاعده هشت تایی پیروی نمی کنند. بدیهی است که رادیکال ها واکنش پذیری بالایی دارند.
- رادیکال ها نه تنها در بدن بلکه در محیط زندگی نیز وجود دارند. برای مثال هوای آلوده دارای رادیکال های NO و NO₂ با ساختارهای لوویس $\cdot\dot{N}=O$ و $\cdot\dot{O}-N=O$ است.
- در بدن ما به دلیل انجام واکنش های متنوع و پیچیده، رادیکال هایی به وجود می آیند که اگر به وسیله بازدارنده ها جذب نشوند، می توانند با انجام واکنش های سریع به بافت های بدن آسیب برسانند.
- با این توصیف مصرف خوراکی های محتوی بازدارنده ها سبب می شود که رادیکال ها به دام بیفتند تا با کاهش مقدار آن ها از سرعت واکنش های ناخواسته کاسته شود.

- مثال: در نمودار داده شده، منحنی A نشان دهنده تغییر مول های یکی از مواد فراورده در یک واکنش فرضی است. کدام منحنی نشان دهنده افزودن بازدارنده و کدام یک نشان دهنده افزودن کاتالیزگر به سامانه واکنش است؟



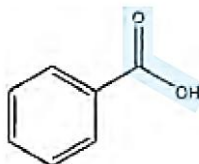


از متن کتاب درسی



نگهدارنده ها

- افزودنی ها، مواد شیمیایی مانند نگهدارنده، رنگ دهنده، طعم دهنده و ... هستند که به صورت هدفمند به مواد خوراکی یا غذاها افزوده می شوند.
- برای نمونه، نگهدارنده ها، سرعت واکنش های شیمیایی که منجر به فساد ماده غذایی می شود را کاهش می دهند.
- یکی از این مواد، بنزوئیک اسید است که در تمشک و توت فرنگی وجود دارد.



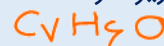
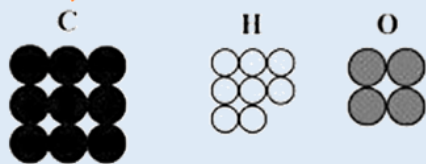
- آشناترین عضو کربوکسیلیک اسیدها، اتانویک اسید (استیک اسید) CH_3COOH است.



تست



با توجه به شمار اتم های تشکیل دهنده یک مولکول از یک ماده شیمیایی (مطابق شکل)، چند مورد از مطالب زیر، درست است؟ ($H=1, C=12, O=16: g.mol^{-1}$)



- به مولکول بنزالدهید مربوط است. ☒
- یک ترکیب زنجیری سیر شده است. ☒
- به تقریب ۳۵/۵۶ درصد جرم آن را اکسیژن تشکیل می دهد. ☒
- نسبت جرم اتم های کربن به جرم اتم های هیدروژن در آن، برابر ۱۳/۵ است. ☒

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

درصد جرم اکسیژن = $\frac{2 \times 16}{9 \times 12 + 8 \times 1 + 2 \times 16} \times 100 = \frac{32}{270} \times 100 = 11.85\%$

در ترکیب $C_9H_8O_2$

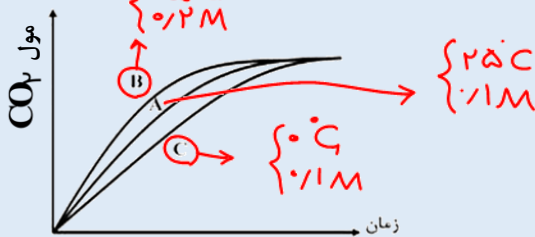


سرعت واکنش: $\text{Fe(s)} + 2\text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$ ، بر اثر کدام تغییر کاهش می یابد؟

- (۱) استفاده از براده‌ی آهن به جای (گرد) آهن
- (۲) گرم کردن محلول اسید در آغاز واکنش (افزایش دما به افزایش سرعت)
- (۳) استفاده از براده آهن به جای قطعه‌های آهن (افزایش سطح به کاهش سرعت)
- (۴) به کار بردن هیدروکلریک اسید به جای سولفوریک اسید با مولاریته‌ی یکسان

