



منبع: کنکور سراسری

انرژی فعالسازي واکنش: $2\text{NO}(g) \rightarrow \text{N}_2(g) + \text{O}_2(g)$ ، برابر با ۳۸۰ کیلوژول است. اگر تفاوت سطح انرژی واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌های آن برابر با ۱۸۰ کیلوژول و واکنش گرماده باشد، کدام موارد از مطالب زیر، درست است؟
 الف) به ازای مصرف ۰/۲۵ مول گاز NO، ۰/۱۲۵ مول گاز N_2 تشکیل و ۴۵ کیلوژول گرما آزاد می‌شود.
 ب) آنتالپی واکنش برابر با ۱۸۰- کیلوژول است و سطح انرژی فرآورده‌ها از واکنش دهنده‌ها پایین‌تر است.
 پ) با کاربرد کاتالیزگر، شمار ذره‌هایی که در واحد زمان به فرآورده تبدیل می‌شوند، افزایش یافته و سرعت واکنش بیشتر می‌شود.
 ت) اگر با کاربرد کاتالیزگر، انرژی فعالسازي واکنش به ۱۹۰ کیلوژول برسد، تفاوت سطح انرژی واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌ها، ۵۰ درصد کاهش می‌یابد.

۱) الف - پ

۲) ب - ت

۳) الف - پ - ت

۴) ب - پ

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۹

باتوجه به واکنش: $\text{NO}_2(g) + \text{NO}(g) + \text{NH}_3(g) \rightarrow \text{N}_2(g) + \text{H}_2\text{O}(g)$ ، چند مورد از مطالب زیر نادرست است؟
 - آمونیاک کاهنده و اکسیدهای نیتروژن اکسندهند.
 - اکسندنده‌ها، چهار الکترون گرفته و کاهنده، سه الکترون می‌دهد.
 - پس از موازنه معادله واکنش، مجموع ضرایب مواد برابر با ۱۰ می‌شود.
 - این واکنش برای حذف آمونیاک و تبدیل آن به N_2 در مبدل کاتالیستی خودروهای دیزلی انجام می‌شود.

۱) ۱

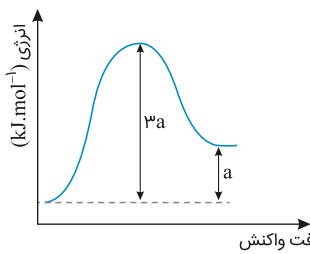
۲) ۲

۳) ۳

۴) ۴

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۹

باتوجه به نمودار تغییر انرژی نسبت به پیشرفت واکنش: $\text{A}(g) + \text{X}(g) \rightarrow \text{D}(g)$ که نشان داده شده است، کدام مطلب درست است؟



۱) سرعت واکنش کم و $\Delta H - E_a = 2a$ است.

۲) به ازای مصرف ۰/۱ مول گاز A، ۰/۱۸۰ kJ انرژی نیاز است.

۳) با افزایش دمای واکنش، سرعت آن افزایش می‌یابد، زیرا $E_a < 3a$ می‌شود.

۴) بیشترین مقدار انرژی لازم برای انجام واکنش، برابر با ۳a kJ و کمترین مقدار آن، برابر با پیشرفت واکنش a kJ است.

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۹

- ۱) افزایش دما، سرعت واکنش‌های گرماگیر و گرماده را افزایش می‌دهد.
- ۲) واکنش گاز هیدروژن با اکسیژن، گرماده و در مجاورت گرد روی، انفجاری است.
- ۳) واکنش‌های حذف آلاینده‌های آگروز خودروها، در دماهای پایین گرماده و سریع‌اند.
- ۴) با کاربرد کاتالیزگر، می‌توان E_a را به اندازه‌ای کاهش داد که واکنش گرماگیر به گرماده تبدیل شود.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۹

- ۵) یک واکنش فرضی گازی در دو دمای T_1 و T_2 ($T_1 > T_2$)، انجام می‌شود. کدام موارد از مطالب زیر درست است؟
- الف) کمینه انرژی موردنیاز برای انجام واکنش در دمای T_1 کمتر از مقدار آن در دمای T_2 است.
 - ب) تفاوت سرعت واکنش در دمای T_1 و T_2 ، به تفاوت سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌ها وابسته است.
 - پ) اگر واکنش گرماده باشد، سرعت تبدیل واکنش‌دهنده‌ها به فرآورده‌ها در دمای T_1 ، بیشتر از دمای T_2 است.
 - ت) اگر انرژی ذرات واکنش‌دهنده‌ها در دماهای T_1 و T_2 ، کمتر از E_a باشد، درصد تبدیل واکنش‌دهنده‌ها به فرآورده‌ها در این دو دما برابر است.

- ۱) الف - پ
۲) الف - ب
۳) ب - ت
۴) پ - ت

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۹

۶) باتوجه به داده‌های جدول زیر، اگر روزانه ۸۰۰۰۰۰ خودرو در شهری رفت‌وآمد کنند و هر خودرو، به گونه میانگین، ۵۰ کیلومتر مسافت را بپیماید، با نصب مبدل کاتالیستی در آگروز موتور خودرو، روزانه از ورود چند تن از این سه ماده آلاینده به هوا جلوگیری می‌شود و در این شرایط، چند درصد جرمی گازهای خروجی از آگروز را گاز CO تشکیل خواهد داد؟

NO	C_xH_y	CO	فرمول شیمیایی آلاینده	
۱/۰۳	۱/۶۶	۶/۰	در نبود مبدل	مقدار آلاینده $g.km^{-1}$
۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۶	در مجاورت مبدل	

- ۱) ۷۴/۱۴ ، ۲۸۸/۴
۲) ۸۵/۷۱ ، ۲۸۸/۴
۳) ۷۴/۱۴ ، ۳۱۹/۶
۴) ۸۵/۷۱ ، ۳۱۹/۶

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۹

بهره‌گیری از کاتالیزگر در فرآیند تبدیل گازوییل به هیدروکربن‌های سبک‌تر در پالایشگاه، سبب کاهش دمای انجام واکنش از 700°C به 500°C می‌شود. اگر ظرفیت گرمایی ویژه گازوییل برابر با $0.8 \text{ J.g}^{-1}.\text{C}^{-1}$ باشد و برای تأمین گرمای لازم از سوختن گاز متان استفاده شود، با کاربرد کاتالیزگر در این فرآیند، برای تبدیل ۱ کیلوگرم گازوییل به فرآورده‌های موردنظر، به تقریب در مصرف چند لیتر گاز متان (در شرایط STP) صرفه‌جویی و از انتشار چند گرم گاز CO_2 جلوگیری می‌شود؟ (ΔH سوختن گاز متان، -880 kJ.mol^{-1} در نظر گرفته شود، $\text{C} = 12$, $\text{O} = 16$: g.mol^{-1})

$$8/8, 4/07 \quad (2)$$

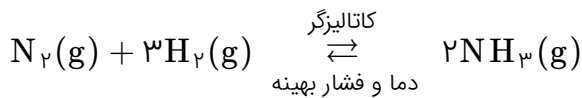
$$8, 4/07 \quad (1)$$

$$6/8, 5/04 \quad (4)$$

$$6, 5/04 \quad (3)$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۹

۱۰ مول گاز نیتروژن و ۳۰ مول گاز هیدروژن در شرایط بهینه واکنش هابر، با یکدیگر واکنش داده شده‌اند. حداکثر چند گرم آمونیاک، در ظرف واکنش تشکیل خواهد شد؟ ($\text{N} = 14$, $\text{H} = 1$: g.mol^{-1}) (با کمی تغییر)



$$148/75 \quad (2)$$

$$95/2 \quad (1)$$

$$340 \quad (4)$$

$$170 \quad (3)$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۸

در واکنش به حالت تعادل: $\text{A}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{X}(\text{g}) + \text{D}(\text{g})$ ، که در یک ظرف سر بسته دو لیتری قرار دارد، مقدار هر یک از مواد برابر ۰/۴ مول است. اگر در همان دمای آزمایش، این مخلوط تعادلی به یک ظرف سر بسته ۴ لیتری منتقل شود، مقدار $\text{X}(\text{g})$ در تعادل جدید، به تقریب برابر چند مول خواهد بود؟ ($\sqrt{0.2} \simeq 0.45$)

$$0.5 \quad (2)$$

$$0.1 \quad (1)$$

$$0.85 \quad (4)$$

$$0.65 \quad (3)$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۶

۱ مول گاز اوزون را در یک ظرف یک لیتری در بسته تا رسیدن به حالت تعادل: $2\text{O}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{O}_2(\text{g})$ ، گرم می‌کنیم. اگر در لحظه تعادل، غلظت مولار گاز اوزون برابر $\frac{1}{6}$ غلظت مولار گاز اکسیژن باشد، ثابت تعادل این واکنش کدام است؟

$$43/2 \text{ mol.L}^{-1} \quad (2)$$

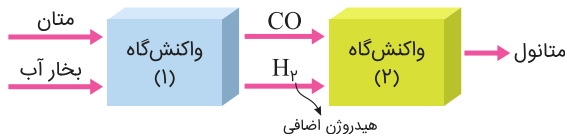
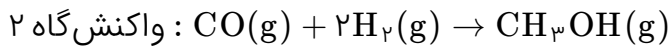
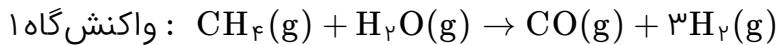
$$43/2 \text{ L.mol}^{-1} \quad (1)$$

$$0.6 \text{ mol.L}^{-1} \quad (4)$$

$$0.6 \text{ L.mol}^{-1} \quad (3)$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۶

یک کارخانه تولید متانول، از واکنش متان با بخار آب برای تولید مواد اولیه لازم استفاده می‌کند (واکنش گاه ۱). در واکنش گاه ۲، از CO(g) و $\text{H}_2\text{(g)}$ تولید شده متانول تهیه می‌شود. به ازای تولید هر کیلوگرم گاز هیدروژن اضافی مورد استفاده در سلول‌های سوختی، چند کیلوگرم متانول به دست می‌آید؟ (همه واکنش‌ها کامل فرض شوند).
 $(\text{H} = 1, \text{C} = 12, \text{O} = 16 : \text{g} \cdot \text{mol}^{-1})$



۸ (۱)

۱۲ (۲)

۱۶ (۳)

۲۵ (۴)

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۷

تعداد شیمیایی $\text{AB(g)} \rightleftharpoons \text{A(g)} + \text{B(g)}$ ، در ظرف سر بسته ۱۰ لیتری در دمای اتاق برقرار است. کدام گزینه درباره این تعادل درست است؟

(۱) با کاهش فشار، سرعت واکنش رفت نسبت به واکنش برگشت افزایش می‌یابد.

(۲) با کاهش حجم ظرف به ۵ لیتر، ثابت تعادل نصف می‌شود.

(۳) با خروج مقداری AB(g) از سامانه، تعادل در جهت برگشت جابه‌جا شده و کاهش غلظت این ماده به‌طور کامل جبران می‌شود.

(۴) اگر با افزایش دما، مقدار B افزایش یابد، واکنش رفت گرماده است.

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۱

باتوجه به داده‌های جدول زیر که به واکنش تعادلی گازی: $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ مربوط است، کدام مطلب نادرست است؟

دما ($^{\circ}C$)	$K (mol^{-1}.L)$
۲۵	2×10^{24}
۲۲۷	$2/5 \times 10^{10}$
۴۳۶	$2/5 \times 10^4$

(۱) ΔH واکنش منفی است.

(۲) با افزایش دما، تعادل در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود.

(۳) واکنش گرماده است و افزایش دما سبب کاهش سرعت آن می‌شود.

(۴) انرژی فعال‌سازی واکنش در جهت رفت کمتر از مقدار آن در جهت برگشت است.

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۰

۱۴ اگر ۲ مول $CaCO_3$ در ظرف سه لیتری در بسته تا دمای $827^{\circ}C$ گرم شود، شمار تقریبی مولکول‌های CO_2 موجود در ظرف، پس از برقراری تعادل، کدام است؟ ($K = 10^{-2} mol.L^{-1}$)

(۱) $1/8 \times 10^{22}$

(۲) $1/8 \times 10^{23}$

(۴) 6×10^{22}

(۳) 6×10^{21}

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۱

۱۵ هرگاه در یک واکنش به حالت تعادل در دمای ثابت، غلظت یکی ازها یابد، واکنش درجهت تا آنجا پیش می‌رود که به ثابت تعادل برسد.

(۱) فرآورده، کاهش، رفت، آغازی

(۲) فرآورده، کاهش، برگشت، جدید

(۳) واکنش‌دهنده، کاهش، رفت، جدید

(۴) واکنش‌دهنده، افزایش، برگشت، آغازی

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۸

۱۶ کدام موارد از مطالب زیر، درست‌اند؟

الف) به گونه معمول، بیشتر پلاستیک‌ها، زیست‌تخریب‌پذیرند.

ب) پلاستیک پلی‌اتیلن ترفتالات را می‌توان پس از مصرف، بازیافت کرد.

پ) دسترسی به پلاستیک‌ها، نمونه‌ای از نتایج خلاقیت بشر به شمار می‌آید.

ت) چگالی بالا و نفوذناپذیری پلاستیک‌ها در برابر آب‌وهوا، از ویژگی‌های آن‌ها است.

