مفهوم سرعت متوسط و سرعت لحظه‌ای

سینتیک شیمیایی و ترمودینامیک

سینتیک شیمیایی یکی از شاخه‌های علم شیمی است که به مطالعه سرعت واکنش‌های شیمیایی و چگونگی انجام (سازوکار یا مکانیسم) آن‌ها می‌پردازد.

الف) سینتیک در موارد زیر اظهار نظر می‌کند.

۱- شرایط و چگونگی وقوع انواع واکنش‌های شیمیایی و مسیر انجام واکنش

۲- تبدیل مواد واکنش‌دهنده به فراورده‌ها در واکنش‌های شیمیایی

۳- ساختار و ویژگی‌های گونه یا گونه‌هایی که در هر مرحله از واکنش تولید یا مصرف می‌شوند.

۴- عوامل مؤثر بر سرعت واکنش

۵- تعیین مقدار سرعت واکنش با توجه به ویژگی‌هایی مانند جرم،حجم، فشار، غلظت و .....

ب) ترمودینامیک در موارد زیر اظهار نظر می‌کند.

۱- مقایسه‌ی سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها (تعیین آنتالپی واکنش)

۲- مقایسه‌ی میزان بی‌نظمی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها (بررسی تغییر آنتروپی واکنش)

۳- پیش‌بینی امکان وقوع واکنش و خودبه‌خودی بودن آن با محاسبه ΔG با توجه به تغییرات آنتالپی و آنتروپی.

۴- میزان پیشرفت واکنش در واکنش‌های تعادلی از روی مقدار ثابت تعادل.

نکات مهم:

۱- سینتیک و ترمودینامیک مکمل یکدیگر هستند، به‌طوریکه ترمودینامیک امکان وقوع واکنش و سینتیک چگونگی و شرایط بهینه برای وقوع واکنش را بررسی می‌کند.

۲- خودبه‌خودی بودن واکنش دلیل بر سریع بودن آن نیست. دربین واکنش‌های خودبه‌خودی:

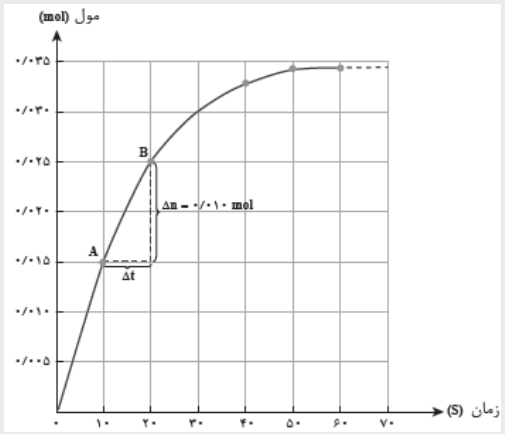
- برخی بسیار سریع‌اند. مانند واکنش‌های انفجاری و بسیاری از واکنش‌های سوختن (سوختن بنزین یا گاز طبیعی) یا تشکیل سریع رسوب سفید رنگ در واکنش سدیم کلرید با نقره نیترات.

- برخی کند هستند. مانند زنگ زدن آهن.

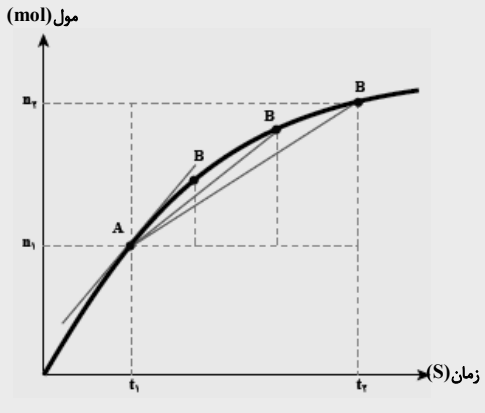
- برخی بسیار کند بوده و در طول ماه‌ها یا سال‌ها انجام می‌شوند. مانند پوسیدن کاغذ (سلولز)، تجزیه پلاستیک‌ها و تخریب مجسمه‌های مرمری

انواع سرعت و شیب نمودار مول–زمان

۱-سرعت متوسط: سرعت یا آهنگ مصرف یا تولید یک ماده شرکت کننده در واکنش در یک بازه‌ی زمانی قابل اندازه گیری و مشخص را سرعت متوسط آن ماده می‌گویند.



نمودار۱- مول-زمان(سرعت متوسط)



نمودار۲- مول- زمان(سرعت لحظه ای)

در نمودار (۱)، نسبت $\frac{\Delta n}{\Delta t}$، شیب خط AB را نشان می‌دهد که این نسبت سرعت متوسط تولید فراورده را نشان می‌دهد. که برابر است با:

$$\text{سرعت متوسط تولید فراورده} = \frac{\Delta n}{\Delta t} = \frac{(۰/۰۲۵\text{mol} - ۰/۰۱۵\text{mol})}{(۲۰\text{s} - ۱۰\text{s})} = ۰/۰۰۱\text{mol.s}^{-۱}$$

۲- سرعت لحظه‌ای: سرعت لحظه‌ای برابر است با سرعت مصرف یا تولید یک ماده در یک لحظه از زمان.

در نمودار (۲)، اگر Δt کوچک‌تر و کوچک‌تر شود، نقطه B به نقطه A نزدیک‌تر شده و در نهایت خط AB در نقطه A بر نمودار مماس خواهد شد که در این حالت حد $\frac{\Delta n}{\Delta t}$، با میل کردن Δt به سمت صفر سرعت لحظه‌ای تولید فراورده را نشان می‌دهد.

روابط سرعت واکنش و روش‌های بیان سرعت متوسط برای یک واکنش‌دهنده یا فراورده

سرعت متوسط مصرف یا تولید مواد شرکت کننده در واکنش:

در واکنش فرضی $A \longrightarrow B$، تعداد مول‌های A موجود در ظرف واکنش در یک زمان معین یعنی t_1 برابر با n_1 و در زمانی بعد از آن یعنی t_2 برابر با n_2 می‌باشد. تغییر تعداد مول‌های A در این فاصله‌ی زمانی برابر $\Delta n_A = n_2 - n_1$ و تغییر زمان برابر $\Delta t = t_2 - t_1$ است. از آن‌جایی که $t_2 > t_1$ است و تعداد مول‌های ماده‌ی A به مرور زمان کاهش می‌یابد یعنی $n_2 < n_1$ است پس $\Delta t > 0$ و $\Delta n_A < 0$ خواهد بود. بنابراین سرعت متوسط مصرف ماده A در بازه ی زمانی Δt به‌صورت زیر خواهد بود.

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

به‌دلیل مصرف شدن واکنش دهنده، تغییر تعداد مول‌ها برای آن دارای علامت منفی است.

در این رابطه چون Δn_A مقداری منفی است و از طرف دیگر سرعت کمیتی مثبت است، علامت منفی قرار می‌دهیم که علامت منفی بر مصرف (کاهش تعداد مول‌های) ماده‌ی A تأکید دارد و برای سرعت نیز مقداری مثبت به‌دست می‌آید.

از آن‌جا که تعداد مول‌های هر فراورده مانند ماده‌ی B به مرور زمان و پیشرفت واکنش افزایش می‌یابد، تغییر مول‌های آن، Δn_B مقداری مثبت است و برای سرعت نیز مقداری مثبت به‌دست می‌آید. برای سرعت متوسط تولید ماده‌ی B می‌توان از رابطه‌ی زیر استفاده کرد.

$$\bar{R}_B = +\frac{\Delta n_B}{\Delta t}$$

به‌دلیل تولید شدن فراورده تغییر تعداد مول‌ها برای آن دارای علامت مثبت است.

