

## بررسی فصل (۱) شیمی پیش دانشگاهی - (سینتیک، دامها و راه حل ها))

با سلام در این چند صفحه سعی کردم نکات و دامهایی که در تست های مربوط به سینتیک استفاده می شود و اشتباهات متداولی که داوطلبان دارند را مشخص کرده و نحوه برخورد با آنها را توضیح دهم. (بصورت دامها و راه حل ها). برای این قسمت ۱۷ سوال از کنکور سراسری داخل و خارج کشور استفاده کردم که این تیپ سوالات معمولا طیف بالای ۹۰ درصدی سوالات این فصل در کنکور را شامل می شوند که در چهار قسمت آنها را ملاحظه خواهید کرد.

## قسمت (۱): سرعت متوسط واکنش و روشهای بیان آن:

❖ سوال های ۱ تا ۴ از جمله سوالاتی هستند که معمولا قسمت عمده سوالات مربوط به مفهوم و محاسبه سرعت را در بر می گیرند که تعداد زیادی از دانش آموزان به دو دلیل بسیار مهم این سوالات را پاسخ نمی دهند یا پاسخ نادرست می دهند.

۱- عدم تسلط بر مفاهیم استوکیومتری شیمی (۳) ۲- عدم درک مفهوم سرعت و رابطه سینتیک با استوکیومتری

❖ **دامهایی** که در مسائل مربوط به این قسمت استفاده می شود. عبارتند از:

- ۱- رابطه استوکیومتری با سرعت ۲- حجم ظرف واکنش ۳- زمان و تبدیلات آن  
۴- مقدار ماده و تبدیلات آن ۵- مقدار باقیمانده یا مصرفی یک ماده

❖ **راه حل ها:**

۱- باید رابطه بین سرعت مواد در معادله فرضی  $aA(g) + bB(g) \longrightarrow cC(g) + dD(g)$  را بلد باشید.  $\frac{\bar{R}_A}{a} = \frac{\bar{R}_B}{b} = \frac{\bar{R}_C}{c} = \frac{\bar{R}_D}{d}$

۲- اگر سرعت متوسط یک واکنش بر حسب مول بر زمان خواسته شود، حجم ظرف در انجام محاسبات بی تاثیر است. اما اگر بر حسب مول بر لیتر بر زمان خواسته شود، اگر حجم ظرف کمتر یا بیشتر از یک لیتر باشد، برای تبدیل مول به غلظت مولی تعداد مولها را بر حجم ظرف (لیتر) تقسیم می کنیم.

۳- در مورد زمان و مقدار ماده و تبدیلات آنها کفایت که دقتان را بالا ببرید و از این دام غافل نشوید.

۴- باید دقت کنید که داده های سوال به کدام مرحله از واکنش مربوط می شود؟

الف) شروع واکنش یا زمان صفر؟ ب) چه مدت پس از شروع واکنش؟ ج) در کدام بازه زمانی؟

اگر شما به درستی یکی از این سه زمان را تشخیص دهید و مقدار ماده را از لحاظ مصرف یا باقیمانده درست مشخص کنید مطمئن باشید که از این قسمت سوالی را از دست نخواهید داد.

۵- سرعت واکنش کلی را باید بلد باشید که برای معادله فرضی  $aA + bB \longrightarrow cC + dD$  بصورت زیر است.

$$\bar{R} = \frac{1}{a} \bar{R}_A = \frac{1}{b} \bar{R}_B = \frac{1}{c} \bar{R}_C = \frac{1}{d} \bar{R}_D$$

سرعت کلی واکنش

۶- در یک واکنش مقدار یک ماده در یک زمان مشخص از شروع واکنش تا زمان مورد نظر عبارت است از:

الف) اگر ماده مورد نظر واکنش دهنده باشد، مقدار آن برابر است با مقدار اولیه آن منهای مقدار مصرف شده آن. (در این مورد توجه کنید که مقدار مصرفی ماده واکنش دهنده برابر است با مقدار اولیه آن منهای مقدار باقیمانده آن.)

ب) اگر ماده مورد نظر فراورده باشد، مقدار آن برابر است با مقدار تولید شده آن از شروع تا این مدت از شروع واکنش.

۷- مقدار اولیه یک ماده واکنش دهنده در شروع واکنش عبارت است از: مقدار مصرف شده آن + مقدار باقیمانده آن = مقدار اولیه یک ماده

سوال ۱- سرعت تشکیل C در واکنش  $2A + B \longrightarrow 2C + 3D$  برابر ۱ مول بر ثانیه است. سرعت کلی واکنش و سرعت تشکیل D، سرعت

مصرف A و B به ترتیب برابر چند مول بر ثانیه است؟ (سراسری ریاضی ۹۱)

۰/۵ ، ۲(۱ ، ۰/۵ ، ۱/۵ ، ۱ و ۲ (۱ ، ۰/۵(۱ ، ۱/۵ و ۰/۵ (۱ ، ۰/۵(۱ ، ۱/۵ و ۰/۵ (۱

**راه حل ها:** برای بدست آوردن سرعت کلی راه حل شماره (۵) و برای بقیه سوال راه حل شماره (۱) را استفاده می کنید.

پاسخ: گزینه (۴)