(۱) ب - پ

(۲) ب - ت

(۳) الف - ب - پ

(۴) ب - پ - ت

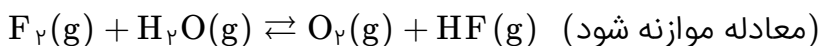
کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۸

در واکنش: $4\text{HCl}(g) + \text{O}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(g) + 2\text{Cl}_2(g)$, $K = 10 \text{ L.mol}^{-1}$ ، به ترتیب از راست به چپ با افزایش کدام عامل و یا دو برابر کردن غلظت مولار کدام ماده، تأثیر بیشتری بر جابه‌جایی تعادل به سمت راست دارد؟

- (۱) حجم، O_2
- (۲) حجم، HCl
- (۳) فشار، O_2
- (۴) فشار، HCl

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۸

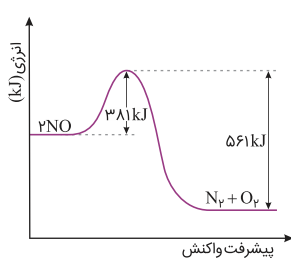
در یک آزمایش، $\frac{2}{1}$ مول $\text{F}_2(g)$ و $\frac{1}{1}$ مول $\text{H}_2\text{O}(g)$ در یک ظرف دو لیتری باهم واکنش می‌دهند. اگر در لحظه تعادل، ۲ مول گاز فلوئور، یک مول آب، $\frac{2}{2}$ مول HF و $\frac{5}{10}$ مول گاز اکسیژن در ظرف واکنش وجود داشته باشد، مقدار K (برحسب mol.L^{-1})، کدام است؟



- (۱) 10^{-5}
- (۲) 10^{-4}
- (۳) 2×10^{-3}
- (۴) 5×10^{-3}

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۸

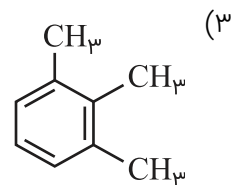
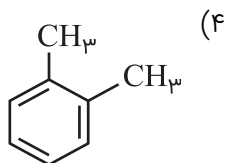
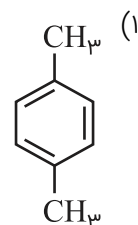
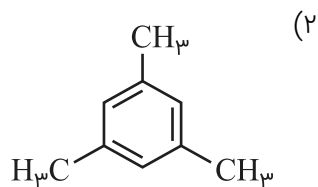
باتوجه به نمودار و داده‌های جدول زیر، در اثر پیمایش ۱۰۰ کیلومتر مسافت به وسیله یک خودروی دارای مبدل کاتالیستی، چند کیلوژول گرما در مبدل کاتالیستی تولید می‌شود؟ ($\text{O} = 16$, $\text{N} = 14$: g.mol^{-1})



مقدار آلاینده برحسب گرم	بدون مبدل کاتالیستی	با مبدل کاتالیستی
در هر کیلومتر پیمایش	۱/۰۴	۰/۰۴

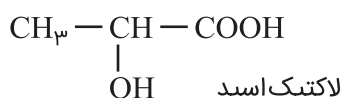
- (۱) ۲۰۰
- (۲) ۲۶۰
- (۳) ۳۰۰
- (۴) ۳۶۰

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۸



کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۸

باتوجه به ساختار لاکتیک اسید، پلیمر به دست آمده از آن، گروه عاملی مشابه کدام پلیمر، خواهد داشت؟



(۱) کولار

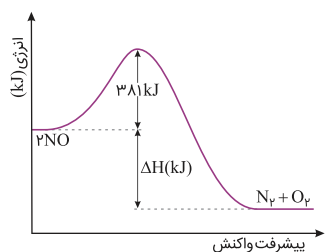
(۲) سلولز

(۳) پلی اتن

(۴) پلی اتیلن ترفتالات

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۸

باتوجه به شکل زیر، اگر انرژی پیوندهای $\text{N} = \text{O}$ و $\text{N} \equiv \text{N}$ و $\text{O} = \text{O}$ به ترتیب برابر ۶۰۷، ۹۴۴ و ۴۹۶ کیلوژول بر مول باشد، جمع جبری ΔH و E_a در واکنش (رفت) نشان داده شده، چند کیلوژول است؟



(۱) +۱۵۵

(۲) +۱۸۷

(۳) +۴۲۱

(۴) +۶۰۷

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۸

در ظرف ۲ لیتری دربسته‌ای، ۱ مول گاز آمونیاک، ۲ مول گاز هیدروژن و ۲ مول گاز نیتروژن، در دمای معین، به حالت تعادل قرار دارند. ثابت این تعادل برابر $L^2 \cdot \text{mol}^{-2}$ است و با اندکی پایین آوردن دمای سامانه واکنش، ثابت تعادل و واکنش درجهت جابه‌جا می‌شود. $(\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}), \Delta H < 0)$

(۲) ۰/۱۶، ثابت می‌ماند، رفت

(۱) ۰/۲۵، بزرگ‌تر می‌شود، رفت

(۴) ۰/۱۶، ثابت می‌ماند، برگشت

(۳) ۰/۲۵، کوچک‌تر می‌شود، برگشت

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۸

فسفر سفید برخلاف هیدروژن در هوا و در دمای اتاق به طور خودبه خودی آتش می‌گیرد؛ بنابراین، در آزمایشگاه، آن را زیر آب نگهداری می‌کنند. نقش آب در این فرآیند، کدام است؟

- (۱) کاتالیزگر
- (۲) بازدارنده
- (۳) کاهش‌دهنده E_a
- (۴) افزایش‌دهنده E_a

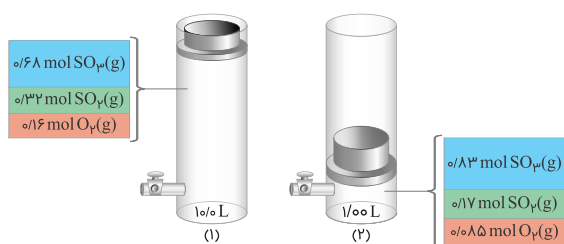
کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۸

در یک ظرف پنج لیتری در بسته، مقداری از گازهای هیدروژن و کربن دی‌سولفید وارد شده است. اگر در لحظه تعادل ۱/۵ مول از هر واکنش‌دهنده، ۵/۵ مول گاز متان و ۱ مول گاز هیدروژن سولفید در مخلوط تعادلی وجود داشته باشد، مقدار K برحسب $L^2 \cdot mol^{-2}$ ، کدام است؟ (معادله موازنه شود). $CS_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons CH_4(g) + H_2S(g)$

- (۱) $6/25 \times 10^5$
- (۲) $6/25 \times 10^6$
- (۳) $1/25 \times 10^5$
- (۴) $1/25 \times 10^6$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۸

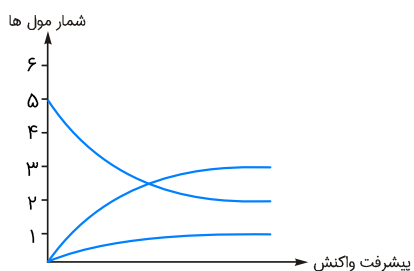
باتوجه به شکل زیر و ثابت در نظر گرفتن دما، کدام مطلب نادرست است؟



- (۱) مقدار ثابت تعادل در حالت ۱ برابر ۲۸۲/۲ است.
- (۲) کاهش حجم، سبب جابه‌جا شدن تعادل در جهت رفت شده است.
- (۳) با کاهش حجم ظرف، غلظت اکسیژن ۴/۳ برابر شده است.
- (۴) غلظت $SO_3(g)$ بر اثر افزایش فشار، ۱۲/۲ برابر شده است.

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۰

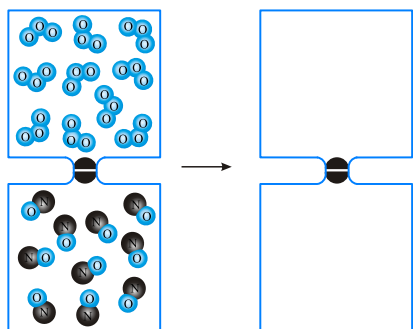
باتوجه به نمودار زیر که به تجزیه تعادلی $A(s)$ به فرآورده‌های گازی مربوط است، مقدار K در شرایط آزمایش کدام است؟ (حجم ظرف، ده لیتر است)



- (۱) $1 \text{ mol}^2 \cdot L^{-2}$
- (۲) $3/375 \text{ mol} \cdot L^{-1}$
- (۳) $9 \times 10^{-3} \text{ mol}^3 \cdot L^{-3}$
- (۴) $2/7 \times 10^{-3} \text{ mol}^4 \cdot L^{-4}$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۶

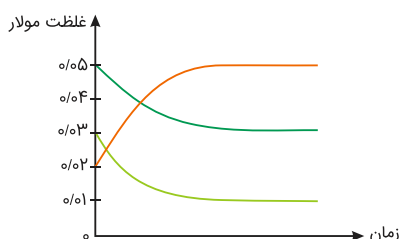
اگر ۵/۵ مول گاز اوزون و ۵/۵ مول گاز NO در دو ظرف یک لیتری مطابق شکل، با یکدیگر مخلوط شوند و واکنش برگشت پذیر:
 $O_3(g) + NO(g) \rightleftharpoons O_2(g) + NO_2(g)$, $K = ۶۴$ انجام گیرد، پس از برقراری تعادل، چند مول اکسیژن در مخلوط گازی وجود خواهد داشت؟



- (۱) $\frac{1}{9}$
- (۲) $\frac{2}{9}$
- (۳) $\frac{4}{9}$
- (۴) $\frac{7}{9}$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۰

باتوجه به نمودار پیشرفت واکنش نسبت به زمان زیر، مجموع ضریب‌های استوکیومتری مواد شرکت کننده در واکنش کدام است؟



- (۱) ۳
- (۲) ۴
- (۳) ۵
- (۴) ۷

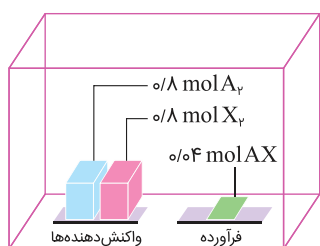
کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۷

اگر در یک واکنش گاه به حجم ۱۵۰ لیتر، ۵ کیلوگرم SnO_2 به همراه ۵/۶ کیلوگرم گاز CO وارد شده و پس از واکنش و برقراری تعادل: $SnO_2(s) + 2CO(g) \rightleftharpoons Sn(s) + 2CO_2(g)$ ، ۲/۴ کیلوگرم فلز قلع به دست آید، ثابت تعادل کدام است؟
 ($C = ۱۲$, $O = ۱۶$, $Sn \approx ۱۲۰$: $g \cdot mol^{-1}$ ؛ سامانه واکنش بسته فرض شود)

- (۱) ۰/۰۶۲۵
- (۲) ۰/۰۲۵
- (۳) ۰/۶۲۵
- (۴) ۰/۲۵

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۷

باتوجه به داده‌های شکل زیر که مقدار واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌ها را در حالت تعادل در یک ظرف دو لیتری در بسته در دمای معین نشان می‌دهد، ثابت تعادل کدام است و اگر بتوانیم حجم ظرف را در دمای ثابت به نصف کاهش دهیم، چه روی خواهد داد؟ (همه مواد گازی شکل‌اند)



- (۱) $۱۰^{-۳} \times ۲/۵$ ، وضعیت تعادل حفظ می‌شود.
- (۲) $۱۰^{-۳} \times ۱/۶۶$ ، وضعیت تعادل حفظ می‌شود.
- (۳) $۱۰^{-۳} \times ۲/۵$ ، تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود.
- (۴) $۱۰^{-۳} \times ۱/۶۶$ ، تعادل در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود.

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۷

باتوجه به واکنش تعادلی: $FeO(s) + CO(g) \rightleftharpoons Fe(s) + CO_2(g)$ که در دمای معین در یک ظرف در بسته یک لیتری و با یک مول از هر واکنش دهنده آغاز شده است، اگر مقدار ۵٪ مول گاز CO در تعادل وجود داشته باشد، ثابت تعادل کدام و مقدار Fe(s) موجود در تعادل چند گرم است؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید، $Fe = 56 \text{ g.mol}^{-1}$)

$$(۲) \quad 53/2, 0/95$$

$$(۱) \quad 5/32, 0/95$$

$$(۴) \quad 53/2, 19$$

$$(۳) \quad 5/32, 19$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۷

۵ مول $CO(g)$ با ۱۶ گرم از $H_2(g)$ در یک ظرف پنج لیتری در بسته، مطابق معادله: $CO(g) + 2H_2(g) \rightleftharpoons CH_3OH(g)$ وارد واکنش شده‌اند. اگر پس از نیم ساعت و با تولید ۹۶ گرم متانول، واکنش به تعادل برسد، سرعت متوسط مصرف $H_2(g)$ چند $\text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$ و مقدار K با یکای $\text{L}^2.\text{mol}^{-2}$ ، کدام است؟ ($H = 1, C = 12, O = 16 : \text{g.mol}^{-1}$)

$$(۲) \quad 3/75, 2/78 \times 10^{-4}$$

$$(۱) \quad 9/375, 6/67 \times 10^{-4}$$

$$(۴) \quad 3/75, 6/67 \times 10^{-4}$$

$$(۳) \quad 9/375, 2/78 \times 10^{-4}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۷

باتوجه به واکنش: $NiO(s) + CO(g) \rightleftharpoons Ni(s) + CO_2(g), \Delta H < 0$ ، که در دمای معین به حالت تعادل است، چند مورد از مطالب زیر، درست‌اند؟

- رابطه ثابت تعادل آن، به صورت: $K = \frac{[CO_2]}{[CO]}$ است.

- با کاهش دما، تعادلی جدید با ثابت K بزرگ‌تری برقرار می‌شود.

- با حذف مقداری از Ni(s) از سامانه واکنش، تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود.

- با انتقال به ظرف کوچک‌تر (در دمای ثابت)، تعادل جدیدی با ثابت K کوچک‌تری برقرار می‌شود.

$$(۲) \quad ۲$$

$$(۱) \quad ۱$$

$$(۴) \quad ۴$$

$$(۳) \quad ۳$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۶

اگر در واکنش ۶ مول گاز NO با ۴ مول گاز CO در یک ظرف در بسته دو لیتری در دمای معین، در لحظه تعادل ۴۲ گرم گاز نیتروژن وجود داشته باشد، مقدار K با یکای L.mol^{-1} و مجموع شمار مول‌های گاز در ظرف واکنش، به ترتیب از راست به چپ، کدام است؟ ($N = 14 \text{ g.mol}^{-1}$)

$$(۲) \quad ۸/۵, ۳$$

$$(۱) \quad ۴/۲۵, ۳$$

$$(۴) \quad ۸/۵, ۱/۵$$

$$(۳) \quad ۴/۲۵, ۱/۵$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۶

در یک آزمایش تولید آمونیاک در بهترین شرایط، ۲۵ درصد از گاز نیتروژن وارد شده در محفظه واکنش به فرآورده تبدیل شده است. اگر گازهای هیدروژن و نیتروژن به نسبت مولی ۳/۷۵ به ۱، در محفظه واکنش یک لیتری وارد شده باشند، مقدار K با یکای $L^2 \cdot mol^{-2}$ به تقریب کدام است؟

- (۱) ۰/۱۱ (۲) $1/23 \times 10^{-2}$ (۳) $9/26 \times 10^{-3}$ (۴) $3/7 \times 10^{-2}$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۶

۲ مول از $AX_2(s)$ در یک ظرف ۵ لیتری در بسته گرما داده می‌شود. اگر مقدار K برای واکنش: $AX_2(s) \rightleftharpoons A(g) + X_2(g)$ در دمای $100^\circ C$ و $300^\circ C$ به ترتیب برابر با 10^{-4} و 10^{-1} ($mol^2 \cdot L^{-2}$) باشد، غلظت تعادلی $X_2(g)$ در $300^\circ C$ به تقریب چندبرابر آن در $100^\circ C$ است؟

- (۱) ۲۵/۴ (۲) ۳۱/۶ (۳) ۱۰۰ (۴) ۱۰۰۰

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۷

اگر ۲ مول از گاز SO_3 در یک ظرف سربسته یک لیتری وارد و گرم شود، پس از برقراری تعادل زیر، چند مول گاز اکسیژن در ظرف وجود خواهد داشت؟