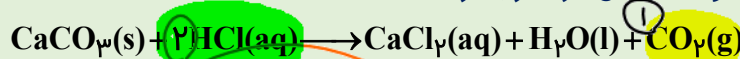


با توجه به شکل زیر که درباره واکنش مقدار معینی از کلسیم کربنات با هیدروکلریک اسید (در سه ظرف جداگانه) در دماهای 25°C و 40°C با محلول 0.1M مولار هیدروکلریک اسید و در دمای 25°C با محلول 0.2M مولار این اسید است، می توان دریافت که نمودار به واکنش در دمای 40°C و با محلول مولار اسید، مربوط است.



- (۱) A، 0.1 ☒
- (۲) A، 0.2 ☒
- (۳) B، 0.2 ☒
- (۴) C، 0.1 ☒

واکنش جرم مشخصی از پودر کلسیم کربنات را با مقدار کافی محلول هیدروکلریک اسید درون ظرفی بدون درپوش در دما و فشار اتاق در نظر بگیرید.



زمان (ثانیه)	۰	۲۰	۴۰
شمار مول CO_2	۰	۰/۰۱۵	۰/۰۳۲

الف) با گذشت زمان جرم مخلوط واکنش، چه تغییری می کند؟ چرا؟
تولید و خروج گاز CO_2 کاهش

ب) سرعت متوسط تولید CO_2 را از ۰ تا ۴۰ ثانیه بر حسب مول بر ثانیه حساب کنید.

$$\bar{R}_{\text{CO}_2} = \frac{\Delta n(\text{CO}_2)}{\Delta t} = \frac{0.032 - 0}{40} = 8 \times 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{s}}$$

پ) اگر با تغییر شرایط واکنش در بازه زمانی ۰ تا ۴۰ ثانیه، سرعت متوسط مصرف HCl برابر 9×10^{-4} مول بر ثانیه شود، با نوشتن محاسبات لازم مشخص کنید کدام عامل زیر بر واکنش تاثیر گذاشته است؟