سوال ۲- اگر در واکنش  $4HCl(g) + O_2(g) \longrightarrow 2Cl_2(g) + 2H_2O(g)$  که در دمای معین در یک ظرف سر بسته ۵ لیتری انجام می شود. پس

از گذشت ۲ دقیقه و ۲۴ ثانیه مقدار ۳/۶ مول گاز اکسیژن مصرف شود، سرعت متوسط تولید گاز کلر بر حسب مول بر لیتر بر ثانیه کدام است؟

(ریاضی-فارج کشور-۹۰)

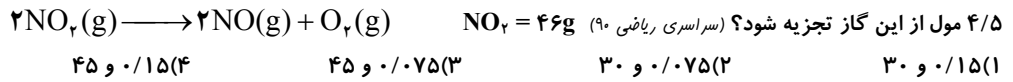
۰/۰۱(۱ ، ۰/۱(۲ ، ۰/۲(۳ ، ۰/۳(۴

**دامها:** ۱- تبدیل زمان از دقیقه به ثانیه. ۲- حجم ظرف یک لیتر نیست و از طرفی سرعت کلر را برحسب مول برلیتر بر ثانیه خواسته است.

**راه حل ها:** ۱- زمان را به ثانیه تبدیل کنید. (۱۴۴ ثانیه). ۲- با استفاده از مولهای اکسیژن مولهای کلر را بدست آورید (۷/۲ مول). (باید استوکیومتری را دخالت دهید). ۳- غلظت مولهای کلر را تعیین کرده و سرعت آن را محاسبه کنید. بطورکلی با استفاده از راه حل های ۱ تا ۳ این سوال را به راحتی می توانید پاسخ دهید.

پاسخ: گزینه (۱)

سوال ۳- اگر در واکنش تجزیه ی ۴/۵ مول گاز NO<sub>۲</sub> 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 این که واکنش با همین سرعت متوسط پیش برود چند ثانیه طول می کشد تا



**راه حل ها:** راه حل های ۴ و ۷ با هم این مساله را پاسخ میدهند و برای پاسخ دادن باید دقت کنید که در زمان صفر (شروع واکنش) مقدار گاز NO<sub>۲</sub> برابر ۴/۵ مول بوده که در ثانیه دهم ۱۳۸ گرم (۳ مول) از آن باقیمانده است، یعنی ۱/۵ مول مصرف شده است و مطابق معادله ۰/۷۵ مول اکسیژن تولید می شود. همچنین زمان بر حسب ثانیه یکی از خواسته های سوال است که به راحتی قابل محاسبه است. یعنی ابتدا سرعت مصرف NO<sub>۲</sub> را در ۱۰ ثانیه بدست آورده و سپس با استفاده از همین سرعت، زمان مصرف ۴/۵ مول NO<sub>۲</sub> را بدست می آوریم.

پاسخ: گزینه (۲)

سوال ۴- اگر در تجزیه ی گرمایی گاز N<sub>۲</sub>O<sub>۵</sub> و تبدیل آن به گازهای O<sub>۲</sub> و NO<sub>۲</sub>، پس از گذشت ۲ دقیقه ۰/۰۸ مول از آن باقی بماند و ۰/۰۶ مول گاز اکسیژن آزاد شود، مقدار اولیه N<sub>۲</sub>O<sub>۵</sub>، چند مول و سرعت متوسط تشکیل گاز NO<sub>۲</sub>، چند مول بر ثانیه است؟ (عددها را از راست به چپ، بخوانید).

(تبریزی - سراسری ۸۸)

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

**دامها:** ۱- نوشتن معادله واکنش و موازنه آن ۲- تبدیل دقیقه به ثانیه ۳- استوکیومتری واکنش برای محاسبه مولهای تولیدی NO<sub>۲</sub> و مولهای مصرف شده ی N<sub>۲</sub>O<sub>۵</sub> ۴- محاسبه سرعت تولید NO<sub>۲</sub>

**راه حل ها:** ۱- معادله واکنش:  $2N_2O_5(g) \longrightarrow 4NO_2(g) + O_2(g)$  ۲- محاسبه مولهای مصرفی N<sub>۲</sub>O<sub>۵</sub> از روی مولهای اکسیژن  $(2 \times 0.06 \text{ mol} = 0.12 \text{ mol})$  بنابراین مقدار اولیه N<sub>۲</sub>O<sub>۵</sub> برابر است با:  $(0.08 \text{ mol} + 0.12 \text{ mol} = 0.2 \text{ mol})$  ۳- محاسبه مولهای تولیدی NO<sub>۲</sub> از طریق مولهای اکسیژن  $(4 \times 0.06 \text{ mol} = 0.24 \text{ mol})$ ، بنابراین سرعت متوسط تشکیل NO<sub>۲</sub> برابر  $0.02 \text{ mol/s} = \frac{0.24 \text{ mol}}{12 \text{ s}}$  است.

