

آکادمی کنکور دانشگاه تهرانی ها

[www.daneshgahtehraniha.com](http://www.daneshgahtehraniha.com)

اولین موسسه ی کنکوری کشور بر اساس  
متد هیوریستیک

برگزار کننده ی کلاس های گروهی و خصوصی  
مشاوره های حضوری، تلفنی و آنلاین

برای مطالب آموزشی بیشتر به سایت ما مراجعه فرمایید

[www.ShimiPedia.ir](http://www.ShimiPedia.ir)

## مفاهیم و مسائل سرعت

سرعت مصرف یا تولید یک ماده ی شرکت کننده در واکنش : برابر است با تعداد مول های مصرفی یا تولیدی در واحد زمان.

$$R_A = - \frac{\Delta n_A}{\Delta t}$$

\*  $\Delta n_A < 0$  است. [چون با گذشت زمان از مقدار A (واکنش دهنده) کم می شود]

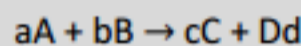
از آنجا که سرعت کمی مثبت است، با قرار دادن علامت منفی در کنار این رابطه ضمن تاکید بر مصرف ماده ی A و در واقع کاهش تعداد مول های آن، عدد محاسبه شده نیز مثبت به دست خواهد آمد.

$$R_B = + \frac{\Delta n_B}{\Delta t}$$

\*  $\Delta n_B > 0$  است. [چون با گذشت زمان بر مقدار B (فراورده) افزوده می شود]

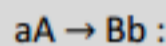
$$\text{یکای سرعت: } \frac{\text{mol}}{\text{s}}, \frac{\text{mol}}{\text{min}}, \dots$$

سرعت واکنش ( $R_{\text{واکنش}}$ ) : با تقسیم سرعت متوسط تشکیل یا مصرف یک ماده ی شرکت کننده در واکنش بر ضریب استوکیومتری آن در معادله ی موازنه شده، سرعت واکنش به دست می آید :



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

در یک واکنش شیمیایی، نسبت سرعت دو ماده ی مختلف، برابر نسبت ضریب های استوکیومتری آن ها است :



$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{a}{b}$$

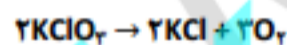
## من حل می کنم !

۱. اگر در واکنش تجزیه ی گرمایی پتاسیم کلرات (در مجاورت کاتالیزگر منگنز دی اکسید)، پس از گذشت ۴ دقیقه، ۱/۰۸ مول از آن باقی مانده و ۰/۱۸ مول گاز اکسیژن تشکیل شده باشد، مقدار اولیه ی پتاسیم کلرات چند مول و سرعت متوسط تشکیل پتاسیم کلرید چند مول بر دقیقه است؟ (سراسری ریاضی ۸۶)

$$(۱) \quad 0/03 - 1/2 \quad (۲) \quad 0/03 - 2/2 \quad (۳) \quad 0/04 - 1/2 \quad (۴) \quad 0/04 - 2/2$$

حل :

ابتدا نوشتن معادله ی واکنش و موازنه :



⚠ توجه کنید که : سرعت از تقسیم مول مصرفی یک واکنش دهنده یا مول تولیدی یک فراورده بر زمان به دست می آید.

پس در اینجا، نمی توانید با تقسیم مول باقیمانده ی پتاسیم کلرات به زمان، سرعت آن را تعیین کنید، بلکه با تقسیم مول تولیدی اکسیژن (۰/۱۸ mol) به زمان (۴ min)، سرعت  $\text{O}_2$  را تعیین می کنیم و سپس به کمک ضرایب استوکیومتری، قسمت دوم سوال یعنی سرعت پتاسیم کلرید را به دست می آوریم :

$$R_{\text{O}_2} = \frac{0/18 \text{ mol}}{4 \text{ min}}$$

$$\frac{R_{\text{KCl}}}{R_{\text{O}_2}} = \frac{2}{3} \Rightarrow R_{\text{KCl}} = \frac{2}{3} R_{\text{O}_2} \Rightarrow R_{\text{KCl}} = \frac{2}{3} \times \frac{0/18}{4} = 0/03 \frac{\text{mol}}{\text{min}}$$

پس جواب یا گزینه ی ۱ و یا گزینه ی ۲ است. اما قسمت اول سوال؛ یعنی مقدار اولیه ی پتاسیم کلرات بر حسب مول؛

مقدار اولیه ی واکنش دهنده ی پتاسیم کلرات از جمع مقدار مصرفی پتاسیم کلرات با مقدار باقیمانده ی آن به دست می آید :

مقدار باقیمانده = مقدار مصرفی + مقدار اولیه

مقدار باقیمانده را که سوال به ما داده است. می ماند مقدار مصرفی؛ که از استوکیومتری و با مول  $\text{O}_2$  از ضرایب استوکیومتری به آن می رسیم :

$$\frac{\text{mol KClO}_3}{2} = \frac{\text{mol O}_2}{3} \Rightarrow \frac{x}{2} = \frac{0/18}{3} \Rightarrow x = 0/12 \text{ mol}$$

و در پایان :

$$\text{مقدار اولیه پتاسیم کلرات} = 0/12 + 1/08 = 1/20 \text{ mol}$$



۲. اگر در واکنش تجزیه‌ی گرمایی پتاسیم نیترات، پس از گذشت ۵ دقیقه، ۰/۲۸ مول از آن باقی مانده و ۰/۰۶ مول گاز  $N_2$  آزاد شد باشد، مقدار اولیه‌ی پتاسیم نیترات برابر چند مول و سرعت متوسط تشکیل گاز اکسیژن چند مول بر ثانیه است؟

(۱) ۰/۰۴ - ۰/۰۵ (۲) ۰/۰۰۵ - ۰/۴ (۳) ۰/۰۰۴ - ۰/۵ (۴) ۰/۰۰۰۴ - ۰/۵ (۴)

۳. اگر در تجزیه‌ی گرمایی گاز  $N_2O_5$  و تبدیل آن به گازهای  $O_2$  و  $NO_2$ ، پس از گذشت ۲ دقیقه، ۰/۰۸ مول از آن باقی بماند و ۰/۰۶ مول گاز اکسیژن آزاد شود، مقدار اولیه‌ی  $N_2O_5$  چند مول و سرعت متوسط تشکیل گاز  $NO_2$  چند مول بر ثانیه است؟

(۱) ۰/۰۰۲ - ۰/۱۲ (۲) ۰/۰۰۴ - ۰/۱۲ (۳) ۰/۰۰۲ - ۰/۲ (۴) ۰/۰۰۴ - ۰/۲ (۴)

من حل می‌کنم!

۴. اگر در واکنش تجزیه‌ی  $4/5$  مول گاز  $NO_2$  مطابق واکنش زیر، بر اثر گرما، پس از ۱۰ ثانیه ۱۳۸ 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 می‌کشد تا  $4/5$  مول از این گاز تجزیه شود؟ ( $N=14, O=16 : g.mol^{-1}$ )



حل:

توجه کنید که: در مورد واکنش دهنده‌ی  $NO_2$ ، مقدار اولیه‌ی آن ( $4/5 \text{ mol}$ ) و مقدار باقیمانده‌ی آن (۱۳۸ گرم) را در اختیار داریم. پس مقدار مصرفی آن قابل محاسبه است و از آنجا سرعت  $NO_2$  و سپس با استفاده از ضرایب استوکیومتری، به خواسته‌ی سوال یعنی سرعت اکسیژن می‌رسیم:

مقدار باقیمانده - مقدار اولیه = مقدار مصرفی

$$\text{مقدار مصرفی} = 4/5 - \left(\frac{138 \text{ gr}}{46}\right) = 4/5 \text{ mol} - 3 \text{ mol} = 1/5 \text{ mol}$$

$$R_{NO_2} = \frac{1/5 \text{ mol}}{10 \text{ s}} = 0/15$$

چون ضریب استوکیومتری اکسیژن، نصف ضریب استوکیومتری  $NO_2$  است، پس سرعت تولید اکسیژن نیز نصف سرعت مصرف  $NO_2$  می‌باشد:

$$R_{O_2} = 0/075 \frac{\text{mol}}{\text{s}}$$

بنابراین جواب یا ۲ هست و یا ۳. به قسمت دوم سوال بپردازیم.

سوال گفته: چند ثانیه طول می‌کشد تا  $4/5$  مول از این گاز تجزیه شود (منظور  $NO_2$ )؟

$$R_{NO_2} = \frac{\Delta n}{\Delta t} \Rightarrow 0/15 \frac{\text{mol}}{\text{s}} = \frac{4/5 \text{ mol}}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 30 \text{ s}$$

۵. اگر  $8/34$  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؟ ( $P=31, Cl=35/5 : g.mol^{-1}$ ) (سراسری ریاضی ۸۷)

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

حل: ابتدا نوشتن معادله (این معادله را در بخش تعادل می‌بینید) و موازنه:



توجه کنید که: از  $8/34$  گرم  $PCl_5$  موجود، ۲۵ درصد آن تجزیه (مصرف) شده است. با تقسیم جرم بر جرم مولی، به مول مصرفی  $PCl_5$  می‌رسیم. با تقسیم مول مصرفی  $PCl_5$  به زمان، به سرعت  $PCl_5$  می‌رسیم. همه‌ی این توضیحات را به زبان ریاضی ببینید:

$$R_{PCl_5} = \frac{\left(\frac{25}{100} \times 8/34 \text{ gr}\right) / 208/5}{\frac{20 \text{ s}}{60}} = 0/03 \frac{\text{mol}}{\text{min}}$$

چون ضرایب  $Cl_2$  و  $PCl_5$  در معادله با هم برابر است، پس سرعت تشکیل گاز کلر با سرعت مصرف  $PCl_5$  برابر است.

توجه کنید که: چون سوال سرعت تشکیل گاز کلر را برحسب مول بر دقیقه خواسته بود، ما هم سرعت مصرف  $PCl_5$  را برحسب مول بر دقیقه به دست آوردیم.



۶. اگر در واکنش :  $8\text{HNO}_3(\text{aq}) + 3\text{Cu}(\text{s}) \rightarrow 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + 2\text{NO}(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ، پس از ۱۰ ثانیه، مقدار  $5/04$  گرم نیتریک اسید مصرف شود، سرعت متوسط تشکیل مس (II) نیترات، چند مول بر دقیقه است؟ ( $H=1, N=14, O=16; \text{g.mol}^{-1}$ )

(۱)  $0/18$  (۲)  $0/48$  (۳)  $1/18$  (۴)  $1/48$

۷. باتوجه به واکنش :  $2\text{HNO}_3(\text{aq}) + 3\text{P}_4(\text{s}) + x\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 12\text{H}_3\text{PO}_4(\text{aq}) + 2\text{NO}(\text{g})$ ، پس از موازنه، ضریب مولی آب برابر ..... و سرعت متوسط تولید  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ، ..... برابر سرعت متوسط مصرف  $\text{H}_2\text{O}$  است. (سراسری تجربی ۸۹)

(۱)  $1/2 - 8$  (۲)  $1/5 - 8$  (۳)  $2 - 12$  (۴)  $1 - 12$

۸. سرعت تشکیل C در واکنش :  $2\text{A} + \text{B} \rightarrow 2\text{C} + 3\text{D}$ ، برابر  $1 \text{ mol.s}^{-1}$  است. سرعت کلی واکنش و سرعت تشکیل D، سرعت مصرف A و B به ترتیب، برابر چند  $\text{mol.s}^{-1}$  است؟ (سراسری ریاضی ۹۱)

(۱)  $2, 1, 0/5$  (۲)  $2, 1, 1/5$  (۳)  $0/5, 1, 0/5$  (۴)  $0/5, 1, 1/5$

۹. در صورتی که سرعت تشکیل  $\text{NO}(\text{g})$  در واکنش :  $2\text{NOBr}(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}(\text{g}) + \text{Br}_2(\text{g})$  برابر  $10^{-4} \text{ mol.s}^{-1}$  باشد، سرعت واکنش و سرعت تولید  $\text{Br}_2(\text{g})$  برحسب  $\text{mol.s}^{-1}$  به ترتیب از راست به چپ کدام اند؟ (سراسری ریاضی ۹۲)

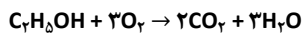
(۱)  $8 \times 10^{-5}, 1/6 \times 10^{-4}$  (۲)  $8 \times 10^{-5}, 8 \times 10^{-5}$  (۳)  $1/6 \times 10^{-4}, 1/6 \times 10^{-4}$  (۴)  $8 \times 10^{-5}, 1/6 \times 10^{-4}$

من حل می کنم!

۱۰. 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؟

(۱)  $0/25$  (۲)  $0/32$  (۳)  $0/42$  (۴)  $0/45$

حل: ابتدا نوشتن معادله ی سوختن اتانول ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) و موازنه ی آن:



با استفاده از اطلاعات مربوط به  $\text{CO}_2$  سرعت آن را تعیین و سپس از طریق ضرایب استوکیومتری به سرعت  $\text{O}_2$  می رسیم.

⚠ فقط توجه کنید که: سوال، لیتر تولیدی  $\text{CO}_2$  را به ما داده است. چون شرایط، STP است، با تقسیم لیتر به عدد  $22/4$  به مول می رسیم.

$$R_{\text{CO}_2} = \frac{5/6 \text{ L} / 22/4}{\frac{50 \text{ s}}{60}} = \frac{1}{5} = \frac{6 \text{ mol}}{20 \text{ min}}$$

حال:

$$\frac{R_{\text{O}_2}}{R_{\text{CO}_2}} = \frac{3}{2} \Rightarrow R_{\text{O}_2} = \frac{3}{2} R_{\text{CO}_2} \Rightarrow R_{\text{O}_2} = \frac{3}{2} \times \frac{6}{20} = \frac{9}{20} = 0/45 \frac{\text{mol}}{\text{min}}$$

۱۱. واکنش تجزیه ی  $2\text{A}(\text{aq}) \rightarrow \text{B}(\text{s}) + 3\text{C}(\text{g})$ ، در دمای  $0^\circ\text{C}$  و فشار  $1 \text{ atm}$  مورد بررسی قرار گرفته است. اگر در مدت  $10$  دقیقه،  $0/4$  مول از ماده ی A تجزیه شود، سرعت متوسط تولید گاز C برحسب میلی لیتر بر ثانیه در شرایط STP کدام است؟

(۱)  $14/9$  (۲)  $22/4$  (۳)  $149$  (۴)  $224$

حل: با داشتن مول مصرفی (تجزیه شده) ماده ی A و زمان، سرعت مصرف آن را تعیین و سپس از طریق ضرایب، سرعت تولید C را تعیین می کنیم:

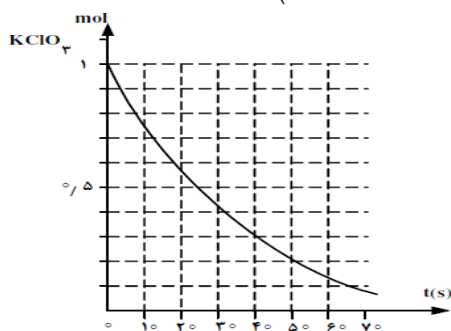
$$R_{\text{A}} = \frac{0/4 \text{ mol}}{10 \text{ min}} = 0/04$$

$$R_{\text{C}} = \frac{3}{2} R_{\text{A}} \Rightarrow R_{\text{O}_2} = \frac{3}{2} \times \frac{4}{100} = \frac{6 \text{ mol}}{100 \text{ min}}$$

⚠ توجه کنید که: سوال، سرعت تولید C را برحسب میلی لیتر بر ثانیه خواسته. از طریق ضرایب تبدیل، mol را به mL (شرایط STP است) و min را به s تبدیل می کنیم:

$$\frac{6 \text{ mol}}{100 \text{ min}} \times \frac{22400 \text{ mL}}{1 \text{ mol}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 22/4 \frac{\text{mL}}{\text{s}}$$

۱۲. باتوجه به نمودار روبه رو، به تقریب چند ثانیه زمان لازم است تا ۱۵ لیتر گاز  $O_2$  از تجزیه ی پتاسیم کلرات در گرما، در مجاورت  $MnO_2$  به دست آید؟ چگالی گاز  $O_2$  در شرایط آزمایش، برابر  $1.43 \text{ g.L}^{-1}$  و  $16 \text{ g.mol}^{-1}$  است) (سراسری تجربی ۹۲)



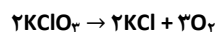
۴۵ (۱)

۲۰ (۲)

۲۵ (۳)

۱۰ (۴)

**حل:** ابتدا نوشتن معادله ی واکنش و موازنه:



⚠ توجه کنید که: سوال به ما حجم و چگالی  $O_2$  را داده و می دانیم حاصلضرب حجم در چگالی یعنی جرم. پس جرم  $O_2$  را داریم:

$$\text{جرم اکسیژن} = 15 \text{ L} \times \frac{1.43 \text{ g}}{1 \text{ L}} = 21.45 \text{ g}$$

سوال پرسیده: با توجه به نمودار، چند ثانیه زمان برای تولید ۱۲ گرم اکسیژن لازم است؟ اما نمودار، نمودار مصرف پتاسیم کلرات برحسب زمان است. پس باید به کمک استوکیومتری، از گرم اکسیژن تولیدی، مول مصرفی پتاسیم کلرات را تعیین کنیم:

$$\frac{\text{mol } KClO_3}{2} = \frac{\text{gr } O_2}{3 \times 32} \Rightarrow \frac{x}{2} = \frac{12}{3 \times 32} \Rightarrow x = \frac{1}{4} = 0.25 \text{ mol}$$

حال باید با توجه به نمودار ببینیم چقدر زمان لازم است تا ۰.۲۵ مول پتاسیم کلرات مصرف شود؟ شما بگویید!

بله، ۱۰ ثانیه. نمودار را ببینید؛ در لحظه ی شروع ۱ مول پتاسیم کلرات داریم. حالا باید ببینیم چقدر زمان نیاز است تا ۰.۲۵ مول پتاسیم کلرات مصرف شود. یعنی چقدر زمان نیاز است تا پتاسیم کلرات به ۰.۷۵ مول برسد؟ که پاسخ هست: ۱۰ ثانیه.

در مورد واکنش های فاز محلول (aq) یا گاز (g) می توان به جای تغییر تعداد مول ها از تغییر غلظت مولی ( $\Delta M$ ) استفاده کرد:



$$R_A = - \frac{\Delta[A]}{\Delta t}$$

$$R_B = + \frac{\Delta[B]}{\Delta t}$$

$$\text{یکای سرعت: } \frac{\text{mol}}{\text{L.s}}, \frac{\text{mol}}{\text{L.min}}, \dots$$

⚡ سرعت مصرف یا تولید مواد جامد (s) یا مایع خالص (l) را نمی توان برحسب تغییرات غلظت آن ها بیان کرد. (زیرا غلظت مواد جامد و مایع همواره عددی ثابت است)

⚡ منحنی غلظت مواد جامد و مایع به صورت یک خط صاف و افقی است.

⚡ از شیمی ۳ به یاد داریم که:  $M = \frac{n}{V}$ ؛ پس:

$$R = \frac{\Delta M}{\Delta t}$$

$$M = \frac{n}{V}$$

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

من حل می کنم!