توجه: اگر در یک واکنش، حداقل یکی از مواد شرکت کننده در واکنش رنگی باشد، می‌توانیم با استفاده از زمان تغییر رنگ مواد، به‌طور نظری در مورد سرعت انجام واکنش اظهار نظر کنیم. به‌طور مثال با انجام واکنش بین تیغه روی و محلول آبی رنگ مس (II) سولفات به تدریج رنگ آبی محلول کاهش یافته و در نهایت محلول بی رنگ می‌شود.

$$Zn(s) + CuSO_4(aq) \longrightarrow ZnSO_4(aq) + Cu(s)$$

سرعت متوسط واکنش و ضرایب استوکیومتری:

در صورتی‌که سرعت مصرف یا تولید یکی از مواد موجود در معادله مشخص باشد، با استفاده از روابط استوکیومتری معادله، سرعت مصرف یا تولید هریک از مواد دیگر را به‌راحتی می‌توان محاسبه کرد. در واکنش گازی زیر

$$aA + bB \longrightarrow cC + dD$$

اگر سرعت متوسط مصرف ماده A معلوم باشد، رابطه سرعت مصرف ماده A با هریک از مواد دیگر به‌صورت زیر خواهد بود که این رابطه در مورد تمام واکنش‌ها صدق می‌کند.

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

توجه:هر ماده‌ای که در معادله واکنش، ضریب بزرگ‌تری داشته باشد، تغییر تعداد مول‌های آن بیش‌تر بوده و با سرعت بیش‌تری مصرف یا تولید می‌شود.

روش‌های بیان سرعت:

الف) بیان سرعت بر حسب مول بر زمان برای هر سه حالت ماده (جامد و مایع خالص، گاز و محلول) به‌کار می‌رود.

سرعت متوسط یک واکنش را بر حسب تعداد مول‌های مصرفی مواد واکنش‌دهنده و تعداد مول‌های تولیدی فراورده‌ها در مدت زمان انجام تغییر می‌توان حساب کرد.

ب) بیان سرعت بر حسب غلظت (مولار) یا مول بر لیتر بر زمان (فقط برای مواد گازی و محلول به‌کار می‌رود.)

۱- اگر سرعت متوسط یک واکنش بر حسب مول بر زمان خواسته شود، حجم ظرف در انجام محاسبات بی‌تأثیر است. اما اگر بر حسب مول بر لیتر بر زمان خواسته شود، در صورتی‌که حجم ظرف کم‌تر یا بیش‌تر از یک لیتر باشد، برای تعیین مولاریته (تبدیل مول به غلظت مولی) تعداد مول‌ها را بر حجم ظرف واکنش تقسیم می‌کنیم.

۲- برای یک ماده جامد و مایع خالص فقط می‌توان مفهوم مول را در نظر گرفت، یعنی سرعت متوسط مصرف یا تولید یک ماده جامد یا مایع خالص فقط برحسب مول بر زمان بیان می‌شود. زیرا غلظت یک ماده جامد یا مایع خالص که برابرحاصل تقسیم چگالی ماده جامد و مایع خالص بر جرم مولی آن است، همیشه یک مقدار ثابت است.

ج) بیان سرعت برحسب حجم بر زمان (فقط برای حالت گازی به‌کار می‌رود.)

اگر در واکنشی ماده‌ی گازی وجود داشته باشد، سرعت متوسط مصرف یا تولیدگاز را می‌توان علاوه بر، مول بر زمان و مولار بر زمان، برحسب حجم بر زمان نیز بیان کرد.

سرعت واکنش

سرعت کلی واکنش مستقل از مواد اولیه یا فراورده‌هاست. اگر سرعت متوسط مصرف یا تولید هریک از مواد شرکت‌کننده در واکنش را بر ضریب استوکیومتری آن ماده تقسیم کنیم، سرعت متوسط واکنش به‌دست می‌آید. به‌عنوان مثال سرعت متوسط واکنش در فازگازی $aA + bB \longrightarrow cC + dD$ از رابطه زیر حاصل می‌شود.

سرعت واکنش $\bar{R} = -\frac{1}{a}\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{1}{b}\frac{\Delta[B]}{\Delta t} = +\frac{1}{c}\frac{\Delta[C]}{\Delta t} = +\frac{1}{d}\frac{\Delta[D]}{\Delta t}$

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

تعیین معادله واکنش از جدول تغییر غلظت مواد:

۱- یک بازه زمانی را مشخص کرده و در آن بازه زمانی تغییر غلظت هریک از مواد را تعیین می‌کنیم. برای واکنش دهنده‌ها این اعداد دارای علامت منفی و برای فراورده ها مثبت خواهد بود.

۲- تغییر غلظت‌های به‌دست آمده را بر کوچک‌ترین آن‌ها تقسیم می‌کنیم. اعداد به‌دست آمده برای هر یک از مواد ضرایب آن‌ها را نشان می‌دهد.

۳- در صورتی‌که ضرایب به‌دست آمده کسری باشند، آن‌ها را در یک عدد مناسب ضرب می‌کنیم.

مثال: جدول زیر غلظت هر یک از مواد گازی شرکت کننده در واکنش را در زمان‌های مختلف از شروع واکنش(در یک لیتر) نشان می‌دهد.

زمان(s) / ماده(M)	۱۰	۲۰	۳۰
[A]	۱/۶	۱	۰/۸
[B]	۰/۴	۰/۷	?
[C]	۱/۲	۲/۱	۲/۴

الف) معادله واکنش مورد نظر را بنویسید.

ب) مقدار اولیه ماده A را در شروع واکنش بر حسب مول بر لیتر تعیین کنید.

ج) غلظت ماده‌ی B در ثانیه سی‌ام چند مول بر لیتر است؟

د) اگر پس از ۲۰ ثانیه، واکنش با سرعت متوسط ثابت انجام شود، زمان کل مصرف A چند ثانیه خواهد بود؟

جواب: چون با گذشت زمان غلظت A کاهش و غلظت B و C افزایش یافته است، پس A واکنش دهنده و B و C فراورده هستند. ضرایب A، B و C را به ترتیب a، b و c در نظر می گیریم. در بازه زمانی ۱۰ تا ۲۰ ثانیه تغییر غلظت هر یک از مواد را تعیین کرده و بر کوچک‌ترین آن‌ها تقسیم می‌کنیم.

الف)

$\Delta[A] = ۱ - ۱/۶ = -۰/۶M$ و $\Delta[B] = ۰/۷ - ۰/۴ = ۰/۳M$ و $\Delta[C] = ۲/۱ - ۱/۲ = ۰/۹M$

$a = \frac{۰/۶}{۰/۳} = ۲$, $b = \frac{۰/۳}{۰/۳} = ۱$, $c = \frac{۰/۹}{۰/۳} = ۳ \Rightarrow ۲A(g) \longrightarrow B(g) + ۳C(g)$

ب) باتوجه به جدول و معادله واکنش معلوم می‌شود که برای تولید ۰/۴ مول ماده B باید ۰/۸ مول ماده A مصرف شود. بنابراین:

مقدار اولیه یک ماده = مقدار مصرفی + مقدار باقیمانده $= ۰/۸ mol.L^{-۱} + ۱/۶ mol.L^{-۱} = ۲/۴ mol.L^{-۱}$

ج) از ثانیه ۲۰ تا ۳۰، ۰/۲ از ماده A مصرف شده است، پس با توجه به معادله باید ۰/۱مول ماده B تولید شود، که مقدار B در ثانیه سی‌ام به ۰/۸ مول بر لیتر می‌رسد.