پاسخ: گزینه (۳)

**قسمت (۲): نمودارهای سرعت - زمان ، غلظت - زمان و مول - زمان:**

در سوالات مربوط به نمودارها **دامهای** مطرح شده عبارتند از:

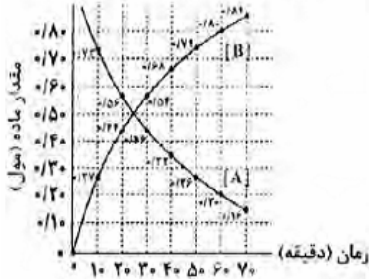
- ۱- محاسبه سرعت تولید یا مصرف یک ماده در یک بازه زمانی معین
  - ۲- تعیین معادله واکنش با توجه به نمودار
  - ۳- تعیین مقدار زمان انجام واکنش برای مصرف واکنش دهنده یا تولید فراورده
- راه حل ها:**
- ۱- نمودار مواد واکنش دهنده نزولی بوده و نمودار فراورده ها صعودی است.
  - ۲- با گذشت زمان مقدار مواد واکنش دهنده کاهش می یابد (پهلو مصرف می شود) اما مقدار فراورده بیشتر می شود. (پهلو تولید می شود)
  - ۳- سرعت تولید فراورده ها و مصرف واکنش دهنده ها و سرعت کلی واکنش با گذشت زمان بدلیل کاهش مقدار واکنش دهنده ها کاهش می یابد.
  - ۴- در نمودارها، ماده ای که ضریب بزرگ تری در معادله دارد با سرعت بیشتری تولید یا مصرف می شود بنابراین شیب نمودار آن تندتر است.
  - ۵- در نمودارهای مربوط به واکنش های کامل که محدود کننده نیز دارند، نمودار ماده واکنش دهنده ی محدود کننده به محور زمان رسیده و واکنش متوقف می شود.
  - ۶- در نمودارهای سرعت - زمان (الف) نمودار واکنش های مرتبه صفر ثابت بوده و تنها یک خط راست را نشان می دهند.

ب) در واکنش های کامل در پایان به صفر رسیده و واکنش متوقف می شود.

ج) در واکنش تعادلی به صفر نمی رسد بلکه به مقدار ثابتی می رسد.

سوال ۵- با توجه به نمودار روبرو سرعت متوسط واکنش در ۱۰ دقیقه اول چند برابر سرعت متوسط آن، در فاصله زمانی ۵۰ تا ۶۰ دقیقه است؟

(ریاضی-فارج کشور ۹۰)



۱ (۱)

۳ (۲)

۴/۵ (۳)

۱۰ (۴)

**راه حل ها:** دقت کنید در نمودارهای مول- زمان و غلظت- زمان، در یک زمان معین، مقدار ماده در همان لحظه مشخص می شود اما در یک بازه زمانی تغییرات مقدار ماده، معلوم می شود مثلاً منظور از ۱۰ دقیقه اول یعنی دقیقه صفر تا دقیقه دهم از شروع واکنش اما بین ۵۰ تا ۶۰ کاملاً روی نمودار معلوم است. اکنون کافیست نمودار یک ماده مثلاً ماده B را در نظر بگیرید و سرعت متوسط در ۱۰ دقیقه اول را حساب کنید (۰/۰۲۷) مول بر دقیقه) و سپس سرعت متوسط بین دقایق ۵۰ تا ۶۰ را بدست آورید. (۰/۰۰۶ مول بر دقیقه) و در نهایت نسبت آنها را حساب کنید.

پاسخ: گزینه (۳)

سوال ۶- با توجه به شکل روبرو که تغییر غلظت واکنش دهنده و فراورده ها را در واکنش  $2NO_2(g) \rightarrow 2NO(g) + O_2(g)$  نشان می دهد.

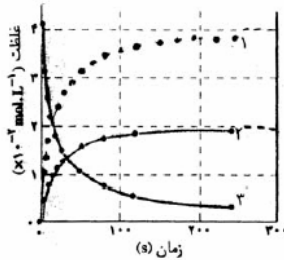
کدام مطلب درست است؟ (سراسری تهری ۹۱)

۱) نمودار تغییر غلظت  $NO_2$  است.

۲) نمودار تغییر غلظت  $O_2$  است.

۳) شیب نمودار تغییر غلظت  $O_2$  در مقایسه با  $NO$  تندتر است.

۴) نمودار تغییر غلظت  $NO_2$  است و شیب آن با شیب نمودار تغییر غلظت  $O_2$  یکسان است.



❖ **دامها:** ۱- تشخیص واکنش دهنده ها و فراورده ها روی نمودار

۲- رابطه استوکیومتری با سینتیک

۳- درک مفهوم سرعت.

**راه حل ها:** ۱- در شروع مقدار واکنش دهنده ها زیاد و مقدار فراورده ها صفر است. نمودار (۳) مربوط به واکنش دهنده و نمودارهای ۱ و ۲ مربوط به فراورده هاست.

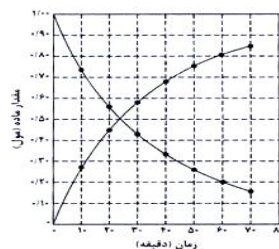
۲- ماده با ضریب بزرگتر بیشتر مصرف می شود و سرعت تولید یا مصرف آن بیشتر است.

۳- نمودار تغییر غلظت یک ماده با ضریب بزرگتر شیب تندتری دارد.

