کدکنترل

121

A

چهارشنبه

۱۴۰۳/۰۲/۲۶

دوپینگ ماز کنکور ۱۴۰۳

گروه آموزشی ماز

دورهٔ جمع‌بندی دوپینگ ماز

گروه آزمایشی علوم ریاضی و فنی

دفترچه پاسخ شیمی

(فصل ۴ دوازدهم)

درس	مسئول درس	طراحان	ویراستاران
شیمی	فرشاد هادیان‌فرد	فرشاد هادیان‌فرد محمد کهنه‌پوشی ـ علی ترابی سعیده محبی ـ فرهنگ امیری	سجاد سیف‌اللهی عالیه میرزایی فرشاد محبی‌فر

حق چاپ و تکثیر سوالات به هر روش(الکترونیکی و ...) پس از برگزاری آزمون برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز «گروه ماز» مجاز می‌باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

به دلیل عدم رضایت تیم ماز، هر گونه استفاده غیرقانونی از دفترچه سوالات و پاسخنامه ماز برای تمامی اشخاص، شرعاً حرام است.

۱- مقدار $۲۵/۶g$ گاز متان و $۸۱/۶g$ گاز هیدروژن سولفید را در یک ظرف دو لیتری مخلوط می‌کنیم و گرما می‌دهیم تا تعادل گازی زیر برقرار شود. اگر در حالت تعادل $۶۰/۸g$ گرم کربن دی‌سولفید در مخلوط وجود داشته باشد، مقدار عددی ثابت این تعادل کدام است؟

$(S = ۳۲ \text{ و } C = ۱۲ \text{ و } H = ۱ : \ g.mol^{-۱})$

$CH_۴(g) + H_۲S(g) \leftrightharpoons CS_۲(g) + H_۲(g)$ (معادله واکنش موازنه شود.)

۱) $۲^{۱۰} \times ۱۰^{-۳}$ ۲) $۲^{۱۲} \times ۱۰^{-۳}$ ۳) $۲^{۱۰} \times ۱۰^{-۲}$ ۴) $۲^{۱۲} \times ۱۰^{-۲}$

پاسخ: گزینه ۴ (آسان ـ مسأله ـ ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

در ابتدا در ظرف واکنش $\frac{۲۵/۶}{۱۶} = ۱/۶$ مول گاز متان و $\frac{۸۱/۶}{۳۴} = ۲/۴$ مول گاز هیدروژن سولفید وجود دارد. بنابراین با توجه به معادله واکنش موازنه شده، شمار مول گازها در تعادل به صورت زیر خواهد بود:

	$CH_۴(g)$	$+ \ ۲H_۲S(g)$	$\rightleftharpoons \ CS_۲(g)$	$+ \ ۴H_۲(g)$
شمار مول اولیه:	۱/۶	۲/۴	۰	۰
شمار مول در لحظه تعادل:	$۱/۶ - x$	$۲/۴ - ۲x$	x	$۴x$

با توجه به اینکه در لحظه برقراری تعادل $\frac{۶۰/۸}{۷۶} = ۰/۸$ مول گاز کربن دی سولفید در مخلوط تعادلی داریم، پس می‌توان گفت مقدار x برابر ۰/۸ مول بوده و غلظت تعادلی گونه‌ها برابر خواهد بود با:

$$[CH_۴] = \frac{۱/۶ - ۰/۸}{۲} = ۰/۴ \ mol.L^{-۱} \quad \text{و} \quad [H_۲S] = \frac{۲/۴ - (۲ \times ۰/۸)}{۲} = ۰/۴ \ mol.L^{-۱}$$

$$[CS_۲] = \frac{۰/۸}{۲} = ۰/۴ \ mol.L^{-۱} \quad \text{و} \quad [H_۲] = \frac{(۴ \times ۰/۸)}{۲} = ۱/۶ \ mol.L^{-۱}$$

در نهایت، ثابت تعادل این واکنش را محاسبه می‌کنیم:

$$K = \frac{[CS_۲][H_۲]^۴}{[CH_۴]\,[H_۲S]^۲} = \frac{(۰/۴) \times (۱/۶)^۴}{(۰/۴) \times (۰/۴)^۲} = \frac{(۲^۴ \times ۱۰^{-۱})^۴}{(۲^۲ \times ۱۰^{-۱})^۲} = \frac{۲^{۱۶} \times ۱۰^{-۴}}{۲^۴ \times ۱۰^{-۲}} = ۲^{۱۲} \times ۱۰^{-۲} mol^۲.L^{-۲}$$

