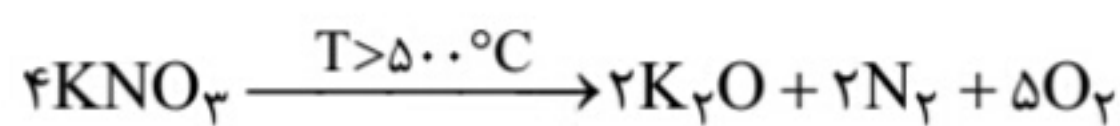


سینتیک

مفاهیم اولیه

- ۱- خودبه خودی بودن یک واکنش از دید (سینتیک / ترمودینامیک) به این معنا (است/نیست) که واکنش یاد شده بایستی با سرعت انجام شود.
- ۲- ترمودینامیک (امکان/چگونگی) وقوع واکنش‌ها و سینتیک (امکان/چگونگی) واکنش‌ها را بررسی می‌کند.
- ۳- واکنش‌های بسیاری هستند که (سینتیک / ترمودینامیک) امکان وقوع آن‌ها را بررسی می‌کند ولی از دید (سینتیک/ترمودینامیک) راه مناسبی برای انجام آن‌ها وجود ندارد.
- ۴- رنگ، جرم، فشار، غلظت، آنالیز، آنالیز کمیتهای قابل اندازه‌گیری هستند که با آن‌ها می‌توان سرعت واکنش را تعیین کرد. ✗
- ۵- واکنشی کامل است که غلظت همه‌ی واکنش دهنده‌ها در پایان به صفر برسد. ✗
- ۶- شمار اندکی از واکنش‌ها همواره با سرعت ثابتی پیشرفت می‌کند. ✓ مرتبه صفر
- ۷- (شمار اندکی/بیش‌تر) واکنش‌ها در آغاز سریع هستند ولی با گذشت زمان سرعت آن‌ها (افزایش/کاهش) می‌یابد.
- ۸- واکنش با پیشرفت خوب از نظر (سینتیک / ترمودینامیک) مساعد است و واکنشی با بازده خوب از نظر (سینتیک/ترمودینامیک) مساعد است.



۹- با توجه به واکنش مقابل:

$$\begin{aligned} \bar{R}_{\text{N}_2} &= \frac{5}{2} \bar{R}_{\text{O}_2} \\ -\frac{\Delta n_{\text{KNO}_3}}{4\Delta t} &= \frac{\Delta n_{\text{O}_2}}{5\Delta t} \\ \bar{R}_{\text{O}_2} &= \frac{1}{5} \bar{R}_{\text{K}_2\text{O}} \end{aligned}$$

سرعت مصرف O_2 پنج برابر سرعت واکنش است.
 تولید

نظریه‌های سینتیک

۱۰- در واکنش $\text{NO}_2 + \text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3 + \text{NO}$ جهت مناسب برخورد به صورت اتم

(اکسیژن/نیتروژن) در مولکول NO_2 به اتم (اکسیژن/گوگرد) در مولکول SO_2 است.

۱۱- اساس نظریه برخورد بر (برخورد/پیچیده‌ی فعال) و اساس نظریه حالت گذار بر

(برخورد/پیچیده‌ی فعال) استوار است.

۱۲- نظریه‌ی (حالت گذار/برخورد)، (برخی همه‌ی) نارسایی‌های نظریه‌ی (حالت گذار/برخورد) را

برطرف کرد.

۱۳- در نظریه‌ی برخورد به طور هم‌زمان، پیوندهای اولیه در حال شکستن و پیوندهای جدید در

حال تشکیل شدن هستند. ✗

۱۴- در تفسیر ساز و کار واکنش $\text{NH}_3(\text{aq}) + \text{HCl}(\text{g}) \rightarrow$ می‌توان از نظریه‌ی برخورد استفاده کرد. ✗

۱۵- انرژی فعال سازی، برابر حداکثر انرژی لازم برای آغاز یک واکنش است. ✗

۱۶- در یک واکنش گرماده:

E_a - E'_a ✗

- سرعت رفت ✗ سرعت برگشت

- پایداری مواد اولیه ✗ پایداری فرآورده‌ها

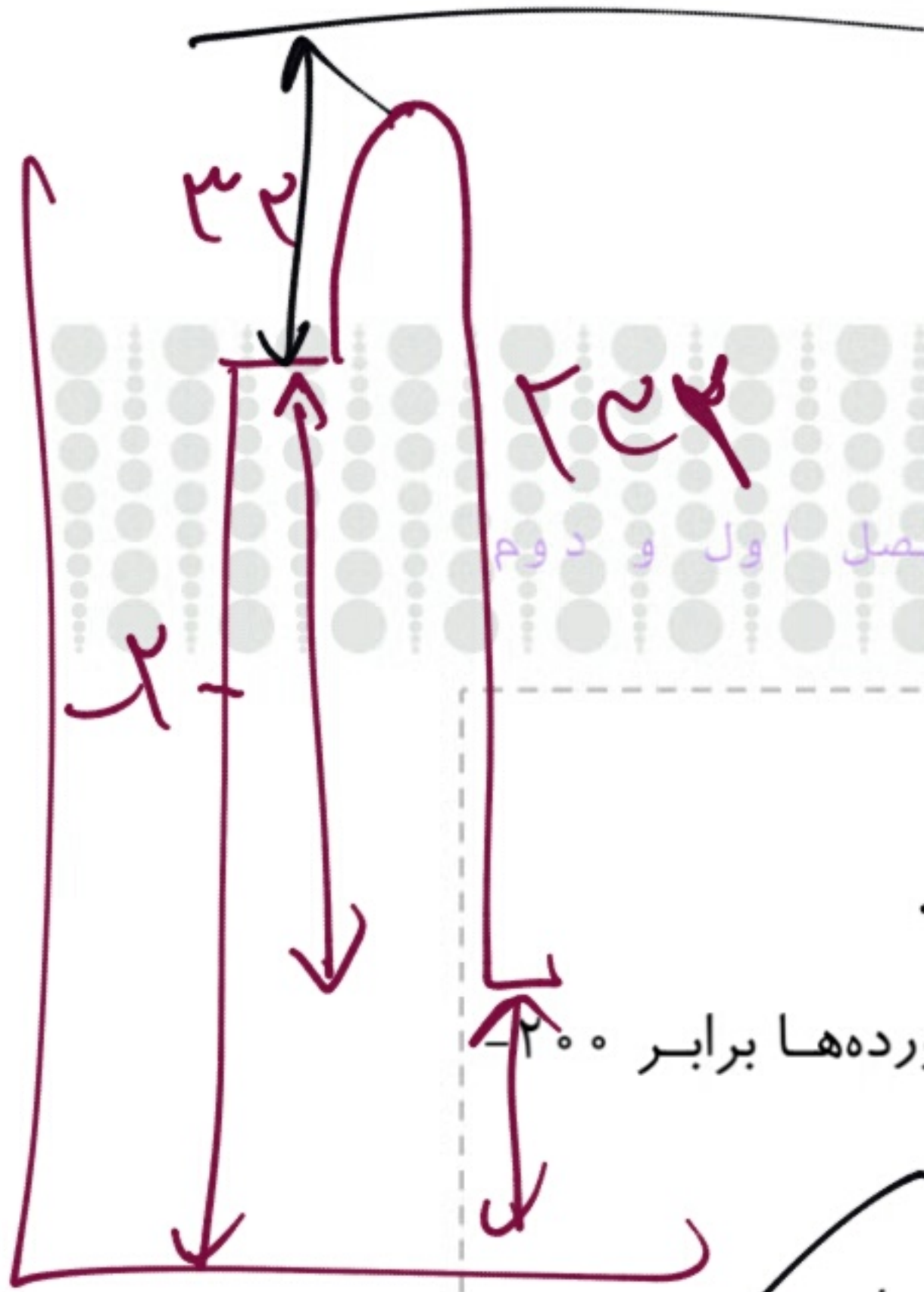
- انرژی پیوند واکنش‌دهنده‌ها ✗ انرژی پیوند فرآورده‌ها

- ΔH تشکیل واکنش‌دهنده‌ها ✗ ΔH تشکیل فرآورده‌ها

۱۷- با توجه به واکنش تجزیه‌ی آب اکسیژنه $2\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$ که سطح انرژی مواد

اولیه در آن ۳۲ کیلوژول از پیچیده‌ی فعال پایین‌تر و ۲۰۰ کیلوژول از فرآورده‌ها بالاتر است،

درستی یا نادرستی جملات زیر را مشخص کنید.



- مجموع انرژی پیوند واکنش دهنده‌ها ۳۲ کیلوژول است.

- ΔH واکنش برابر ۲۰۰- کیلوژول بر مول است.

- تفاوت مجموع انرژی پیوند واکنش دهنده‌ها با مجموع انرژی پیوند فراورده‌ها برابر ۲۰۰- کیلوژول است.

- واکنش گرماده و با افزایش آنتروپی همراه است به همین دلیل برگشت‌ناپذیر است.

- با افزودن یون I^- به عنوان کاتالیزگر سرعت واکنش با کاهش ΔH افزایش می‌یابد.

- علامت W در این واکنش مثبت است.

$$\Delta E = \Delta H + W$$

- در این واکنش $\Delta H > \Delta E$ می‌باشد.

- واکنش برگشت با افزایش محتوای انرژی همراه است.

- سرعت واکنش رفت از برگشت بیشتر است.

- مجموع آنتالپی تشکیل فرآورده‌ها از مواد اولیه بیشتر است.

عوامل مؤثر بر سرعت
 مهم‌ترین عامل ماهیت ← غیر قابل تغییر
 مهم‌ترین عامل گاناز ← قابل تغییر
 ۱۸- چون ماهیت واکنش دهنده‌ها بیشترین تاثیر را روی سرعت دارد، در آزمایش‌ها با تغییر آن

سرعت را بهبود می‌دهند.

۱۹- زیاد بودن سرعت واکنش N_2 با H_2 نسبت به O_2 و H_2 به دلیل تفاوت در ماهیت آن‌ها است.

۲۰- در معادله‌ی سرعت واکنش، مرتبه‌ی واکنش نسبت به هر واکنش دهنده یک عدد درست است.

۲۱- آهن به علت خاصیت فلزی نمی‌سوزد.

۲۲- در واکنش بنیادی $aA(g) + bB(g) \rightarrow$ در صورتی که غلظت A را ۲ برابر کنیم سرعت

$$k[A]^a[B]^b$$

واکنش 2^a می‌شود، خواهد شد.

۲۳- در رابطه‌ی سرعت، n ، m و k هر سه کمیتی تجربی هستند.

کاتالیزرها اهمیت کاتالیزرها انرژی فعاله شیمی چهارم

دکتر صالحی راد

- ۲۴- k سرعت به دما و کاتالیزگر بستگی دارد ولی K تعادل فقط به دما وابسته است.
- ۲۵- در یک واکنش مرتبه‌ی صفر سرعت واکنش ثابت است.
- ۲۶- کاتالیزگر بر کمیت‌های (سنتتیک/ ترمودینامیکی) تأثیر دارد و در ضمن کاتالیزگر بر روی توابع (حالت/ مسیر) نمی‌تواند تأثیر گذار باشد.
- ۲۷- کاتالیزگر انرژی فعال‌سازی رفت و برگشت را به (اندازه نسبت) کاهش می‌دهد.
- ۲۸- کاتالیزگر واکنش تهیه $(NO_2 / NO)SO_3$ است. کاتالیزگر واکنش تجزیه $(MnO_2 / MnO_2)KClO_3$ است. کاتالیزگر واکنش تجزیه $(KI / I^-)H_2O_2$ است. کاتالیزگر واکنش H_2 و O_2 است. کاتالیزگر واکنش سوختن قند است. کاتالیزگر فرایند هابر (Au / Fe) است.
- ۲۹- کاتالیزگر باعث افزایش ثابت سرعت واکنش (k) می‌شود.
- ۳۰- N_2O_5 بر اثر تجزیه به گاز اکسیژن و (NO_2 / NO) تبدیل می‌شود، این ترکیب (قطبی/ ناقطبی) است، (اسید/ باز) آرنیوس می‌باشد و مرتبه واکنش تجزیه آن و واحد ثابت سرعت در آن است.
- ۳۱- کاتالیزگرهای جامد با (گوگرد/ فسفر) مسموم می‌شوند.
- ۳۲- ترتیب مقدار آلاینده‌های خروجی از خودروها به صورت $CO > C_xH_y > NO$ است.
- ۳۳- گاز (NO_2 / SO_3) جزء آلاینده‌های خروجی از آگروز خودروها نیست.