پاسخ: گزینه (۲)

سوال ۷- نمودار شکل های زیر را به تغییرات مول مواد نسبت به پیشرفت واکنش، در کدام واکنش می توان نسبت داد؟ سرعت متوسط واکنش بر حسب

مصرف واکنش دهنده در فاصله زمانی داده شده، تقریباً چند مول بر دقیقه است؟ (تهری- فارج کشور ۸۸)



۱)  $A \rightarrow B$  ، ۰/۰۱۲

۲)  $A \rightarrow B$  ، ۰/۱۲

۳)  $A \rightarrow B+C$  ، ۰/۰۱۵

۴)  $A \rightarrow 2B+C$  ، ۰/۱۵

**دامها:** ۱- اینکه معادله دو فراورده دارد یا یکی؟ ۲- فاصله زمانی؟ ۳- مقدار مصرفی واکنش دهنده در این فاصله زمانی؟

**راه حل ها:** ۱- احتمال دارد معادله مربوط به هر سه گزینه ۱ تا ۳ درست باشد چون ضریب مواد B و C برابر است پس در صورت وجود هر دو ماده، نمودار آنها بر هم منطبق خواهد بود. اما معادله ۴ حتماً نادرست است. ۲- فاصله زمانی یعنی از شروع تا دقیقه ۷۰ از شروع واکنش. ۳- مقدار واکنش دهنده در زمان صفر برابر یک مول و در دقیقه ۷۰ برابر ۰/۱۵ مول است. بنابراین تغییر مولها برابر ۰/۸۵ مول بوده و سرعت برابر است با:

$$R = -\frac{(0.15-1)\text{mol}}{70\text{min}} = \frac{0.85\text{mol}}{70\text{min}} = 0.012\text{mol/min}$$

پاسخ: گزینه (۱)- سوال ۲۵۹- تجربی ۹۲ با همین مفهوم مطرح شده بود.

## قسمت (۳): نظریه های برخورد و حالت گذار و رابطه سرعت با انرژی فعالسازی:

راه حل ها و نکاتی که باید در این قسمت توجه داشته باشید.

**الف) مطابق نظریه حالت گذار مراحل انجام یک واکنش به صورت زیر است.**

**۱- مرحله پیش از حالت گذار:** در این مرحله پیوندی که باید شکسته شود، با کسب انرژی لازم شروع به سست شدن کرده و پیوند در شرف تشکیل شروع به تشکیل شدن می کند.

**۲- مرحله حالت گذار:** در آن به طور هم زمان پیوندهای اولیه در حال شکستن و پیوندهای جدید در حال تشکیل هستند، در حالت گذار فقط پیوندهایی که در انجام واکنش شرکت دارند، سست می شوند. نه همه پیوندها!

**در مورد کمپلکس فعال (حالت گذار):**

الف) در ساختار کمپلکس فعال پیوندهایی که در انجام واکنش شرکت دارند به صورت نقطه چین نشان داده می شوند.

ب) در ساختار کمپلکس فعال پیوندها فقط سست می شوند.

ج) کمپلکس فعال به دلیل داشتن سطح انرژی بالاتر نسبت به واکنش دهنده ها و فراورده ها یک ذره ناپایدار است.

د) کمپلکس فعال به دلیل ناپایداری فقط یک لحظه وجود دارد، به همین دلیل قابل جداسازی و شناسایی نیست.

ه) در یک واکنش بی نهایت کمپلکس فعال می تواند وجود داشته باشد. اما همه آنها به فراورده تبدیل نمی شوند.

و) تشکیل آن هم از مواد واکنش دهنده و هم از فراورده ها با مصرف انرژی و تجزیه ی آن با آزاد شدن انرژی همراه است.

ی) تشکیل کمپلکس فعال با کاهش آنتروپی همراه است.

ن) کمپلکس فعال هم به واکنش دهنده ها و هم به فراورده ها شبیه است.

**۳- مرحله پس از حالت گذار:** در این مرحله پیوندهایی که باید شکسته شوند، سست تر شده و پیوندهایی که باید تشکیل شوند، قویتر می شوند.

**۴- مرحله تولید فراورده ها:** در این مرحله پیوندهایی که باید شکسته شوند، به طور کامل شکسته و پیوندهایی که باید تشکیل شوند، به طور کامل تشکیل می شوند.

**توجه:** انرژی فعالسازی صرف سست کردن پیوندها و افزایش ارتعاش اتمها می شود. بنابراین انرژی یک پیوند از انرژی فعالسازی آن بیشتر است. زیرا انرژی پیوند صرف شکستن پیوند و انرژی فعالسازی صرف سست کردن آن می شود.

**ب) نکاتی که باید بلد باشید.**

۱- مطابق رابطه  $E_a - E_a' = \Delta H_{واکنش}$  ، اگر  $E_a < E_a'$  باشد  $\Delta H < 0$  خواهد بود و واکنش مورد نظر یک واکنش گرماده است. و اگر  $E_a > E_a'$  باشد  $\Delta H > 0$  خواهد بود و واکنش مورد نظر یک واکنش گرماگیر است.

۲- هر واکنشی که انرژی فعالسازی کمتری داشته باشد کمپلکس فعال سریعتر تشکیل شده و محصولات بیشتری در مدت زمان معین حاصل می شود، در نتیجه سرعت واکنش افزایش می یابد. (سرعت واکنش با انرژی فعالسازی رابطه عکس دارد.)

