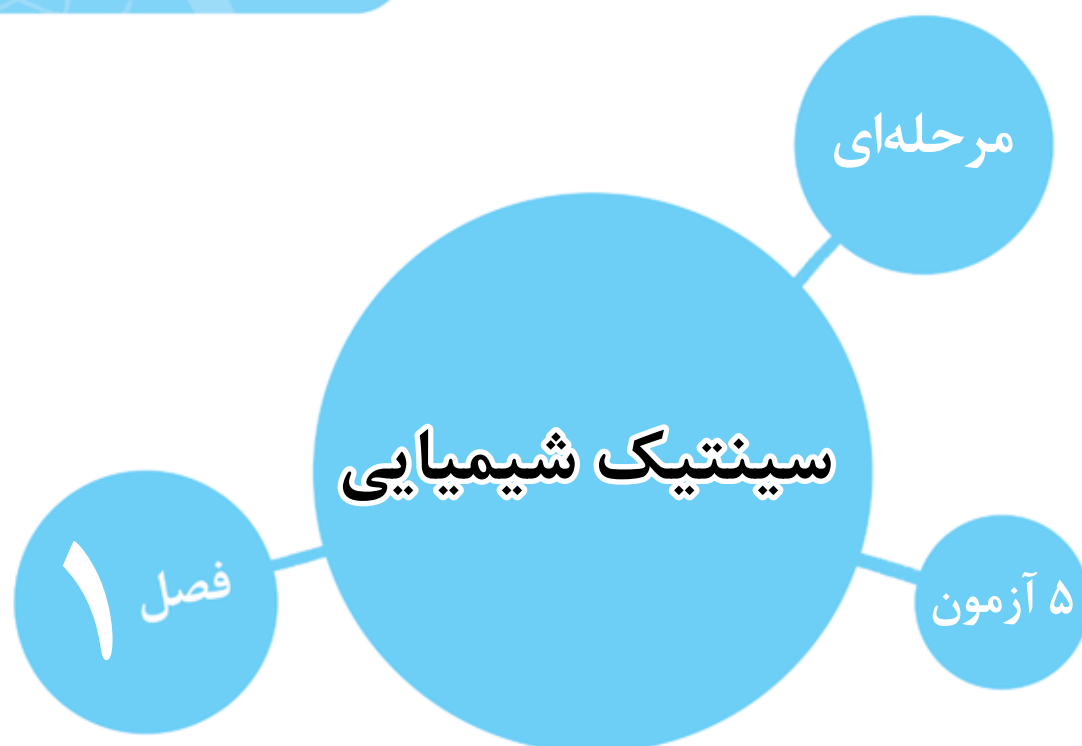




سال برگزاری کنکور و تعداد سؤال						موضوع سؤال
تجربی ۹۲	ریاضی ۹۲	تجربی ۹۳	ریاضی ۹۳	تجربی ۹۴	ریاضی ۹۴	
۱	۱	-	۲	-	۱	مفاهیم و مسایل سرعت واکنش
۱	۱	۲	۱	۱	-	نظریه‌های سینتیک شیمیایی
۱	۱	۱	۱	۲	۱	عوامل مؤثر بر سرعت واکنش
۳	۳	۳	۴	۳	۲	مجموع

با توجه به جدول بالا ملاحظه می‌کنید که سهم سؤالات این فصل از ۳۵ سؤال کنکور، بین ۲ تا ۴ تست می‌باشد. مواردی که باید در این فصل بیشتر به آن توجه داشته باشید، عبارتند از:

- ۱- تعداد زیادی سؤال درباره محاسبه سرعت واکنش در حالت‌های مختلف (مول، غلظت، حجم و ...) حل کنید.
- ۲- دو نظریه برخورد و حالت گذار را به خوبی مطالعه کنید و نحوه بررسی نمودارهای انرژی - پیشرفت واکنش را فرا بگیرید.
- ۳- تمرین‌های زیادی را از تعیین معادله قانون سرعت واکنش حل کنید و نکات مربوط به مبدل‌های کاتالیستی را حفظ کنید.

فصل اول: سینتیک شیمیایی

خلاصه درس

مفهوم سرعت واکنش

موضوع	توضیح
سینتیک و ترمودینامیک شیمیایی و تفاوت آن‌ها	سینتیک شیمیایی: شاخه‌ای از علم شیمی است که به بررسی چگونگی و سرعت انجام واکنش‌های شیمیایی و همچنین عوامل مؤثر بر سرعت واکنش‌های شیمیایی می‌پردازد.
	ترمودینامیک شیمیایی: شاخه‌ای از علم شیمی است که به مطالعهٔ تبدیل شکل‌های مختلف انرژی و راه‌های انتقال آن می‌پردازد. همچنین ترمودینامیک با تعیین ΔG واکنش، امکان وقوع آن را بررسی می‌کند.
واکنش‌های شیمیایی و گسترهٔ سرعت آن‌ها	(۱) سینتیک و ترمودینامیک شیمیایی را می‌توان مکمل یکدیگر دانست. (۲) خودبه‌خودی بودن یک واکنش از دید ترمودینامیک به این معنا نیست که واکنش یاد شده بایستی با سرعت انجام شود. (۳) واکنش‌های بسیاری وجود دارند که ترمودینامیک، امکان وقوع آن‌ها را پیش‌بینی می‌کند، اما از دید سینتیک شیمیایی راه مناسبی برای وقوع آن‌ها وجود ندارد.
	هر واکنش شیمیایی توصیفی برای یک تغییر شیمیایی است. در هر واکنش شیمیایی، چه تند و چه کند، از یک یا چند واکنش‌دهنده، فراورده‌هایی با خواص متفاوت تولید می‌شود. برخی از واکنش‌های شیمیایی که با تغییر رنگ، تولید رسوب، آزاد شدن گاز، داد و ستد گرما و ایجاد نور و صدا همراه هستند، به صورت زیر می‌باشند: الف) انفجار یک واکنش شیمیایی بسیار سریع است که در آن از مقدار کمی از یک مادهٔ منفجر شونده به حالت جامد یا مایع، حجم بسیار زیادی از گازهای داغ تولید می‌شود. ب) افزودن محلول سدیم کلرید به محلول نقره نیتрат باعث تشکیل سریع رسوب سفیدرنگ نقره کلرید می‌شود: $\text{AgNO}_3(\text{aq}) + \text{NaCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{AgCl}(\text{s}) + \text{NaNO}_3(\text{aq})$ پ) اشیای آهنی در هوای مرطوب به کندی زنگ می‌زنند. زنگار تولید شده در این واکنش ترد و شکننده است و فرو می‌ریزد: $4\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$ ت) بسیاری از کتاب‌های دست‌نویس و چاپی قدیمی در گذر زمان، زرد و پوسیده شده‌اند. این پدیده نشان می‌دهد که واکنش تجزیهٔ سلولز کاغذ، بسیار کند رخ می‌دهد.
سرعت متوسط مصرف یا تولید	سرعت مصرف یا تولید یک مادهٔ شرکت‌کننده در واکنش، در گسترهٔ زمانی قابل اندازه‌گیری را سرعت متوسط آن ماده می‌گویند و آن را با $\bar{R}$ نمایش می‌دهند. R حرف اول واژهٔ Rate به معنای نرخ، آهنگ یا سرعت است. سرعت واکنش کمیتی تجربی است و آن را می‌توان با اندازه‌گیری آهنگ مصرف واکنش‌دهنده‌ها یا اندازه‌گیری آهنگ تولید فراورده‌ها تعیین کرد. سرعت متوسط مصرف یک واکنش‌دهنده، برابر با تعداد مول‌های مصرف شده در واحد زمان است: $\bar{R}_{(\text{واکنش‌دهنده})} = - \frac{\Delta n(\text{واکنش‌دهنده})}{\Delta t}$ سرعت متوسط یک فراورده، برابر با تعداد مول‌های تولید شده در واحد زمان است: $\bar{R}_{(\text{فراورده})} = + \frac{\Delta n(\text{فراورده})}{\Delta t}$

موضوع	توضیح
شیب نمودار «مول - زمان» و «غلظت - زمان»	۱) قدر مطلق شیب نمودار «مول - زمان» یا «غلظت - زمان» یک ماده به ترتیب سرعت متوسط آن ماده را بر حسب mol.s^{-1} یا $\text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$ می‌دهد. ۲) همواره با گذشت زمان، از مقدار واکنش‌دهنده‌ها کاسته و بر مقدار فراورده‌ها افزوده می‌شود. ۳) در لحظات ابتدایی واکنش، سرعت واکنش و در نتیجه سرعت تولید فراورده‌ها و سرعت مصرف واکنش‌دهنده‌ها زیاد است.
سرعت واکنش	در یک واکنش، اگر ضریب استوکیومتری شرکت‌کننده‌ها یکسان نباشد، سرعت متوسط آن‌ها متفاوت خواهد بود. شیمییدان‌ها، برای درک آسان پیشرفت واکنش در واحد زمان، از یک واحد کاربردی به نام سرعت واکنش استفاده می‌کنند. برای واکنش فرضی $aA + bB \rightarrow cC + dD$ ، سرعت واکنش از رابطه زیر به دست می‌آید: $R_{\text{(واکنش)}} = -\frac{\Delta n(A)}{a\Delta t} = -\frac{\Delta n(B)}{b\Delta t} = +\frac{\Delta n(C)}{c\Delta t} = +\frac{\Delta n(D)}{d\Delta t}$

مطالب حفظی

۱- زمان لازم برای انجام واکنش‌های شیمیایی، گستره‌ای از چند صدم ثانیه تا چند سده را در بر می‌گیرد. ۲- در انفجار مواد شیمیایی، انبساط بسیار سریع گازهای آزاد شده، شوک موجی بسیار قوی با فشار بیش از 700000 اتمسفر در سرتاسر محیط پیرامون منتشر کرده که با سرعتی بیش از 9000 ms^{-1} باعث تخریب فیزیکی بناها می‌شود. ۳- تجربه نشان می‌دهد که اندازه‌گیری و محاسبه سرعت متوسط مصرف یا تولید مواد شرکت‌کننده در یک واکنش به ویژگی‌های قابل اندازه‌گیری مانند جرم، حجم، فشار و ... بستگی دارد. ۴- غلظت مولی یک ماده را با نوشتن فرمول شیمیایی آن درون یک کروشه نمایش می‌دهند: $[A] = \text{غلظت مولی } A$	مفهوم سرعت، شیب نمودارها و سرعت واکنش (از صفحه ۹ تا صفحه ۹ کتاب درسی)
--	---

نکات

- از واکنش تیغه روی با محلول مس (II) سولفات می‌توان فهمید که محلول آبی یون مس (II) آبی‌رنگ و محلول آبی یون روی (II) بی‌رنگ است.
- در اغلب واکنش‌های شیمیایی، با گذشت زمان، سرعت مصرف واکنش‌دهنده‌ها و سرعت تولید فراورده‌ها هر دو کاهش می‌یابند.
- پیشرفت یک واکنش نشان می‌دهد که چه مقدار از واکنش‌دهنده‌ها می‌توانند به فراورده‌ها تبدیل شوند و هیچ ارتباطی به سرعت آن ندارد.
- برای شرکت‌کننده‌ها در فاز گاز و محلول می‌توان سرعت متوسط مصرف یا تولید را افزون بر یکای مول بر زمان یا یکای مول بر لیتر بر زمان نیز گزارش کرد.
- پس از پایان واکنش، غلظت همه اجزای شرکت‌کننده به مقدار ثابتی می‌رسد.
- واکنش کامل، واکنشی است که یک یا چند واکنش‌دهنده به طور کامل مصرف شوند.
- واکنش تعادلی، واکنشی است که هیچ‌کدام از واکنش‌دهنده‌ها به طور کامل مصرف نشوند.
- نمودار «غلظت - زمان» جامدات و مایعات خالص به صورت خط راست افقی رسم می‌شود.

عوامل مؤثر بر سرعت واکنش و قانون سرعت واکنش

موضوع	توضیح
عوامل مؤثر بر سرعت واکنش‌های شیمیایی	۱- فعالیت شیمیایی (واکنش‌پذیری) واکنش‌دهنده‌ها: فعالیت شیمیایی واکنش‌دهنده‌ها به ماهیت آن‌ها وابسته است و قابل تغییر نیست و هر چه واکنش‌پذیری مواد واکنش‌دهنده، بیش‌تر باشد، سرعت انجام واکنش نیز بیش‌تر خواهد بود. مثال ۱) بارگاه ملکوتی امامان معصوم (ع) را با ورقه‌های نازک طلا تزئین می‌کنند. با گذشت زمان این گنبد‌ها همچنان درخشان باقی می‌مانند، در حالی که طاق مسی مقبره حافظ (حافظیه شیراز) با گذشت زمان سبز رنگ شده است. مثال ۲) فلزهای قلیایی سدیم و پتاسیم در شرایط یکسان با آب واکنش می‌دهند. اما سرعت واکنش پتاسیم با آب سریع‌تر است. ۲- دما: به طور معمول، با افزایش دما، سرعت واکنش‌ها، افزایش می‌یابد. مثال ۱) برای نگهداری طولانی‌مدت فراورده‌های گوشتی، آن‌ها را به حالت منجمد ذخیره می‌کنند. مثال ۲) محلول بنفش رنگ پتاسیم پرمنگنات با یک اسید آلی در دمای اتاق به کندی واکنش می‌دهد، اما با گرم شدن، محلول به سرعت بی‌رنگ می‌شود.

موضوع	توضیح
عوامل مؤثر بر سرعت واکنش‌های شیمیایی	۳- غلظت: با افزایش غلظت واکنش‌دهنده‌ها، سرعت اغلب واکنش‌های شیمیایی، افزایش می‌یابد. مثال (۱) بیمارانی که مشکلات تنفسی دارند، در شرایط اضطراری نیاز به تنفس از کپسول گاز اکسیژن خالص دارند. مثال (۲) الیاف آهن داغ و سرخ شده در هوا نمی‌سوزد، در حالی که همان مقدار الیاف آهن داغ و سرخ شده در یک ارلن پر از اکسیژن، می‌سوزد.
	۴- کاتالیزگر: کاتالیزگر، ماده‌ای است که سرعت واکنش‌ها را افزایش می‌دهد ولی خودش مصرف نمی‌شود . مثال (۱) حبه قند آغشته به خاک باغچه سریع‌تر و آسان‌تر می‌سوزد. مثال (۲) محلول هیدروژن پراکسید در دمای اتاق به کندی تجزیه شده و گاز اکسیژن تولید می‌کند، در حالی که افزودن دو قطره از محلول پتاسیم یدید، سرعت واکنش را به طور چشم‌گیری افزایش می‌دهد.
	۵- سطح تماس میان ذره‌های واکنش‌دهنده: با افزایش سطح تماس میان ذره‌های واکنش‌دهنده، سرعت واکنش، افزایش می‌یابد. مثال (۱) تراشه‌های چوب، سریع‌تر از تکه‌های چوب می‌سوزند. مثال (۲) شعله آتش ، گرد آهن موجود در کپسول چینی را داغ و سرخ می‌کند، در حالی که پاشیدن و پخش کردن گرد آهن بر روی شعله، سبب سوختن آن می‌شود.
قانون سرعت واکنش	افزایش غلظت واکنش‌دهنده‌ها، اغلب منجر به افزایش سرعت واکنش می‌شود. اما چون سرعت کمیته تجربی است، باید داده‌های تجربی در اختیار داشت تا بتوان رابطه‌ای میان سرعت واکنش و غلظت واکنش‌دهنده‌ها یافت. به چنین رابطه‌ای قانون سرعت می‌گویند. به طور مثال، رابطه سرعت برای واکنش تجزیه گرمایی دی‌نیتروژن پنتوکسید به صورت زیر است: $R = k[N_2O_5]^1$
	واکنش کلی $aA + bB \rightarrow \dots$ را در نظر بگیرید. برای این واکنش رابطه سرعت به صورت $R = k[A]^m[B]^n$ است. در این رابطه، m و n به ترتیب مرتبه واکنش را نسبت به واکنش‌دهنده‌های A و B نشان می‌دهند که از داده‌های تجربی به‌دست می‌آیند (در این رابطه، k ، ثابت سرعت نامیده می‌شود).
	واکنش بنیادی، واکنشی است که در آن فراورده‌ها از برخورد مستقیم ذره‌های واکنش‌دهنده تولید می‌شوند. در این واکنش‌ها، ضریب استوکیومتری هر واکنش‌دهنده، مرتبه آن را در قانون سرعت نشان می‌دهد. به طور مثال، در واکنش بنیادی $Cl(g) + HI(g) \rightarrow HCl(g) + I(g)$ ، رابطه سرعت به صورت روبه‌رو است: $R = k[Cl(g)]^1[HI(g)]^1$

مطالب حفظی

- عوامل مؤثر بر سرعت واکنش و قانون سرعت (از صفحه ۱۰ تا صفحه ۱۳ کتاب درسی)
- ۱- مولکول CO واکنش‌پذیری بالایی دارد. به طوری که تمایل آن برای واکنش با **هموگلوبین** به مراتب، بیش‌تر از مولکول O_2 است. این ویژگی سبب می‌شود که مولکول‌های CO موجود در هوای دم، جایگزین مولکول O_2 در هموگلوبین شده و مانع از رسیدن اکسیژن به بافت‌ها خواهد شد.
 - ۲- ثابت سرعت (k) کمیته **تجربی** و وابسته به دما است.
 - ۳- رابطه قانون سرعت واکنش میان هموگلوبین (Hb) و CO به صورت $R = k[Hb][CO]$ است.

نکات

- ۱ برای محاسبه قانون سرعت یک واکنش، داده‌های آزمایش‌های تجربی را با هم مقایسه می‌کنیم و **مرتبه واکنش** را نسبت به هر یک از واکنش‌دهنده‌ها به‌دست می‌آوریم.
- ۲ رابطه قانون سرعت واکنش، **سرعت لحظه‌ای** واکنش را نشان می‌دهد. به عبارت دیگر، در هر لحظه‌ای از انجام واکنش، اگر غلظت مواد موجود در معادله قانون سرعت را در رابطه مورد نظر جایگزین کنیم، **سرعت واکنش** را به‌دست می‌آوریم.
- ۳ اگر واکنش از نوع **مرتبه صفر** باشد، رابطه قانون سرعت واکنش به صورت $R = k$ است. در این گونه واکنش‌ها، سرعت واکنش ثابت بوده و با افزایش غلظت واکنش‌دهنده‌ها، سرعت واکنش افزایش نمی‌یابد.
- ۴ برای به‌دست آوردن یکای k از رابطه زیر استفاده می‌کنیم:
(جمع مرتبه واکنش‌دهنده‌ها در رابطه قانون سرعت) مرتبه کلی واکنش $n =$ ، $k = \text{یکای } \text{mol}^{1-n} \cdot \text{L}^{-(1-n)} \cdot \text{s}^{-1}$
- ۵ در یک واکنش بنیادی، ضریب استوکیومتری هر واکنش‌دهنده، توان آن را در رابطه قانون سرعت واکنش نشان می‌دهد. اما اگر بعد از تعیین معادله قانون سرعت واکنش، ملاحظه کردیم که توان‌های مواد با ضریب‌های استوکیومتری آن‌ها برابر است، نمی‌توانیم نتیجه بگیریم که واکنش موردنظر بنیادی است.

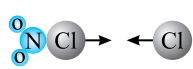
نظریه‌های سینتیک شیمیایی

موضوع	توضیح
انواع نظریه‌های سینتیک شیمیایی	برای یافتن پاسخ بسیاری از پرسش‌ها، باید واکنش‌ها را در سطح مولکولی بررسی کرد. برای این منظور، دو نظریه مهم و اساسی مطرح شده است که واکنش‌های شیمیایی را در سطح مولکولی بررسی می‌کنند: (۱) نظریه برخورد ، (۲) نظریه حالت گذار اساس هر دو نظریه برخورد و حالت گذار، برخورد بین ذره‌های واکنش‌دهنده است، ولی میان آن‌ها تفاوت‌های اساسی وجود دارد.
نظریه برخورد	این نظریه، تنها برای توصیف واکنش‌های بنیادی در فاز گاز به کار می‌رود. طبق این نظریه، یک واکنش بنیادی هنگامی رخ می‌دهد که بین ذره‌های واکنش‌دهنده، برخورد مؤثر صورت گیرد. برخورد، هنگامی مؤثر است و به تولید فراورده می‌انجامد که طی آن، ذره‌های برخورد کننده، جهت‌گیری مناسب و انرژی کافی داشته باشند. بررسی نکات نظریه برخورد: (۱) تعداد برخوردها: سرعت واکنش به تعداد برخوردهای بین ذره‌های واکنش‌دهنده (در واحد حجم و در واحد زمان) بستگی دارد. به این صورت که با افزایش غلظت ذره‌های واکنش‌دهنده، تعداد برخوردها (در واحد حجم و در واحد زمان) زیاد شده و در نتیجه سرعت واکنش، افزایش می‌یابد. (۲) جهت‌گیری مناسب ذره‌های برخورد کننده: برای این که برخورد بین ذره‌های واکنش‌دهنده، به واکنش و تولید فراورده بینجامد، باید این ذره‌ها در جهت مناسبی به یک‌دیگر نزدیک شده، برخورد کنند. (۳) انرژی کافی ذره‌ها هنگام برخورد: از میان همه برخوردها، فقط تعداد بسیار کمی منجر به انجام واکنش می‌شوند. این تعداد، افزون بر داشتن جهت‌گیری مناسب، باید انرژی کافی نیز داشته باشند. تعریف انرژی فعال‌سازی براساس نظریه برخورد: به حداقل انرژی لازم برای شروع یک واکنش شیمیایی می‌گویند. این نظریه، افزون بر واکنش در فاز گازی، برای فاز محلول نیز قابل استفاده است. طبق این نظریه، هنگامی که ذره‌های واکنش‌دهنده با هم برخورد می‌کنند، مدت زمانی در کنار یک‌دیگر قرار می‌گیرند. در این هنگام (یعنی هنگام برخورد)، پیوندهای موجود در ذره‌های واکنش‌دهنده دچار دگرگونی می‌شوند. در واقع پیوندهای اولیه آن‌ها تا حدودی سست شده و تشکیل پیوندهای تازه‌ای خودنمایی می‌کنند. به حالتی که در آن، هم‌زمان پیوند اولیه در حال شکستن و پیوند جدید در حال تشکیل است، حالت گذار یا پیچیده فعال می‌گویند. به همین دلیل این نظریه به نظریه حالت گذار یا نظریه پیچیده فعال شهرت یافته است. به طور مثال، پیچیده فعال در واکنش $H_2(g)$ با $Cl(g)$ به صورت مقابل است: $H \cdots \cdots H \cdots \cdots Cl$
واکنش‌های برگشت‌پذیر	واکنش‌هایی هستند که فراورده‌های آن‌ها بتوانند با هم واکنش داده و واکنش‌دهنده‌ها را دوباره تولید کنند. انرژی فعال‌سازی واکنش رفت را با E_a و انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت را با E'_a نمایش می‌دهند.

مطالب حفظی

۱- در نظریه برخورد، ذره‌های واکنش‌دهنده، به صورت گوی‌های سخت در نظر گرفته می‌شوند. ۲- پیچیده فعال گونه‌ای بسیار ناپایدار است، به طوری که نمی‌توان آن‌ها را حین واکنش‌ها، جداسازی و شناسایی کرد. ۳- احمد زویل، شیمیدان مسلمان مصری موفق به دریافت جایزه نوبل شیمی گردید. او و همکارانش روی حالت گذار در واکنش‌های شیمیایی تحقیق می‌کنند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان می‌دهد که حالت گذار، طول عمر بسیار کوتاهی در حدود فمتوثانیه (10^{-15} ثانیه) دارد. ۴- برای تعیین گرمای واکنش با استفاده از انرژی فعال‌سازی رفت و برگشت، از رابطه زیر استفاده می‌شود: $\Delta H_{\text{واکنش}} = E_a - E'_a$	نظریه‌های سینتیک شیمیایی (از صفحه ۱۴ تا صفحه ۱۹ کتاب درسی)
---	---

نکات



۱ برخورد بین ذره‌ها باید از سر اتم‌هایی صورت گیرد که قرار است تشکیل پیوند دهند. به طور مثال، برخورد بین Cl(g) و $\text{NO}_2\text{Cl(g)}$ باید به صورت زیر باشد:

۲ واکنش چه گرماگیر و چه گرماده باشد، سطح انرژی پیچیده فعال، بیش‌تر از سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها است.

۳ هر اندازه انرژی فعال‌سازی یک واکنش بیش‌تر باشد، سرعت آن واکنش کم‌تر است.

۴ در واکنش‌های گرماگیر، تبدیل واکنش‌دهنده‌ها به پیچیده فعال، دشوارتر از تبدیل فراورده‌ها به پیچیده فعال است.

۵ در واکنش‌های گرماگیر، E_a از ΔH بزرگ‌تر است و به همین ترتیب، در واکنش‌های گرماده، E_a از $|\Delta H|$ بزرگ‌تر می‌باشد.

شیمی و زندگی

موضوع	توضیح
کاتالیزورها	کاتالیزگر، ماده‌ای است که سرعت واکنش‌های شیمیایی را افزایش می‌دهد، در حالی که خودش در پایان واکنش دست نخورده باقی می‌ماند. در واقع کاتالیزگر در واکنش شرکت می‌کند، اما در پایان واکنش مصرف نشده باقی می‌ماند، از این رو می‌توان آن را بارها و بارها به کار برد. کاتالیزگر، از طریق کاهش انرژی فعال‌سازی، سرعت واکنش را افزایش می‌دهد، از این رو، با استفاده از کاتالیزگر می‌توان واکنش‌ها را در دمای پایین‌تری انجام داد. برای یافتن کاتالیزگر مناسب در مبدل‌های کاتالیستی باید به موارد زیر توجه داشت: ۱) واکنش‌های یک فرایند، به طور هم‌زمان انجام شوند. ۲) یک کاتالیزگر، نمی‌تواند همه‌ی واکنش‌ها را سرعت ببخشد. ۳) هر کاتالیزگر، واکنش ویژه‌ای را سرعت می‌بخشد. ۴) در حضور کاتالیزگر، واکنش‌های ناخواسته دیگری انجام نشود. ۵) کاتالیزگر، باید پایداری شیمیایی و گرمایی بالایی داشته باشد.
آلودگی هوا	دستیابی به دانش فنی تولید فولاد و همچنین اختراع ماشین بخار در پایان سده هجدهم میلادی، منجر به تحول صنعتی بسیار بزرگی در جهان شد. پژوهش‌ها نشان می‌دهند که آلاینده‌های C_xH_y، NO، SO_2 و CO در خروجی اگزوز خودروها وجود دارند. زغال سنگ، نفت خام، گازوئیل و بنزین با کیفیت پایین، مقادیر متفاوتی گوگرد دارند و در اثر سوزاندن این مواد در نیروگاه‌ها و خودروها، گاز گوگرد دی‌اکسید تولید می‌شود. سوختن ناقص هیدروکربن‌های موجود در سوخت‌ها، منجر به تولید CO(g) و C(s) دوده می‌شود. واکنش ناخواسته نیتروژن با اکسیژن هوا در موتور خودرو به دلیل دمای بالا (بالای 1000°C) انجام می‌شود و گاز نیتروژن مونواکسید تولید می‌کند.
به دنبال هوایی پاک	برای حذف گاز گوگرد دی‌اکسید می‌توان به دو روش زیر، گوگردزدایی کرد: ۱) گوگرد موجود در سوخت خودروها را جداسازی و سوخت با کیفیت بالا تولید کرد. ۲) گاز گوگرد دی‌اکسید خارج شده از نیروگاه‌ها را به دام انداخت تا از ورود آن‌ها به هواکره جلوگیری کرد. برای این منظور، می‌توان گازهای خروجی را از روی کلسیم اکسید عبور داد. $\text{CaO(s)} + \text{CO}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CaCO}_3\text{(s)}$ با استفاده از واکنش‌های زیر، می‌توان آلاینده‌ی گازهای خروجی از اگزوز خودروها را تا حد زیادی کاهش داد: $2\text{CO(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{CO}_2\text{(g)}$ $2\text{NO(g)} \rightarrow \text{N}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)}$ $\text{C}_x\text{H}_y\text{(g)} + \left(x + \frac{y}{4}\right)\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow x\text{CO}_2\text{(g)} + \frac{y}{2}\text{H}_2\text{O(g)}$ فلزهای پلاتین (Pt)، پالادیم (Pd) و رودیم (Rh) کاتالیزگرهای مناسبی برای واکنش‌های بالا هستند. این فلزها را با استفاده از قطعه‌ای مناسب در مسیر خروج گازها (اگزوز) و نزدیک به موتور قرار می‌دهند.