مثال ۳۴: رابطه‌ی قانون سرعت برای واکنش فرضی $A \rightarrow B$ به صورت $R = k[A]^2$ است. پس از تبدیل ۹۰ درصد ماده A به فراورده، سرعت واکنش چند برابر سرعت آغازی آن خواهد بود؟

(سراسری تجربی ۹۳)

چون ۵۰٪ به فراورده تبدیل شده

۱۰ درصد ماده است

$$\frac{R_{\text{پایان}}}{R_{\text{آغاز}}} = \frac{k [10\%]^2}{k [100\%]^2} = 0.01$$

- ۰/۰۱ (۱)
- ۰/۱ (۲)
- ۰/۰۹ (۳)
- ۰/۹ (۴)

مثال ۳۵: اگر واکنش فرضی $2A + 2B \rightarrow C + 2D$ ، نسبت به A از مرتبه‌ی دوم و نسبت به

B نیز از مرتبه‌ی دوم باشد و در شرایطی که غلظت A برابر ۰/۲ مول بر لیتر و غلظت B برابر

۰/۴ مول بر لیتر است سرعت واکنش برابر $4 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$ باشد، ثابت سرعت این واکنش

چند $\text{L}^3.\text{mol}^{-3}.\text{s}^{-1}$ است و با دو برابر کردن غلظت A و سه برابر کردن غلظت B سرعت واکنش

چند برابر می‌شود؟

(۱) ۰/۰۶۲۵

(۲) ۰/۰۱۲۵

(۳) ۰/۰۶۲۵

(۴) ۰/۰۱۲۵

مثال ۳۶: برای واکنش گازی $2A + B \rightarrow 2C$ مقدار ۲/۴ مول گاز A را به همراه ۰/۸ مول

گاز B وارد یک ظرف ۴ لیتری می‌کنیم. پس از گذشت ۲/۵ دقیقه از آغاز واکنش، ۲/۸ مول گاز

در ظرف وجود دارد، سرعت واکنش بر حسب $\text{mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$ کدام است؟

(۱) ۰/۰۴

(۲) ۰/۰۸

(۳) ۰/۸

(۴) ۰/۴

مثال ۳۷: با توجه به شکل زیر اگر حجم ظرف واکنش برابر ۵ لیتر باشد و معادله‌ی

واکنش به صورت $2A \rightarrow 3B$ باشد. سرعت متوسط مصرف A در بازه‌ی زمانی ۱۰ تا ۳۰ ثانیه چند

مول بر دقیقه است؟

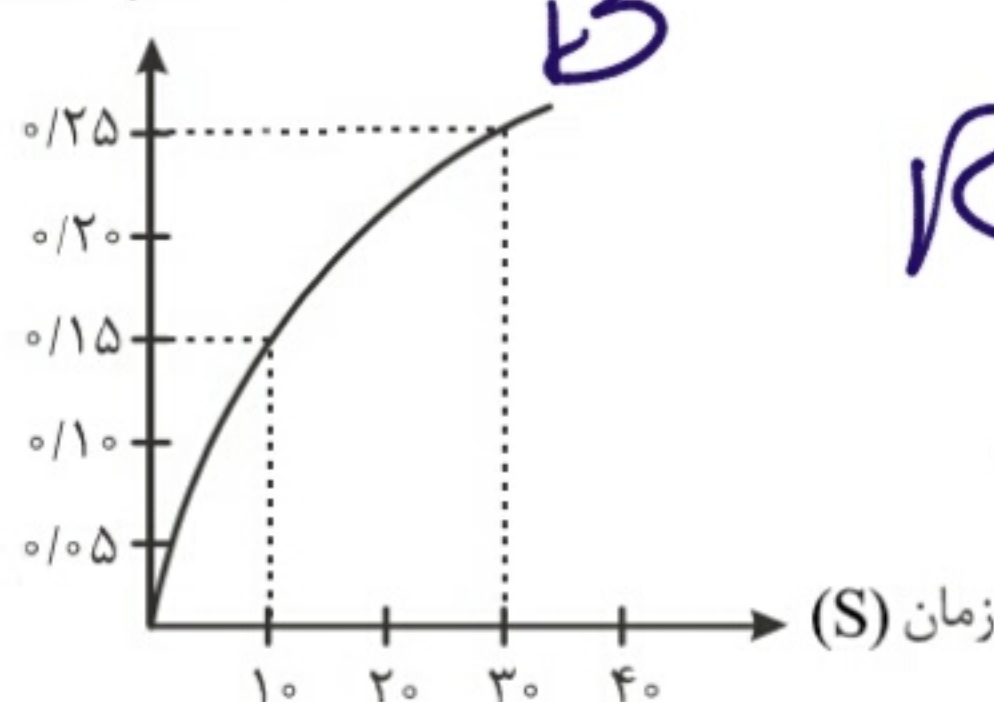
(۱) ۱/۵

(۲)

(۳) ۰/۷۵

(۴) ۰/۵

غلظت (mol.L^{-1})