د) سرعت متوسط مصرف A در بازه زمانی ۲۰s تا ۳۰s برابر است با: $\bar{R}_A = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{-۰/۲ mol.L^{-۱}}{۱۰s} = ۰/۰۲ mol.L^{-۱}.s^{-۱}$

حال اگر ۱مولار باقیمانده با همین سرعت مصرف شود، زمان لازم برابر خواهد بود با:

$۰/۰۲ mol.L^{-۱}.s^{-۱} = -\frac{-۱ mol.L^{-۱}}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = ۵۰s \Rightarrow$ زمان کل $= ۲۰s + ۵۰s = ۷۰s$

تغییر سرعت واکنش با گذشت زمان

۱- شمار اندکی از واکنش‌های شیمیایی در طول فرایند با سرعت ثابتی پیشرفت می‌کنند. (واکنش مرتبه صفر)
۲- بیش‌تر واکنش‌ها در آغاز که غلظت واکنش‌دهنده‌ها زیاد است، سریع هستند ولی با گذشت زمان و با مصرف واکنش‌دهنده‌ها سرعت آن‌ها کاهش می‌یابد تا این‌که به صفر برسد. در این هنگام واکنش به‌طور کامل انجام شده است. (واکنش کامل)
۳- تعدادی از واکنش‌ها نیز در شروع سرعت زیادی دارند اما با گذشت زمان سرعت آن‌ها کاهش یافته و در نهایت به مقدار ثابتی می‌رسد. (واکنش تعادلی)

کنکورهای سراسری داخل و خارج کشور

مسائل مربوط به بازه زمانی

۱- با بررسی داده‌های جدول زیر، که تغییرات غلظت N_2O_5 را در واکنش گازی: $2N_2O_5 \longrightarrow 4NO_2 + O_2$ ، نشان می‌دهد کدام نتیجه‌گیری درست است؟ تیپ ۱

زمان (s)	۰	۱۰۰	۲۰۰	۳۰۰	۴۰۰
$[N_2O_5](mol.L^{-1})$	۰/۰۲۰	۰/۰۱۷	۰/۰۱۴	۰/۰۱۲	۰/۰۱۰

۱) مقدار NO_2 تشکیل‌شده در گستره‌ی زمانی این پنج آزمایش، برابر با $5\times10^{-3}\,mol.L^{-1}$ است. (سراسری ریاضی ۸۵)
۲) با گذشت زمان، سرعت متوسط تشکیل NO_2 افزایش می‌یابد.
۳) سرعت متوسط تشکیل O_2 در گستره‌ی زمانی این پنج آزمایش، برابر با $1/25\times10^{-5}\,mol.L^{-1}.s^{-1}$ است.
۴) سرعت متوسط تشکیل O_2 در گستره‌ی زمانی دو آزمایش اول، در مقایسه با فاصله‌ی زمانی سه آزمایش بعدی کم‌تر است.

۲- با توجه به داده‌های جدول زیر که به تغییرات غلظت مواد در واکنش: $2NO_2(g) \xrightarrow{\text{گرما}} 2NO(g) + O_2(g)$، مربوط است، کدام مطلب درست است؟ (سراسری ریاضی ۸۶)

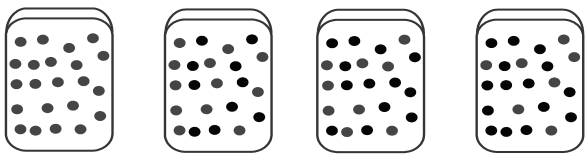
زمان (s) / غلظت $(\times10^{-2}\,mol.L^{-1})$	۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۳۰	۵۰	۸۰	۱۲۰	۲۴۰
$[NO_2(g)]$	۴/۱	۳/۱	۲/۵	۲/۱	۱/۸	۱/۴	۱/۰	۰/۷	۰/۵	۰/۳
$[NO(g)]$	۰/۰	۱/۰	۱/۶	۲/۰	۲/۳	۲/۷	۳/۱	۳/۴	۳/۶	۳/۸
$[O_2(g)]$	۰/۰	۰/۵	۰/۸	۱/۰	۱/۱	۱/۳	۱/۶	۱/۷	۱/۸	۱/۹

۱) رابطه‌ی سرعت واکنش به صورت «$[NO]^2.[O_2]\propto$ سرعت واکنش»، است.
۲) سرعت متوسط تولید گاز اکسیژن، دو برابر سرعت مصرف گاز NO_2 است.
۳) شیب نمودار تغییر غلظت اکسیژن تندتر از شیب نمودار تغییر غلظت NO است.
۴) سرعت متوسط تولید اکسیژن در ۱۰ ثانیه‌ی دوم واکنش، برابر $3\times10^{-2}\,mol.s^{-1}$ است.

۳- با توجه به شکل زیر، که به واکنش فرضی $A \rightarrow B$ در یک ظرف ۴ لیتری مربوط است، سرعت متوسط واکنش در فاصله‌ی زمانی t_2 تا t_3 چند $mol.L^{-1}.min^{-1}$ و چند برابر سرعت متوسط آن در فاصله‌ی زمانی t_3 تا t_4 است؟ (هر گوی هم ارز ۰/۰۵ مول از هر ماده است.)

۱) $1/5, 7/5\times10^{-3}$
۲) $1/5, 1/875\times10^{-3}$
۳) $3, 1/875\times10^{-3}$
۴) $3, 7/5\times10^{-3}$

(سراسری ریاضی ۹۳)

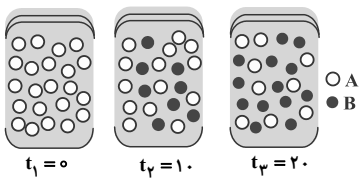


$t_1 = 0$ دقیقه $t_2 = 20$ دقیقه $t_3 = 40$ دقیقه $t_4 = 60$ دقیقه

۴- با توجه به شکل زیر، که به واکنش فرضی $A \rightarrow B$، در یک ظرف ۲ لیتری مربوط است، سرعت متوسط واکنش در فاصله‌ی زمانی t_1 و t_2، چند برابر سرعت متوسط واکنش در فاصله‌ی زمانی t_1 و t_3 است؟ (هر گوی هم ارز ۰/۰۲ مول از هر ماده است.)

۱) ۱/۶۲
۲) ۱/۴
۳) ۱/۲۳
۴) ۱/۸

(سراسری خارج کشور تجربی ۹۳)



تعیین سرعت تولید یا مصرف مواد درگیر در واکنش

۵- ۰/۲۳ گرم فلز سدیم در مدت ۳۰ ثانیه در آب حل شده است. سرعت متوسط تولید سدیم هیدروکسید برحسب دقیقه چقدر می‌شود؟ $(Na = 23\,g.mol^{-1})$ (سراسری تجربی ۸۶) تیپ ۲

۱) $\frac{2}{100}$ مول ۲) $\frac{1}{200}$ مول ۳) $\frac{1}{300}$ مول ۴) $\frac{23}{30}$ مول

۶- اگر ۸/۳۴ گرم PCl_5 را در ظرفی گرما دهیم و پس از گذشت ۲۰ ثانیه، ۰/۲۵ درصد آن تجزیه شده باشد، سرعت تشکیل گاز کلر در این واکنش بر حسب مول بر دقیقه، کدام است؟ $(P = 31\ ,\ Cl = 35/5\ g.mol^{-1})$ (سراسری ریاضی ۸۷)

۱) ۰/۰۲ ۲) ۰/۰۳ ۳) ۰/۰۴ ۴) ۰/۰۵

۷- اگر یون هیپوبرومیت در محلول $2/5 mol.L^{-1}$ خود، مطابق واکنش $3BrO^-(aq) \rightarrow BrO_3^-(aq) + 2Br^-(aq)$ تجزیه شود و ۹۰ ثانیه پس از آغاز واکنش، غلظت این یون در محلول به ۱/۹۶ مول بر لیتر کاهش یابد، سرعت متوسط تشکیل یون برومات برابر چند $mol.L^{-1}.min^{-1}$ است؟ (سراسری تجربی ۸۷)

۱) ۰/۱۶ ۲) ۰/۲۴ ۳) ۰/۱۲ ۴) ۰/۳۲

۸- اگر در واکنش سوختن کامل اتانول، پس از ۵۰ ثانیه، مقدار ۵/۶ لیتر گاز کربن دی اکسید در شرایط STP تشکیل شود، سرعت متوسط مصرف اکسیژن در این واکنش، چند مول بر دقیقه است؟ (سراسری ریاضی ۸۸)