- (۱) ۱ (۲) ۰/۷۵ (۳) ۰/۵ (۴) ۰/۲۵

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۵

دو مول گاز دی‌نیتروژن پنتوکسید در ظرف دو لیتری به گاز اکسیژن و گاز نیتروژن دی‌اکسید در یک واکنش تعادلی تجزیه می‌شود. اگر پس از ۶۰ ثانیه، تعادل برقرار شود و نیم مول اکسیژن در ظرف وجود داشته باشد، مقدار عددی ثابت تعادل و سرعت متوسط واکنش تا رسیدن به تعادل، برحسب $mol \cdot L^{-1} \cdot min^{-1}$ (به ترتیب از راست به چپ) کدام‌اند؟

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

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۵

اگر ۳/۲ گرم گاز هیدروژن و ۱ مول گاز نیتروژن را در یک ظرف دو لیتری مخلوط کرده و گرما دهیم تا تعادل گازی: $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ برقرار شود و در حالت تعادل ۶/۸ گرم گاز آمونیاک در مخلوط تعادلی وجود داشته باشد، ثابت این تعادل برابر چند $mol^{-2} \cdot L^2$ است؟ ($H = 1$, $N = 14$: $g \cdot mol^{-1}$)

- (۱) ۰/۶۰ (۲) ۰/۶۵ (۳) ۰/۸۰ (۴) ۰/۸۵

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۱

۴۱

بر اساس واکنش تعادلی: $\text{H}_2\text{O}(g) + \text{C}(s) \rightleftharpoons \text{H}_2(g) + \text{CO}(g)$, $K = 10$, در یک ظرف سربسته ۲ لیتری، مقدار ۰/۴ مول زغال را با مقداری بخار آب مخلوط کرده، تا رسیدن به حالت تعادل گرم می‌کنیم. اگر در حالت تعادل، ۰/۲ مول $\text{CO}(g)$ در ظرف واکنش وجود داشته باشد، مقدار اولیه بخار آب در مخلوط، به تقریب برابر چند گرم بوده است؟ ($O = 16, H = 1 : \text{g.mol}^{-1}$)

(۱) ۳/۶۴

(۲) ۴/۹۶

(۳) ۴/۲۵

(۴) ۳/۲۵

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۱

۴۲

مخلوط ۱ مول $\text{H}_2(g)$ و ۱ مول $\text{I}_2(g)$ را در ظرفی یک لیتری گرم می‌کنیم. مقدار تقریبی $\text{HI}(g)$ هنگام برقراری تعادل، برابر چند گرم است؟ ($K = 64$ و $H = 1, I = 127 : \text{g.mol}^{-1}$)

(۱) ۳۵۱

(۲) ۲۰۴/۸

(۳) ۱۷۵

(۴) ۱۰۲/۴

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۱

۴۳

اگر در واکنش تعادلی تجزیه آمونیاک: $2\text{NH}_3(g) \rightleftharpoons \text{N}_2(g) + 3\text{H}_2(g)$, $K = 12$ ، که در یک ظرف دو لیتری در بسته در دمای معین برقرار است، پس از برقراری تعادل مقدار ۱/۲ مول هیدروژن وجود داشته باشد، مقدار اولیه آمونیاک برابر چند مول بوده است؟

(۱) ۰/۹۲

(۲) ۰/۸۴

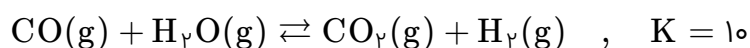
(۳) ۰/۶۸

(۴) ۰/۵۲

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۰

۴۴

مقداری بخار آب را با ۰/۶ مول گاز CO در ظرف سربسته ۳ لیتری مخلوط و گرم می‌کنیم تا تعادل گازی:



برقرار شود. اگر در حالت تعادل ۰/۳ مول گاز CO_2 در ظرف وجود داشته باشد، مقدار بخار آب در مخلوط اولیه، برابر چند مول بوده است؟

(۱) ۰/۱۱

(۲) ۰/۲۱

(۳) ۰/۳۳

(۴) ۰/۴۲

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۰

۴۵

۲/۴۸ مول گاز N_2 را با ۱/۶۸ مول گاز O_2 در یک ظرف دو لیتری سربسته مخلوط و گرم می‌کنیم تا تعادل گازی $2\text{NO}(g) \rightleftharpoons \text{N}_2(g) + \text{O}_2(g)$ برقرار شود. اگر در حالت تعادل ۰/۰۸ مول گاز NO در مخلوط وجود داشته باشد، ثابت تعادل این واکنش، کدام است؟

(۱) $1/6 \times 10^{-3}$

(۲) $1/6 \times 10^{-4}$

(۳) $1/8 \times 10^{-3}$

(۴) $1/8 \times 10^{-4}$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۰

۴/۱ مول گاز SO_2 را با ۲/۲ مول گاز O_2 در ظرف دو لیتری سر بسته مخلوط و گرم می‌کنیم تا تعادل گازی:
 $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ برقرار شود. اگر در حالت تعادل، ۴ مول گاز SO_3 در ظرف وجود داشته باشد، مقدار ثابت این تعادل چند $mol^{-1}.L$ است؟

- (۱) 1×10^{10} (۲) $1/6 \times 10^4$
 (۳) 2×10^{10} (۴) $2/5 \times 10^4$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۰

یک مول از گاز A تا دمای 500K در ظرف یک لیتری در بسته گرم می‌شود. اگر در حالت تعادل، ۲۰ درصد از این گاز مطابق واکنش $2A(g) \rightleftharpoons 2B(g) + C(g) + D(s)$ ، تفکیک شده باشد، مقدار عددی ثابت تعادل این واکنش در دمای آزمایش کدام است؟

- (۱) $2/5 \times 10^{-2}$ (۲) 5×10^{-2}
 (۳) $6/25 \times 10^{-3}$ (۴) $6/25 \times 10^{-4}$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۱

مقدار ۶ مول بخار متانول را در یک ظرف در بسته ۲ لیتری تا رسیدن به تعادل گازی: $CH_3OH(g) \rightleftharpoons CO(g) + 2H_2(g)$ ، گرما می‌دهیم. اگر در لحظه برقراری تعادل، ۸۰ درصد متانول تجزیه شده باشد، غلظت H_2 در حالت تعادل برابر چند مول بر لیتر و ثابت تعادل (به ترتیب از راست به چپ)، کدام‌اند؟

- (۱) $92/16\text{ mol}^2.L^{-2}$ ، $4/8$ (۲) $62/15\text{ mol}^2.L^{-2}$ ، $4/8$
 (۳) $92/16\text{ mol}.L^{-1}$ ، $2/4$ (۴) $62/15\text{ mol}.L^{-1}$ ، $2/4$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۵

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

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

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۱

دو مول از اکسید فلز M و یک مول از $CO(g)$ در ظرف یک لیتری در بسته وارد و گرما داده شده‌اند تا تعادل:
 $CO(g) + MO(s) \rightleftharpoons M(s) + CO_2(g)$ ، $K = 0/25$ برقرار شود. در حالت تعادل، نسبت مولی $\frac{MO(s)}{M(s)}$ ، کدام است؟

- (۱) ۱۶ (۲) ۱۲
 (۳) ۹ (۴) ۴

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۵

۵۱

بر اساس واکنش: $N_2(g) + 2O_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ ، به ترتیب ۵ و ۱ مول از گازهای اکسیژن و نیتروژن در ظرف یک لیتری در بسته‌ای وارد و گرم شده‌اند. اگر این واکنش پس از تبدیل ۵۰٪ از گاز نیتروژن به فرآورده، به تعادل برسد، مقدار K برحسب $L \cdot mol^{-1}$ کدام است؟

- (۱) ۰/۱۲۵
(۲) ۰/۲۵
(۳) ۱
(۴) ۴

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۵

۵۲

اگر واکنش تعادلی: $A(g) \rightleftharpoons 2B(g)$ ، $K = 2 mol \cdot L^{-1}$ ، با غلظت ۱ مولار ماده A آغاز شده باشد، بازده درصدی این واکنش، کدام است؟

- (۱) ۵۰
(۲) ۵۲/۵
(۳) ۶۰
(۴) ۶۲/۵

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۵

۵۳

۱/۶ مول گاز SO_2Cl_2 را در یک ظرف دو لیتری سر بسته تا رسیدن به تعادل: $SO_2Cl_2(g) \rightleftharpoons SO_2(g) + Cl_2(g)$ ، گرما می‌دهیم. اگر در حالت تعادل، مجموع شمار مول‌های گازی در ظرف واکنش برابر ۲/۴ باشد، ثابت تعادل در شرایط آزمایش چند $mol \cdot L^{-1}$ است؟

- (۱) ۳/۲
(۲) ۱/۶
(۳) ۰/۳۲
(۴) ۰/۴

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۵

۵۴

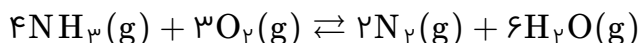
مقداری از گازهای CO و NO_2 را در یک ظرف سر بسته سه لیتری گرم می‌کنیم تا تعادل گازی: $CO(g) + NO_2(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + NO(g)$ برقرار شود. اگر در شرایط آزمایش مقدار ۰/۴۵ مول گاز CO_2 ، ۰/۹ مول گاز CO و ۰/۱۵ مول گاز NO_2 در مخلوط گازی به حال تعادل وجود داشته باشد، ثابت این تعادل، کدام است؟

- (۱) ۲/۵
(۲) ۱۵
(۳) ۱/۵
(۴) ۲۵

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۲

۵۵

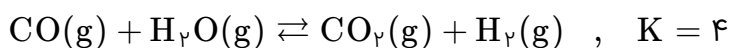
یک مول $NH_3(g)$ و یک مول $O_2(g)$ در یک ظرف یک لیتری در بسته، مطابق واکنش زیر، در دمای معین به تعادل رسیده‌اند. اگر در حالت تعادل ۰/۲ مول $N_2(g)$ در مخلوط وجود داشته باشد، غلظت مولار کدام گاز در مخلوط از همه بیشتر و ثابت تعادل به تقریب کدام است؟



- (۱) آب - ۰/۰۴۲
(۲) آب - ۰/۱۲۵
(۳) اکسیژن - ۰/۰۴۲
(۴) اکسیژن - ۰/۱۲۵

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۲

با توجه به واکنش تعادلی زیر، اگر در یک ظرف ۲ لیتری در بسته مقدار ۳۶ گرم بخار آب و ۲ مول گاز CO با هم واکنش دهند، چند مول بخار آب در حالت تعادل در ظرف باقی می‌ماند؟ ($H = 1, O = 16 : g.mol^{-1}$)



$$\frac{1}{4} \quad (2)$$

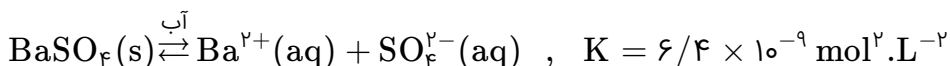
$$\frac{3}{4} \quad (4)$$

$$\frac{1}{3} \quad (1)$$

$$\frac{2}{3} \quad (3)$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۲

مقداری باریم سولفات ($M = 233 g.mol^{-1}$)، مطابق واکنش تعادلی زیر در ۱۰۰۰ گرم آب در دمای معین حل می‌شود. غلظت این ماده در آب، در این دما به تقریب برابر چند ppm است؟ (چگالی محلول برابر $1 g.mol^{-1}$ است)



$$18/64 \quad (2)$$

$$9/32 \quad (1)$$

$$80 \quad (4)$$

$$64 \quad (3)$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۳

۳ مول گاز I_2 با ۳ مول گاز H_2 در یک ظرف یک لیتری مخلوط شده‌اند، شمار مولکول‌های گاز HI پس از رسیدن به تعادل به تقریب کدام است؟ ($H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$, $K = 0/16$)

$$6/022 \times 10^{23} \quad (2)$$

$$3/011 \times 10^{23} \quad (1)$$

$$6/022 \times 10^{22} \quad (4)$$

$$3/011 \times 10^{22} \quad (3)$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۳

اگر ۸ مول $N_2O_4(g)$ را در یک ظرف دو لیتری وارد کرده، تا رسیدن به حالت تعادل ($K = 0/8 mol.L^{-1}$) گرم کنیم، مقدار $N_2O_4(g)$ باقی‌مانده در ظرف برابر چند مول است؟

$$3/2 \quad (2)$$

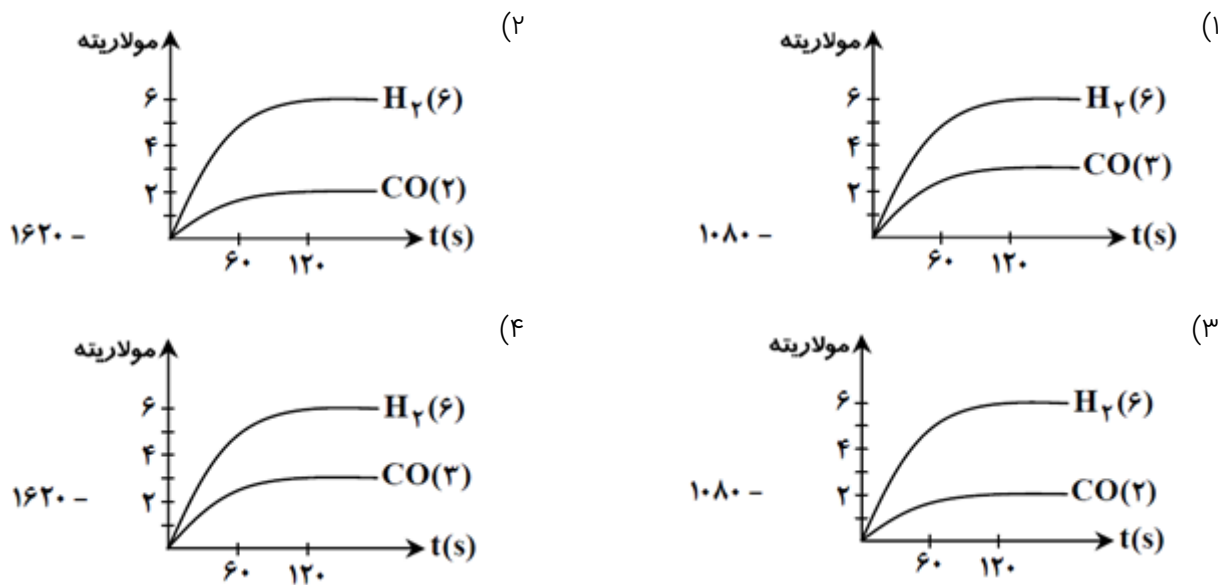
$$6/4 \quad (1)$$

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

$$1/6 \quad (3)$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۳

۴ مول متان و ۲/۲ مول بخار آب را در یک ظرف یک لیتری وارد کرده، گرم می‌کنیم تا در یک واکنش تعادلی به گازهای هیدروژن و کربن مونواکسید تبدیل شوند. اگر در لحظه تعادل مقدار گاز متان برابر ۲ مول باشد، کدام نمودار برای تغییر غلظت فرآورده‌های این واکنش درست و ثابت تعادل، به تقریب کدام است؟