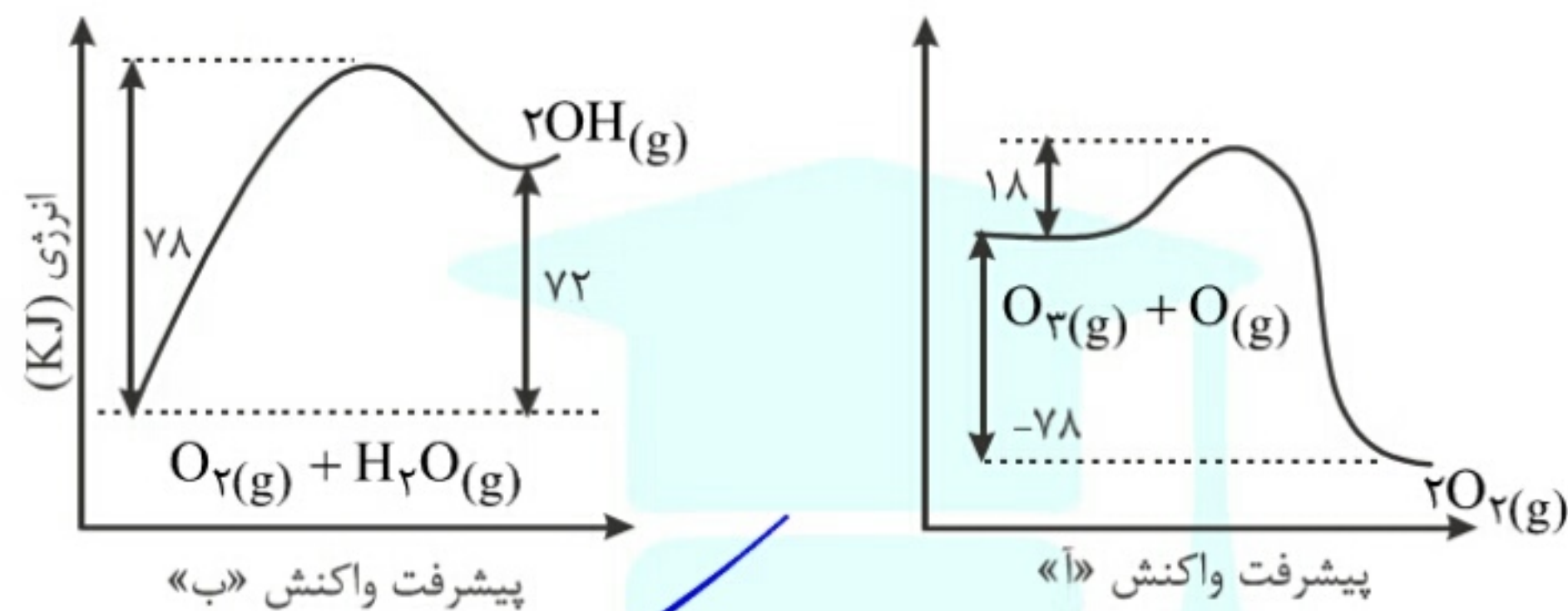


$$R_B = 1/5$$

$$R_A = 1/2 \times 1/5 = 1/10$$

❓ **مثال ۳۸:** با توجه به نمودارهای «انرژی - پیشرفت واکنش» زیر چند عبارت نادرست

است؟



- (آ) واکنش «آ» با آزاد شدن ۷۸ کیلوژول گرما همراه است. ✓
- (ب) دو واکنش از نگاه آنتالپی تفاوت دارند، اما از نگاه مقدار کار، مشابه هستند. ✓
- (پ) انرژی فعال‌سازی واکنش «آ» در جهت رفت، سه‌برابر واکنش «ب» در جهت برگشت است. ✓
- (ت) سرعت واکنش «آ» بیشتر است و تشکیل هر مول گاز اکسیژن با آزاد شدن ۷۸ کیلوژول گرما همراه است. ✗
- (ث) تفاوت آنتالپی دو واکنش برابر ۶- است. ✗
- (ج) انرژی پیوند مواد اولیه در واکنش (آ) بیشتر از واکنش (ب) است. ✗

❓ **مثال ۳۹:** واکنش $A + X \rightarrow 2D + Z$ از قانون سرعت $k[A][X]$ پیروی میکند. پس از آغاز

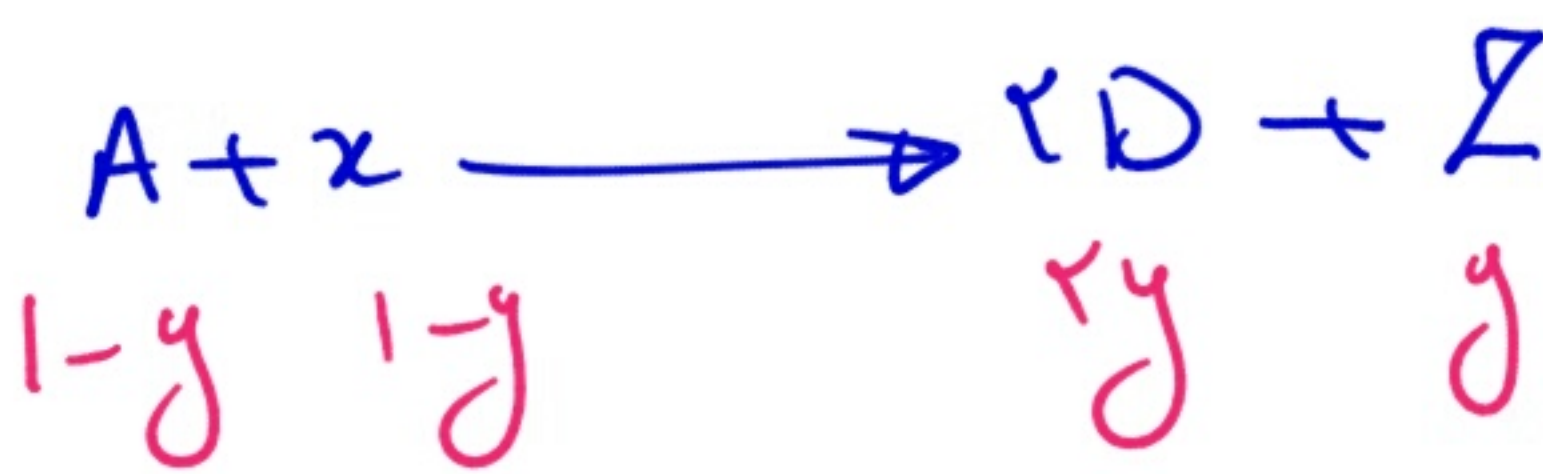
واکنش با غلظت یک مولار هریک از واکنش دهنده‌ها، سرعت اولیه این واکنش چند برابر سرعت آن در لحظه‌ای است که غلظت A با غلظت D برابر شده باشد؟ (سراسری تجربی ۹۴)