موضوع	توضیح
مبدل‌های کاتالیستی	مبدل‌های کاتالیستی، در واقع توری‌هایی از جنس سرامیک هستند که سطح آن‌ها با فلزهای پلاتین، پالادیم و رودیم پوشانده شده است. در سطح سرامیک‌ها در مبدل‌های کاتالیستی، توده‌های فلزی با قطر ۲ تا ۱۰ نانومتر وجود دارد. گسترش مبدل‌های کاتالیستی و افزایش کارایی آن‌ها نیازمند مطالعات گسترده و دقیق واکنش‌های شیمیایی است که در موتور خودرو اتفاق می‌افتند. البته شناسایی کاتالیزگرهای کارآمدتر و مقرون به صرفه‌تر از نظر اقتصادی نیز روی این مسأله تأثیر گذار است. در برخی از مبدل‌های کاتالیستی، سرامیک را به شکل مش‌های (دانه‌های) ریز درمی‌آورند و کاتالیزگرها را روی سطح آن‌ها می‌نشانند. تجربه نشان می‌دهد که این مبدل‌ها کارایی بالاتری دارند. در گازهای خروجی از اگزوز خودروها در هنگام روشن و گرم کردن خودروها (به ویژه در روزهای سرد زمستان) با وجود مبدل کاتالیستی، گازهای CO، NO و C_xH_y مشاهده می‌شوند، زیرا مبدل‌های کاتالیستی در دمای معینی فعالیت می‌کنند.

مطالب حفظی

- ۱- استفاده از **کاتالیزگرها** در صنایع گوناگون، سبب **کاهش** آلودگی محیط زیست می‌شود.
- ۲- برخی از فلزهای واسطه و ترکیب‌های آن‌ها می‌توانند واکنش‌های گوناگون را سرعت ببخشند. به همین دلیل این فلزها در بدن انسان، گیاهان و جانوران، به مقدار بسیار کم یافت می‌شوند.
- ۳- کاتالیزگرها در واکنش‌های **آنزیمی** شرکت می‌کنند. به طور مثال در مغز، کبد و کلیه انسان، برخی از این فلزها وجود دارند.

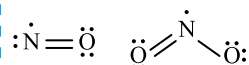
مقدار فلز واسطه (ppm)			بافت
منگنز	کبالت	مس	
۰/۳۴	-	۱۷/۵	مغز
۱/۶۸	۰/۱۸	۲۴/۹	کبد
۰/۹۳	۰/۲۳	۱۷/۳	کلیه

- ۴- اغلب کاتالیزگرهای جامد با گذشت زمان با برخی مواد شیمیایی **گوگرددار** و **فسفردار** کارایی خود را از دست می‌دهند. در این حالت می‌گویند، کاتالیزگر، **مسموم** شده است. از این رو، این کاتالیزگرها باید به صورت دوره‌ای **تعویض** شوند.

- ۵- در دهه ۱۹۷۰ میلادی (۱۳۵۰ شمسی)، روزانه نزدیک به ۴۵۰۰۰۰۰۰ بشکه نفت در جهان مصرف می‌شد.
- ۶- هر بشکه نفت خام برابر با ۱۵۹ لیتر است.

- ۷- در اوایل قرن نوزدهم، لندن به یکی از آلوده‌ترین شهرهای دنیا تبدیل شده بود. اوج این آلودگی در دسامبر ۱۹۵۲ رخ داد که سبب مرگ ۱۰۰۰۰ نفر از مردم لندن شد. این واقعه به «دود بزرگ» شهرت یافت.
- ۸- در میان گازهای CO، C_xH_y و NO که از اگزوز خودروها خارج می‌شوند، بیش‌ترین مقدار گاز مربوط به $CO(g)$ و کم‌ترین گاز مربوط به $NO(g)$ می‌باشد $(NO < C_xH_y < CO)$.

- ۹- گازهای NO و NO_2 به دلیل داشتن **الکترون تک** (جفت نشده) در ساختار خود، بسیار واکنش‌پذیرند و هنگامی که وارد بدن جانداران و انسان می‌شوند، به بافت‌های مختلف بدن آسیب می‌رسانند.



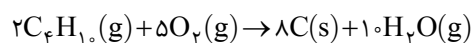
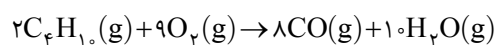
- ۱۰- گاز گوگرد دی‌اکسید و اکسیدهای نیتروژن با آب و اکسیژن موجود در هوا واکنش می‌دهند و در نهایت به **سولفوریک اسید** و **نیتریک اسید** تبدیل می‌شوند. این اسیدها هنگام بارش، **باران‌های اسیدی** تولید می‌کنند و به شدت محیط‌زیست را تخریب می‌کنند.

- ۱۱- کربن مونواکسید در دمای $75^\circ C$ با گاز اکسیژن واکنش می‌دهد.

شیمی و زندگی (از صفحه ۲۰ تا صفحه ۲۸ کتاب درسی)

نکات

- ۱ کاتالیزگر، انرژی فعال‌سازی رفت و برگشت را به یک اندازه کاهش می‌دهد.
- ۲ کاتالیزگر، آنتالپی واکنش (ΔH) را تغییر نمی‌دهد.
- ۳ کاتالیزگر، سرعت واکنش را افزایش می‌دهد و مقدار نهایی فراورده را تغییر نمی‌دهد.
- ۴ دمای موتور خودرو، بالای 1000°C است.
- ۵ واکنش تشکیل گاز NO از عناصر سازنده‌اش، واکنشی گرماگیر است که با افزایش آنتروپی همراه است. این واکنش در دمای اتاق غیرخودبه‌خودی و در دماهای بالا (دمای موتور) به طور خودبه‌خودی انجام می‌شود.
- ۶ در واکنش تشکیل گاز NO از عناصر سازنده‌اش، انرژی فعال‌سازی رفت از برگشت، بیش‌تر است. در نتیجه در شرایط یکسان، سرعت واکنش برگشت از سرعت واکنش رفت بیش‌تر است.
- ۷ هر یک از معادله‌های شیمیایی زیر، نوعی از سوختن ناقص بوتان را نشان می‌دهند:



مبحث آزمون	زمان پیشنهادی	شماره صفحات پاسخ تشریحی
از صفحه ۱ تا صفحه ۱۳ فصل سینتیک	۲۰ تا ۲۵ دقیقه	۳۰ تا ۳۴

۱- کدام موارد از مطالب زیر، درست‌اند؟

- الف) خودبه‌خودی بودن یک واکنش از دید ترمودینامیک به این معنا است که واکنش یاد شده بایستی با سرعت انجام شود.
 ب) برخی از شیمی‌دان‌ها، در پی یافتن راه‌هایی برای کاهش سرعت یا متوقف کردن واکنش‌های ناخواسته هستند.
 پ) سینتیک و ترمودینامیک شیمیایی را می‌توان مکمل یک‌دیگر دانست.
 ت) در سینتیک شیمیایی با تعیین ΔG ، امکان وقوع واکنش‌ها بررسی می‌شود و ترمودینامیک، شرایط انجام واکنش را مورد مطالعه قرار می‌دهد.

۱) «ت» و «ب» ۲) «الف» و «ب» ۳) «ب» و «پ» ۴) «الف» و «پ»

۲- چند مورد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

- الف) واکنش تجزیه سلولز کاغذ بسیار کند رخ می‌دهد و کاغذ در گذر زمان زرد و پوسیده می‌شود.
 ب) اشیای آهنی در هوای مرطوب به سرعت زنگ می‌زنند و فرو می‌ریزند.
 پ) سرعت متوسط مصرف یا تولید مواد را می‌توان با توجه به ویژگی‌های قابل اندازه‌گیری مانند جرم، حجم و فشار تعیین کرد.
 ت) انفجار، یک واکنش شیمیایی بسیار سریع است که در آن مقدار کمی از یک ماده منفجره جامد یا مایع، حجم بسیار زیادی از گازهای داغ تولید می‌کند.

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۱ ۴) ۳

۳- کدام مطلب در مورد نمودار روبه‌رو که مربوط به واکنش $2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$ است، نادرست است؟

- ۱) سرعت واکنش در ساعت اول، $1/5$ برابر سرعت واکنش در ۳ ساعت اول است.

- ۲) منحنی a مربوط به گازی قهوه‌ای رنگ و منحنی b نیز مربوط به آلایندگی است که از آگروز خودروها خارج می‌شود.
 ۳) سرعت متوسط مصرف O_2 از ساعت سوم تا ساعت هفتم با سرعت متوسط تولید NO_2 از ساعت هفتم تا ساعت یازدهم برابر است.

- ۴) شیب منحنی O_2 ، دو برابر شیب منحنی NO است.

۴- کدام عبارت درست است؟

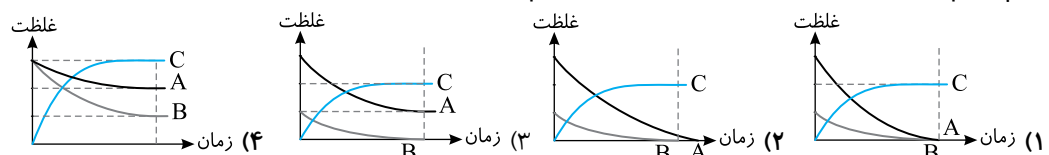
- ۱) در واکنش $2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$ ، سرعت واکنش دو برابر سرعت متوسط تولید NO_2 است.

- ۲) در واکنش $A(s) \rightarrow B(g) + C(s)$ تساوی $\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{\Delta[B]}{\Delta t}$ برقرار است.

- ۳) در واکنش تجزیه N_2O_5 ، سرعت متوسط تولید $O_2(g)$ ، دو برابر سرعت متوسط مصرف $N_2O_5(g)$ است.

- ۴) در واکنش $2A(g) \rightarrow 3B(g)$ تساوی $\frac{\Delta n(A)}{2\Delta t} = -\frac{\Delta n(B)}{3\Delta t}$ برقرار است.

۵- اگر در واکنش $2A(g) + B(g) \rightarrow 2C(g)$ ، در دمای معین ۱ مول B و ۳ مول A را در یک ظرف یک لیتری وارد واکنش کنیم، کدام یک از نمودارهای زیر، تغییر غلظت مواد را تا تمام شدن یکی از واکنش‌دهنده‌ها به درستی نشان می‌دهد؟



محاسبات

۶- در یک واکنش گازی، رابطه‌های زیر برقرار است:

$$\bar{R}_A = -\frac{\Delta n_A}{\Delta t} \quad \text{الف)} \quad \text{ب)} \quad \frac{\Delta n_A}{\Delta t} = -\frac{\Delta n_C}{3\Delta t}$$

$$R_{\text{واکنش}} = \bar{R}_A \quad \text{پ)} \quad \text{ت)} \quad \frac{\Delta n_B}{2\Delta t} = \frac{\Delta n_C}{3\Delta t}$$

معادله موازنه شده این واکنش کدام است؟



۷- مطابق واکنش $2A(g) \rightarrow B(g) + 3C(g)$ در یک ظرف سر بسته، مقداری از ماده A را حرارت می‌دهیم تا تجزیه

شود. عبارت کدام گزینه درست است؟

(۱) با گذشت زمان، سرعت تولید فراورده‌ها افزایش می‌یابد.

(۲) در هر لحظه از انجام واکنش، غلظت A دو برابر غلظت B است.

(۳) در هر لحظه از انجام واکنش، اندازه شیب نمودار «غلظت - زمان» ماده B، نصف ماده A است.

(۴) سرعت متوسط تولید B، از سرعت متوسط تولید فراورده دیگر بیش‌تر است.

۸- بر اثر انجام واکنش $Zn(s) + 2HCl(aq) \rightarrow ZnCl_2(aq) + H_2(g)$ ، ۲/۸ لیتر گاز هیدروژن در مدت زمان ۴۵

ثانیه در شرایط استاندارد تولید می‌شود. اگر حجم محلول برابر با ۷۵۰ میلی‌لیتر باشد، سرعت متوسط مصرف اسید

تقریباً چند $\text{mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$ است؟

(۱) ۰/۸۲۸ (۲) ۰/۴۴۴ (۳) ۰/۲۲۲ (۴) ۰/۲۵۱

۹- در واکنش تجزیه دی‌نیتروژن پنتااکسید مطابق معادله $2N_2O_5(g) \rightarrow 4NO_2(g) + O_2(g)$ ، اگر سرعت متوسط

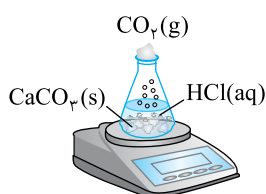
تولید گاز نیتروژن دی‌اکسید برابر $0.32 \text{ mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$ باشد، در مدت ۱۵ دقیقه چند گرم N_2O_5 با انجام

این واکنش در یک ظرف ۳ لیتری تجزیه می‌شود؟ ($N=14, O=16: \text{g.mol}^{-1}$)

(۱) ۳۸۷/۷ (۲) ۷۷۷/۶ (۳) ۷۸۷/۶ (۴) ۳۸۸/۸

۱۰- اطلاعات جدول زیر مربوط به واکنش انجام شده در شکل است:

زمان (ثانیه)	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰
جرم مخلوط واکنش (گرم)	۶۵/۹۸	۶۵/۳۲	۶۴/۸۸	۶۴/۶۶	۶۴/۵۵	۶۴/۵۰	۶۴/۵۰
جرم کربن دی‌اکسید (گرم)	۰	۰/۶۶	۱/۱۰				



سرعت متوسط تولید $CaCl_2$ در ۱۰ ثانیه سوم واکنش چند mol.min^{-1} است

و سرعت متوسط مصرف $CaCO_3$ در ۱۰ ثانیه اول چند برابر سرعت متوسط این

ماده در ۱۰ ثانیه چهارم است؟ ($C=12, O=16: \text{g.mol}^{-1}$)

$$(1) \quad 6 - 3 \times 10^{-2} \quad (2) \quad 6 - 5 \times 10^{-4}$$

$$(3) \quad \frac{1}{6} - 3 \times 10^{-2} \quad (4) \quad \frac{1}{6} - 5 \times 10^{-4}$$

۱۱- تیغهای از فلز روی به جرم ۳/۹ گرم در ۲ لیتر محلول 0.2 mol.L^{-1} مس (II) سولفات قرار می‌گیرد. در صورتی که آهنگ

تولید یون $Zn^{2+}(aq)$ برابر ۰/۱ مول بر دقیقه باشد، پس از گذشت چند ثانیه، محلول بی‌رنگ می‌شود؟ ($Zn=65 \text{ g.mol}^{-1}$)

(۱) ۳۶۰ (۲) ۴ (۳) ۶ (۴) ۲۴۰

محاسبات

۱۲- با توجه به داده‌های جدول زیر می‌توان دریافت که معادله واکنش به صورت می‌باشد و سرعت متوسط واکنش در ۵ ثانیه چهارم مول بر لیتر بر ثانیه است.

زمان (s)	۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰
غلظت (mol.L ⁻¹)					
[A(g)]	۹	۶/۸	۴/۸	۳	۱/۵
[B(g)]	۰	۲/۲	۴/۲	۶	۷/۵
[C(g)]	۴/۱	۳	۲	۱/۱	۰/۳۵



۱۳- جدول زیر تغییرات غلظت دو ماده A و B که در واکنش $aA(g) + C(g) \rightarrow D(g) + 2B(g)$ شرکت دارند را نشان می‌دهد. با توجه به آن، مقدار x و a کدام است؟ (از راست به چپ)

زمان (min)	$\frac{-\Delta[A]}{\Delta t \times a}$ (mol.L ⁻¹ . min ⁻¹)	[A] (mol.L ⁻¹)	[B] (mol.L ⁻¹)
۲	۰/۴۵	۶/۲	۱/۴
۶		۰/۸	x

(۱) ۳ - ۲

(۲) ۱ - ۳

(۳) ۱ - ۴

(۴) ۳ - ۵

۱۴- اگر در واکنش $2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$ مقادیر

غلظت NO_2 مطابق با نمودار داده شده باشد، سرعت متوسط

مصرف NO در ۲۰ ثانیه سوم واکنش چند mol.L⁻¹. min⁻¹

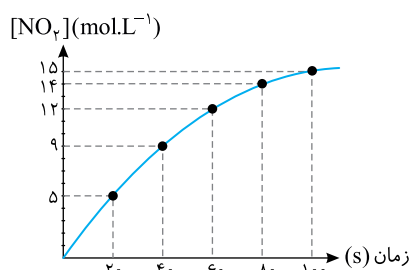
خواهد بود؟

(۱) ۹

(۲) ۴/۵

(۳) ۰/۱۵

(۴) ۰/۳



۱۵- اگر در واکنش تجزیه سدیم نیترات، پس از گذشت ۲ دقیقه از آغاز واکنش، ۱/۰۲ مول از آن در ظرف باقی بماند و ۰/۱۲ مول گاز آزاد شود، مقدار اولیه سدیم نیترات چند مول و سرعت متوسط تولید سدیم نیتريت چند مول بر ثانیه است؟ (عددها را از راست به چپ بخوانید)

(۱) ۲/۱۶ - ۰/۰۰۲

(۲) ۱/۲۶ - ۰/۰۱۲

(۳) ۲/۱۶ - ۰/۰۱۲

(۴) ۱/۲۶ - ۰/۰۰۲

۱۶- تعداد مول ماده A(g) در واکنش $2A(g) \rightarrow 2B(g) + C(g)$ به صورت زیر با زمان تغییر می‌کند. اگر سرعت متوسط مصرف A(g) در فاصله زمانی داده شده برابر ۷/۸ مول بر دقیقه باشد، سرعت متوسط تولید گاز B در ۵ ثانیه سوم برابر چند mol.s⁻¹ است؟

زمان (ثانیه)	۰	۵	۱۰	۱۵
A (مول)	۶/۷۵	۶/۴۵	۵/۲۵	x

(۱) ۰/۰۹

(۲) ۰/۰۴۵

(۳) ۰/۱۸

(۴) ۰/۳۳

۱۷- مقداری O_2 را به همراه ۲۰ مول $SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$ برای انجام واکنش وارد یک ظرف سربسته به حجم نیم لیتر می‌کنیم. اگر پس از گذشت یک دقیقه از شروع واکنش، مقدار گاز موجود در ظرف ۳۰/۵ مول، و سرعت واکنش در این بازه زمانی $0.5 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ باشد، چند درصد از O_2 تا این لحظه در واکنش مصرف شده است؟

(۴) ۲۰

(۳) ۱۲/۵

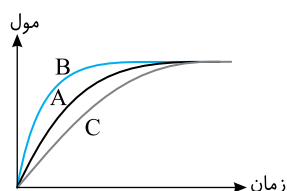
(۲) ۵۰

(۱) ۲۵

محاسبات

- ۱۸- در کدام گزینه هر دو عبارت ذکر شده، تأثیر یک عامل مؤثر بر سرعت واکنش را نشان می‌دهد؟
 الف) بارگاه‌های امامان معصوم (ع) که با ورقه‌های نازک طلا تزئین شده‌اند، با گذشت زمان همچنان درخشان باقی مانده‌اند، ولی طاق مسی مقبره حافظ با گذشت زمان سبز رنگ شده است.
 ب) افزودن ۲ قطره از محلول پتاسیم یدید، سرعت واکنش تجزیه محلول هیدروژن پراکسید را به طور چشم‌گیری افزایش می‌دهد.
 پ) برای نگهداری طولانی مدت فراورده‌های گوشتی، آن‌ها را به حالت منجمد ذخیره می‌کنند.
 ت) شعله آتش، گرد آهن موجود در کپسول چینی را داغ و سرخ می‌کند، در حالی که پاشیدن و پخش کردن گرد آهن بر روی شعله، سبب سوختن آن می‌شود.
 ث) حبه قند آغشته به خاک باغچه سریع‌تر و آسان‌تر می‌سوزد.
- ۱) «الف» - «پ» ۲) «ت» - «ث» ۳) «الف» - «ت» ۴) «ب» - «ث»

- ۱۹- نمودار منحنی A، تغییر مول‌های کربن دی‌اکسید با گذشت زمان برای واکنش کلسیم کربنات با محلول هیدروکلریک اسید ۱/۱ مولار را در دمای اتاق نشان می‌دهد. منحنی‌های B و C به ترتیب می‌تواند مربوط به و باشد.



- ۱) قرار دادن ظرف واکنش در حمام آب گرم - انجام واکنش با محلول ۲/۰ مولار هیدروکلریک اسید
 ۲) استفاده از کاتالیزگر - قرار دادن ظرف واکنش در حمام آب گرم
 ۳) استفاده از کاتالیزگر - استفاده از نیتریک اسید ۱/۰ مولار به جای هیدروکلریک اسید

- ۴) استفاده از قطعات کوچک کلسیم کربنات به جای قطعه بزرگ آن - قرار دادن ظرف واکنش در حمام محتوی آب و یخ

- ۲۰- هرگاه ۲/۰ مول فلز روی را در یک لیتر HNO_3 دو مولار حل کنیم، گاز H_2 آزاد می‌شود. چه تعداد از موارد زیر در مورد این واکنش در دمای اتاق صحیح است؟

- الف) اگر از محلول نیتریک اسید دو مولار با دمای 40°C استفاده کنیم، سرعت واکنش افزایش می‌یابد.
 ب) استفاده از پودر روی، باعث افزایش شیب نمودار «مول - زمان» برای H_2 تولیدی می‌شود.
 پ) اگر به جای HNO_3 دو مولار، از HNO_3 یک مولار استفاده کنیم، حجم گازی که آزاد شده، نصف می‌شود.
 ت) افزایش غلظت اسید موجب تغییر در نمودار «انرژی - پیشرفت واکنش» نمی‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

مبحث آزمون	زمان پیشنهادی	شماره صفحات پاسخ تشریحی
از صفحه ۱۴ تا صفحه ۲۷ فصل سینتیک	۲۰ تا ۲۵ دقیقه	۳۸ تا ۳۴

۱- با توجه به جدول مقابل که سرعت واکنش بین هموگلوبین (Hb) و کربن مونوکسید (CO) در دمای 20°C را در سه آزمایش مختلف نشان می‌دهد، رابطه قانون سرعت واکنش و مقدار تقریبی ثابت سرعت به ترتیب کدامند؟

شماره آزمایش	غلظت آغازی واکنش‌دهنده‌ها (mol.L^{-1})		سرعت آغازی واکنش ($\text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$)
	[Hb]	[CO]	
۱	$2/2 \times 10^{-6}$	$1/0 \times 10^{-6}$	$6/10 \times 10^{-7}$
۲	$4/4 \times 10^{-6}$	$1/0 \times 10^{-6}$	$1/22 \times 10^{-6}$
۳	$4/4 \times 10^{-6}$	$3/0 \times 10^{-6}$	$3/66 \times 10^{-6}$

(۱) $R = k[\text{Hb}]^2[\text{CO}]$ و $1/26 \times 10^{11}$

(۲) $R = k[\text{Hb}][\text{CO}]$ و $2/77 \times 10^5$

(۳) $R = k[\text{Hb}][\text{CO}]^2$ و $1/26 \times 10^{11}$

(۴) $R = k[\text{Hb}]^2[\text{CO}]^2$ و $2/77 \times 10^5$

۲- کدام عبارت درست است؟

- (۱) مخلوط گازهای هیدروژن و اکسیژن را نمی‌توان در دمای اتاق برای مدت طولانی نگه داشت.
 (۲) مولکول‌های CO موجود در هوای دم با مولکول O_2 در هموگلوبین ترکیب شده و مانع از رسیدن اکسیژن به بافت‌ها می‌شوند.
 (۳) مولکول CO واکنش‌پذیری بالایی دارد، به طوری که تمایل آن برای واکنش با هموگلوبین به مراتب بیش‌تر از O_2 است.
 (۴) در واکنش تجزیه N_2O_5 ، رابطه قانون سرعت واکنش به صورت $R = k[\text{N}_2\text{O}_5]^2$ است.

۳- با توجه به جدول زیر کدام مطلب نادرست است؟ (A و B واکنش‌دهنده‌اند)

شماره آزمایش	سرعت آغازی واکنش ($\text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$)	غلظت آغازی واکنش‌دهنده‌ها	
		[A] (mol.L^{-1})	[B] (mol.L^{-1})
۱	$8/1 \times 10^{-3}$	۰/۳	۰/۳
۲	9×10^{-4}	۰/۱	۰/۳
۳	$7/2 \times 10^{-3}$	۰/۲	۰/۶

(۱) اگر مقدار B را ۵ برابر و مقدار A را ۲ برابر کنیم، سرعت واکنش 20° برابر می‌شود.

(۲) ثابت سرعت واکنش برابر با $3 \times 10^{-1} \text{ mol}^2.\text{L}^{-2}.\text{s}^{-1}$ است.

(۳) معادله سرعت واکنش برابر $R = k[\text{A}]^2[\text{B}]$ است.

(۴) اثر تغییر غلظت A روی سرعت واکنش بیش‌تر از اثر تغییر غلظت B است.

محاسبات

۴- داده‌های جدول زیر مربوط به واکنش گازی $aA(g) + bB(g) \rightarrow cC(g)$ است. مقدار x کدام است؟

غلظت آغازی واکنش‌دهنده‌ها		سرعت آغازی واکنش ($\text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$)	شماره آزمایش
[A] (mol.L^{-1})	[B] (mol.L^{-1})		
۰/۰۳	۰/۳	$1/8 \times 10^{-4}$	۱
۰/۰۶	۰/۳	$7/2 \times 10^{-4}$	۲
۰/۱۲	۰/۶	$11/52 \times 10^{-3}$	۳
۰/۱۵	x	5×10^{-4}	۴

(۱) ۰/۱

(۲) ۰/۶

(۳) ۰/۰۱

(۴) ۰/۰۶

۵- اگر ۰/۰۴ مول Cl_2 را با ۰/۰۶ مول NO در ظرفی به حجم یک لیتر وارد کنیم تا واکنش بنیادی



چند برابر سرعت اولیه است؟

(۱) $\frac{1}{2}$ (۲) ۳ (۳) $\frac{1}{3}$ (۴) ۲

۶- در واکنش گازی $3A(g) + B(g) \rightarrow 4C(g)$ با ۴ برابر کردن غلظت A ، سرعت واکنش ۲ برابر و با نصف کردن

غلظت B ، سرعت واکنش $\frac{1}{8}$ برابر می‌شود. کدام جمله درباره این واکنش درست است؟

(۱) تأثیر ماده A بر سرعت واکنش بیش‌تر است.

(۲) رابطه قانون سرعت آن به صورت $k = [A]^2[B]^4$ است.

(۳) اگر غلظت A را ۳۶ برابر و غلظت B را ۲ برابر کنیم، سرعت واکنش ۴۸ برابر می‌شود.

(۴) در طول انجام واکنش تغییر غلظت A کم‌تر از تغییر غلظت B است.

۷- اگر قانون سرعت واکنش $3A + 2B \rightarrow C + 2D$ به صورت $R = k[A]^2[B]$ باشد، x ، y و ثابت سرعت واکنش

عبارت‌اند از: (به ترتیب از راست به چپ)

غلظت آغازی واکنش‌دهنده‌ها		سرعت آغازی واکنش ($\text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$)	شماره آزمایش
[B] (mol.L^{-1})	[A] (mol.L^{-1})		
۰/۲	۰/۲	x	۱
۰/۱	y	۰/۴	۲
۰/۱	۰/۶	۰/۹	۳

(۱) $25 \text{ L}^2.\text{mol}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ، ۰/۲، ۰/۱(۲) $50 \text{ L}^2.\text{mol}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ، ۰/۴، ۰/۲(۳) $25 \text{ L}^2.\text{mol}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ، ۰/۴، ۰/۲(۴) $50 \text{ L}^2.\text{mol}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ، ۰/۲، ۰/۱

۸- با توجه به شکل روبه‌رو کدام جمله درست است؟

(۱) معادله قانون سرعت واکنش در ظرف «پ» با ظرف‌های «آ» و «ب» یکسان نیست.

(۲) در ظرف «آ» مولکول NO و در ظرف «پ» مولکول O_3 واکنش‌دهنده محدود کننده است.

(۳) در هر سه شکل، تعداد مولکول‌های O_3 و سرعت واکنش یکسان است.

(۴) در ظرف «پ» تعداد برخوردها بیشتر و در نتیجه سرعت واکنش بیشتر است.

۹- در بین عبارت‌های زیر چند مورد درست است؟

(الف) حالت گذار، طول عمر بسیار کوتاهی در حدود فمتو ثانیه دارد.

(ب) براساس نظریه حالت گذار، هنگام برخورد، پیوندهای اولیه تا حدودی سست شده و تشکیل پیوندهای تازه‌ای خودنمایی می‌کند.

(پ) در واکنش $H_2(g)$ با $Cl(g)$ ساختار پیچیده فعال به صورت $(H...H...Cl)$ است.

(ت) نظریه برخورد، افزون بر واکنش در فاز گازی، برای فاز محلول نیز قابل استفاده است.

(ث) پیچیده فعال گونه بسیار ناپایداری است، به طوری که نمی‌توان آن را حین واکنش‌ها جداسازی و شناسایی کرد.

(۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۵

۱۰- با توجه به دو نمودار مقابل، کدام عبارت درست است؟

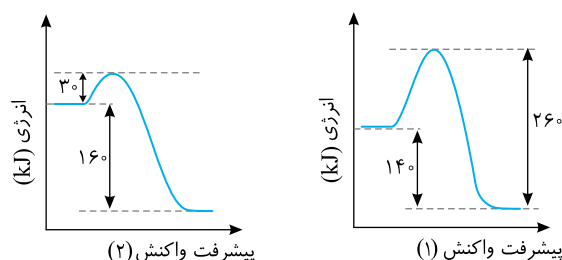
(۱) در ساختار پیچیده فعال (II)، یک پیوند در حال تشکیل و یک پیوند در حال شکستن است.