۱۳. اگر در واکنش:  $2KClO_3(s) \xrightarrow{\Delta} 2KCl(s) + 3O_2(g)$  که در یک ظرف ۱۰ لیتری سر بسته انجام می گیرد، سرعت متوسط تولید گاز اکسیژن برابر  $1.5 \text{ mol.L}^{-1}\text{s}^{-1}$  باشد، چند دقیقه طول می کشد تا ۳۶۷/۵ گرم پتاسیم کلرات به طور کامل تجزیه شود؟ (سراسری ریاضی ۸۹) ( $O=16, Cl=35.5, K=39; \text{g.mol}^{-1}$ )

۸ (۴)

۴ (۳)

۵ (۲)

۱۰ (۱)

حل :

توجه کنید که : سرعت تولید  $O_2$  را داریم  $(\frac{mol}{L.s})$  پس می توانیم سرعت مصرف پتاسیم کلرات را از طریق ضرایب به دست آوریم.  
 $(R_{KClO_3} = \frac{2}{3} R_{O_2} \Rightarrow R_{KClO_3} = \frac{2}{3} \times \frac{15}{10000} = 0/001 \frac{mol}{L.s})$  حال با داشتن سرعت پتاسیم کلرات، مول مصرفی پتاسیم کلرات  
 $(\frac{367/5 gr}{122/5} = 3 mol)$  و حجم  $(1+L)$ ، زمان را تعیین می کنیم :

$$R = \frac{\Delta n}{\Delta t} \Rightarrow 0/001 \frac{mol}{L.s} = \frac{3 mol}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 300.s = 5 min$$



۱۴. اگر یون هیپوبرومیت در محلول  $2/5 mol.L^{-1}$  خود، مطابق واکنش :  $3BrO^-(aq) \rightarrow BrO_3^-(aq) + 2Br^-(aq)$  تجزیه شود و ۹۰ ثانیه پس از آغاز واکنش، غلظت این یون در محلول به  $1/96$  مول بر لیتر کاهش یابد، سرعت متوسط تشکیل یون برومات برابر چند  $mol.L^{-1}.min^{-1}$  است؟ (سراسری تجربی ۸۷)

- (۱) ۰/۱۶ (۲) ۰/۳۴ (۳) ۰/۱۲ (۴) ۰/۳۲

۱۵. با توجه به واکنش گازی :  $SO_2Cl_2(g) \rightarrow SO_2(g) + Cl_2(g)$ ، که در یک ظرف سربسته ی ۲ لیتری در دمای ثابت با سرعت متوسط  $2 \times 10^{-6} mol.L^{-1}.s^{-1}$  برحسب مصرف  $SO_2Cl_2$  انجام می گیرد، پس از ۱۰ دقیقه، چند مول گاز  $SO_2$  آزاد می شود؟

- (۱)  $2/4 \times 10^{-4}$  (۲)  $2/4 \times 10^{-3}$  (۳)  $2/6 \times 10^{-3}$  (۴)  $2/6 \times 10^{-4}$

۱۶. اگر در واکنش :  $4HCl(g) + O_2(g) \rightarrow 2Cl_2(g) + 2H_2O(g)$  که در دمای معین در یک ظرف سربسته ی ۵ لیتری انجام می شود، پس از گذشت ۲ دقیقه و ۲۴ ثانیه، مقدار  $3/6$  مول گاز  $O_2$  مصرف شود، سرعت متوسط تولید گاز کلر، برحسب  $mol.L^{-1}.s^{-1}$  کدام است؟ (سراسری ریاضی ۹۰ خارج)

- (۱) ۰/۰۱ (۲) ۰/۱ (۳) ۰/۰۲ (۴) ۰/۲

در یک واکنش شیمیایی و در یک بازه ی زمانی معین، نسبت  $\Delta n$  ها (تغییر مول ها) و یا  $\Delta M$  ها (تغییر غلظت ها) برابر نسبت ضرایب استوکیومتری است:  
 $aA \rightarrow bB$  :

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

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

منحنی غلظت - زمان برای فرآورده ها صعودی است. (زیرا با گذشت زمان، فرآورده ها در حال تولید شدن و زیاد شدن هستند)  
 منحنی غلظت - زمان برای واکنش دهنده ها نزولی است. (زیرا با گذشت زمان، واکنش دهنده ها در حال مصرف شدن و کم شدن هستند)

بیشتر واکنش ها در آغاز یعنی هنگامی که غلظت واکنش دهنده ها زیاد است، سریع هستند ولی با گذشت زمان و با مصرف واکنش دهنده ها سرعت آن ها رفته رفته کاهش می یابد.

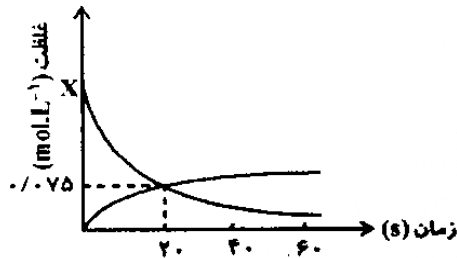
با گذشت زمان، هم سرعت مصرف واکنش دهنده ها و هم سرعت تولید فرآورده ها کاهش می یابد.

شمار اندکی از واکنش های شیمیایی همواره با سرعت ثابتی پیشرفت می کنند. (واکنش های مرتبه ی صفر)  
 \* در واکنش های مرتبه ی صفر، سرعت واکنش مستقل از غلظت واکنش دهنده است.

شیب خط مماس بر منحنی غلظت در هر لحظه، سرعت واکنش را در آن لحظه نشان می دهد.  
 در یک واکنش شیمیایی، هر چه ضریب استوکیومتری ماده ای بزرگتر باشد، شیب نمودار غلظت - زمان برای آن بیشتر است.

من حل می کنم!

۱۷. نمودار زیر غلظت دو ماده را در واکنش گازی:  $2A \rightarrow 2B + C$  برحسب زمان نشان می دهد. کدام گزینه به ترتیب مقدار X در نمودار و هم چنین سرعت واکنش را از آغاز تا ثانیه ی بیستم به درستی نشان می دهد؟



- (۱)  $0.245$  و  $3/75 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$   
 (۲)  $0.225$  و  $0.45 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$   
 (۳)  $0.245$  و  $8/5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$   
 (۴)  $0.225$  و  $0.225 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

حل:

توجه کنید که: ابتدا باید مشخص کنیم این دو نمودار، مربوط به کدام دو ماده است. نموداری که با گذشت زمان، غلظت آن رو به کاهش است، مربوط به یک واکنش دهنده یعنی A است. و نموداری که با گذشت زمان، غلظت آن رو به افزایش است، مربوط به یک فرآورده است. اما کدام فرآورده؟ B یا C؟

چون شیب نمودار مورد بررسی، از شیب نمودار A کمتر است. پس این نمودار مربوط به ماده ای است که ضریب آن از ضریب A کمتر است. یعنی C:

ابتدا به حل قسمت دوم سوال می پردازیم؛ یعنی سرعت واکنش از آغاز تا ثانیه ی بیستم. برای تعیین سرعت واکنش کافی است سرعت یک ماده به ضریب استوکیومتری آن ماده تقسیم شود. با تقسیم تغییر غلظت ماده ی C بر این بازه ی زمانی، سرعت ماده ی C به راحتی قابل محاسبه است و از آنجا که ضریب ماده ی C برابر ۱ می باشد، با سرعت واکنش برابر خواهد بود.

$$R_{\text{واکنش}} = R_C = \frac{\Delta[C]}{\Delta t} = \frac{0/075}{20} = 3/75 \times 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{s}}$$

آیا موافقت همین جا گزینه ی ۱ را به عنوان تنها جواب انتخاب کنیم؟ کسانی که موافقت درست بلند کنند!

توجه کنید که: درسته که جواب ما در گزینه ی ۱ هست. اما دقت کنید در گزینه های ۲ و ۴، مقدار سرعت برحسب  $\frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{min}}$  بیان شده اند. پس ممکنه اون ها هم جواب باشند. پس مقدار سرعت واکنش را برحسب  $\frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{min}}$  نیز تعیین می کنیم:

$$R_{\text{واکنش}} = 3/75 \times 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{s}} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 0/225 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{min}}$$

پس، گزینه ۴ هم می تواند جواب باشد.

بپردازیم به قسمت اول سوال: سوال از ما غلظت ماده ی A را در لحظه ی شروع می خواهد. می تواین از این نکته استفاده کنیم: در یک بازه ی زمانی، نسبت تغییر غلظت دو ماده برابر نسبت ضرایب آن دو ماده است. پس:

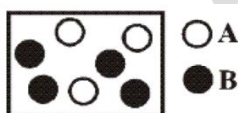
$$\frac{\Delta[A]}{\Delta[C]} = \frac{2}{1} \Rightarrow \frac{\Delta[A]}{0/075} = \frac{2}{1} \Rightarrow \Delta[A] = 0/15$$

تحلیل کنیم: واکنش دهنده ی A در شروع به غلظتی داشته (نمی دونیم! X)،  $+1/5$  تغییر غلظت داشته (مسلماً کم شده) و در ثانیه ی ۲۰ رسیده به  $+0/75$  (با توجه به نمودار). پس:

$$X - 0/15 = +0/75 \Rightarrow X = 0/225 \text{ M}$$

پس جواب گزینه ۴ خواهد بود.

۱۸. شکل زیر مربوط به لحظه ی معینی از واکنش:  $A(g) \rightarrow B(g)$  است. اگر این واکنش با ۱/۰ مول A شروع شده باشد و سرعت متوسط تولید B، تا این لحظه  $2 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  باشد، این شکل پس از گذشت چند دقیقه از شروع واکنش اتفاق افتاده است و سرعت واکنش کلی چند  $\text{mol} \cdot \text{s}^{-1}$  است؟ (هر گلوله هم ارز ۰/۰۲ مول است و حجم ظرف ۴ لیتر است و واکنش موازنه نشده است)



- (۲) ۱۰ دقیقه،  $1/33 \times 10^{-4}$   
 (۴) ۱۰ دقیقه،  $6/66 \times 10^{-5}$

- (۱) ۲۰ دقیقه،  $2/67 \times 10^{-4}$   
 (۳) ۲۰ دقیقه،  $3/33 \times 10^{-4}$

حل:

قسمت اول سوال: B، یک فرآورده است؛ یعنی در لحظه ی شروع، مقدار آن صفر است. و با توجه به شکل، مقدار آن به  $4 \times 0/2$  یعنی  $0/8$  مول رسیده است. حال با در اختیار داشتن سرعت B، تغییرات مول آن و حجم، به محاسبه ی خواسته ی سوال یعنی  $\Delta t$  می پردازیم:

$$R = \frac{\Delta n}{\Delta t} \Rightarrow 0/02 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{min}} = \frac{0/8 \text{ mol}}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 10 \text{ min}$$

پاسخ، یا گزینه ی ۲ است و یا گزینه ی ۴.

قسمت دوم سوال؛ یعنی سرعت واکنش کلی. برای تعیین سرعت واکنش کلی، کافی است سرعت یکی از مواد را به ضریب استوکیومتری ایش تقسیم کنیم. با توجه به اینکه واکنش موازنه نشده است و ضرایب نامشخص، ابتدا باید واکنش را موازنه کنیم.

برای تعیین ضرایب می توانیم از این نکته استفاده کنیم: در یک بازه ی زمانی مشخص، نسبت تغییر مول های دو ماده برابر نسبت ضرایب آن دو ماده است. پس:



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

تغییر مول A: خود سوال گفته در لحظه ی شروع، ۰/۱ مول A داشته ایم. با توجه به شکل، مقدار A به  $0.6 = 0.2 + 0.4$  رسیده است. پس  $\Delta n_A$  برابر ۰/۴ است.

تغییر مول B: توضیح دادیم که B در لحظه ی شروع، صفر و پس از گذشت زمان، به  $0.8 = 0.2 + 0.6$  رسیده است. پس  $\Delta n_B$  برابر ۰/۸ است.

$$\Rightarrow \frac{0/04}{0/08} = \frac{a}{b} \Rightarrow \frac{a}{b} = \frac{1}{2} \Rightarrow a = 1, b = 2 \xrightarrow{\text{معادله ی واکنش}} A \rightarrow 2B$$

حال:

$$R_{\text{واکنش}} = \frac{R_C}{2} = \frac{0/002}{2} = 0/001 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{min}}$$

پرا جواب در گزینه ها نیست!

توجه کنید که: سوال سرعت واکنش را برحسب  $\frac{\text{mol}}{\text{s}}$  خواسته. پس با اعمال ضرایب تبدیل به این خواسته ی سوال می رسیم:

$$R_{\text{واکنش}} = 0/001 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{min}} \times 4\text{L} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 6/66 \times 10^{-5} \frac{\text{mol}}{\text{s}}$$

پاسخ، گزینه ی ۴.



۱۹. با توجه به جدول زیر که مربوط به واکنش  $A(g) \rightarrow 2B(g)$  می باشد، از ۶ عبارت ذکر شده چند مورد نادرست است؟

سرعت متوسط تولید B	تغییر غلظت B	سرعت متوسط مصرف A	تغییر غلظت A	گستره ی زمانی ۲ دقیقه
$y_1$	$b_1$	$x_1$	$a_1$	از آغاز تا دقیقه ی ۲۰
$y_2$	$b_2$	$x_2$	$a_2$	از دقیقه ی ۲۰ تا دقیقه ی ۴۰

$$x_1 < 0 \quad (A)$$

$$b_1 > b_2 \quad (B)$$

$$x_1 > x_2 \quad (P)$$

$$y_2 = 2x_2 \quad (T)$$

$$a_2 < 0 \quad (S)$$

$$x_1 = y_1 \quad (J)$$

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۲۰. در واکنش  $nA(g) \rightarrow 2B(g)$ ، اگر  $-\frac{\Delta[A]}{\Delta t}$  در فاصله ی زمانی ۱۰ تا ۲۰ ثانیه برابر  $0.04 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  باشد، مقدار عددی عبارت  $\frac{\Delta[B]}{\Delta t}$  در این فاصله ی زمانی برابر است با:

$$0.06 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \quad (۴)$$

$$0.04 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \quad (۳)$$

$$0.08 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \quad (۲)$$

$$0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \quad (۱)$$

۲۱. در واکنش:  $Al_2O_3(s) + HF(aq) + NaOH(aq) \rightarrow Na_2AlF_6(s) + H_2O(l)$ ، اگر سرعت واکنش برابر  $0.08 \text{ mol} \cdot \text{s}^{-1}$  باشد، سرعت متوسط تولید یا مصرف کدام ماده برابر  $0.16 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$  است؟

$$NaOH \quad (۴)$$

$$Al_2O_3 \quad (۳)$$

$$HF \quad (۲)$$

$$H_2O \quad (۱)$$

۲۲. اگر واکنش تجزیه ی پتاسیم نیترات در دمای بالاتر از  $50^\circ\text{C}$  در یک ظرف ۴ لیتری انجام شود و سرعت تولید  $N_2$  برابر  $x$  مول بر ثانیه باشد، سرعت تولید گاز اکسیژن برابر چند  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  است؟

$$20x \quad (۴)$$

$$37/5x \quad (۳)$$

$$600x \quad (۲)$$

$$\frac{5}{8}x \quad (۱)$$

۲۳. اگر سرعت تجزیه ی پتاسیم نیترات در دمای بالاتر از  $50^\circ\text{C}$ ،  $4 \times 10^{-3}$  مول بر ثانیه باشد، در مدت ۱۰ ثانیه حجم گاز تولید شده در شرایط STP چند لیتر است؟

$$1/568 \quad (۴)$$

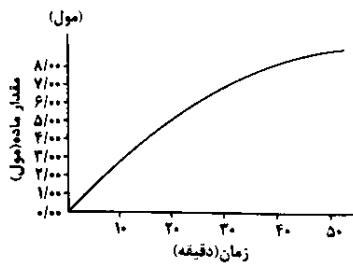
$$15/68 \quad (۳)$$

$$4/48 \quad (۲)$$

$$0/448 \quad (۱)$$

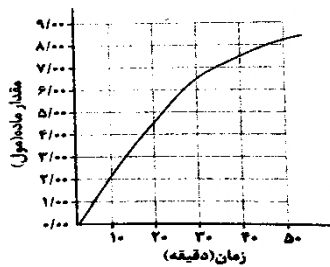


۲۴. باتوجه به نمودار روبه رو، که تغییرات مقدار B را در واکنش فرضی:  $A \rightarrow B$ ، نسبت به زمان در شرایط آزمایش نشان می دهد، سرعت متوسط مصرف ماده ی A در فاصله ی زمانی بین ۲۰ تا ۴۰ دقیقه، برحسب مول بر دقیقه، به کدام عدد نزدیکتر است؟ (تجربی ۸۶)



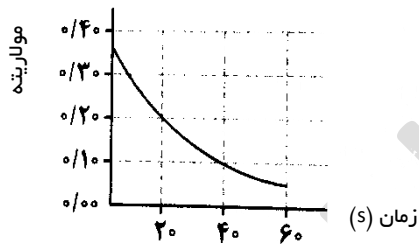
- (۱) ۰/۱۵  
(۲) ۰/۲۰  
(۳) ۰/۲۵  
(۴) ۰/۳۰

۲۵. با توجه به نمودار زیر که تغییرات ماده ی B را در واکنش فرضی  $A \rightarrow B$  نسبت به زمان در شرایط آزمایش نشان می دهد، نسبت سرعت متوسط تشکیل ماده ی B در فاصله ی زمانی ۲۰ دقیقه تا ۳۰ دقیقه، به سرعت متوسط تشکیل آن در فاصله ی زمانی ۳۰ دقیقه تا ۴۰ دقیقه، کدام عدد است؟



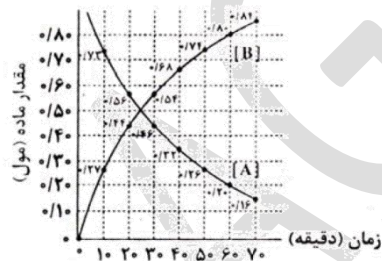
- (۱) ۱/۵  
(۲) ۲  
(۳) ۲/۵  
(۴) ۳

۲۶. نمودار تغییرات غلظت نسبت به زمان در یک واکنش به صورت زیر است. سرعت متوسط این واکنش برحسب مول بر دقیقه، در زمان مشخص شده، برحسب  $\text{mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$  به کدام عدد نزدیکتر است؟



- (۱) ۰/۲۲  
(۲) ۰/۲۹  
(۳) ۰/۳۵  
(۴) ۰/۳۷

۲۷. با توجه به نمودار روبه رو، سرعت متوسط واکنش:  $A \rightarrow B$  در ۱۰ دقیقه ی اول، چند برابر سرعت متوسط آن در در فاصله ی زمانی ۵۰ تا ۶۰ دقیقه است؟ (ریاضی ۹۰ خارج)



- (۱) ۱  
(۲) ۳  
(۳) ۴/۵  
(۴) ۱۰

۲۸. با بررسی داده های جدول زیر که تغییرات غلظت  $\text{N}_2\text{O}_5$  را در واکنش:  $2\text{N}_2\text{O}_5 \rightarrow 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$ ، نشان می دهد، کدام نتیجه گیری درست است؟ (ریاضی ۸۵)

زمان (s)	۰	۱۰۰	۲۰۰	۳۰۰	۴۰۰
$[\text{N}_2\text{O}_5] (\text{mol.L}^{-1})$	۰/۰۲۰	۰/۰۱۷	۰/۰۱۴	۰/۰۱۲	۰/۰۱۰

(۱) مقدار  $\text{NO}_2$  تشکیل شده در گستره ی زمانی این پنج آزمایش، برابر با  $10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$  است.

(۲) با گذشت زمان، سرعت متوسط تشکیل  $\text{NO}_2$  افزایش می یابد.

(۳) سرعت متوسط تشکیل  $\text{O}_2$  در گستره ی زمانی این پنج آزمایش، برابر با  $10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$  است.

(۴) سرعت متوسط تشکیل  $\text{O}_2$  در گستره ی زمانی دو آزمایش اول، در مقایسه با فاصله ی زمانی سه آزمایش بعدی کمتر است.