(۱) ۱/۲۵

(۲) ۲/۲۵ ✓

(۳) ۳/۲۵

(۴) ۴/۲۵

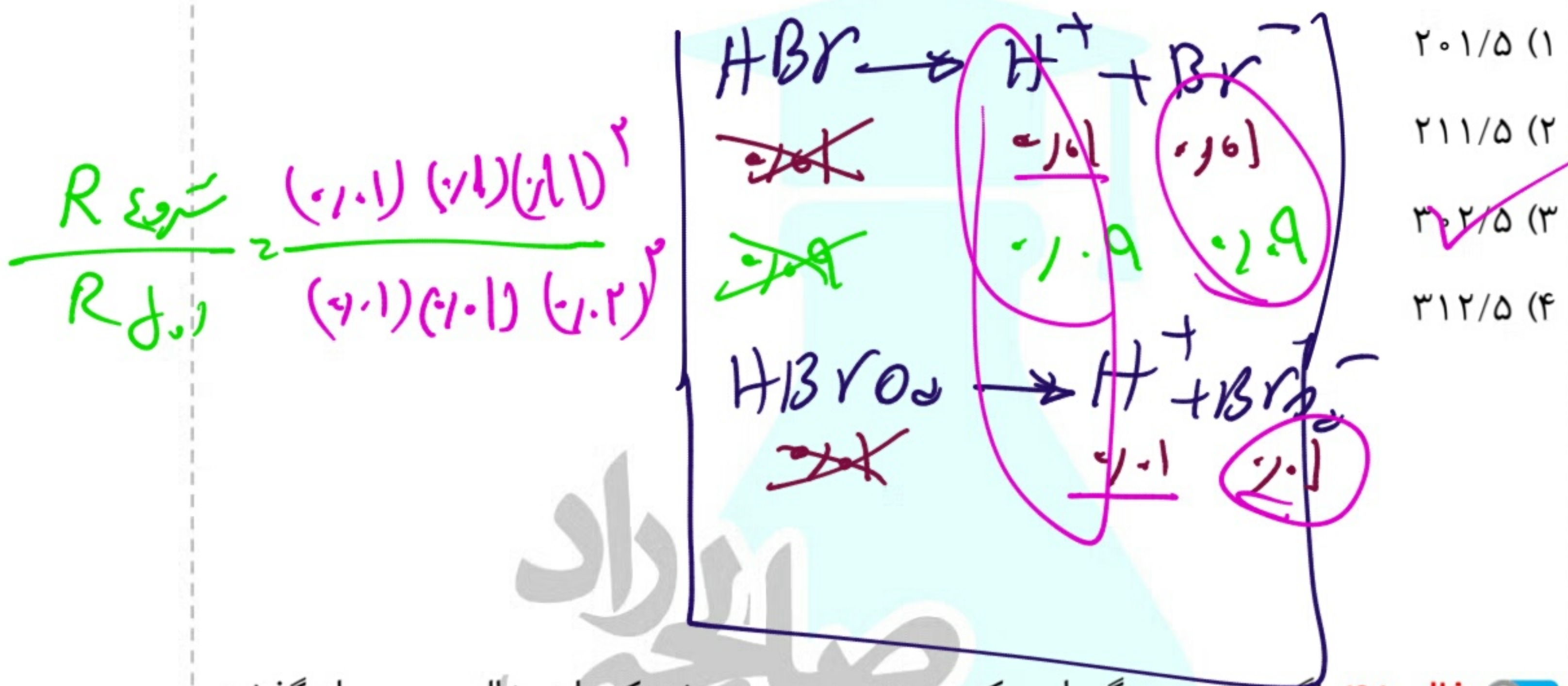


$$\frac{R_{\text{تجزیه}}}{R_{\text{مردفوا}}} = \frac{k[A][X]}{k\left[\frac{2}{3}\right]\left[\frac{2}{3}\right]} = \frac{9}{4}$$