(۲) در واکنش (I)، تعداد پیوندها افزایش می‌یابد.

(۳) در واکنش (II)، تبدیل فرآورده‌ها به پیچیده فعال آسان‌تر از تبدیل واکنش‌دهنده‌ها به پیچیده فعال است.

(۴) در نمودار (I)، کلیه پیوندهای اولیه در پیچیده فعال سست هستند.

۱۱- با توجه به نمودارهای زیر، کدام عبارت درست بیان شده است؟



(۱) در شرایط یکسان، سرعت واکنش (۱) در جهت برگشت، از سرعت واکنش (۲) در جهت رفت بیشتر است.

(۲) ΔH واکنش (۱) در جهت رفت به اندازه 20° کیلوژول از ΔH واکنش (۲) در جهت برگشت بزرگ‌تر است.

(۳) انرژی فعال‌سازی واکنش (۱) در جهت رفت به اندازه 90° کیلوژول از انرژی فعال‌سازی واکنش (۲) در جهت رفت کم‌تر است.

(۴) در واکنش (۲) مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل واکنش‌دهنده‌ها به اندازه 160° کیلوژول از مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل فرآورده‌ها بزرگ‌تر است.

۱۲- کدام عبارت نادرست است؟

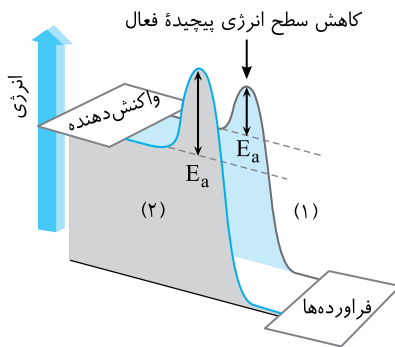
(۱) یک برخورد، هنگامی که جهت‌گیری ذره‌های برخورد کننده مناسب باشد، همواره مؤثر است.

(۲) در نظریه برخورد، ذره‌های واکنش‌دهنده به صورت گوی‌های سخت در نظر گرفته می‌شدند.

(۳) هر دو نظریه برخورد و حالت گذار، واکنش‌ها را در سطح مولکولی بررسی می‌کنند.

(۴) اساس هر دو نظریه برخورد و حالت گذار، برخورد بین ذره‌های واکنش‌دهنده است.

محاسبات



۱۳- با توجه به نمودار روبه‌رو، کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) این نمودار روند پیشرفت یک واکنش را در حضور کاتالیز گر و در غیاب آن نشان می‌دهد.
- (۲) در مسیر (۱) نسبت به مسیر (۲)، هم سرعت واکنش رفت بیش‌تر است و هم سرعت واکنش برگشت.
- (۳) ساختار پیچیده فعال در هر دو مسیر (۱) و (۲) یکسان است.
- (۴) k نمودار (۱) بزرگ‌تر از k نمودار (۲) در رابطه سرعت است.

۱۴- در یک واکنش $E_a = 150 \text{ kJ}$ و $\Delta H = -240 \text{ kJ}$ است. با استفاده از کاتالیز گر، انرژی فعال‌سازی واکنش رفت را به میزان ۶۰ درصد کاهش داده‌ایم. انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت در حضور کاتالیز گر بر حسب کیلوژول کدام است؟

- (۱) ۳۰۰ (۲) ۲۹۰ (۳) ۳۲۰ (۴) ۲۷۰

۱۵- کدام گزینه درست است؟

- (۱) کاتالیز گر با کاهش سطح انرژی فرآورده‌ها و واکنش‌دهنده‌ها موجب افزایش سرعت واکنش می‌شود.
- (۲) اگر در یک واکنش، استفاده از کاتالیز گر موجب $\frac{1}{3}$ شدن E_a شود، سرعت واکنش سه برابر می‌شود.
- (۳) برای انجام واکنش هیدروژن با اکسیژن در دمای پایین از پالادیم به عنوان کاتالیز گر استفاده می‌شود.
- (۴) در سطح سرامیک‌ها در مبدل کاتالیستی، توده‌های فلزی با قطر ۲ تا ۱۰ نانومتر وجود دارد.

۱۶- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

- (الف) مقدار انرژی در دسترس برای واکنش تشکیل گاز NO در دمای موتور (بالای 1000°C) مثبت است.
- (ب) حتی در صورت استفاده از سوخت‌های با کیفیت نیز، آلاینده‌های CO، NO، C_xH_y در موتور خودرو تولید می‌شوند.
- (پ) مبدل‌های کاتالیستی، توری‌هایی از جنس سرامیک هستند که سطح آن‌ها با فلزهای پلاتین (Pt)، پالادیم (Pd) و رودیم (Ru) پوشانده شده است.
- (ت) اگر در کشور ما روزانه یک میلیون خودرو فعالیت کند و هر خودرو به طور میانگین 50 km مسافت طی کند؛ در طول یک سال، ۵۲ تن آلاینده نیتروژن مونوکسید وارد هواکره می‌شود (مقدار NO تولیدی به ازای طی کردن هر کیلومتر برابر $1/4$ گرم است).

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۱۷- کدام گزینه برای انتخاب کاتالیز گر مناسب برای انجام واکنش‌های حذف آلاینده‌های CO، NO و C_xH_y از

گازهای خروجی از اگزوز، مورد توجه نیست؟

- (۱) کاتالیز گر باید پایداری شیمیایی و گرمایی بالایی داشته باشد.
- (۲) واکنش‌های مورد نظر باید همگی در یک زمان انجام شوند.
- (۳) در حضور کاتالیز گر، نباید واکنش‌های ناخواسته دیگری انجام شود.
- (۴) کاتالیز گر می‌بایست در حضور هر ماده‌ای، خاصیت خود را حفظ کرده و کارایی خود را از دست ندهد.

۱۸- کدام عبارت نادرست است؟

- (۱) مبدل‌های کاتالیستی را در مسیر خروج گازها و نزدیک به موتور خودرو نصب می‌کنند.
- (۲) در واکنش تجزیه هیدروژن پراکسید، از یون یدید به عنوان کاتالیز گر استفاده می‌شود.
- (۳) در هر دو واکنش مربوط به حذف گازهای NO و CO در مبدل‌های کاتالیستی، آنتروپی افزایش می‌یابد.
- (۴) گاز گوگرد دی‌اکسید خارج شده از نیروگاه‌ها را توسط کلسیم اکسید به دام می‌اندازند و از ورود آن به هواکره جلوگیری می‌کنند.

۱۹- چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟

- الف) وجود مبدل‌های کاتالستی در خودرو باعث می‌شود تا گاز CO پیش از خروج از اگزوز، در دمای 750°C با گاز اکسیژن واکنش دهد.
- ب) واکنش مربوط به حذف نیتروژن مونوکسید منجر به تجزیه آن به عناصر سازنده‌اش می‌شود.
- پ) بنزین‌های با کیفیت پایین به دلیل داشتن ترکیبات گوگرددار، موجب تسریع فرایند مسموم شدن مبدل‌های کاتالستی می‌شوند.
- ت) اکسیدهای نیتروژن در نهایت با تبدیل شدن به نیترواسید، یکی از عوامل مهم برای ایجاد باران‌های اسیدی هستند.
- ث) واکنش تولید نیتروژن دی‌اکسید در دمای اتاق، دارای ΔG مثبت است.
- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۲۰- کدام مورد از موارد زیر درست نیست؟

- ۱) یکی از مشکلات آلاینده‌ها در خودرو، سرعت خروج بالا و دمای پایین آن‌ها است.
- ۲) استفاده از کاتالیزورها در صنایع، باعث صرفه‌جویی در منابع و کاهش هزینه‌ها می‌شود.
- ۳) مس، کبالت و منگنز از جمله فلزات واسطه موجود در مغز انسان هستند که خاصیت آنزیمی دارند.
- ۴) ترتیب مقدار آلاینده بر حسب گرم به ازای طی یک کیلومتر توسط خودرو، به صورت $\text{NO} < \text{C}_x\text{H}_y < \text{CO}$ است.



مبحث آزمون	زمان پیشنهادی	شماره صفحات پاسخ تشریحی
فصل (۱) شیمی پیش‌دانشگاهی	۲۲ تا ۲۵ دقیقه	۳۹ تا ۴۲

۱- عبارت کدام گزینه درست است؟

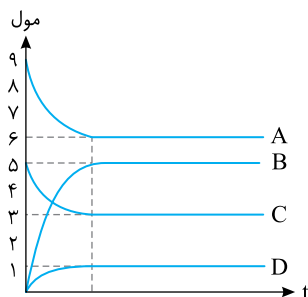
(۱) در واکنش $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq}) + \text{H}_3\text{PO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ، بیشترین سرعت متوسط بر حسب mol.s^{-1} مربوط به $\text{Ca}(\text{OH})_2$ است.

(۲) غلظت NO در هر لحظه از انجام واکنش گازی $\text{NO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$ برابر غلظت H_2 است.

(۳) پایداری پیچیده فعال با سرعت واکنش رابطه مستقیم دارد.

(۴) در معادله گازی $2\text{A} + 6\text{B} \rightarrow 5\text{C}$ تساوی $\frac{3\Delta n_{\text{A}}}{\Delta t} = -\frac{\Delta n_{\text{B}}}{\Delta t}$ برقرار است.

۲- معادله واکنش نمودار مقابل به صورت است و با پیشرفت واکنش:



(۱) $\text{A} + \text{C} \rightarrow 2\text{B} + \text{D}$ ، جرم مواد کاهش می‌یابد.

(۲) $3\text{A} + 2\text{C} \rightarrow 5\text{B} + \text{D}$ ، تعداد مولکول‌ها افزایش می‌یابد.

(۳) $\text{A} + \text{C} \rightarrow 2\text{B} + \text{D}$ ، تعداد مولکول‌ها افزایش می‌یابد.

(۴) $3\text{A} + 2\text{C} \rightarrow 5\text{B} + \text{D}$ ، جرم مواد افزایش می‌یابد.

۳- چند مورد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

(الف) در دما و فشار یکسان، سرعت واکنش‌های شیمیایی، یکسان است.

(ب) سرعت واکنش را می‌توان بر حسب مجموع مول‌های مواد واکنش‌دهنده که در زمان انجام واکنش از بین می‌روند، بیان کرد.

(پ) برای اندازه‌گیری تغییر آنتالپی یک واکنش، انرژی فعال‌سازی رفت را از انرژی فعال‌سازی برگشت کم می‌کنیم.

(ت) در شرایط یکسان، سرعت واکنش، $\Delta H < 0$ و $\text{A}_2(\text{g}) + \text{B}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{AB}(\text{g})$ بیش‌تر از سرعت واکنش $2\text{AB}(\text{g}) \rightarrow \text{A}_2(\text{g}) + \text{B}_2(\text{g})$ است.

(ث) در دمای ثابت با نصف کردن حجم ظرف واکنش گازی، سرعت واکنش کاهش می‌یابد.

(۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۵

۴- واکنش با معادله نمادی $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{s}) \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{N}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ در یک ظرف سربسته ۵ لیتری

انجام شده است. اگر سرعت متوسط تشکیل گاز N_2 برابر $2 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$ باشد، پس از دو دقیقه به ترتیب چند

گرم آب تشکیل می‌شود و حجم گاز نیتروژن تولید شده در شرایط STP چند لیتر است؟ ($\text{O}=16, \text{H}=1; \text{g.mol}^{-1}$)

(۱) ۲/۶۸۸، ۲/۱۶ (۲) ۲/۶۸۸، ۸/۶۴ (۳) ۵/۵۳، ۲/۱۶ (۴) ۵/۵۳، ۸/۶۴

۵- واکنش $2\text{NH}_3(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$ در یک ظرف ۲ لیتری در حال انجام است. با توجه به داده‌های جدول،

سرعت متوسط تولید $\text{H}_2(\text{g})$ و مصرف $\text{NH}_3(\text{g})$ از ابتدا تا انتهای واکنش به ترتیب از راست به چپ چند

$\text{mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$ است؟

زمان (s)	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰
N_2 مول	۰	۰/۲۵	۰/۴۲	۰/۵۴	۰/۶	۰/۶

(۱) ۰/۹۵۲ و ۰/۶۵۲ (۲) ۰/۶۴۵ و ۰/۳۳۷ (۳) ۱/۳۵ و ۰/۹ (۴) ۰/۶۴۵ و ۰/۹۵

محاسبات

۶- در واکنش تجزیه پتاسیم کلرات به صورت $2\text{KClO}_3(s) \rightarrow 2\text{KCl}(s) + 3\text{O}_2(g)$ ، پس از گذشت ۱۵ ثانیه از

شروع واکنش، مقدار گاز تولید شده $19/2$ گرم و مقدار KClO_3 باقی مانده در ظرف $2/6$ مول است. مقدار اولیه واکنش دهنده چند گرم بوده و سرعت تولید KCl چند $\text{mol} \cdot \text{min}^{-1}$ است؟

($\text{K}=39, \text{Cl}=35/5, \text{O}=16: \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

(۱) $2/4 - 367/5$ (۲) $1/6 - 49$ (۳) $1/6 - 367/5$ (۴) $2/4 - 49$

۷- در یک فاصله زمانی معین، سرعت تولید اکسیژن در تجزیه آب اکسیژنه ۱۱ برابر سرعت تولید سدیم کربنات در

تجزیه جوش شیرین برحسب $\text{mol} \cdot \text{s}^{-1}$ است. در این فاصله زمانی جرم H_2O حاصل از تجزیه آب اکسیژنه چند

برابر جرم CO_2 حاصل از تجزیه جوش شیرین است؟ ($\text{C}=12, \text{O}=16, \text{H}=1: \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

(۱) ۹ (۲) $\frac{1}{9}$ (۳) $4/5$ (۴) $\frac{2}{9}$

۸- $5/95$ گرم پودر قلع را با 600 mL محلول $0/3$ مولار هیدروکلریک اسید در یک ظرف 5 لیتری وارد می کنیم. واکنش

پس از گذشت 20 ثانیه، پایان می یابد. سرعت متوسط مصرف محلول هیدروکلریک اسید چند $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

است؟ ($\text{Sn}=119 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

(۱) $0/3$ (۲) $0/06$ (۳) $0/25$ (۴) $0/5$

۹- کدام یک از عبارات زیر به درستی بیان شده است؟

الف) در انفجار، تنها از یک ماده منفجره جامد، حجم بسیار زیادی گاز تولید می شود.

ب) نمودار «مول - زمان» برای فراورده های واکنش کلسیم کربنات و محلول هیدروکلریک اسید از هر نظر یکسان است.

پ) حبه قند آغشته به خاک باغچه، سریع تر و آسان تر می سوزد.

ت) محلول بنفش رنگ پتاسیم منگنات، با یک اسید آلی در دمای اتاق به کندی واکنش می دهد.

ث) قانون سرعت برای واکنش تجزیه N_2O_5 به صورت $R = k[\text{N}_2\text{O}_5]^2$ است.

ج) تمایل CO برای واکنش با هموگلوبین کم تر از اکسیژن است.

(۱) «ب» و «پ» (۲) «الف»، «ت» و «ج» (۳) «ب» و «ج» (۴) «الف»، «ت» و «ث»

۱۰- در یک فرایند شیمیایی، سه مول از ماده A در یک لیتر محلول، مطابق واکنش $2A(aq) \rightarrow X(aq) + Z(g)$ شروع

به تجزیه می کند. اگر غلظت ماده A در هر لحظه، $[A]_t$ ، از رابطه $[A]_t = -kt + [A]_0$ پیروی کند که در آن k ثابت

سرعت و برابر $1/000 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{s}}$ و $[A]_0$ غلظت اولیه این ماده باشد، چند دقیقه زمان لازم است تا واکنش کامل شود؟

(۱) ۱۰ (۲) ۲۰ (۳) ۴۰ (۴) ۵۰

۱۱- چه تعداد از موارد زیر صحیح است؟

الف) در مسیر رفت و برگشت یک واکنش، برای رسیدن به پیچیده فعال، انرژی مصرف می شود.

ب) شکل زیر مربوط به تأثیر غلظت واکنش دهنده ها بر سرعت واکنش است.



پ) سرعت یک واکنش نسبت به واکنش دهنده ها، همواره عددی منفی است.

ت) طبق مطالعات دانشمندان، طول عمر حالت گذار در حدود یک نانوثانیه است.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

محاسبات

۱۲- واکنش $A + B \rightarrow C$ از رابطه قانون سرعت $R = k[A][B]$ پیروی می‌کند. این واکنش در یک ظرف دارای متانول مایع که در آن ۱٪ مول A و ۱ مول B حل شده است، در حال انجام است. با دو برابر کردن کدام مورد، زمان انجام واکنش بیش‌تر تغییر می‌کند؟

- (۱) مقدار متانول (۲) غلظت A (۳) مقدار C (۴) غلظت B

۱۳- با توجه به جدول زیر که مربوط به واکنش $A(g) + 3B(g) \rightarrow C(g)$ در دمای ثابت است، کدام عبارت درست است؟

شماره آزمایش	سرعت آغازی واکنش $\text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$	غلظت آغازی واکنش‌دهنده‌ها	
		[A] (mol.L^{-1})	[B] (mol.L^{-1})
۱	$1/2 \times 10^{-4}$	۰/۰۲	۰/۰۳
۲	$2/4 \times 10^{-4}$	۰/۰۲	۰/۰۶
۳	$0/6 \times 10^{-4}$	۰/۰۱	۰/۰۶
۴	$3/6 \times 10^{-4}$	x	۰/۰۱

(۱) مرتبه کلی واکنش برابر با ۴ است.

(۲) ثابت سرعت واکنش $10 \text{ L}^2.\text{mol}^{-2}.\text{s}^{-1}$ است.

(۳) x برابر با $0/04 \text{ mol.L}^{-1}$ است.

(۴) با سه برابر کردن غلظت B، سرعت واکنش ۹ برابر می‌شود.

۱۴- ثابت سرعت برای واکنشی برابر $2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$ است. کدام گزینه به درستی بیان شده است؟

(۱) این واکنش در دمای ثابت همواره با سرعت ثابتی پیش می‌رود.

(۲) با گذشت زمان، سرعت این واکنش کاهش و به صفر می‌رسد.

(۳) با گذشت زمان، سرعت این واکنش افزایش می‌یابد.

(۴) سرعت این واکنش با گذشت زمان کاهش و به مقدار ثابتی می‌رسد.

۱۵- چه تعداد از موارد زیر درست نیست؟

(الف) با قرار دادن تیغه مسی درون محلولی که حاوی $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ است، به تدریج رنگ آبی محلول، بی‌رنگ می‌شود.

(ب) محتوای انرژی پیچیده فعال از واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها بیش‌تر است.

(پ) طبق نظریه برخورد، برخوردی مناسب است که علاوه بر جهت‌گیری مناسب، انرژی کافی نیز داشته باشد.

(ت) شیمییدان‌ها با استفاده از سینتیک شیمیایی به دنبال افزایش سرعت تمام واکنش‌های شیمیایی هستند.

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۱۶- کدام عبارت درباره واکنش $\text{NO}_2\text{Cl}(g) + \text{Cl}(g) \rightarrow \text{NO}_2(g) + \text{Cl}_2(g)$ نادرست است؟

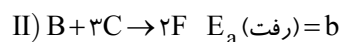
(۱) حالت گذار این واکنش به صورت $\text{O} \begin{array}{c} \diagup \\ \text{N} \cdots \cdots \text{Cl} \cdots \cdots \text{Cl} \\ \diagdown \\ \text{O} \end{array}$ است.

(۲) براساس نظریه حالت گذار، انرژی فعال‌سازی در این واکنش منجر به سست شدن برخی از پیوندها می‌شود.

(۳) براساس نظریه حالت گذار، انرژی پیوند $\text{N}-\text{Cl}$ کم‌تر از انرژی فعال‌سازی واکنش رفت است.

(۴) برخورد $\text{Cl}(g)$ با اتم Cl در مولکول $\text{NO}_2\text{Cl}(g)$ ، یک جهت‌گیری مناسب در برخورد واکنش‌دهنده‌ها را نشان می‌دهد.

۱۷- با توجه به واکنش‌های داده شده، اگر در واکنش (I) سطح انرژی فراورده‌ها بالاتر از سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها باشد و ضمن انجام واکنش (II) مقداری گرما آزاد شود و مقدار انرژی فعال‌سازی برگشت دو واکنش یکسان باشد، کدام عبارت درست است؟



(۱) در واکنش (II)، سطح انرژی پیچیده فعال به فراورده‌ها نزدیک‌تر است.

(۲) اختلاف ΔH در دو واکنش برابر $a - b$ است.

(۳) در واکنش (I) سرعت واکنش رفت بیش‌تر از سرعت واکنش برگشت است.

(۴) مقدار b از a بیش‌تر بوده و واکنش رفت در واکنش (I) سریع‌تر صورت می‌گیرد.

۱۸- کدام عبارت نادرست است؟

(۱) برخی از فلزهای واسطه و ترکیب‌های آن‌ها می‌توانند سرعت واکنش‌های گوناگون را افزایش دهند.

(۲) با استفاده از کاتالیزگر، می‌توان واکنش‌ها را در دمای پایین‌تری انجام داد.

(۳) کاتالیزگر با کاهش مقدار ΔH ، باعث بالا رفتن سرعت انجام واکنش می‌شود.

(۴) کاتالیزگر، انرژی فعال‌سازی رفت و برگشت را به یک اندازه کم می‌کند و تعداد مول تولیدی فراورده‌ها را تغییر نمی‌دهد.

۱۹- کدام مورد درست نیست؟

(۱) در سال‌های بعد از سال ۲۰۰۰، مصرف نفت بیش از سه برابر اکتشاف آن می‌باشد.

(۲) واکنش تجزیه هیدروژن پراکسید در حضور محلول دارای یون I^- سریع‌تر انجام می‌شود.

(۳) اغلب کاتالیزگرهای جامد با گذشت زمان با برخی مواد شیمیایی گوگرددار و فسفردار، کارایی خود را از دست می‌دهند و اصطلاحاً مسموم می‌شوند.

(۴) مبدل‌های کاتالیستی در واقع توری‌هایی از جنس فلزهای پلاتین، پالادیم و رودیم هستند که دمای انجام واکنش‌ها را در خودرو پایین می‌آورند.

۲۰- کدام گزینه در ارتباط با شکل مقابل درست است؟

(۱) هنگام روشن و گرم شدن خودرو در روزهای سرد زمستان در قسمت

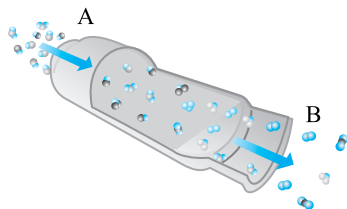
B گازهای CO، NO و C_xH_y مشاهده می‌شود.

(۲) دمای گازهای قسمت A بالای $1000^\circ C$ است.

(۳) برش طولی از یک مبدل کاتالیستی را نمایش می‌دهد.

(۴) در قسمت A، گازهای CO، NO_x و هیدروکربن‌های نسوخته وارد

مبدل می‌شوند.



مبحث آزمون	زمان پیشنهادی	شماره صفحات پاسخ تشریحی
فصل (۱) شیمی پیش‌دانشگاهی	۲۲ تا ۲۵ دقیقه	۴۶ تا ۴۷

۱- با توجه به شکل‌های زیر کدام گزینه درست است؟



(ت)



(پ)



(ب)



(الف)

- (۱) زنگار تولید شده در شکل «پ» ترد و شکننده است و واکنش اکسایش سلولز کاغذ در شکل «ت» بسیار کند است.
 (۲) در شکل «ب» افزودن محلول سدیم کلرید به محلول نقره نیترات، سبب تشکیل رسوب سفید $AgCl$ می‌شود.
 (۳) با توجه به شکل «ب» اشیای فلزی در هوای مرطوب به کندی اکسید می‌شوند.
 (۴) در واکنش شکل «الف» شرایط سینتیکی نامساعد و شرایط ترمودینامیکی مساعد است.

۲- سه گاز A، B و C در یک ظرف وجود دارند. معادله واکنش انجام شده بین این سه ماده کدام است؟

$$\bar{R}_C = -\frac{\Delta n_A}{\Delta t} = \frac{1}{4} \frac{\Delta n_B}{\Delta t}, \quad \bar{R}_C = + \frac{\Delta n_C}{\Delta t}$$



- ۳- اگر در تجزیه گرمایی یک نمونه سدیم هیدروژن کربنات خالص، پس از گذشت ۱۰ دقیقه، $4/2$ گرم از آن باقی‌مانده و $2/0$ مول آب تشکیل شده باشد، سرعت تجزیه سدیم هیدروژن کربنات برابر چند مول بر دقیقه است و با همین سرعت متوسط، چند ثانیه دیگر واکنش کامل می‌شود؟

$$(H=1, C=12, O=16, Na=23: g.mol^{-1})$$

(۱) 4×10^{-2} (۲) 2×10^{-2} (۳) 4×10^{-2} (۴) 2×10^{-2}

۴- با توجه داده‌های جدول زیر کدام مطلب نادرست است؟

غلظت ($\times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$)									زمان (s)
۱۲۰	۸۰	۵۰	۳۰	۲۰	۱۵	۱۰	۵	۰	
۰/۵	۰/۷	۱/۰	۱/۴	۱/۸	۲/۱	۲/۵	۳/۱	۴/۱	A
۳/۶	۳/۴	۳/۱	۲/۷	۲/۳	۲/۰	۱/۶	۱/۰	۰/۰	B
۱/۸	۱/۷	۱/۵۵	۱/۳۵	۱/۱۵	۱/۰	۰/۸	۰/۵	۰/۰	C

- (۱) روند تغییر غلظت A، قرینه روند تغییر غلظت B است.
 (۲) داده‌های این جدول به تشکیل ماده A از ماده‌های B و C مربوط است.
 (۳) سرعت متوسط تولید C، برابر نصف سرعت متوسط تولید B است.
 (۴) داده‌های این جدول را می‌توان به واکنش $2A \rightarrow 2B + C$ نسبت داد.

محاسبات

- ۵- واکنش تجزیه پتاسیم نیترات در دمای بالاتر از 500°C به صورت $4\text{KNO}_3(\text{s}) \rightarrow 2\text{K}_2\text{O}(\text{s}) + 2\text{N}_2(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g})$ انجام می‌شود. اگر این واکنش را در ظرفی ۴ لیتری انجام دهیم، سرعت تولید N_2 در ۱۰ ثانیه اول $1/2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$ است. در این مدت، چند گرم KNO_3 با خلوص ۴۰ درصد مصرف شده است؟ ($\text{KNO}_3 = 101 \text{ g.mol}^{-1}$)

(۱) ۴/۰۴ (۲) ۸/۰۸ (۳) ۱۶/۱۶ (۴) ۲/۰۲

- ۶- واکنش $4\text{A}(\text{g}) \rightarrow 3\text{B}(\text{g}) + \text{C}(\text{g})$ در یک ظرف سر بسته دو لیتری در دمای اتاق، در حال انجام است. جدول روبه‌رو، تغییرات مول دو ماده A و C را با گذشت زمان نشان می‌دهد. با توجه به آن، کدام مقدار برای a، قابل قبول است؟

t (s)	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰
A (mol)	۱۳		a		b
C (mol)	۰				۲

(۱) ۴/۵ (۲) ۵ (۳) ۷/۵ (۴) ۹

- ۷- اگر در آغاز واکنش $2\text{A}(\text{g}) + 3\text{B}(\text{g}) \rightarrow 2\text{C}(\text{g}) + \text{D}(\text{g})$ ، مجموع شمار مول‌های گاز موجود در ظرف ۱۰ لیتری واکنش ۳/۶ مول باشد و پس از گذشت ۸۰ ثانیه، این مقدار به ۳/۲ مول کاهش یابد، سرعت واکنش در این بازه زمانی کدام است؟

(۱) $0.3 \text{ mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$ (۲) $2/5 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$
(۳) $5 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$ (۴) $0.15 \text{ mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$

- ۸- چه تعداد از موارد زیر درست نیست؟

الف) خود به خودی بودن یک واکنش از دید ترمودینامیک به این معنا است که واکنش یاد شده بایستی با سرعت انجام شود.

ب) در تمام واکنش‌های شیمیایی، با گذشت زمان، سرعت تولید فراورده‌ها کاهش می‌یابد.

پ) با دو برابر کردن حجم ظرف واکنش بنیادی $2\text{A} + 3\text{B} \rightarrow 3\text{C} + 4\text{D}$ ، سرعت واکنش نصف می‌شود.

ت) نظریه حالت گذار برخلاف نظریه برخورد، واکنش‌های شیمیایی را در سطح مولکولی بررسی می‌کند.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

- ۹- در کدام یک از عبارتهای زیر عامل اختلاف سرعت مشاهده شده یکسان است؟

الف) گنبد بارگاه ملکوتی امامان معصوم (ع) با گذشت زمان درخشان باقی می‌ماند، اما طاق مسی مقبره حافظ سبز می‌شود.

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

پ) فلزهای قلیایی سدیم و پتاسیم در شرایط یکسان با آب سرد به سرعت واکنش می‌دهند، اما سرعت این دو واکنش متفاوت است.