۲۹. جدول زیر غلظت مولی مواد در زمان های مختلف پس از شروع واکنش، در یک واکنش فرضی را نشان می دهد، x و y به ترتیب کدام اند؟

زمان (s)	۰	۱۰	۲۰	۳۰
غلظت (mol.L <sup>-1</sup> )				
A	۰/۹	۰/۶	X	۰/۳
B	۰	۰/۶	۱	Y

۱) ۱/۴ ، ۰/۴۵

۲) ۱/۴ ، ۰/۴

۳) ۱/۲ ، ۰/۴

۴) ۱/۲ ، ۰/۴۵

۳۰. اگر سرعت واکنش تجزیه ی N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(g) در یک ظرف ۰/۵ لیتری برابر ۲M.min<sup>-1</sup> باشد، چند ثانیه لازم است تا ۲۱/۶ گرم N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(g) تجزیه شود؟

(N=۱۴ , O=۱۶ : g.mol<sup>-1</sup>)

۱۲ (۴)

۶ (۳)

۴ (۲)

۳ (۱)

۳۱. ۲۴/۵ گرم KClO<sub>3</sub> را در یک ظرف ۵ لیتری تجزیه می کنیم. پس از ۱۰ دقیقه ۵٪ آن تجزیه می شود. سرعت متوسط تولید O<sub>2</sub> برحسب mol.L<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> کدام است؟ (O=۱۶ , Cl=۳۵/۵ , K=۳۹ : g.mol<sup>-1</sup>)

۰/۰۳ (۴)

۰/۰۱۵ (۳)

۳×۱۰<sup>-۳</sup> (۲)

۱/۵×۱۰<sup>-۳</sup> (۱)

۳۲. سرعت متوسط واکنش A(s)→B(g)+۲C(g) برابر ۱mol.L<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> است. اگر واکنش در یک ظرف ۳ لیتری در حال انجام باشد، پس از چند ثانیه، ۴ مول C(g) حاصل می گردد؟

۱۳۳۰ (۴)

۱۶۶۰ (۳)

۶۰۰۰ (۲)

۴۰۰۰ (۱)

۳۳. اگر سرعت واکنش حل شدن آلومینیوم در محلول ۰/۵ مولار سولفوریک اسید برابر ۰/۰۰۲mol.min<sup>-1</sup> باشد، چند دقیقه طول می کشد تا غلظت اسید به ۰/۲ مولار برسد؟ (حجم محلول اسید را ۲۰۰mL فرض کنید)

۲۰ (۴)

۱۲ (۳)

۱۰ (۲)

۴ (۱)

۳۴. یک ظرف ۲ لیتری را با ۱۰/۸ گرم N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> پر کرده ایم تا واکنش : ۲N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(g)→۴NO<sub>2</sub>(g)+O<sub>2</sub>(g) انجام شود. اگر سرعت واکنش برابر ۰/۰۲mol.L<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> باشد، پس از ۳۰ ثانیه چند درصد از N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> تجزیه شده است؟ (N=۱۴ , O=۱۶ : g.mol<sup>-1</sup>)

۸۰٪ (۴)

۴۰٪ (۳)

۲۰٪ (۲)

۱۰٪ (۱)

۳۵. در واکنشی A به B تبدیل می شود. اگر واکنش ۲ مول A آغاز شود، پس از ۵ دقیقه مقدار B و A هر کدام برابر ۱/۲ مول خواهد بود. سرعت متوسط واکنش برحسب مول بر دقیقه کدام است؟

۰/۱۲ (۴)

۰/۲۴ (۳)

۰/۰۸ (۲)

۰/۱۶ (۱)

۳۶. در واکنشی A و B واکنش دهنده و C فراورده می باشد و واکنش با A و B شروع می شود. در دقیقه ی پنجم، غلظت A و B و C هر سه ۲ مول بر لیتر است و در دقیقه ی دهم غلظت A و B و C به ترتیب ۰/۵ ، ۰/۵ و ۴/۵ مول بر لیتر خواهد بود. سرعت متوسط این واکنش در فاصله ی ۵ تا ۱۰ دقیقه و غلظت اولیه ی A به ترتیب کدام اند؟

۴/۸ - ۰/۲ (۴)

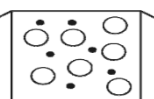
۲ - ۰/۱ (۳)

۳ - ۰/۲ (۲)

۲/۸ - ۰/۱ (۱)

۳۷. با توجه به تصویر روبه رو، در صورتی که سرعت متوسط تولید B برابر ۰/۰۶ مول بر ثانیه باشد و واکنش با یک مول A شروع شود، نسبت ضریب استوکیومتری A به B کدام است و این شکل ثانیه ی چندم واکنش را نشان می دهد؟ (هر گوی را هم ارز ۰/۱ مول در نظر

بگیرید)



۱۰ ، ۲ (۱)

۱۰ ، ۱/۲ (۲)

۱۰۰ ، ۱/۲ (۳)

۱۰۰ ، ۲ (۴)

۳۸. فرض کنید سرعت متوسط تجزیه ی ماده ی X در واکنش X→۲Y+Z برابر ۰/۰۴ مولار بر ثانیه باشد، اگر در ابتدا ۵ مول X را در ظرفی بریزیم و پس از گذشت ۵ ثانیه غلظت آن به ۰/۵ مول بر لیتر برسد، حجم ظرف واکنش چند لیتر بوده است؟

۱/۵ (۴)

۱ (۳)

۲ (۲)

۰/۵ (۱)

۳۹. ۱۴ گرم هیدروژن و ۹۶ گرم اکسیژن را به وسیله ی یک جرعه با هم واکنش می دهیم. اگر پس از مدت ۳۰ ثانیه واکنش به پایان برسد، سرعت متوسط تشکیل آب چند مول بر دقیقه است؟ ( $H=1, O=16 : g.mol^{-1}$ )

۶ (۱) ۳ (۲) ۱۲ (۳) ۷ (۴)

۴۰. ۴۴/۸ لیتر گاز اکسیژن را با ۴ گرم گاز هیدروژن در شرایط STP واکنش می دهیم. اگر سرعت متوسط واکنش ۱/۰ مول بر ثانیه باشد، پس از چند ثانیه، واکنش متوقف می شود؟ ( $H=1 g.mol^{-1}$ )

۵ (۱) ۲۰ (۲) ۱۰ (۳) ۳۰ (۴)

۴۱. رابطه ی  $-\frac{\Delta n_A}{\Delta t} = \frac{2\Delta n_B}{\Delta t} = \frac{\Delta n_C}{3\Delta t}$  مربوط به یک واکنش است. کدام گزینه می تواند معادله ی واکنش مربوط به این رابطه باشد؟

۳C+۲B→A (۴) ۲A→B+۳C (۳) ۶C+B→۲A (۲) A→۲B+۳C (۱)

۴۲. ۰/۴ مول گاز  $N_2O_5(g)$  در ظرفی شروع به تجزیه شدن می کند. پس از گذشت ۵ دقیقه، تعداد مول گازهای موجود در ظرف واکنش به ۰/۷ می رسد. سرعت واکنش برحسب  $mol.min^{-1}$  کدام است؟

۰/۰۱ (۱) ۰/۰۲ (۲) ۰/۰۴ (۳) ۰/۰۸ (۴)

## پاسخنامه کلیدی

سوال	گزینه	سوال	گزینه	سوال	گزینه	سوال	گزینه
۱	۱	۲۱	۴	۱۱	۲	۳۱	۲
۲	۲	۲۲	۳	۱۲	۴	۳۲	۱
۳	۳	۲۳	۴	۱۳	۲	۳۳	۲
۴	۲	۲۴	۴	۱۴	۳	۳۴	۳
۵	۲	۲۵	۲	۱۵	۲	۳۵	۲
۶	۱	۲۶	۲	۱۶	۱	۳۶	۱
۷	۲	۲۷	۳	۱۷	۴	۳۷	۲
۸	۴	۲۸	۳	۱۸	۴	۳۸	۲
۹	۲	۲۹	۳	۱۹	۲	۳۹	۳
۱۰	۴	۳۰	۳	۲۰	۲	۴۰	۳
						۴۱	۲
						۴۲	۲

## AGHAJANI

مدرس و مولف شیمی کنکور

WEB : [www.m-aghajani.com](http://www.m-aghajani.com)

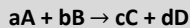
MOBILE : 0912 49 50 864

SMS : 500029606

## قانون سرعت

از مطالعه ی سرعت بسیاری از واکنش های شیمیایی آشکار شده است که همواره رابطه ای میان سرعت واکنش و غلظت واکنش دهنده ها برقرار است.

رابطه ی قانون سرعت :



$$R = k[A]^m[B]^n$$

- \* در این رابطه  $m$  و  $n$  به ترتیب مرتبه ی واکنش را نسبت به واکنش دهنده های  $A$  و  $B$  مشخص می کنند.
- \* این مقادیر که می توانند عددهایی درست یا اعشاری باشند، به طور تجربی به دست می آیند.
- \*  $k$  نیز کمیته تجربی است و ثابت سرعت واکنش گفته می شود.

⚠ یکای  $k$  (ثابت سرعت) :

$$s^{-1} \text{ مرتبه ی واکنش } - 1 \left( \frac{\text{mol}}{\text{L}} \right)$$

\* مرتبه ی واکنش : مجموع توان غلظت ها در معادله ی قانون سرعت.

۴ تا دونه سوال من حل می کنم، و بعد نوبت شما !

من حل می کنم !

۱. باتوجه به داده های جدول زیر، که به واکنش گازی :  $2A(g) + 2B(g) \rightarrow C(g) + 2D(g)$  مربوط است، مقدار  $x$  کدام است؟ (سراسری تجربی ۹۲)

سرعت واکنش ( $\text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$ )	غلظت واکنش دهنده ها در آغاز واکنش ( $\text{mol.L}^{-1}$ )		شماره آزمایش
	A	B	
$2/12 \times 10^{-2}$	۰/۱	۰/۱	۱
$4/24 \times 10^{-2}$	۰/۲	۰/۱	۲
$12/72 \times 10^{-2}$	۰/۲	۰/۳	۳
$4/24 \times 10^{-1}$	x	۰/۴	۴

حل : این یک سوال کامل است. فوب به آن توجه کنید. همه! ی تست های کنکور سراسری قانون سرعت، با همین یک سوال حل می شوند!!

ابتدا نوشتن رابطه ی قانون سرعت :  $R = k [A]^m [B]^n$

تعیین  $m$  و  $n$  :

آزمایش هایی را مقایسه کنید که غلظت یک ماده در آن ها ثابت و برون تغییر مانده.

مقایسه ی آزمایش های ۱ و ۲ : می بینیم که ← با ثابت ماندن غلظت  $B$ ، و دو برابر شدن غلظت  $A$ ، سرعت واکنش دو برابر شده است. ⇐ توان  $A$  برابر ۱ می باشد.

مقایسه ی آزمایش های ۲ و ۳ : می بینیم که ← با ثابت ماندن غلظت  $A$ ، و سه برابر شدن غلظت  $B$ ، سرعت واکنش سه برابر شده است. ⇐ توان  $B$  برابر ۱ می باشد.

پس، معادله ی سرعت به صورت  $R = k [A] [B]$  می باشد.

سوال از ما  $x$  (یعنی غلظت ماده ی  $A$  در آزمایش چهارم) را خواسته است. با در اختیار داشتن معادله ی سرعت و اطلاعات ردیف چهارم (آزمایش چهارم)، می توانیم  $x$  (غلظت  $A$ ) را تعیین کنیم. البته برای این کار باید  $k$  را نیز در اختیار داشته باشیم. می توانیم با اطلاعات یکی از آزمایش های ۱، ۲ و ۳ به مقدار  $k$  دست پیدا کنیم. مثلاً از آزمایش ۱ :

$$R = k [A] [B] \Rightarrow 2/12 \times 10^{-2} = k (0/1) (0/1) \Rightarrow k = 2/12$$

حال با در اختیار داشتن  $k$  و جای گذاری اطلاعات آزمایش چهارم در معادله ی سرعت،  $x$  را تعیین می کنیم :

$$R = k [A] [B] \Rightarrow 4/24 \times 10^{-1} = 2/12 (x) (0/4) \Rightarrow x = 0/5 \text{ M}$$

⚠ توجه کنید که : قسمت آخر سوال (یعنی تعیین  $x$ ) را می توانستیم سریع تر نیز تعیین کنیم. فقط کافی است  $R_4$  را به  $R_1$  یا  $R_2$  یا  $R_3$  تقسیم کنیم. در این صورت نیازی به تعیین  $k$  نخواهیم داشت. ببینید ! :

$$\frac{R_4}{R_1} = \frac{k [A]_4 [B]_4}{k [A]_1 [B]_1} \Rightarrow \frac{4/24 \times 10^{-1}}{2/12 \times 10^{-2}} = \frac{(x)(0/4)}{(0/1)(0/1)} \Rightarrow x = 0/5 \text{ M}$$

## من حل می کنم!

۲. با توجه به داده های جدول زیر که در بررسی واکنش گازی:  $A+B+C \rightarrow D+E$  به دست آمده است، مقدار ثابت سرعت این واکنش کدام است؟

شماره ی آزمایش	[A] (mol.L <sup>-1</sup> )	[B] (mol.L <sup>-1</sup> )	[C] (mol.L <sup>-1</sup> )	سرعت واکنش پس از گذشت مدت کوتاهی از آغاز واکنش (mol.L <sup>-1</sup> .s <sup>-1</sup> )
۱	۰/۳	۰/۰۵	۰/۰۵	$۶ \times 10^{-۵}$
۲	۰/۳	۰/۱	۰/۰۵	$۶ \times 10^{-۵}$
۳	۰/۳	۰/۱	۰/۱	$۱/۲ \times 10^{-۴}$
۴	۰/۶	۰/۰۵	۰/۲	$۴/۸ \times 10^{-۴}$

- (۱)  $۴ \times 10^{-۳} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$   
 (۲)  $۴ \times 10^{-۳} \text{ L.mol}^{-1}.\text{s}^{-1}$   
 (۳)  $۸ \times 10^{-۲} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$   
 (۴)  $۸ \times 10^{-۲} \text{ L.mol}^{-1}.\text{s}^{-1}$

حل: ابتدا نوشتن معادله ی قانون سرعت:  $R = k [A]^m [B]^n [C]^p$

تعیین m, n, p:

آزمایش هایی را مقایسه کنید که غلظت دو ماده در آن ها ثابت و بدون تغییر مانده.

مقایسه ی آزمایش های ۱ و ۲: می بینیم که با ثابت ماندن غلظت های A و C، و دو برابر شدن غلظت B، سرعت واکنش تغییری نکرده است.  $\Rightarrow$  توان B برابر ۰ می باشد. (یعنی: سرعت واکنش، مستقل از غلظت B است)

مقایسه ی آزمایش های ۲ و ۳: می بینیم که با ثابت ماندن غلظت های A و B، و دو برابر شدن غلظت C، سرعت واکنش دو برابر شده است.  $\Rightarrow$  توان C برابر ۱ می باشد.

می ماند توان A. با توجه به اینکه دیگر دو آزمایشی نداریم که غلظت دو ماده در آن ثابت و غلظت A تغییر کرده باشد، به نظر شما چه باید بکنیم؟! بیاید آزمایش های ۳ و ۴ را مقایسه کنیم: A دو برابر شده، B نصف شده (با توجه به اینکه توان B صفر است، چند برابر شدن آن تاثیری در سرعت واکنش ندارد) و C دو برابر شده (از قبل هم می دانیم که توان C برابر ۱ است). می بینیم که سرعت واکنش چهار برابر شده است. حال می توانید بگویید توان A چند بوده است؟ بله! ۱.

پس، معادله ی سرعت به صورت  $R = k [A] [C]$  یا  $R = k [A]^1 [B]^0 [C]^1$  می باشد.

سوال از ما مقدار ثابت سرعت یعنی k را خواسته. که با جای گذاری اطلاعات یکی از آزمایش ها (مثلاً آزمایش ۳) در معادله ی قانون سرعت به آن می رسیم:

$$R = k [A] [C] \Rightarrow 1/2 \times 10^{-4} = k (0/3) (0/1) \Rightarrow k = 4 \times 10^{-3}$$

پاسخ کدام گزینه است؟ ۱ یا ۲؟

بله! باید یکای k را تعیین کنیم!:

$$k \text{ یکای } = \left(\frac{\text{mol}}{\text{L}}\right)^{1-2} \text{ s}^{-1} = \left(\frac{\text{mol}}{\text{L}}\right)^{1-2} \text{ s}^{-1} = \left(\frac{\text{mol}}{\text{L}}\right)^{-1} \text{ s}^{-1} = \text{mol}^{-1} \cdot \text{L} \cdot \text{s}^{-1}$$

پس، جواب گزینه ی ۲.

⚠ توجه کنید که: با توجه به فرمول یکای k، توان mol و L حتماً با هم برابر و البته با علامت مخالف و توان s نیز حتماً ۱- (بر ثابته) می باشد.

## من حل می کنم!

لطفاً اول شما حل کنید! لطفاً!

۳. با توجه به جدول مقابل، کدام مطلب نادرست است؟ (A و B واکنش دهنده هستند)

شماره ی آزمایش	[A]	[B]	سرعت واکنش (mol.L <sup>-1</sup> .s <sup>-1</sup> )
۱	۰/۰۲	۰/۰۲	۲×۱۰ <sup>-۴</sup>
۲	۰/۰۴	۰/۰۴	۸×۱۰ <sup>-۴</sup>
۳	۰/۰۶	۰/۰۴	۱۸×۱۰ <sup>-۴</sup>

- (۱) معادله ی سرعت واکنش برابر  $R=k[A]^n$  است.  
 (۲) افزایش غلظت B تاثیری بر سرعت واکنش ندارد.  
 (۳) مقدار ثابت سرعت واکنش برابر  $۰/۵ \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$  است.  
 (۴) اگر مقدار A را چهار برابر و مقدار B را دو برابر کنیم، سرعت واکنش ۱۶ برابر می شود.

حل: فواهنش کردیم از شما!

ابتدا نوشتن رابطه ی قانون سرعت:  $R = k [A]^m [B]^n$ 

تعیین m و n:

مقایسه ی آزمایش های ۲ و ۳: می بینیم که با ثابت ماندن غلظت B، و  $\frac{6}{4}$  یا  $\frac{3}{2}$  برابر شدن غلظت A، سرعت واکنش  $\frac{18}{8}$  یا  $\frac{9}{4}$  برابر شده است. ⇒ می توان A برابر ۲ می باشد.

می ماند توان B. آزمایش های ۱ و ۲ یا ۱ و ۳ را مقایسه کنید.

مقایسه ی آزمایش های ۱ و ۲: می بینیم که با دو برابر شدن A (از قبل می دانیم توان A، ۲ است) و دو برابر شدن B، سرعت چهار برابر شده است. پس، توان B باید صفر باشد.

پس، معادله ی سرعت به صورت  $R = k [A]^2 [B]^0$  یا  $R = k [A]^2$  می باشد.

به بررسی گزینه ها بپردازیم:

با توجه به معادله ی سرعت،  $R = k [A]^2$ ، در درستی گزینه های ۱ و ۲ شک می نیست.

گزینه ی ۳: برای تعیین k کافی است اطلاعات یکی از آزمایش ها (مثلاً آزمایش ۱) را در رابطه ی قانون سرعت جای گذاری کنیم:

$$R = k [A]^2 \Rightarrow 2 \times 10^{-4} = k (0.02)^2 \Rightarrow k = 0.5$$

گزینه ی ۴: چند برابر کردن B تاثیری در سرعت واکنش ندارد. اگر مقدار A را چهار برابر کنیم، با توجه به رابطه ی سرعت واکنش،  $R = k [A]^2$ ، سرعت واکنش ۱۶ برابر می شود.

هر چهار گزینه درست اند! گزینه ی غلط نداریم! پس سوال، غلط است!  
 نه! جواب گزینه ی ۳ است! چرایی غلط بودن آن را شما بگویید!

واکنش بنیادی: واکنشی است یک مرحله ای که طی آن، فراورده از برخورد مستقیم واکنش دهنده ها به دست می آید.

\* در این گونه واکنش ها، ضریب استوکیومتری هر واکنش دهنده، مرتبه ی واکنش نسبت به آن را مشخص می کند.

مثال: واکنش تجزیه ی سولفوریل کلرید



## من حل می کنم!

۴. واکنش بنیادی  $A(g) + 2B(g) \rightarrow C(g)$  در یک دمای معین در داخل ظرفی به حجم ۱۰ لیتر در حال انجام است. اگر محتویات ظرف را به ظرفی ۲/۵ لیتری در همان دما منتقل کنیم، سرعت واکنش چند برابر می شود؟

۲۴ (۴)

۴۸ (۳)

۶۴ (۲)

۱۶ (۱)

حل: واکنش بنیادی است. پس رابطه ی قانون سرعت در آن به صورت  $R = k [A] [B]^2$  می باشد.

حجم ظرف از ۱۰ لیتر به ۲/۵ لیتر کاهش یافته (یعنی حجم  $\frac{1}{4}$  برابر شده است).

با توجه به رابطه ی  $M = \frac{n}{V}$ : با  $\frac{1}{4}$  برابر شدن حجم، غلظت ها ۴ برابر می شوند.

با توجه به رابطه ی قانون سرعت، با چهار برابر شدن غلظت ها، سرعت واکنش ۶۴ برابر می شود. یعنی گزینه ی ۲.



۵. با توجه به داده های جدول زیر، که به واکنش :  $2NO(g) + 2H_2(g) \rightarrow N_2(g) + 2H_2O(g)$  مربوط است، کدام مطلب درباره ی آن نادرست است؟ (سراسری تجربی ۸۵)

شماره آزمایش	غلظت واکنش دهنده ها در آغاز واکنش (mol.L <sup>-1</sup> )		سرعت واکنش پس از گذشت مدت کوتاهی از آغاز واکنش (mol.L <sup>-1</sup> .s <sup>-1</sup> )
	[NO(g)]	[H <sub>2</sub> (g)]	
۱	۰/۱	۰/۱	$1/23 \times 10^{-3}$
۲	۰/۱	۰/۲	$2/46 \times 10^{-3}$
۳	۰/۲	۰/۱	$4/92 \times 10^{-3}$

- این واکنش در دو مرحله انجام می گیرد.
- سرعت این واکنش، با حاصلضرب  $[H_2][NO]^2$  متناسب است.
- تغییر غلظت گاز H<sub>2</sub> در مقایسه با گاز NO، تاثیر کمتری در سرعت این واکنش دارد.
- تغییر غلظت مولی هر یک از واکنش دهنده ها، اثر یکسانی در افزایش سرعت واکنش دارد.