برای محاسبهٔ ثابت تعادل واکنش $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ می‌توانیم از رابطهٔ زیر هم استفاده کنیم:

$K = \frac{n_C^c \times n_D^d}{n_A^a \times n_B^b} \times (\frac{۱}{V})^{\Delta n}$ و $\Delta n = (c + d) - (a + b)$

مراقب باشید که در محاسبه Δn صرفاً ضرایب مواد گازی و محلول را در نظر بگیرید. توجه داریم که اگر مجموع ضرایب واکنش‌دهنده‌های گازی یا محلول با مجموع ضرایب فراورده‌های گازی یا محلول برابر باشد، Δn برابر صفر شده و مقدار ثابت تعادل مستقل از حجم ظرف می‌شود. در این حالت، داریم:

$K = \frac{n_C^c \times n_D^d}{n_A^a \times n_B^b}$

گروه آموزشی ماز

۲- تعادل $CaCO_۳(s) \leftrightharpoons CaO(s) + CO_۲(g)$، با حضور نیم مول از هر یک از مواد شرکت کننده در یک ظرف سربسته برقرار است. پس از وارد کردن ۴/۴ گرم گاز $CO_۲$ به ظرف واکنش در دمای ثابت، سرعت واکنش برگشت ..... یافته و پس از رسیدن به تعادل جدید، درصد جرمی کلسیم کربنات در مواد جامد موجود در ظرف به تقریب برابر ..... خواهد شد.

$(Ca = ۴۰ \text{ و } O = ۱۶ \text{ و } C = ۱۲ : \ g.mol^{-۱})$

۱) کاهش – ۷۲/۸ ۲) کاهش – ۷۹/۲ ۳) افزایش – ۷۲/۸ ۴) افزایش – ۷۹/۲

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مسأله ـ ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

رابطه ثابت تعادل این واکنش، به صورت $K = [CO_۲]$ است. بلافاصله پس از اضافه کردن گاز کربن دی‌اکسید، سرعت واکنش برگشت افزایش خواهد یافت و از آنجا که مقدار ثابت تعادل واکنش در دمای ثابت، ثابت باقی می‌ماند و دچار تغییر نمی‌شود؛ پس می‌توان گفت تمام گاز کربن دی‌اکسید اضافه شده به ظرف در واکنش برگشت شرکت کرده و به $CaCO_۳$ تبدیل خواهد شد. ابتدا جرم CaO مصرف شده را حساب می‌کنیم:

$$?\,g\ CaO = ۴/۴\ g\ CO_۲ \times \frac{۱\ mol\ CO_۲}{۴۴\ g\ CO_۲} \times \frac{۱\ mol\ CaO}{۱\ mol\ CO_۲} \times \frac{۵۶\ g\ CaO}{۱\ mol\ CaO} = ۵/۶\ g$$

در تعادل اولیه، نیم مول کلسیم اکسید(CaO) در ظرف وجود دارد؛ بنابراین جرم نهایی CaO برابر خواهد بود با:

$$\text{جرم نهایی } CaO = \frac{۵۶}{۲} - ۵/۶ = ۲۲/۴\ g$$

در قدم بعد، جرم $CaCO_۳$ را در تعادل جدید حساب می‌کنیم. جرم $CaCO_۳$ تولید شده برابر است با:

$$?\,g\ CaCO_۳ = ۴/۴\ g\ CO_۲ \times \frac{۱\ mol\ CO_۲}{۴۴\ g\ CO_۲} \times \frac{۱\ mol\ CaCO_۳}{۱\ mol\ CO_۲} \times \frac{۱۰۰\ g\ CaCO_۳}{۱\ mol\ CaCO_۳} = ۱۰\ g\ CaCO_۳$$

www.biomaze.ir

در تعادل اولیه نیم مول $CaCO_3$ در ظرف وجود داشته است، بنابراین داریم:

$$\text{جرم نهایی } CaCO_3 = \frac{۱۰۰}{۲} + ۱۰ = ۶۰\ g$$

و در نهایت درصد جرمی نهایی $CaCO_3$ را حساب می‌کنیم:

$$\text{درصد جرمی نهایی } CaCO_3 = \frac{\text{جرم نهایی } CaCO_3}{\text{مجموع جرم مواد جامد}} \times ۱۰۰ = \frac{۶۰}{۶۰ + ۲۲/۴} \times ۱۰۰ \simeq \text{درصد } ۷۲/۸$$