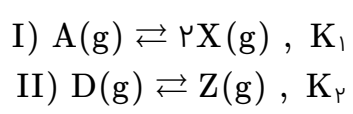
کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۳

در یک فرآیند، مقدار ۱۰ مول $N_2O_4(g)$ در یک ظرف ۵ لیتری وارد شده است. پس از گرم شدن و برقراری تعادل: $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ ، $K = 4 \text{ mol.L}^{-1}$ ، نسبت غلظت مولار NO_2 به غلظت مولار N_2O_4 و مجموع مول‌های گاز درون ظرف، کدام است؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید)

- (۱) ۱۰ ، ۴
- (۲) ۱۵ ، ۴
- (۳) ۱۰ ، ۲
- (۴) ۱۵ ، ۲

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۴

با توجه به واکنش‌های تعادلی فرضی روبه‌رو، در شرایطی که هر یک از آن‌ها در یک ظرف یک لیتری در بسته و با یک مول ماده اولیه آغاز شده باشد و بازده درصدی واکنش (I) برابر ۵۰٪ و بازده درصدی واکنش (II) برابر ۸۰٪ باشد، نسبت مقدار K_2 به K_1 ، کدام است؟



- (۱) ۵/۰
- (۲) ۱
- (۳) ۱/۵
- (۴) ۲

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۴

اگر بازده درصدی واکنش تعادلی فرضی: $A(g) + D(g) \rightleftharpoons 2E(g) + G(g)$ ، که با یک مول از هر یک از واکنش‌دهنده‌ها در یک ظرف یک لیتری در بسته آغاز شده است، در دمای آزمایش، برابر ۶۰ درصد باشد، ثابت تعادل این واکنش، برابر چند mol.L^{-1} است؟

(۲) ۲/۲۵

(۱) ۱/۳۵

(۴) ۵/۴

(۳) ۳/۶

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۴

از واکنش: $K = 2$ و $C_2H_4(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons C_2H_5OH(g)$ برای تهیه اتانول در صنعت استفاده می‌شود. اگر دو مول اتیلن و دو مول آب، در دمای معین در یک ظرف دو لیتری در بسته به تعادل برسند، بازده درصدی این فرآیند کدام است؟

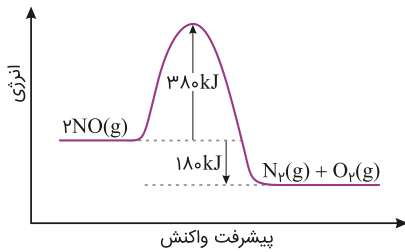
(۲) ۵۰

(۱) ۶۰

(۴) ۸۵

(۳) ۸۱

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۲



بررسی عبارت‌های نادرست:

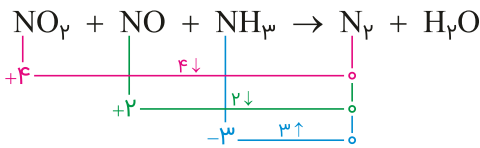
(الف)

$$? \text{ mol N}_2 = 0.25 \text{ mol NO} \times \frac{1 \text{ mol N}_2}{2 \text{ mol NO}} = 0.125 \text{ mol N}_2$$

$$? \text{ kJ} = 0.25 \text{ mol NO} \times \frac{180 \text{ kJ}}{2 \text{ mol NO}} = 22.5 \text{ kJ}$$

(ت) کاتالیزگر سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌ها و تفاوت آن‌ها (ΔH) را تغییر نمی‌دهد.

عبارت‌های دوم، سوم و چهارم نادرست‌اند.
ابتدا تغییر عدد اکسایش عنصرها را در معادله واکنش داده‌شده، مشخص می‌کنیم:



بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: درست. عدد اکسایش نیتروژن در آمونیاک در جریان واکنش، افزایش یافته است؛ بنابراین آمونیاک نقش کاهنده دارد. عدد اکسایش نیتروژن در اکسیدهای نیتروژن (NO_2 , NO) در جریان واکنش، کاهش یافته است؛ بنابراین اکسیدهای نیتروژن نقش اکسنده دارند.

عبارت دوم: نادرست. تغییر عدد اکسایش ماده کاهنده (NH_3) برابر با ۳ است، بنابراین ماده اکسنده ۳ الکترون از دست می‌دهد. تغییر عدد اکسایش اکسنده‌ها (NO_2 , NO) مجموعاً برابر با ۶ است؛ بنابراین اکسنده‌ها در مجموع ۶ الکترون می‌گیرند.

عبارت سوم: نادرست. مجموع ضرایب مواد پس از موازنه برابر با ۹ است.



عبارت چهارم: نادرست. این واکنش برای حذف اکسیدهای نیتروژن و تبدیل آن به N_2 در مبدل کاتالیستی خودروهای دیزلی انجام می‌شود.

در نمودار انرژی- پیشرفت واکنش داده‌شده، انرژی فعالسازی واکنش هم‌ارز $3a$ ($E = 3a$) و ΔH واکنش، هم‌ارز a است ($\Delta H = a$).

توجه داشته باشید که واکنش داده‌شده گرماگیر بوده و $a > 0$ است.

بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱: در این واکنش، انرژی فعالسازی زیاد است، پس انتظار داریم سرعت واکنش کم باشد. ضمناً رابطه داده‌شده به صورت $\Delta H - E_a = -2a$ برقرار است.

$$\Delta H - E_a = a - 3a = -2a$$

گزینه ۲: مطابق واکنش داده‌شده، به ازای مصرف یک مول ماده گازی شکل A ، a کیلوژول انرژی گرمایی نیاز است.

$$0/1 \text{ mol } A \times \frac{a \text{ kJ}}{1 \text{ mol } A} = 0/1 a \text{ kJ}$$

گزینه ۳: افزایش دمای واکنش، سرعت واکنش را افزایش می‌دهد؛ اما به هیچ‌وجه مقدار انرژی فعالسازی (E_a) را تغییر نمی‌دهد. به عبارت دیگر با افزایش دمای ظرف واکنش می‌توانیم انرژی فعالسازی لازم برای انجام واکنش را تأمین کنیم.

گزینه ۴: مطابق تعریف، انرژی فعالسازی حداقل انرژی لازم برای انجام یک واکنش است؛ بنابراین حداقل انرژی لازم برای انجام این واکنش برابر با $3a \text{ kJ}$ است.

بررسی گزینه‌های نادرست:

- گزینه ۲: واکنش گاز هیدروژن با اکسیژن، در مجاورت گرد روی، سریع است ولی انفجاری نیست.
 گزینه ۳: این واکنش‌ها در دماهای پایین انجام نمی‌شوند یا بسیار کند هستند.
 گزینه ۴: کاتالیزگر، تأثیری بر ΔH واکنش یا گرماده و گرماگیر بودن واکنش ندارد.

عبارت‌های "پ" و "ت" درست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

- الف) نادرست. کمینه انرژی موردنیاز برای انجام واکنش همان انرژی فعالسازی واکنش است که با افزایش دما تغییر نمی‌کند.
 ب) نادرست. تفاوت سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌ها یا همان ΔH واکنش، تأثیری در سرعت واکنش ندارد و تفاوت سرعت واکنش در دمای T_1 و T_2 ، مربوط به اختلاف در دما است.
 پ) درست. در دماهای بالاتر، سرعت واکنش بیشتر است. از آنجاکه $T_1 > T_2$ است، انتظار داریم سرعت تبدیل واکنش‌دهنده‌ها به فرآورده‌ها در دمای T_1 ، بیشتر از دمای T_2 باشد.
 ت) درست. اگر انرژی ذرات واکنش‌دهنده‌ها کمتر از E_a (حداقل انرژی لازم برای شروع واکنش) باشد، واکنش‌دهنده‌ها در عمل به فرآورده‌ها تبدیل نمی‌شوند؛ بنابراین اگر در دمای T_1 و T_2 ، انرژی فعالسازی واکنش تأمین نشود، درصد تبدیل واکنش‌دهنده‌ها به فرآورده‌ها در هر دو دما برابر با صفر خواهد بود.

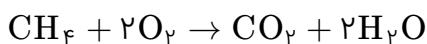
$$\begin{aligned} \text{مقدار کاهش آلاینده‌ها} &= ۸۰۰۰۰۰ \times \frac{۵۰ \text{ km}}{\text{خودرو}} \\ &\times \frac{[(۶ - ۰/۶)\text{CO} + (۱/۶۶ - ۰/۰۶)\text{C}_x\text{H}_y + (۱/۰۳ - ۰/۰۴)\text{NO}] \text{ g}}{۱ \text{ km}} \times \frac{۱ \text{ ton}}{۱۰^۶ \text{ g}} = ۳۱۹/۶ \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\text{درصد جرمی CO در گازهای خروجی} = \frac{۰/۶}{(۰/۶ + ۰/۰۶ + ۰/۰۴)} \times ۱۰۰ \simeq \%۸۵/۷۱$$

ابتدا از طریق رابطه $Q = mc\Delta\theta$ باید حساب کنیم، برای رساندن دمای ۱ کیلوگرم گازوییل از 500°C به 700°C ، چند کیلوژول گرما نیاز داریم:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow Q = 1000 \times 0.8 \times (700 - 500) = 160000 \text{ J} = 160 \text{ kJ}$$

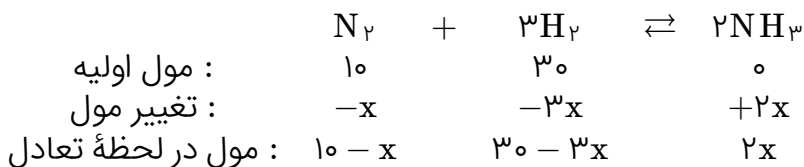
زمانی که برای تبدیل گازوییل به فرآورده‌های موردنظر از کاتالیزگر استفاده می‌شود، دمای انجام واکنش از 700°C به 500°C کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر طبق محاسبه انجام شده، به اندازه ۱۶۰ کیلوژول در مصرف انرژی صرفه‌جویی می‌شود (به ازای هر کیلوگرم گازوییل). از آنجا که گرمای لازم برای این فرآیند از سوختن گاز متان تأمین می‌شود، اکنون می‌توانیم به راحتی حساب کنیم که به ازای ۱۶۰ کیلوژول انرژی گرمایی، در مصرف چند لیتر گاز متان صرفه‌جویی می‌شود و از انتشار چند گرم گاز CO_2 جلوگیری خواهد شد:



$$? \text{ L CH}_4 = 160 \text{ kJ} \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{890 \text{ kJ}} \times \frac{22.4 \text{ L CH}_4}{1 \text{ mol CH}_4} = 40 \text{ L CH}_4$$

$$? \text{ g CO}_2 = 160 \text{ kJ} \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{890 \text{ kJ}} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol CH}_4} \times \frac{44 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 8 \text{ g CO}_2$$

در فرآیند هابر در شرایط بهینه، ۲۸ درصد مخلوط تعادلی را آمونیاک تشکیل می‌دهد بنابراین:



مجموع مول مواد موجود در ظرف : $10 - x + 30 - 3x + 2x = 40 - 2x$

$$\text{درصد مولی آمونیاک} : \frac{2x}{40 - 2x} \times 100 \Rightarrow 28 = \frac{2x}{40 - 2x} \Rightarrow 112x = 560 \Rightarrow x = 5$$

$$\text{mol NH}_3 = 2x = 2(5) = 10 \text{ mol}$$

$$10 \text{ mol NH}_3 \times \frac{17 \text{ g NH}_3}{1 \text{ mol NH}_3} = 170 \text{ g NH}_3$$

ابتدا ثابت تعادل واکنش را به دست می‌آوریم:

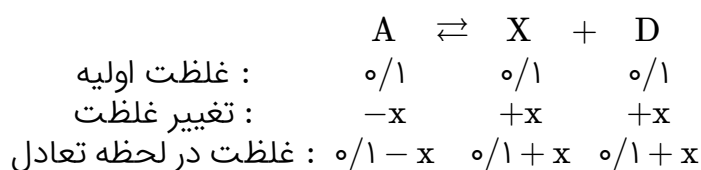
$$[A] = [X] = [D] = \frac{0/4 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0/2 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$K = \frac{[X][D]}{[A]} = \frac{0/2 \times 0/2}{0/2} = 0/2$$

هنگامی که مخلوط تعادلی از ظرف دو لیتری به ظرف چهار لیتری منتقل می‌شود اولاً به دلیل دو برابر شدن حجم ظرف، غلظت هر یک از گونه‌های گازی موجود نصف می‌شود. یعنی:

$$[A] = [X] = [D] = 0/1 \text{ mol.L}^{-1}$$

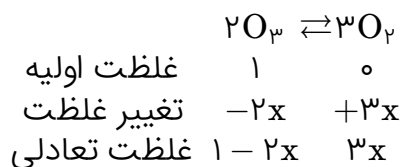
ثانیاً به دلیل کاهش فشار، طبق اصل لوشاتلیه تعادل در جهت تولید مول گاز بیشتر (در جهت رفت) جابه‌جا می‌شود بنابراین:



$$K = \frac{[X][D]}{[A]} \Rightarrow 0/2 = \frac{(0/1+x)(0/1+x)}{0/1-x} \Rightarrow x^2 + 0/4x - 0/1 = 0 \Rightarrow \begin{cases} x_1 = -0/425 \\ x_2 = 0/025 \end{cases} \text{ غرق}$$

$$\Rightarrow [X] = 0/1 + x = 0/1 + 0/025 = 0/125 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{مول X در تعادل} = 0/125 \text{ mol.L}^{-1} \times 4 \text{ L} = 0/5 \text{ mol}$$



$$1 - 2x = \frac{1}{6}(3x) \Rightarrow x = 0/4 \Rightarrow K = \frac{[3x]^3}{[1-2x]^2} = \frac{(1/2)^3}{(0/2)^2} \Rightarrow K = 43/2$$

تا اینجا گزینه‌های ۳ و ۴ رد می‌شوند.

برای تعیین یکای ثابت تعادل، کافی است در رابطه ثابت تعادل این واکنش، به جای غلظت مولی هر ماده، یکای آن را قرار داده و ساده کنیم.

$$K = \frac{[O_2]^3}{[O_3]^2} \Rightarrow K_{\text{یکای}} = \frac{(\text{mol.L}^{-1})^3}{(\text{mol.L}^{-1})^2} \Rightarrow K_{\text{یکای}} = \text{mol.L}^{-1}$$

طبق فرض سوال، واکنش‌های ۱ و ۲ به طور کامل انجام می‌شوند.