۱) ۰/۲۵ ۲) ۰/۳۲ ۳) ۰/۴۳ ۴) ۰/۴۵

۹- اگر در واکنش: $8HNO_3(aq) + 3Cu(s) \rightarrow 3Cu(NO_3)_2(aq) + 2NO(g) + 4H_2O(l)$، پس از ۱۰ ثانیه، مقدار ۵/۰۴ گرم نیتریک اسید مصرف شود، سرعت متوسط تشکیل مس (II) نیترات، چند مول بر دقیقه است؟ $(H = 1\ ,\ N = 14\ ,\ O = 16 : g.mol^{-1})$ (سراسری ریاضی خارج کشور ۸۸)

۱) ۰/۱۸ ۲) ۰/۴۸ ۳) ۱/۱۸ ۴) ۱/۴۸

۱۰- با توجه به واکنش گازی: $SO_2Cl_2(g) \rightarrow SO_2(g) + Cl_2(g)$، که در یک ظرف سربسته‌ی ۲ لیتری در دمای ثابت با سرعت متوسط $2\times10^{-6}\ mol.L^{-1}.s^{-1}$ بر حسب مصرف SO_2Cl_2 انجام می‌گیرد، پس از ۱۰ دقیقه، چند مول گاز SO_2 آزاد می‌شود؟ (سراسری ریاضی خارج کشور ۸۹)

۱) $2/4\times10^{-4}$ ۲) $2/4\times10^{-3}$ ۳) $2/6\times10^{-2}$ ۴) $2/6\times10^{-4}$

۱۱- اگر در واکنش: $4HCl(g) + O_2(g) \longrightarrow 2Cl_2(g) + 2H_2O(g)$ که در دمای معین در یک ظرف سر بسته‌ی ۵ لیتری انجام می‌شود، پس از گذشت ۲ دقیقه و ۲۴ ثانیه، مقدار ۳/۶ مول گاز O_2 مصرف شود، سرعت متوسط تولید گاز کلر، بر حسب $mol.L^{-1}.s^{-1}$، کدام است؟ (سراسری خارج کشور ریاضی ۹۰)

۱) ۰/۰۱ ۲) ۰/۱ ۳) ۰/۰۲ ۳) ۰/۲

۱۲- واکنش تجزیه‌ی $2A(aq) \rightarrow B(s) + 3C(g)$، در دمای $0^\circ C$ و فشار ۱ atm مورد بررسی قرار گرفته است. اگر در مدت ۱۰دقیقه ۰/۴مول از ماده‌ی A تجزیه شود، سرعت متوسط تولید گاز C برحسب میلی‌لیتر بر ثانیه در شرایط STP کدام است؟ (سراسری خارج کشور تجربی ۹۱)

۱) ۱۴/۹ ۲) ۲۲/۴ ۳) ۱۴۹ ۴) ۲۲۴

۱۳- در واکنش $2NH_3(g) \rightarrow N_2(g) + 3H_2(g)$، اگر در شرایط معین، در مدت ۲۵ دقیقه، ۳ مول آمونیاک تجزیه شود، سرعت تشکیل گاز نیتروژن برابر چند میلی‌لیتر بر ثانیه در شرایط STP است؟ (سراسری خارج کشور تجربی ۹۲)

۱) ۱۱/۲ ۲) ۲۲/۴ ۳) ۳۳/۶ ۴) ۴۴/۸

تعیین مقدار اولیه‌ی مواد درگیر در واکنش

۱۴- اگر در واکنش تجزیه‌ی گرمایی پتاسیم کلرات (در مجاورت کاتالیزگر منگنز دی‌اکسید)، پس از گذشت ۴ دقیقه ۱/۰۸ مول از آن باقی‌مانده و ۰/۱۸ مول گاز اکسیژن تشکیل شده باشد، مقدار اولیه‌ی پتاسیم کلرات چند مول و سرعت متوسط تشکیل پتاسیم کلرید چند مول بر دقیقه است؟ (عددها را از راست به چپ بخوانید.) (سراسری ریاضی ۸۶) تیپ ۳

۱) ۰/۰۳ -۱/۲ ۲) ۰/۰۳ -۲/۲ ۳) ۰/۰۴ -۱/۲ ۴) ۰/۰۴ -۲/۲

۱۵- اگر در تجزیه‌ی گرمایی گاز N_2O_5 و تبدیل آن به گازهای O_2 و NO_2، پس از گذشت ۲ دقیقه ۰/۰۸ مول از آن باقی بماند و ۰/۰۶ مول گاز اکسیژن آزاد شود، مقدار اولیه N_2O_5، چند مول و سرعت متوسط تشکیل گاز NO_2، چند مول بر ثانیه است؟ (عددها را از راست به چپ، بخوانید.)

۱) ۰/۱۲ – ۰/۰۰۲ ۲) ۰/۱۲ – ۰/۰۰۴ ۳) ۰/۲ – ۰/۰۰۲ ۴) ۰/۲ – ۰/۰۰۴ (سراسری تجربی ۸۸)

تعیین زمان انجام واکنش

۱۶- اگر در واکنش: $2KClO_3(s) \xrightarrow{\Delta} 2KCl(s) + 3O_2(g)$ که در یک ظرف ۱۰ لیتری سر بسته انجام می‌گیرد، سرعت متوسط تولید گاز اکسیژن برابر $0/0015\ mol.L^{-1}.s^{-1}$ باشد، چند دقیقه طول می‌کشد تا ۳۶۷/۵ گرم پتاسیم کلرات به طور کامل تجزیه شود؟ (تیپ ۴) (سراسری ریاضی ۸۹)

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

۱) ۱۰ ۲) ۵ ۳) ۴ ۴) ۸

۱۷- اگر در واکنش تجزیه‌ی ۴/۵ مول گاز NO_2 مطابق واکنش زیر، بر اثر گرما، پس از ۱۰ ثانیه ۱۳۸ گرم از آن باقی‌مانده باشد، سرعت متوسط تشکیل گاز اکسیژن، برابر چند مول بر ثانیه است و با فرض این‌که واکنش با همین سرعت متوسط پیش برود، چند ثانیه طول می‌کشد تا ۴/۵ مول از این گاز تجزیه شود؟ $(N = 14 g.mol^{-1} , O = 16 g.mol^{-1})$ $2NO_2(g) \xrightarrow{\Delta} 2NO(g) + O_2(g)$ (سراسری ریاضی ۹۰)

۱) ۰/۱۵ ، ۳۰ ۲) ۰/۰۷۵ ، ۳۰ ۳) ۰/۰۷۵ ، ۴۵ ۴) ۰/۱۵ ، ۴۵

۱۸- واکنش $AB_2(g) \rightarrow A(g) + 2B(g)$، به صورتی پیش می‌رود که در هر ساعت غلظت ماده‌ی اولیه نصف می‌شود. اگر غلظت ماده اولیه برابر $1 mol.L^{-1}$ باشد، برای تجزیه‌ی ۹۳/۷۵٪ مولکول‌های AB_2، چند ساعت زمان لازم است؟ (سراسری ریاضی ۹۳)

۱) ۴ ۲) ۵ ۳) ۸ ۴) ۱۰

۱۹- داده‌های زیر برای واکنش: $2NO_2(g) \rightarrow 2NO(g) + O_2(g)$، به دست آمده است. سرعت متوسط مصرف NO_2 در فاصله‌ی زمانی بررسی شده، برابر چند $mol.L^{-1}.s^{-1}$ است و اگر واکنش پس از ۳۰ ثانیه‌ی نخست با سرعت متوسط ثابتی انجام می‌گرفت، زمان کل انجام این واکنش چند ثانیه می‌شد؟ (سراسری خارج کشور تجربی ۹۳)