$$9 \times 10^{-4} < 16 \times 10^{-4}$$

ا) افزایش دمای مخلوط واکنش

ب) استفاده از تکه های کلسیم کربنات به جای پودر با جرم برابر با مقدار اولیه

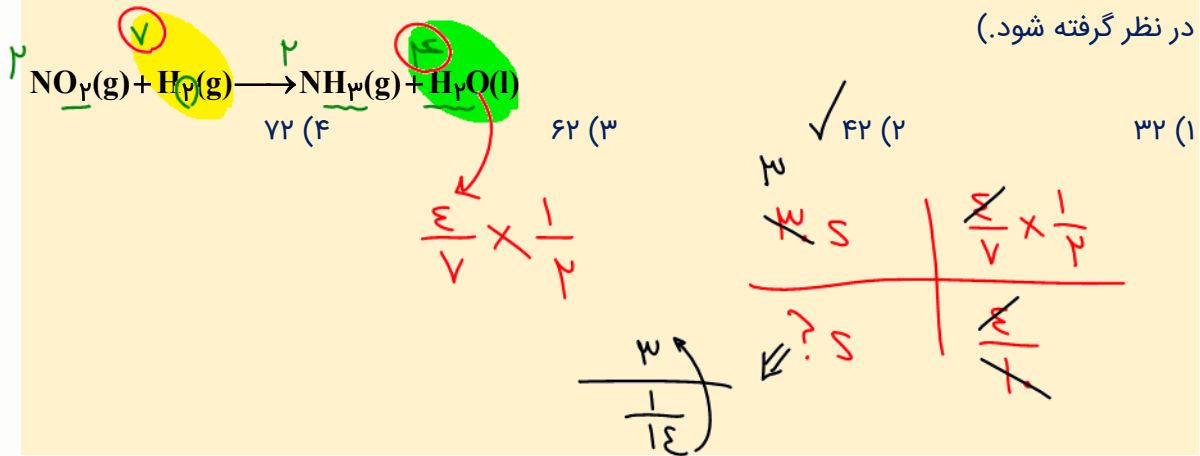




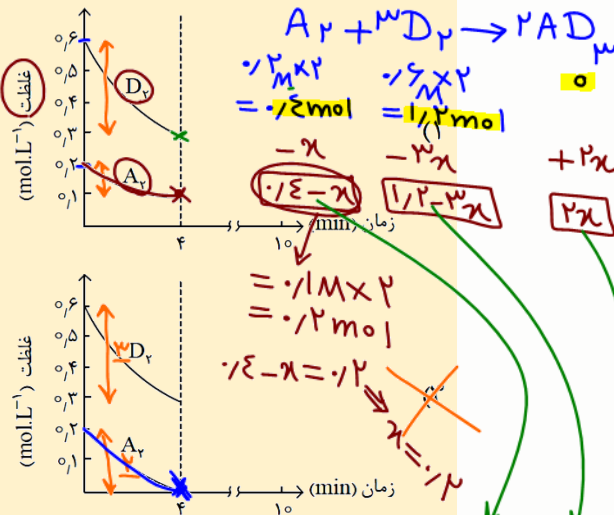
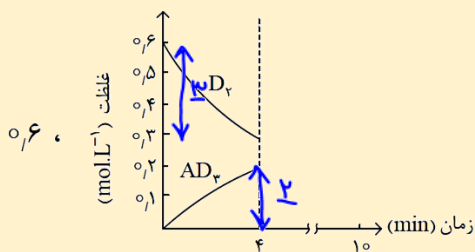
شیعہ ۱۱ در کنکور ۴۰۴



با توجه به واکنش داده شده، اگر در مدت $\frac{5}{11}$ دقیقه، $\frac{11}{2}$ لیتر گاز هیدروژن در شرایط استاندارد مصرف شود، در مدت چند ثانیه، $\frac{4}{9}$ مول آب تشکیل می شود؟ (معادله واکنش موازنه و سرعت واکنش، ثابت در نظر گرفته شود.)



$D_r = 1.3 \times 10^{-2} \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$
 $1.2 - 3x = 0.6$
 $x = 0.2 \checkmark$



منفی

$$\bar{R} = - \frac{\Delta[\text{واکنش دهنده}]}{\Delta t}$$

$$\bar{R}' = \frac{\bar{R} \times \text{ضریب } X}{\text{واکنش}}$$

شیب ۱۱ در کنکور ۴۰۴



کدام مورد، پس از موازنه معادله واکنش گازی: $\text{NH}_3 + \text{F}_2 \rightarrow \text{N}_2\text{F}_4 + \text{HF}$ درست است؟

۱۰ واکنش $\bar{R}$ = $-\frac{2\Delta[\text{F}_2]}{\Delta t} = -\frac{5\Delta[\text{NH}_3]}{\Delta t}$ (۲✓)

$\frac{\Delta[\text{N}_2\text{F}_4]}{\Delta t} = -\frac{6\Delta[\text{HF}]}{\Delta t}$ (۴✗)

$\bar{R}_{\text{واکنش}} = \frac{\Delta[\text{N}_2\text{F}_4]}{\Delta t} = 0.2 \frac{\Delta[\text{F}_2]}{\Delta t}$ (۴✗)

$\frac{\Delta[\text{NH}_3]}{\Delta t} = \frac{\Delta[\text{HF}]}{3\Delta t}$ (۴✗)