توجه داریم که بر اساس قانون پایستگی جرم و اینکه جرم CO_2 پس از اضافه کردن CO_2 و رسیدن به تعادل جدید ثابت باقی می‌ماند؛ می‌توان اینطور نتیجه گرفت که مجموع جرم مواد جامد موجود در ظرف، به میزان $۴/۴\ g$ افزایش می‌یابد. بر این اساس، داریم:

$$\text{مقدار افزایش جرم جامدهای موجود در ظرف} = \text{جرم اولیه مواد جامد} - \text{جرم نهایی مواد جامد} = (۲۲/۴ + ۶۰) - (۲۸ + ۵۰) = ۴/۴\ g$$

گروه آموزشی ماز

۳- همه عبارت‌های زیر درست هستند، بجز ..... .

۱) در شرایط بهینه انجام فرایند هابر، درصد حجمی آمونیاک بیشتر از نصف مجموع درصد حجمی دو گاز دیگر است.
۲) نیم مول از دی‌الکل مصرف شده برای سنتز PET، در واکنش با ۲۸ لیتر گاز O_2 در شرایط استاندارد می‌سوزد.
۳) در شرایط مشابه، انحلال پذیری ترفتالیک اسید در آب در مقایسه با انحلال‌پذیری پارازایلن بیشتر است.
۴) متانول، مایعی بی‌رنگ و بسیار سمی است که از چوب تهیه شده و در صنایع گوناگون کاربرد دارد.

پاسخ: گزینه ۱ (آسان ـ مفهومی و مسأله ـ ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

در شرایط بهینه انجام فرایند هابر یعنی در دمای ۴۵۰°C، فشار $۲۰۰atm$ و در مجاورت کاتالیزگر $Fe(s)$، درصد مولی گاز آمونیاک برابر با ۲۸ درصد است. از طرفی درصد مولی گازها در یک سامانه با درصد حجمی آنها یکسان است. بنابراین درصد حجمی گاز آمونیاک از نصف مجموع درصد حجمی دو گاز دیگر (یعنی $\frac{۷۲}{۲} = ۳۶$) کمتر است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) دی الکل استفاده شده در سنتز پلی‌اتیلن ترفتالات، اتیلن گلیکول است که واکنش سوختن کامل آن به صورت زیر است:

$$۲C_۲H_۶O_۲ + ۵O_۲ \rightarrow ۴CO_۲ + ۶H_۲O$$

بنابراین حجم گاز اکسیژن موردنیاز برابر خواهد بود با:

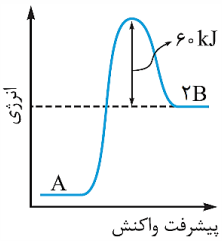
$$?\ L\ O_۲ = ۰/۵\ mol\ C_۲H_۶O_۲ \times \frac{۵\ mol\ O_۲}{۲\ mol\ C_۲H_۶O_۲} \times \frac{۲۲/۴\ L\ O_۲}{۱\ mol\ O_۲} = ۲۸\ L$$

۳) ترفتالیک اسید، یک ترکیب قطبی با توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی و پارازایلن یک ترکیب ناقطبی است؛ بنابراین در شرایط مشابه، انحلال‌پذیری ترفتالیک اسید در آب، از پارازایلن بیشتر است.

۴) متانول ساده‌ترین الکل تک عاملی با فرمول شیمیایی $CH_۳OH$ است. این ماده، مایعی بی رنگ و بسیار سمی است که از چوب تهیه شده و در صنایع گوناگون کاربرد دارد.