زمان (s)	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰
$[NO_2]$	۰/۵	۰/۴۲	۰/۳۶	۰/۳۲	۰/۳

۱) $160,8\times10^{-2}$ ۲) $160,5\times10^{-3}$ ۳) $190,8\times10^{-2}$ ۴) $190,5\times10^{-3}$

۲۰- در یک فرایند شیمیایی، سه مول از ماده‌ی A در یک لیتر محلول، مطابق واکنش: $3A(aq) \rightarrow X(aq) + Z(g)$، شروع به تجزیه می‌کند. اگر غلظت ماده‌ی A در هر لحظه، $[A]_t$، از رابطه‌ی: $[A]_t = -kt + [A]_0$، پیروی کند که در آن k ثابت سرعت و برابر $0/001 mol/L.s$ و $[A]_0$ غلظت اولیه‌ی این ماده باشد، چند دقیقه زمان لازم است تا واکنش کامل شود؟ (سراسری خارج کشور تجربی ۹۴)

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۴۰ ۴) ۵۰

۲۱- اگر در تجزیه‌ی گرمایی یک نمونه‌ی سدیم هیدروژن کربنات خالص، پس از گذشت ۱۰ دقیقه، ۴/۲ گرم از آن باقی‌مانده و ۰/۲ مول آب تشکیل شده باشد، سرعت تجزیه‌ی سدیم هیدروژن کربنات، برابر چند مول بر دقیقه است و با همین سرعت متوسط، چند ثانیه‌ی دیگر واکنش کامل می‌شود؟ $(H = 1 , C = 12 , O = 16 , Na = 23 : g.mol^{-1})$ (سراسری ریاضی ۹۴)

۱) $75,4\times10^{-2}$ ۲) $75,2\times10^{-2}$ ۳) $60,4\times10^{-2}$ ۴) $60,2\times10^{-2}$

تعیین ضرایب مواد در واکنش

۲۲- با توجه به واکنش: $20NO(g) + 3P_4(s) + xH_2O(aq) \rightarrow 12H_3PO_4(aq) + 20HNO_3(aq)$، پس از موازنه، ضریب مولی آب برابر ..... و سرعت متوسط تولید H_3PO_4، ..... برابر سرعت متوسط مصرف H_2O است. (تیپ ۵) (سراسری تجربی ۸۹)

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

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

۱) ۲؛ ۰/۵ و ۲ ۲) ۲؛ ۱/۵ و ۲ ۳) ۰/۵؛ ۱ و ۱/۵ ۴) ۰/۵؛ ۱/۵؛ ۱ و ۰/۵

۲۴- در صورتی که سرعت تشکیل $NO(g)$ در واکنش: $2NOBr(g) \rightarrow 2NO(g) + Br_2(g)$، برابر $1/6\times10^{-4} mol.s^{-1}$ باشد، سرعت واکنش و سرعت تولید $Br_2(g)$ برحسب $mol.s^{-1}$ به ترتیب از راست به چپ، کدام‌اند؟ (سراسری ریاضی ۹۲)

۱) $8\times10^{-5} , 1/6\times10^{-4}$ ۲) $8\times10^{-5} , 8\times10^{-5}$ ۳) $1/6\times10^{-4} , 1/6\times10^{-4}$ ۴) $1/6\times10^{-4} , 8\times10^{-5}$

آزمون‌های کانون و سایر

۲۵- کدام عبارت نادرست است ؟ (آزمون کانون ــ ۲۶مهر۹۲)

۱) سینتیک شیمیایی درباره‌ی چگونگی تجزیه واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها و شرایط استاندارد برای انجام شدن واکنش، گفت‌وگو می‌کند.

۲) واکنش‌های بسیاری وجود دارد که ترمودینامیک امکان وقوع آن‌ها را پیش‌بینی می‌کند، اما از دید سینتیک شیمیایی راه مناسبی برای وقوع آن‌ها وجود ندارد.

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

۴) سینتیک شیمیایی و ترمودینامیک شیمیایی را می‌توان مکمل یک‌دیگر دانست. ترمودینامیک با تعیین سطح انرژی واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها و تغییر آنتروپی، امکان وقوع واکنش را بررسی می‌کند.

۲۶- عبارت کدام گزینه درست است؟ (آزمون کانون ــ ۲۵ مهر ۹۳)

۱) خودبخودی بودن یک واکنش از دید ترمودینامیک به این معناست که واکنش باید با سرعت پیشرفت کند.

۲) هر واکنشی که ترمودینامیک امکان پیشرفت خودبخودی آن‌را پیش‌بینی کند، از دید سینتیک راه مناسبی برای انجام آن وجود دارد.

۳) ضمن انجام واکنش‌ها، شمار مول‌های برخی مواد کاهش و برخی دیگر افزایش می‌یابد. از این‌رو سرعت متوسط مصرف و یا تولید، ممکن است کمیتی مثبت یا منفی باشد.

۴) شمار اندکی از واکنش‌های شیمیایی، همواره با سرعت ثابتی پیشرفت می‌کنند.

۲۷- رابطه‌ی سرعت واکنش، ارتباط سرعت واکنش با ... را نشان می‌دهد و قانون سرعت واکنش ارتباط سرعت واکنش با ... را بیان می‌کند.

(آزمون کانون ــ ۲۵ مهر ۹۳)

۱) سرعت تولید فراورده‌ها- سرعت مصرف واکنش‌دهنده‌ها

۲) سرعت مصرف واکنش‌دهنده‌ها و یا تولید فراورده‌ها- غلظت واکنش‌دهنده‌ها

۳) غلظت واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها- سرعت تولید فراورده‌ها

۴) سرعت مصرف واکنش‌دهنده‌ها- سرعت تولید فراورده‌ها

۲۸- اگر رابطه‌ی سرعت واکنش برای یک فرایند گازی شکل به صورت زیر باشد، کدام مطلب نادرست است؟ (آزمون کانون ــ ۲۶مهر۹۲)

$$\bar{R}_{\text{واکنش}} = -\frac{1}{5}\frac{\Delta[O_2]}{\Delta t} = +\frac{1}{4}\frac{\Delta[NO]}{\Delta t} = -\frac{1}{4}\frac{\Delta[NH_3]}{\Delta t} = +\frac{1}{6}\frac{\Delta[H_2O]}{\Delta t}$$

۱) اگر $\bar{R}_{\text{واکنش}} = 0/02 mol.L^{-1}.s^{-1}$ باشد، $\bar{R}_{O_2} = 6 mol.L^{-1}.min^{-1}$ است.

۲) در نمودار غلظت- زمان واکنش، شیب نمودار H_2O نسبت به دیگر گونه‌ها تندتر است.

۳) در صورتی که در مدت زمان ۲۰s، ۰/۸ مول NH_3 مصرف شود، سرعت تولید H_2O برابر $0/04 mol.s^{-1}$ خواهد بود.

۴) در گستره‌ی زمانی یکسان رابطه‌ی $4\bar{R}_{O_2} = 5\bar{R}_{NH_3}$ در واکنش آن برقرار است.