۶. با توجه به داده های جدول زیر، که به واکنش  $2NO(g) + 2H_2(g) \rightarrow N_2(g) + 2H_2O(g)$  مربوط است، کدام مطلب درست است؟ (تجربی ۸۵ خارج)

شماره آزمایش	غلظت واکنش دهنده ها در آغاز واکنش (mol.L <sup>-1</sup> )		سرعت واکنش پس از گذشت مدت کوتاهی از آغاز واکنش (mol.L <sup>-1</sup> .s <sup>-1</sup> )
	[NO(g)]	[H <sub>2</sub> (g)]	
۱	۰/۱	۰/۱	$1/23 \times 10^{-3}$
۲	۰/۱	۰/۲	$2/46 \times 10^{-3}$
۳	۰/۲	۰/۱	$4/92 \times 10^{-3}$

- تغییر غلظت مولی هر دو گاز، به یک اندازه در سرعت واکنش موثرند.
- سرعت این واکنش با توان دوم غلظت مولی هر دو واکنش دهنده متناسب است.
- تغییر غلظت مولی گاز NO در مقایسه با گاز H<sub>2</sub> تاثیر بیش تری بر سرعت واکنش دارد.
- سرعت این واکنش، با حاصل ضرب غلظت مولی هر یک از واکنش دهنده ها، به یک میزان متناسب است.

۷. باتوجه به داده های جدول روبه رو، که به تغییرات غلظت مواد در واکنش :  $2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$  مربوط است، کدام مطلب درست است؟ (سراسری ریاضی ۸۶)

غلظت (× ۱۰ <sup>-۲</sup> mol.L <sup>-1</sup> )										
۲۴۰	۱۲۰	۸۰	۵۰	۳۰	۲۰	۱۵	۱۰	۵	۰	[NO <sub>2</sub> (g)]
۰/۳	۰/۵	۰/۷	۱/۰	۱/۴	۱/۸	۲/۱	۲/۵	۳/۱	۴/۱	[NO(g)]
۳/۸	۳/۶	۳/۴	۳/۱	۲/۷	۲/۳	۲/۰	۱/۶	۱/۰	۰/۰	[O <sub>2</sub> (g)]

- رابطه ی سرعت واکنش به صورت « $[NO]^2[O_2] \propto$  سرعت واکنش» است.
- سرعت متوسط تولید گاز اکسیژن، دو برابر سرعت مصرف گاز NO<sub>2</sub> است.
- شیب نمودار تغییر غلظت اکسیژن تندتر از شیب نمودار تغییر غلظت NO است.
- سرعت متوسط تولید اکسیژن در ۱۰ ثانیه ی دوم واکنش، برابر  $1 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  است.

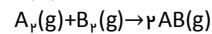
۸. براساس داده های جدول زیر، که ضمن بررسی واکنش :  $CH_3-CO-CH_3 + H^+ \rightarrow CH_3-CO-CH_3 + HI$  به دست آمده است، رابطه ی سرعت این واکنش، به کدام صورت درست است؟ (سراسری تجربی ۸۹)

سرعت نسبی	[H <sup>+</sup> ]	[I <sub>2</sub> ]	[CH <sub>3</sub> C(O)CH <sub>3</sub> ]
۱	۰/۰۱۰	۰/۰۱۰	۰/۰۱۰
۲	۰/۰۱۰	۰/۰۱۰	۰/۰۲۰
۴	۰/۰۱۰	۰/۰۲۰	۰/۰۲۰
۴	۰/۰۲۰	۰/۰۱۰	۰/۰۲۰

- $R = K[CH_3C(O)CH_3][I_2][H^+]$
- $R = K[CH_3C(O)CH_3][I_2][H^+]^2$
- $R = K[CH_3C(O)CH_3]^2[I_2]$
- $R = K[CH_3C(O)CH_3][H^+]$

۹. با توجه به داده های جدول زیر که درباره ی واکنش نمادین زیر به دست آمده است، مقدار x در این جدول به کدام عدد نزدیکتر است؟  
(غلظت واکنش دهنده ها برحسب مول بر لیتر است) (تجربی ۸۹ خارج)

[A <sub>p</sub> ]	[B <sub>p</sub> ]	سرعت پس از چند لحظه (mol.L <sup>-1</sup> .s <sup>-1</sup> )	شماره آزمایش
۰/۲	۰/۲	۵×۱۰ <sup>-۳</sup>	۱
۰/۲	۰/۴	۴×۱۰ <sup>-۲</sup>	۲
۰/۶	۰/۲	۴/۵×۱۰ <sup>-۲</sup>	۳
۰/۶	۰/۴	x	۴



- (۱) ۲/۳×۱۰<sup>-۲</sup>  
(۲) ۳/۲×۱۰<sup>-۲</sup>  
(۳) ۳/۷×۱۰<sup>-۱</sup>  
(۴) ۹/۲×۱۰<sup>-۲</sup>

۱۰. با توجه به داده های جدول زیر که در بررسی واکنش  $2NO(g) + 2H_2(g) \rightarrow N_2(g) + 2H_2O(g)$  به دست آمده است، مقدار x برابر چند مول بر لیتر است؟ (غلظت ها برحسب mol.L<sup>-1</sup> و سرعت واکنش برحسب mol.L<sup>-1</sup>.s<sup>-1</sup> گزارش شده است) (تجربی ۹۰ خارج)

سرعت واکنش	[NO(g)]	[H <sub>۲</sub> (g)]	شماره ی آزمایش
۱/۲۳×۱۰ <sup>-۳</sup>	۰/۱	۰/۱	۱
۲/۴۶×۱۰ <sup>-۳</sup>	۰/۱	۰/۲	۲
۴/۹۲×۱۰ <sup>-۳</sup>	۰/۲	۰/۱	۳
۱/۴۸×۱۰ <sup>-۲</sup>	x	۰/۳	۴

- (۱) ۰/۱  
(۲) ۰/۲  
(۳) ۰/۳  
(۴) ۰/۴

۱۱. با توجه به داده های جدول زیر که در بررسی واکنش فرضی  $A+B \rightarrow C$  به دست آمده است، مقدار تقریبی ثابت سرعت این واکنش کدام است؟ (سراسری تجربی ۹۱)

[A] (mol/L)	[B] (mol/L)	سرعت تشکیل C (mol/L.s)
۰/۳	۰/۱۵	۷×۱۰ <sup>-۴</sup>
۰/۶	۰/۳۰	۲/۸×۱۰ <sup>-۳</sup>
۰/۳	۰/۳۰	۱/۴×۱۰ <sup>-۳</sup>

- (۱) ۰/۰۱۶ L/mol.s  
(۲) ۰/۰۱۶ mol/L.s  
(۳) ۰/۰۵۲ L/mol.s  
(۴) ۰/۰۵۲ mol/L.s

۱۲. با توجه به داده های جدول زیر که به واکنش گازی:  $2NO(g) + 2H_2(g) \rightarrow N_2(g) + 2H_2O(g)$  مربوط است، رابطه ی مربوط به قانون سرعت آن، به کدام صورت است؟ (تجربی ۹۱ خارج)

سرعت واکنش پس از گذشت مدت کوتاهی از آغاز واکنش (mol.L <sup>-1</sup> )	غلظت واکنش دهنده ها در آغاز واکنش (mol.L <sup>-1</sup> )		شماره ی آزمایش
	[NO(g)]	[H <sub>۲</sub> (g)]	
۱/۲۳×۱۰ <sup>-۳</sup>	۰/۱	۰/۱	۱
۲/۴۶×۱۰ <sup>-۳</sup>	۰/۱	۰/۲	۲
۴/۹۲×۱۰ <sup>-۳</sup>	۰/۲	۰/۱	۳

- (۱)  $R = k[NO]^2 \cdot [H_2]^2$   
(۲)  $R = k[NO] \cdot [H_2]$   
(۳)  $R = k[NO] \cdot [H_2]^2$   
(۴)  $R = k[NO]^2 \cdot [H_2]$

۱۳. در واکنش بنیادی گازی:  $2A+B \rightarrow C$  اگر حجم ظرف واکنش از یک لیتر به ۲ لیتر افزایش پیدا کند، سرعت واکنش چند برابر می شود؟ (تغییرات غلظت بر سرعت واکنش موثر است)

- (۱)  $R_p = 8R_1$  (۱) (۲)  $R_p = \frac{1}{8}R_1$  (۲) (۳)  $R_p = 4R_1$  (۳) (۴)  $R_p = \frac{1}{4}R_1$  (۴)

۱۴. با تغییر غلظت واکنش دهنده های واکنش بنیادی:  $2A(g) + B(g) \rightarrow 2C(g)$  در کدام یک از موارد زیر، سرعت آغازی واکنش افزایش بیشتری می یابد؟

- (۱) پنج برابر شدن [B] و نصف شدن [A]  
(۲) نصف شدن [B] و دو برابر شدن [A]  
(۳) ۱/۲ برابر شدن غلظت هر یک از دو واکنش دهنده ی A و B  
(۴) چهار برابر شدن [B] و ۰/۶ برابر شدن [A]

۱۵. واکنش تجزیه ی  $NO_2(g)$  به  $NO(g)$  و  $O_2(g)$  از مرتبه ی ۲ است. زمانی که ۲۰٪ از واکنش دهنده مصرف شده باشد، سرعت این واکنش چند برابر سرعت آغازی واکنش خواهد بود؟

- (۱)  $\frac{1}{25}$  (۱) (۲)  $\frac{1}{25}$  (۲) (۳)  $\frac{1}{5}$  (۳) (۴)  $\frac{2}{5}$  (۴)



۱۶. در واکنش  $aA + bB \rightarrow \dots$  چنانچه غلظت A دو برابر شود، سرعت واکنش دو برابر می شود ولی اگر غلظت B دو برابر شود، سرعت واکنش چهار برابر می گردد. بر این اساس واحد ثابت سرعت در این واکنش ..... است.

۱)  $L^2 \cdot mol^{-2} \cdot s$       ۲)  $L^2 \cdot mol^{-2} \cdot s^{-1}$       ۳)  $mol^2 \cdot L^{-2} \cdot s$       ۴)  $mol^2 \cdot L^{-2} \cdot s^{-1}$

۱۷. با توجه به داده های به دست آمده برای واکنش فرضی:  $2A + B \rightarrow$  فرآورده در جدول زیر، قانون سرعت برای این واکنش کدام است؟

شماره ی آزمایش	[A] (mol.L <sup>-1</sup> )	[B] (mol.L <sup>-1</sup> )	سرعت واکنش (mol.L <sup>-1</sup> .s <sup>-1</sup> )
۱	$1 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^{-4}$	$7/5 \times 10^{-7}$
۲	$2 \times 10^{-4}$	$2 \times 10^{-4}$	$3 \times 10^{-6}$
۳	$4 \times 10^{-4}$	$2 \times 10^{-4}$	$0/6 \times 10^{-5}$

$$R = k[A][B]^2 \quad (1)$$

$$R = k[A][B] \quad (2)$$

$$R = k[A]^2 \quad (3)$$

$$R = k[B]^2 \quad (4)$$

۱۸. در واکنش بین A و B برای تشکیل ماده ی C جدول زیر طی چند آزمایش به دست آمده است. سرعت تشکیل ماده ی C در آزمایش

آزمایش	[A] (mol.L <sup>-1</sup> )	[B] (mol.L <sup>-1</sup> )	سرعت واکنش (mol.L <sup>-1</sup> .s <sup>-1</sup> ) R <sub>C</sub>
۱	۰/۰۳	۰/۰۳	$0/3 \times 10^{-4}$
۲	۰/۰۶	۰/۰۶	$0/12 \times 10^{-3}$
۳	۰/۰۶	۰/۰۹	$0/27 \times 10^{-3}$
۴	۰/۰۹	۰/۰۶	?

چهارم کدام است؟ (برحسب mol.L<sup>-1</sup>.s<sup>-1</sup>)

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

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

$$2/7 \times 10^{-4} \quad (3)$$

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

۱۹. با توجه به جدول روبه رو که متعلق به واکنش گازی  $2A + B \rightarrow C + 3D$  می باشد، مقدار x برابر چند mol.L<sup>-1</sup> است؟ (غلظت ها برحسب

شماره آزمایش	[A]	[B]	سرعت پس از مدت کوتاهی از آغاز واکنش
۱	۰/۲	۰/۲	$4/2 \times 10^{-3}$
۲	۰/۲	۰/۲	$1/05 \times 10^{-3}$
۳	۰/۴	۰/۱	$8/4 \times 10^{-3}$
۴	۰/۱	x	$2/1 \times 10^{-3}$

mol.L<sup>-1</sup> و سرعت واکنش برحسب mol.L<sup>-1</sup>.s<sup>-1</sup> گزارش شده است)

$$0/2 \quad (1)$$

$$0/4 \quad (2)$$

$$0/1 \quad (3)$$

$$0/8 \quad (4)$$

۲۰. در جدول زیر، داده های مربوط به واکنش:  $A + 2B + C \rightarrow 2D + E$  گردآوری شده است. با توجه به این داده ها، مقدار R<sub>D</sub> کدام است؟

شماره ی آزمایش	غلظت واکنش دهنده ها در آغاز واکنش (mol.L <sup>-1</sup> )			سرعت واکنش پس از گذشت مدت کوتاهی از آغاز واکنش (mol.L <sup>-1</sup> .s <sup>-1</sup> )
	C	B	A	
۱	۱	۱/۴	۱/۴	R <sub>۱</sub>
۲	۱	۱/۴	۰/۷	$R_2 = \frac{1}{2}R_1$
۳	۱	۰/۷	۰/۷	$R_3 = \frac{1}{4}R_2$
۴	۰/۵	۱/۴	۱/۴	$R_4 = 8R_3$
۵	۰/۵	۰/۷	۰/۷	R <sub>D</sub> = ?

$$\frac{1}{4}R_1 \quad (1)$$

$$\frac{1}{2}R_1 \quad (2)$$

$$R_1 \quad (3)$$

$$\frac{1}{8}R_1 \quad (4)$$

$2NO(g) + 2H_2(g) \rightarrow N_2(g) + 2H_2O(g)$			
شماره ی آزمایش	غلظت واکنش دهنده ها در آغاز واکنش (mol.L <sup>-1</sup> )		سرعت واکنش پس از گذشت مدت کوتاهی از آغاز واکنش (mol.L <sup>-1</sup> .s <sup>-1</sup> )
	[NO(g)]	[H <sub>2</sub> (g)]	
۱	۰/۱	۰/۱	$1/23 \times 10^{-3}$
۲	۰/۱	۰/۲	$2/46 \times 10^{-3}$
۳	۰/۲	۰/۱	$4/92 \times 10^{-3}$

۲۱. با توجه به جدول روبه رو، کدام عبارت نادرست است؟

(۱) مرتبه ی این واکنش برابر با مجموع ضرایب استوکیومتری فرآورده ها است.

(۲) اگر در این واکنش حجم ظرف را نصف کنیم، سرعت این واکنش ۸ برابر می شود.

(۳) ثابت سرعت در این واکنش برابر  $1/23 \text{ mol.L}^{-1}$  است.

(۴) این واکنش جزو واکنش های چندمرحله ای است.

۲۲. واکنش  $A + 2B \rightarrow P + Q$ ، از قانون سرعت  $R = k[A][B]$  پیروی می کند ( $k = 3 \times 10^{-3} \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ ). در آغاز واکنش ۰/۲ مول از ماده ی A و ۰/۶ مول از ماده ی B در ۳ لیتر حلال مخلوط می شوند. سرعت آغازی واکنش و مقدار آغازی  $\frac{\Delta[B]}{\Delta t}$  برحسب  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  به ترتیب کدام اند؟  
(گزینه ها را از راست به چپ بخوانید) (ریاضی ۹۱ خارج)

$$(۲) \quad 2 \times 10^{-5} - 4 \times 10^{-5}$$

$$(۱) \quad 2 \times 10^{-1} - 4 \times 10^{-1}$$

$$(۴) \quad 8 \times 10^{-5} - 4 \times 10^{-5}$$

$$(۳) \quad 8 \times 10^{-1} - 4 \times 10^{-1}$$

سوال ببری، با سوال هایی که حل کردم کمی متفاوت است! چون همه ی غلطت ها تغییر کرده اند. روی آن فوب فکر کنید و یا از معلمان کمک بگیرید. حل ساده ای دارد.

۲۳. با توجه به جدول زیر، معادله ی سرعت واکنش گازی کدام است؟

شماره آزمایش	[A] در آغاز واکنش ( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ )	[B] در آغاز واکنش ( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ )	سرعت واکنش در آغاز آن ( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ )
۱	۰/۲	۰/۲	$2/3 \times 10^{-2}$
۲	۰/۱	۰/۴	$4/6 \times 10^{-2}$
۳	۰/۸	۰/۱	$2/3 \times 10^{-2}$

$$(۱) \quad R = k[A][B]$$

$$(۲) \quad R = k[A][B]^2$$

$$(۳) \quad R = k[A]^2[B]$$

$$(۴) \quad R = k[A][B]^2$$

**AGHAJANI**

مدرس و مولف شیمی کنکور

WEB : [www.m-aghajani.com](http://www.m-aghajani.com)

MOBILE : 0912 49 50 864

SMS : 500029606

## عوامل موثر بر سرعت

عوامل گوناگونی بر سرعت واکنش های شیمیایی اثر می گذارند: ماهیت واکنش دهنده ها، حالت فیزیکی، غلظت واکنش دهنده ها، دما و کاتالیزگر.

## ماهیت واکنش دهنده ها

ماهیت (نوع یا جنس) واکنش دهنده ها اگرچه به عنوان یک متغیر برای بهبود سرعت یک واکنش مطرح نیست اما مهمترین عامل در تعیین سرعت یک واکنش محسوب می شود.

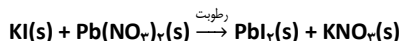
مثال ①: زدن جرقه در مخلوطی از  $H_2(g)$  و  $O_2(g)$  سبب می شود که واکنشی بسیار سریع که با انفجاری شدید همراه است، رخ دهد. درحالی که با ایجاد همین جرقه در مخلوطی از  $H_2(g)$  و  $N_2(g)$  پدیده ای روی نمی دهد.

مثال ②: پتاسیم با آب به سرعت واکنش می دهد. درحالی که واکنش آهن با آب بسیار آهسته تر از واکنش پتاسیم با آب است.

## حالت فیزیکی

اگر واکنش دهنده ها در یک فاز قرار داشته باشند، مثلاً همگی گاز (g) یا محلول در آب (aq) باشند، واکنش با سرعت بیشتری روی می دهد. درحالی که مجاورت دو فاز مختلف مثلاً جامد با گاز یا دو مایع مخلوط نشده چینی شرایطی ایجاد نمی کند. زیرا واکنش فقط در مرز میان دو فاز انجام می شود. با خرد کردن ماده ی جامد می توان سطح تماس را افزایش داد و سرعت واکنش افزایش پیدا می کند.

مثال ①: هنگامی که مقادیر معینی از پتاسیم یدید  $KI(s)$  و سرب (II) نیترات  $Pb(NO_3)_2(s)$  را در یک هاون چینی بریزیم و برای مدتی این دو جامد سفیدرنگ را ضمن ساییدن مخلوط کنیم، مقداری از رطوبت موجود در هوا جذب بلورها شده و با جذب مقادیر جزئی مولکول های  $H_2O$ ، ذره های موجود در  $KI$  و  $Pb(NO_3)_2$  دارای تحرک های جزئی شده و واکنش بین آن ها صورت می گیرد و جامد زردرنگ  $PbI_2$  به آرامی تشکیل می شود:



مثال ②: احتمال وقوع انفجار در انبار آرد نسبت به انبار گندم بیشتر است. زیرا در انبار آرد، ذرات ریزتری وجود دارند و سطح تماس آن ها با اکسیژن هوا بیشتر و در نتیجه احتمال وقوع انفجار در آن بیشتر است.

## غلظت

در اغلب واکنش ها (به جز واکنش های مرتبه ی صفر) با افزایش غلظت واکنش دهنده ها، سرعت واکنش بیشتر می شود.

مثال: الباف آهن در هوای معمولی (که حدود یک پنجم آن را اکسیژن تشکیل می دهد) روی شعله، داغ و سرخ می شود اما نمی سوزد. درحالی که در یک ارلن پر از اکسیژن خالص به شدت می سوزد.

## فشار

عامل فشار بر سرعت واکنش هایی موثر است که حداقل یکی از مواد واکنش دهنده، گازی شکل باشد.

افزایش فشار (کاهش حجم) موجب افزایش تعداد برخوردهای موثر و در نتیجه افزایش سرعت واکنش می شود.

## دما

دما یکی از مهم ترین عوامل موثر بر سرعت واکنش های شیمیایی است.

با افزایش دما سرعت واکنش های شیمیایی زیاد می شود. (همه ی واکنش های گرماده و گرماگیر با افزایش دما سرعت بیشتری پیدا می کنند)

مثال ①: منیزیم در آب سرد به کندی واکنش می دهد، درحالی که در آب داغ با سرعت بیشتری واکنش می دهد.



مثال ②: با نگه داری مواد غذایی در یخچال سرعت فرایندهای شیمیایی منجر به فساد کند می شود، در حالی که گرمای شعله ی اجاق گاز سرعت فرایندهای شیمیایی منجر به پختن غذا را افزایش می دهد.