گروه آموزشی ماز

۴- نمودار مقابل، روند تغییر انرژی در یک واکنش شیمیایی را نشان می‌دهد. با توجه به معادله واکنش‌های زیر، مقدار انرژی فعال‌سازی واکنش انجام شده برابر با چند کیلوژول خواهد بود؟



$$I)\ B + C \rightarrow ۲D \quad ; \Delta H = -۴۵kJ$$
$$II)\ B + D \rightarrow ۲C \quad ; \Delta H = +۸۲kJ$$
$$III)\ A \rightarrow D + C \quad ; \Delta H = +۱۱۷kJ$$

۱) ۱۲۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۱۶۰ ۴) ۱۴۰

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مسأله ـ ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

با استفاده از قانون هس، می‌توانیم مقدار ΔH برخی از واکنش‌ها را به طور دقیق محاسبه کنیم. بر اساس این قانون، اگر معادله واکنشی را بتوان از جمع معادله دو یا چند واکنش دیگر به دست آورد، مقدار ΔH آن واکنش نیز از جمع جبری ΔH همان واکنش‌ها بدست می‌آید. ابتدا با استفاده از قانون هس، آنتالپی

www.biomaze.ir

واکنش شیمیایی $A \longrightarrow ۲B$ را بدست می‌آوریم. در واکنش موردنظر، گونه B در سمت راست با ضریب دو است. پس واکنش اول و دوم را در (-۱) ضرب می‌کنیم. بر این اساس، داریم:

$$۱)\ B + C \rightarrow ۲D \quad .\ \Delta H = -۴۵kJ$$
$$\xrightarrow{\times(-۱)} ۲D \rightarrow B + C \quad .\ \Delta H = +۴۵kJ$$
$$۲)\ B + D \rightarrow ۲C \quad .\ \Delta H = +۸۲kJ$$
$$\xrightarrow{\times(-۱)} ۲C \rightarrow B + D \quad .\ \Delta H = -۸۲kJ$$

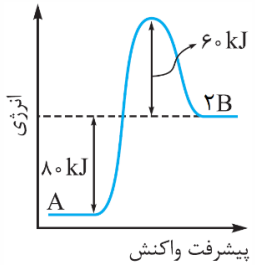
گونه A در واکنش اصلی، در سمت چپ با ضریب ۱ وجود دارد، پس معادله واکنش سوم را تغییر نمی‌دهیم. معادله این واکنش به صورت زیر باقی می‌ماند:

$$۳)\ A \rightarrow D + C \quad .\ \Delta H = +۱۱۷kJ$$

بنابراین آنتالپی واکنش $A \longrightarrow ۲B$ برابر است با:

$$\Delta H = ۴۵ + (-۸۲) + ۱۱۷ = ۸۰kJ$$

پس مقدار ΔH واکنش مورد نظر برابر با ۸۰ کیلوژول خواهد بود. همانطور که می‌دانیم، انرژی فعال‌سازی معادل با حداقل انرژی موردنیاز برای شروع‌شدن یک واکنش شیمیایی است. در نمودار انرژی-پیشرفت واکنش، تفاوت سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها با قله نمودار، انرژی فعال‌سازی واکنش رفت را نشان می‌دهد. همچنین تفاوت سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها، معادل با مقدار ΔH است. بنابراین نمودار انرژی-پیشرفت واکنش به صورت زیر خواهد بود:



با توجه به توضیحات ذکرشده، انرژی فعال‌سازی واکنش(تفاوت سطح انرژی واکنش‌دهنده با قله نمودار) را محاسبه می‌کنیم:

$$E_a = ۸۰ + ۶۰ = ۱۴۰kJ$$

بنابراین انرژی فعال‌سازی واکنش $A \longrightarrow ۲B$ برابر با ۱۴۰ کیلوژول است.

گروه آموزشی ماز

۵- تعادل $K = ۶/۴ \times ۱۰^{-۲}$; $۲SO_۳(g) \rightleftharpoons ۲SO_۲(g) + O_۲(g)$، با حضور ۱۲۰ گرم گاز $SO_۳$ و جرم برابر از گازهای $SO_۲$ و $O_۲$ در یک مخزن ۳ لیتری برقرار شده است. با استفاده از گاز اکسیژن موجود در این مخزن، چند گرم گاز متان را می‌توان به طور کامل سوزاند؟

($S = ۳۲$ و $O = ۱۶$ و $C = ۱۲$ و $H = ۱$: $g.mol^{-۱}$)

۱) ۱/۶ ۲) ۴/۸ ۳) ۳/۲ ۴) ۹/۶

پاسخ: گزینه ۴ (سخت ـ مسأله ـ ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی

در قدم اول شمار مول های گاز گوگرد تری‌اکسید موجود در ظرف واکنش را حساب می‌کنیم. با توجه به اینکه در هنگام تعادل ۱۲۰ گرم گاز گوگرد تری‌اکسید در ظرف وجود دارد، شمار مول‌های این گاز برابر است با:

$$?\,mol\ SO_۳ = ۱۲۰\ g\ SO_۳ \times \frac{۱\ mol\ SO_۳}{۸۰\ g\ SO_۳} = ۱/۵\ mol$$

چون در حالت تعادل، جرم گازهای اکسیژن و گوگرد دی‌اکسید در ظرف واکنش با هم برابر است، پس شمار مول‌های تعادلی گاز اکسیژن ۲ برابر شمار مول‌های تعادلی گاز گوگرد دی‌اکسید می‌شود. طبق توضیحات داده شده، معادله موازنه‌شده واکنش و مقدار مول تعادلی مواد در ظرف واکنش به صورت زیر است:

$$۲SO_۳(g) \rightleftharpoons ۲SO_۲(g) + O_۲(g)$$

شمار مول در لحظه‌ی تعادل : ۱/۵ x ۲x

به منظور محاسبه‌ی ثابت تعادل واکنش شیمیایی $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$، می‌توانیم از رابطه‌ی زیر استفاده کنیم:

$$K = \frac{(n_C)^c \times (n_D)^d}{(n_A)^a \times (n_B)^b} \times \left(\frac{۱}{V}\right)^{\Delta n} \quad \text{و} \quad \Delta n = (c + d) - (a + b)$$

دقت کنید که در محاسبه‌ی Δn صرفاً ضرایب مواد گازی و مواد در حالت محلول را در نظر بگیرید. در این حالت، اگر مجموع ضرایب واکنش‌دهنده‌های گازی یا محلول با مجموع ضرایب فراورده‌های گازی یا محلول برابر باشد، Δn برابر با صفر شده و مقدار ثابت تعادل مستقل از حجم ظرف می‌شود. در این حالت، رابطه‌ی ثابت تعادل به صورت زیر خواهد بود:

$$K = \frac{(n_C)^c \times (n_D)^d}{(n_A)^a \times (n_B)^b}$$

www.biomaze.ir

خب، برگردیم به سوال! از آنجا که حجم سامانه در حالت تعادل برابر با ۳ لیتر است، ثابت تعادل واکنش را می‌توانیم به صورت زیر بنویسیم:

$$K = \frac{[SO_3]^2[O_2]}{[SO_2]^2} \times \left(\frac{1}{V}\right)^{\Delta n} = \frac{x^2 \times 2x}{(1/5)^2} \times (\frac{1}{3})^{3-2} = 6/4 \times 10^{-2} \Longrightarrow x = 0/6\ mol$$

بنابراین گاز اکسیژن موجود در ظرف برابر با $2x = 1/2$ مول است. اکنون باید ببینیم با مصرف ۱/۲ مول گاز اکسیژن در واکنش سوختن متان، چند گرم گاز متان مصرف می‌شود. معادله موازنه‌شده سوختن گاز متان در دمای اتاق به صورت زیر است:

$$CH_4 + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l)$$

بر این اساس، داریم:

$$?\ g\ CH_4 = 1/2\ mol\ O_2 \times \frac{1\ mol\ CH_4}{2\ mol\ O_2} \times \frac{16\ g\ CH_4}{1\ mol\ CH_4} = 9/6\ g$$

بنابراین با استفاده از گاز اکسیژن موجود در این مخزن، می‌توان ۹/۶ گرم گاز متان را به طور کامل سوزاند.

گروه آموزشی ماز

۶- چه تعداد از عبارت‌های داده شده درست هستند؟

آ: در واکنش حذف هیدروکربن‌های نسوخته در مبدل کاتالیستی، عدد اکسایش اتم‌های کربن بیش از ۴ واحد افزایش‌می‌یابد.

ب: درصد جرمی نیتروژن در مخلوط گازهای ورودی به مبدل کاتالیستی خودروهای دیزلی، بیشتر از گازهای خروجی است.