۲۹- اگر در واکنش سدیم با آب در مدت ۲ دقیقه ۵۶۰۰ میلی‌لیتر گاز در شرایط استاندارد تولید شود، سرعت مصرف فلز سدیم در این واکنش تقریباً چند مول بر ثانیه است؟ $2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2$ (آزمون کانون ــ ۲۶مهر۹۲)

۱) ۱۲/۰۲۵ ۲) ۱۵/۰۲ ۳) ۰/۰۲۵ ۴) ۰/۰۰۴۱۶

۳۰- اگر در یک واکنش که با مصرف N_2O_4 همراه است، پس از ۱/۵ دقیقه، ۰/۵ مول از آن باقی مانده و در این گستره‌ی زمانی با سرعت ۰/۰۸ مول بر ثانیه مصرف شده باشد، تعداد مول‌های N_2O_4 در آغاز واکنش کدام است؟ (آزمون کانون ــ ۲۶مهر۹۲)

۱) ۷/۲ ۲) ۷/۷ ۳) ۴/۸ ۴) ۴/۲

۳۱- در واکنش $2H_2O_2(aq) \xrightarrow{Fe^{2+}(aq)} 2H_2O(l) + O_2(g)$، در شرایط STP، در مدت زمان ۵ دقیقه، ۰/۱ مول هیدروژن پراکسید تجزیه می‌شود. سرعت متوسط تولید $O_2(g)$ بر حسب لیتر بر دقیقه کدام است؟ (آزمون کانون ــ ۲۵ مهر ۹۳)

۱) ۰/۰۲ ۲) ۰/۰۱ ۳) ۰/۲۲۴ ۴) ۰/۱۱۲

۳۲- بین سرعت مصرف واکنش‌دهنده و تولید فراورده‌ها با سرعت واکنش رابطه‌ی زیر برقرار است. اگر ۰/۱۶ مول از واکنش‌دهنده در یک ظرف ۲ لیتری در دمای معینی تجزیه شود و پس از ده دقیقه از آغاز واکنش، تعداد مول‌های آن به ۰/۰۸ مول برسد، سرعت متوسط تولید شدن ماده‌ی C در این مدت بر حسب $mol.L^{-1}.s^{-1}$ تقریباً کدام است؟

$$R_{\text{واکنش}} = \frac{1}{2}\frac{\Delta n(C)}{\Delta t} = \frac{1}{3}\frac{\Delta n(D)}{\Delta t} = \frac{1}{3}\frac{-\Delta n(A)}{\Delta t}$$

(تمام مواد شرکت کننده در واکنش در حالت گازی هستند.) (آزمون کانون ــ ۲۵ مهر ۹۳)

۱) $9/99\times10^{-5}$ ۲) $9/99\times10^{-4}$ ۳) $4/44\times10^{-5}$ ۴) $4/44\times10^{-4}$

۳۳- ۱۰ مول SO_2 را به همراه مقداری O_2، وارد یک ظرف سربسته‌ی یک لیتری می‌کنیم تا واکنش $2SO_2(g)+O_2(g)\rightarrow 2SO_3(g)$ در آن انجام شود. در صورتی‌که پس از گذشت ۵۰ ثانیه از شروع واکنش، ۱۳ مول گاز در ظرف وجود داشته باشد و سرعت واکنش در این بازه‌ی زمانی $0/02\,mol.L^{-1}.s^{-1}$ باشد، چند درصد از O_2 تا این لحظه در واکنش مصرف شده است؟ (آزمون کانون ــ ۲۵ مهر ۹۳)

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۴ ۴) ۲۵

۳۴- در ظرفی به حجم ۲ لیتر، مقداری گاز آمونیاک را که در شرایط STP، ۸۹۶ میلی‌لیتر حجم دارد، تجزیه می‌کنیم. پس از گذشت چند ثانیه مقدار گاز آمونیاک به نصف کاهش می‌یابد؟ (اگر در این گستره‌ی زمانی سرعت متوسط تولید گاز نیتروژن $0/02\,mol.L^{-1}.min^{-1}$ باشد.) (آزمون کانون ــ ۱۰ آبان ۹۲)

$$2NH_3(g)\rightarrow N_2(g)+3H_2(g)$$

۱) ۷/۵ ۲) ۱۵ ۳) ۳۰ ۴) ۶۰

۳۵- اگر در واکنش سوختن کامل گاز متان، پس از ۹۰ ثانیه مقدار ۱۱/۲ لیتر گاز CO_2 در شرایط STP تولید شود، در طی این مدت سرعت متوسط مصرف گاز اکسیژن، چند مول بر دقیقه است؟ (آزمون کانون ــ ۱۰ آبان ۹۲)

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

۳۶- اگر سرعت متوسط تجزیه‌ی گاز N_2O_5 مطابق واکنش: $2N_2O_5(g)\rightarrow 4NO_2(g)+O_2(g)$، در یک ظرف ۵ لیتری، برابر $0/04\,mol.L^{-1}.min^{-1}$ باشد، در مدت ۲۰ دقیقه، چند گرم NO_2 با انجام این واکنش، تولید می‌شود؟ $(N=14\,g.mol^{-1}\ ،\ O=16\,g.mol^{-1})$ (آزمون کانون ــ ۱۰ آبان ۹۲)

۱) ۱۸۴ ۲) ۳۶۸ ۳) ۷۳/۶ ۴) ۵۱۲

۳۷- با توجه به جدول زیر که تغییرات غلظت مواد موجود در واکنش $2NH_3(g)+3N_2O(g)\rightarrow 4N_2(g)+3H_2O(g)$ را نشان می‌دهد. x، y و z به‌ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟ (آزمون کانون ــ ۹ آبان ۹۳)

زمان (s)	[A] $(mol.L^{-1})$	[B] $(mol.L^{-1})$	$\frac{-\Delta[N_2O]/\Delta t}{\text{ضریب استوکیومتری } N_2O}$ $(mol.L^{-1}.s^{-1})$
۵	۳/۵	۰/۴	3×10^{-2}
۱۰	x	۱	
۱۵	۳	۱/۴	z
۲۰	۲/۹	y	

۱) ۰/۰۲ ,۳/۲ ,۳/۲

۲) ۰/۰۱ ,۰/۸ ,۱/۶

۳) ۰/۰۲ ,۳/۲ ,۱/۶

۴) ۰/۰۱ ,۱/۶ ,۳/۲

۳۸- مقدار معینی پتاسیم کلرات در یک ظرف ۲ لیتری مطابق $2KClO_3(s)\rightarrow 2KCl(s)+3O_2(g)$ تجزیه می‌شود. با توجه به اطلاعات جدول زیر که مربوط به یکی از مواد است، سرعت متوسط تولید پتاسیم کلرید از آغاز تا پایان واکنش بر حسب $mol.min^{-1}$ تقریباً کدام است؟ (در آغاز، فقط پتاسیم کلرات در ظرف وجود داشته است.) (آزمون کانون ــ ۲۴ آبان ۹۲)

زمان (s)	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵
غلظت $(mol.L^{-1})$	۱/۳	۱/۷	۱/۹	۲	۲

۱) ۸

۲) ۵/۳۳

۳) ۵/۲

۴) ۶/۹۳

۳۹- اگر اکسایش یون یدید به وسیله‌ی آرسنیک اسید با معادله‌ی واکنش زیر در ظرفی به حجم V لیتر انجام شود و در آن پس از گذشت ده دقیقه از آغاز واکنش داشته باشیم $\frac{-\Delta[I^-]}{\Delta t}=4/8\times10^{-4}\ mol.L^{-1}.s^{-1}$ و نیز $2/4\times10^{-1}$ مول I_3^- تولید شده باشد، به ترتیب از راست به چپ V کدام است و سرعت مصرف H_3AsO_4 در این گستره‌ی زمانی، چند مول بر ثانیه است؟ (آزمون کانون ــ ۲۳ آبان ۹۳)

$$3I^-(aq)+H_3AsO_4(aq)+2H^+(aq)\rightarrow I_3^-(aq)+H_3AsO_3(aq)+H_2O(l)$$

۱) ۵ ــ $1/6\times10^{-4}$ ۲) ۲/۵ ــ $1/6\times10^{-4}$ ۳) ۵ ــ 4×10^{-4} ۴) ۲/۵ ــ 4×10^{-4}

۴۰- در واکنش شیمیایی: $A(g)\rightarrow 2B(g)$، همانند اغلب واکنش‌ها، با گذشت زمان، غلظت A(g)، غلظت B(g)، سرعت مصرف A(g) و سرعت تولید B(g) به ترتیب ... می‌یابند. (آزمون کانون ــ ۲۲ آذر ۹۲)

۱) کاهش، افزایش، کاهش و کاهش

۲) کاهش، افزایش، کاهش و افزایش

۳) افزایش، کاهش، افزایش و کاهش

۴) افزایش، کاهش، افزایش و افزایش

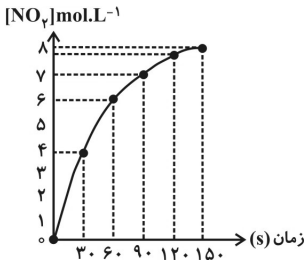
۴۱- پس از ۱۰ ثانیه از شروع تجزیه A در واکنش گازی $2A \rightarrow 3B + 4C$ مقدار ۷/۵ مول از B و ۴ مول از A در ظرف ۵ لیتری وجود دارد، از این رو مقدار اولیه A برابر با .... مول و سرعت تولید C بر حسب $mol.L^{-1}.min^{-1}$ برابر با ..... و سرعت واکنش برابر با ..... مول بر ثانیه است.