ت) محلول هیدروژن پراکسید در دمای اتاق به کندی تجزیه می‌شود، اما اگر با محلول پتاسیم یدید مخلوط شود، به سرعت تجزیه می‌شود.

(۱) «ب» و «پ» (۲) «الف» و «پ» (۳) «الف» و «ت» (۴) «ب» و «ت»

- ۱۰- با توجه به داده‌های جدول زیر که در بررسی واکنش فرضی $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C}$ به دست آمده است، مقدار تقریبی ثابت سرعت این واکنش کدام است؟

شماره‌ی آزمایش	سرعت تشکیل C $(\frac{\text{mol}}{\text{L.s}})$	$[\text{B}] (\frac{\text{mol}}{\text{L}})$	$[\text{A}] (\frac{\text{mol}}{\text{L}})$
۱	7×10^{-4}	۰/۱۵	۰/۳
۲	$2/8 \times 10^{-3}$	۰/۳۰	۰/۶
۳	$1/4 \times 10^{-3}$	۰/۳۰	۰/۳

(۱) $0.16 \frac{\text{L}}{\text{mol.s}}$

(۲) $0.16 \frac{\text{mol}}{\text{L.s}}$

(۳) $0.52 \frac{\text{L}}{\text{mol.s}}$

(۴) $0.52 \frac{\text{mol}}{\text{L.s}}$

محاسبات

- ۱۱- واکنش بنیادی $2A(g) \rightarrow B(g) + 3C(g)$ در ظرفی به حجم یک لیتر انجام می‌شود. در ابتدا ۳ مول ماده A وارد ظرف شده است. پس از گذشت ۲ دقیقه از آغاز واکنش، سرعت واکنش کاهش یافته و به ۶۴ درصد سرعت اولیه آن می‌رسد. در انتهای دقیقه دوم از شروع واکنش، چند مول گاز در ظرف واکنش وجود دارد؟
- (۱) ۰/۳ (۲) ۲/۴ (۳) ۳/۶ (۴) ۱/۲

۱۲- چه تعداد از موارد زیر درست است؟

- الف) مخلوط H_2 و O_2 را می‌توان در دمای اتاق برای مدت طولانی نگه داشت، بدون آن که با هم واکنش دهند.
 ب) حالت گذار طول عمر بسیار کمی دارد و می‌توان آن را در یک لحظه بسیار کوتاه جداسازی و مشاهده کرد.
 پ) ترمودینامیک با تعیین ΔG واکنش، چگونگی انجام آن را بررسی می‌کند.
 ت) مبدل‌های کاتالیستی در واقع توری‌هایی از جنس سرامیک هستند که سطح آن‌ها با فلزهای پلاتین، پالادیم و نیکل پوشانده شده است.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

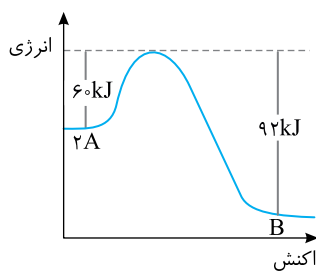
- ۱۳- در واکنش بنیادی $aA + bB \rightarrow cC$ ابتدا غلظت A، ۰/۱۶ مولار و غلظت B، ۰/۱۲ مولار بوده است. پس از مدتی در لحظه t، غلظت A به ۰/۰۸ مولار می‌رسد. اگر ثابت سرعت واکنش برابر $2.0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ باشد، سرعت واکنش در لحظه t تقریباً چقدر است؟ ($a > b$)

(۱) $1.024 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ (۲) $0.61 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
 (۳) $0.61 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ (۴) $1.024 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

۱۴- در رابطه با نظریه‌های سینتیک شیمیایی، کدام مطلب نادرست است؟

- (۱) اگر در یک واکنش فرضی $E_a(\text{برگشت}) = 3\Delta H$ باشد، $E_a(\text{رفت}) = 4\Delta H$ خواهد بود.
 (۲) در واکنش $Cl(g)$ و $NO_2Cl(g)$ ، برخورد دو اتم یکسان موجب پیشرفت واکنش است.
 (۳) در شرایط یکسان، نسبت سرعت واکنش رفت به سرعت واکنش برگشت در واکنش گرماده، کم‌تر از این نسبت در واکنش گرماگیر است.
 (۴) در حالت گذار $O=O \cdots O \cdots N=O$ ، اگر پیوند بین نیتروژن و اکسیژن در حال تشکیل باشد، شیب نمودار «مول - زمان» هر دو واکنش‌دهنده با هم برابر است.

۱۵- با توجه به نمودار تغییر انرژی نسبت به پیشرفت واکنش که در زیر آمده، کدام مطلب درست است؟



- (۱) تبدیل B به A آسان‌تر از تبدیل A به B است.
 (۲) در واکنش رفت، پیچیده فعال با صرف ۹۲ کیلوژول گرما تشکیل می‌شود.
 (۳) سرعت واکنش در جهت رفت کم‌تر است.
 (۴) واکنش گرماده و ΔH آن برابر -32 کیلوژول است.

۱۶- کدام مطلب نادرست است؟

- (۱) در واکنش‌های گرماگیر، تشکیل پیچیده فعال از فرآورده‌ها، آسان‌تر از تشکیل آن از واکنش‌دهنده‌ها است.
 (۲) در واکنش‌های گرماگیر، مجموع آنتالپی تشکیل واکنش‌دهنده‌ها از مجموع آنتالپی تشکیل فرآورده‌ها بزرگ‌تر است.
 (۳) در واکنش $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$ ، اگر سرعت متوسط مصرف H_2 برابر 0.2 mol.s^{-1} باشد، سرعت متوسط تولید NH_3 برابر 0.8 mol.min^{-1} است.
 (۴) طبق نظریه برخورد، سرعت واکنش به تعداد برخوردهای بین ذره‌های واکنش‌دهنده (در واحد حجم و در واحد زمان) بستگی دارد.

۱۷- کدام مطلب در مورد کاتالیزگر درست نیست؟

- (۱) ماده‌ای است که در واکنش شرکت می‌کند، اما در پایان واکنش مصرف نشده باقی می‌ماند.
- (۲) E_a و E'_a را به یک اندازه کاهش و سرعت واکنش‌های رفت و برگشت را افزایش می‌دهد.
- (۳) سطح انرژی پیچیده فعال را تغییر می‌دهد، اما بر مقدار نهایی فرآورده بی‌تأثیر است.
- (۴) با کاهش E_a و E'_a ، سرعت واکنش‌های رفت و برگشت را افزایش و ΔH واکنش را کاهش می‌دهد.

۱۸- کدام مورد یا موارد، عبارت زیر را به طور صحیح تکمیل می‌کند.

با توجه به جدول زیر، گاز که در حضور مبدل کاتالیستی تبدیل به می‌شود، ترین میزان کاهش را نسبت به شرایطی که مبدل به کار نمی‌رود، دارد.

فرمول شیمیایی آلاینده	CO	C_xH_y	NO
مقدار آلاینده برحسب گرم به ازای طی یک کیلومتر	۵/۹۹	۱/۶۷	۱/۰۴
در غیاب مبدل	۰/۶۱	۰/۰۷	۰/۰۴
در حضور مبدل			

(الف) NO - N_p و O_p - کم

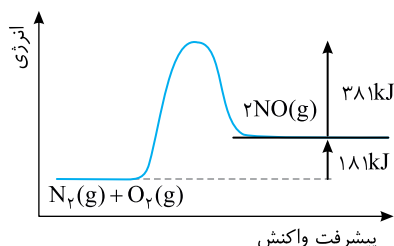
(ب) C_xH_y - CO_p و H_pO - کم

(پ) CO - CO_p - بیش

(ت) C_xH_y - CO_p و H_pO - بیش

(۱) فقط «الف» (۲) «ت» (۳) «الف» و «پ» (۴) «پ» و «ت»

۱۹- با توجه به نمودار مقابل کدام عبارت درست است؟



- (۱) با فرض $\Delta S = 25 \text{ J.K}^{-1}$ ، واکنش در دمای 327°C خود به خودی است.
- (۲) از آنجا که واکنش رفت در سیلندر خودرو انجام نمی‌شود، در گازهای خروجی از خودروها، گاز NO وجود ندارد.
- (۳) در شرایط یکسان سرعت واکنش رفت بیش‌تر از سرعت واکنش برگشت است.
- (۴) هیچ‌یک از واکنش‌های رفت و برگشت در دمای 25°C و فشار ۱ atm تقریباً انجام نمی‌شوند.

۲۰- چه تعداد از موارد زیر درست نیست؟

- (الف) در سطح سرامیک‌ها در مبدل کاتالیستی، توده‌های با قطر ۲ تا ۱۰ میکرومتر وجود دارند.
- (ب) افزایش غلظت واکنش‌دهنده‌ها همواره منجر به افزایش سرعت واکنش می‌شود.
- (پ) محلول بنفش رنگ پتاسیم پرمنگنات در اثر واکنش با یک اسید آلی، در دمای اتاق به سرعت بی‌رنگ می‌شود.
- (ت) طبق نظریه برخورد و حالت گذار، همه پیوندهای موجود در ذره‌های واکنش‌دهنده سست می‌شوند.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

مبحث آزمون	زمان پیشنهادی	شماره صفحات پاسخ تشریحی
فصل (۱) شیمی پیش دانشگاهی (دشوار)	۳۰ تا ۳۵ دقیقه	۵۲ تا ۴۷

۱- چه تعداد از جملات زیر نادرست است؟

- (الف) سرعت یک واکنش شیمیایی از روی ویژگی‌های قابل اندازه‌گیری مواد موجود در واکنش تعیین می‌شود.
 (ب) با افزایش دما، سرعت واکنش گرماگیر کاهش می‌یابد.
 (پ) واکنش محلول سدیم کلرید با نقره نیترات، بسیار کند انجام می‌شود.
 (ت) سینتیک شیمیایی و ترمودینامیک شیمیایی را می‌توان مکمل یکدیگر دانست.
 (ث) سرعت بیش‌تر واکنش‌های شیمیایی در مدت زمان انجام آن‌ها ثابت است.

(۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۵

۲- اگر سرعت متوسط تولید گاز کلر در واکنش تجزیه PCl_5 گازی در ۳ دقیقه ابتدایی واکنش 0.11 L.s^{-1} باشد و پس از گذشت این زمان $229/4$ گرم PCl_5 در ظرف واکنش باقی بماند، چند درصد PCl_5 تجزیه شده است؟

(حجم مولی گاز در شرایط واکنش $24/2 \text{ L}$ است.) ($P = 31, \text{Cl} = 35/5: \text{g.mol}^{-1}$)

(۱) $20/21$ (۲) $45/83$ (۳) $57/32$ (۴) $42/65$

۳- با توجه به اطلاعات داده شده در جدول زیر، کدام گزینه در ارتباط با واکنش $aA(aq) \rightarrow bB(aq)$ نادرست است؟

t (min)	$\Delta[A]$	$\Delta[B]$	$\bar{R}_A$	$\bar{R}_B$
۰-۲	x_1	y_1	m_1	n_1
۲-۴	x_2	y_2	m_2	n_2

(۱) $n_1 > n_2$

(۲) $m_1 > m_2$

(۳) $x_1 > x_2$

(۴) $y_1 > y_2$

۴- کدام گزینه در مورد واکنشی که رابطه زیر برای محاسبه سرعت آن به کار می‌رود، درست است؟

$$\bar{R}_{\text{واکنش}} = \frac{\Delta[N_2]}{\Delta t} = -\frac{1}{2} \times \frac{\Delta[NO]}{\Delta t} = -\frac{1}{2} \times \frac{\Delta[CO]}{\Delta t} = \frac{1}{2} \times \frac{\Delta[CO_2]}{\Delta t}$$

(۱) با گذر زمان تعداد کل پیوندهای بین اتم‌ها در مولکول‌ها، تغییری نمی‌کند.

(۲) شیب نمودار «غلظت - زمان» N_2 در این واکنش، بیش‌تر از سایر گونه‌ها است.

(۳) فشار ظرف واکنش با گذر زمان افزایش می‌یابد.

(۴) اگر در ۲۰ ثانیه آغازین واکنش، ۸ مول CO_2 تولید شود، سرعت واکنش 12 mol.min^{-1} خواهد بود.

۵- $144/5$ گرم آمونیاک را در ظرف سر بسته‌ای به حجم 500 میلی‌لیتر وارد می‌کنیم تا تجزیه شود. اگر پس از $\frac{5}{6}$ دقیقه،

مقدار واکنش‌دهنده باقی‌مانده در ظرف برابر با جرم مولی آن باشد، سرعت تولید یکی از گازها کدام است؟

($N=14, H=1: \text{g.mol}^{-1}$)

(۱) 0.75 mol.s^{-1} (۲) $0.45 \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$ (۳) 0.45 mol.s^{-1} (۴) $0.75 \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$

۶- با توجه به جدول زیر که مربوط به گاز کلر حاصل از تجزیه نیتروزیل کلرید (NOCl) است، کدام یک از مقادیر زیر

(بر حسب $\text{mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$) می‌تواند مربوط به سرعت متوسط تولید گاز NO در ۱۵ ثانیه اول واکنش باشد؟

(۱) 0.6

(۲) 0.48

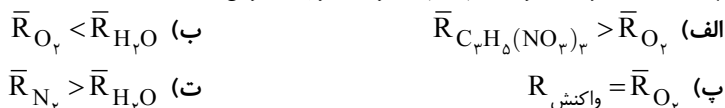
(۳) 0.56

(۴) 0.36

t (s)	۰-۱۰	۱۰-۲۰	۲۰-۳۰
$\Delta[\text{Cl}_2] (\text{mol.L}^{-1})$	0.05	0.03	0.15

محاسبات

۷- چه تعداد از موارد زیر در رابطه با تجزیه نیتروگلیسرین درست است؟

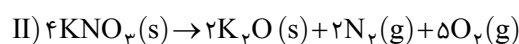


۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۸- در اثر تجزیه مقداری گاز NO_2 در یک ظرف در بسته، اگر پس از گذشت ۳ دقیقه از آغاز واکنش، مجموع حجم گازهای موجود در ظرف در شرایط STP، برابر ۲۱ لیتر باشد مقدار اولیه NO_2 چند گرم بوده و برای مصرف NO_2 باقی مانده با نصف سرعت اولیه (دقایق صفر تا ۳) چند ثانیه زمان لازم است؟ (در دقیقه سوم سهم حجمی هر یک از گازهای موجود در ظرف به اندازه نسبت استوکیومتری آنها است.) ($N=14, O=16: g.mol^{-1}$)

۱ (۱) ۳۶۰ - ۳۴/۵ (۲) ۵۴۰ - ۳۴/۵ (۳) ۳۶۰ - ۲۷/۳ (۴) ۵۴۰ - ۲۷/۳

۹- ۶۰۶ گرم KNO_3 را در سامانه‌ای ۵ لیتری قرار می‌دهیم. چنانچه پس از ۴ دقیقه، ۶۰٪ آن به صورت تجزیه نشده باقی بماند، سرعت متوسط تولید گاز اکسیژن چند مول بر لیتر بر دقیقه خواهد بود؟ (۸۰٪ پتاسیم نترات مصرف شده در واکنش (I) و ۲۰٪ آن در واکنش (II) شرکت می‌کند.) ($K=39, N=14, O=16: g.mol^{-1}$)



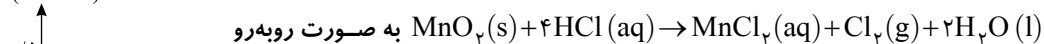
۱ (۱) ۰/۸۷ (۲) ۰/۱۵۶ (۳) ۰/۱۹۵ (۴) ۰/۷۸

۱۰- در محفظه‌ای در بسته، H_2 مورد نیاز برای واکنش تولید آمونیاک از اضافه کردن لیتیم به آب به دست می‌آید. سرعت واکنش در تولید آمونیاک $\frac{1}{6}$ سرعت واکنش در واکنش لیتیم با آب است. اگر پس از ۴ دقیقه از شروع واکنش‌ها، ۱/۸

گرم H_2 در ظرف داشته باشیم، سرعت متوسط تولید آمونیاک در این مدت چند مول بر دقیقه بوده است؟

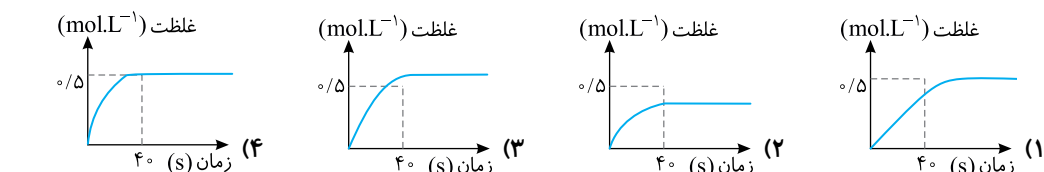
۱ (۱) ۰/۷۵ (۲) ۰/۵ (۳) ۰/۱۵ (۴) ۰/۱

۱۱- در دمای $25^\circ C$ ، نمودار تغییرات غلظت $MnCl_2$ تولید شده در واکنش



است. اگر دمای محلول واکنش را تا $60^\circ C$ افزایش دهیم، نمودار تغییر غلظت $MnCl_2(aq)$

به کدام صورت زیر می‌تواند باشد؟



۱۲- با توجه به داده‌های جدول زیر، که به واکنش گازی: $A + 3B \rightarrow C + 4D$ ، مربوط است، غلظت‌های x و y به ترتیب از راست به چپ و و مول بر لیتر است.

شماره آزمایش	$[A](mol.L^{-1})$	$[B](mol.L^{-1})$	$[R](mol.L^{-1}.s^{-1})$
۱	۰/۱	۰/۱	$1/3 \times 10^{-3}$
۲	۰/۲	۰/۱	$2/6 \times 10^{-3}$
۳	x	y	$6/5 \times 10^{-3}$
۴	۰/۳	۰/۲	$1/56 \times 10^{-2}$

۱ (۱) ۰/۵ - ۰/۱ (۲) ۰/۲ - ۰/۱ (۳) ۰/۱ - ۰/۵ (۴) ۰/۲ - ۰/۲۵

محاسبات

۱۳- در میان عبارت‌های زیر، چند عبارت درست وجود دارد؟

الف) در واکنشی که رابطه $E_a - 3E'_a = 4\Delta H$ در آن برقرار است، تبدیل واکنش‌دهنده‌ها به پیچیده‌فعال آسان‌تر از تبدیل فراورده‌ها به پیچیده‌فعال است.

ب) در نمودار روبه‌رو، اگر منحنی A برای واکنش $\text{CaCO}_3(\text{s})$ با محلول HCl ۱ مولار باشد، منحنی C مربوط به تغییر مول‌های کربن دی‌اکسید هنگام قرار دادن ظرف واکنش در حمام محتوی آب و یخ است.

پ) اگر در واکنش $\text{A}(\text{g}) + 3\text{B}(\text{g}) \rightarrow \text{C}(\text{g}) + \text{D}(\text{g})$ غلظت B را سه برابر و غلظت

A را $\frac{1}{3}$ برابر کنیم و سرعت واکنش تغییر نکند، مجموع مرتبه‌های واکنش نسبت به A و B قطعاً برابر ۴ خواهد بود.

ت) در واکنش تجزیه $\text{N}_2\text{O}_5(\text{g})$ ، اگر حجم ظرف واکنش را دو برابر کنیم، سرعت واکنش نصف می‌شود.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۱۴- با توجه به جدول زیر که مربوط به واکنش $\text{X}(\text{g}) + \text{Y}(\text{g}) + \text{Z}(\text{g}) \rightarrow \text{W}(\text{g})$ در دمایی معین است، کدام عبارت نادرست است؟

سرعت واکنش $\text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$	[Z]	[Y]	[X]	شماره آزمایش
$6/25 \times 10^{-3}$	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۰۵	۱
$12/5 \times 10^{-3}$	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۱	۲
$6/25 \times 10^{-3}$	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۰۵	۳
$2/5 \times 10^{-2}$	۰/۰۱	۰/۱	۰/۰۵	۴
A	۰/۰۱	۰/۱	۰/۱	۵

۱) معادله قانون سرعت آن به صورت $R = k[\text{X}][\text{Y}]^2$ است.

۲) به جای A می‌توان عدد ۰/۰۵ را قرار داد.

۳) تغییر غلظت Y روی سرعت واکنش مؤثرتر از سایر واکنش‌دهنده‌ها است.

۴) توان غلظت Z صفر و یکای k، برابر $\text{mol}^{-3}.\text{L}^3.\text{s}^{-1}$ است.

۱۵- اگر معادله سرعت واکنش فرضی $3\text{A} + 2\text{B} \rightarrow 4\text{C}$ در ظرفی ۲ لیتری به صورت $R = k[\text{A}]^2$ باشد و در یک

آزمایش، مشاهده شود که با مصرف ۰/۴۸ مول از ماده A، سرعت واکنش به $\frac{1}{4}$ سرعت اولیه خود رسیده است، پس

از کامل شدن واکنش، غلظت C چند مول بر لیتر خواهد بود؟

۱ (۱) ۰/۶۴ ۲ (۲) ۰/۳۲ ۳ (۳) ۰/۱۲۸ ۴ (۴) ۰/۹۶

۱۶- اگر یکای ثابت سرعت در یک واکنش گازی به صورت $\text{mol}^{-3}.\text{L}^3.\text{s}^{-1}$ باشد، با ۳ برابر شدن حجم ظرف، سرعت

واکنش چند برابر می‌شود؟

۱ (۱) ۲۷ ۲ (۲) $\frac{1}{9}$ ۳ (۳) $\frac{1}{27}$ ۴ (۴) $\frac{1}{81}$

۱۷- انرژی فعال‌سازی واکنش رفت و برگشت برای واکنش (۱) به صورت E_1 و E'_1 و برای واکنش (۲) به صورت E_2 و E'_2

و E'_2 نشان داده می‌شود. اگر در واکنش (۲) مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل واکنش‌دهنده‌ها به اندازه ۳۸ کیلوژول

بیش‌تر از فراورده‌ها بوده و $E_1 - E_2 = 143 \text{ kJ}$ و $E'_1 = E'_2 + 55 \text{ kJ}$ باشد، عبارت کدام گزینه نادرست است؟

۱) سرعت واکنش (۱) در جهت رفت کم‌تر از سرعت واکنش در جهت برگشت است.

۲) واکنش (۱) در جهت رفت به اندازه ۵۰ کیلوژول گرما آزاد می‌کند.

۳) واکنش (۲) در جهت برگشت به اندازه ۳۸ کیلوژول گرما دریافت می‌کند.

۴) سرعت واکنش (۲) در جهت برگشت کم‌تر از سرعت واکنش در جهت رفت است.

محاسبات

۱۸- مقادیر آنتالپی‌های استاندارد تشکیل واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌های واکنش بنیادی $\text{NO} + \text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_2$ ، در جدول زیر داده شده است. اگر انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت 510 kJ.mol^{-1} باشد، انرژی فعال‌سازی این

ماده	$\Delta H^\circ_{\text{تشکیل}} (\text{kJ.mol}^{-1})$	واکنش چند کیلوژول بر مول است؟
NO	۹۰	۷۱۰ (۱)
O_3	۱۴۳	۲۷۰ (۲)
NO_2	۳۳	۲۹۰ (۳)
		۳۱۰ (۴)

۱۹- مجموع انرژی‌های فعال‌سازی رفت و برگشت یک واکنش در حضور کاتالیزگر برابر 135 kJ است. اگر با استفاده از کاتالیزگر انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت به میزان $\frac{1}{3}$ کاهش یافته باشد و ΔH واکنش نیز برابر 85 kJ باشد،

مجموع انرژی‌های فعال‌سازی رفت و برگشت بدون استفاده از کاتالیزگر چند کیلوژول بوده است؟

۱۶۰ (۱) ۱۶۵ (۲) ۲۵۵ (۳) ۲۴۵ (۴)

۲۰- چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

الف) واکنش‌پذیری بالای گازهای NO و NO_2 به دلیل وجود تک الکترون در ساختار آن‌ها است.

ب) در گازهایی که از آگزوز خودرو خارج می‌شوند، جرم CO از همه گازهای دیگر بیش‌تر است.

پ) همه واکنش‌هایی که در موتور خودرو انجام می‌شوند، گرماده هستند. به همین دلیل دمای موتور خودرو بالای 1000°C است.

ت) مبدل‌های کاتالیستی در بین راه موتور تا خروجی لوله آگزوز نصب می‌شوند و در آن‌ها از کاتالیزگرهای پلاتین، پالادیم و رادیم استفاده می‌شود.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)



پاسخ تشریحی آزمون‌ها

پاسخ تشریحی آزمون ۱

۱- گزینه ۳ الف) خودبه‌خودی بودن واکنش به این معنا نیست که واکنش یاد شده بایستی با سرعت انجام شود. خودبه‌خودی بودن واکنش، از دید ترمودینامیک تعریف می‌شود؛ این واکنش ممکن است از نظر سینتیکی آهسته یا سریع پیش برود.

ب) برخی از شیمی‌دان‌ها در پی یافتن راه‌هایی برای کاهش سرعت یا متوقف کردن واکنش‌های ناخواسته هستند و برخی دیگر به دنبال سرعت بخشیدن به واکنش‌هایی هستند که بتوانند فرآورده‌های گوناگون را با صرفه اقتصادی تولید کنند.

ت) ترمودینامیک با تعیین ΔG (انرژی آزاد گیبس) واکنش، امکان وقوع آن را بررسی می‌کند؛ در حالی که سینتیک شیمیایی به بررسی چگونگی انجام و محاسبه سرعت واکنش می‌پردازد.

۲- گزینه ۴ عبارت‌های «الف»، «پ» و «ت» درست هستند.

ب) اشیای آهنی در هوای مرطوب به کندی زنگ می‌زنند. زنگار تولید شده در این واکنش ترد و شکننده است و فرو می‌ریزد. زنگ زدن آهن مطابق واکنش $4Fe(s) + 3O_2(g) \rightarrow 2Fe_2O_3(s)$ روبه‌رو است:

۳- گزینه ۴ نسبت شیب نمودار «غلظت - زمان» مواد برابر است با نسبت ضریب استوکیومتری آن‌ها در معادله واکنش. به این نکته نیز باید توجه داشت که علامت شیب نمودار واکنش‌دهنده‌ها، منفی است.

بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): سرعت واکنش را به وسیله تغییرات غلظت NO_2 در دو بازه زمانی مشخص محاسبه می‌کنیم:

$$\begin{cases} \bar{R}_{\text{اول}} = \frac{\Delta[NO_2]}{\Delta t} = \frac{0.1}{2 \times 1} = 0.05 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} \\ \bar{R}_{\text{دوم}} = \frac{\Delta[NO_2]}{\Delta t} = \frac{0.2}{2 \times 3} = \frac{0.1}{3} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} \end{cases} \Rightarrow \frac{\bar{R}_{\text{اول}}}{\bar{R}_{\text{دوم}}} = \frac{0.05}{\frac{0.1}{3}} = 1.5$$

گزینه (۲): منحنی a، b و c به ترتیب به گازهای NO ، NO_2 و O_2 مربوط می‌شوند که NO_2 یک گاز قهوه‌ای رنگ و گاز NO یکی از آلاینده‌هایی است که از اگزوز خودرو خارج می‌شود.

گزینه (۳): $\bar{R}_{O_2} = \frac{-\Delta[O_2]}{\Delta t} = \frac{-(0.085 - 0.09)}{7 - 3} = 1/25 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ (در بازه ساعت سوم تا هفتم)

$\bar{R}_{NO_2} = \frac{\Delta[NO_2]}{\Delta t} = \frac{(0.035 - 0.03)}{11 - 7} = 1/25 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ (در بازه ساعت هفتم تا یازدهم)

۴- گزینه ۴ بررسی گزینه‌ها:

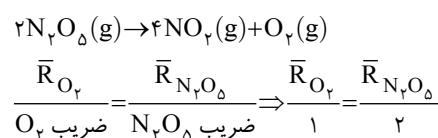
گزینه (۱): رابطه روبه‌رو نشان می‌دهد که سرعت واکنش، $\frac{1}{2}$ برابر سرعت متوسط تولید NO_2 است:

$$R_{\text{واکنش}} = \frac{\bar{R}_{NO_2}}{NO_2 \text{ ضریب}} = \frac{\bar{R}_{NO_2}}{2}$$

گزینه (۲): برای مواد جامد، سرعت بر حسب غلظت قابل تعریف نیست. در این واکنش، ماده A به حالت جامد است و غلظت یک ماده جامد در طول واکنش ثابت می‌ماند؛ چرا که غلظت یک ماده جامد یا مایع خالص از تقسیم چگالی ماده (d) بر جرم مولی آن (M) به‌دست می‌آید:

$$[چگالی] = \frac{d}{M(\text{جرم مولی})} = [مایع خالص] \text{ و } [جامد]$$

گزینه (۳): واکنش تجزیه N_2O_5 به صورت روبه‌رو است:



رابطه نوشته شده، نشان می‌دهد که سرعت متوسط تولید $O_2(g)$ ، $\frac{1}{2}$ برابر سرعت متوسط مصرف $N_2O_5(g)$ است.