یعنی اگر ۱ مول CH_4 با ۱ مول H_2O واکنش دهد، ۱ مول CO و ۳ مول H_2 تولید می‌شود. حال اگر همین CO و H_2 در واکنش گاه دوم برای متانول مورد استفاده قرار بگیرد، باتوجه به اینکه نسبت مولی CO به H_2 ، ۱ به ۲ است؛ در عمل ۱ مول H_2 (معادل ۲ گرم) به صورت اضافی باقی می‌ماند که طبق فرض سوال در سلول‌های سوختی مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنابراین به ازای تولید هر ۳ مول گاز هیدروژن از واکنش گاه (۱)، ۲ گرم از آن باقی می‌ماند. برای حل این مسأله ابتدا تعداد مول‌های هیدروژن تولیدشده از واکنش (۱) را به ازای تولید هر کیلوگرم هیدروژن اضافی به دست می‌آوریم:

$$? \text{ mol H}_2 = 1000 \text{ g H}_2 (\text{اضافی}) \times \frac{3 \text{ mol H}_2}{2 \text{ g H}_2 (\text{اضافی})} = 1500 \text{ mol H}_2$$

اکنون از روی مول‌های گازی H_2 تولیدشده در واکنش اول، جرم متانول را در واکنش دوم حساب می‌کنیم:

$$? \text{ kg CH}_3\text{OH} = 1500 \text{ mol H}_2 \times \underbrace{\frac{2 \text{ mol H}_2}{3 \text{ mol H}_2}}_{\text{واکنش (۲)}} \times \frac{1 \text{ mol CH}_3\text{OH}}{2 \text{ mol H}_2} \times \frac{32 \text{ g CH}_3\text{OH}}{1 \text{ mol CH}_3\text{OH}}$$

$$\times \frac{1 \text{ kg CH}_3\text{OH}}{1000 \text{ g CH}_3\text{OH}} = 16 \text{ g CH}_3\text{OH}$$

بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱: با کاهش فشار، تعادل در جهت تولید مول گاز بیشتر (یعنی در جهت رفت) جابه‌جا می‌شود در این شرایط سرعت واکنش رفت نسبت به واکنش برگشت بیشتر است.

گزینه ۲: ثابت تعادل در یک واکنش تنها وابسته به دما است و فقط با دما تغییر می‌کند.

گزینه ۳: با خروج مقداری AB از سامانه، تعادل در جهت تولید این ماده (یعنی در جهت برگشت) جابه‌جا می‌شود، اما اثر کاهش غلظت این ماده به طور کامل جبران نمی‌شود، به طوری که در تعادل جدید غلظت AB نسبت به تعادل اولیه کمتر است.

گزینه ۴: چنانچه با افزایش دما مقدار B افزایش یابد، نشان می‌دهد تعادل در جهت رفت جابه‌جا شده است. از طرف دیگر می‌دانیم با افزایش دما در یک سامانه تعادلی، تعادل در جهت مصرف گرما (گرماگیر) جابه‌جا می‌شود بنابراین این واکنش در جهت رفت گرماگیر است (نه گرماده!).

باتوجه به جدول، با افزایش دما مقدار K کاهش یافته است بنابراین تعادل گرماده است. بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱: واکنش گرماده است بنابراین ΔH آن منفی است.

گزینه ۲: طبق اصل لوشاتلیه، با افزایش دما واکنش در جهت مصرف فرآورده‌ها (جهت برگشت) جابه‌جا می‌شود.

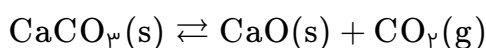
گزینه ۳: افزایش دما سبب افزایش سرعت هر دو واکنش رفت و برگشت می‌شود (که مستقل از گرماده بودن یا گرماگیر بودن واکنش است). اما آنچه سبب جابه‌جایی تعادل بر اثر افزایش دما می‌شود افزایش سرعت بیشتر واکنش برگشت نسبت به رفت بر اثر افزایش دما می‌باشد.

گزینه ۴: ΔH واکنش از رابطه $\Delta H = E_a - E'_a$ به دست می‌آید.

$$\Delta H < 0 \rightarrow E_a - E'_a < 0 \rightarrow E_a < E'_a$$

انرژی فعال‌سازی در جهت رفت کمتر از مقدار آن در جهت برگشت است.

معادله واکنش تعادلی به صورت زیر است:



$$k = [\text{CO}_2] \Rightarrow 10^{-2} = [\text{CO}_2] \Rightarrow [\text{CO}_2] = 0.01 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{CO}_2 \text{ های شمار مول های } = 0.01 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 3 \text{ L} = 0.03 \text{ mol CO}_2$$

$$\text{CO}_2 \text{ های مولکول های شمار } = 0.03 \times (6.022 \times 10^{23}) = 1.8 \times 10^{22}$$

طبق اصل لوشاتلیه، واکنش تعادلی با کاهش غلظت یکی از مواد شرکت‌کننده در دمای ثابت، در جهتی پیش می‌رود که تا حد امکان مقداری از آن را تولید کند و به تعادل جدید برسد اما در این جابه‌جایی، K ثابت می‌ماند؛ بنابراین با کاهش غلظت یکی از فرآورده‌ها (مواد سمت راست معادله) واکنش در جهت رفت پیش می‌رود تا به تعادل جدید برسد.

بررسی سایر عبارت‌ها:

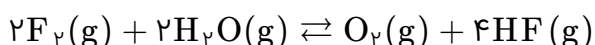
الف) بیشتر پلاستیک‌ها یا پلیمرهای ساختگی زیست‌تخریب‌ناپذیرند.

ت) چگالی کم از ویژگی‌های پلاستیک‌ها است.

افزایش فشار تعادل را به سمت راست که شمار مول‌های گازی کمتر است جابه‌جا می‌کند. (در این واکنش تعادلی پنج مول واکنش‌دهنده گازی به چهار مول فراورده گازی تبدیل می‌شود) دو برابر کردن غلظت $O_2(g)$ یا $HCl(g)$ تعادل را به سمت راست جابه‌جا می‌کند اما باتوجه به عبارت ثابت تعادل که غلظت $HCl(g)$ به توان ۴ می‌رسد، دو برابر کردن غلظت $HCl(g)$ تأثیر بیشتری بر جابه‌جایی تعادل به سمت راست دارد.

$$K = \frac{[H_2O]^2 [Cl_2]^2}{[HCl]^4 [O_2]}$$

معادله موازنه شده به شکل زیر است:



$$\text{غلظت‌های تعادلی} \begin{cases} [F_2] = \frac{2 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 1 \text{ mol.L}^{-1} & , \quad [H_2O] = \frac{1 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0.5 \text{ mol.L}^{-1} \\ [O_2] = \frac{0.5}{2} = 0.25 \text{ mol.L}^{-1} & , \quad [HF] = \frac{0.2}{2} = 0.1 \text{ mol.L}^{-1} \end{cases}$$

$$K = \frac{[O_2][HF]^4}{[F_2]^2 [H_2O]^2} \Rightarrow K = \frac{(0.25) \times (0.1)^4}{(1)^2 \times (0.5)^2} \Rightarrow K = 1 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

باتوجه به نمودار، واکنش گرماده و $\Delta H < 0$ است.

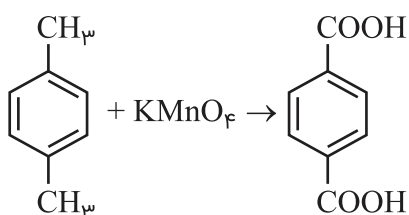


$$\text{مقدار NO مصرف شده} = 100 \text{ km} \times \frac{(1/0.4 - 0/0.4) \text{ g}}{1 \text{ km}} = 100 \text{ g NO}$$

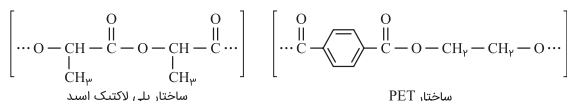
$$\Rightarrow Q = 100 \text{ g NO} \times \frac{1 \text{ mol NO}}{30 \text{ g NO}} \times \frac{-180 \text{ kJ}}{2 \text{ mol NO}} = -300 \text{ kJ}$$

۳۰۰ کیلوژول گرما در مبدل کاتالیستی تولید می‌شود.

ترفتالیک اسید از واکنش اکسایش پارازایلین در حضور ماده اکسنده $KMnO_4$ به دست می‌آید.



مولکول لاکتیک اسید، مونومر سازنده پلی لاکتیک اسید است. در واکنش پلیمری شدن لاکتیک اسید، گروه اسیدی یک مونومر با H گروه الکلی مونومر مجاور واکنش داده و مولکول آب خارج می‌شود. در نهایت، محصول این واکنش، پلی لاکتیک اسید است که در آن گروه عاملی استر وجود دارد. در واقع پلی لاکتیک اسید نوعی پلی استر است بنابراین گروه عاملی موجود در ساختار این پلیمر با گروه عاملی موجود در پلی اتیلن ترفتالات (که از دسته پلی استرها محسوب می‌شود) مشابه است.



$$\Delta H_{\text{واکنش}} = \left[\text{مجموع آنتالپی پیوندها} \right]_{\text{در مواد واکنش دهنده}} - \left[\text{مجموع آنتالپی پیوندها} \right]_{\text{در مواد فراورده}}$$

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = [2\Delta H_{(N=O)}] - [\Delta H_{(N\equiv N)} + \Delta H_{(O=O)}]$$

$$\Rightarrow \Delta H_{\text{واکنش}} = [2(607)] - [944 + 496] = -226$$

مطابق نمودار، E_a در واکنش رفت برابر ۳۸۱ کیلوژول است؛ بنابراین:

$$\Delta H + E_a = -226 + 381 = +155$$

بخش اول سؤال:

$$[NH_3] = \frac{1 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = \frac{1}{2} \text{ mol.L}^{-1}, \quad [H_2] = \frac{2 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 1 \text{ mol.L}^{-1}, \quad [N_2] = \frac{2 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 1 \text{ mol.L}^{-1}$$

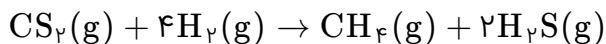
$$K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = \frac{\left(\frac{1}{2}\right)^2}{(1) \times (1)^3} = \frac{1}{4} = 0.25$$

بخش دوم سؤال: باتوجه به اینکه واکنش گرماده است، با کاهش دمای سامانه، طبق اصل لوشاتلیه تعادل در جهت گرماده (در جهت رفت) جابه‌جا می‌شود. در این شرایط با افزایش غلظت فراورده و کاهش غلظت واکنش دهنده‌ها ثابت تعادل بزرگ‌تر می‌شود.

آب، مانع از تماس مستقیم فسفر با اکسیژن هوا می‌شود و بدین ترتیب از سوختن فسفر سفید جلوگیری می‌کند در این شرایط آب به‌عنوان یک بازدارنده عمل کرده است.

(دقت کنید! آب فقط از تماس مستقیم فسفر سفید با اکسیژن هوا جلوگیری می‌کند و نقشی در کاهش یا افزایش انرژی فعال‌سازی ندارد)

ابتدا معادله واکنش را موازنه کرده و سپس با قرار دادن غلظت‌های تعادلی در عبارت ثابت تعادل، K را حساب می‌کنیم:



$$\text{غلظت‌های تعادلی} \begin{cases} [\text{CS}_2] = \frac{0/1}{5} = 0/02 \text{ mol.L}^{-1}, [\text{H}_2] = \frac{0/1}{5} = 0/02 \text{ mol.L}^{-1} \\ [\text{CH}_4] = \frac{0/5}{5} = 0/1 \text{ mol.L}^{-1}, [\text{H}_2\text{S}] = \frac{1}{5} = 0/2 \text{ mol.L}^{-1} \end{cases}$$

$$K = \frac{[\text{CH}_4][\text{H}_2\text{S}]^2}{[\text{CS}_2][\text{H}_2]^4} = \frac{(0/1) \times (0/2)^2}{(0/02) \times (0/02)^4} \Rightarrow K = 1/25 \times 10^6$$

بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱:

$$K = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2[\text{O}_2]} = \frac{\left(\frac{0/68}{10}\right)^2}{\left(\frac{0/32}{10}\right)^2 \left(\frac{0/16}{10}\right)} = 282/2 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{L}$$

گزینه ۲: کاهش حجم موجب افزایش فشار و جابه‌جایی تعادل به سمت تعداد مول گازی کمتر یعنی درجهت رفت می‌شود.
گزینه ۳: لازم است غلظت O_2 را در ظرف ۱ (حجم ۱۰ لیتر) با ظرف ۲ (حجم ۱ لیتر) مقایسه کنیم:

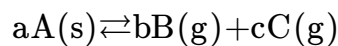
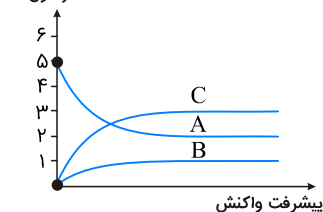
$$\begin{cases} \text{ظرف ۱: } [\text{O}_2] = \frac{0/16 \text{ mol}}{10 \text{ L}} = 0/016 \text{ mol.L}^{-1} \\ \text{ظرف ۲: } [\text{O}_2] = \frac{0/085 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0/085 \text{ mol.L}^{-1} \end{cases} \Rightarrow \frac{2 \text{ ظرف } [\text{O}_2]}{1 \text{ ظرف } [\text{O}_2]} = \frac{0/085}{0/016} = 5/3 \text{ برابر}$$

گزینه ۴: افزایش فشار معادل کاهش حجم ظرف است. پس می‌بایست غلظت SO_3 را در ظرف ۱ و ظرف ۲ با هم مقایسه کنیم:

$$\begin{cases} \text{ظرف ۱: } [\text{SO}_3] = \frac{0/68 \text{ mol}}{10 \text{ L}} = 0/068 \text{ mol.L}^{-1} \\ \text{ظرف ۲: } [\text{SO}_3] = \frac{0/83 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0/83 \text{ mol.L}^{-1} \end{cases} \Rightarrow \frac{2 \text{ ظرف } [\text{SO}_3]}{1 \text{ ظرف } [\text{SO}_3]} = \frac{0/83}{0/068} = 12/2 \text{ برابر}$$

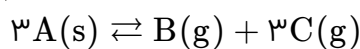
ابتدا باتوجه به نمودار واکنش و تغییرات مول هر یک از مواد تا رسیدن به لحظه تعادل (لحظه‌ای که منحنی‌ها افقی می‌شوند)، معادله موازنه شده واکنش را به دست می‌آوریم:

شمار مول ها



تغییر مول تا رسیدن به لحظه تعادل : $\begin{matrix} 3 & 1 & 3 \end{matrix}$

از آنجا که نسبت قدرمطلق تغییرات مول مواد در یک بازه زمانی مشخص با نسبت ضرایب استوکیومتری آن‌ها برابر است بنابراین معادله موازنه شده واکنش به صورت زیر خواهد بود:



مطابق نمودار، مقدار مول ماده B و C در لحظه تعادل به ترتیب برابر ۱ و ۳ مول است بنابراین باتوجه به حجم ظرف واکنش (۱۰ لیتر)، غلظت تعادلی B و C برابر است با:

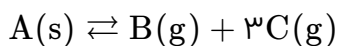
$$[B] = \frac{1}{10} \text{mol.L}^{-1} \quad , \quad [C] = \frac{3}{10} \text{mol.L}^{-1}$$

توجه داشته باشید که ماده A جامد است و در رابطه ثابت تعادل وارد نمی‌شود.

$$K = [B][C]^3 \Rightarrow K = (0/1)(0/3)^3 = 2/7 \times 10^{-3} \text{mol}^4 \cdot \text{L}^{-4}$$

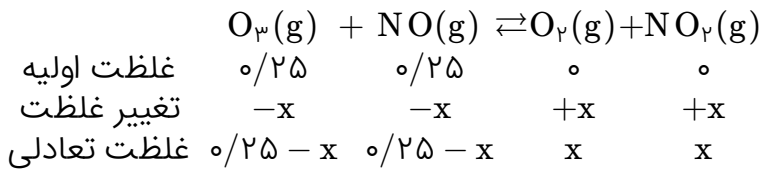
یک نکته جالب:

همان‌طور که ملاحظه می‌کنید در هر ۴ گزینه، یکای ثابت تعادل متفاوت است بنابراین می‌توانیم بدون محاسبه K و فقط براساس معادله موازنه شده واکنش، یکای ثابت تعادل را به دست آوریم و از روی آن گزینه صحیح را انتخاب کنیم.



$$K = [B][C]^3 \Rightarrow \text{یکای K} = (\text{mol.L}^{-1})(\text{mol.L}^{-1})^{-3} = \text{mol}^4 \cdot \text{L}^{-4}$$

به محض باز شدن شیر رابط و مخلوط شدن دو گاز، حجم در اختیار گازها از یک لیتر به دو لیتر افزایش می‌یابد پس غلظت آغازی گازهای O_3 و NO نصف می‌شود یعنی از $0/5$ به $0/25$ مول بر لیتر کاهش می‌یابد.