(آزمون کانون ــ ۲۱ آذر ۹۳)

۱) ۵ - ۰/۲ - ۰/۰۵ ۲) ۹ - ۱۲ - ۰/۲۵ ۳) ۵ - ۱۲ - ۰/۰۵ ۴) ۹ - ۰/۲ - ۰/۲۵

۴۲- با توجه به واکنش زیر که درظرف ۲ لیتری انجام می‌گردد. اگر در ۱۵ ثانیه اول از شروع واکنش، سرعت متوسط مصرف BrO_3^- برابر $0/03 mol.L^{-1}.s^{-1}$ باشد، کدام عبارت نادرست است؟ $(Br_2 = 160 g.mol^{-1})$

(آزمون کانون ــ ۲۷ دی ۹۲)



(آزمون کانون ــ ۲۶ دی ۹۳)

$$5Br^-(aq) + BrO_3^-(aq) + 6H^+(aq) \rightarrow 3Br_2(aq) + 3H_2O(l)$$

۱) در پایان این مدت از شروع واکنش ۴۳۲ گرم Br_2 تولید می‌شود.

۲) سرعت واکنش، ۰/۲ برابر سرعت مصرف Br^- است.

۳) سرعت متوسط مصرف H^+ از سرعت مصرف یا تولید بقیه مواد بیش‌تر است.

۴) سرعت متوسط مصرف Br^- در همین فاصله زمانی برابر ۰/۱۵ مول بر لیتر بر دقیقه است.

۴۳- کدام مطلب درست است؟

۱) شرایط بهینه برای انجام‌شدن واکنش در علم ترمودینامیک مورد بحث قرار می‌گیرد.

۲) نمی‌توان با برخی ویژگی‌ها مانند تغییر جرم، حجم یا تغییر فشار، سرعت واکنش را تعیین نمود.

۳) واکنش پربازده واکنشی است که در مدتی کوتاه مقدار چشم‌گیری فراورده تولید می‌کند.

۴) واکنش‌هایی که ترمودینامیک امکان وقوع آن‌ها را پیش‌بینی می‌کند، لزوماً راه مناسبی برای وقوع آن‌ها از لحاظ سینتیک وجود دارد.

۴۴- واکنش مقابل را در نظر بگیرید: $C_2H_4(g) + O_3(g) \rightleftharpoons C_2H_4O(g) + O_2(g)$

با توجه به جدول زیر، کدام عبارت در مورد آن درست است؟

(آزمون کانون ــ ۲۶ دی ۹۳)

زمان (s)	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰
غلظت اوزون $(mol.L^{-1})$	$3/2\times10^{-5}$	$2/42\times10^{-5}$	$1/95\times10^{-5}$	$1/63\times10^{-5}$	$1/4\times10^{-5}$	$1/23\times10^{-5}$	$1/1\times10^{-5}$

۱) در یک دقیقه اول واکنش، غلظت اوزون به طور متوسط در هر ثانیه $3/5\times10^{-6} mol.L^{-1}$ کاهش می‌یابد.

۲) سرعت متوسط تولید گاز O_2 بیان می‌دارد که غلظت اکسیژن در هر لحظه چقدر سریع افزایش می‌یابد.

۳) سرعت متوسط مصرف اتیلن با گذشت زمان کاهش و سرعت متوسط تولید گاز C_2H_4O با گذشت زمان افزایش می‌یابد.

۴) سرعت متوسط مصرف اوزون در بازه‌ی زمانی صفر تا ۱۰ ثانیه، ۶ مرتبه سریع‌تر از سرعت متوسط مصرف اوزون در بازه‌ی زمانی ۵۰ تا ۶۰ ثانیه است.

۴۵- از HCl تولیدی در واکنش $B_2H_6(g) + 6Cl_2(g) \rightarrow 2BCl_3(g) + 6HCl(g)$ برای واکنش $2Al(s) + 6HCl(aq) \rightarrow 2AlCl_3(aq) + 3H_2(g)$ استفاده می‌شود. ۶/۵ مول B_2H_6 را به همراه ۲۴/۵ مول Cl_2 وارد یک ظرف سربسته می‌کنیم تا با هم واکنش دهند. اگر پس از مدتی مجموع مول‌های گازی در طرف اول برابر ۳۳ باشد و HCl آن در ظرف دیگری و در واکنش دوم در مدت دو دقیقه مصرف شود، سرعت تولید گاز هیدروژن بر حسب $mol.L^{-1}.min^{-1}$ کدام است؟ (حجم بالای محلول در ظرف واکنش دوم، ۳ لیتر است.)

(آزمون کانون ــ ۲۶ دی ۹۳)

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۶ ۴) ۳

۴۶- در شرایط معینی، پتاسیم کلرات با سرعت متوسط ۰/۸ مول بر دقیقه در حال تجزیه شدن است. حجم گاز تولید شده در مدت ۵ دقیقه در شرایط استاندارد چند لیتر است؟ $2KClO_3(s) \xrightarrow{\Delta} 2KCl(s) + 3O_2(g)$

(آزمون کانون ــ ۲۲ فروردین ۹۳)

۱) ۸۹/۶ ۲) ۸/۹۶ ۳) ۱۳/۴۴ ۴) ۱۳۴/۴

۴۷- اگر در واکنش $2N_2O_5(g) \rightarrow 4NO_2(g) + O_2(g)$، مقدار ۰/۸ مول گاز N_2O_5 را در ظرف یک لیتری قرار دهیم تا تجزیه شود و پس از ۲ دقیقه مقدار پیشرفت واکنش ۸۰٪ باشد، نسبت سرعت متوسط تولید NO_2 به سرعت متوسط تولید O_2 چقدر است؟

(آزمون کانون ــ ۲۲ فروردین ۹۳)

۱) ۱ ۲) ۴ ۳) ۲ ۴) ۸

۴۸- در یک ظرف واکنش، در مدّت زمان چهار دقیقه بعد از آغاز واکنش تجزیه‌ی PCl_5 گازی، سرعت متوسط تولید گاز کلر $0/1 L.s^{-1}$ است. اگر ۱۹۹/۸۴ گرم از PCl_5 پس از گذشت این زمان در ظرف واکنش باقی بماند، چند درصد از PCl_5 تجزیه شده است؟ (حجم مولی گازها در دمای واکنش = ۲۵ لیتر و $Cl = 35/5 : g.mol^{-1}$ و $P = 31$)

(آزمون کانون ــ ۲۲ فروردین ۹۳)

۱) ۲۵/۰۲ ۲) ۵۰/۰۴ ۳) ۷۰/۰۴ ۴) ۳۵/۰۲

۴۹- کدام مطلب درست است؟ (آزمون کانون ــ ۱۴ فروردین ۹۴)

۱) خودبه‌خودی بودن یک واکنش از دید ترمودینامیک به این معناست که واکنش یاد شده بایستی با سرعت انجام شود.
۲) واکنش‌های زیادی وجود دارند که سینتیک، امکان وقوع آن‌ها را پیش‌بینی می‌کند، اما از دید ترمودینامیک راه مناسبی برای وقوع آن‌ها وجود ندارد.
۳) ترمودینامیک با تعیین سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها و تغییر آنتروپی، شرایط بهینه برای انجام واکنش را بررسی می‌کند.
۴) بررسی ساختار و ویژگی‌های گونه یا گونه‌هایی که در هر مرحله از واکنش تولید یا مصرف می‌شوند در سینتیک انجام می‌شود.