## کاتالیزگر

کاتالیزگر، ماده ای است که سرعت واکنش های شیمیایی را افزایش می دهد ولی در واکنش مصرف نمی شود. به طور کلی در بسیاری از واکنش های شیمیایی صنعتی لازم است که سرعت واکنش به طریقی افزایش داده شود تا تولید فرآورده های حاصل از آن از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد.

⚠ توجه کنید که: اگرچه می توان با افزایش دما سرعت واکنش را به مقدار قابل توجهی افزایش داد ولی:

① افزایش دما با مصرف انرژی همراه است و چنین اقدامی صرفه ی اقتصادی نخواهد داشت.

② بسیاری از مواد نسبت به گرما حساس هستند و به سادگی در اثر گرما تجزیه می شوند.

اغلب مناسب تر است که برای افزایش سرعت واکنش های شیمیایی از کاتالیزگرها استفاده شود.

از این رو؛

بهرآ به کاتالیزگر می پردازیم!

متاسفم! این قسمت، "من هل می کنم!" تکراره!



فیلی زشته آله بغوای برگردی جواب ها رو پیدا کنی! آله هنوز نکات رو خوب حفظ نکردی، برگرد (منظورم اینکه که برگرد به صفحه ی قبل!!)  
 ۱. سرعت واکنش:  $Fe(s) + 2H^+(aq) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + H_2(g)$ ، بر اثر کدام تغییر کاهش می یابد؟ (سراسری ریاضی ۸۷)

۱) استفاده از براده ی آهن به جای گرد آهن

۲) گرم کردن محلول اسید در آغاز واکنش

۳) استفاده از براده ی آهن به جای قطعه های آهن

۴) به کار بردن هیدروکلریک اسید به جای سولفوریک اسید با مولاریته ی یکسان

۲. در هر گزینه یکی از عوامل موثر بر سرعت آورده شده است. در کدام گزینه مثال ذکر شده برای آن عامل نادرست است؟

۱) ماهیت واکنش دهنده ها: زدن جرقه در مخلوطی از  $H_2(g)$  و  $O_2(g)$  باعث واکنش انفجاری می شود ولی همین جرقه در  $H_2(g)$  و  $N_2(g)$  هیچ واکنشی را سبب نمی شود.

۲) دما: واکنش پتاسیم با آب به همراه آتش گرفتن مخلوط است ولی آهن بدون آتش گرفتن با آب واکنش می دهد.

۳) غلظت: الیاف آهن در هوا داغ و سرخ می شود ولی نمی سوزد، اما همان الیاف در ارلن پر از اکسیژن خالص به شدت می سوزد.

۴) حالت فیزیکی: احتمال انفجار در انبار آرد بیشتر از انبار گندم است.

راستی این نکات رو از کتاب فونته بودیرا؟ یا شیر اومدیر تست عوامل موثر می زنی؟  
 این نکات رو میکم!

واکنش پربازده: واکنشی که در مدتی کوتاه، مقدار چشم گیری فراورده تولید کند. فراورده ای خالص که تولید آن صرفه ی اقتصادی داشته باشد.

برخی شیمی دان ها در پی سرعت بخشیدن به واکنش ها یا یافتن واکنش هایی پربازده برای تولید یک فراورده ی شیمیایی هستند. برخی دیگر نیز در پی یافتن راهی برای کاهش سرعت یا متوقف کردن واکنش های ناخواسته اند، تا شاید از این طریق شرایط مناسبی برای نگهداری و افزایش طول عمر فراورده های شیمیایی بیابند و امکان استفاده از آن ها را برای مدت بیشتری تضمین کنند.

سینتیک شیمیایی:

سینتیک شیمیایی، شاخه ای از شیمی است که موارد زیر را بررسی می کند:

شرایط و چگونگی وقوع انواع واکنش های شیمیایی

ساختار و ویژگی های گونه یا گونه هایی که در هر مرحله از واکنش تولید یا مصرف می شوند.

عوامل موثر بر سرعت واکنش (کنترل سرعت واکنش های شیمیایی و روش های افزایش یا کاهش آن یا حتی متوقف کردن آن ها)

شرایط بهینه برای انجام شدن واکنش

ترمودینامیک شیمیایی:

بررسی تغییر آنتالپی ( $\Delta H$ )

بررسی تغییر آنتروپی ( $\Delta S$ )

پیش بینی امکان وقوع یک واکنش ( $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ )

خودبه خودی بودن یک واکنش از دید ترمودینامیک، به این معنا نیست که واکنش یاد شده بایستی با سرعت انجام شود. واکنش های بسیاری وجود دارد که ترمودینامیک امکان وقوع آن را پیش بینی می کند اما از دید سینتیک شیمیایی راه مناسبی برای وقوع آن ها وجود ندارد.

سینتیک شیمیایی و ترمودینامیک شیمیایی را می توان مکمل یکدیگر دانست.

زیرا ترمودینامیک با تعیین سطح انرژی واکنش دهنده ها و فراورده ها و تغییر آنتروپی، امکان وقوع واکنش را بررسی می کند در حالی که سینتیک درباره چگونگی تبدیل آن ها به یکدیگر و شرایط بهینه برای انجام شدن واکنش گفت و گو می کند.

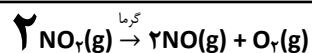
روزانه میلیاردها واکنش شیمیایی در اطراف و درون بدن ما به وقوع می پیوندد. برخی مانند واکنش سوختن بنزین در سیلندر یک خودرو بسیار سریع، برخی مانند زنگ زدن وسایل آهنی آهسته و برخی مانند پوسیده شدن و سرانجام خرد شدن ورقه های یک کتاب بسیار آهسته هستند.

زمان لازم برای وقوع کامل واکنش های شیمیایی گستره ای کمتر از چندصدم ثانیه تا چند سده را در بر می گیرد : کتاب های دست نویس یا چاپی قدیمی، با گذشت زمان و بر اثر تجزیه ی سلولز (ماده ی سازنده ی کاغذ) به تلی از خرده کاغذ تبدیل می شوند. سالانه مبالغ هنگفتی برای جلوگیری از وقوع این واکنش و نابودی این آثار گران بها هزینه می شود. اشیای آهنی در معرض هوا و رطوبت به آرامی زنگ می زنند و زنگاری بر چهره ی آن ها می نشیند. پوششی که با گذشت زمان ضخیم تر شده، به دلیل تردی فرو می ریزد و سرانجام از فلزی چون آهن، نمکی بیش باقی نمی گذارد.

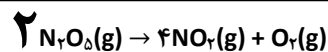
سرعت واکنش به ما می گوید که واکنش یاد شده تا چه اندازه سریع روی می دهد. سرعت واکنش، کمیته تجربی است و با اندازه گیری سرعت مصرف واکنش دهنده (ها) یا سرعت تولید فرآورده (ها) معین می شود. از این رو، بسته به ویژگی های قابل اندازه گیری واکنش دهنده (ها) یا فرآورده (ها) از جمله جرم، حجم، فشار، غلظت یا رنگ و با توجه به دما می توان سرعت یک واکنش شیمیایی را تعیین کرد.

و واکنش های عطفی :

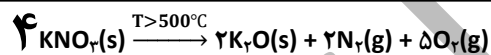
واکنش تجزیه ی نیتروژن دی اکسید :



واکنش تجزیه ی دی نیتروژن پنتوکسید :



واکنش تجزیه ی پتاسیم نترات در دمای بالاتر از  $500^\circ\text{C}$  :



واکنش تجزیه ی سولفوریل کلرید :



اون عدرها رو می بینی به اون بزرگی و ابهت! آله اون ها رو حفظ باشی، موازنه به سرعت نور انجام میشه!

**AGHAJANI**

مدرس و مولف شیمی کنکور

WEB : [www.m-aghajani.com](http://www.m-aghajani.com)

MOBILE : 0912 49 50 864

SMS : 500029606

## نظریه های سپتیک

دو نظریه ی مهم و اساسی که واکنش های شیمیایی را در سطح مولکولی بررسی می کند: ① نظریه برخورد و ② نظریه ی حالت گذار.

گرچه اساس هر دو نظریه، برخورد بین ذره های واکنش دهنده است ولی میان آن ها تفاوت هایی بنیادی وجود دارد.

## نظریه ی برخورد

مطابق نظریه ی برخورد، یک واکنش شیمیایی هنگامی روی می دهد که بین ذره های واکنش دهنده برخوردی موثر صورت گیرد. \*  
برخورد هنگامی موثر است و به تولید فراورده می انجامد که سه ویژگی زیر را داشته باشد:

- ① تعداد برخوردها
- ② جهت گیری مناسب ذره ها هنگام برخورد
- ③ انرژی کافی ذره ها هنگام برخورد

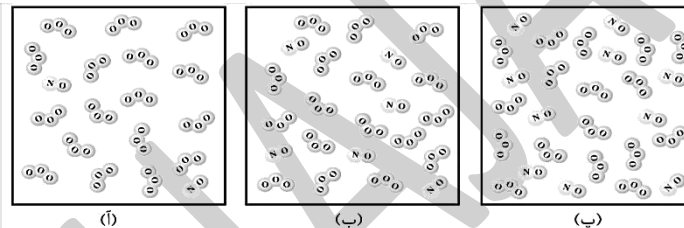
## تعداد برخوردها:

طبق نظریه ی برخورد بین ذره های واکنش دهنده (که به صورت گوی های سخت در نظر گرفته می شوند) باید برخورد صورت گیرد.

طبق نظریه ی برخورد، سرعت واکنش به تعداد برخوردهای بین ذره های واکنش دهنده (در واحد حجم و در واحد زمان) بستگی دارد.

افزایش تعداد برخوردها میان ذره ها احتمال وقوع برخوردهای موثر را افزایش می دهد.

افزایش غلظت واکنش دهنده ها باعث افزایش تعداد برخوردهای بین ذره های واکنش دهنده و در نتیجه افزایش سرعت واکنش می شود.

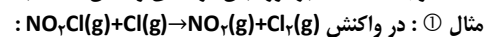


اثر غلظت بر سرعت واکنش های شیمیایی - بررسی افزایش تعداد برخوردها در واکنش  $\text{NO}_2(\text{g})$  با  $\text{O}_2(\text{g})$

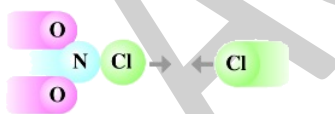
## جهت گیری مناسب ذره ها هنگام برخورد:

برای اینکه برخورد بین ذره های واکنش دهنده به واکنش و تولید فراورده بینجامد، باید این ذره ها در جهت مناسبی به یکدیگر نزدیک شده، برخورد کنند.

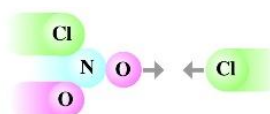
⚠ توجه کنید که: برخورد بین ذره های واکنش دهنده باید از سر اتم هایی صورت گیرد که قرار است پیوند تشکیل دهند.



جهت گیری مناسب:



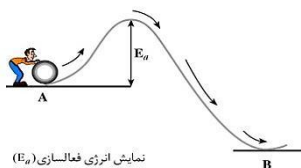
جهت گیری نامناسب:



## انرژی کافی ذره ها هنگام برخورد:

از میان همه ی برخوردها فقط تعداد معدودی منجر به انجام واکنش می شود. این تعداد افزون بر داشتن جهت گیری مناسب باید دارای انرژی کافی نیز باشند. (اگرچه تعداد زیادی برخورد به وقوع می پیوندد اما تنها شمار اندکی که دارای انرژی کافی و جهت گیری مناسب هستند به تولید فراورده می انجامند).

در واکنش های شیمیایی برای تبدیل واکنش دهنده ها به فراورده ها مقداری انرژی لازم است. به حداقل انرژی لازم برای شروع یک واکنش شیمیایی، انرژی فعالسازی ( $E_a$ ) گفته می شود.



نمایش انرژی فعالسازی ( $E_a$ )

در واکنش های شیمیایی تعداد اندکی از برخوردها که جهت گیری مناسبی نیز دارند، دارای حداقل انرژی لازم برای انجام واکنش هستند.

## نظریه ی حالت گذار (نظریه ی پیچیده ی فعال)

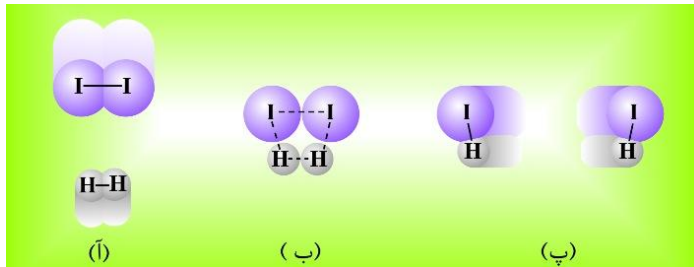
در نظریه ی حالت گذار برخی از نارسایی های نظریه ی برخورد برطرف شده است. (از جمله اینکه : این مدل افزون بر واکنش در فاز گازی برای فاز محلول نیز قابل استفاده است)

طبق نظریه ی حالت گذار، ضمن انجام یک واکنش شیمیایی، مواد واکنش دهنده ابتدا به ماده ای به نام پیچیده ی فعال (حالت گذار) تبدیل می شوند و سپس پیچیده ی فعال تبدیل به فراورده ها می گردد :

فراورده ها → پیچیده ی فعال → واکنش دهنده ها

حالت گذار (پیچیده ی فعال) : ماده ای است حدواسط مواد واکنش دهنده و فراورده ها که در آن به طور همزمان، پیوندهای اولیه در حال شکستن و پیوندهای جدید در حال تشکیل شدن هستند.

مثال : در واکنش  $H_2(g) + I_2(g) \rightarrow 2HI(g)$



وضعیت (ا) : واکنش دهنده ها

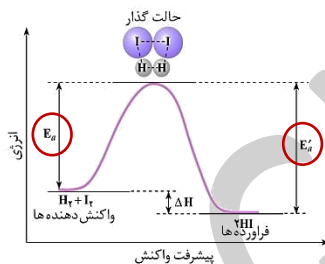
وضعیت (ب) : حالت گذار

وضعیت (پ) : فراورده ها

پیوندهای موجود در پیچیده ی فعال سست و ناپایدار هستند. به همین دلیل پیچیده ی فعال نسبت به مواد واکنش دهنده و نیز فراورده ها، ناپایدارتر است. (در شکل زیر، این مطلب را مشاهده می کنید. پیچیده ی فعال نسبت به واکنش دهنده ها و فراورده ها ناپایدارتر است. پس سطح انرژی آن بالاتر است)

پیچیده ی فعال گونه ی بسیار ناپایداری است. از این رو نمی توان آن را حین واکنش ها جداسازی و شناسایی کرد.

طبق نظریه ی حالت گذار، انرژی فعالسازی ( $E_a$ )، انرژی لازم برای تشکیل یک مول پیچیده ی فعال است.



$E_a$  : انرژی فعالسازی واکنش رفت (انرژی لازم برای تبدیل واکنش دهنده ها به پیچیده ی فعال)

$E_a'$  : انرژی فعالسازی واکنش برگشت (انرژی لازم برای تبدیل فراورده ها به پیچیده ی فعال)

هر چه  $E_a$  برای یک واکنش کمتر باشد، سرعت آن واکنش بیشتر است. (وبالعکس)

تفاوت دو انرژی فعالسازی رفت و برگشت، مقدار آنتالپی واکنش ( $\Delta H$ ) را معین می کند :

$$\Delta H_{\text{واکنش رفت}} = E_{a'} - E_a$$

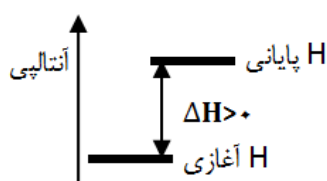
$$\Delta H_{\text{واکنش برگشت}} = -\Delta H_{\text{واکنش رفت}}$$

⚠ توجه کنید که :

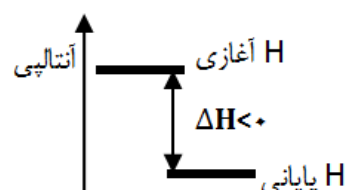
از شیمی ۳ هم داریم :

$$\Delta H_{\text{واکنش}}^\circ = [\text{مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل واکنش دهنده ها}] - [\text{مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل فراورده ها}]$$

واکنش های گرماگیر ( $\Delta H > 0$ ) :

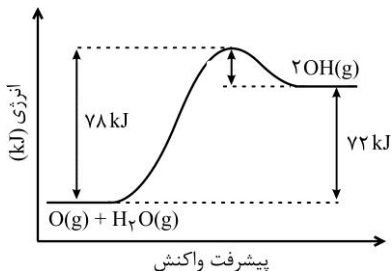


واکنش های گرماده ( $\Delta H < 0$ ) :



## من حل می کنم!

۱. با توجه به شکل روبه‌رو، که نمودار انرژی بر حسب پیشرفت واکنش را برای واکنش:  $O(g) + H_2O(g) \rightarrow 2OH(g)$  نشان می‌دهد، کدام عبارت درست است؟ (ریاضی ۸۵ خارج)



- (۱) تبدیل پیچیده‌ی فعال به واکنش‌دهنده‌ها، آسان‌تر از تبدیل آن به فرآورده‌ها است.  
 (۲) واکنشی گرماده است و سرعت آن در جهت برگشت زیاد است.  
 (۳) مقدار  $\Delta H$  آن، ۱۲ برابر مقدار انرژی فعال‌سازی در جهت برگشت است.  
 (۴) واکنشی گرماگیر است و فرآورده‌ی آن از واکنش‌دهنده‌ها پایدارتر است.

**حل:** با توجه به شکل؛

بررسی گزینه ی ۱: به نظر شما، اون پیچیده ی فعاله! (اون قله رو می‌گم!) بفوار به واکنش دهنده‌ها برسه، آسون تره یا بفوار برسه به فرآورده‌ها؟! بله! در شکل فوق: تبدیل پیچیده‌ی فعال به واکنش دهنده‌ها، سخت‌تر از تبدیل آن به فرآورده‌ها است.

بررسی گزینه ی ۲: این شللی یک واکنش گرماده است!!!

موافقید گزینه ی ۳ رو اول بررسی کنیم!؟

بررسی گزینه ی ۴: بله! واکنش گرماگیر است. ولی: سطح انرژی فرآورده از واکنش دهنده‌ها بالاتره، پس ناپایدارتره (نه پایدارتر!) یادآوری: پایداری با سطح انرژی، رابطه‌ی عکس دارنر.

گزینه ی ۴ هم که غلط شد. پس جواب گزینه ی ۳ هست. گزینه ی ۳ رو هم بررسی کنیم:

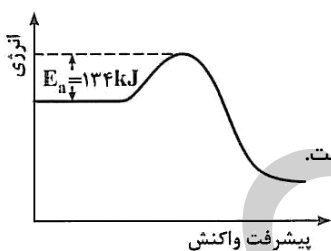
اختلاف سطح انرژی واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌ها می‌شه:  $\Delta H$  که تو شکل داریم می‌بینیم ۷۲ کج هست.

انرژی فعال‌سازی در جهت برگشت ( $E'_a$ ) هم که میشه: اختلاف سطح فرآورده‌ها تا پیچیده‌ی فعال، که مقدارش فیلی تابلو هست! : ۷۸ کج.

$$\frac{\Delta H}{E'_a} = \frac{72}{6} = 12$$

## من حل می کنم!

۲. با توجه به شکل روبه‌رو، اگر تفاوت سطح انرژی پیچیده‌ی فعال و فرآورده‌ها، برابر با ۳۶۰ کج باشد، می‌توان دریافت که  $\Delta H$  این واکنش برابر با ..... کیلوژول و ..... (تجربی ۸۵ خارج)



(۱) -۲۲۶، واکنش با کاهش آنتروپی همراه است.

(۲) +۲۲۶، واکنش با افزایش سطح انرژی همراه است.

(۳) +۲۲۶، مجموع انرژی‌های پیوندی واکنش دهنده‌ها از مجموع انرژی‌های پیوندی فرآورده‌ها بیشتر است.

(۴) -۲۲۶، مجموع  $\Delta H$  های تشکیل فرآورده‌ها از مجموع  $\Delta H$  های تشکیل واکنش‌دهنده‌ها کوچک‌تر است.

**حل:**

تفاوت سطح انرژی پیچیده‌ی فعال و فرآورده‌ها یعنی انرژی فعال‌سازی برگشت ( $E'_a$ ) سوال گفته  $E'_a = 360$

$$\Delta H = E_a - E'_a = 134 - 360 = -226$$

توجه کنید که: با توجه به شکل، که مربوط به یک واکنش گرماده است، پس  $\Delta H$  حتماً منفی بوده و گزینه‌های ۱ و ۴ فقط می‌توانند صحیح باشند. پس نیازی به تعیین  $\Delta H$  نبور!