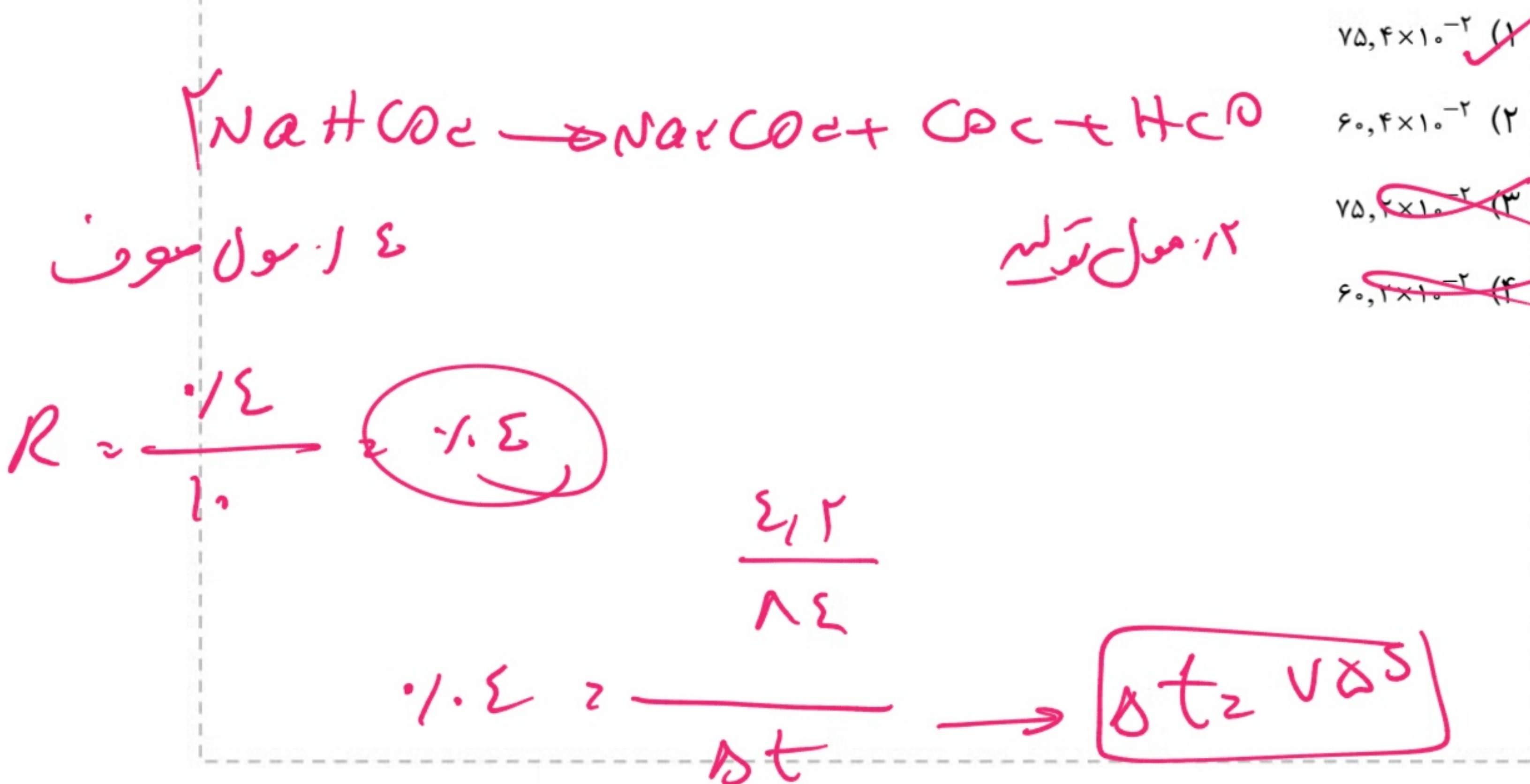
$$1-y = 2y$$

$$y = \frac{1}{3}$$

مثال ۴۰: در یک لیتر محلول دارای دو اسید قوی HBr و HBrO_3 که غلظت هر یک برابر 0.1% مول بر لیتر است، واکنش: $\text{HBrO}_3 + 5\text{HBr} \rightarrow 3\text{Br}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ ، با قانون سرعت: $k[\text{BrO}_3^-][\text{Br}^-][\text{H}^+]^2$ انجام میشود. باحل شدن 0.9% مول HBr اضافی در این محلول در آغاز واکنش، سرعت شروع واکنش نسبت به حالت اول چند برابر می شود؟ (سراسری ریاضی ۹۴)



مثال ۴۱: اگر در تجزیه گرمایی یک نمونه سدیم هیدروژن کربنات خالص، پس از گذشت ۱۰ دقیقه، $4/2$ گرم از آن باقی مانده و 0.2% مول آب تشکیل شده باشد، سرعت تجزیه سدیم هیدروژن کربنات، برابر چند مول بر دقیقه است و با همین سرعت متوسط، چند ثانیه دیگر واکنش کامل می شود؟ ($\text{H} = 1, \text{C} = 12, \text{O} = 16, \text{Na} = 23$) (سراسری ریاضی ۹۴)



تعادل

۴۲- نام شیمیایی ترکیب $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ مس II سولفات آبیوشده است که در حالت آبدار (سفید/آبی) و در حالت بدون آب (آبی/سفید) است.

۴۳- واکنش $2\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g}), \Delta H < 0$ (برگشت ناپذیر) برگشت پذیر است.

۴۴- واکنش $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ یکی از مراحل مهم فرآیند ... برای تهیه

(صنعتی/آزمایشگاهی) $(\text{H}_2\text{SO}_4 / \text{H}_2\text{SO}_3)$ است که یک واکنش تعادلی (فیزیکی / شیمیایی)

(همگن، ناهمگن) است و در آن از کاتالیزگرهای $(\text{V}_2\text{O}_5 / \text{N}_2\text{O}_5)$ یا (Pt / Pb) استفاده می شود.

۴۵- فرآیند تجزیه سنگ آهک در ظرف دربسته یک واکنش تعادلی (فیزیکی / شیمیایی) فاز ... فاز است.

۴۶- تعادل $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CoCl}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ (فیزیکی / شیمیایی) است و در آن غلظت واکنش دهنده ها و فرآورده ها برابر است.