۵۰- مقداری پتاسیم نیترات را در دمای بالاتر از $500\,^{\circ}C$، در ظرفی حرارت می‌دهیم. پس از گذشت ۵ دقیقه از شروع واکنش ۱۵۰۰ میلی‌لیتر گاز نیتروژن تولید می‌شود. سرعت متوسط مصرف پتاسیم نیترات از ابتدای واکنش چند $mol.min^{-1}$ است؟ (چگالی گاز نیتروژن $2/8 g.L^{-1}$ فرض شود و $N = 14 g.mol^{-1}$) (آزمون کانون ــ ۱۴ فروردین ۹۴)

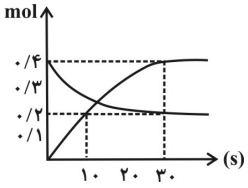
۱) ۰/۰۳ ۲) ۰/۰۶ ۳) ۰/۱۲ ۴) ۰/۱۵

۵۱- در یک ظرف، سه ترکیب گازی A، B و C وجود دارد. با استفاده از اطلاعات زیر معادله واکنش انجام شده بین آن‌ها کدام است؟ (آزمون کانون ــ ۱۴ فروردین ۹۴)

$$\bar{R}_C = +\frac{\Delta n_C}{\Delta t} \quad و \quad \bar{R}_A = 0/25 \times \frac{\Delta n_B}{\Delta t} = \frac{1}{2}\frac{\Delta n_C}{\Delta t}$$

۱) $A \rightarrow 4B + 2C$ ۲) $A + 2B \rightarrow 4C$
۳) $A \rightarrow 2B + C$ ۴) $A + 2C \rightarrow 4B$

۵۲- مقداری گاز NO_2 را وارد ظرف در بسته مناسب می‌کنیم تا مطابق واکنش $2NO_2(g) \rightarrow 2NO(g) + O_2(g)$ تجزیه شود. اگر در دقیقه دوم از شروع واکنش مجموع حجم گازهای NO، NO_2 و O_2 در شرایط STP برابر ۱۴ لیتر باشد و سهم هر کدام از گازها به نسبت استوکیومتری آن‌ها باشد، مقدار NO_2 در شروع واکنش چند گرم بوده است و برای مصرف مقدار باقی‌مانده NO_2 با نصف سرعت اولیه (دقایق ۰ تا ۲) چند ثانیه زمان لازم است؟ $(N = 14, O = 16 : g.mol^{-1})$ (آزمون کانون ــ ۱۴ فروردین ۹۴)



۱) ۳۰۰ -۲۸/۷۵
۲) ۱۵۰ -۲۸/۷۵
۳) ۲۴۰ -۲۳
۴) ۱۲۰ -۲۳

۵۳- در واکنش تجزیه‌ی سدیم آزید، ۷۰ لیتر گاز نیتروژن در مدت ۰/۰۰۸ ثانیه تولید شده است. سرعت متوسط مصرف سدیم آزید چند $mol.min^{-1}$ است؟ (چگالی گاز نیتروژن در شرایط آزمایش $0/8 g.L^{-1}$ است و $N = 14 g.mol^{-1}$) (آزمون کانون ــ ۱۶ خرداد ۹۳)

۱) ۱۰۰۰۰ ۲) ۱۵۰۰۰ ۳) ۲۰۰۰۰ ۴) ۳۰۰۰۰

۵۴- در واکنش $Li_2O_2(s) + CO_2(g) \rightarrow \ldots +$، اگر در شرایط معین، در مدت ۳۰ دقیقه، ۴ مول لیتیم پراکسید با گاز CO_2 واکنش دهد، سرعت تشکیل گاز اکسیژن تقریباً برابر چند میلی‌لیتر بر ثانیه در شرایط STP است؟ (آزمون کانون ــ ۳۰ خرداد ۹۳)

۱) ۲۴/۸۸ ۲) ۱۲/۴۴ ۳) ۰/۰۲۴ ۴) ۰/۰۱۲

۵۵- در واکنش روی با هیدروکلریک اسید که در یک ظرف سربسته ۵ لیتری انجام می‌گیرد، اگر پس از ۱۵ ثانیه چگالی گاز هیدروژن $0/6 g.L^{-1}$ باشد، سرعت متوسط مصرف روی در این گستره‌ی زمانی برحسب $mol.min^{-1}$ کدام است؟ $(H = 1 g.mol^{-1})$ (آزمون کانون ــ ۱ خرداد ۹۴)

۱) ۶ ۲) ۲۴ ۳) ۱۲ ۴) ۳۶

۵۶- ۸ لیتر گاز N_2O_4 با ۱۲ لیتر N_2H_4 را در شرایط استاندارد وارد یک ظرف می‌کنیم تا به صورت زیر با هم واکنش دهند. اگر پس از گذشت ۵ دقیقه حجم مخلوط گازی موجود در ظرف ۲۸ لیتر باشد، سرعت متوسط تولید N_2 چند $L.s^{-1}$ است؟ $N_2O_4(g) + 2N_2H_4(g) \rightarrow 3N_2(g) + 4H_2O(g)$ (آزمون کانون ــ ۸ خرداد ۹۴)

۱) 2×10^{-2} ۲) $1/5 \times 10^{-2}$ ۳) 3×10^{-3} ۴) $2/4 \times 10^{-3}$

۵۷- در ظرفی سربسته با حجم ثابت، ۱۵ مول N_2O طبق معادله‌ی $2N_2O(g) \rightarrow 2N_2(g) + O_2(g)$ تجزیه می شود، اگر سرعت تجزیه N_2O در یک دقیقه اول واکنش ثابت بوده و برابر $0/15 mol.s^{-1}$ باشد و پس از آن مقدار واکنش دهنده در هر دقیقه نصف شود، مقدار N_2O در ثانیه ۳۰ پس از شروع واکنش چند مول است و چند دقیقه طول می‌کشد تا ۹۵ درصد از کل واکنش دهنده تجزیه شود؟ (آزمون کانون ــ ۱۵ خرداد ۹۴)

۱) ۱۰/۵ – ۴ ۲) ۱۲ – ۳ ۳) ۱۰/۵ – ۳ ۴) ۱۲ – ۴

۵۸- کدام گزینه نادرست است؟ **(شکل - صفحه‌ی ۱ کتاب درسی)**

۱) واکنش تجزیه‌ی سلولز کاغذ بسیار کند رخ می‌دهد.

۲) افزودن محلول سدیم کلرید به محلول نقره نیترات باعث تشکیل سریع رسوب سفیدرنگ نقره کلرید می‌شود.

۳) زنگار تولید شده از واکنش زنگ زدن آهن، ترد و شکننده است و فرو می‌ریزد.

۴) در انفجار، از مقدار کمی از یک ماده‌ی منفجر شونده تنها در حالت جامد، حجم بسیار زیادی از گازهای داغ تولید می‌شود.

۵۹- با گذشت زمان در ظرف حاوی محلول مس (II) سولفات و تیغه‌ی روی، به تدریج شدت رنگ آبی محلول ..... و در پایان واکنش، محلول ..... می‌شود همچنین مقدار Cu(s) ..... می‌یابد. **(شکل - صفحه‌ی ۲ کتاب درسی)**

۱) کاهش- بی‌رنگ- کاهش ۲) کاهش- بی‌رنگ- افزایش ۳) افزایش – آبی پررنگ- کاهش ۴) افزایش - آبی پررنگ - افزایش