بررسی گزینه ی ۱: برای تعیین علامت آنتروپی، نیاز به معادله‌ی واکنش داریم. و نیز لزوماً یک واکنش گرماده با کاهش آنتروپی همراه نیست.

بررسی گزینه ی ۴: با توجه به گرماده بودن واکنش و منفی بودن  $\Delta H$  واکنش داریم:

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = \sum \Delta H_{\text{تشکیل}}(\text{فرآورده‌ها}) < \sum \Delta H_{\text{تشکیل}}(\text{واکنش دهنده‌ها}) \Rightarrow \Delta H < 0$$

پس گزینه ی ۴ صحیح است.

## من حل می کنم!

۳. اگر در واکنش  $A \rightarrow B$ ، محتوای انرژی پیچیده‌ی فعال به اندازه‌ی ۱۶۰ کیلوژول از محتوای انرژی ماده‌ی اولیه بیشتر و گرمای آزاد شده از واکنش ۱۰۰ کیلوژول باشد، انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت، چند کیلوژول است؟

- (۱) ۲۶۰ (۲) ۱۳۰ (۳) ۱۲۰ (۴) ۶۰

**حل:** لطفاً ابتدا شما حل کنید، بعد پاسخ را ببینید!

محتوای انرژی پیچیده‌ی فعال به اندازه‌ی ۱۶۰ کیلوژول از محتوای انرژی ماده‌ی اولیه بیشتر است یعنی  $E_a = 160 \text{ kJ}$

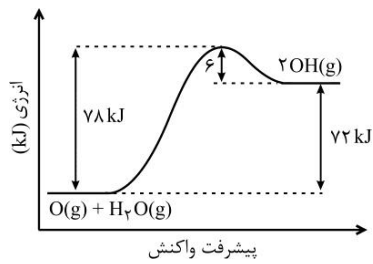
گرمای آزاد شده از واکنش؛ ۱۰۰ کیلوژول یعنی  $\Delta H = -100 \text{ kJ}$

$$\Delta H = E_a - E'_a \Rightarrow -100 = 160 - E'_a \Rightarrow E'_a = 260$$



## من حل می کنم!

۴. با توجه به شکل روبه رو و داده های آن، کدام مطلب درست است؟ (سراسری ریاضی ۸۸)



**حل:** لطفاً ابتدا شما حل کنید!

بررسی گزینه ی ۱: بله! واکنش، گرماگیر است. اما اگر واکنش با کاهش آنتروپی همراه باشد ( $\Delta S < 0$ )، با توجه به گرماگیر بودن واکنش ( $\Delta H > 0$ )، هر دو عامل آنتالپی و آنتروپی نامساعد بوده و واکنش در جهت غیرخودبه خودی خواهد شد. پس گزینه ی ۱ غلط است.

بررسی گزینه ی ۲: گزینه ی ۲ را نمی توانید تحلیل کنید! یا نکته ی آن را فراموش کرده اید! اشکالی نداره! به بررسی سایر گزینه ها بپردازید!!

بررسی گزینه ی ۳:  $\Delta H$  واکنش برابر  $72 \text{ kJ} - 78 \text{ kJ} = -6 \text{ kJ}$ !!! نمودار دایره میله واکنش گرماگیره:  $\Delta H$  چه بوری می تونه منفی باشه؟! پس گزینه ی ۳ هم غلط! **⚠** توجه کنید که: اگر طراح می گفت  $\Delta H$  واکنش برگشت برابر  $72$  کیلوژول است، حرفش، درست بود. (چون واکنش در جهت برگشت، گرماده است)

قسمت دوم این گزینه را هم بررسی کنیم: بله! درسته! سرعت، در جهت برگشت از سرعت در جهت رفت بیشتر است. (چون  $E_a$  واکنش برگشت در مقایسه با  $E_a$  واکنش رفت کوچکتر است)

بررسی گزینه ی ۴:

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = \sum \Delta H_{\text{تجزیل}} (\text{فرآورده ها}) - \sum \Delta H_{\text{تجزیل}} (\text{واکنش دهنده ها}) > 0 \implies \sum \Delta H_{\text{تجزیل}} (\text{فرآورده ها}) > \sum \Delta H_{\text{تجزیل}} (\text{واکنش دهنده ها})$$

گزینه ی ۴ هم غلط!

پس جواب هتماً گزینه ی ۲ هست! اما ما گزینه ی ۲ را هم بررسی می کنیم:

با توجه به معادله ی واکنش:  $\text{O}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow 2\text{OH}(\text{g})$  (په؟ معادله ی واکنش رو از کجا آوردیم؟! اوتاه! رو شکل داری می بینیش!)، تعداد مول های گازی دو طرف معادله با هم برابر است، پس  $\Delta S$  برابر صفر است. (البته این حرف کاملاً غلط است که اگر تعداد مول های گازی دو طرف برابر بود،  $\Delta S$  هتماً صفر است. ولی نگران نباشید برای کنکور جواب می دهد!) از طرفی با توجه به گرماگیر بودن واکنش،  $\Delta H$  مثبت است.

**⚠** از شیمی ۳ به یاد داریم که:

با توجه به علامت  $\Delta H$  و  $\Delta S$  داریم:

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$	$-T\Delta S$	$\Delta S$	$\Delta H$
$\Delta G < 0$ در تمام دماها، خودبه خودی	منفی	مثبت (مساعد)	منفی (مساعد)
$\Delta G > 0$ در تمام دماها، غیرخود به خودی	مثبت	منفی (نامساعد)	مثبت (نامساعد)
در دماهای بالا، خودبه خودی	منفی	مثبت	مثبت
در دماهای پایین، غیرخودبه خودی			منفی
در دماهای پایین، خودبه خودی	مثبت	منفی	منفی
در دماهای بالا، غیرخودبه خودی			مثبت

هرول بالا رو نشینید حفظ کنید! هر دو مساعد باشند، همواره خودبه خودی (یعنی نیست!)

هر دو نامساعد باشند، همواره غیرخودبه خودی (تو این هم یعنی نیست!)

فقط یادت باشه: مثبت مثبت ← بالا

منفی منفی ← پایین

تموم شد رفت!

**⚠** از شیمی ۳ به یاد داریم که: در شرایطی که یکی از دو عامل آنتالپی یا آنتروپی برابر صفر باشد، عامل دیگر، تعیین کننده می باشد.

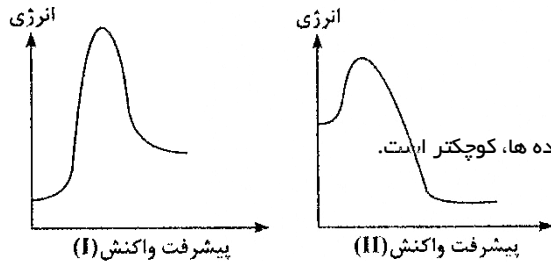
پس، با توجه به این توضیحات و با توجه به مثبت بودن  $\Delta H$ ، واکنش فقط در دماهای بالا خودبه خودی است.



۵. در یک واکنش برگشت پذیر، اگر انرژی فعالسازی واکنش رفت برابر ۱۶۴ کیلوکالری بر مول و انرژی فعالسازی واکنش برگشت برابر ۲۳۲ کیلوکالری بر مول باشد،  $\Delta H$  واکنش برگشت کدام است؟

- (۱) +۶۸ (۲) -۶۸ (۳) +۳۹۶ (۴) -۳۹۶

۶. باتوجه به نمودارهای «انرژی - پیشرفت واکنش» روبه رو، کدام مطلب نادرست است؟ (سراسری تجربی ۹۰)



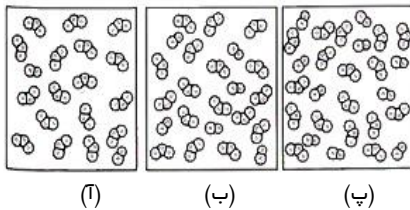
(۱) پیچیده ی فعال در واکنش ا پایدارتر است.

(۲) واکنش II، گرماده و  $\Delta H$  آن کوچکتر است.

(۳) واکنش I گرمگیر است و سرعت آن در جهت رفت کمتر است.

(۴) در واکنش II، مجموع  $\Delta H^\circ$  های تشکیل فرآورده ها در مقایسه با واکنش دهنده ها، کوچکتر است.

۷. شکل زیر، برای نشان دادن ..... بر سرعت واکنش  $\text{NO}(g) + \text{O}_3(g) \rightarrow \text{NO}_2(g) + \text{O}_2(g)$  در کتاب درسی طرح شده است و با بررسی دقیق آن می توان دریافت که ..... در طرف ..... بیشتر است. (ریاضی ۸۵ خارج)



(۱) اثر غلظت - سرعت واکنش - آ

(۲) اثر غلظت - احتمال برخورد بین مولکول های NO و  $\text{O}_3$  - پ

(۳) اثر افزایش بی نظمی - سرعت واکنش - ب

(۴) اثر افزایش بی نظمی - احتمال برخورد بین مولکول های NO و  $\text{O}_3$  - پ

۸. در هر واکنش ..... سطح انرژی ..... سطح انرژی ..... است و  $\Delta H$ ، ..... از صفر است. (سراسری ریاضی ۸۶)

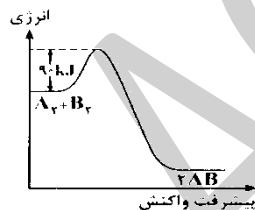
(۱) گرمگیر - واکنش دهنده ها، به - کمپلکس فعال - نزدیکتر - بزرگتر (کمپلکس فعال همان پیچیده ی فعال می باشد)

(۲) گرمگیر - واکنش دهنده ها، از - فرآورده ها - پایین تر - بزرگتر

(۳) گرماده - فرآورده ها، به - پیچیده ی فعال - نزدیکتر - کوچکتر

(۴) گرماده - فرآورده ها، از - پیچیده ی فعال - بالاتر - کوچکتر

۹. باتوجه به شکل روبه رو، اگر تفاوت سطح انرژی پیچیده ی فعال با سطح انرژی فرآورده ها برابر ۳۱۶ kJ باشد، می توان دریافت که  $\Delta H$  این واکنش برابر ..... کیلوژول و ..... (سراسری ریاضی ۸۶)



(۱) +۲۲۶، واکنش با کاهش آنتروپی همراه است.

(۲) +۲۲۶، واکنش با افزایش سطح انرژی همراه است.

(۳) -۲۲۶، مجموع انرژی پیوندی واکنش دهنده ها از مجموع انرژی پیوندی فرآورده ها، بیشتر است.

(۴) -۲۲۶، مجموع  $\Delta H$  های تشکیل فرآورده ها از مجموع  $\Delta H$  های تشکیل واکنش دهنده ها، کوچکتر است.

۱۰. مولکول های  $A_2$  و  $B_2$ ، در کدام راستای مشخص شده، اگر با انرژی کافی به یکدیگر برخورد کنند، واکنش  $A_2 + B_2 \rightarrow 2AB$  صورت می گیرد؟ (تجربی ۸۷ خارج)



۱۱. کدام مطلب، در نظریه ی برخورد، مورد توجه قرار نگرفته است؟ (سراسری تجربی ۸۸)

(۱) تشکیل پیچیده ی فعال ضمن برخورد ذره ها

(۲) کافی بودن انرژی ذره های برخورد کننده

(۳) جهت گیری مناسب ذره ها هنگام برخورد به یکدیگر

(۴) نقش شمار برخورد ذره ها به یکدیگر در واحد زمان

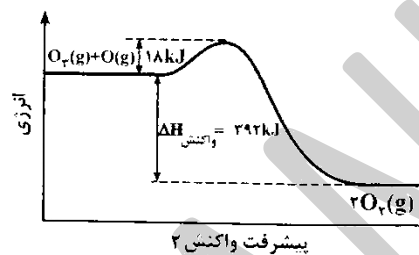
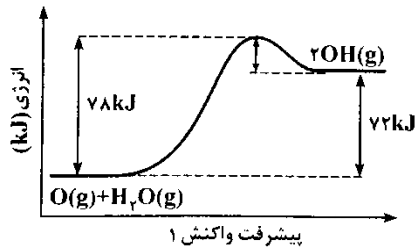
۱۲. در واکنش های شیمیایی، هرچه مقدار انرژی فعال سازی ..... باشد، ساختار پیچیده ی فعال ..... و سرعت واکنش ..... است. (سراسری ریاضی ۹۰)

(۱) کمتر - ناپایدارتر - بیشتر (۲) کمتر - پایدارتر - کمتر (۳) بیشتر - ناپایدارتر - کمتر (۴) بیشتر - پایدارتر - بیشتر

۱۳. کدام مطلب درباره ی حالت گذار، درست نیست؟ (سراسری ریاضی ۹۲)

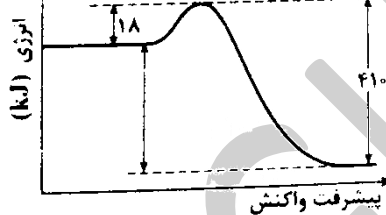
- (۱) هرچه ناپایداری آن کمتر باشد، سرعت پیشرفت واکنش بیشتر است.  
 (۲) گونه ای بسیار ناپایدار است که در طول مسیر واکنش تشکیل می شود.  
 (۳) سطح انرژی آن به اندازه ی  $\Delta H$  و واکنش، بالاتر از سطح انرژی واکنش دهنده هاست.  
 (۴) در آن پیوندهای اولیه در حال گسستن و پیوندهای جدید در حال تشکیل اند.

۱۴. با توجه به نمودارهای شکل زیر، کدام بیان نادرست است؟ (تجربی ۸۶ خارج)



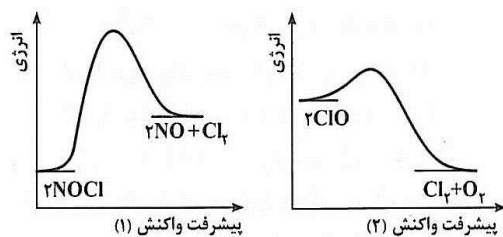
- (۱) سرعت واکنش ۱، از سرعت واکنش ۲، کمتر است.  
 (۲) تفاوت  $\Delta H$  دو واکنش، برابر با ۳۲ kJ است.  
 (۳) در واکنش ۱، انرژی فعال سازی در جهت رفت، ۱۳ برابر آن در جهت برگشت است.  
 (۴) واکنش ۲ گرما ده و انرژی فعال سازی آن در جهت برگشت برابر ۴۱ kJ است.

۱۵. با توجه به نمودار روبه رو و داده های آن، می توان دریافت که این واکنش در جهت ..... گرما ..... و سرعت آن در این جهت ..... است و  $\Delta H$  آن در جهت برگشت برابر ..... کیلوژول است. (ریاضی ۸۹ خارج)



- (۱) رفت - ده - بیشتر - ۳۹۲  
 (۲) رفت - ده - کمتر - ۳۹۲  
 (۳) برگشت - گیر - کمتر - ۴۱۰  
 (۴) برگشت - گیر - بیشتر - ۴۱۰

۱۶. با توجه به شکل روبه رو، که به نمودارهای «انرژی - پیشرفت واکنش» در واکنش های تجزیه ی NOCl و ClO مربوط است، می توان دریافت که واکنش ..... گرما ..... تجزیه ی ..... تر و مقدار انرژی فعال سازی آن ..... است. (تجربی ۸۵ خارج)



- (۱) ۱- گیر - NOCl دشوار - کمتر  
 (۲) ۲- ده - ClO آسان - کمتر  
 (۳) ۱- گیر - NOCl آسان - بیشتر  
 (۴) ۲- ده - ClO دشوار - کمتر

۱۷. کدام مطلب درباره ی واکنش نمادین  $A_p(g) + B_p(g) \rightarrow 2AB(g)$ ,  $\Delta H = -30 \text{ kJ}$ ، (تجربی ۸۸ خارج)

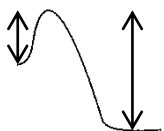
(۱) ساختار پیچیده ی فعال در آن، به صورت  $\begin{matrix} A & \cdots & A \\ \vdots & & \vdots \\ B & \cdots & B \end{matrix}$  است.

(۲) انرژی فعال سازی واکنش، در جهت برگشت بیشتر است.

(۳) مجموع انرژی پیوند واکنش دهنده ها، در مقایسه با فرآورده ها بیشتر است.

(۴) سطح انرژی پیچیده ی فعال، به سطح انرژی واکنش دهنده ها نزدیک تر است.

⚠ برای بررسی سریع گزینه های ۲، ۳ و ۴، با توجه به گرما ده بودن واکنش، کافی است به همپین شکلی رسم کنیم. همین!:



۱۸. کدام مطلب درباره ی واکنش:  $A_p(g) + B_p(g) \rightarrow 2AB(g)$ ,  $\Delta H = -72 \text{ kJ.mol}^{-1}$  نادرست است؟ (تجربی ۸۶ خارج) (۱ می تواند واکنشی برگشت پذیر باشد.



(۲) ساختار پیچیده ی فعال در آن به صورت  $B \cdots B$  است.

(۳) سرعت واکنش رفت در مقایسه با واکنش برگشت، بیشتر است.

(۴) سطح انرژی پیچیده ی فعال به سطح انرژی فرآورده ی آن نزدیکتر است.

۱۹. کدام مطلب درباره ی واکنش:  $A_p(g) + B_p(g) \rightarrow 2AB(g)$ ,  $\Delta H = -30 \text{ kJ}$  نادرست است؟ (ریاضی ۸۷ خارج)



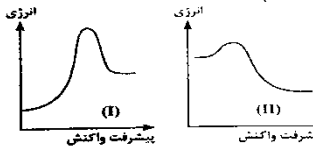
(۱) ساختار پیچیده ی فعال در آن، به صورت  $B \cdots B$  است.

(۲) با کاهش دما، بر مقدار فرآورده افزوده می شود.

(۳) سطح انرژی پیچیده ی فعال به سطح انرژی واکنش دهنده ها نزدیکتر است.

(۴) مجموع انرژی های پیوندی واکنش دهنده ها در مقایسه با فرآورده، بیش تر است.

۲۰. باتوجه به نمودارهای «انرژی – پیشرفت واکنش» روبه رو، کدام مطلب، نادرست است؟ (سراسری ریاضی ۸۹)



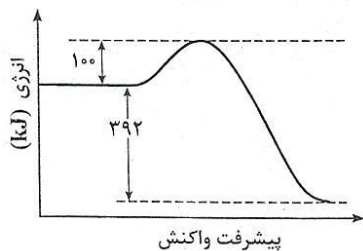
(۱) پیچیده ی فعال در واکنش (II) پایدارتر است.

(۲)  $\Delta H^\circ$  واکنش (II) از  $\Delta H^\circ$  واکنش (I) بزرگتر است.

(۳) سرعت واکنش (II) در جهت برگشت در مقایسه با واکنش (I) در جهت برگشت بیشتر است.

(۴) واکنش (I)، گرماگیر و مجموع انرژی های پیوندی فرآورده ها در آن، نسبت به واکنش دهنده ها کمتر است.

۲۱. با توجه به نمودار زیر و داده های آن، می توان دریافت که این واکنش در جهت ..... گرما ..... و سرعت آن در این جهت .....



است و  $\Delta H$  آن در این جهت، برابر با ..... کیلوژول است. (ریاضی ۸۸ خارج)

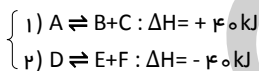
(۱) برگشت – ده – بیش تر –  $-492$

(۲) برگشت – گیر – کم تر –  $+392$

(۳) رفت – گیر – کم تر –  $+392$

(۴) رفت – ده – بیش تر –  $-492$

۲۲. اگر در واکنش های نمادین برگشت پذیر روبه رو،



مقدار انرژی فعالسازی (در جهت رفت) در هر یک از آن ها برابر  $80 \text{ kJ}$  باشد، کدام مطلب درباره ی آن ها درست است؟ (سراسری ریاضی ۸۵)

(۱) فرآورده های واکنش ۱ در مقایسه با واکنش ۲ پایدارترند.

(۲) انرژی فعالسازی در جهت برگشت در واکنش ۲، دو برابر واکنش ۱ است.

(۳) پیچیده ی فعال، در مقایسه با فرآورده ها، در واکنش ۲، پایداری بیشتری دارد.

(۴) تفاوت انرژی فعالسازی دو واکنش در جهت برگشت، برابر  $80$  کیلوژول است.