پ: خواص فیزیکی و شیمیایی کاتالیزگرهای موجود در مبدل کاتالیستی، به‌ترتیب مشابه خواص عناصر مس و ژرمانیم است.

ت: با اینکه مبدل کاتالیستی برای مدت طولانی کار می‌کند، اما پس از مدتی کارایی آن کاهش یافته و قابل استفاده نیست.

۱) ۲ ۲) ۱ ۳) ۴ ۴) ۳

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مفهومی و حفظی ـ ۱۲۰۴)

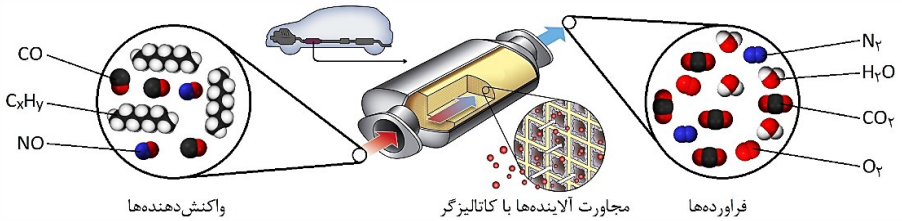
پاسخ تشریحی:

عبارت‌های (آ) و (ت) درست هستند.

بررسی سایر موارد:

آ: گازهای کربن مونوکسید، نیتروژن مونوکسید و هیدروکربن‌های نسوخته (C_xH_y) از جمله آلاینده‌های تولیدشده در موتور خودروها هستند که باعث آلودگی هواکره می‌شوند. با استفاده از مبدل‌های کاتالیستی، می‌توان مقدار این آلاینده‌ها را به طور قابل توجهی کاهش داد.

تصویر زیر، کارکرد مبدل‌های کاتالیستی در خودروهای غیردیزلی را نشان می‌دهد:



واکنش‌های انجام شده در این کاتالیزگرها به صورت زیر است:

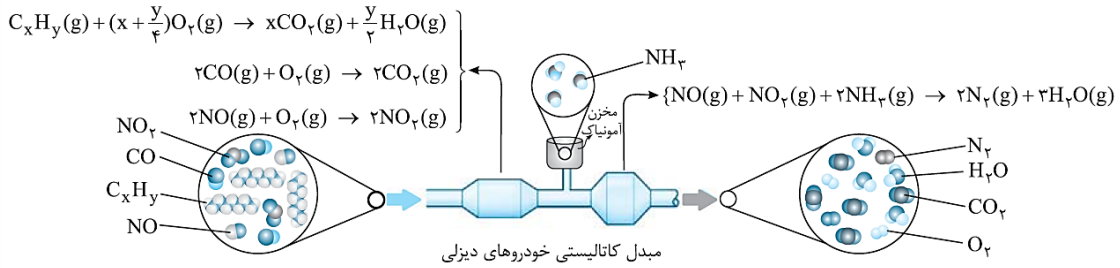
حذف گاز کربن مونوکسید (CO): $2CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)$

حذف گاز نیتروژن مونوکسید (NO): $2NO(g) \rightarrow N_2(g) + O_2(g)$

حذف هیدروکربن‌های نسوخته: $C_xH_y(g) + (x + \frac{y}{4})O_2(g) \rightarrow xCO_2(g) + (\frac{y}{2})H_2O(g)$

در واکنش حذف هیدروکربن‌های نسوخته، ترکیبی با فرمول C_xH_y مصرف شده و گاز کربن دی‌اکسید تولید می‌شود. ترکیب C_xH_y، نوعی هیدروکربن بوده و میانگین عدد اکسایش اتم‌های کربن در آن حتما منفی است درحالی که در ساختار گاز کربن دی‌اکسید، عدد اکسایش اتم کربن برابر با ۴+ است. در واقع، طی این فرایند عدد اکسایش اتم‌های کربن موجود در ماده اولیه، از یک عدد منفی به ۴+ رسیده است، پس می‌توان گفت عدد اکسایش اتم‌های کربن بیش از ۴ واحد افزایش یافته است.