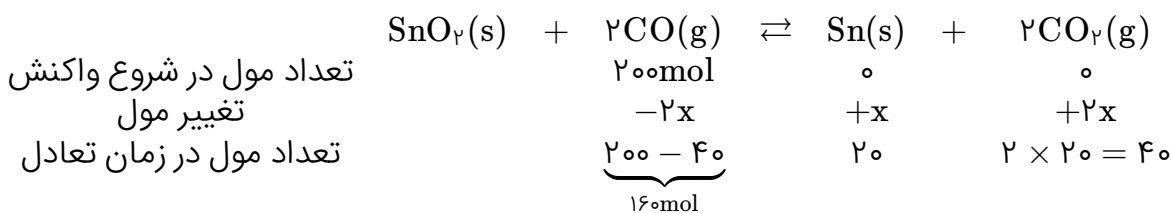
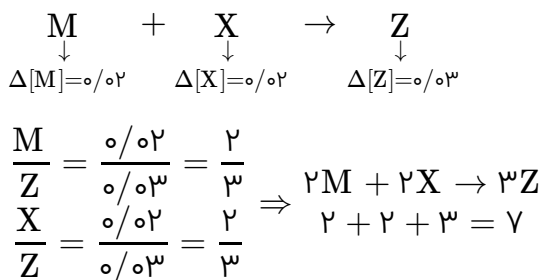


$$K = \frac{[O_2][NO_2]}{[O_3][NO]} \Rightarrow 64 = \frac{x^2}{(0/25 - x)^2} \Rightarrow \lambda = \frac{x}{0/25 - x} \Rightarrow x = \frac{2}{9} \Rightarrow [O_2] = x = \frac{2}{9}$$

از طرفی چون حجم نهایی ظرف ۲ لیتر است، تعداد مول‌های O_2 برابر است با:

$$? \text{ mol } O_2 = \frac{2 \text{ mol}}{9 \text{ L}} \times 2 \text{ L} = \frac{4}{9} \text{ mol}$$

باتوجه به نمودار واکنش را می‌توان به صورت زیر در نظر گرفت:



$$K = \frac{[CO_2]^2}{[CO]^2} = \frac{[40]^2}{[160]^2} = \left[\frac{40}{160} \right]^2 = \left[\frac{1}{4} \right]^2 = \frac{1}{16} = 0/0625$$

چون تعداد مول‌های گازی دو طرف معادله مساوی است، پس نیازی نیست که غلظت‌ها در یک لیتر محاسبه شود.

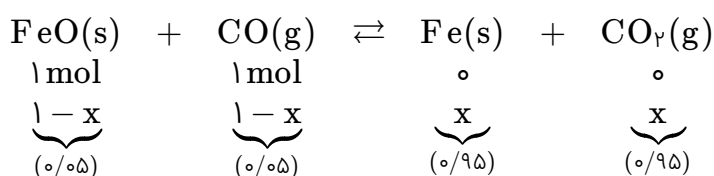
$$5/6 \text{ kg CO} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ mol}}{28 \text{ g}} = 200 \text{ mol}$$

$$2/4 \text{ kg Sn} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ mol}}{120} = 20 \text{ mol}$$



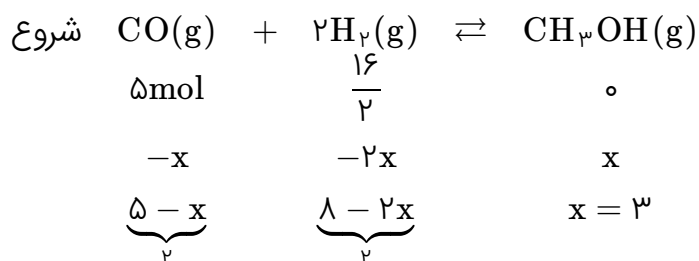
$$K = \frac{[\text{AX}]^2}{[\text{A}_2][\text{X}_2]} = \frac{\left(\frac{4}{100}\right)^2}{\left(\frac{8}{10}\right)\left(\frac{8}{10}\right)} = 2/5 \times 10^{-3}$$

چون مجموع ضرایب سمت راست و چپ واکنش برابرند پس نیازی به تقسیم تعداد مول مواد حجم نیست. از طرف دیگر با نصف شدن حجم ظرف واکنش، فشار افزایش می‌یابد ولی چون تعداد مول‌های گازی دو طرف واکنش برابرند، تغییر فشار تاثیری در جابجایی تعادل ندارد.



$$K = \frac{[\text{CO}_2]}{[\text{CO}]} = \frac{0/95}{0/05} = 19$$

$$\text{جرم Fe تولیدشده} = (0/95) \times (56) = 53/2 \text{ g}$$



$$x = \frac{96}{32} = 3 \quad \text{تعداد مول‌های متانول}$$

$$\bar{R}_{\text{H}_2} = \frac{\frac{6}{5}}{30 \times 60} = 6/67 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}.\text{S}^{-1}$$

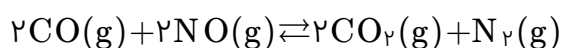
$$K = \frac{\frac{3}{5}}{\left(\frac{2}{5}\right)^2 \cdot \left(\frac{2}{5}\right)} = 9/375 \text{ L}^2.\text{mol}^{-2}$$

عبارت‌های اول و دوم صحیح است. باتوجه به اینکه مواد جامد در عبارت ثابت تعادل نوشته نمی‌شوند ثابت تعادل برابر $K = \frac{[CO_2]}{[CO]}$ می‌باشد. همچنین در تعادل گرماده، کاهش دما باعث جابه‌جایی تعادل به سمت رفت و در نتیجه افزایش مقدار K می‌گردد.

بررسی سایر عبارت‌ها:

عبارت سوم: به دلیل عدم حضور N_2 در ثابت تعادل، کاهش مقدار آن باعث جابه‌جایی تعادل نمی‌گردد.

عبارت چهارم: با کاهش حجم ظرف، فشار تغییر می‌کند، اما ثابت تعادل که تنها وابسته به دما است دچار تغییر نمی‌گردد. البته باتوجه به یکسان بودن مول گازی در دو طرف واکنش، تغییر فشار در این واکنش اثری روی تعادل نداشته و آن را جابه‌جا نمی‌کند.



غلظت اولیه	۲	۳	۰	۰
تغییر غلظت	-۲x	-۲x	+۲x	+x
غلظت تعادلی	۲ - ۲x	۳ - ۲x	+۲x	+x

مقدار تعادلی N_2 برابر ۴۲ گرم می‌باشد بنابراین:

$$[N_2] = x = \frac{42}{28} \Rightarrow x = 1.5 \Rightarrow K = \frac{[N_2][CO_2]^2}{[NO]^2[CO]^2}$$

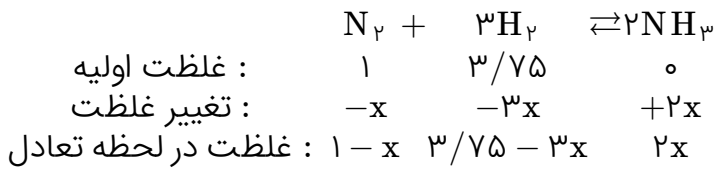
$$K = \frac{(1.5) \times (1.5)^2}{(1.5)^2 \times (0.5)^2} = 3 \text{ L.mol}^{-1}$$

مجموع مول گازهای موجود در واکنش را نیز با استفاده از مجموع غلظت‌های تعادلی به دست می‌آوریم:

$$\text{مجموع غلظت‌های تعادلی} = 0.5 + 1.5 + 1.5 + 1.5 = 4.5 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\Rightarrow \text{مجموع مول گازها در لحظه تعادل} = 4.5 \times 2 = 9 \text{ mol}$$

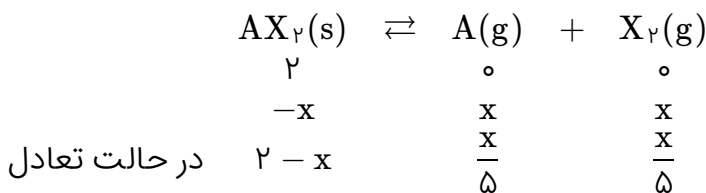
از آنجا که حجم ظرف یک لیتر است، مول هر ماده با غلظت آن برابر است.



$$N_2 \text{ مصرف شده} = 1 \times \frac{25}{100} = 0.25 \Rightarrow x = 0.25$$

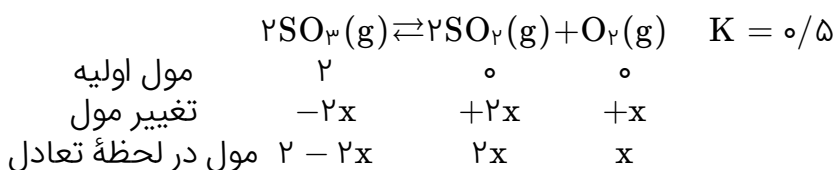
$$[N_2] = 1 - 0.25 = 0.75 \quad [H_2] = 3/75 - 3(0.25) = 0 \quad [NH_3] = 2(0.25) = 0.5$$

$$K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} \Rightarrow K = \frac{(0.5)^2}{(0.75)(3)^3} = 1/23 \times 10^{-2}$$



$$K = [A(g)][X_2(g)] \Rightarrow K = \left(\frac{x}{5}\right)\left(\frac{x}{5}\right) = \frac{x^2}{25}$$

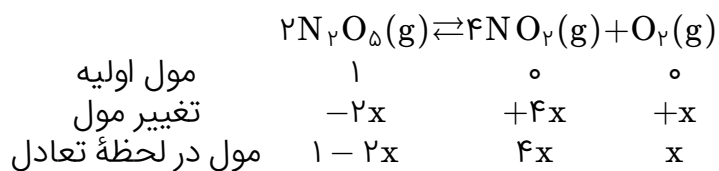
$$\frac{K_{300}}{K_{100}} = \frac{10^{-1}}{10^{-4}} = 1000 = \frac{x_{(300)}^2}{x_{(100)}^2} \xrightarrow{\text{جذر}} 31.6 = \frac{x_{(300)}}{x_{(100)}}$$



توجه: حجم ظرف یک لیتر است بنابراین مقدار مول هر ماده در لحظه تعادل با غلظت آن برابر است.

$$K = \frac{[SO_2]^2 [O_2]}{[SO_3]^2} \Rightarrow 0.5 = \frac{(2x)^2 (x)}{(2-2x)^2} \Rightarrow 4x^3 + 4x - 2x^2 - 2 = 0 \Rightarrow 4x(x^2 + 1) = 2(x^2 + 1) \Rightarrow x = \frac{1}{2}$$

$$\text{تعداد مول های } O_2 \text{ در لحظه تعادل} = x = \frac{1}{2} \text{ mol}$$



$$\text{تعداد مول‌های } \text{O}_2 \text{ در تعادل} = x = 0.5 \Rightarrow [\text{O}_2] = \frac{x}{V(\text{L})} = \frac{0.5}{2} = \frac{1}{4}$$

$$[\text{NO}_2] = \frac{4x}{V(\text{L})} = \frac{2}{2} = 1, \quad [\text{N}_2\text{O}_5] = \frac{2-2x}{V(\text{L})} = \frac{1}{2}$$

$$K = \frac{[\text{NO}_2]^4 [\text{O}_2]}{[\text{N}_2\text{O}_5]^2} \Rightarrow K = \frac{(1)^4 \left(\frac{1}{4}\right)}{\left(\frac{1}{2}\right)^2} = 1$$

پس از گذشت ۶۰ ثانیه از واکنش و برقراری تعادل، ۰/۵ مول گاز اکسیژن تولید شده است، بنابراین:

$$\Delta n_{\text{O}_2} = 0.5 \text{ mol} \Rightarrow \Delta[\text{O}_2] = \frac{0.5}{2} = 0.25 \text{ mol.L}^{-1}$$

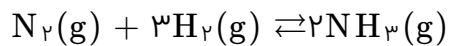
$$\bar{R}_{\text{واکنش}} = \bar{R}_{\text{O}_2} = \frac{\Delta[\text{O}_2]}{\Delta t} = \frac{0.25 \text{ mol.L}^{-1}}{1 \text{ min}} = 0.25 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$N_2 \text{ مول اولیه } N_2 : 1 \text{ مول} \Rightarrow [N_2]_{\text{اولیه}} = \frac{1 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0.5 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$H_2 \text{ مول اولیه } H_2 = 3/2 \text{ g } H_2 \times \frac{1 \text{ mol } H_2}{2 \text{ g } H_2} = 1/6 \text{ mol } H_2 \Rightarrow [H_2]_{\text{اولیه}} = \frac{1/6 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0.083 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$NH_3 \text{ مول تعادلی } NH_3 = 6/8 \text{ g } NH_3 \times \frac{1 \text{ mol } NH_3}{17 \text{ g } NH_3} = 0.4 \text{ mol } NH_3$$

$$\Rightarrow [NH_3]_{\text{تعادلی}} = \frac{0.4 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$$