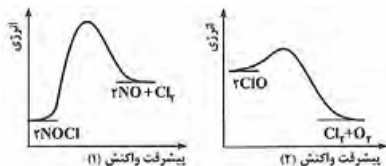
۳- در واکنشهای چند مرحله ای یکی از مراحل، کندتر از بقیه است یعنی دارای انرژی فعالسازی بیشتری است، این مرحله ی کند را مرحله ی تعیین کننده ی سرعت می نامند.

۴- پیچیده فعال به دلیل داشتن سطح انرژی بالاتر نسبت به واکنش دهنده ها و فراورده ها یک ذره ناپایدار است.

۵- در یک واکنش گرماده  $\Delta H < 0$  و برگشت پذیر، سرعت واکنش رفت بیشتر از سرعت واکنش برگشت است، زیرا  $E_a < E_a'$  است. اما در یک واکنش گرماگیر  $\Delta H > 0$  و برگشت پذیر، سرعت واکنش برگشت بیشتر از سرعت واکنش رفت است، زیرا  $E_a > E_a'$  است.

۶- بطور کلی پایداری با سطح انرژی رابطه عکس دارد، هر چه انرژی بیشتر باشد پایداری کمتر است.

**سوال ۸-** با توجه به شکل روبه رو، که به نمودارهای انرژی- پیشرفت واکنش در واکنش های تجزیه ی NOCI و ClO مربوط است، می توان دریافت که واکنش ..... گرما..... تجزیه ..... تر و مقدار انرژی فعالسازی آن ..... است. (تپیری- فارغ کشور ۸۵)



۱) گیر- NOCI دشوار- کم تر

۲) ده- ClO آسان- کم تر

۳) ۱- گیر- NOCI آسان- بیش تر

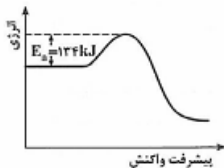
۴) ۲- ده- ClO دشوار- کم تر

**دامها: ۱-** نوع واکنش (گرماگیر یا گرماده)؟ **۲-** رابطه انرژی فعالسازی و سرعت مصرف یک ماده

**راه حل ها: ۱-** واکنش (۱) گرماگیر و واکنش (۲) گرماده است. ۲- انرژی فعالسازی واکنش (۲) کمتر است، پس واکنش (۲) آسانتر و سریعتر انجام می شود. یعنی ClO راحت تر و NOCl دشوارتر تجزیه می شود.

پاسخ: گزینه (۲)

سوال ۹- با توجه به شکل روبه رو، اگر تفاوت سطح انرژی پیچیده فعال و فراورده ها، برابر با  $360 \text{ kJ}$  باشد، می توان دریافت که  $\Delta H$  این واکنش برابر با ..... کیلوژول و ..... (تهربن - قارج کشور ۸۵)



- (۱)  $-226$ ، واکنش با کاهش آنتروپی همراه است.  
 (۲)  $+226$ ، واکنش با افزایش سطح انرژی همراه است.  
 (۳)  $+226$ ، مجموع انرژی های پیوندی واکنش دهنده ها از مجموع انرژی های پیوندی فراورده ها بیش تر است.  
 (۴)  $-226$ ، مجموع  $\Delta H$  های تشکیل فراورده ها از مجموع  $\Delta H$  های تشکیل واکنش دهنده ها کوچک تر است.

**دامها: ۱-** تشخیص انرژی فعالسازی رفت و برگشت ۲- محاسبه مقدار  $\Delta H$  ۳- تشخیص افزایش یا کاهش آنتروپی و آنتالپی

**راه حل ها: ۱-** تفاوت سطح انرژی پیچیده فعال با فراورده ها، برابر انرژی فعالسازی واکنش برگشت و تفاوت سطح انرژی پیچیده فعال با واکنش دهنده ها، برابر انرژی فعالسازی واکنش رفت است. ۲- واکنش گرماده با کاهش آنتالپی و واکنش گرماگیر با افزایش آنتالپی همراه است. ۳- برای تشخیص آنتروپی اطلاعی از واکنش انجام شده از روی نمودار نداریم.

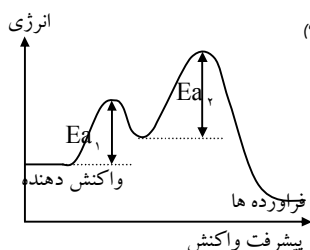
۴- در واکنش های گرماگیر:

- (الف) مجموع انرژی های پیوندی واکنش دهنده ها از مجموع انرژی های پیوندی فراورده ها بیش تر است.  
 (ب) مجموع  $\Delta H$  های تشکیل فراورده ها از مجموع  $\Delta H$  های تشکیل واکنش دهنده ها بزرگ تر است.

۵- در واکنش های گرماده:

- (الف) مجموع انرژی های پیوندی واکنش دهنده ها از مجموع انرژی های پیوندی فراورده ها کم تر است.  
 (ب) مجموع  $\Delta H$  های تشکیل فراورده ها از مجموع  $\Delta H$  های تشکیل واکنش دهنده ها کوچک تر است.