ب: تصویر زیر، نمایی از مبدل کاتالیستی خودروهای دیزلی را نشان می‌دهد:



www.biomaze.ir

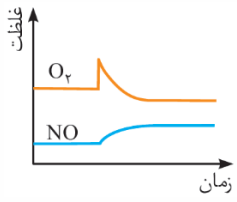
در این مبدل‌های کاتالیستی، اکسیدهای نیتروژن(گازهای نیتروژن مونوکسید و نیتروژن دی‌اکسید) با آمونیاک واکنش داده و به مواد کم‌خطرتر مثل نیتروژن و بخار آب تبدیل می‌شوند. توجه داریم که آمونیاک، از یک منبع خارجی وارد ساختار این مبدل شده و چون در ساختار آمونیاک اتم نیتروژن وجود دارد، پس می‌توان گفت طی این فرایند شمار اتم‌های نیتروژن موجود در مخلوط گازی افزایش پیدا کرده است. با توجه به توضیحات داده شده، درصد جرمی اتم‌های نیتروژن در مخلوط گازی وارد شده به مبدل کاتالیستی خودروهای دیزلی(مخلوط گازی اکسیدهای نیتروژن)، کمتر از گازهای خروجی(مخلوط گازی حاوی مولکول دو اتمی نیتروژن) از آن است.

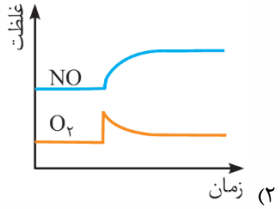
پ: شیمی‌دان‌ها با قراردادن کاتالیزگرهای مناسب بر سر راه گازهای خروجی از موتور خودروها، توانستند واکنش‌های مربوط به حذف آلاینده‌های تولیدشده در موتور خودروها را با سرعت بالاتری به انجام برسانند و با این روش، مقدار زیادی از گازهای آلاینده را به فراورده‌های بی‌خطر یا کم‌خطر تبدیل کنند. کاتالیزگرهای استفاده‌شده توسط شیمی‌دان‌ها شامل عناصر فلزی رودیم، پالادیم و پلاتین هستند که در قالب مبدل‌های کاتالیستی بر سر راه گازهای خروجی از موتور خودروها قرار می‌گیرند. کارایی مبدل‌های کاتالیستی، به نوع کاتالیزگرهای موجود در آن‌ها و شرایط استفاده از کاتالیزگرها بستگی دارد. به عنوان مثال، این مبدل‌ها را می‌توان به شکل یک قطعه سرامیکی ساخت که به شکل توری درآمده و فلزهای رودیم، پالادیم و پلاتین بر روی آن‌ها نشانده شده است. توجه داریم که کاتالیزگرهای مورد نظر، از جمله عناصر فلزی بوده و خواص شیمیایی آن‌ها مشابه خواص شیمیایی عنصر ژرمانیم(یک عنصر شبه‌فلزی از گروه ۱۴ جدول دوره‌ای) نخواهد بود.

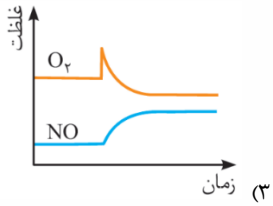
ت: کاتالیزگرهای موجود در مبدل‌های کاتالیستی، بارها و بارها در واکنش‌های مربوط به حذف آلاینده‌ها شرکت می‌کنند و مصرف نمی‌شوند؛ اما این کاتالیزگرها گاهی با برخی از مواد افزودنی موجود در سوخت‌ها وارد واکنش شده و کارایی خود را از دست می‌دهند. در این شرایط، کارایی مبدل کاتالیستی کاهش پیدا کرده و این مبدل دیگر قابل استفاده نیست.

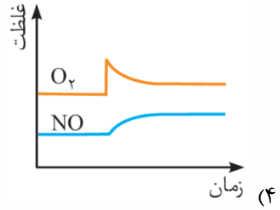
گروه آموزشی ماز

۷- تعادل گازی تجزیه نیتروژن مونوکسید به گازهای نیتروژن و اکسیژن، در یک ظرف ۵ لیتری سربسته در حال انجام شدن است. در صورت افزودن مقداری گاز اکسیژن به ظرف واکنش، روند تغییر غلظت گازهای اکسیژن و نیتروژن مونوکسید در ظرف واکنش به چه صورت خواهد بود؟

۱)


۲)


۳)


۴)