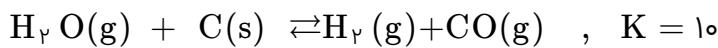


غلظت‌های اولیه	0.5	0.083	0
تغییرات غلظت	-x	-3x	+2x
غلظت‌های تعادلی	0.5 - x	0.083 - 3x	2x

$$[NH_3]_{\text{تعادلی}} = 0.2 \Rightarrow 2x = 0.2 \Rightarrow x = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} [N_2]_{\text{تعادلی}} = 0.5 - 0.1 = 0.4 \text{ mol.L}^{-1} \\ [H_2]_{\text{تعادلی}} = 0.083 - 0.3 = 0.1 \text{ mol.L}^{-1} \end{cases}$$

$$K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = \frac{(0.2)^2}{0.4 \times (0.083)^3} = \frac{4 \times 10^{-2}}{4 \times 10^{-1} \times 5^3 \times 10^{-3}} = 0.8 \text{ mol}^{-2} \cdot \text{L}^{-2}$$



مول اولیه	A	۰/۴	۰	۰
تغییرات مول	-x	-x	+x	+x
مول تعادلی	A - x	۰/۴ - x	x	x

$$\text{CO تعادلی مول} = 0/2 \Rightarrow x = 0/2 \Rightarrow \begin{cases} \text{H}_2\text{O تعادلی مول} : A - 0/2 \\ \text{H}_2 تعادلی مول} : 0/2 \end{cases}$$

غلظت‌های تعادلی را می‌یابیم و در ثابت تعادل جایگذاری می‌کنیم.

$$\text{محاسبه غلظت‌های تعادلی} : \begin{cases} [\text{H}_2] = \frac{0/2}{2} = 0/1 \\ [\text{CO}] = \frac{0/2}{2} = 0/1 \\ [\text{H}_2\text{O}] = \frac{A - 0/2}{2} = \frac{A}{2} - 0/1 \end{cases}$$

$$K = \frac{[\text{H}_2][\text{CO}]}{[\text{H}_2\text{O}]} \Rightarrow 10 = \frac{0/1 \times 0/1}{\frac{A}{2} - 0/1} \Rightarrow 5A = 1/01 \Rightarrow A = 0/202 \text{ mol}$$

$$\text{جرم اولیه بخار آب} = 0/202 \text{ mol H}_2\text{O} \times \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 3/64 \text{ g H}_2\text{O}$$

معادله واکنش را به شکل زیر می‌نویسیم، در ضمن توجه داشته باشید حجم محلول یک لیتر است.



غلظت‌های اولیه	۱	۱	۰
تغییرات غلظت	-x	-x	+2x
غلظت‌های تعادلی	1 - x	1 - x	2x

$$K = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} \Rightarrow \frac{(2x)^2}{(1-x)(1-x)} = 64 \xrightarrow{\text{از طرفین جذر می‌گیریم}} \frac{2x}{1-x} = \pm 8 \rightarrow \begin{cases} x = 0/8 \text{ قابل قبول} \\ x = 4/3 \text{ غیر قابل قبول} \end{cases}$$

$$\text{HI تعادلی مول} = 2x = 2(0/8) = 1/6 \text{ mol}$$

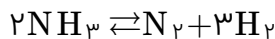
$$\text{جرم تعادلی HI} = 1/6 \text{ mol HI} \times \frac{128 \text{ g HI}}{1 \text{ mol HI}} = 204/8 \text{ g HI}$$

$$? \text{ mol N}_2 = 1/2 \text{ mol H}_2 \times \frac{1 \text{ mol N}_2}{3 \text{ mol H}_2} = 0/6 \text{ mol H}_2$$

$$\begin{cases} [\text{H}_2] = \frac{1/2 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0/6 \text{ mol.L}^{-1} \\ [\text{N}_2] = \frac{0/6 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0/2 \text{ mol.L}^{-1} \end{cases}$$

$$K = \frac{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3}{[\text{NH}_3]^2} \Rightarrow 12 = \frac{(0/2) \times (0/6)^3}{[\text{NH}_3]^2} \Rightarrow [\text{NH}_3]^2 = \frac{6^3 \times 2 \times 10^{-6}}{12} = 36 \times 10^{-6}$$

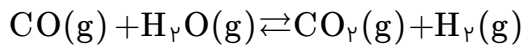
$$\Rightarrow [\text{NH}_3] = 0/06 \text{ mol.L}^{-1}$$



غلظت اولیه	A	0	0
تغییرات غلظت	-2x	+x	+3x
غلظت تعادلی	A - 2x	x	3x

$$[\text{N}_2] = 0/2 \Rightarrow x = 0/2, [\text{NH}_3] = 0/06 \Rightarrow A - 2(0/2) = 0/06 \Rightarrow A = 0/46 \text{ mol.L}^{-1}$$

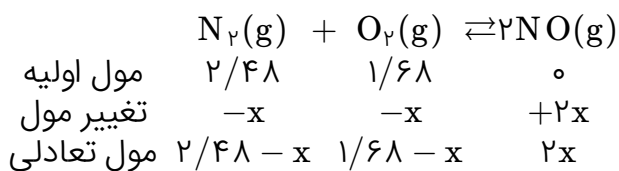
$$\text{NH}_3 \text{ مول اولیه} = \underbrace{0/46}_{\text{غلظت اولیه}} \times \underbrace{2}_{\text{حجم ظرف}} = 0/92 \text{ mol}$$



مول اولیه	0/6	A	0	0
تغییر مول	-x	-x	+x	+x
مول تعادلی	0/6 - x	A - x	x	x

$$\text{CO}_2 \text{ مول تعادلی} = 0/3 \Rightarrow x = 0/3 \Rightarrow \begin{cases} [\text{CO}_2] = \frac{0/3}{3} = 0/1 \\ [\text{H}_2] = \frac{0/3}{3} = 0/1 \\ [\text{H}_2\text{O}] = \frac{A - 0/3}{3} = \frac{A}{3} - 0/1 \\ [\text{CO}] = \frac{0/3}{3} = 0/1 \end{cases}$$

$$K = \frac{[\text{CO}_2][\text{H}_2]}{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]} = \frac{0/1 \times 0/1}{0/1 \times (\frac{A}{3} - 0/1)} = 10 \Rightarrow (\frac{A}{3} - 0/1) = 0/1 \Rightarrow \frac{A}{3} = 0/11 \Rightarrow A = 0/33 \text{ mol}$$



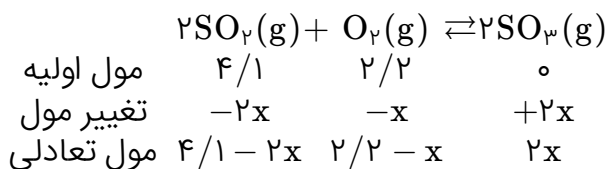
در نظر گرفتن حجم ظرف واکنش بی‌تأثیر است چون تعداد مول گازی در دو طرف معادله یکسان است و طی محاسبات از صورت و مخرج کسر ثابت تعادل، ساده می‌شود.

$$\text{NO تعادلی مول} = 2x = 0.08 \Rightarrow x = 0.04$$

$$\text{N}_2 \text{ تعادلی مول} = 2/48 - x = 2/48 - 0.04 = 2/44 \text{ mol}$$

$$\text{O}_2 \text{ تعادلی مول} = 1/68 - x = 1/68 - 0.04 = 1/64 \text{ mol}$$

$$K = \frac{[\text{NO}]^2}{[\text{N}_2][\text{O}_2]} = \frac{(0.08)^2}{2/44 \times 1/64} = 1/6 \times 10^{-3}$$



$$\text{SO}_3 \text{ در حالت تعادل تعداد مول} = 2x = 4 \Rightarrow x = 2 \text{ mol}$$

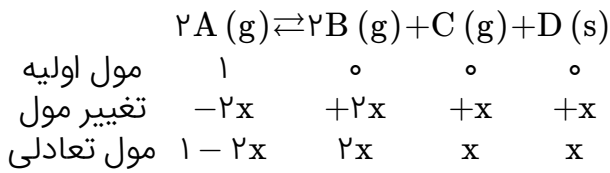
$$[\text{SO}_3]_{\text{تعادلی}} = \frac{4 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 2 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{SO}_2]_{\text{تعادلی}} = \frac{(4/1 - 4)}{2 \text{ L}} = 0.05 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{O}_2]_{\text{تعادلی}} = \frac{(2/2 - 2) \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$K = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2 [\text{O}_2]} = \frac{(2)^2}{(0.05)^2 (0.1)} = 1/6 \times 10^6 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{L}$$

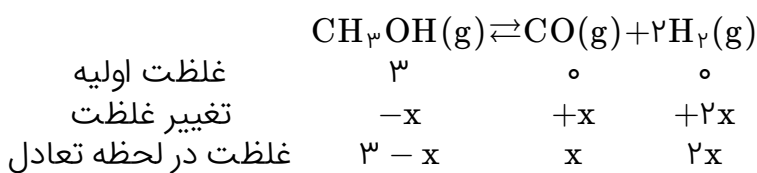
چون D جامد است در رابطه ثابت تعادل قرار نمی‌گیرد. ضمناً چون حجم ظرف یک لیتر است می‌توان به جای غلظت، مول ماده را قرار داد.



$$2x = \frac{20}{100} \times 1 \Rightarrow x = 0.1$$

$$K = \frac{[B]^2[C]}{[A]^2} \Rightarrow K = \frac{[0.2]^2[0.1]}{[0.8]^2} = 6/25 \times 10^{-3}$$

$$[CH_3OH]_{\text{اولیه}} = \frac{6 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 3 \text{ mol.L}^{-1}$$



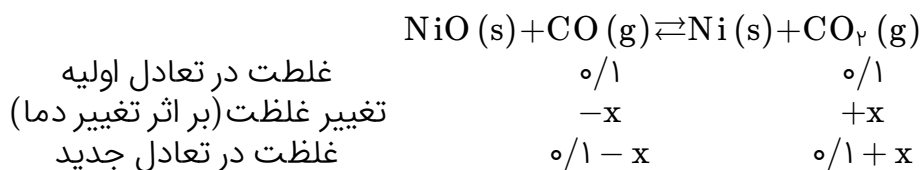
$$[CH_3OH]_{\text{مصرف شده}} = 3 \times \frac{80}{100} = 2.4 \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow \underbrace{x}_{\substack{\text{متانول} \\ \text{تجزیه شده}}} = 2.4 \text{ mol.L}^{-1}$$

حال، غلظت تعادلی گونه‌های موجود در ظرف و ثابت تعادل واکنش را به دست می‌آوریم:

$$[CH_3OH] = 3 - x = 3 - 2.4 = 0.6 \quad [CO] = x = 2.4 \quad [H_2] = 2x = 2(2.4) = 4.8$$

$$K = \frac{[CO][H_2]^2}{[CH_3OH]} = \frac{(2.4) \times (4.8)^2}{(0.6)} \Rightarrow K = 92/16$$

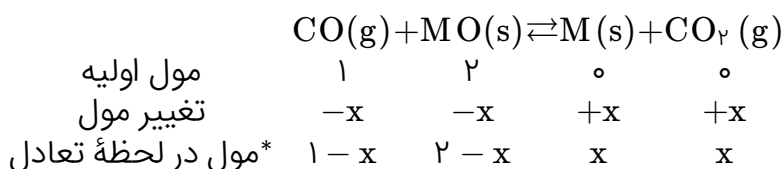
با افزایش دما، مقدار عددی K بزرگ‌تر شده است. این نشان می‌دهد با افزایش دما واکنش در جهت رفت جابه‌جا شده است. بنابراین می‌توان نوشت:



از آنجاکه Ni و NiO جامدند و غلظت مواد جامد خالص ثابت است، لذا در رابطه ثابت تعادل نوشته نمی‌شوند.

$$K = \frac{[\text{CO}_2]}{[\text{CO}]} \Rightarrow 99 = \frac{0/1 + x}{0/1 - x} \Rightarrow x = 0/098$$

$$[\text{CO}_2] = 0/1 + x \Rightarrow [\text{CO}_2] = 0/1 + 0/098 = 0/198 \text{ mol.L}^{-1}$$

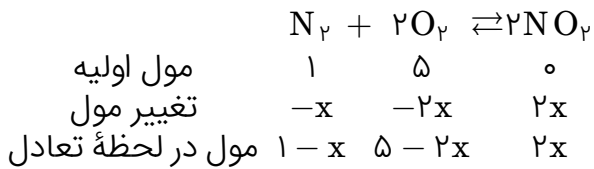


* چون حجم ظرف یک لیتر است، تعداد مول هر ماده در لحظه تعادل با غلظت آن ماده برابر است. در رابطه ثابت تعادل، غلظت ماده جامد و مایع خالص وارد نمی‌شود؛ بنابراین:

$$K = \frac{[\text{CO}_2]}{[\text{CO}]} \Rightarrow 0/25 = \frac{x}{1 - x} \Rightarrow 0/25 - 0/25x = x \Rightarrow x = \frac{0/5}{1/5} = 0/2$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{مول MO در لحظه تعادل} = 2 - x = 2 - 0/2 = 1/8 \text{ mol} \\ \text{مول M در لحظه تعادل} = x = 0/2 \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow \frac{\text{mol MO}}{\text{mol M}} = \frac{1/8}{0/2} = 9$$

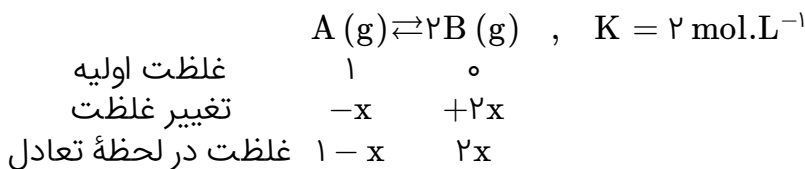


تا رسیدن به لحظه تعادل به اندازه ۵۰٪ از گاز نیتروژن ($1 \times \frac{50}{100} = 0/5$) مصرف می‌شود؛ بنابراین:

$$N_2 \text{ مصرف شده} = x = 0/5$$

$$\begin{cases} \text{mol } N_2 = 0/5 \Rightarrow [N_2] = \frac{0/5 \text{ mol}}{1L} = 0/5 \text{ mol.L}^{-1} \\ \text{mol } O_2 = 5 - 2x = 5 - 1 = 4 \Rightarrow [O_2] = \frac{4 \text{ mol}}{1L} = 4 \text{ mol.L}^{-1} \\ \text{mol } NO_2 = 2x = 1 \Rightarrow [NO_2] = \frac{1 \text{ mol}}{1L} = 1 \text{ mol.L}^{-1} \end{cases}$$

$$K = \frac{[NO_2]^2}{[N_2][O_2]^2} = \frac{(1)^2}{(0/5)(4)^2} = \frac{1}{8} = 0/125 \text{ L.mol}^{-1}$$