گزینه (۴): $\bar{R}_A = \frac{-\Delta n_A}{\Delta t}$ ، $\bar{R}_B = \frac{\Delta n_B}{\Delta t}$ ، $R_{\text{واکنش}} = \frac{\bar{R}_A}{A \text{ ضریب}} = \frac{\bar{R}_B}{B \text{ ضریب}} \Rightarrow \frac{\bar{R}_A}{2} = \frac{\bar{R}_B}{3} \Rightarrow \frac{-\Delta n_A}{2\Delta t} = \frac{\Delta n_B}{3\Delta t}$

۵- گزینه ۳ ابتدا با توجه به مقدار واکنش دهنده‌ها و ضریب استوکیومتری آن‌ها، واکنش دهنده محدود کننده را مشخص می‌کنیم. برای تعیین واکنش دهنده محدود کننده، مول هر واکنش دهنده را به ضریب استوکیومتری همان ماده تقسیم می‌کنیم. واکنش دهنده محدود کننده، واکنش دهنده‌ای است که نسبت مول به ضریبش کوچک‌تر از دیگر واکنش دهنده‌ها باشد.

$$\frac{3 \text{ mol A}}{2} > \frac{1 \text{ mol B}}{1}$$

B واکنش دهنده محدود کننده بوده و زودتر تمام می‌شود. با مصرف کامل B، مقدار A و C نیز ثابت باقی خواهد ماند. یعنی با مصرف ۱ مول B، ۲ مول A مصرف و ۲ مول C تولید می‌شود.

۶- گزینه ۲

علامت منفی در رابطه «الف» نشان می‌دهد که A واکنش دهنده است. رابطه «پ» نشان می‌دهد که ضریب استوکیومتری A، برابر ۱ است؛ چون:

$$R_{\text{واکنش}} = \frac{\bar{R}_{\text{ماده}}}{\text{ضریب ماده مورد نظر}}$$

رابطه «ت» نشان می‌دهد که B و C در یک سمت واکنش قرار دارند و همچنین ضریب استوکیومتری B و C به ترتیب برابر با ۲ و ۳ است. علامت منفی در رابطه «ب» نشان می‌دهد که A و C در دو سمت معادله واکنش قرار دارند، یکی واکنش دهنده و دیگری فراورده است. از آن‌جا که می‌دانیم A واکنش دهنده است، پس C جزو فراورده‌هاست. با توجه به موارد ذکر شده، معادله موازنه شده این واکنش به صورت $A(g) \rightarrow 2B(g) + 3C(g)$ خواهد بود.

۷- گزینه ۳ با توجه به ضریب استوکیومتری ماده A و B می‌توان گفت که در هر لحظه از واکنش، اندازه‌ی شیب نمودار «غلظت - زمان» ماده B نصف ماده A است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): با گذشت زمان، سرعت مصرف واکنش دهنده‌ها و سرعت تولید فراورده‌ها کاهش می‌یابد.

گزینه (۲): با پیشرفت واکنش نسبت غلظت A به غلظت B کم‌تر می‌شود.

گزینه (۴): با توجه به ضریب استوکیومتری فراورده‌ها، سرعت تولید ماده B از C کم‌تر است.

۸- گزینه ۲

$$? \text{ mol HCl} = \frac{2}{8} L H_2 \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{2 \text{ mol H}_2} \times \frac{2 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol H}_2} = 0.5 \text{ mol HCl}, \Delta t = 0.75 \text{ min}, V = 0.75 \text{ L}$$

$$\bar{R}_{\text{HCl}} = -\frac{\Delta[\text{HCl}]}{\Delta t} = \frac{0.5}{0.75 \times 0.75} = 0.889 \text{ mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$$

۹- گزینه ۲

$$\frac{\bar{R}_{\text{NO}_2}}{4} = \frac{\bar{R}_{\text{N}_2\text{O}_5}}{2} \Rightarrow \frac{0.32}{4} = \frac{\bar{R}_{\text{N}_2\text{O}_5}}{2} \Rightarrow \bar{R}_{\text{N}_2\text{O}_5} = 0.16 \text{ mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$$

$$? \text{ mol N}_2\text{O}_5 = 0.16 \frac{\text{mol}}{\text{L}.\text{min}} \times 3 \text{ L} \times 15 \text{ min} = 7.2 \text{ mol N}_2\text{O}_5$$

$$? \text{ g N}_2\text{O}_5 = 7.2 \text{ mol} \times \frac{108 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 777.6 \text{ g N}_2\text{O}_5$$

۱۰- گزینه ۱ در این واکنش تنها فراورده گازی شکل، CO_2 است و هر مقداری که از جرم مخلوط واکنش کم شود، به گاز CO_2 تبدیل شده است. تکمیل شده جدول به صورت زیر خواهد بود:

زمان (ثانیه)	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰
جرم مخلوط واکنش (گرم)	۶۵/۹۸	۶۵/۳۲	۶۴/۸۸	۶۴/۶۶	۶۴/۵۵	۶۴/۵۰	۶۴/۵۰
جرم کربن دی‌اکسید (گرم)	۰	۰/۶۶	۱/۱	۱/۳۲	۱/۴۳	۱/۴۸	۱/۴۸

از آن‌جا که جرم‌ها پس از گذشت ۵۰ ثانیه ثابت مانده‌اند، پس واکنش در این زمان پایان یافته است. باید توجه داشت که چون ضریب استوکیومتری مواد CaCO_3 ، CaCl_2 و CO_2 همگی برابر با هم و برابر با ۱ است، پس سرعت متوسط مصرف CaCO_3 با سرعت متوسط تولید ۳ ماده دیگر در بازه‌های زمانی یکسان برابر می‌باشد.

$$\bar{R}_{\text{CaCl}_2} = \bar{R}_{\text{CO}_2} = \frac{\Delta n_{\text{CO}_2}}{\Delta t} = \frac{(1/32 - 1/1) \text{ g}}{10 \text{ s}} \times \frac{1 \text{ mol}}{44 \text{ g}} = 0.22 \times 10^{-4} \text{ mol.s}^{-1}$$

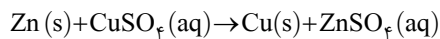
۱۰ ثانیه سوم یعنی ثانیه ۲۰ تا ۳۰:

$$\bar{R}_{\text{CaCl}_2} = 0.22 \times 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{s}} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 1.32 \times 10^{-2} \text{ mol.min}^{-1}$$

قسمت دوم سؤال:

$$\bar{R}_{\text{CaCO}_3} = \bar{R}_{\text{CO}_2} = \frac{\Delta n_{\text{CO}_2}}{\Delta t}, \quad \frac{\bar{R}_{\text{CaCO}_3} \text{ در } 10 \text{ ثانیه اول}}{\bar{R}_{\text{CaCO}_3} \text{ در } 10 \text{ ثانیه چهارم}} = \frac{0.66 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol}}{44 \text{ g}} \times \frac{1}{10 \text{ s}}}{0.11 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol}}{44 \text{ g}} \times \frac{1}{10 \text{ s}}} = \frac{0.66}{0.11} = 6$$

۱۱- گزینه ۴: معادله موازنه شده واکنش انجام شده به صورت روبه‌رو است:



رنگ آبی محلول مربوط به یون‌های Cu^{2+} محلول در آب می‌باشد. با توجه به این که مسأله از ما زمان لازم برای بی‌رنگ شدن محلول را می‌خواهد، بنابراین CuSO_4 به‌طور کامل مصرف شده و محدود کننده است، البته اگر تعداد مول Zn را هم محاسبه کنید (0.06 mol) باز هم به این نتیجه می‌رسید که CuSO_4 محدود کننده است.

$$? \text{ mol CuSO}_4 = 2 \text{ L محلول} \times \frac{0.02 \text{ mol CuSO}_4}{1 \text{ L محلول}} = 0.04 \text{ mol CuSO}_4 \text{ (مقدار اولیه)}$$

با توجه به این که ضریب استوکیومتری CuSO_4 با Zn^{2+} حاصل از تفکیک یونی ترکیب ZnSO_4 برابر است، بنابراین سرعت تولید Zn^{2+} با سرعت

$$R_{\text{CuSO}_4} = R_{\text{Zn}^{2+}} = 0.01 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1} \quad \text{مصرف CuSO}_4 \text{ برابر است:}$$

$$R_{\text{CuSO}_4} = -\frac{\Delta n}{\Delta t} \Rightarrow 0.01 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1} = -\frac{(0.04 \text{ mol})}{\Delta t (\text{min})} \Rightarrow \Delta t = 4 \text{ min} = 240 \text{ s}$$

باید توجه داشته باشیم که سؤال از ما Δt را بر حسب ثانیه می‌خواهد، نه بر حسب دقیقه (گزینه ۲) نادرست است.

۱۲- گزینه ۳: همان‌طور که مشاهده می‌شود، با گذشت زمان، غلظت B افزایش و غلظت A و C کاهش می‌یابد. پس B فراورده و A و C واکنش‌دهنده

هستند. برای به‌دست آوردن ضریب استوکیومتری هر یک از مواد باید توجه داشت که Δn هر ماده متناسب با ضریب استوکیومتری همان ماده تغییر می‌کند. پس با توجه به جدول، یک بازه زمانی را به دلخواه مشخص کرده و تغییرات غلظت هر سه ماده را در آن بازه زمانی به‌دست آورده و مقایسه می‌کنیم.

برای مثال، ۵ ثانیه اول واکنش را در نظر می‌گیریم. تغییرات غلظت ماده A و B با هم یکسان و برابر با $2/2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ و تغییرات غلظت ماده C ،

$1/1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ می‌باشد. پس نتیجه می‌گیریم ضریب استوکیومتری A و B با هم یکسان و برابر با ۲ و ضریب استوکیومتری C برابر با ۱ است. با توجه به

اطلاعات بالا، درمی‌یابیم که واکنش مورد نظر $2A(g) + C(g) \rightarrow 2B(g)$ است. ۵ ثانیه چهارم یعنی از ثانیه ۱۵ تا ثانیه ۲۰. پس می‌توان نوشت:

$$R_{\text{واکنش}} = \frac{\bar{R}_C}{\text{ضریب C}} = \frac{\bar{R}_C}{1} = \frac{(1/1 - 0/35) \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{5 \text{ s}} = 0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

۱۳- گزینه ۴: $\bar{R}_A = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t}$ و $R_{\text{واکنش}} = \frac{\bar{R}_A}{a}$ ، پس $-\frac{\Delta[A]}{\Delta t}$ سرعت واکنش را مشخص می‌کند، بنابراین:

$$R_{\text{واکنش}} = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = 0.045 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}, \quad R_{\text{واکنش}} = \frac{\bar{R}_B}{\gamma} \Rightarrow \bar{R}_B = 0.045 \times 2 = 0.09 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

اکنون می‌توان x را با استفاده از سرعت متوسط تولید B به‌دست آورد:

$$\bar{R}_B = +\frac{\Delta[B]}{\Delta t} \Rightarrow 0.09 = \frac{x - 1/4}{6 - 2} \Rightarrow x = 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

با توجه به این که سرعت واکنش و همچنین تغییرات غلظت A را داریم، می‌توان ضریب استوکیومتری آن یعنی a را محاسبه نمود:

$$\bar{R}_A = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{(0.8 - 0.2)}{6 - 2} = -0.15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

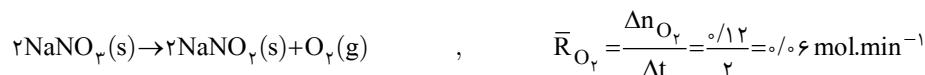
$$\frac{\bar{R}_A}{a} = 0.045 \Rightarrow \frac{1/35}{a} = 0.045 \Rightarrow a = 3$$

۱۴- گزینه ۱: ۲۰ ثانیه سوم یعنی ثانیه ۴۰ تا ۶۰. با توجه به نمودار می‌توانیم سرعت متوسط تولید NO_2 در بازه زمانی خواسته شده را به‌دست آوریم:

$$\bar{R}_{(\text{NO}_2)} = \frac{\Delta[\text{NO}_2]}{\Delta t} = \frac{12 - 9}{60 - 40} = \frac{3}{20} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} = \frac{3}{20} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 9 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$R_{\text{واکنش}} = \frac{\bar{R}_{\text{NO}_2}}{\text{ضریب NO}_2} = \frac{\bar{R}_{\text{NO}}}{\text{ضریب NO}} \Rightarrow \bar{R}_{\text{NO}_2} = \bar{R}_{\text{NO}} \Rightarrow \bar{R}_{\text{NO}} = 9 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

۱۵- گزینه ۴



$$\frac{\bar{R}_{\text{NaNO}_2}}{2} = \frac{\bar{R}_{\text{O}_2}}{1} \Rightarrow \bar{R}_{\text{NaNO}_2} = 2 \times 0.06 = 0.12 \text{ mol.min}^{-1} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 0.002 \text{ mol.s}^{-1}$$

$$\bar{R}_{\text{NaNO}_2} = \bar{R}_{\text{NaNO}_3} = 0.002 \text{ mol.s}^{-1}$$

$$\bar{R}_{\text{NaNO}_3} = \frac{-\Delta n_{\text{NaNO}_3}}{\Delta t} \Rightarrow -\Delta n_{\text{NaNO}_3} = 0.002 \text{ mol.s}^{-1} \times 120 \text{ s} = 0.24 \text{ mol NaNO}_3$$

$$\text{NaNO}_3 \text{ مقدار اولیه} = 1.02 + 0.24 = 1.26 \text{ mol NaNO}_3$$

۱۶- گزینه ۱ ابتدا با استفاده از سرعت متوسط مصرف A، مقدار X را به دست می آوریم:

$$\bar{R}_A = -\frac{\Delta n_A}{\Delta t} = -\frac{(x - 6/75)}{15 - 0} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 7/8 \text{ mol.min}^{-1} \Rightarrow x - 6/75 = -1/95 \Rightarrow x = 4/8 \text{ mol}$$

اکنون با در دست داشتن X، می توان سرعت متوسط تولید B در بازه زمانی خواسته شده را به دست آورد:

$$\frac{\bar{R}_A}{A \text{ ضریب}} = \frac{\bar{R}_B}{B \text{ ضریب}} \Rightarrow \frac{\bar{R}_A}{2} = \frac{\bar{R}_B}{2} \Rightarrow \bar{R}_A = \bar{R}_B \Rightarrow \bar{R}_B = -\frac{\Delta n_A}{\Delta t} = \frac{-(x - 5/25)}{5} = \frac{-(4/8 - 5/25)}{5} = \frac{0.45}{5} = 0.09 \text{ mol.s}^{-1}$$

۱۷- گزینه ۳ مقدار اولیه O_2 را a در نظر می گیریم و چون مقدار مصرفی واکنش دهنده ها در واکنش را نمی دانیم، از پارامتر X استفاده می کنیم. از آنجا که واکنش دهنده ها به نسبت ضریب استوکیومتری با هم واکنش می دهند، اگر فرض کنیم X مول از O_2 در واکنش مصرف شود، هم زمان 2X مول از SO_2 هم در واکنش مصرف خواهد شد. پس می توان نوشت:

	$2\text{SO}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow 2\text{SO}_3(g)$	
مول اولیه	20	a
مول تولید یا مصرف شده	-2X	-X
مول نهایی	20-2X	a-X

مقدار X را با استفاده از سرعت واکنش (که در صورت سؤال داده شده) به دست می آوریم:

$$R_{\text{واکنش}} = \frac{\bar{R}_{\text{SO}_3}}{2} \Rightarrow \bar{R}_{\text{SO}_3} = 2 \times R_{\text{واکنش}} = 2 \times 0.05 = 0.1 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}, \quad \bar{R}_{\text{SO}_3} = 0.1 \frac{\text{mol}}{\text{L.s}} \times \frac{1}{2} \text{ L} = 0.05 \text{ mol.s}^{-1}$$

$$\bar{R}_{\text{SO}_3} = +\frac{\Delta n_{\text{SO}_3}}{\Delta t} = \frac{\text{تعداد مول SO}_3 \text{ تولید شده}}{\Delta t} \Rightarrow 0.05 = \frac{2X}{60 \text{ s}} \Rightarrow 2X = 60 \times 0.05 = 3 \Rightarrow X = 1.5 \text{ mol}$$

اکنون با داشتن پارامتر X و با استفاده از معادله زیر مقدار a را به دست می آوریم:

$$30/5 = 20 - 2X + a - X + 2X = 20 - X + a \Rightarrow a = 12 \text{ mol}$$

با اطلاع از مقادیر X و a، درصد مصرف O_2 در واکنش به صورت زیر محاسبه می شود:

$$\text{درصد مصرف O}_2 = \frac{\text{تعداد مول O}_2 \text{ مصرف شده}}{\text{تعداد مول O}_2 \text{ اولیه}} \times 100 = \frac{X}{a} \times 100 = \frac{1.5}{12} \times 100 = 12.5\%$$

۱۸- گزینه ۴

موارد صورت سؤال به ترتیب تأثیر عوامل زیر را بر سرعت واکنش مشخص می کند:

(الف) فعالیت شیمیایی (واکنش پذیری) واکنش دهنده ها؛ واکنش پذیری فلز طلا بسیار کم تر از واکنش پذیری فلز مس است، به همین خاطر، گنبد های طلا بدون تغییر می مانند و گنبد مسی، رنگ عوض می کند.

(ب) نقش کاتالیزگر بر روی سرعت واکنش

(پ) نقش دما بر سرعت واکنش: دمای بسیار پایین فریزر باعث می شود واکنش های فاسد شدن مواد غذایی با سرعت بسیار کم تری پیش برود.

(ت) تأثیر سطح تماس میان ذرات واکنش دهنده

(ث) نقش کاتالیزگر بر روی سرعت واکنش: در خاک باغچه ترکیباتی وجود دارند که نقش کاتالیزگر برای واکنش سوختن قند دارند.

همان طور که مشاهده می شود عبارات های «ب» و «ث» به یک مورد اشاره دارند.

۱۹- گزینه ۴ با توجه به شکل داده شده، نمودار B نشان‌دهنده واکنش، هنگامی که یک عامل موجب افزایش سرعت آن شده باشد و نمودار C نشان‌دهنده واکنش هنگامی که یک عامل موجب کاهش سرعت آن شده باشد، است. به بیان دیگر، شیب نمودار B از A بیش‌تر است، یعنی CO_2 در واکنش مربوط به B سریع‌تر تولید شده و زودتر به حداکثر مقدار رسیده و همچنین شیب نمودار C از A کم‌تر است، یعنی CO_2 در واکنش مربوط به C کندتر تولید شده و دیرتر به حداکثر مقدار خود رسیده است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): با قرار دادن ظرف در حمام آب گرم، دمای ظرف بالا رفته و واکنش با سرعت بیش‌تری انجام می‌شود (نمودار B). همچنین با بالا بردن غلظت محلول HCl، سرعت واکنش افزایش می‌یابد (نمودار B).
گزینه (۲): استفاده از کاتالیزگر به واکنش سرعت می‌بخشد (نمودار B). با قرار دادن ظرف در حمام آب گرم نیز واکنش با سرعت بیش‌تری انجام می‌شود (نمودار B).

گزینه (۳): استفاده از کاتالیزگر به واکنش سرعت می‌بخشد (نمودار B). هنگام استفاده از نیتریک اسید به جای HCl، واکنش زیر صورت می‌گیرد:

$$\text{CaCO}_3(\text{s}) + 2\text{HNO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$$

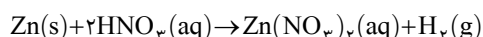
در هر دو واکنش ضریب CO_2 برابر با یک است و غلظت نیتریک اسید و هیدروکلریک اسید با توجه به صورت سؤال یکسان و ضریب هر دو برابر با ۲ است. پس در این صورت نمودار منطبق بر نمودار A خواهد بود.

گزینه (۴): در صورت استفاده از قطعات کوچک‌تر، سطح تماس واکنش‌دهنده‌ها افزایش یافته و در نتیجه واکنش سریع‌تر پیش خواهد رفت (نمودار B). با قرار دادن ظرف در حمام محتوی آب و یخ و کاهش دما، سرعت واکنش کاهش می‌یابد (نمودار C).

۲۰- گزینه ۳ موارد «الف»، «ب» و «ت» درست‌اند.

بررسی موارد:

معادله واکنش مورد نظر به صورت روبه‌رو است:



الف) دمای 40°C نسبت به دمای اتاق (25°C)، دمای بیش‌تری است، بنابراین باعث افزایش سرعت واکنش می‌شود.

ب) پودر کردن روی، باعث افزایش سطح تماس بین روی و نیتریک اسید شده و در نتیجه سرعت واکنش افزایش می‌یابد. شیب نمودار «مول - زمان» نشان‌دهنده سرعت واکنش است. بنابراین با افزایش سرعت واکنش، شیب نمودار «مول - زمان» تولید H_2 افزایش می‌یابد (اثر سطح تماس بین واکنش‌دهنده‌ها بر سرعت واکنش).

پ) هنگامی که از محلول HNO_3 دو مولار استفاده می‌کنیم، واکنش‌دهنده محدود کننده فلز روی است، حال اگر از محلول HNO_3 یک مولار استفاده کنیم:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{? mol HNO}_3 = 1 \text{ L HNO}_3(\text{aq}) \times \frac{1 \text{ mol HNO}_3}{1 \text{ L HNO}_3(\text{aq})} = 1 \text{ mol HNO}_3 \xrightarrow{\div 2} 0.5 \\ \text{در این حالت هم، فلز روی واکنش‌دهنده محدود کننده است} \Rightarrow 0.5 < 0.2 \Rightarrow 0.5 \\ 0.5 \text{ mol Zn} \xrightarrow{\div 1} 0.2 \end{array} \right.$$

بنابراین مقدار گاز H_2 تولیدی در هر دو حالت (استفاده از HNO_3 یک مولار یا دو مولار) یکسان است.

ت) افزایش غلظت اسید، فقط سرعت واکنش را افزایش می‌دهد و تأثیری روی نمودار «انرژی - پیشرفت واکنش» که یک متغیر ترمودینامیکی است، ندارد.

پاسخ تشریحی آزمون ۲

۱- گزینه ۲ با مقایسه‌ی آزمایش‌های (۱) و (۲) بی‌می‌بریم، با دو برابر شدن غلظت Hb، سرعت واکنش نیز دو برابر شده است؛ پس مرتبه واکنش نسبت به Hb برابر ۱ است. به همین ترتیب با مقایسه بین آزمایش‌های (۲) و (۳) مشاهده می‌شود که با سه برابر شدن غلظت CO، سرعت واکنش نیز سه برابر می‌شود؛ بنابراین مرتبه واکنش نسبت به CO نیز برابر ۱ است. برای محاسبه ثابت سرعت نیز کافی است از معادله سرعت به دست آمده استفاده کنیم و به دلخواه اعداد داده شده‌ی یک آزمایش از سه آزمایش موجود (مثلاً آزمایش (۱)) را جایگذاری کنیم:

$$R = k[\text{Hb}][\text{CO}] \Rightarrow k = \frac{R}{[\text{Hb}][\text{CO}]} \Rightarrow k = \frac{(6/10 \times 10^{-7})}{(2/2 \times 10^{-6}) \times (1/10 \times 10^{-6})} \approx 2/77 \times 10^5 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{L} \cdot \text{s}^{-1}$$

در گزینه‌های (۲) و (۴) عدد $2/77 \times 10^5$ برای k صحیح است.

۲- گزینه ۳ بررسی گزینه‌ها:

گزینه (۱): مخلوط هیدروژن و اکسیژن را می‌توان در **دمای اتاق** برای مدت طولانی نگه داشت، بدون آن که واکنشی میان دو گاز رخ دهد (به علت انرژی فعال‌سازی زیادی که واکنش هیدروژن و اکسیژن نیاز دارد). اما در حضور **پلاتین** به عنوان کاتالیزگر، در همین دما واکنش به سرعت انجام شده و آب تشکیل می‌شود.

گزینه (۲): از آن‌جا که **تمایل** مولکول CO برای واکنش با هموگلوبین به مراتب بیش‌تر از مولکول O_2 است، مولکول‌های CO موجود در هوای دم، جایگزین مولکول O_2 در هموگلوبین می‌شوند و این امر مانع از رسیدن اکسیژن به بافت‌ها می‌شود.

گزینه (۴): مرتبه واکنش، کمیتی **تجربی** است. با توجه به داده‌های تجربی، واکنش تجزیه N_2O_5 واکنشی مرتبه اول بوده و قانون سرعت آن به صورت $R = k[N_2O_5]$ است.

۳- گزینه ۲

مرتبه ماده (چند برابر شدن غلظت ماده) = چند برابر شدن سرعت واکنش

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

با توجه به جدول، با مقایسه آزمایش (۱) و (۲) می‌توان دریافت که با $\frac{1}{3}$ برابر شدن غلظت A و ثابت ماندن غلظت B، سرعت واکنش $\frac{1}{9}$ برابر شده، پس مرتبه A برابر ۲ است:

$$\frac{1}{9} = \left(\frac{1}{3}\right)^m \Rightarrow m = 2$$

و با مقایسه آزمایش‌های (۲) و (۳) که در آن هم غلظت A و هم غلظت B، دو برابر شده و سرعت واکنش ۸ برابر، می‌توان دریافت که مرتبه B برابر ۱ است:

$$\begin{cases} 8 = 2^m \times 2^n \\ m = 2 \end{cases} \Rightarrow n = 1$$

پس قانون سرعت واکنش به صورت $R = k[A]^2[B]$ است.

بررسی گزینه‌ها:

گزینه (۱): با توجه به قانون سرعت، اگر مقدار B را ۵ برابر و مقدار A را ۲ برابر کنیم، سرعت واکنش $2^2 \times 5$ برابر، یعنی ۲۰ برابر می‌شود.

گزینه (۲): برای به‌دست آوردن k می‌توان هر یک از ۳ آزمایش را در نظر گرفت و قانون سرعت را جایگزین کرد. مثلاً آزمایش (۱):

$$R = k[A]^2[B] \Rightarrow 8 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} = k \times (0.3)^2 \times 0.3 \text{ mol}^3 \cdot \text{L}^{-3} \Rightarrow k = 3 \times 10^{-1} \text{ mol}^{-2} \cdot \text{L}^2 \cdot \text{s}^{-1}$$

پس در گزینه (۲) مقدار k درست محاسبه شده، اما یکا، غلط است.

گزینه (۴): با توجه به قانون سرعت می‌توان دریافت که چون مرتبه‌ی A و B به ترتیب برابر با ۲ و ۱ است، پس تغییر غلظت A تأثیر بیش‌تری روی سرعت واکنش دارد.

۴- گزینه ۱

مرتبه ماده (چند برابر شدن غلظت ماده) = چند برابر شدن سرعت واکنش

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

از مقایسه آزمایش (۱) و (۲) می‌توان دریافت که با ۲ برابر شدن غلظت A و ثابت ماندن غلظت B، سرعت واکنش ۴ برابر شده است؛ پس مرتبه واکنش‌دهنده A برابر ۲ است.

$$4 = 2^n \Rightarrow n = 2$$

از مقایسه آزمایش (۲) و (۳) می‌توان دریافت که با ۲ برابر شدن غلظت B و همچنین ۲ برابر شدن غلظت A، سرعت واکنش ۱۶ برابر شده است؛ پس:

$$\begin{cases} 16 = 2^n \times 2^m \\ n = 2 \end{cases} \Rightarrow m = 2$$

پس قانون سرعت واکنش به صورت $R = k[A]^2[B]^2$ است.

برای به‌دست آوردن X، آزمایش (۴) و (۱) را مقایسه می‌کنیم:

$$\frac{R_4}{R_1} = \frac{5 \times 10^{-4}}{1/8 \times 10^{-4}} = \left(\frac{X}{0.3}\right)^2 \times \left(\frac{0.15}{0.3}\right)^2 \Rightarrow \frac{25}{9} = \left(\frac{X}{0.3}\right)^2 \times 5^2 \Rightarrow \frac{X}{0.3} = \frac{1}{3} \Rightarrow X = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$$

۵- گزینه ۳ در صورت سؤال گفته شده که واکنش بنیادی است، پس مرتبه هر واکنش دهنده برابر با ضریب استوکیومتری اش است:

$$\text{قانون سرعت: } R = k[\text{NO}]^2[\text{Cl}_2]$$

$$[\text{NO}] = \frac{2}{3} \times 0.06 = 0.04$$

تعداد مول مصرفی Cl_2 را نیز محاسبه می‌کنیم. چون از غلظت NO ، 0.02 مولار کاسته شده، بنابراین از غلظت Cl_2 ، به اندازه 0.01 مولار کم می‌شود.

$$[\text{Cl}_2] = 0.04 - 0.01 = 0.03, \quad \frac{R_{\text{ثانویه}}}{R_{\text{اولیه}}} = \frac{k \times (0.04)^2 \times (0.03)}{k \times (0.06)^2 \times (0.04)} = \frac{1}{3}$$

۶- گزینه ۳ از آن‌جا که با ۴ برابر کردن غلظت A ، سرعت واکنش ۲ برابر شده، پس مرتبه A برابر با $\frac{1}{2}$ است. همچنین از آن‌جا که با $\frac{1}{3}$ برابر

$$\text{کردن غلظت } B, \text{ سرعت واکنش } \frac{1}{8} \text{ برابر شده، پس مرتبه } B \text{ برابر با } 3 \text{ است. بنابراین قانون سرعت به صورت } R = [A]^{\frac{1}{2}}[B]^3 \text{ می‌باشد.}$$

بررسی گزینه‌ها:

گزینه (۱): چون مرتبه B از مرتبه A بزرگ‌تر است، پس تأثیر ماده B بر سرعت واکنش بیش‌تر خواهد بود.