باید هر دو فرآورده را هم علامت! 😊

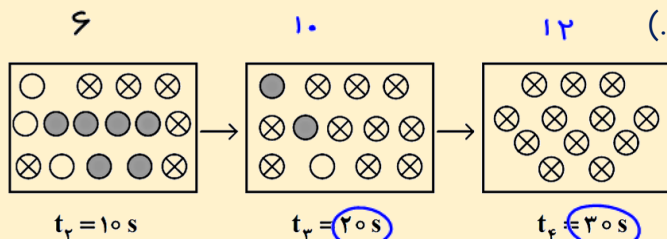
$$\bar{R}'_{\text{واکنش}} = \frac{\bar{R}_{\text{F}_2}}{(۵)} = \frac{\bar{R}_{\text{NH}_3}}{(۲)}$$



شیعہ ۱۱ در کنکور ۴۰۴



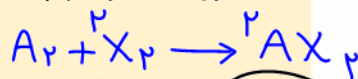
در دمای ثابت، گازهای A_2 و X_2 ، متناسب با ضرایب استوکیومتری، وارد ظرف دو لیتری می شوند. اگر شکل زیر، قسمتی از واکنش مربوط به آنها را نشان دهد، کدام مورد، نادرست است؟ (هر ذره، معادل ۰/۰۵ مول است و گاز AX_2 تشکیل می شود.)



○: A_2

●: X_2

⊗: AX_2



$$\bar{R} = \frac{\bar{R}_{AX_2}}{2} = \frac{4 \times (0.05)}{2 \times 10 \times 2} = \frac{0.1}{4} = 0.025$$

- (۱) سرعت واکنش در گستره زمانی ۲۰ تا ۳۰ ثانیه، برابر $2/5 \times 10^{-3}$ مول بر لیتر بر ثانیه است. ✓
- (۲) معادله موازنه نشده آن: $A_2 + X_2 \rightarrow AX_2$ ، و مجموع ضرایب استوکیومتری مواد در آن، برابر ۵ است. ✓
- (۳) سرعت واکنش در بازه زمانی ۱۰ تا ۲۰ ثانیه، ۲ برابر سرعت آن در بازه زمانی ۲۰ تا ۳۰ ثانیه، با یکای مول بر دقیقه است. ✓

در هر گستره زمانی، اگر حجم ظرف، به ۴ لیتر افزایش یابد، سرعت واکنش با یکای مول بر لیتر بر ثانیه، ۲ برابر می شود. ✗

چون ۲ برابر به علت نصف سرعت، نصف

۶ (۴)

۵ (۳)

۴ (۲)

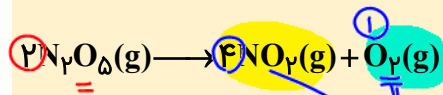
۳ (۱)



شیعہ ۱۱ در کنکور ۴۰۴



با توجه به واکنش گازی داده شده، ۲ مول گاز N_2O_5 وارد ظرف در بسته می شود. اگر پس از ۲۰ ثانیه، شمار مول های گاز NO_2 ، برابر ۲ و سرعت متوسط تشکیل گاز O_2 ، برابر $0.6 \text{ mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$ باشد، حجم ظرف واکنش، برابر چند لیتر و پس از این مدت، مجموع غلظت مولی گازهای درون ظرف کدام است؟ (واکنش، یک طرفه در نظر گرفته شود.)



$1/4, 5 (4)$

$1/4, 2/5 (3)$

$2/2, 5 (2)$

$2/2, 2/5 (1)$

! مصرف: ۱ mol

! باقی: ۲

۱ mol

$$\frac{2.5 \text{ mol}}{2.5 \text{ L}} = \frac{2.5}{2.5} = \frac{1.4}{1.0}$$

$$\frac{2}{L \cdot \text{min}} = \frac{2}{V} \times \frac{1}{20 \text{ min}}$$

$$V = 2.5 \text{ L}$$

$$\bar{R} = \frac{\Delta n}{V \Delta t}$$

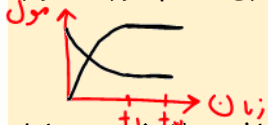




شیب ۱۱ در خنک‌ور ۴۰۴



درباره نمودار «مول - زمان» برای اجزای شرکت کننده در واکنش های شیمیایی گازی، کدام مورد همواره درست است؟



(۱) اگر برای ماده A، شیب نمودار در گستره زمانی t_1 تا t_2 ($t_2 > t_1$)، برابر صفر باشد، واکنش به تعادل رسیده است و مقدار مول A، ثابت باقی می ماند.