گزینه	سوال	گزینه	سوال
۱	۱۱	۳	۱
۳	۱۲	۴	۲
۳	۱۳	۱	۳
۲	۱۴	۲	۴
۱	۱۵	۱	۵
۲	۱۶	۱	۶
۳	۱۷	۲	۷
۴	۱۸	۲	۸
۴	۱۹	۴	۹
۳	۲۰	۲	۱۰
۲	۲۱		
۴	۲۲		

**AGHAJANI**

مدرس و مولف شیمی کنکور

WEB : [www.m-aghajani.com](http://www.m-aghajani.com)

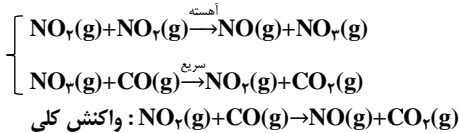
## سازو کار واکنش های شیمیایی

یکی از هدف های سینتیک شیمیایی، آشنایی با چگونگی انجام یک واکنش در سطح ذره ای است. برای این منظور باید به آنچه طی واکنش بر ذره های سازنده ی واکنش دهنده ها یا فراورده ها می آید و چگونگی تبدیل واکنش دهنده ها به فراورده ها توجه کرد.

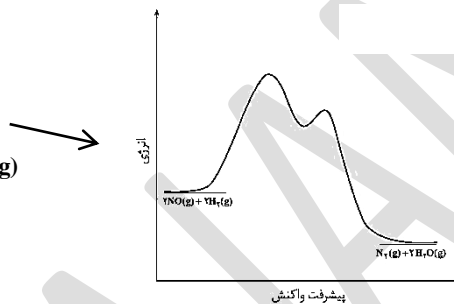
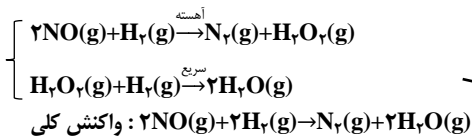
بررسی جزء به جزء مراحل انجام شدن یک واکنش یا بررسی فرایند انجام شده در مقیاس میکروسکوپی، سازوکار واکنش نامیده می شود.

یک واکنش کلی، اغلب از چند واکنش بنیادی تشکیل شده است. از این رو مرتبه ی واکنش های چندمرحله ای را باید به طور تجربی اندازه گیری کرد.

بسیاری از واکنش های شیمیایی طی چند مرحله انجام می شود. (۲ مثال کتاب درسی را فقط باشید + ۲ مثال از شیمی ۳) فقط که نه! بدر باشید! مثال ①:

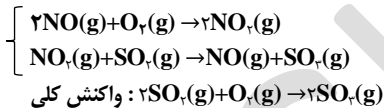


مثال ②:



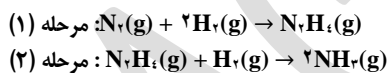
با توجه به این نمودار، مرحله ی اول این واکنش، گرمگیر، مرحله ی دوم، گرماده و این واکنش در مجموع گرماده است.

مثال ③:

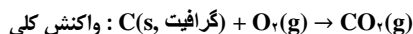
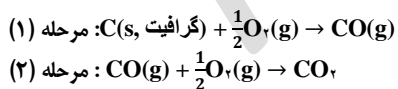


اگر از بخش ترمودینامیک به خاطر داشته باشید واکنش تولید آمونیاک و سوختن گرافیت نیز دو مرحله ای هستند:

مثال ④:

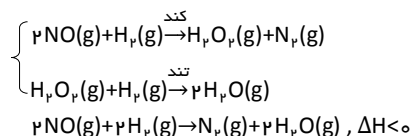


مثال ⑤:

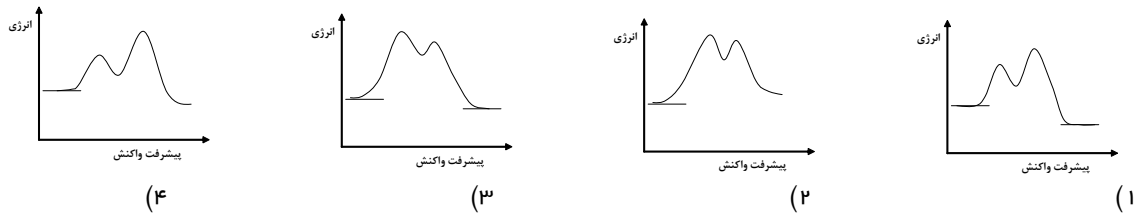


من حل می کنم!

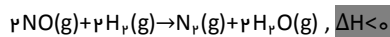
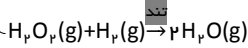
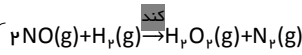
۱. با توجه به واکنش دو مرحله ای روبه‌رو:



نمودار «انرژی - پیشرفت» واکنش کلی، به کدام صورت است؟ (ریاضی ۸۶ خارج)



حل: مواردی که باید به آن ها توجه کنیم:



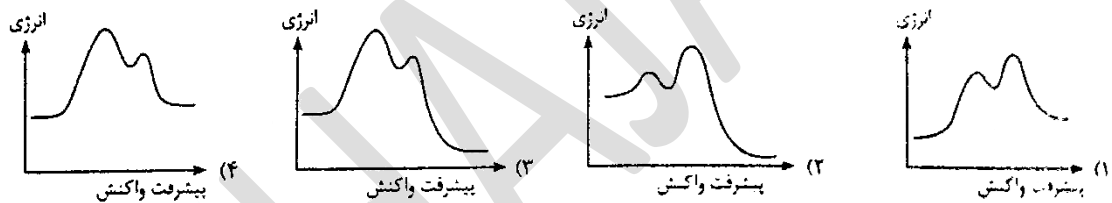
با توجه به اینکه واکنش کلی، گرماده است ( $\Delta H < 0$ )، به سرعت با گزینه ی ۲ فرافاقتی می کنیم! و با توجه به کند بودن مرحله ی اول و سریع بودن مرحله دوم، گزینه ای را انتخاب می کنیم که مرحله ی اول آن دارای  $E_a$  بزرگتر و مرحله ی دوم آن دارای  $E_a$  کوچکتر باشد. یعنی گزینه ی ۳ را انتخاب می کنیم!

در واکنش های چند مرحله ای، آهسته ترین مرحله، سرعت واکنش را در اختیار خود دارد. به این مرحله، تعیین کننده ی سرعت می گویند.

به عنوان مثال، در مثال ②، مرحله ی ۱ که  $E_a$  بزرگتری دارد (سرعت کمتری دارد)، تعیین کننده ی سرعت می باشد.

من حل می کنم!

۲. نمودار تغییرات انرژی برحسب پیشرفت واکنش دو مرحله ای گرماده، که مرحله ی دوم آن نقش مهم تری در تعیین سرعت واکنش دارد، به کدام صورت درست است؟ (سراسری تجربی ۸۹)



حل:

سوال گفته: "واکنش دو مرحله ای گرماده"؛ پس همین با با گزینه های ۱ و ۳ فرافاقتی می کنیم.

سوال گفته: "مرحله ی دوم آن نقش مهم تری در تعیین سرعت واکنش دارد" ← این یعنی مرحله ی دوم آهسته تر است ( $E_a$  بزرگتری دارد) ← گزینه ی ۲

در واکنش های چند مرحله ای، برای هر مرحله یک حالت گذار وجود دارد.

در واکنش های چند مرحله ای، گونه ای که طی یک مرحله تولید و طی مرحله ی پس از آن به مصرف می رسد، واسطه می نامیم.

به عنوان مثال، در مثال ②،  $\text{H}_2\text{O}_2$  نقش واسطه را دارد. ضمناً توجه کنید که با توجه به این تعریف، ذره ی واسطه در شکل ما در "ذره" قرار دارد.

من حل می کنم!

۳. کدام گزینه درست نیست؟ (سراسری تجربی ۹۲)

(۱) در واکنش های دومرحله ای، مرحله ای که آهسته تر است، نقش بیشتری در تعیین سرعت واکنش دارد.

(۲) یکی از هدف های سببیتیک شیمیایی، آشنایی با چگونگی انجام واکنش در سطح ذره ای است.

(۳) بررسی جزء به جزء مرحله های انجام شدن واکنش، سازوکار واکنش نامیده می شود.

(۴) در واکنش های دومرحله ای، دو گونه ی واسطه تشکیل می شود.

حل:

بررسی گزینه ی ۱: درسته!

گزینه ی ۲: درسته!

گزینه ی ۳: درسته!

گزینه ی ۴: غلط! در واکنش های دو مرحله ای حتماً دو ذره ی واسطه تشکیل نمی شود. مثلاً در همان مثال ② پهن ذره ی واسطه داریم؟

در واکنش های چند مرحله ای (چند قله ای):

با توجه به قانون هس داریم:

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \dots$$

که  $\Delta H_1$  با توجه به  $E_a$  و  $E'_a$  در مرحله ی اول و  $\Delta H_2$  با توجه به  $E_a$  و  $E'_a$  در مرحله ی دوم و ... تعیین می شوند. ( $\Delta H = E_a - E'_a$ )

و اما؛ رابطه ی تستی:

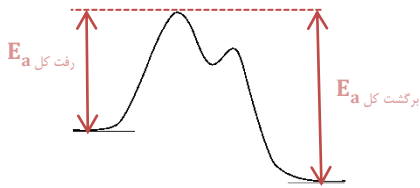
$$\Delta H_{\text{واکنش}} = E_{a \text{ برگشت کل}} - E_{a \text{ رفت کل}}$$

که در آن:

رفت کل  $E_a$ : فاصله ی واکنش دهنده ی اول تا بالاترین قله

برگشت کل  $E_a$ : فاصله ی فراورده ی آخر تا بالاترین قله

مثلاً در این شکل:

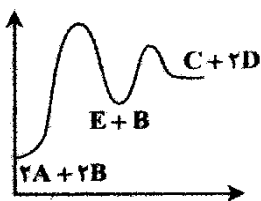


بعراً همین نمودار رو در سایز بزرگ (PXL) براتون تحلیل کامل می کنم. (انتوای همین بخش)

در واکنش های چند مرحله ای، معادله ی قانون سرعت واکنش کلی، برابر معادله ی قانون سرعت آهسته ترین مرحله است.

من حل می کنم!

۴. نمودار مقابل مربوط به واکنش  $2A(g) + 2B(g) \rightarrow C(g) + 2D(g)$  می باشد. رابطه ی قانون سرعت آن کدام است؟



$$R = k[A][B] \quad (1)$$

$$R = k[A]^2[B] \quad (2)$$

$$R = k[A][B]^2 \quad (3)$$

$$R = k[A]^2[B]^2 \quad (4)$$

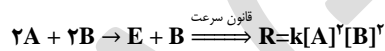
حل:

اینها! نکته ش همین بالاس! : "در واکنش های چند مرحله ای، رابطه ی قانون سرعت واکنش کلی، برابر معادله ی قانون سرعت آهسته ترین مرحله است."

با توجه به بزرگتر بودن انرژی فعالسازی مرحله ی اول، این مرحله آهسته تر می باشد. رابطه ی قانون سرعت را برای آن بنویسید! همین!

پند نگر موافقت با گزینه ی ۴؟

بینید:



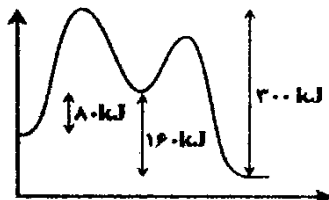
ولی غلط! چون باید ابتدا معادله ی واکنش رو به این صورت تغییر می دادین، بعد معادله ی قانون سرعت رو می نوشتید:



پس جواب، گزینه ی ۲. (بین فورمون نمونه! حتی فیلی از معلما هم داریم که گزینه ی ۴ رو انتخاب می کنن!! در واقع میفتن تو (۳) تست!)

من حل می کنم!

۵. با توجه به نمودار مقابل، انرژی فعالسازی واکنش در مرحله ی اول کدام است؟



$$160 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \quad (1)$$

$$220 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \quad (2)$$

$$240 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \quad (3)$$

$$540 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \quad (4)$$

حل: سوال کاملی است! به دقت با من همراه شوید!

می دونیم که اختلاف سطح انرژی واکنش دهنده ها و فراورده ها همیشه  $\Delta H$ .

در مرحله ی یک، این اختلاف رو داریم:  $160 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  (پس  $\Delta H_1$  رو داریم  $160 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ )

در مرحله ی دو هم این اختلاف (منظورم اختلاف سطح واکنش دهنده ها و فراورده ها) قابل مشاهده است:  $160 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  (پس  $\Delta H_2$  رو هم داریم ولی فیلی! دقت کنید که:

$160 - 160 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  هست، چون مرحله ی دوم گرماده می باشد)

با توجه به قانون هس،  $\Delta H$  واکنش کلی می شود مجموع  $\Delta H$  ها :

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = \Delta H_1 + \Delta H_2 = 80 + (-160) = -80$$

سوال از ما انرژی فعالسازی در مرحله ی اول (که همان رفت کل  $E_a$  است) را خواسته و در شکل به ما برگشت کل  $E_a$  را داده (۳۰۰)؛ پس :

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = E_a - E_a \text{ برگشت کل} \Rightarrow -80 = x - 300 \Rightarrow x = 220$$

این سوال را راحت تر هم می توان حل کرد! لطفاً شما به آن برسید! (البته این هم راحت بود!)

### من حل می کنم!

۶. در واکنش  $2NO(g) + 2H_2(g) \rightarrow N_2(g) + 2H_2O(g) + q$  با کاهش حجم ظرف به نصف مقدار اولیه، سرعت واکنش ۸ برابر می شود و در

صورتی که غلظت NO دو برابر شود، سرعت واکنش ۴ برابر می شود، پس :

(۱) واکنش بنیادی است و مرتبه ی NO برابر ۲ می باشد.

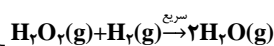
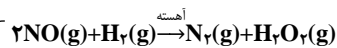
(۲) واکنش بنیادی است و رابطه ی قانون سرعت به صورت  $R = k[NO]^2[H_2]$  می باشد.

(۳) واکنش غیربنیادی است و رابطه ی قانون سرعت به صورت  $R = k[NO]^2[H_2]$  می باشد.

(۴) واکنش غیربنیادی است و تاثیر  $H_2$  بر سرعت واکنش بیش از NO می باشد.

### حل :

مثال ② واکنش های پهنمرله ای را به یار داریرا؟ (من به یارتان می آورم!)



### ⚠ توجه کنید :

واکنش دهنده های مرحله ی ۱ و واکنش کلی عیب شباهتی با هم دارند! نه!! تفاوت شون فقط در یک ضریب  $H_2$  است. با همین یک تفاوت، تشفیص مرحله ی ۱ و واکنش کلی صورت می گیرد. به این ترتیب که اگر ضریب  $H_2$  ۱ بود، معادله مربوط به مرحله ی اول است و اگر ضریب  $H_2$  ۲ بود، مربوط به واکنش کلی. البته این نکته برای زمانی که سوال، فقط واکنش دهنده ها را داده بود، کارگشا خواهد بود.

در اینجا که مشخص است واکنش داده شده  $(2NO(g) + 2H_2(g) \rightarrow N_2(g) + 2H_2O(g))$  مربوط به واکنش کلی است. پس واکنش بنیادی نیست و گزینه های ۱ و ۲ رد می شوند.

برای رسیدن به پاسخ؛

به این جمله بپردازیم : "با کاهش حجم ظرف به نصف مقدار اولیه، سرعت واکنش ۸ برابر می شود و در صورتی که غلظت NO دو برابر شود، سرعت واکنش ۴ برابر می شود."

$$R = k [NO]^m [H_2]^n$$

گفته با دو برابر شدن غلظت NO، سرعت چهار برابر میشه. پس توان NO یعنی m برابر ۲ است.

ضمناً گفته با نصف شدن حجم (یعنی دو برابر شدن غلظت ها) سرعت ۸ برابر میشه. پس توان  $H_2$  برابر ۱ می باشد.

در نتیجه :

$$R = k [NO]^2 [H_2]$$

پس، جواب، گزینه ی ۳ خواهد بود.

و گزینه ی ۴ هم غلط هست، چون تاثیر  $H_2$  بر سرعت واکنش کمتر از NO می باشد.

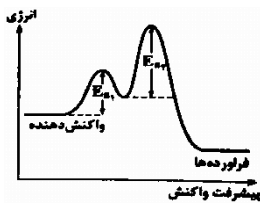




۷. اگر نمودار «انرژی - پیشرفت» یک واکنش به صورتی باشد که در شکل زیر نشان داده شده است، کدام مطلب درباره ی آن درست است؟ (سراسری تجربی ۸۶)

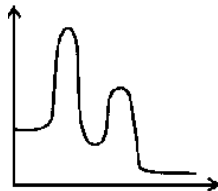


- ۱) پیچیده ی فعال در مرحله ی دوم، آسان تر تشکیل می شود.
- ۲) واکنش گرماده است و مرحله ی دوم آن نقش مهم تری در تعیین سرعت واکنش دارد.
- ۳) واکنش گرماگیر است و ضمن پیشرفت آن، دو حالت گذار به وجود می آید.
- ۴) واکنش در دو مرحله انجام می گیرد و مرحله ی اول آن نقش مهم تری در تعیین سرعت واکنش دارد.



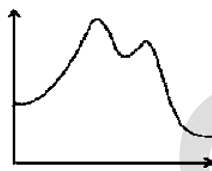
۸. با توجه به نمودار «انرژی - پیشرفت واکنش» روبه رو، کدام مطلب درست است؟ (تجربی ۹۰ خارج)
- ۱)  $\Delta H$  واکنش برابر  $E_{a2} - E_{a1}$  است.
  - ۲) پیچیده ی فعال در مرحله ی دوم پایداری بیشتری دارد.
  - ۳) سرعت واکنش در مرحله ی اول بیشتر است و این مرحله نقش مهم تری در تعیین سرعت واکنش دارد.
  - ۴) واکنش دو مرحله ای است و مرحله ی دوم آن، نقش بیشتری در تعیین سرعت واکنش دارد.

۹. اگر نمودار انرژی یک واکنش به صورت زیر باشد، کدام عبارت، توصیفی درست از واکنش مورد نظر را بیان کرده است؟



- ۱) یک واکنش دو مرحله ای است که مرحله ی اول آن گرماگیر و مرحله ی دوم آن گرماده است.
- ۲) سرعت تولید ترکیب واسطه بیشتر از سرعت مصرف آن است.
- ۳) سرعت واکنش کلی توسط مرحله ی دوم آن تعیین می شود.
- ۴) واکنش حداقل دارای یک ترکیب واسطه است.

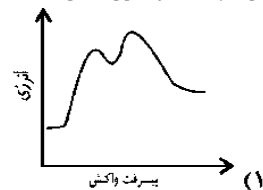
در مورد گزینه ی ۲ عارضه که : سرعت تولید زره ی واسطه (یعنی سرعت مرحله ی ۱) از سرعت مصرف آن (یعنی سرعت مرحله ی ۲) کمتر است. (پهن انرژی فعالسازی مرحله ی اول بزرگتر از انرژی فعالسازی مرحله ی دوم است)



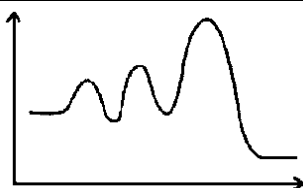
۱۰. در مورد نمودار مقابل، کدام مطلب درست است؟

- ۱) مربوط به یک واکنش بنیادی است.
- ۲) مربوط به واکنشی است که مرحله ی اول آن گرماده اما مرحله ی دوم گرماگیر است.
- ۳) مربوط به یک واکنش کلی است که در آن فرآورده ها از واکنش دهنده ها پایدارترند.
- ۴) نمودار واکنشی است که مرحله ی دوم آن نسبت به مرحله ی اول در تعیین سرعت کلی نقش مهم تری دارد.

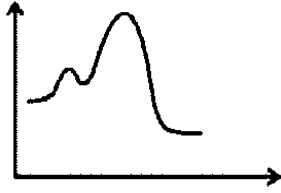
۱۱. نمودار تغییرات انرژی بر حسب پیشرفت واکنش دو مرحله ای گرماده، که مرحله ی دوم آن نقش مهم تری در تعیین سرعت واکنش دارد، به کدام صورت درست است؟



۱۲. با توجه به نمودار داده شده، کدام عبارت نادرست است؟

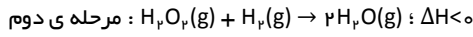
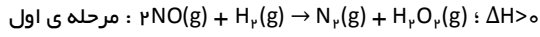


- ۱) واکنش کلی گرماده است.
- ۲) مرحله ی سوم واکنش، تعیین کننده ی سرعت واکنش کلی است.
- ۳) هر سه مرحله گرماده هستند.
- ۴) پیچیده ی فعال مرحله ی اول، پایدارتر از پیچیده ی فعال مرحله های ۲ و ۳ است.



۱۳. با توجه به نمودار انرژی - پیشرفت زیر کدام مطلب درست است؟  
 (۱) واکنش کلی گرماده است و مرحله ی اول نقش مهم تری در تعیین سرعت واکنش کلی دارد.  
 (۲) پیچیده ی فعال مرحله ی دوم پایدارتر از مرحله ی اول است.  
 (۳) واکنش در دو مرحله انجام می شود و  $\Delta H$  واکنش کلی منفی است.  
 (۴) در واکنش کلی، واکنش دهنده ها پایدارتر از فرآورده ها هستند.