گزینه (۳): با ۳۶ برابر کردن غلظت A و ۲ برابر کردن غلظت B ، سرعت واکنش $(36)^{\frac{1}{2}} \times (2^3) = 48$ برابر می‌شود.

گزینه (۴): تغییر غلظت مواد در طول واکنش متناسب با ضریب استوکیومتری آن‌هاست، پس در طول انجام واکنش، تغییر غلظت A بیش‌تر از تغییر غلظت B است. در یک بازه زمانی، اگر تغییر غلظت B را x در نظر بگیریم، تغییر غلظت A برابر با $3x$ خواهد بود.

۷- گزینه ۳ قانون سرعت واکنش را داریم، پس برای به‌دست آوردن ثابت سرعت واکنش، اطلاعات آزمایش ۳ را در قانون سرعت جایگذاری

می‌کنیم:

$$R = k[A]^2[B] \Rightarrow 0.9 = k \times (0.6)^2 \times (0.1) \Rightarrow k = \frac{0.9}{36 \times 10^{-3}} = 25 \text{ mol}^{-2} \cdot \text{L}^2 \cdot \text{s}^{-1}$$

با داشتن ثابت سرعت، می‌توان x و y را محاسبه نمود:

$$1 \text{ آزمایش: } x = k \times (0.2)^2 \times (0.2) = 25 \times (0.2)^2 \times (0.2) \Rightarrow x = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$2 \text{ آزمایش: } 0.4 = k \times y^2 \times 0.1 = 25 \times y^2 \times 0.1 \Rightarrow y^2 = \frac{4}{25} \Rightarrow y = 0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

۸- گزینه ۴ شکل، ظرفی با حجم ثابت را نشان می‌دهد که از «آ» به «ب» تعداد مولکول‌های O_3 ثابت، ولی تعداد مولکول‌های NO افزایش یافته

است و اثر غلظت بر سرعت واکنش $\text{NO(g)} + \text{O}_3(\text{g}) \rightarrow \text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ را بررسی می‌کند.

بررسی گزینه‌ها:

گزینه (۱): چون هر سه طرف نشان‌دهنده یک واکنش هستند و در آن‌ها فقط غلظت NO تغییر کرده، معادله قانون سرعت هر سه یکسان و مربوط به یک واکنش است.

گزینه (۲): در هر ظرف تعداد مولکول NO کم‌تر از O_3 است، پس در هر سه، واکنش دهنده محدود کننده، NO است.

گزینه (۳): تعداد مولکول‌های O_3 در هر سه ظرف یکسان است، ولی به علت یکسان نبودن تعداد مولکول‌های NO و تفاوت غلظت این ماده، سرعت‌ها متفاوت است. در واقع از ظرف «آ» به «ب» با افزایش غلظت گاز NO ، سرعت واکنش، افزایش می‌یابد.

۹- گزینه ۳ عبارات‌های «الف»، «ب»، «پ» و «ث» درست هستند.

بررسی عبارات‌ها:

پ) واکنش مولکول هیدروژن با اتم کلر در صورت سؤال بیان شده است و در ساختار پیچیده فعال، پیوند اولیه (H-H) در حال سست شدن و پیوند جدید (H-Cl) در حال تشکیل، به صورت هم‌زمان هستند.

ت) نظریه برخورد فقط برای توصیف واکنش‌های بنیادی در فاز گاز به کار می‌رود.

۱۰- گزینه ۱ بررسی گزینه‌ها:

گزینه (۱): ساختار پیچیده فعال واکنش (II) به صورت $\text{O}=\text{N}-\text{O}-\text{O}=\text{O}$ است که در آن یک پیوند در حال تشکیل ($\text{N}\cdots\text{O}$) و یک پیوند در حال شکستن ($\text{O}\cdots\text{O}$) است.

گزینه (۲): ساختار پیچیده فعال واکنش (I) به صورت $\text{O}=\text{N}-\text{Cl}-\text{Cl}-\text{N}=\text{O}$ است و در این واکنش تعداد پیوندها از ۶ به ۵ کاهش می‌یابد.
گزینه (۳): در واکنش (II) سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها نسبت به سطح انرژی فراورده‌ها، به پیچیده فعال نزدیک‌تر است و انرژی فعال‌سازی واکنش رفت کمتر از انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت است. پس واکنش‌دهنده‌ها برای تبدیل به پیچیده فعال به انرژی کم‌تری (نسبت به فراورده‌ها) نیاز دارند و تبدیل واکنش‌دهنده‌ها به پیچیده‌ی فعال، آسان‌تر از تبدیل فراورده‌ها به پیچیده فعال است.

گزینه (۴): در واکنش (I) ساختار پیچیده فعال به صورت $\text{O}=\text{N}-\text{Cl}-\text{Cl}-\text{N}=\text{O}$ است که پیوندهای $\text{N}-\text{Cl}$ سست شده‌اند و نه همه پیوندها!

۱۱- گزینه ۴ ΔH واکنش (۲) برابر -۱۶۰ کیلوژول است:

$$\Delta H^\circ = -۱۶۰ \text{ kJ} = (\text{مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل واکنش‌دهنده‌ها}) - (\text{مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل فراورده‌ها}) = \Delta H^\circ_{\text{واکنش}}$$

$$\Rightarrow (\text{مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل فراورده‌ها}) + ۱۶۰ \text{ kJ} = (\text{مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل واکنش‌دهنده‌ها})$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): به علت کم‌تر بودن انرژی فعال‌سازی واکنش (۲) در جهت رفت از واکنش (۱) در جهت برگشت، سرعت آن بیش‌تر است.
گزینه (۲):

$$\begin{cases} \Delta H_{1(\text{رفت})} = -۱۴۰ \text{ kJ} \\ \Delta H_{2(\text{برگشت})} = +۱۶۰ \text{ kJ} \end{cases} \Rightarrow \Delta H_{1(\text{رفت})} - \Delta H_{2(\text{برگشت})} = -۱۴۰ - (+۱۶۰) = -۳۰۰ \text{ kJ}$$

ΔH واکنش (۱) در جهت رفت، به اندازه ۳۰۰ کیلوژول از ΔH واکنش (۲) در جهت برگشت، کوچک‌تر است.

گزینه (۳): انرژی فعال‌سازی واکنش (۱) در جهت رفت و واکنش (۲) در جهت رفت به ترتیب برابر ۱۲۰ kJ و ۳۰ kJ است. بنابراین انرژی فعال‌سازی واکنش (۱) در جهت رفت به اندازه‌ی ۹۰ kJ از انرژی فعال‌سازی واکنش (۲) در جهت رفت بیش‌تر است.

۱۲- گزینه ۱ براساس نظریه برخورد، هنگامی که ذره‌های برخورد کننده جهت گیری مناسب و انرژی کافی داشته باشند، برخورد، مؤثر است. جهت‌گیری مناسب برای برخورد مؤثر شرط لازم است نه شرط کافی.

۱۳- گزینه ۳ همان‌طور که مشاهده می‌کنید، در نمودار (۱) سطح انرژی پیچیده فعال پایین‌تر از سطح انرژی پیچیده فعال در نمودار (۲) است. به همین دلیل ساختار آن دو نیز متفاوت خواهد بود.

بررسی گزینه‌ها:

گزینه (۲): کاتالیزگر در نمودار (۲)، انرژی فعال‌سازی واکنش رفت و برگشت را به یک اندازه کاهش داده است؛ پس سرعت هر دو واکنش رفت و برگشت نیز در حضور کاتالیزگر بیش‌تر خواهد شد.

گزینه (۴): از آن‌جا که انرژی فعال‌سازی در نمودار ۱ کم‌تر است، پس مقدار k نیز در معادله سرعت آن بزرگ‌تر خواهد شد.

نکته‌ای فراتر از کتاب درسی: شما دانش‌آموزان فقط کافی است بدانید که انرژی فعال‌سازی و k در رابطه سرعت، رابطه عکس دارند؛ ولی برای فهم عمیق شما، رابطه این دو کمیت را می‌آوریم:

$$k = A e^{\frac{-E_a}{RT}}$$

در این معادله، رابطه بین سه مقدار k ، E_a و T که به ترتیب ثابت سرعت، انرژی فعال‌سازی و دما هستند، مشخص می‌شود. لازم به ذکر است که e ، A و R در این معادله هر سه، ثابت هستند.

۱۴- گزینه ۱ می‌دانیم کاتالیزگر بر مقدار ΔH تأثیر ندارد و $\Delta H = E_a - E'_a$ است. انرژی فعال‌سازی واکنش در حضور کاتالیزگر، ۴۰ درصد انرژی فعال‌سازی واکنش، بدون حضور کاتالیزگر است:

$$۱۵۰ \text{ kJ} \times \frac{۴۰}{۱۰۰} = ۶۰ \text{ kJ} \quad \text{انرژی فعال‌سازی واکنش در حضور کاتالیزگر:}$$

$$\Delta H = -۲۴۰ = ۶۰ - E'_a \Rightarrow E'_a = ۳۰۰ \text{ kJ} \quad \text{در حضور کاتالیزگر}$$

۱۵- گزینه ۴ در سطح سرامیک‌ها در مبدل کاتالیستی، توده‌های فلزی با قطر ۲ تا ۱۰ نانومتر وجود دارند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): کاتالیزگر از طریق کاهش انرژی فعال‌سازی، سرعت واکنش را افزایش می‌دهد. از این رو با استفاده از کاتالیزگر می‌توان واکنش‌ها را در دماهای پایین‌تری انجام داد. کاتالیزگر باعث تغییر سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها و همچنین ΔH واکنش نمی‌شود.

گزینه (۲): با $\frac{1}{3}$ شدن E_a یک واکنش توسط یک کاتالیزگر، فقط می‌توان گفت سرعت واکنش، افزایش می‌یابد.

گزینه (۳): برای کاتالیز واکنش هیدروژن با اکسیژن از پلاتین استفاده می‌شود.

۱۶- گزینه ۲ عبارتهای «ب» و «ت» درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

الف) واکنش تشکیل NO در دمای موتور به صورت $N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO(g)$ است. این واکنش در دمای اتاق به صورت غیر خود به خودی است. اما در دماهای بالا (مثل دمای موتور) به صورت خود به خودی صورت می‌گیرد، پس ΔG این واکنش (مقدار انرژی در دسترس برای واکنش) در دمای موتور، عددی منفی است.

ب) آلاینده‌های NO، CO و C_xH_y در هر صورت، تولید می‌شوند و باید با مبدل‌های کاتالیستی از ورود آن‌ها به هواکره جلوگیری کرد.

پ) بیان جمله درست است، اما عنصر رودیم با نماد Rh مشخص می‌شود!

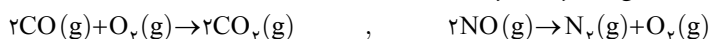
ت)

$$10^6 \times \frac{50 \text{ km}}{1 \text{ خودرو}} \times \frac{1/4 \text{ g NO}}{1 \text{ km}} = 52 \times 10^6 \text{ g NO}$$

$$\text{این مقدار معادل } 52 \times 10^6 \text{ g} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ ton}}{1000 \text{ kg}} = 52 \text{ ton} \text{ است.}$$

۱۷- گزینه ۴ به موارد (۱)، (۲) و (۳) در کتاب درسی شیمی پیش‌دانشگاهی اشاره شده است؛ ولی در مورد گزینه (۴) باید به این نکته اشاره کرد که معمولاً کاتالیزگرهای موجود در مبدل‌های کاتالیستی در حضور برخی مواد شیمیایی گوگرددار و فسفردار، کارایی خود را از دست می‌دهند و اصطلاحاً مسموم می‌شوند.

۱۸- گزینه ۳ واکنش حذف گازهای NO و CO در مبدل‌های کاتالیستی به صورت زیر است:



در واکنش حذف CO، در سمت واکنش‌دهنده‌ها ۳ مول گاز و در سمت فراورده‌ها ۲ مول گاز وجود دارد. پس با پیشرفت واکنش از تعداد مول‌های گازی کاسته می‌شود و در نتیجه آنتروپی، کاهش می‌یابد. در واکنش حذف NO نیز در طرفین معادله، ۲ مول گاز داریم، که با توجه به فکر کنید صفحه ۲۲ کتاب درسی ΔS این واکنش -25 J.K^{-1} است.

۱۹- گزینه ۲ عبارتهای «ب» و «پ» درست هستند:

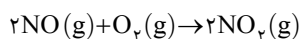


بررسی سایر عبارت‌ها:

الف) دمای 75°C برای این واکنش در شرایط عدم حضور کاتالیزگر است. طبیعتاً با حضور کاتالیزگر (مبدل کاتالیستی) این واکنش در دمای پایین‌تری انجام خواهد شد.

ت) اکسیدهای نیتروژن در نهایت با تبدیل به نیتریک اسید، زمینه‌ساز ایجاد باران‌های اسیدی می‌شوند.

ث) این واکنش در هواکره به صورت خود به خودی انجام می‌شود، پس ΔG منفی دارد:



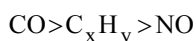
۲۰- گزینه ۳ مس و منگنز از جمله فلزات واسطه موجود در مغز انسان هستند. برخلاف کبد و کلیه، در مغز، عنصر واسطه کبالت وجود ندارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): مدت زمان خروج گازهای آلاینده (CO، NO و C_xH_y) از موتور و ورود آن‌ها به هواکره، بسیار کوتاه است. همچنین در این مدت، دمای آن‌ها به سرعت کاهش می‌یابد.

گزینه (۲): با استفاده از کاتالیزگرها می‌توان واکنش‌ها را در دما و فشار پایین‌تر انجام داد که این امر سبب می‌شود استفاده از آن‌ها در صنایع، باعث صرفه‌جویی در منابع و کاهش هزینه‌ها شود.

گزینه (۴): ترتیب مقدار آلاینده بر حسب گرم به ازای طی یک کیلومتر با توجه به جدول ارائه شده در کتاب درسی به صورت زیر است:



پاسخ تشریحی آزمون ۳

۱- گزینه ۳: گزینۀ (۱): در واکنش $3\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq}) + 2\text{H}_3\text{PO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(\text{s}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ سرعت متوسط بر حسب

mol.s^{-1} برای H_2O بیش تر است. زیرا ضریب استوکیومتری این ماده بزرگ تر از سایر مواد است.

گزینه (۲): در واکنش $2\text{NO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ غلظت NO هنگامی برابر غلظت H_2 خواهد بود که مقدار اولیه هر دو برابر بوده باشد.

گزینه (۳): هر چه پیچیده فعال پایدارتر باشد، مقدار E_a کم تر و R واکنش بیش تر است.

گزینه (۴): در معادله $2\text{A} + 6\text{B} \rightarrow 5\text{C}$ تساوی مقابل را داریم:

$$-\frac{\Delta n_A}{2\Delta t} = -\frac{\Delta n_B}{6\Delta t} \Rightarrow \frac{3\Delta n_A}{\Delta t} = \frac{\Delta n_B}{\Delta t}$$

۲- گزینه ۲: از آنجا که تغییرات مول مواد در واکنش متناسب با ضریب استوکیومتری است، قدر مطلق تغییرات را به عنوان ضریب اولیه در نظر می گیریم:

$$|\Delta n_A| = 3, |\Delta n_B| = 5, |\Delta n_C| = 2, |\Delta n_D| = 1$$

در نمودار، مقدار مول مواد A و C کاهش و مقدار مول مواد B و D افزایش یافته است، در نتیجه A و C واکنش دهنده اند و B و D فراورده. با توجه به این اطلاعات، معادله واکنش به صورت $2\text{A} + 2\text{C} \rightarrow 5\text{B} + \text{D}$ است.

قسمت دوم سؤال: براساس قانون بقای جرم؛ جرم مواد طی واکنش تغییر نمی کند؛ اما تعداد مولکولها با توجه به ضریب مواد موجود در واکنش تغییر می کند. در این واکنش در سمت واکنش دهنده ها مجموع ضرایب ۵ و در سمت فراورده ها مجموع ضرایب ۶ است، پس با پیشرفت واکنش، تعداد مولکولها افزایش می یابد.

۳- گزینه ۳: عبارت (الف): سرعت یک واکنش بیش از هر عاملی به ماهیت واکنش دهنده ها وابسته است.

عبارت (ب): سرعت واکنش را می توان بر حسب تعداد مولهای یکی از مواد واکنش دهنده که در یک بازه ی زمانی از بین می رود، بیان کرد.

عبارت (پ): برای اندازه گیری تغییر آنتالپی یک واکنش، انرژی فعال سازی برگشت را از انرژی فعال سازی رفت کم می کنیم. $\Delta H = E_a - E'_a$

عبارت (ت): واکنش $\text{A}_2 + \text{B}_2 \rightarrow 2\text{AB}$ گرماده بوده و $E_a < E'_a$ است، پس نسبت به واکنش برگشت خود دارای سرعت بیش تری است. (عبارت درست)

عبارت (ث): در دمای ثابت با کاهش حجم ظرف یک واکنش گازی، غلظت بیش تر شده و سرعت واکنش افزایش می یابد.

۴- گزینه ۲: قدم اول موازنه کردن واکنش است:

$$(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{s}) \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{N}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$$

با داشتن سرعت متوسط تشکیل گاز N_2 و زمان، حجم گاز N_2 را در شرایط STP می توان محاسبه نمود:

$$? \text{ mol N}_2 = 2 \times 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{L.s}} \times 5 \text{ L} \times 120 \text{ s} = 0.012 \text{ mol N}_2 \Rightarrow ? \text{ L N}_2 = 0.012 \text{ mol} \times \frac{22.4 \text{ L}}{1 \text{ mol}} = 0.2688 \text{ L N}_2$$

با توجه به ضرایب استوکیومتری، به ازای تولید 0.012 mol نیتروژن، چهار برابر این مقدار یعنی 0.048 mol آب تولید می شود، پس می توان مقدار جرم آب

سنجش ۹۴

$$\text{تشکیل شده را به دست آورد: } ? \text{ g H}_2\text{O} = 0.048 \text{ mol} \times \frac{18 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 0.864 \text{ g H}_2\text{O}$$

۵- گزینه ۳

$$\Delta t = 40 \text{ s} \Rightarrow \frac{40}{60} = \frac{2}{3} \text{ min}, \quad \Delta n_{\text{N}_2} = 0.06 \text{ mol} \Rightarrow \Delta[\text{N}_2] = \frac{0.06}{2} = 0.03 \text{ mol.L}^{-1}, \quad \bar{R}_{\text{N}_2} = \frac{\Delta[\text{N}_2]}{\Delta t} = \frac{0.03}{\frac{2}{3}} = 0.045 \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

$$\bar{R}_{\text{N}_2} \times 2 = \bar{R}_{\text{NH}_3} = 0.09 \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}, \quad \frac{\bar{R}_{\text{H}_2}}{\bar{R}_{\text{N}_2}} = \frac{3}{1} \Rightarrow \bar{R}_{\text{H}_2} = \frac{3}{1} \times 0.045 = 0.135 \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

۶- گزینه ۳: با داشتن مقدار گاز O_2 تولید شده، می توان مقدار KClO_3 مصرف شده را محاسبه نمود:

$$\text{KClO}_3 \text{ مصرفی} = 19.2 \text{ g O}_2 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{32 \text{ g O}_2} \times \frac{2 \text{ mol KClO}_3}{3 \text{ mol O}_2} = 0.76 \text{ mol KClO}_3$$

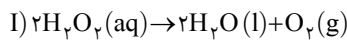
$$\text{KClO}_3 \text{ مول اولیه} = \text{KClO}_3 \text{ مول مصرفی} + \text{KClO}_3 \text{ مول باقی مانده} = 0.76 + 2.24 = 3 \text{ mol KClO}_3$$

$$? \text{ g KClO}_3 = 3 \text{ mol} \times \frac{122.5 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 367.5 \text{ g KClO}_3$$

سرعت تولید KCl را از روی سرعت تولید O_2 می توان محاسبه نمود:

$$\bar{R}_{\text{O}_2} = 19.2 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol}}{32 \text{ g}} \times \frac{1}{15 \text{ s}} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 2.4 \text{ mol.min}^{-1}, \quad \frac{\bar{R}_{\text{KCl}}}{\bar{R}_{\text{O}_2}} = \frac{\bar{R}_{\text{O}_2}}{\text{ضریب O}_2} \Rightarrow \frac{\bar{R}_{\text{KCl}}}{2} = \frac{2.4}{3} \Rightarrow \bar{R}_{\text{KCl}} = 1.6 \text{ mol.min}^{-1}$$

۷- گزینه ۱ واکنش تجزیه آب اکسیژنه:



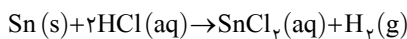
واکنش تجزیه سدیم هیدروژن کربنات (جوش شیرین):



با توجه به صورت سؤال باید ضریب O_2 در واکنش (I)، ۱۱ برابر ضریب Na_2CO_3 در واکنش (II) باشد، پس می‌توان همه ضرایب واکنش (I) را در ۱۱ ضرب کرد:

$$\text{I) } 22\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \rightarrow 22\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 11\text{O}_2(\text{g}) \Rightarrow \frac{\text{جرم H}_2\text{O حاصل از واکنش (I)}}{\text{جرم CO}_2 \text{ حاصل از واکنش (II)}} = \frac{22 \text{ mol} \times 18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{11 \text{ mol} \times 44 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 9$$

۸- گزینه ۴ واکنش مورد نظر به صورت مقابل است:



ابتدا باید واکنش دهنده محدود کننده را تعیین کنیم. برای تعیین واکنش دهنده محدود کننده، مقدار مول هر یک از واکنش دهنده‌ها را بر ضریب استوکیومتری‌اش تقسیم می‌کنیم. واکنش دهنده‌ای محدود کننده است که کسر مربوط به آن کوچک‌تر باشد:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Sn: } \frac{1 \text{ mol}}{5/95 \text{ g} \times \frac{119 \text{ g}}{119 \text{ g}}} = 0/05 \\ \text{HCl: } \frac{0/3 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 0/6 \text{ L}}{2} = 0/09 \end{array} \right. \Rightarrow \text{Sn} < \text{HCl} \Rightarrow \text{Sn واکنش دهنده محدود کننده است}$$

برای به دست آوردن سرعت مصرف HCl ، ابتدا تعداد مول مصرفی آن را به دست می‌آوریم:

$$? \text{ mol Sn} = 5/95 \text{ g Sn} \times \frac{1 \text{ mol Sn}}{119 \text{ g Sn}} \times \frac{2 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol Sn}} = 0/1 \text{ mol HCl}$$

$$\bar{R}_{\text{HCl}} = 0/1 \text{ mol} \times \frac{1}{0/6 \text{ L}} \times \frac{1}{2 \text{ s}} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 0/1 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

۹- گزینه ۱ موارد «ب» و «پ» درست هستند.

الف) در انفجار، از یک ماده منفجره جامد یا مایع، حجم بسیار زیادی گاز داغ تولید می‌شود.

ت) محلول بنفش رنگ پتاسیم پرمنگنات با یک اسید آلی در دمای اتاق به کندی واکنش می‌دهد.

ث) قانون سرعت برای واکنش تجزیه N_2O_5 به صورت $R = k[\text{N}_2\text{O}_5]$ است.

ج) تمایل CO برای واکنش با هموگلوبین، بیش‌تر از اکسیژن است.

۱۰- گزینه ۴ حجم محلول یک لیتر است، بنابراین غلظت مولی A ، برابر 3 mol.L^{-1} خواهد بود. زمانی واکنش کامل می‌شود که همه A مصرف

شده و غلظت آن به صفر برسد. برای آن که زمان را به دست آوریم، در رابطه داده شده، $[A]_t$ را برابر صفر قرار می‌دهیم:

$$[A]_t = -kt + [A]_0 \Rightarrow 0 = -(0/001)t + 3 \Rightarrow t = \frac{(-3)}{(-0/001)} = 3000 \text{ s}, \quad ? \text{ min} = 3000 \text{ s} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 50 \text{ min}$$

تجربی خارج ۹۴

۱۱- گزینه ۲ موارد «الف» و «ب» درست هستند.

بررسی موارد:

الف) E_a رفت و E_a برگشت به ترتیب نشان‌دهنده میزان انرژی لازم برای تبدیل واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها به پیچیده فعال است. بنابراین در مسیر رفت و برگشت یک واکنش، برای رسیدن به پیچیده فعال، انرژی مصرف می‌شود.

ب) این شکل نشان‌دهنده این است که معمولاً افزایش غلظت واکنش دهنده‌ها باعث افزایش سرعت واکنش می‌شود. زیرا همان‌طور که در شکل می‌بینید، الیاف آهن داغ و سرخ شده و در هوا نمی‌سوزد، در حالی که همان مقدار الیاف آهن در یک ارلن پر از اکسیژن می‌سوزد.

پ) تغییر تعداد مول و غلظت واکنش دهنده‌ها عددی منفی است ولی سرعت، همواره کمیتی مثبت است، حتی اگر سرعت مصرف واکنش دهنده‌ها مد نظر باشد،

$$\text{زیرا } \bar{R} = -\frac{\Delta n \text{ یا } \Delta[]}{\Delta t} = \text{مصرف واکنش دهنده‌ها} \text{ است.}$$

ت) نتایج تحقیقات دانشمندان نشان می‌دهد که حالت گذار، طول عمر بسیار کوتاهی در حدود فمتو ثانیه (10^{-15} ثانیه) دارد.

۱۲- گزینه ۱ از آنجا که رابطه قانون سرعت به صورت $R = k[A][B]$ است، دو برابر کردن غلظت هر یک از مواد A و B تأثیر یکسانی روی سرعت واکنش می‌گذارد و آن را دو برابر می‌کند. اما با دو برابر کردن مقدار متانول به عنوان حلال، غلظت هر یک از مواد حل‌شونده (A و B) نصف می‌شود و در نتیجه سرعت واکنش $\frac{1}{4}$ برابر می‌شود. پس بیش‌ترین تغییر زمان انجام واکنش، مربوط به مقدار متانول است.

سنجش ۹۴

۱۳- گزینه ۲

مرتبه ماده (چند برابر شدن غلظت ماده) = چند برابر شدن سرعت

قانون سرعت را به صورت $R = k[A]^m[B]^n$ در نظر می‌گیریم. با جایگذاری اطلاعات جدول، m و n را محاسبه می‌کنیم. با مقایسه آزمایش (۱) و (۲) درمی‌یابیم که با ثابت ماندن غلظت A و ۲ برابر شدن غلظت B، سرعت واکنش ۲ برابر شده، پس مرتبه B برابر با ۱ است:

$$2 = 2^n \Rightarrow n = 1$$

با مقایسه آزمایش (۲) و (۳) درمی‌یابیم که با ثابت ماندن غلظت B و $\frac{1}{4}$ برابر شدن غلظت A، سرعت واکنش $\frac{1}{4}$ برابر شده، پس مرتبه A برابر با ۲ است:

$$\frac{1}{4} = \left(\frac{1}{2}\right)^m \Rightarrow m = 2$$

در نتیجه، قانون سرعت واکنش به صورت $R = k[A]^2[B]$ است. اکنون با استفاده از آزمایش (۱) می‌توان مقدار ثابت سرعت را محاسبه نمود:

$$1/2 \times 10^{-4} = k \times (0.02)^2 \times (0.03) \Rightarrow k = 10^{-2} \text{ L}^2 \cdot \text{mol}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$$

و برای تعیین یکای ثابت سرعت داریم:

$$\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} = k \times (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})^2 \times (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}) \Rightarrow k \text{ یکای } \text{L}^2 \cdot \text{mol}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$$

برای محاسبه مقدار X، آزمایش (۱) و (۴) را با هم مقایسه می‌کنیم:

$$\frac{R_4}{R_1} = \frac{3/6 \times 10^{-4}}{1/2 \times 10^{-4}} = 3 = \left(\frac{0.01}{0.03}\right) \times \left(\frac{X}{0.02}\right)^2 \Rightarrow X = 0.06 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

بررسی گزینه‌ها:

گزینه (۱): مرتبه کلی واکنش برابر $m+n$ یعنی ۳ است.

گزینه (۴): از آنجا که مرتبه واکنش نسبت به B برابر ۱ است، با ۳ برابر کردن غلظت B، سرعت واکنش ۳ برابر می‌شود.

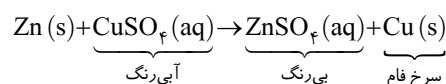
۱۴- گزینه ۱ از آنجا که در این واکنش، یکای k یکای سرعت واکنش یکسان است، بنابراین در این واکنش $R = k$ است. پس واکنش، مرتبه صفر بوده و غلظت واکنش‌دهنده‌ها، تأثیری بر سرعت واکنش ندارد و در دمای ثابت، واکنش با سرعت ثابتی انجام می‌شود:

$$R = k[A]^m[B]^n \Rightarrow k = \frac{R}{[A]^m[B]^n} \Rightarrow k \text{ یکای } = \frac{\frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{s}}}{\left(\frac{\text{mol}}{\text{L}}\right)^{m+n}} \Rightarrow m+n=0$$

۱۵- گزینه ۲ موارد «الف» و «ت» درست نیستند.