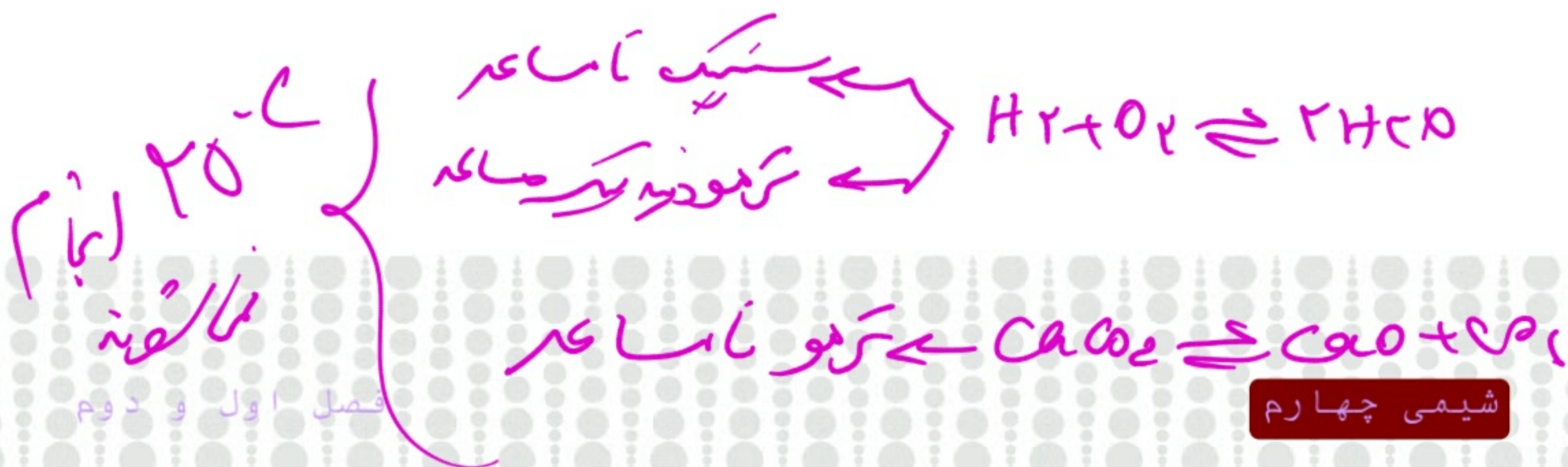
۴۷- در حالت تعادل، ثابت سرعت واکنش رفت با ثابت سرعت واکنش برگشت برابر است.

۴۸- هر چه مقدار K بزرگ تر باشد شرایط (ترمودینامیکی / سینتیکی) در جهت رفت (مساعدتر / نامساعدتر) و پیشرفت واکنش بیش تر است.

۴۹- ثابت تعادل فقط به دما بستگی دارد و واحد ندارد.

۵۰- غلظت مایعات و جامدهای خالص ثابت است و از تقسیم ... به دست می آید.

۵۱- بزرگ بودن K به این مفهوم است که واکنش در مجاورت کاتالیزگر مناسب انجام شده است.



۵۲- در مورد واکنش تعادلی گازی $2H_2 + O_2 \rightleftharpoons 2H_2O, K = 2/9 \times 10^{81}$ درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را مشخص کنید.

(آ) در دمای $25^\circ C$ با توجه به ثابت تعادل بالا تا مرز کامل شدن پیشرفت می‌کند.

(ب) یکای ثابت تعادل آن $mol.L^{-1}$ است.

(پ) چون انرژی فعالسازی بسیار کمی دارد با سرعت بالا انجام می‌شود.

(ت) در دمای $25^\circ C$ از دید ترمودینامیک کنترل می‌شود ولی از لحاظ سینتیکی مساعد است.

۵۲- سنگ مرمر $CaCO_3$ (تقریباً خالص/ناخالص) و سنگ آهک $CaCO_3$ (تقریباً خالص/ناخالص) است.

۵۳- واکنش تجزیه سنگ آهک در دمای $25^\circ C$ از دید (سینتیکی/ترمودینامیکی) کنترل می‌شود.

۵۴- در واکنش تعادلی $(CaCO_3 \rightleftharpoons CaO + CO_2 / 2H_2 + O_2 \rightleftharpoons 2H_2O)$ می‌توان از اصول استوکیومتری استفاده کرد.

۵۵- با توجه به واکنش $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$ جملات زیر را کامل کنید.

(آ) با افزایش مقدار CaO تعادل به سمت (رفت/برگشت) جابه‌جا می‌شود و ثابت تعادل (کاهش/افزایش) می‌یابد.

(ب) با افزایش مقدار CO_2 سرعت واکنش برگشت (افزایش/کاهش)، سرعت واکنش رفت

(افزایش/کاهش) مقدار $CaCO_3$ (افزایش/کاهش) می‌یابد و در تعادل جدید نسبت به تعادل اولیه

غلظت CO_2 (افزایش/کاهش) یافته است.

$$K = [CO_2]$$

۵۶- در تعادل $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ مقدار SO_3 می‌ریزیم. پس از برقراری تعادل جدید

غلظت SO_2 ، O_2 و SO_3 در تعادل جدید نسبت به قدیم (افزایش/کاهش)، (افزایش/کاهش) و

(افزایش/کاهش) یافته است.

۵۷- با توجه به تعادل گازی $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$ با افزایش حجم پس از رسیدن به تعادل جدید

سامانه (پررنگ تر / کم رنگ تر) سرعت واکنش رفت (بیش تر / کم تر) و سرعت واکنش برگشت

(بیش تر / کم تر) و غلظت N_2O_4 (افزایش / کاهش) و ثابت تعادل (افزایش / کاهش) می یابد.

۵۸- در تعادل $Co(H_2O)_6^{2+} + 4Cl^-_{(aq)} \rightleftharpoons CoCl_4^{2-}_{(aq)} + 6H_2O(l)$ با افزایش فشار واکنش در جهت

(رفت / برگشت) جابه جا می شود

۵۹- با توجه به تعادل $Co(H_2O)_6^{2+} + 4Cl^-_{(aq)} \rightleftharpoons CoCl_4^{2-}_{(aq)} + 6H_2O(l)$ با افزایش دما سرعت

واکنش رفت (افزایش / کاهش) سرعت واکنش برگشت (افزایش / کاهش) غلظت Cl^- ، $CoCl_4^{2-}$ و

H_2O به ترتیب (افزایش / کاهش)، (افزایش / کاهش) و (افزایش / کاهش) و ثابت تعادل (افزایش /

کاهش) می یابد.

۶۰- در تعادل $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$ با افزایش دما ثابت تعادل (افزایش / کاهش) و رنگ سامانه

(پررنگ / کم رنگ) می شود.

۶۱- کاتالیزگر ثابت سرعت را به یک (اندازه / نسبت)، ثابت تعادل را به یک (اندازه / نسبت)،

سرعت واکنش رفت و برگشت را به یک (اندازه / نسبت) و انرژی فعالسازی رفت و برگشت را به

یک (اندازه / نسبت) تغییر می دهد.