۱۴. درباره ی واکنشی گرماده با سازوکار دومرحله ای زیر که در آن پیچیده ی فعال مرحله ی اول ناپایدارتر می باشد، کدام گزینه نادرست است؟



انرژی (kJ)



پیشرفت واکنش

- (۱) مرحله ی اول آن نقش مهم تری در تعیین سرعت واکنش کلی دارد.  
 (۲) انرژی فعالسازی واکنش کلی در جهت رفت، برابر انرژی فعالسازی واکنش مرحله ی اول است.  
 (۳) نمودار «انرژی-پیشرفت» این واکنش به صورت طرح روبه رو است :  
 (۴) سرعت تولید  $H_2O_2$  بیشتر از سرعت مصرف آن است.

۱۵. در یک واکنش دومرحله ای،  $\Delta H_1 = +40 \text{ kJ.mol}^{-1}$  و  $\Delta H_2 = -100 \text{ kJ.mol}^{-1}$  است. اگر انرژی فعال سازی کلی واکنش رفت برابر  $100 \text{ kJ.mol}^{-1}$  باشد، انرژی فعال سازی واکنش برگشت کدام است؟

۱۶۰ (۴)

۱۲۰ (۳)

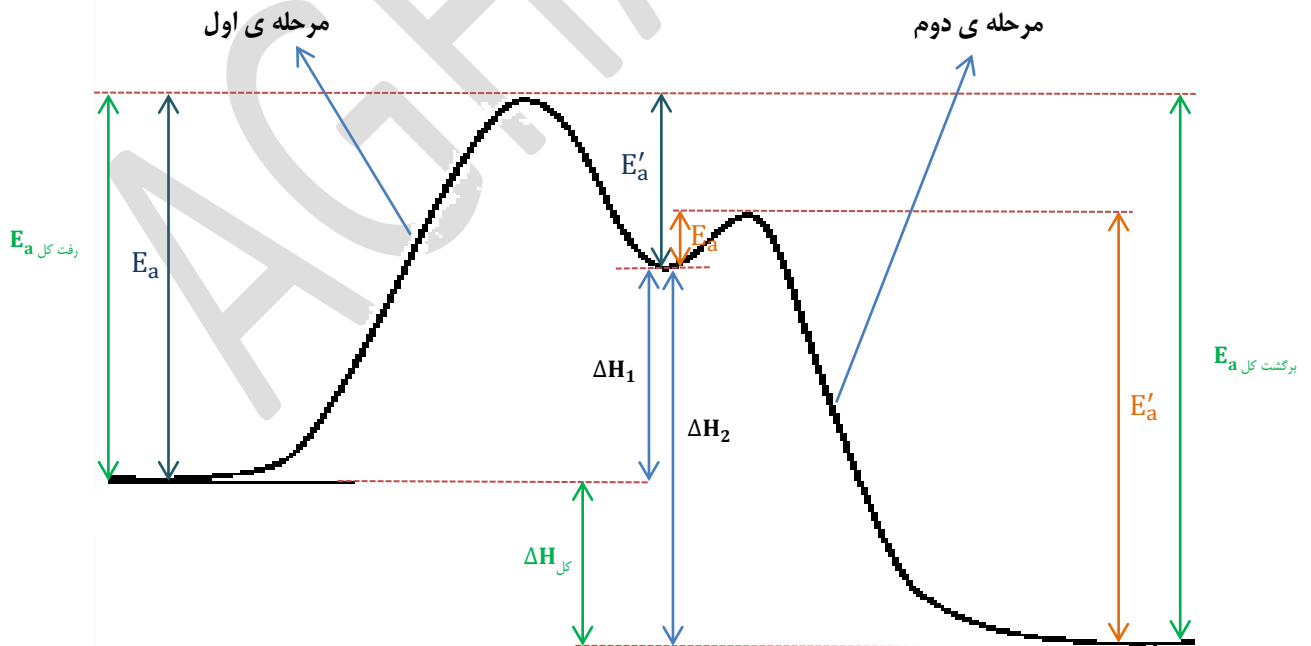
۸۰ (۲)

۴۰ (۱)

### پاسخنامه کلیدی

سوال	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
گزینه	۳	۲	۴	۲	۲	۳	۲	۴	۴	۳	۲	۳	۳	۴	۴

فب! طبق وعده، می فوام همه ی اجزای اون نمودار رو در ساینز بزرگش به شما نشون بدم :



**AGHAJANI**

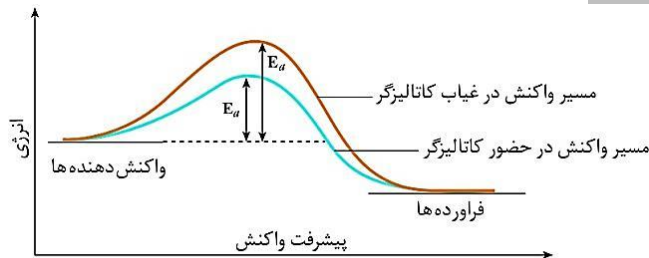
مدرسی و مولف شیمی کنکور

## کاتالیزگر

کاتالیزگر، ماده ای است که سرعت واکنش های شیمیایی را افزایش می دهد ولی در واکنش مصرف نمی شود. به طور کلی در بسیاری از واکنش های شیمیایی صنعتی لازم است که سرعت واکنش به طریقی افزایش داده شود تا تولید فرآورده های حاصل از آن از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد.

- ⚠ اگرچه می توان با افزایش دما سرعت واکنش را به مقدار قابل توجهی افزایش داد ولی:
- ① افزایش دما با مصرف انرژی همراه است و چنین اقدامی صرفه ی اقتصادی نخواهد داشت.
  - ② بسیاری از مواد نسبت به گرما حساس هستند و به سادگی در اثر گرما تجزیه می شوند.
- از این رو؛ اغلب مناسب تر است که برای افزایش سرعت واکنش های شیمیایی از کاتالیزگرها استفاده شود.

کاتالیزگر از طریق کاهش انرژی فعالسازی، سرعت واکنش را افزایش می دهد.



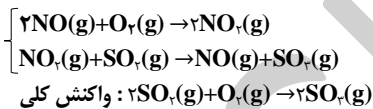
اثر کاتالیزگر بر مسیر انجام شدن یک واکنش

عجب شکل مهمی است!  
به نظر تون  $\Delta H$  با یا بدون حضور کاتالیزگر تغییری کرده؟

کاتالیزگر، انرژی فعالسازی رفت و برگشت را به یک اندازه کاهش می دهد و سرعت واکنش های رفت و برگشت را به یک نسبت افزایش می دهد.

کاتالیزگر، مقدار نهایی فرآورده را تغییر نمی دهد و فقط زمان رسیدن به همان مقدار فرآورده را کاهش می دهد.  
(در واقع کاتالیزگر شیب نمودار غلظت - زمان را افزایش می دهد)

در واکنش های چند مرحله ای، ذره ای که در مرحله ی اول مصرف و در مرحله ی بعدی تولید می شود، نقش کاتالیزگر را دارد.  
به عنوان مثال:



کاتالیزگر:  $\text{NO}(\text{g})$  می باشد.

واکنش تجزیه ی محلول هیدروژن پراکسید (آب اکسیژنه):



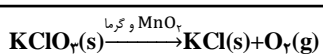
- آب اکسیژنه در دمای اتاق با سرعت بسیار کمی تجزیه می شود.
- اگر به محلول واکنش، اندکی آهن (II) سولفات جامد  $\text{FeSO}_4(\text{s})$  افزوده شود، واکنش با سرعتی چشم گیر به وقوع می پیوندد.
- در این واکنش، یون  $\text{Fe}^{2+}$  یک کاتالیزگر است. (توجه: یون ها به صورت (aq) هستند)
- سرعت تجزیه ی محلول آب اکسیژنه را می توان با جمع آوری گاز اکسیژن آزاد شده در مدت زمان معین بررسی کرد:

$$R = +\frac{\Delta V}{\Delta t} \text{ (L} \cdot \text{s}^{-1}\text{)}$$

در غیاب کاتالیزگر، در مدت چند دقیقه، مقدار کمی اکسیژن آزاد می شود. (شکل حاشیه ۱۹ کتاب)  
در حضور کاتالیزگر، در همین مدت زمان، مقدار زیادی گاز اکسیژن تولید می شود.

واکنش تجزیه ی پتاسیم کلرات بر اثر گرما:

- این واکنش با منگنز دی اکسید کاتالیز می شود.



- در غیاب کاتالیزگر، این واکنش بسیار آهسته انجام می شود.

انواع واکنش های کاتالیز شده :  
با توجه به نوع فاز کاتالیزگر و مواد واکنش دهنده، واکنش های کاتالیز شده به دو گروه همگن و ناهمگن تقسیم می شوند.

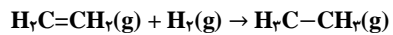
واکنش کاتالیز شده ی همگن :  
اگر در واکنشی کاتالیزگر و واکنش دهنده ها همگی در یک فاز باشند، به آن، واکنش کاتالیز شده ی همگن گفته می شود.  
مثلاً واکنش تجزیه ی آب اکسیژنه یک واکنش کاتالیز شده ی همگن است. چون واکنش دهنده  $H_2O_2$  و کاتالیزگر  $Fe^{3+}$  هر دو در یک فاز هستند.

واکنش کاتالیز شده ی ناهمگن :  
اگر در واکنشی کاتالیزگر و واکنش دهنده ها همگی در یک فاز نباشند، به آن، واکنش کاتالیز شده ی ناهمگن گفته می شود.  
مثلاً واکنش تجزیه ی پتاسیم کلرات یک واکنش کاتالیز شده ی ناهمگن است. چون واکنش دهنده  $KClO_3$  و کاتالیزگر  $MnO_2$  هر دو جامد بوده و تشکیل دو فاز می دهند.

واکنش هیدروژن دار شدن :  
واکنش افزایش مولکول  $H_2$  به پیوند دوگانه در ترکیب های آلی سیر نشده (مانند آلکن ها) و تبدیل آن ها به یک ترکیب سیر شده (مانند آلکان ها) (برای این منظور از فلزهایی مانند نیکل (Ni)، پلاتین (Pt) و پالادیوم (Pd) استفاده می شود)

واکنش هیدروژن دار شدن از جمله واکنش های مهم در صنعت نفت و به ویژه در صنایع غذایی (تهیه ی روغن های گیاهی جامد) به شمار می آید.

ساده ترین مثال واکنش های هیدروژن دار کردن، تبدیل اتن به اتان است :

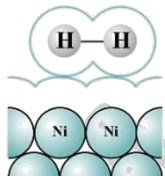


- این واکنش در غیاب کاتالیزگر، بسیار آهسته انجام می شود.
- ولی در حضور گرد ریز نیکل Ni، پالادیوم Pd یا پلاتین Pt (به عنوان کاتالیزگر) چه در فشارهای بالای گاز هیدروژن و چه در دمای اتاق، سریع انجام می شود.
- این فلزها با جذب مواد واکنش دهنده روی سطح خود، واکنش هیدروژن دار شدن را کاتالیز می کنند.

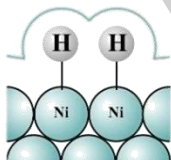
انواع جذب سطحی : جذب سطحی در جامدها به دو صورت انجام می شود :

فیزیکی  
شیمیایی

در جذب فیزیکی، ماده ی جذب شونده با سطح جاذب هیچ گونه پیوند شیمیایی تشکیل نمی دهد و تنها جاذبه هایی از نوع وان دروالسی ایجاد می شود.



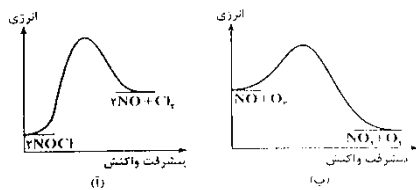
در جذب شیمیایی، ماده ی جذب شونده با سطح جاذب پیوند شیمیایی تشکیل می دهد.



جذب شیمیایی قوی تر از جذب فیزیکی است.



۱. با توجه به نمودارهای «انرژی - مسیر» واکنش روبه رو، کدام مطلب درست است؟ (سراسری تجربی ۸۵)

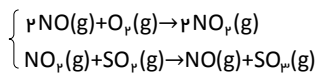


- ۱) پیچیده‌ی فعال در واکنش آ، آسان تر تشکیل می شود.
- ۲) واکنش ب، گرماده است و با سرعت بیشتری انجام می گیرد.
- ۳) واکنش ب، گرماگیر است و سرعت آن در جهت برگشت کمتر می باشد.
- ۴) با استفاده از کاتالیزگر،  $\Delta H$  واکنش آ، کاهش بیشتری پیدا می کند.

۲. کدام مطلب نادرست است؟ (ریاضی ۸۵ خارج)

- ۱) جذب مواد بر روی جذب‌کننده‌های جامد تنها از نوع جذب فیزیکی می‌باشد.
- ۲) در جذب شیمیایی، ماده‌ی جذب شونده با سطح ماده‌ی جذب کننده، پیوند شیمیایی برقرار می‌کند.
- ۳) در جذب فیزیکی، بین ذرات ماده‌ی جذب شونده و سطح ماده‌ی جذب کننده، تنها نیروی وان دروالسی برقرار می‌شود.
- ۴) در واکنش هیدروژن‌دار شدن اتن، مولکول‌های هیدروژن روی سطح کاتالیزگر به طور شیمیایی جذب می‌شود.

۳. با توجه به ساز و کار دو مرحله ای :



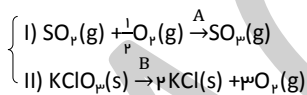
واکنش کلی به صورت ..... است، ..... در آن نقش کاتالیزگر را دارد و واکنشی از نوع کاتالیز شده ی ..... است. (سراسری تجربی ۸۵)

- ۱)  $2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$ ،  $NO$ ، همگن
- ۲)  $2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$ ،  $NO_2$ ، همگن
- ۳)  $NO_2(g) + SO_2(g) \rightarrow NO(g) + SO_3(g)$ ،  $NO$ ، ناهمگن
- ۴)  $NO_2(g) + SO_2(g) \rightarrow NO(g) + SO_3(g)$ ،  $2NO_2$ ، ناهمگن

۴. کدام مطلب درباره ی هیدروژن دار شدن اتن، نادرست است؟ (سراسری ریاضی ۸۷)

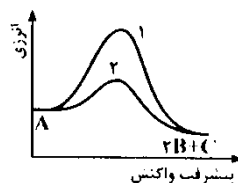
- ۱) نمونه ای از واکنش کاتالیزشده ی ناهمگن است.
- ۲) یکی از واکنش های مهم در صنعت پلاستیک سازی است.
- ۳) ساده ترین نمونه از واکنش های هیدروژن دار کردن ترکیب های آلی سیرنشده است.
- ۴) در مجاورت کاتالیزگرهایی مانند نیکل، پالادیوم و پلاتین، با سرعت زیاد انجام می گیرد.

۵. در واکنش های :



کاتالیزگرهای A و B به ترتیب ..... و ..... هستند و واکنش ..... از نوع ..... است. (سراسری تجربی ۸۷)

- ۱)  $NO$  و  $MnO_2$  - I - همگن
- ۲)  $NO_2$  و  $MnO_2$  - I - ناهمگن
- ۳)  $NO$  و  $MnO$  - II - همگن
- ۴)  $NO_2$  و  $MnO$  - II - ناهمگن



۶. با توجه به شکل روبه رو، کدام مطلب نادرست است؟ (سراسری تجربی ۸۷)

- ۱) سرعت واکنش، در مسیر (۱)، کمتر است.
- ۲) واکنش گرماده و با افزایش آنتروپی همراه است.
- ۳) مسیر (۲)، به استفاده از یک کاتالیزگر مربوط است.
- ۴) کاتالیزگر، با کوتاه کردن مسیر واکنش،  $\Delta H$  آن را کاهش داده است.

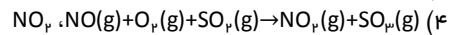
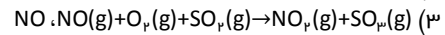
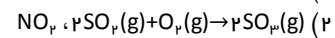
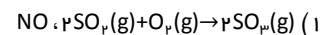
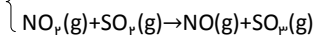
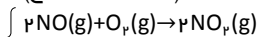
۷. واکنش هیدروژن دار کردن، یک واکنش کاتالیزشده ی ..... است که با استفاده از فلزهایی مانند ..... و ..... انجام می شود.

جذب هیدروژن در آن ها از نوع ..... است و هرچه ذرات کاتالیزگر درشت تر باشند، سرعت واکنش ..... می شود. (سراسری تجربی ۹۰)

- ۱) ناهمگن،  $Pd$ ،  $Pt$ ، فیزیکی، بیشتر
- ۲) ناهمگن،  $Pt$ ،  $Ni$ ، شیمیایی، کمتر
- ۳) همگن،  $Pd$ ،  $Pt$ ، شیمیایی، کمتر
- ۴) همگن،  $Ni$ ،  $Pd$ ، فیزیکی، بیشتر

۸. با توجه به سازو کار دو مرحله ای زیر، واکنش کلی به کدام صورت است و کدام ماده در این واکنش، نقش کاتالیزگر را دارد؟

(تجربی ۸۷ خارج)



۹. کدام مطلب درباره ی سرعت واکنش شیمیایی  $aA + bB \rightarrow cC + dD$ ، که با قانون سرعت زیر انجام می شود، نادرست است؟ (سراسری ریاضی ۹۱)

سرعت واکنش =  $k[A]^m[B]^n$

(۱)  $k$  یک کمیت تجربی و ملاکی برای تشخیص میزان سرعت واکنش است.

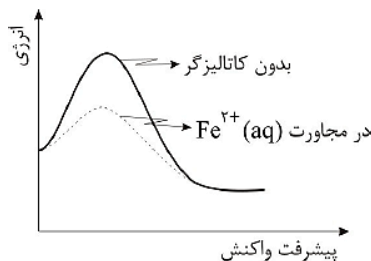
(۲)  $m$  و  $n$  به طور تجربی تعیین می شوند و همواره عددی درست اند.

(۳) افزودن کاتالیزگر به واکنش ممکن است سبب تغییر سرعت واکنش شود اما  $\Delta H$  آن ثابت می ماند.

(۴) اگر  $m$  و  $n$  برابر صفر باشند، با افزایش غلظت واکنش دهنده ها، سرعت آن تغییر نمی کند.

۱۰. کدام مطلب درباره ی واکنش:  $2H_2O_2(aq) \rightarrow 2H_2O(l) + O_2(g)$ ، با توجه به نمودار پیشرفت واکنش - انرژی آن نادرست است؟

(ریاضی ۹۱ خارج)



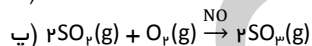
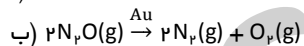
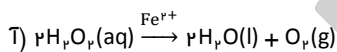
(۱) واکنش گرماده و با افزایش آنتروپی همراه است.

(۲) با افزودن یون  $Fe^{2+}(aq)$ ، مقدار  $\Delta H$  واکنش، تغییر نمی کند.

(۳) یون  $Fe^{2+}(aq)$  با کاهش دادن  $E_a$ ، سرعت واکنش را افزایش می دهد.

(۴) علامت  $w$  در این واکنش مثبت و  $\Delta E \neq \Delta H$  است.

۱۱. هر یک از واکنش های (آ، ب و پ) به ترتیب چه نوع واکنش کاتالیز شده ای هستند؟



(۱) ناهمگن - ناهمگن - همگن

(۲) همگن - همگن - ناهمگن

(۳) ناهمگن - همگن - ناهمگن

(۴) همگن - ناهمگن - همگن

۱۲. کدام مطلب نادرست است؟

(۱) الیاف آهن گداخته با اکسیژن خالص به شدت می سوزد.

(۲) در واکنش دومرحله ای  $NO_2(g) + CO(g) \rightarrow NO(g) + CO_2(g)$ ، مرحله ی اول سرعت واکنش را در کنترل خود دارد.

(۳) کاتالیزگر، انرژی فعالسازی واکنش رفت و برگشت را به یک نسبت کاهش می دهد.

(۴) واکنش تجزیه ی آب اکسیژنه در مجاورت محلول آهن (II) سولفات، یک واکنش کاتالیز شده ی همگن است.

سوال	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
گزینه	۲	۱	۱	۲	۱	۴	۲	۱	۲	۴	۴	۳

**AGHAJANI**

مدرس و مولف شیمی کنکور

WEB : [www.m-aghajani.com](http://www.m-aghajani.com)

MOBILE : 0912 49 50 864

SMS : 500029606