بررسی موارد:

الف) رنگ آبی محلول ناشی از وجود یون $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ در محلول است که وقتی تیغه روی درون محلول می‌گذاریم، طی واکنش زیر به تدریج یون Cu^{2+} از محلول خارج شده و محلول بی‌رنگ می‌شود، اگر تیغه مسی را درون محلول $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ قرار دهیم، تغییر رنگی را مشاهده نمی‌کنیم.



ب) درست است.

ب) طبق نظریه برخورد، از میان همه برخوردهایی که میان واکنش‌دهنده‌ها انجام می‌شود، فقط تعداد بسیار اندکی منجر به انجام واکنش می‌شود. این تعداد افزون بر داشتن جهت‌گیری مناسب، باید انرژی کافی نیز داشته باشند.

ت) شیمی‌دان‌ها با استفاده از سینتیک شیمیایی به دنبال افزایش سرعت واکنش‌های مفید و کاهش سرعت واکنش‌های غیرمفید هستند.

۱۶- گزینه ۳ در این واکنش، انرژی فعال‌سازی صرف سست شدن پیوند N-Cl می‌شود. انرژی فعال‌سازی از انرژی پیوند N-Cl کم‌تر است، چرا که فقط موجب سست شدن پیوند می‌شود، نه شکستن آن!

۱۷- گزینه ۲ واکنش (I) گرماگیر و واکنش (II) گرماده است. انرژی فعال‌سازی برگشت دو واکنش را برابر C در نظر می‌گیریم و در رابطه $\Delta H = E_a - E'_a$ قرار می‌دهیم:

$$\begin{cases} \Delta H_1 = a - c \\ \Delta H_2 = b - c \end{cases} \Rightarrow \Delta H_1 - \Delta H_2 = a - b$$

بررسی گزینه‌ها:

(۱) واکنش (II) گرماده است، پس سطح انرژی پیچیده فعال به سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها، نزدیک‌تر است.

(۳) واکنش (I) گرماگیر است، پس انرژی فعال‌سازی رفت بیش‌تر از انرژی فعال‌سازی برگشت است. همچنین می‌دانیم هر چه انرژی فعال‌سازی واکنش بیش‌تر باشد، سرعت آن واکنش کم‌تر است. پس در واکنش (I) سرعت واکنش رفت کم‌تر از سرعت واکنش برگشت است.

(۴) با توجه به این که واکنش (I) گرماگیر و واکنش (II) گرماده است، پس $\Delta H_1 > 0$ و $\Delta H_2 < 0$ می‌باشد، بنابراین: $\Delta H_1 - \Delta H_2 = a - b > 0 \Rightarrow a > b$ مقدار a از b بیش‌تر بوده و واکنش رفت در واکنش (II) سریع‌تر صورت می‌گیرد.

۱۸- گزینه ۳ کاتالیزگر، سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها و در نتیجه ΔH واکنش را تغییر نمی‌دهد، اما سطح انرژی پیچیده فعال را کاهش داده و در نتیجه به واکنش، سرعت می‌بخشد.

۱۹- گزینه ۴ مبدل‌های کاتالیستی در واقع توری‌هایی از جنس سرامیک هستند که سطح آن‌ها با فلزهای پلاتین، پالادیم و رودیم پوشانده شده است. گزینه (۱): با توجه به نمودار صفحه ۲۰ کتاب درسی شیمی پیش‌دانشگاهی، مشاهده می‌شود در سال ۲۰۰۰ مقدار مصرف ۳ برابر مقدار اکتشاف است و چون شیب نمودار مصرف رو به بالا و شیب نمودار اکتشاف رو به پایین است، پس در سال‌های بعد از سال ۲۰۰۰ مقدار مصرف بیش از ۳ برابر مقدار اکتشاف است.

۲۰- گزینه ۱ گزینه (۱): در گازهای خروجی از آگروز خودروها (در قسمت B) در هنگام روشن کردن و گرم شدن خودرو (به ویژه در روزهای سرد زمستان)، با وجود مبدل کاتالیستی، گازهای CO، NO و C_xH_y مشاهده می‌شوند. زیرا مبدل کاتالیستی برای ایفای نقش خود یعنی تبدیل گازهای آلاینده به گازهای بی‌خطر باید داغ و گرم شده باشد. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۲): هنگام کار کردن خودرو، دمای موتور خودرو به بالاتر از $1000^\circ C$ می‌رسد، اما قسمت A در شکل داده شده، بیانگر کاتالیستی است که دمای آن نسبت به دمای موتور پایین‌تر است.

گزینه (۳): شکل صورت سؤال، برش عرضی از یک مبدل کاتالیستی را نمایش می‌دهد.

گزینه (۴): در قسمت A، گازهای CO، NO و هیدروکربن‌های نسوخته (C_xH_y) وارد مبدل می‌شوند.

پاسخ تشریحی آزمون ۴

۱- گزینه ۲ بررسی گزینه‌ها:

گزینه (۱): این که زنگار تولید شده در شکل «پ» ترد و شکننده است و فرو می‌ریزد، درست است؛ اما شکل «ت» نشان‌دهنده واکنش تجزیه سلولز است که بسیار کند رخ می‌دهد (نه اکسایش سلولز!).

گزینه (۳): اشیای آهنی، در هوای مرطوب، به کندی زنگ می‌زنند.

گزینه (۴): واکنش شکل «الف» انفجار را نشان می‌دهد. هنگامی که انفجار رخ می‌دهد یعنی شرایط از نظر سینتیکی و ترمودینامیکی مساعد است.

۲- گزینه ۳ از علامت مثبت موجود در رابطه $\bar{R}_C = + \frac{\Delta n_C}{\Delta t}$ به این موضوع پی می‌بریم که C فراورده است؛ زیرا $\bar{R}_C$ کمیتی مثبت بوده و

بنابراین Δn_C نیز مثبت است.

می‌دانیم $\bar{R}_C$ کمیتی مثبت است، پس با توجه به رابطه داده شده، Δn_A مقداری منفی و Δn_B مقداری مثبت است. بنابراین A جزو واکنش‌دهنده‌ها و B

جزو فراورده‌هاست. برای به‌دست آوردن ضریب ماده‌ها از رابطه $\bar{R}_C = -\frac{1}{5} \frac{\Delta n_A}{\Delta t} = +\frac{1}{4} \frac{\Delta n_B}{\Delta t}$ استفاده می‌کنیم. از آن‌جا که $-\frac{\Delta n_A}{\Delta t}$ و $+\frac{\Delta n_B}{\Delta t}$ به

ترتیب نشان‌دهنده $\bar{R}_A$ و $\bar{R}_B$ هستند، پس:

$$\bar{R}_C = \frac{1}{4} \bar{R}_A = \frac{1}{5} \bar{R}_B$$

با توجه به این رابطه، ضریب A، B و C به ترتیب برابر با ۲، ۴ و ۱ هستند. بنابراین معادله واکنش به صورت $2A \rightarrow 4B + C$ است.



۳- گزینه ۱) معادله واکنش انجام شده به صورت روبه‌رو است:

مقدار مول آب تولید شده را داریم، با استفاده از آن می‌توانیم سرعت متوسط تولید H_2O را به دست آوریم:

$$\bar{R}_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{\Delta n_{\text{H}_2\text{O}}}{\Delta t} = \frac{\text{تعداد مول H}_2\text{O} \text{ تولید شده}}{\text{زمان}} = \frac{0.2 \text{ mol}}{10 \text{ min}} = 0.02 \text{ mol.min}^{-1}$$

$$\frac{\bar{R}_{\text{H}_2\text{O}}}{\text{ضریب H}_2\text{O}} = \frac{\bar{R}_{\text{NaHCO}_3}}{\text{ضریب NaHCO}_3} \Rightarrow \frac{0.02}{1} = \frac{\bar{R}_{\text{NaHCO}_3}}{2} \Rightarrow \bar{R}_{\text{NaHCO}_3} = 0.02 \times 2 = 0.04 \text{ mol.min}^{-1}$$

جرم باقی‌مانده NaHCO_3 را به مول تبدیل می‌کنیم، سپس مدت زمان لازم برای مصرف این تعداد مول را با استفاده از سرعت متوسطی که آن را محاسبه کردیم، تعیین می‌کنیم:

$$? \text{ mol NaHCO}_3 = 4/2 \text{ g NaHCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol NaHCO}_3}{84 \text{ g NaHCO}_3} = 0.05 \text{ mol NaHCO}_3$$

$$\bar{R}_{\text{NaHCO}_3} = -\frac{\Delta n_{\text{NaHCO}_3}}{\Delta t} = \frac{\text{تعداد مول NaHCO}_3 \text{ مصرف شده}}{\text{زمان}} \Rightarrow 0.04 = \frac{0.05 \text{ mol}}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{0.05}{0.04} = 1.25 \text{ min}$$

$$? \text{ s} = 1.25 \text{ min} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 75 \text{ s}$$

ریاضی ۹۴

۴- گزینه ۲) با توجه به داده‌های جدول، با گذشت زمان و پیشرفت واکنش، غلظت ماده A کاهش و غلظت ماده‌های B و C افزایش یافته است، بنابراین A واکنش‌دهنده است و B و C فراورده هستند. برای به دست آوردن ضریب استوکیومتری مواد باید به تغییر غلظت آن‌ها در یک فاصله زمانی معین دقت نمود. برای مثال، ثانیه‌ای صفر تا ۵ واکنش را در نظر می‌گیریم. در این بازه زمانی، تغییر غلظت A و B برابر $1 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ و تغییر غلظت C $1 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ است، پس نتیجه می‌گیریم ضریب A و B دو برابر ضریب C است، پس معادله واکنش به صورت $2A \rightarrow 2B + C$ خواهد بود.

گزینه (۳): می‌دانیم سرعت متوسط هر یک از مواد تقسیم بر ضریب استوکیومتری‌اش، مقداری ثابت است؛ پس سرعت متوسط تولید C، برابر نصف سرعت متوسط تولید B است:

$$\frac{\bar{R}_C}{1} = \frac{\bar{R}_B}{2}$$

سنجش ۹۴

۵- گزینه ۱) ابتدا مقدار مول N_2 تولید شده در این مدت را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ mol N}_2 = 1/2 \times 10^{-2} \frac{\text{mol}}{\text{L.min}} \times 4 \text{ L} \times 10 \text{ s} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 8 \times 10^{-3} \text{ mol N}_2$$

$$? \text{ mol KNO}_3 = 8 \times 10^{-3} \text{ mol N}_2 \times \frac{4 \text{ mol KNO}_3}{2 \text{ mol N}_2} = 1/6 \times 10^{-2} \text{ mol KNO}_3$$

جرم اولیه KNO_3 یعنی مقدار KNO_3 ناخالص اولیه:

$$? \text{ g KNO}_3 \text{ ناخالص} = 1/6 \times 10^{-2} \text{ mol KNO}_3 \text{ خالص} \times \frac{101 \text{ g KNO}_3 \text{ خالص}}{1 \text{ mol KNO}_3 \text{ خالص}} \times \frac{100 \text{ g KNO}_3 \text{ ناخالص}}{40 \text{ g KNO}_3 \text{ خالص}} = 4/04 \text{ g KNO}_3 \text{ ناخالص}$$

۶- گزینه ۳) با توجه به این که ضریب A و C به ترتیب برابر با ۴ و ۱ است و تغییر مول مواد بر حسب ضریب استوکیومتری‌شان است، پس در بازه زمانی (۴۰-۰) به ازای تولید ۲ مول C، ۸ مول A مصرف شده است؛ بنابراین:

$$A \text{ مصرفی} = 13 - b = 8 \Rightarrow b = 5$$

می‌دانیم واکنش ابتدا با حداکثر سرعت خود آغاز می‌شود، سپس رفته رفته سرعت واکنش، کاهش می‌یابد؛ پس:

$$\begin{cases} -\frac{(a-13)}{\Delta t} > -\frac{(b-a)}{\Delta t} \Rightarrow a-13 < 5-a \Rightarrow 2a < 18 \Rightarrow a < 9 \\ b=5 \end{cases}$$

از طرفی چون $a > b$ است، می‌دانیم: $a > 5$. پس $5 < a < 9$ که تنها گزینه (۳) در این رابطه صدق می‌کند.

۷- گزینه ۴

ضریب استوکیومتری ماده D برابر ۱ است، بنابراین سرعت متوسط تولید ماده D برابر با سرعت متوسط واکنش کلی می‌باشد:

$$\bar{R}_D = R_{\text{واکنش}}$$

از آنجایی که معادله واکنش به صورت $2A(g) + 3B(g) \rightarrow 2C(g) + D(g)$ است، هنگامی که واکنش انجام می‌شود، شمار مول‌های گاز از ۵ مول در واکنش‌دهنده‌ها به ۳ مول در فراورده‌ها می‌رسد ($5-3=2$). بنابراین به ازای ۲ مول کاهش تعداد مول گازی، یک مول D تولید می‌شود و با توجه به این که طی ۸۰ ثانیه تعداد مول‌های گازی از ۳/۶ به ۳/۲ کاهش یافته و حجم ظرف واکنش ۱۰L است، می‌توان سرعت متوسط ماده D را محاسبه نمود:

$$\frac{1 \text{ mol D}}{2 \text{ mol گاز}} \times \frac{0.4 \text{ mol گاز}}{0.4 \text{ mol D}} = 0.2 \text{ mol D}$$

$$R_{\text{واکنش}} = \bar{R}_D = \frac{\Delta[D]}{\Delta t} = \frac{\Delta n_D}{\Delta t \times V} = \frac{0.2}{60 \times 10} = 0.00033 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

۸- گزینه ۴

تمام موارد ذکر شده، نادرست هستند.

بررسی موارد:

(الف) خود به خودی بودن یک واکنش از دید ترمودینامیک به این معنا نیست که واکنش یاد شده بایستی با سرعت انجام شود. واکنش‌های بسیاری وجود دارند که ترمودینامیک، امکان وقوع آن‌ها را پیش‌بینی می‌کند اما از دید سینتیک شیمیایی، راه مناسبی برای وقوع آن‌ها وجود ندارد.
(ب) چنانچه در قانون سرعت واکنشی، مرتبه واکنش‌دهنده‌ها صفر باشد، چنین واکنشی را مرتبه صفر می‌گویند. این گونه واکنش‌ها با سرعت ثابتی پیشرفت می‌کنند و اگرچه مانند بقیه واکنش‌ها با گذشت زمان غلظت واکنش‌دهنده‌ها کاهش می‌یابد، اما از آنجا که سرعت مستقل از غلظت واکنش‌دهنده‌هاست، بنابراین با گذشت زمان، سرعت واکنش کاهش نمی‌یابد.

(پ) در واکنش‌های بنیادی ضریب استوکیومتری هر واکنش‌دهنده، مرتبه‌ی آن را در قانون سرعت نشان می‌دهد. هنگامی که حجم ظرف واکنش مورد نظر را دو برابر

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{k[A]_1^2[B]_1^3}{k[A]_2^2[B]_2^3} = \frac{k[A]_1^2[B]_1^3}{k\left(\frac{[A]_1}{2}\right)^2\left(\frac{[B]_1}{2}\right)^3} = \frac{1}{\frac{1}{32}} = 32 \quad \text{است: } [B]_2 = \frac{[B]_1}{2} \text{ و } [A]_2 = \frac{[A]_1}{2}$$

با توجه به محاسبات بالا، سرعت واکنش $\frac{1}{32}$ برابر می‌شود.

(ت) در هر دو نظریه حالت گذار و برخورد، واکنش‌های شیمیایی در سطح مولکولی بررسی می‌شوند.

۹- گزینه ۲

(الف) این اختلاف به علت تفاوت فعالیت شیمیایی (واکنش‌پذیری) واکنش‌دهنده‌ها یعنی مس و طلاست. واکنش‌پذیری مس از طلا

بیش‌تر است.

(ب) این اختلاف به علت تأثیر سطح تماس واکنش‌دهنده‌ها بر روی سرعت واکنش است، هنگام پاشیده شدن گرد آهن بر روی شعله، سطح تماس بیش‌تر از زمانی است که گرد آهن در کپسول چینی قرار داشته باشد.

(پ) این اختلاف نیز به علت تفاوت فعالیت شیمیایی (واکنش‌پذیری) واکنش‌دهنده‌ها یعنی سدیم و پتاسیم است، واکنش‌پذیری پتاسیم از سدیم بیش‌تر است.

(ت) در تجزیه هیدروژن پراکسید، یون دیدید به عنوان کاتالیزگر عمل می‌کند، پس علت اختلاف سرعت در این مورد، وجود یا عدم وجود کاتالیزگر است.

۱۰- گزینه ۱

ابتدا باید معادله قانون سرعت واکنش را مشخص کنیم. برای این کار سرعت دو آزمایشی را با هم مقایسه می‌کنیم که در آن‌ها، غلظت فقط یک ماده تغییر کرده باشد. در دو آزمایش (۱) و (۳)، غلظت A ثابت بوده و با دو برابر شدن غلظت B، سرعت واکنش هم دو برابر شده است. بنابراین توان غلظت B در معادله قانون سرعت واکنش برابر یک است. در آزمایش‌های (۲) و (۳)، غلظت B ثابت بوده و با نصف شدن غلظت A، سرعت واکنش هم نصف شده است. از این رو، توان غلظت A هم در معادله قانون سرعت واکنش برابر یک است. پس می‌توانیم معادله قانون سرعت را به صورت $R = k[A][B]$ بنویسیم. برای این که مقدار عددی k را مشخص کنیم، از داده‌های یکی از آزمایش‌ها استفاده می‌کنیم:

$$R = k[A][B] \Rightarrow 7 \times 10^{-4} = k \times (0.3) \times (0.15) \Rightarrow k = 0.00156$$

جهت تعیین یکای k می‌توانیم از دو روش استفاده کنیم:

روش اول: در معادله‌ی قانون سرعت، به جای یکای سرعت واکنش (R)، $\text{mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ و به جای یکای غلظت ماده‌ها، mol.L^{-1} را قرار می‌دهیم:

$$R = k[A][B] \Rightarrow (\text{mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}) = (k \text{ یکای } k) \times (\text{mol.L}^{-1}) \times (\text{mol.L}^{-1}) \Rightarrow k \text{ یکای } k = \text{mol}^{-1} \cdot \text{L} \cdot \text{s}^{-1} = \frac{\text{L}}{\text{mol} \cdot \text{s}}$$

روش دوم: از فرمول زیر برای محاسبه یکای k استفاده می‌کنیم:

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

۱۱- گزینه ۳ در واکنش بنیادی، مرتبه هر واکنش دهنده برابر با ضریب استوکیومتری اش است، پس قانون سرعت به صورت $R = k[A]^2$ خواهد بود. حجم ظرف واکنش برابر با ۱ لیتر است، بنابراین غلظت مولی هر ماده برابر با تعداد مول آن ماده است:

$$\frac{R_{t=120}}{R_{\text{آغازی}}} = \frac{64}{100} = \frac{k[A_2]^2}{k[A_1]^2} = \frac{[A_2]^2}{[A_1]^2} \Rightarrow [A_2]^2 = 9 \times \frac{64}{100} \Rightarrow [A_2] = 3 \times \frac{8}{10} = 2.4 \text{ mol}$$

مقدار مول باقی مانده از ماده A در $t=120\text{ s}$:

	$2A(g) \rightarrow B(g) + 3C(g)$		
مول اولیه	۳	۰	۰
مول تولید یا مصرف شده	-۲x	+x	+۳x
مول مواد در $t=120$	$3-2x$	x	۳x

$$3-2x = 2.4 \Rightarrow x = 0.3 \text{ mol}$$

$$t=120 \text{ مول } A + \text{مول } B + \text{مول } C = (3-2x) + (x) + (3x) = 3+2x = 3.6 \text{ mol}$$

۱۲- گزینه ۱ فقط مورد «الف» درست است.

بررسی موارد:

الف) تا زمانی که انرژی فعال سازی واکنش بین گازهای H_2 و O_2 از طریق ایجاد جرقه یا بالا بردن دما تأمین نشود، هیچ واکنشی بین این دو گاز اتفاق نمی افتد.

ب) پیچیده فعال، گونه بسیار ناپایداری است به طوری که نمی توان آن را حین واکنش ها، جداسازی و شناسایی کرد.
پ) ترمودینامیک با تعیین ΔG واکنش، امکان وقوع آن را بررسی می کند، در حالی که سینتیک شیمیایی به بررسی چگونگی و سرعت انجام واکنش می پردازد.
ت) مبدل های کاتالیستی در واقع توری هایی از جنس سرامیک هستند که سطح آن ها با فلزهای پلاتین، پالادیم و رودیم (نه نیکل) پوشانده شده است.

۱۳- گزینه ۳ واکنش، بنیادی است، پس ضریب هر واکنش دهنده برابر با مرتبه آن در قانون سرعت است. قانون سرعت این واکنش را به صورت

$$R = k[A]^a[B]^b \text{ در نظر می گیریم. برای به دست آوردن } a \text{ و } b \text{ از یکای ثابت سرعت واکنش استفاده می کنیم:}$$

$$\text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1} = L^2.\text{mol}^{-2}.\text{s} \times (\text{mol.L}^{-1})^{a+b} \Rightarrow a+b=3, \quad a>b \Rightarrow a=2, b=1$$

در این مدت با پیشرفت واکنش، غلظت A از 0.16 mol به 0.08 mol رسیده، پس 0.08 mol ماده A مصرف شده است. با توجه به این که ضریب استوکیومتری A دو برابر ضریب استوکیومتری B است، تغییر غلظت B برابر با 0.04 mol خواهد بود:

$$B \text{ غلظت ثانویه } = 0.12 - 0.04 = 0.08 \text{ mol.L}^{-1}$$

اکنون با در دست داشتن مقدار ثابت سرعت واکنش و غلظت ثانویه A و B می توان سرعت ثانویه واکنش را محاسبه نمود:

$$R = k[A]^2[B] \Rightarrow R = 2 \times (0.08)^2 \times (0.08) = 1.024 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

$$1.024 \times 10^{-2} \frac{\text{mol}}{\text{L.s}} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 0.61 \text{ mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$$

۱۴- گزینه ۳ بررسی گزینه ها:

گزینه (۱): براساس رابطه $\Delta H = E_{a(\text{برگشت})} - E_{a(\text{رفت})}$ ، این عبارت صحیح است.

گزینه (۲): واکنش به صورت $\text{NO}_2\text{Cl(g)} + \text{Cl(g)} \rightarrow \text{Cl}_2\text{(g)} + \text{NO}_2\text{(g)}$ است که در آن برخورد اتم Cl(g) به اتم Cl(g) موجود در مولکول $\text{NO}_2\text{Cl(g)}$ موجب تشکیل فراورده ها می شود.

گزینه (۳): با توجه به نمودار واکنش های گرماده و گرماگیر درمی یابیم که در یک واکنش گرماده، سرعت رفت، بیش تر از سرعت برگشت است، پس در

واکنش گرماده، $\frac{R_{\text{رفت}}}{R_{\text{برگشت}}} > 1$ است. همچنین در یک واکنش گرماگیر، سرعت رفت، کم تر از سرعت برگشت است، پس در واکنش های گرماگیر، $\frac{R_{\text{رفت}}}{R_{\text{برگشت}}} < 1$

خواهد بود. در نتیجه، این نسبت در واکنش های گرماده، بیش تر از واکنش های گرماگیر است.

گزینه (۴): در این حالت گذار پیوند N-O در حال تشکیل است، پس واکنش مربوط به آن به صورت $\text{NO(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{NO}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)}$ است.

در این واکنش، ضریب هر دو ماده واکنش دهنده یکسان و برابر با ۱ است، پس شیب نمودار «مول - زمان» هر دو واکنش دهنده با هم برابر است.

۱۵- گزینه ۴ بررسی گزینه‌ها:

گزینه (۱): تبدیل A به B نشان‌دهنده واکنش در جهت رفت و تبدیل B به A نشان‌دهنده واکنش برگشت است. از آن‌جا که انرژی فعال‌سازی در جهت رفت کمتر از انرژی فعال‌سازی در جهت برگشت است، پس تبدیل A به B آسان‌تر از تبدیل B به A است.

گزینه (۲): انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت برابر ۹۲ کیلوژول است و در واکنش برگشت، پیچیده فعال با صرف ۹۲ کیلوژول گرما تشکیل می‌شود (نه واکنش رفت!).

گزینه (۳): انرژی فعال‌سازی واکنش رفت کمتر از انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت است، پس سرعت واکنش در جهت برگشت کمتر از سرعت واکنش رفت است.

گزینه (۴):

$$\Delta H = E_{a(\text{رفت})} - E_{a(\text{برگشت})} = ۶۰ - ۹۲ = -۳۲ \text{ kJ}$$

سنجش ۹۳

 ΔH عددی منفی است و واکنش گرماده می‌باشد.**۱۶- گزینه ۲** به روابط زیر توجه کنید:

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = (\text{مجموع آنتالپی تشکیل واکنش‌دهنده‌ها}) - (\text{مجموع آنتالپی تشکیل فراورده‌ها})$$

$$\Delta H > 0 \Rightarrow \text{مجموع آنتالپی تشکیل واکنش‌دهنده‌ها} > \text{مجموع آنتالپی تشکیل فراورده‌ها}$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

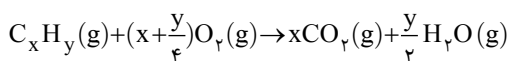
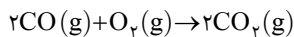
گزینه (۱): با توجه به نمودار کیفی «انرژی - پیشرفت واکنش» روبه‌رو که برای یک واکنش گرماگیر قابل مشاهده است، انرژی فعال‌سازی واکنش رفت (E_a) بیش‌تر از انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت (E'_a) است. بنابراین تشکیل پیچیده فعال از فراورده‌ها، آسان‌تر از تشکیل آن از واکنش‌دهنده‌هاست.

گزینه (۳): به روابط زیر توجه کنید:

$$\bar{R}_{\text{واکنش}} = \bar{R}_{N_2} = \frac{\bar{R}_{NH_3}}{2} = \frac{\bar{R}_{H_2}}{3} \Rightarrow \frac{\bar{R}_{NH_3}}{2} = \frac{\bar{R}_{H_2}}{3} = \frac{0.2}{3} \Rightarrow \bar{R}_{NH_3} = \frac{0.4}{3} \text{ mol.s}^{-1} \Rightarrow \bar{R}_{NH_3} = \frac{0.4}{3} \frac{\text{mol}}{\text{s}} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 8 \text{ mol.min}^{-1}$$

۱۷- گزینه ۴ به طور کلی کاتالیزگر ماده‌ای است که در واکنش شرکت می‌کند و واکنش را سرعت می‌بخشد، اما در پایان واکنش، مصرف نشده

باقی می‌ماند. کاتالیزگر با کاهش انرژی فعال‌سازی رفت و برگشت به یک اندازه، سرعت رفت و برگشت را افزایش می‌دهد، سطح انرژی پیچیده فعال را پایین می‌آورد، اما بر سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها و در نتیجه روی ΔH واکنش بی‌تأثیر است. کاتالیزگر فقط سرعت واکنش را افزایش و زمان انجام واکنش را کاهش می‌دهد و بر مقدار نهایی فراورده‌ها بی‌تأثیر است.

۱۸- گزینه ۳ واکنش‌هایی که در مبدل کاتالیستی انجام می‌شود، به صورت زیر هستند:

طبق جدول، بیش‌ترین کاهش را CO و کم‌ترین کاهش را NO دارد.

۱۹- گزینه ۴ بررسی گزینه‌ها:گزینه (۱): برای بررسی خود به خودی یا غیر خودی بودن واکنش، باید ΔG واکنش را محاسبه کرد:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S, \quad T = 327 + 273 = 600 \text{ K}, \quad \Delta H = +181 \text{ kJ}$$

$$\Delta G = (181000 \text{ J}) - [(600 \text{ K}) \times 25 \text{ J.K}^{-1}] = 166000 \text{ J} > 0 \Rightarrow \text{غیر خودی به خودی}$$

در این دما چون ΔG عددی مثبت شد، پس واکنش غیر خودی است.

گزینه (۲): یکی از آلاینده‌هایی که از اگزوز خودروها خارج می‌شود، گاز NO است. واکنش رفت درون سیلندر خودرو، در دماهای بالا انجام می‌شود و نیتروژن مونوکسید تولید می‌کند.

گزینه (۳): از آن‌جا که انرژی فعال‌سازی واکنش رفت، بیش‌تر از واکنش برگشت است، سرعت واکنش رفت کمتر از واکنش برگشت است، چرا که هر چه انرژی فعال‌سازی واکنش بیش‌تر باشد، سرعت کم‌تری خواهد داشت.