پاسخ: گزینه (۴)



سوال ۱۰- با توجه به نمودار (انرژی - پیشرفت واکنش) روبه رو کدام مطلب درست است؟ (تهربن - قارج کشور ۹۰)

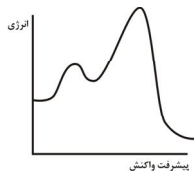
- (۱)  $\Delta H$  واکنش برابر  $E_{a2} - E_{a1}$  است.  
 (۲) پیچیده فعال در مرحله دو پایداری بیشتر است.  
 (۳) سرعت واکنش در مرحله اول بیشتر است و این مرحله نقش مهم تری در تعیین سرعت واکنش دارد.  
 (۴) واکنش دو مرحله ای است و مرحله دوم آن نقش بیشتری در تعیین سرعت واکنش دارد.

**دامها: ۱-** رابطه انرژی فعالسازی و سرعت واکنش ۲- محاسبه مقدار  $\Delta H$  ۳- تشخیص سطح انرژی و پایداری حالت گذار

**راه حل ها: ۱-** در واکنشهای چند مرحله ای یکی از مراحل، کندتر از بقیه است یعنی دارای انرژی فعالسازی بیشتری است، این مرحله ای کند را مرحله ای تعیین کننده سرعت می نامند. زیرا تنها این مرحله با داشتن انرژی فعالسازی بیشتر روی سرعت اثر می گذارد.  
 ۲- مقدار  $\Delta H$  در هر مرحله از واکنشهای چند مرحله ای برابر اختلاف سطح انرژی واکنش دهنده ها و فراورده ها است. (گزینه ۱) نادرست است.  
 ۳- هر چه سطح انرژی پیچیده فعال کمتر باشد پایدارتر است.

پاسخ: گزینه (۳)

سوال ۱۱- اگر نمودار «انرژی - پیشرفت واکنش» یک واکنش به صورتی باشد که در شکل زیر نشان داده شده است، کدام مطلب درباره‌ی آن درست



است؟ (تهری - سراسری ۸۶)

(۱) پیچیده‌ی فعال در مرحله‌ی دوم، آسان‌تر تشکیل می‌شود.

(۲) واکنش گرماده است و مرحله‌ی دوم آن نقش مهم‌تری در تعیین سرعت واکنش دارد.

(۳) واکنش گرماگیر است و ضمن پیشرفت آن، دو حالت گذار به وجود می‌آید.

(۴) واکنش در دو مرحله انجام می‌گیرد و مرحله‌ی اول آن نقش مهم‌تری در تعیین سرعت واکنش دارد.

**راه حل ها:** اولاً به تعداد مراحل حالت گذار وجود دارد. ثانیاً راه حل های سوال قبل را ببینید. (البته که لازم شد.)

پاسخ: گزینه (۲)

### قسمت (۴): عوامل موثر بر سرعت واکنش:

بطور کلی هر عاملی که باعث اتفاق افتادن مسیر زیر شود، سبب افزایش سرعت واکنش خواهد بود.

**افزایش تولید فراورده ها → افزایش تشکیل کمپلکس فعال → افزایش تعداد برخورد موثر → افزایش تعداد برخورد**

❖ سوالات ۱۲، ۱۳ و ۱۴ از جمله سوال هایی هستند که در چند سال اخیر به شکل های مختلف از تاثیر عامل غلظت بر سرعت واکنش و

معادله سرعت مطرح می شوند که X موجود در جدول، سرعت واکنش و یا غلظت یکی از مواد را سوال می کند. در کنکور ۹۱ برای اولین بار مقدار ثابت سرعت سوال شده بود. در کل برای پاسخ دادن به این تیپ سوالات باید به موارد زیر توجه کنید.

۱- معادله سرعت را برای واکنش مورد نظر بدست آورید تا مرتبه سرعت واکنش نسبت به هر یک از مواد معلوم باشد.

۲- مقدار ثابت سرعت k را از هر آزمایشی بدست آورید مهم نیست چرا که تا زمانیکه دما ثابت باشد، مقدار k هم ثابت است.

### بدست آوردن معادله سرعت در حالت های مختلف:

**الف) از طریق آزمایش:** در این روش طی آزمایش های مختلف غلظت مواد تغییر کرده و تاثیر آن بر سرعت واکنش ثبت می شود و از طریق تغییر سرعت با توجه به تغییر غلظت، معادله ی سرعت را برای واکنش مورد نظر بدست می آوریم. داوطلبان عزیز برای اینکه به این گونه سوالات بهتر و راحت تر پاسخ بدهید، دو آزمایشی را با هم مقایسه کنید که غلظت یکی از مواد ثابت و دیگری از یک آزمایش به آزمایش دیگر تغییر کرده باشد. بطوریکه:

۱- اگر غلظت ماده ای تغییر کند اما سرعت واکنش تغییر نکند مرتبه واکنش نسبت به ماده مورد نظر صفر است.

۲- اگر غلظت ماده ای X برابر شود و سرعت واکنش نیز X برابر شود، نسبت به ماده مورد نظر از مرتبه یک است.

۳- اگر غلظت ماده ای X برابر شود و سرعت واکنش  $X^n$  برابر شود، نسبت به ماده مورد نظر از مرتبه n است.