۶۲- ساخت تجهیزات تولید آمونیاک توسط (هابر / بوش) انجام شد. این فرایند گرما (گیر / رده)

می باشد. ماده حدواسط این واکنش (N_2H_4 / N_2O_4) است و در موشک آپولو از (N_2H_4 / N_2O_4) به

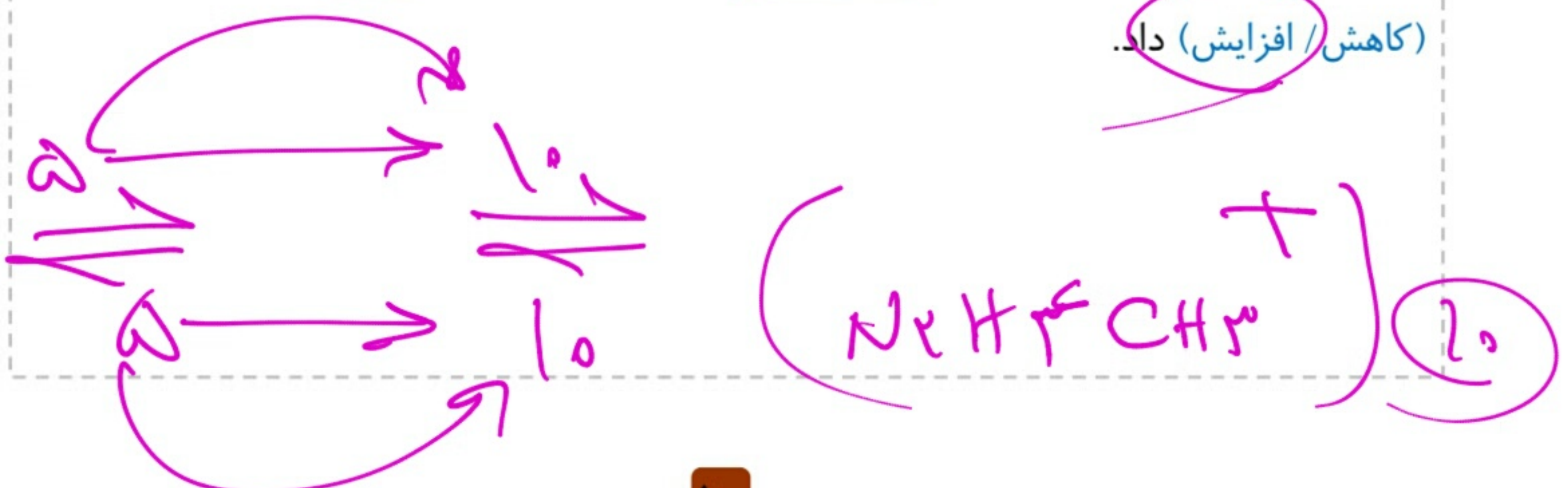
عنوان سوخت استفاده شد.

۶۳- در فرآیند هابر N_2 مورد نیاز را از (تقطیر هوای مایع / تقطیر نفت خام) و گاز هیدروژن را از

طریق عبور دادن (بخار آب / CO_2) از روی (زغال داغ / بخار آب) به دست می آورند.

۶۴- در فرآیند هابر برای افزایش درصد مولی آمونیاک باید دما را (کاهش / افزایش) و فشار را

(کاهش / افزایش) داد.



مثال ۶۵: با افزایش دمای یک ظرف یک لیتری در بسته که دارای ۰/۱ مول CO، ۰/۱ مول CO_2 ، ۰/۲۱ مول NiO و ۰/۲۱ مول Ni است، ثابت تعادل واکنش $\text{NiO(s)} + \text{CO(g)} \rightleftharpoons \text{Ni(s)} + \text{CO}_2\text{(g)}$ از ۱ به ۹۹ رسیده است. غلظت $\text{CO}_2\text{(g)}$ در این حالت برابر چند mol.L^{-1} است؟

۰/۱۵۲ (۱)
۰/۱۲۸ (۲)
۰/۰۹۸ (۳)
۰/۱۹۸ (۴) ✓

$K = \frac{[\text{CO}_2]}{[\text{CO}]} = \frac{0.1}{0.1} = 1$
 $K = \frac{[\text{CO}_2]}{[\text{CO}]} \Rightarrow 99 = \frac{0.1+x}{0.1-x}$
 $x = 0.98$
 $0.198 = \text{غلظت CO}_2$

مثال ۶۶: سه مول H_2 و یک مول CS_2 را در یک ظرف یک لیتری مطابق واکنش $4\text{H}_2\text{(g)} + \text{CS}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{S(g)} + \text{CH}_4\text{(g)}$ به تعادل می‌رساند. اگر در لحظه تعادل از واکنش‌دهنده اضافی ۰/۵ مول در ظرف باقی مانده باشد، ثابت تعادل این واکنش برابر چند L.mol^{-1} است؟

(سراسری تجربی ۹۳)

۱ ✓
۲ (۲)
۱۴ (۳)
۱۰ (۴)

$K = \frac{(x)(2x)^2}{(1-x)(3-4x)^4} = 1$
 $x = 0.75$
۱-۴ : امان

مثال ۶۷: اگر ۸ مول N_2O_4 را در یک ظرف دو لیتری وارد کرده، تا رسیدن به حالت تعادل ($K = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$) گرم کنیم، مقدار $\text{N}_2\text{O}_4\text{(g)}$ باقیمانده در ظرف برابر چند مول است؟

(تجربی خارج از کشور ۹۳)

۶/۴ (۱) ✓
۳/۲ (۲)
۱/۶ (۳)
۰/۸ (۴)

$\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$
 $8-x \quad 2x$
 $0.1 = \frac{(2x)^2}{8-x} \Rightarrow 4x^2 + 0.18x - 0.8 = 0$
 $x = 0.12$

$[\text{N}_2\text{O}_4] = 8-x = 8-0.12 = 7.88 \text{ mol}$