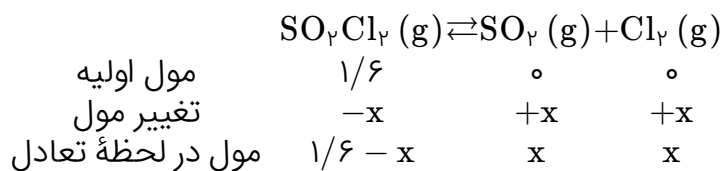


$$K = \frac{[B]^2}{[A]} \Rightarrow 2 = \frac{(2x)^2}{1-x} \Rightarrow 2 = \frac{4x^2}{1-x} \Rightarrow 1 = \frac{2x^2}{1-x} \Rightarrow 2x^2 + x - 1 = 0$$

$$x_1, x_2 = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = \frac{-1 \pm \sqrt{1^2 - 4(2)(-1)}}{4} = \frac{-1 \pm \sqrt{9}}{4} \Rightarrow \begin{cases} x_1 = \frac{1}{2} \\ x_2 = -1 \end{cases} \text{ (غقق)}$$

بنابراین در این واکنش تا رسیدن به لحظه تعادل، به مقدار $0/5 \text{ mol.L}^{-1}$ از ماده A مصرف می‌شود. اکنون بازده درصدی واکنش را با استفاده از رابطه زیر حساب می‌کنیم:

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار مصرف شده یک واکنش دهنده}}{\text{مقدار اولیه آن واکنش دهنده}} \times 100 \Rightarrow \text{بازده درصدی} = \frac{0/5 \text{ mol.L}^{-1}}{1 \text{ mol.L}^{-1}} \times 100 = 50\%$$



$$\text{حجم ظرف } 2 \text{ لیتر است، بنابراین غلظت هر یک از گونه‌های شیمیایی موجود در تعادل برابر است با:}$$

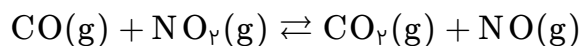
$$\text{مجموع شمار مول‌های گازی در لحظه تعادل} = (\frac{1}{6} - x) + x + x = \frac{2}{4} \Rightarrow x = \frac{0}{8}$$

حجم ظرف ۲ لیتر است، بنابراین غلظت هر یک از گونه‌های شیمیایی موجود در تعادل برابر است با:

$$[\text{SO}_2\text{Cl}_2] = \frac{(\frac{1}{6} - x) \text{ mol}}{2 \text{ L}} = \frac{\frac{1}{6} - \frac{0}{8}}{2} = \frac{0}{4} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{SO}_2] = [\text{Cl}_2] = \frac{x \text{ mol}}{2 \text{ L}} = \frac{\frac{0}{8}}{2} = \frac{0}{4} \text{ mol.L}^{-1}$$

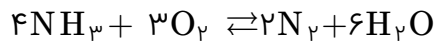
$$K = \frac{[\text{SO}_2][\text{Cl}_2]}{[\text{SO}_2\text{Cl}_2]} = \frac{\frac{0}{4} \times \frac{0}{4}}{\frac{0}{4}} = \frac{0}{4} \text{ mol.L}^{-1}$$



$$[\text{CO}] = \frac{0/9}{3} = 0/3 \quad [\text{NO}_2] = \frac{0/15}{3} = 0/5 \quad [\text{CO}_2] = \frac{0/45}{3} = 0/15$$

غلظت‌های مولار از تقسیم تعداد مول بر حجم گاز بر حسب واحد لیتر به دست می‌آید. چون به ازای هر مول CO_2 یک مول NO به دست می‌آید پس غلظت مولار NO نیز $0/15$ است.

$$K = \frac{[\text{CO}_2][\text{NO}]}{[\text{CO}][\text{NO}_2]} \Rightarrow K = \frac{0/15 \times 0/15}{0/3 \times 0/5} = 1/5$$



غلظت اولیه	۱	۱	۰	۰
تغییر غلظت	$-4x$	$-3x$	$+2x$	$+6x$
غلظت تعادلی	$1-4x$	$1-3x$	$2x$	$6x$

$$[\text{N}_2]_{\text{تعادلی}} = 2x = 0/2 \Rightarrow x = 0/1 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{NH}_3]_{\text{تعادلی}} = 1 - 4x = 1 - 4 \times 0/1 = 0/6 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{O}_2]_{\text{تعادلی}} = 1 - 3x = 1 - 3 \times 0/1 = 0/7 \text{ mol.L}^{-1}$$

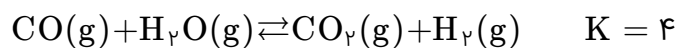
$$[\text{H}_2\text{O}]_{\text{تعادلی}} = 6x = 6 \times 0/1 = 0/6 \text{ mol.L}^{-1}$$

بنابراین در مخلوط تعادلی، غلظت مولار گاز اکسیژن از همه بیشتر است. (رد گزینه‌های ۱ و ۲)

$$K = \frac{[\text{N}_2]^2 [\text{H}_2\text{O}]^6}{[\text{O}_2]^3 [\text{NH}_3]^4} = \frac{(0/2)^2 (0/6)^6}{(0/6)^3 (0/7)^3} = 0/042 \text{ mol.L}^{-1} \quad (\text{رد گزینه ۴})$$

$$\text{H}_2\text{O} : 18 \text{ g.mol}^{-1} \quad \text{mol H}_2\text{O} = \frac{36}{18} = 2$$

$$[\text{H}_2\text{O}] = \frac{2}{2} = 1 \text{ mol.L}^{-1} \quad [\text{CO}] = \frac{2}{2} = 1 \text{ mol.L}^{-1}$$



غلظت‌های اولیه	۱	۱	۰	۰
تغییرات غلظت	$-x$	$-x$	$+x$	$+x$
غلظت‌های تعادلی	$1-x$	$1-x$	x	x

$$K = \frac{[\text{CO}_2][\text{H}_2]}{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]} \Rightarrow \frac{x \cdot x}{(1-x)(1-x)} = 4 \Rightarrow \frac{x^2}{(1-x)^2} = 4 \Rightarrow \left(\frac{x}{1-x}\right)^2 = 4$$

$$\frac{x}{1-x} = 2 \Rightarrow x = \frac{2}{3}$$

$$[\text{H}_2\text{O}] = 1 - x = 1 - \frac{2}{3} = \frac{1}{3} \text{ mol.L}^{-1}$$

به ازای هر لیتر، $\frac{1}{3}$ مول H_2O و در ظرف دو لیتری $\frac{2}{3}$ مول H_2O وجود دارد.



موادی که غلظت ثابت دارند، جامد (s) و مایع خالص (l) در عبارت ثابت تعادل جایی ندارند. ضمن انحلال باریم سولفات در آب، کاتیون و آنیون به نسبت مولی برابر تولید می‌شوند.

$$K = [\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}]$$

$$6/4 \times 10^{-9} = x \cdot x \Rightarrow x^2 = 6/4 \times 10^{-9} \Rightarrow x^2 = 64 \times 10^{-10} \Rightarrow x = \pm 8 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

مقدار منفی x قابل قبول نیست، چون غلظت منفی مفهومی ندارد. پس غلظت هر کدام از آنیون یا کاتیون، 8×10^{-5} مول بر لیتر است و چون هر مول BaSO_4 یک آنیون یا کاتیون تولید می‌کند در هر لیتر محلول، 8×10^{-5} مول نمک BaSO_4 حل می‌شود.

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6$$

$$\text{BaSO}_4 \text{ جرم} : 8 \times 10^{-5} \times 233 = 1/864 \times 10^{-2} \text{ g}$$

$$\text{جرم آب} \simeq \text{جرم محلول} = 1000 \text{ g}$$

$$\text{ppm} = \frac{1/864 \times 10^{-2}}{10^3} \times 10^6 = 18/64$$



غلظت‌های اولیه	۳	۳	۰
تغییرات غلظت	-x	-x	+2x
غلظت‌های تعادلی	۳-x	۳-x	2x

$$K = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} \Rightarrow \frac{(2x)^2}{(3-x)(3-x)} = 0/16 \Rightarrow \left(\frac{2x}{3-x}\right)^2 = 0/4^2$$

$$\Rightarrow \frac{2x}{3-x} = \pm 0/4 \quad \text{مقدار منفی آن قابل قبول نیست}$$

$$\frac{2x}{3-x} = 0/4 \Rightarrow 2x = 1/2 - 0/4x \Rightarrow 2/4x = 1/2 \Rightarrow x = \frac{1}{2}$$

$$[\text{HI}] = 2x = 2\left(\frac{1}{2}\right) = 1 \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow \text{mol HI} = 1$$

تعداد مولکول‌های HI برابر ۱ مول یا عدد آووگادرو ($6/022 \times 10^{23}$) است.



غلظت‌های اولیه	۴	۰
تغییرات غلظت	-x	+2x
غلظت‌های تعادلی	۴-x	2x

$$\text{غلظت مولار } \text{N}_2\text{O}_4 = \frac{\text{تعداد مول}}{\text{تعداد لیتر}} = \frac{4 \text{ mol}}{2} = 2 \text{ mol.L}^{-1}$$

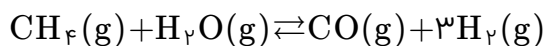
$$K = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} \Rightarrow \frac{(2x)^2}{4-x} = 0.8 \Rightarrow 4x^2 = 3/2 - 0.8x$$

$$\xrightarrow{\text{تقسیم دو طرف بر ۴ و مرتب‌سازی}} x^2 + 0.2x - 0.8 = 0 \Rightarrow (x - 0.8)(x + 1) = 0 \quad \begin{cases} x = 0.8 \\ x = -1 \end{cases} \text{ غیرقابل قبول}$$

غلظت منفی مفهوم ندارد و قابل قبول نیست.

$$[\text{N}_2\text{O}_4] = 4 - x = 4 - 0.8 = 3.2 \text{ mol.L}^{-1}$$

۳/۲ مول N_2O_4 به‌ازای هر لیتر از حجم وجود دارد. پس در ظرف ۲ لیتری، $2 \times 3/2$ یا ۶/۴ مول از N_2O_4 باقی می‌ماند.

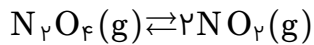


غلظت‌های اولیه	۴	۲/۲	۰	۰
تغییرات غلظت	-x	-x	+x	+3x
غلظت‌های تعادلی	۴-x	۲/۲-x	x	3x

$$\text{mol CH}_4 = 2 \Rightarrow 4 - x = 2 \Rightarrow x = 2$$

$$\begin{cases} [\text{H}_2\text{O}] = 2/2 - 2 = 0.2 \text{ mol.L}^{-1} \\ [\text{CO}] = 2 \text{ mol.L}^{-1} \\ [\text{H}_2] = 3 \times 2 = 6 \text{ mol.L}^{-1} \end{cases} \quad (\text{رد گزینه‌های ۱ و ۴})$$

$$K = \frac{[\text{CO}][\text{H}_2]^3}{[\text{CH}_4][\text{H}_2\text{O}]} \Rightarrow K = \frac{2 \times 6^3}{2 \times 0.2} = 1080 \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2} \quad (\text{رد گزینه ۲})$$



غلظت اولیه	$\frac{10}{5}$	۰
تغییر غلظت	-x	+2x
غلظت تعادلی	$2-x$	+2x

$$K = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} \Rightarrow 4 = \frac{(2x)^2}{2-x}$$

$$x = 1 \Rightarrow \text{تعادلی } [NO_2] = 2x = 2 \text{ mol.L}^{-1}$$

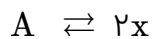
$$\text{تعادلی } [N_2O_4] = 2 - x = 2 - 1 = 1 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\frac{[NO_2]}{[N_2O_4]} = \frac{2}{1} = 2 \quad (\text{رد گزینه‌های ۱ و ۲})$$

$$\begin{cases} \text{مول } NO_2 = 2 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 5 \text{ L} = 10 \text{ mol} \\ \text{مول } N_2O_4 = 1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 5 \text{ L} = 5 \text{ mol} \end{cases}$$

$$\text{مجموع مول‌ها (رد گزینه ۳)}: 5 + 10 = 15 \text{ mol}$$

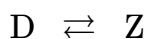
در واکنش اول ۵۰٪ ماده A یعنی ۵/۵ مول از آن مصرف می‌شود و ۱ مول x تولید می‌کند.



غلظت های اولیه	۱	۰
تغییرات غلظت	-۰/۵	+۱
غلظت های تعادلی	۰/۵	۱

$$K = \frac{[x]^2}{A} \Rightarrow K = \frac{1^2}{0/5} = 2$$

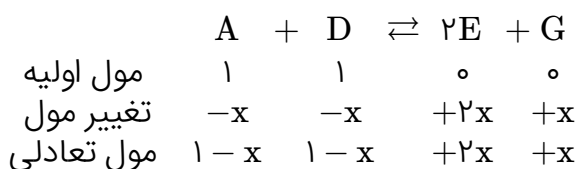
در واکنش دوم ۸۰٪ ماده D مصرف می‌شود و ۸/۰ مول Z تولید می‌کند.



غلظت های اولیه	۱	۰
تغییرات غلظت	-۰/۸	+۰/۸
غلظت های تعادلی	۰/۲	۰/۸

$$K = \frac{[Z]}{[D]} \Rightarrow K = \frac{0/8}{0/2} = 4$$

K_1 ، K_2 برابر ۲ است.



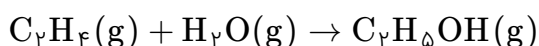
از آن جا که بازده واکنش ۶۰ درصد است، یعنی ۶۰٪ مواد واکنش دهنده مصرف شده، پس ۴۰٪ آن باقی مانده است.
به عبارتی: $x = 0/6$

$$[D]_{\text{تعادلی}} = [A]_{\text{تعادلی}} = 1 - 0/6 = 0/4 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[E]_{\text{تعادلی}} = 2x = 2 \times 0/6 = 1/3 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[G]_{\text{تعادلی}} = 0/6 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$K = \frac{[E]^2 [G]}{[A][D]} = \frac{(1/3)^2 \times (0/6)}{(0/4) \times (0/4)} = 5/4 \text{ mol.L}^{-1}$$



	C_2H_4	H_2O	C_2H_5OH
غلظت اولیه	$\frac{2 \text{ mol}}{2 \text{ L}}$	$\frac{2 \text{ mol}}{2 \text{ L}}$	۰
تغییر غلظت	-x	-x	x
غلظت تعادلی	1-x	1-x	x

$$K = \frac{[C_2H_5OH]}{[H_2O][C_2H_4]} \Rightarrow 2 = \frac{x}{(1-x)^2} \Rightarrow 2 = \frac{x}{1+x^2-2x}$$

$$2x^2 - 5x + 2 = 0 \Rightarrow x = \frac{5 \mp \sqrt{25-16}}{4} \quad \begin{cases} x_1 = 2 > 1 & \text{غ ق ق} \\ x_2 = 0/5 < 1 & \text{ق ق} \end{cases}$$

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار مصرفی واکنش دهنده}}{\text{مقدار اولیه آن}} \times 100 = \frac{0/5}{1} \times 100 = 50\%$$