**ب) درواکنشهای بنیادی** برای بدست آوردن قانون سرعت کافیست ضرایب مواد واکنش دهنده را بعنوان مرتبه آنها در نظر بگیریم.

بعنوان مثال معادله ی قانون سرعت برای واکنش بنیادی و گازی  $A + 2B \rightarrow 2C$  بصورت  $R = k[A][B]^2$  است.

سوال ۱۲- با توجه به داده های جدول زیر که درباره واکنش نمادین:  $A_p(g) + B_r(g) \rightarrow 2AB(g)$  به دست آمده است، مقدار X در این

جدول به کدام عدد نزدیک است؟ (تهری - قارچ کشور - ۸۹)

شماره آزمایش	$[B_r]$	$[A_p]$	سرعت تشکیل C
۱	۰/۲	۰/۲	$5 \times 10^{-3}$
۲	۰/۴	۰/۲	$4 \times 10^{-2}$
۳	۰/۲	۰/۶	$4/5 \times 10^{-2}$
۴	۰/۴	۰/۶	X

$$(1) \quad 2/3 \times 10^{-2}$$

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

$$(3) \quad 3/6 \times 10^{-1}$$

$$(4) \quad 9/2 \times 10^{-2}$$

**راه حل ها:** ۱- رابطه سرعت را بدست آورید  $R = k[A_p]^r[B_r]^2$ ، ۲- مقدار k را از طریق یکی از آزمایشها محاسبه کنید. ۳- غلظت های

مرحله ۴ و مقدار k را در رابطه سرعت قرار دهید. (روش دوم: البته پس از بدست آوردن معادله سرعت می توانید با استفاده از مقایسه آزمایش ۳ و ۴

می توانید مقدار X را بدست آورید. چون  $[A_p]$  ثابت مانده و غلظت  $[B_r]$  دو برابر شده است و از طرفی مرتبه واکنش نسبت به  $B_r$  برابر ۲ است پس

سرعت آزمایش ۴ نسبت به آزمایش ۳ باید ۸ برابر شود.)

پاسخ: گزینه (۳)

سوال ۱۳- با توجه به داده های جدول زیر که در بررسی واکنش فرضی  $A(g) + B(g) \longrightarrow C(g)$  به دست آمده است، مقدار تقریبی ثابت سرعت این واکنش کدام است؟ (سراسری تهرری ۹۱)

[B]	[A]	سرعت تشکیل C mol / L.s
۰/۳	۰/۱۵	$۷ \times ۱۰^{-۴}$
۰/۶	۰/۳۰	$۲/۸ \times ۱۰^{-۳}$
۰/۳	۰/۳۰	$۱/۴ \times ۱۰^{-۳}$

۱)  $۰/۰۱۶ L / mol.s$

۲)  $۰/۰۱۶ mol / L.s$

۳)  $۰/۰۰۵۲ L / mol.s$

۴)  $۰/۰۰۵۲ mol / L.s$

راه حل ها: ۱- رابطه سرعت را بدست آورید  $R = k[A][B]$  ، ۲- مقدار k را از طریق یکی از آزمایشها محاسبه کنید.  $۰/۰۱۶ L / mol.s$  ،

۳- دقت کنید که یکای k یکی از دامهای این سوال است. چون گزینه ها دو به دو تنها در یکاها باهم تفاوت دارند.

پاسخ: گزینه (۱)

سوال ۱۴- با توجه به داده های جدول زیر، که به واکنش  $۲NO_{(g)} + ۲H_{۲(g)} \longrightarrow N_{۲(g)} + ۲H_{۲}O_{(g)}$  مربوط است، کدام مطلب درست است؟ (تهری- قارچ کشور ۸۵)

شماره آزمایش	غلظت واکنش دهنده ها در آغاز واکنش		سرعت واکنش پس از مدت کوتاهی از آغاز واکنش ( $mol.L^{-۱}.s^{-۱}$ )
	[NO]	[H <sub>۲</sub> ]	
۱	۰/۱	۰/۱	$۱/۲۳ \times ۱۰^{-۳}$
۲	۰/۱	۰/۲	$۲/۴۶ \times ۱۰^{-۳}$
۳	۰/۲	۰/۱	$۴/۹۲ \times ۱۰^{-۳}$

۱) تغییر غلظت مولی هر دو گاز، به یک اندازه در سرعت واکنش مؤثراند.

۲) سرعت این واکنش با توان دوم غلظت مولی هر دو واکنش دهنده متناسب است.

۳) تغییر غلظت مولی گاز NO در مقایسه با گاز H<sub>۲</sub> تاثیر بیشتری بر سرعت واکنش دارد.

۴) سرعت این واکنش، با حاصل ضرب غلظت مولی هر یک از واکنش دهنده ها، به یک میزان متناسب است.

دامها: ۱- تفاوت مرتبه با ضریب . ۲- رابطه مرتبه واکنش نسبت به یک ماده و تاثیر آن بر سرعت واکنش.

راه حل ها: ۱- در این شرایط به ضریب ها توجه نکنید بلکه معادله سرعت را بدست آورید.  $R = k[NO]^۲[H_{۲}]$  ماده ای که مرتبه بزرگ تری داشته باشد، تاثیر بیشتری بر سرعت واکنش دارد. (یعنی NO).