گزینه (۴): واکنش رفت در این شرایط به صورت غیر خودی است و از نظر ترمودینامیکی نامساعد است، اما در واکنش برگشت $\Delta H < 0$ (عامل مساعد) و $\Delta S > 0$ (عامل مساعد) است و انتظار می‌رود که در دمای پایین (25°C) به صورت خودی انجام شود، اما این اتفاق به علت مشکل سینتیکی رخ نمی‌دهد. چرا که انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت به قدری زیاد است که تأمین آن به دماهای بسیار بالا نیاز دارد. در نتیجه در دمای 25°C و فشار ۱ atm هیچ‌یک از واکنش‌های رفت و برگشت تقریباً انجام نمی‌شوند.

۲۰- گزینه ۴ همه موارد، نادرست هستند.

بررسی موارد:

الف) در سطح سرامیک‌ها در مبدل کاتالیستی، **توده‌های فلزی** با قطر ۲ تا ۱۰ نانومتر وجود دارند.

ب) در واکنش‌های **مرتبه صفر**، تغییر غلظت واکنش‌دهنده‌ها بر سرعت واکنش تأثیر ندارد.

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

ت) طبق نظریه حالت گذار در ساختار پیچیده فعال فقط پیوندهایی سست هستند که قرار است **شکسته** و یا **تشکیل** شوند، اما ممکن است یک سری پیوندهای سالم و دست نخورده در ساختار پیچیده فعال وجود داشته باشد.

پاسخ تشریحی آزمون ۵

۱- گزینه ۲ مورد های «ب»، «پ» و «ت» نادرست هستند.

ب) سرعت یک واکنش گرماگیر با افزایش دما، **افزایش** پیدا می‌کند.

پ) طبق شکل «ب» در صفحه (۲) کتاب درسی، این واکنش، **سریع** انجام می‌شود.

ت) چون با گذشت زمان و پیشرفت واکنش غلظت مواد تغییر می‌کند، لذا سرعت **بیش‌تر** واکنش‌های شیمیایی نیز تغییر می‌کند.

۲- گزینه ۴ معادله واکنش تجزیه PCl_5 به صورت مقابل است:



$$\bar{R}_{\text{Cl}_2} = \frac{\Delta L_{\text{Cl}_2}}{\Delta t} \Rightarrow 0.11 \frac{\text{L}}{\text{s}} = \frac{\Delta L_{\text{Cl}_2}}{3 \times 60 \text{ s}} \Rightarrow \Delta L_{\text{Cl}_2} = 19.8 \text{ L Cl}_2$$

$$\text{? g PCl}_5 (\text{مصرفی}) = 19.8 \text{ L Cl}_2 \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{24.2 \text{ L Cl}_2} \times \frac{1 \text{ mol PCl}_5}{1 \text{ mol Cl}_2} \times \frac{208.5 \text{ g PCl}_5}{1 \text{ mol PCl}_5} = 170.6 \text{ g PCl}_5 (\text{مصرفی})$$

$$\text{کل PCl}_5 = 229.4 + 170.6 = 400 \text{ g PCl}_5$$

$$\text{PCl}_5 (\text{تجزیه شده}) \% = \frac{170.6 \text{ g}}{400 \text{ g}} \times 100 = 42.65 \%$$

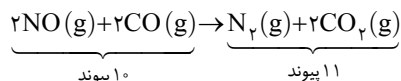
۳- گزینه ۳ با گذشت زمان سرعت متوسط واکنش‌های شیمیایی، **کاهش** می‌یابد. بنابراین:

$$m_p < m_1, \quad n_p < n_1$$

همچنین با گذشت زمان، قدر مطلق تغییرات غلظت واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها کاهش می‌یابد. بدین ترتیب $\Delta[B]$ با علامت **مثبت** همراه است (B فراورده است) و $y_1 > y_p$ است. اما $\Delta[A]$ با علامت **منفی** همراه بوده (A واکنش‌دهنده است) و $x_p > x_1$ می‌باشد.

$$|x_p| < |x_1| \xrightarrow{x_1, x_p < 0} x_p > x_1$$

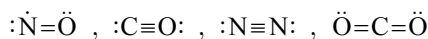
۴- گزینه ۴ با توجه به این که علامت $\Delta[\text{CO}]$ و $\Delta[\text{NO}]$ **منفی** است، این دو ماده واکنش‌دهنده‌اند و واکنش، با توجه به ضریب کسره‌های به کار رفته در صورت سؤال به این شکل است:



$$\bar{R}_{\text{واکنش}} = \frac{1}{2} \times \frac{\Delta n_{\text{CO}_2}}{\Delta t} = \frac{1}{2} \times \frac{8 \text{ mol}}{20 \text{ s}} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 12 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): با گذر زمان، تعداد پیوندهای بین اتم‌ها در مولکول‌ها، **افزایش** می‌یابد. ساختار لوویس گونه‌ها به صورت زیر است:

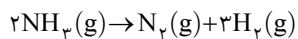


گزینه (۲): N_p کم‌ترین ضریب را در معادله واکنش دارد، پس سرعت تولید آن و شیب نمودار «غلظت - زمان» آن، کم‌تر از سایر گونه‌ها است.

گزینه (۳): به دلیل **کاهش** تعداد مول‌های مواد گازی، فشار ظرف واکنش به تدریج، **کاهش** می‌یابد.

۵- گزینه ۲ پس از $\frac{5}{6}$ دقیقه یا ۵۰ ثانیه، مقدار واکنش دهنده باقی مانده در ظرف برابر با ۱۷ گرم است، چون جرم مولی NH_3 برابر ۱۷ گرم است:

$$\text{NH}_3 \text{ g} = 127/5 - 17 = 144/5 = (\text{جرم باقی مانده}) - (\text{جرم اولیه}) = \text{جرم NH}_3 \text{ مصرفی}$$



حال با استفاده از جرم مصرفی NH_3 ، می توانیم تعداد مول های تولیدی گازهای N_2 و H_2 را محاسبه کنیم:

$$? \text{ mol N}_2 = 127/5 \text{ g NH}_3 \times \frac{1 \text{ mol NH}_3}{17 \text{ g NH}_3} \times \frac{1 \text{ mol N}_2}{2 \text{ mol NH}_3} = 3/75 \text{ mol N}_2$$

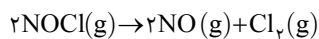
$$? \text{ mol H}_2 = 3/75 \text{ mol N}_2 \times \frac{3 \text{ mol H}_2}{1 \text{ mol N}_2} = 11/25 \text{ mol H}_2$$

$$\bar{R}_{\text{N}_2} = \frac{3/75 \text{ mol}}{50 \text{ s}} = 0/075 \text{ mol.s}^{-1}, \quad \bar{R}_{\text{H}_2} = 3\bar{R}_{\text{N}_2} = 0/225 \text{ mol.s}^{-1}$$

اگر بخواهیم سرعت را بر حسب $\text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$ حساب کنیم، خواهیم داشت:

$$\bar{R}_{\text{N}_2} = \frac{3/75 \text{ mol}}{50 \text{ s}} = 0/075 \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}, \quad \bar{R}_{\text{H}_2} = 3 \times 0/075 = 0/225 \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

۶- گزینه ۳ معادله موازنه شده واکنش تجزیه نیتروژیل کلرید به صورت روبه رو است:



سرعت متوسط تولید گاز NO در ۱۰ ثانیه اول به صورت زیر محاسبه می شود:

$$\bar{R}_{\text{Cl}_2(0-10)} = \frac{\Delta[\text{Cl}_2]}{\Delta t} = \frac{0/05 \text{ mol.L}^{-1}}{1 \text{ min}} = 0/3 \text{ mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$$

$$(10 \text{ s} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}})$$

$$\frac{\bar{R}_{\text{Cl}_2}}{1} = \frac{\bar{R}_{\text{NO}}}{2} \Rightarrow \frac{0/3}{1} = \frac{\bar{R}_{\text{NO}}}{2} \Rightarrow \bar{R}_{\text{NO}} = 0/6 \text{ mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$$

سرعت واکنش های شیمیایی با گذشت زمان، کاهش می یابد. بنابراین سرعت متوسط تولید گاز NO در ۱۵ ثانیه اول کم تر از ۱۰ ثانیه اول و سرعت متوسط تولید NO در ۱۵ ثانیه اول بیش تر از ۲۰ ثانیه اول است. همچنین سرعت متوسط تولید گاز NO در ۲۰ ثانیه اول به صورت زیر محاسبه می شود:

$$\bar{R}_{\text{Cl}_2(0-20)} = \frac{\Delta[\text{Cl}_2]}{\Delta t} = \frac{(0/05 + 0/03) \text{ mol.L}^{-1}}{2 \text{ min}} = 0/24 \text{ mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$$

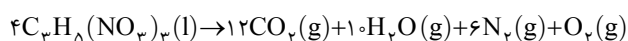
$$(20 \text{ s} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}})$$

$$\frac{\bar{R}_{\text{Cl}_2}}{1} = \frac{\bar{R}_{\text{NO}}}{2} \Rightarrow \frac{0/24}{1} = \frac{\bar{R}_{\text{NO}}}{2} \Rightarrow \bar{R}_{\text{NO}} = 0/48 \text{ mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$$

پس سرعت متوسط تولید گاز NO در ۱۵ ثانیه اول، کم تر از ۰/۶ و بیش تر از ۰/۴۸ مول بر لیتر بر دقیقه است:

$$(0/48 < \bar{R}_{\text{NO}(0-15)} < 0/6)$$

۷- گزینه ۲ موارد «الف»، «ب» و «پ» درست هستند.



واکنش تجزیه نیتروگلیسرین به صورت روبه رو است:

هر چه ضریب استوکیومتری یک ماده در یک واکنش بزرگ تر باشد، سرعت مصرف یا تولید شدن آن نیز بیش تر است. بنابراین با توجه به ضریب استوکیومتری ماده ها در واکنش بالا، روابط زیر بین سرعت مصرف یا تولید آن ها برقرار است:

$$\bar{R}_{\text{C}_2\text{H}_5(\text{NO}_2)_3} > \bar{R}_{\text{O}_2}, \quad \bar{R}_{\text{O}_2} < \bar{R}_{\text{H}_2\text{O}}, \quad \bar{R}_{\text{N}_2} < \bar{R}_{\text{H}_2\text{O}}$$

با تقسیم سرعت متوسط تشکیل یا مصرف یک ماده شرکت کننده در واکنش بر ضریب استوکیومتری آن در معادله موازنه شده، سرعت واکنش به دست می آید که نشان دهنده مقدار پیشرفت واکنش در واحد زمان است. با توجه به مطالب گفته شده، اگر ضریب استوکیومتری یک ماده در واکنش برابر یک باشد، سرعت واکنش با سرعت متوسط مصرف یا تولید آن ماده برابر است.

۸- گزینه ۱) معادله واکنش موازنه شده تجزیه NO_2 به صورت روبه‌رو است:



با توجه به این که مجموع ضرایب واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها ۵ است، بنابراین برای محاسبه سهم هر یک از گازها، ۲۱ لیتر را بر عدد ۵ تقسیم کرده و عدد به‌دست آمده را در ضریب استوکیومتری آن ماده ضرب می‌کنیم:

$$V_{\text{NO}_2} = V_{\text{NO}} = \frac{21}{5} \times 2 = 8.4 \text{ L}, \quad V_{\text{O}_2} = \frac{21}{5} \times 1 = 4.2 \text{ L}$$

جرم NO_2 مصرفی را می‌توان با استفاده از حجم NO یا O_2 تولیدی محاسبه کرد:

$$? \text{ g NO}_2 (\text{مصرفی}) = 4.2 \text{ L O}_2 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{22.4 \text{ L O}_2} \times \frac{2 \text{ mol NO}_2}{1 \text{ mol O}_2} \times \frac{46 \text{ g NO}_2}{1 \text{ mol NO}_2} = 17.25 \text{ g NO}_2 (\text{مصرفی})$$

جرم NO_2 باقی‌مانده برابر است با:

$$? \text{ g NO}_2 = 8.4 \text{ L NO}_2 \times \frac{1 \text{ mol NO}_2}{22.4 \text{ L NO}_2} \times \frac{46 \text{ g NO}_2}{1 \text{ mol NO}_2} = 17.25 \text{ g NO}_2$$

اکنون می‌توان جرم NO_2 اولیه را محاسبه نمود:

$$\text{جرم NO}_2 \text{ اولیه} = (\text{جرم NO}_2 \text{ مصرفی}) + (\text{جرم NO}_2 \text{ باقی‌مانده}) = 17.25 \text{ g} + 17.25 \text{ g} = 34.5 \text{ g NO}_2$$

با توجه به این که زمان لازم برای تجزیه نصف NO_2 ، ۳ دقیقه است، پس برای مصرف نصف دیگر NO_2 (باقی‌مانده) با سرعتی معادل نصف سرعت اولیه، ۶ دقیقه (۳۶۰s) زمان لازم است.

۹- گزینه ۴) پس از ۴ دقیقه، ۴۰٪ از KNO_3 تجزیه می‌شود. بنابراین جرم KNO_3 تجزیه شده برابر است با:

$$? \text{ g KNO}_3 (\text{تجزیه شده}) = 60.6 \text{ g} \times \frac{40}{100} = 24.24 \text{ g KNO}_3$$

روش اول (ضریب تبدیل):

$$? \text{ mol O}_2 ((\text{I})) (\text{واکنش}) = 24.24 \text{ g KNO}_3 \times \frac{80 \text{ g KNO}_3 (\text{I})}{100 \text{ g KNO}_3} \times \frac{1 \text{ mol KNO}_3}{101 \text{ g KNO}_3} \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol KNO}_3} = 0.96 \text{ mol O}_2 ((\text{I}))$$

$$? \text{ mol O}_2 ((\text{II})) (\text{واکنش}) = 24.24 \text{ g KNO}_3 \times \frac{20 \text{ g KNO}_3 (\text{II})}{100 \text{ g KNO}_3} \times \frac{1 \text{ mol KNO}_3}{101 \text{ g KNO}_3} \times \frac{5 \text{ mol O}_2}{4 \text{ mol KNO}_3} = 0.6 \text{ mol O}_2 ((\text{II}))$$

روش دوم (تناسب):

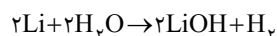
$$\text{واکنش (I): } \frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{24.24 \times \frac{80}{100}}{2 \times 101} = \frac{x \text{ mol O}_2}{1} \Rightarrow x = 0.96 \text{ mol O}_2$$

$$\text{واکنش (II): } \frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{24.24 \times \frac{20}{100}}{4 \times 101} = \frac{y \text{ mol O}_2}{5} \Rightarrow y = 0.6 \text{ mol O}_2$$

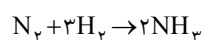
O_2 تولید شده $= 0.96 + 0.6 = 1.56 \text{ mol O}_2$

$$\bar{R}_{\text{O}_2} = \frac{\Delta[\text{O}_2]}{\Delta t} = \frac{(\frac{1.56}{5}) \frac{\text{mol}}{\text{L}}}{4 \text{ min}} = 0.078 \text{ mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$$

۱۰- گزینه ۳) معادله واکنش‌های انجام شده به صورت زیر است:



واکنش (۱):



واکنش (۲):

$$\bar{R}_{(\text{واکنش ۱})} = 6\bar{R}_{(\text{واکنش ۲})}$$

با توجه به صورت سؤال می‌توان نوشت:

با توجه به صورت سؤال، اگر سرعت متوسط واکنش تولید آمونیاک (واکنش ۲) را x در نظر بگیریم، سرعت متوسط واکنش لیتیم با آب برابر $6x$ می‌شود:

$$\bar{R}_{\text{H}_2} = 6x \quad (\text{واکنش ۱}), \quad \bar{R}_{\text{H}_2} = 3 \times x = 3x \quad (\text{واکنش ۲})$$

از آنجایی که H_2 تولید شده در واکنش (۱)، در واکنش (۲) مصرف می‌شود، در ظرف واکنش بر مقدار H_2 با سرعت $3x - 3x = 6x$ افزوده می‌شود:

$$\bar{R}_{H_2} = \frac{(1/8 \text{ g } H_2 \times \frac{1 \text{ mol } H_2}{2 \text{ g } H_2})}{4 \text{ min}} = 3x \Rightarrow x = 0.075 = R \text{ (واکنش ۲)}$$

$$R_{(2)} = \frac{R_{NH_3}}{2} \Rightarrow 0.075 = \frac{\bar{R}_{NH_3}}{2} \Rightarrow \bar{R}_{NH_3} = 0.15 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

۱۱- گزینه ۴ سرعت واکنش در دمای 60°C از سرعت واکنش در دمای 25°C بیش‌تر است، پس شیب نمودار «غلظت - زمان» $MnCl_2(aq)$ در

دمای 60°C بیش‌تر از دمای 25°C است. در نتیجه در دمای 60°C ، زمانی که واکنش کامل انجام می‌شود و نمودار «غلظت - زمان» به صورت خط راست افقی درمی‌آید، کم‌تر از 40 ثانیه خواهد بود. با افزایش دما، غلظت نهایی محلول $MnCl_2$ تولید شده تغییر نمی‌کند (علت دیگر نادرست بودن گزینه‌های (۲) و (۳)).

۱۲- گزینه ۳ قانون سرعت برای واکنش مورد نظر به صورت $R = k[A]^x[B]^y$ است.

آزمایش ۱ و ۲: با دو برابر شدن $[A]$ سرعت نیز دو برابر می‌شود. پس $x=1$ می‌باشد.

آزمایش ۱ و ۴: با سه برابر شدن $[A]$ و دو برابر شدن $[B]$ ، سرعت واکنش ۱۲ برابر شده است. پس: $R = k[A]^x[B]^y \Rightarrow 12 = 3^1 \times 2^y \Rightarrow y=2$

مقدار ثابت سرعت (k) را با استفاده از یکی از آزمایش‌ها (به دلخواه) محاسبه می‌کنیم:

$$\xrightarrow{\text{آزمایش (۱)}} R = k[A]^1[B]^2 \rightarrow 1/3 \times 10^{-3} = k[0.1][0.1]^2 \Rightarrow k = 1/3 \text{ mol}^{-2} \cdot \text{L}^2 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$R = k[A][B]^2 \Rightarrow [A][B]^2 = \frac{6/5 \times 10^{-3}}{1/3} = 5 \times 10^{-3} = xy^2$$

اکنون می‌توان با توجه به گزینه‌ها غلظت‌های x و y را تعیین کرد:

$$(x=0.1, y=0.5) \Rightarrow xy^2 = 0.01 \times (0.5)^2 = 2/5 \times 10^{-3}$$

گزینه (۱): نادرست

$$(x=0.1, y=0.2) \Rightarrow xy^2 = 0.01 \times (0.2)^2 = 4 \times 10^{-4}$$

گزینه (۲): نادرست

$$(x=0.5, y=0.1) \Rightarrow xy^2 = 0.5 \times (0.1)^2 = 5 \times 10^{-3}$$

گزینه (۳): درست

$$(x=0.25, y=0.2) \Rightarrow xy^2 = 0.25 \times (0.2)^2 = 0.01$$

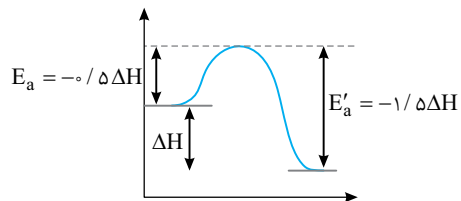
گزینه (۴): نادرست

۱۳- گزینه ۲ عبارات‌های «الف» و «ت» درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

الف) با توجه به رابطه $\Delta H = E_a - E'_a$ و رابطه داده شده در صورت سؤال، می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} E_a - 3E'_a = 4\Delta H \\ E_a - E'_a = \Delta H \end{cases} \Rightarrow E'_a = -1/5 \Delta H, E_a = -4/5 \Delta H$$



با توجه به این که انرژی فعال‌سازی، همواره مثبت است، بنابراین انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت از انرژی فعال‌سازی واکنش رفت بزرگ‌تر است. پس تبدیل واکنش‌دهنده‌ها به پیچیده فعال آسان‌تر از تبدیل فراورده‌ها به پیچیده فعال است.

ب) سرعت واکنش‌های شیمیایی (R)، با کاهش دما، کاهش می‌یابد. بنابراین اگر منحنی A برای واکنش $CaCO_3(s)$ با محلول 1 مولار HCl باشد، منحنی B تغییر مول‌های کربن دی‌اکسید را با گذشت زمان در ظرف محتوی آب و یخ نشان می‌دهد.

پ) رابطه سرعت برای واکنش صورت سؤال به صورت $R = k[A]^n[B]^m$ است. با توجه به این که با 3 برابر شدن غلظت B و $1/3$ برابر شدن غلظت A ،

سرعت واکنش تغییری نمی‌کند، بنابراین مرتبه واکنش نسبت به واکنش‌دهنده‌های A و B برابر است با:

$$\begin{cases} R_1 = k[A]^n[B]^m \\ R_2 = k[\frac{1}{3}A]^n[3B]^m \end{cases} \xrightarrow{R_1 = R_2} [A]^n[B]^m = [\frac{1}{3}A]^n[3B]^m \Rightarrow n=m$$

با توجه به توضیحات بالا، مقدار m و n با هم برابر است، ولی مرتبه کلی واکنش لزوماً برابر 4 نیست.

ت) مرتبه واکنش تجزیه $N_2O_5(g)$ برابر 1 است ($R = k[N_2O_5]^1$). با دو برابر شدن حجم ظرف واکنش، غلظت N_2O_5 نصف می‌شود و در نتیجه سرعت واکنش نیز نصف می‌شود.

۱۴- گزینه ۴

از مقایسه دو آزمایش (۱) و (۳) می‌توان دریافت که با دو برابر کردن غلظت Z ، سرعت واکنش تغییری نکرده است. پس توان غلظت Z در معادله قانون سرعت صفر است. (تغییر غلظت Z در سرعت واکنش اثر گذار نیست!) در ضمن از مقایسه دو آزمایش (۱) و (۲) متوجه می‌شویم که با دو برابر کردن غلظت X ، سرعت نیز دو برابر می‌شود. پس توان غلظت X برابر یک است. از مقایسه دو آزمایش (۳) و (۴) نیز به این نتیجه می‌رسیم که با دو برابر کردن غلظت Y ، سرعت چهار برابر شده است، پس توان غلظت Y برابر ۲ است و معادله قانون سرعت واکنش به صورت $R = k[X][Y]^2$ خواهد بود. در معادله قانون سرعت، توان Y از X و Z بیش‌تر است، پس تغییر غلظت Y روی سرعت واکنش مؤثرتر از سایر واکنش‌دهنده‌هاست. در آزمایش (۵) نسبت به آزمایش (۲)، تنها غلظت Y دو برابر شده، پس سرعت آزمایش (۵)، چهار برابر سرعت آزمایش (۲) یعنی برابر $A = 4 \times 12 / 5 \times 10^{-3} = 0.5 \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$ است. یکای k نیز برابر است با:

$$R = k[X][Y]^2 \Rightarrow \frac{\text{mol}}{\text{L.s}} = k \frac{\text{mol}^3}{\text{L}^3} \Rightarrow k = \text{mol}^{-2}.\text{L}^2.\text{s}^{-1}$$

۱۵- گزینه ۱

سرعت اولیه واکنش را R_0 و سرعت آن پس از مصرف ۰/۴۸ مول از ماده A را R_1 می‌نامیم. خواهیم داشت: (M_0 نیز نمایانگر غلظت اولیه A است)

$$\frac{R_1}{R_0} = \frac{k(M_0 - \frac{0.48}{L})^2}{k(M_0)^2} = \frac{1}{4} \Rightarrow \frac{M_0 - \frac{0.48}{L}}{M_0} = \frac{1}{2} \Rightarrow M_0 = 2M_0 - \frac{0.48}{L} \Rightarrow M_0 = \frac{0.48}{L} \Rightarrow M_0 = \frac{0.48}{L} \frac{\text{mol}}{\text{L}} A$$

پس از کامل شدن واکنش، ماده A به طور کامل مصرف می‌شود:

$$C \text{ غلظت} = \frac{0.48}{L} \frac{\text{mol}}{\text{L}} A \times \frac{4 \text{ mol } C}{3 \text{ mol } A} = \frac{0.64}{L} \frac{\text{mol}}{\text{L}} C$$

۱۶- گزینه ۴

$$R \text{ یکای } k \times (\frac{\text{mol}}{\text{L}})^n \xrightarrow{\text{مرتبه واکنش } n} (\frac{\text{mol}}{\text{L}})^n = \frac{R \text{ یکای}}{k \text{ یکای}} \Rightarrow (\frac{\text{mol}}{\text{L}})^n = \frac{\text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}}{\text{mol}^{-3}.\text{L}^3.\text{s}^{-1}} \Rightarrow n = 4$$

با ۳ برابر شدن حجم ظرف، غلظت هر یک از واکنش‌دهنده‌ها $\frac{1}{3}$ برابر می‌شود. با توجه به این که مرتبه کلی واکنش ۴ است، بنابراین سرعت واکنش

$$\left(\frac{1}{3}\right)^4 = \frac{1}{81}$$

۱۷- گزینه ۲

با توجه به اطلاعات داده شده در صورت سؤال، مقدار ΔH واکنش (۲) برابر (-38) کیلوژول است. بنابراین با توجه به روابط داده شده و عبارت $\Delta H_p = E_p - E'_p$ می‌توان ΔH واکنش (۱) را محاسبه نمود:

$$\Delta H_p = E_p - E'_p \Rightarrow -38 = (E_1 - 143) - (E'_1 - 55) \xrightarrow{\Delta H_1 = E_1 - E'_1} \Delta H_1 = E_1 - E'_1 = -38 + 143 - 55 = 50 \text{ kJ}$$

با توجه به این که ΔH واکنش (۱) برابر $+50$ کیلوژول است، بنابراین واکنش (۱) در جهت رفت به اندازه 50 kJ گرما دریافت می‌کند (گزینه ۲) نادرست است).

۱۸- گزینه ۴

ابتدا ΔH واکنش را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta H^\circ_{\text{واکنش}} = (\text{مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل واکنش‌دهنده‌ها}) - (\text{مجموع آنتالپی استاندارد تشکیل فراورده‌ها})$$

$$= (\Delta H^\circ_{\text{تشکیل}}(\text{NO}_2) + \Delta H^\circ_{\text{تشکیل}}(\text{O}_2)) - (\Delta H^\circ_{\text{تشکیل}}(\text{NO}) + \Delta H^\circ_{\text{تشکیل}}(\text{O}_3)) = (33 + 0) - (90 + 143) = -200 \text{ kJ}$$

$$\Delta H = E_{a \text{ رفت}} - E_{a \text{ برگشت}} \Rightarrow -200 = E_{a \text{ رفت}} - 510 \Rightarrow E_{a \text{ رفت}} = 310 \text{ kJ}$$

۱۹- گزینه ۴ همان طور که می دانید مقدار ΔH واکنش در صورت حضور و عدم حضور کاتالیزگر تفاوتی نمی کند و با توجه به داده های سؤال می توان نوشت:

$$\begin{cases} \Delta H = E_a - E'_a = -85 \\ E_a + E'_a = 135 \end{cases} \Rightarrow E_a = 25 \text{ kJ}, E'_a = 110 \text{ kJ}$$

با توجه به این که در حضور کاتالیزگر انرژی فعال سازی برگشت به میزان $\frac{1}{3}$ کاهش یافته است، می توان نتیجه گرفت که مقدار E'_a به دست آمده، $\frac{2}{3}$ انرژی فعال سازی برگشت در غیاب کاتالیزگر است:

$$E'_a (\text{در غیاب کاتالیزگرها}) = 110 \text{ kJ} \times \frac{2}{3} = 165 \text{ kJ}$$

همان طور که مشاهده می کنید، کاتالیزگر انرژی فعال سازی برگشت را به اندازه 55 kJ ($165 - 110$) کاهش داده است. همچنین با توجه به این که کاتالیزگر انرژی فعال سازی رفت و برگشت را به یک اندازه کاهش می دهد، بنابراین E_a به دست آمده 55 kJ کم تر از E_a در غیاب کاتالیزگر است:

$$E_a (\text{در غیاب کاتالیزگر}) = 25 + 55 = 80 \text{ kJ}$$

اکنون می توان مجموع انرژی فعال سازی رفت و برگشت را در غیاب کاتالیزگر تعیین کرد:

$$E_a + E'_a = 80 + 165 = 245 \text{ kJ}$$

۲۰- گزینه ۳ عبارت های «ب»، «پ» و «ت» نادرست هستند.

بررسی عبارت ها:

الف) گازهای NO و NO_2 به دلیل داشتن الکترون تک در ساختار خود، بسیار واکنش پذیرند:



ب) در میان همه انواع گازهایی که از آگروز خودروها خارج می شود، جرم CO_2 از گازهای دیگر بیش تر است.

پ) همه واکنش هایی که در موتور خودرو انجام می شوند، گرماده نیستند. برای مثال واکنش تولید هر مول گاز NO از N_2 و O_2 به اندازه $90/5 \text{ kJ}$ گرما دریافت می کند.

ت) مبدل های کاتالیستی در بین راه موتور تا خروجی لوله آگروز نصب می شوند و در آنها از کاتالیزگرهای پلاتین (Pt)، پالادیم (Pd) و رودیم (Rh) استفاده می شود.