(۲) اگر سرعت واکنش، برابر با $\frac{\Delta n_A}{\Delta t}$ برای ماده A، باشد، A فراورده واکنش است و ضریب استوکیومتری آن در معادله واکنش، برابر یک است.

$$\bar{R}_{\text{واکنش}} = \frac{\bar{R}_A}{1}$$

(۳) اگر برای ماده A، شیب نمودار در گستره زمانی t_1 تا t_2 ، بزرگتر از شیب نمودار در گستره زمانی t_2 تا t_3 ($t_3 > t_2 > t_1$) باشد، A فراورده واکنش است و $\frac{\Delta n}{\Delta t}$ برای آن، عددی مثبت است.

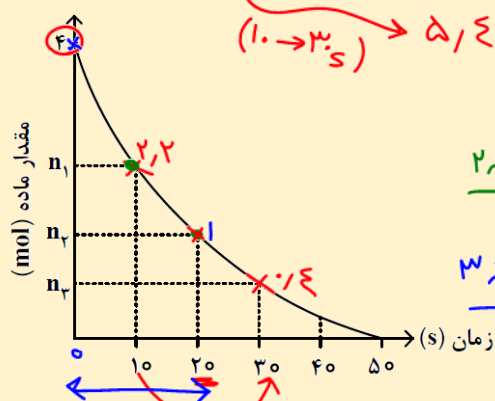
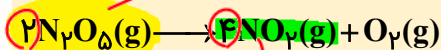
(۴) اگر شیب نمودار برای ماده A، ۲ برابر شیب نمودار برای ماده D باشد، A و D فراورده واکنش اند و نسبت ضرایب استوکیومتری آن ها در معادله واکنش، برابر ۲ است.



شیعہ ۱۱ در کنکور ۴۰۴



نمودار داده شده، تجزیه ۴ مول گاز N_2O_5 را در یک ظرف ۲ لیتری نشان می دهد. اگر سرعت متوسط تشکیل گاز NO_2 در گستره زمانی ۱۰ تا ۳۰ ثانیه، برابر $5/7 \text{ mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$ باشد، کدام مورد درست است؟ (واکنش، یکطرفه در نظر گرفته شود.)



$$(10 \rightarrow 30 \text{ s}) \rightarrow 5/7 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{min}}$$

$$2/V \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{min}} = \frac{\Delta n}{2 \times \frac{1}{3}}$$

$$\Rightarrow \Delta n = 1/8 \text{ mol}$$

$$\text{گزینه ۲: } \bar{R}_{\text{واکنش}} = \frac{\bar{R}_{N_2O_5}}{2} = \frac{1/2}{2} = 0.125$$

$$\text{گزینه ۳: } \begin{matrix} 4 \rightarrow 1 \Rightarrow 3 \text{ mol} \\ t=0 \quad t=20 \end{matrix} \quad \begin{matrix} 2 \times 1 \times 2 \\ 6 \text{ mol } NO_2 \\ 1/5 \text{ mol } O_2 \end{matrix}$$

۱ و ۳ به ترتیب می تواند ۲/۲ و ۰/۴ باشد.

(۲) اگر $n_1 - n_2 = 1/2$ ، سرعت واکنش در گستره زمانی ۱۰ تا ۲۰ ثانیه، برابر $6 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$ است.

(۳) اگر $n_2 = 1$ ، مجموع غلظت فراورده ها در ثانیه ۲۰، برابر $7/5 \text{ mol.L}^{-1}$ خواهد بود.

(۴) پس از کامل شدن واکنش، شمار مول های گازی درون ظرف، ۵ برابر شمار مول ها در آغاز واکنش است.