پاسخ: گزینه (۳)

### ❖ در مورد کاتالیزگر چند نکته اساسی وجود دارد.

۱- به سه دلیل به جای افزایش دما از کاتالیزگر استفاده می شود:

الف) از آنجایی که افزایش دما با مصرف انرژی همراه است، چنین اقدامی از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیست.

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

ج) کاتالیزگر قابل بازیابی است.

۲- کاتالیزگر با کاهش انرژی فعالسازی واکنش و تعیین مسیر جدید برای آن، سبب تشکیل تعداد مولهای کمپلکس فعال بیشتری، از مواد اولیه می شود و فرآورده ها سریع تر تشکیل می شوند. سرعت واکنش نیز افزایش می یابد. یک واکنش کاتالیز شده دارای مسیر یا مکانیسم ویژه ای است که با واکنش کاتالیز نشده تفاوت دارد.

۳- کاتالیزگر بر مقدار  $\Delta H$  واکنش، مقدار مواد اولیه و حاصل و سطح انرژی واکنش دهنده ها و فرآورده ها هیچ تأثیری ندارد.

۴- تشخیص حالت فیزیکی کاتالیزگر:

الف) اگر کاتالیزگر به صورت یون باشد محلول است.

ب) اگر کاتالیزگر به صورت ترکیب مانند اکسید فلزات و یا فلز باشد، جامد است.

ج) کاتالیزگرهای گازی نیز مشخص هستند مانند گاز کلر یا گاز نیتروژن دی اکسید و نیتروژن مونوکسید.

۵- کاتالیزگر ناهمگن معمولاً به صورت جامد است. در واکنشهایی که کاتالیزگر و واکنش دهنده هر دو در فاز جامد قرار دارند برخلاف تصور، این واکنشها از نوع کاتالیز شده ناهمگن هستند. زیرا هر کدام از مواد جامد یک فاز جداگانه را تشکیل می دهند.

۶- کاتالیزگر نمی تواند سرعت واکنشهایی که از نظر ترمودینامیک انجام ناپذیرند، افزایش دهد.

۷- برای واکنش های برگشت پذیر، اثر کاتالیزگر بر مسیر رفت و برگشت یکسان است. یعنی کاتالیزگر انرژی فعالسازی حالت رفت E<sub>a</sub> و انرژی

فعالسازی حالت برگشت E<sub>a</sub>' را به یک میزان کاهش می دهد نه به یک نسبت!

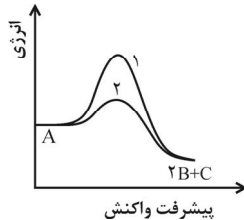


سوال ۱۵- واکنش هیدروژندار کردن یک واکنش کاتالیز شده ..... است که با استفاده از فلزهایی مانند ..... و ..... انجام می شود جذب هیدروژن در آنها از نوع ..... است و هرچه ذرات کاتالیزگر درشت تر باشند سرعت واکنش ..... می شود. (سراسری تهری ۹۰)

(۱) ناهمگن، Pt، Pd، فیزیکی، بیشتر  
 (۲) ناهمگن، Ni، Pt، شیمیایی، کم تر  
 (۳) همگن، Pt، Pd، شیمیایی، کم تر  
 (۴) همگن، Ni، Pd، فیزیکی، بیشتر

**راه حل ها:** هرچه ذرات درشت تر باشند، سطح تماس کمتر بوده و سرعت واکنش کمتر است و بالعکس.

پاسخ: گزینه (۲)



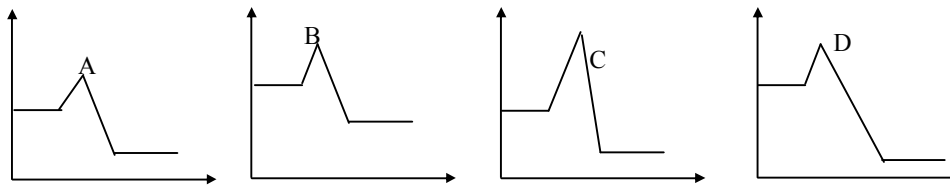
سوال ۱۶- با توجه به شکل روبه رو، کدام مطلب نادرست است؟ (تهری - سراسری ۸۷)

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

**راه حل ها:** کاتالیزگر مسیر واکنش را تغییر می دهد اما لزوماً مسیر واکنش را کوتاه نمی کند بلکه با کاهش انرژی فعال سازی، سرعت واکنش را افزایش می دهد.

پاسخ: گزینه (۳)

سوال ۱۷- با توجه به شکل کدام دو نمودار به یک واکنش مربوط است و تفاوت آن‌ها تنها به استفاده از کاتالیزگر در یکی و استفاده نکردن در دیگری ارتباط دارد؟ (سراسری)



D, C (۴)

D, B (۳)

C, A (۲)

B, A (۱)

**راه حل ها:** کاتالیزگر سطح انرژی واکنش دهنده ها، فرآورده ها و مقدار  $\Delta H$  را تغییر نمی دهد، بلکه سطح انرژی حالت گذار را کاهش می دهد.

پاسخ: گزینه (۲)

موفق باشید- حسن عیسی زاده