پاسخ: گزینه ۲ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

معادله واکنش انجام شده به صورت زیر است:

$$2NO(g) \rightleftharpoons N_2(g) + O_2(g)$$

با افزودن گاز اکسیژن به تعادل مورد نظر، یک شکستگی در نمودار مربوط به گاز اکسیژن ایجاد شده و در نتیجه این تغییر، واکنش در جهت برگشت(در جهت مصرف گاز اکسیژن) جابه‌جا شده و گاز اکسیژن اضافه شده تا حد امکان مصرف می‌شود؛ اما همانطور که می‌دانیم، غلظت تعادلی این گاز در شرایط جدید، بیشتر از غلظت تعادلی آن در حالت اولیه می‌شود؛ چراکه با جابه‌جایی تعادل در جهت برگشت، واکنش سعی می‌کند که تا حد امکان اثر تغییر ایجاد شده(افزایش غلظت اکسیژن) را جبران کند اما به طور کامل از پس جبران کردن آن بر نمی‌آید. بر این اساس، گزینه‌های اول و سوم سوال حذف می‌شوند چراکه در این گزینه‌ها، غلظت گاز اکسیژن در تعادل جدید کمتر از غلظت آن در تعادل اولیه شده است. توجه داریم که گاز NO نیز با افزودن گاز اکسیژن به تعادل و جابه‌جایی تعادل در جهت برگشت، در ظرف واکنش تولید شده و غلظت آن افزایش می‌یابد. چون ضریب گاز نیتروژن مونوکسید در معادله واکنش ۲ برابر ضریب گاز اکسیژن است، پس از لحظه اعمال تغییر تا زمان برقراری مجدد تعادل، مقدار تغییر غلظت این گاز باید ۲ برابر مقدار تغییر غلظت گاز اکسیژن باشد که این قاعده، فقط در نمودار داده شده در گزینه دوم رعایت شده است.

گروه آموزشی ماز

www.biomaze.ir

۸- کدام‌یک از مطالب زیر، درست است؟

۱) با ریختن مقداری سدیم هیدروکسید در محلول هیدروفلوئوریک اسید، غلظت مولکول‌های HF در محلول کاهش می‌یابد.
۲) با افزایش حجم در واکنش $2HBr(g) \rightleftharpoons H_2(g) + Br_2(g)$، تعادل جابه‌جا نشده و $[H_2]$ در ظرف تغییر نمی‌کند.
۳) با عبور مخلوط گازی تولید شده طی فرایند هابر از دستگاه سردکننده، دو مورد از گازهای مخلوط تغییر حالت می‌دهند.
۴) ثابت تعادل واکنش تولید آمونیاک در دمای $300K$ و فشار ۱۵۰ اتمسفر، نسبت به شرایط بهینه فرایند هابر کمتر است.

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۴)

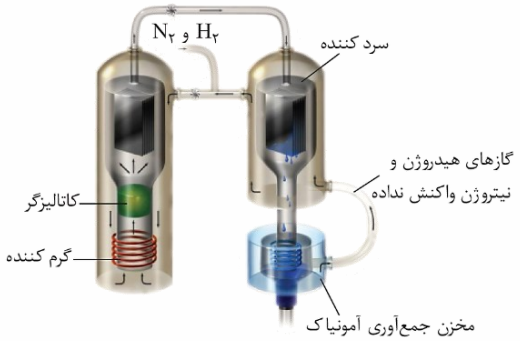
پاسخ تشریحی:

در تعادل $HF(aq) \rightleftharpoons F^-(aq) + H^+(aq)$، پس از انحلال مقداری سود(سدیم هیدروکسید) در محلول، این ماده مقداری از یون‌های هیدروژن حاصل از یونش هیدروفلوئوریک اسید را خنثی می‌کند. یون هیدروژن، فراورده‌ی تعادل مورد نظر بوده و با کاهش غلظت آن در محلول اسیدی اولیه، تعادل در جهت تولید مقدار بیشتر یون هیدروژن در محلول(در جهت رفت) جابه‌جا می‌شود. با جابه‌جایی تعادل به سمت رفت، غلظت مولی یون F^- در محلول افزایش یافته و غلظت مولکول‌های اسید یونیده نشده نیز در محلول کاهش می‌یابد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ چون در تعادل $2HBr(g) \rightleftharpoons H_2(g) + Br_2(g)$، شمار مول‌های گازی در دو طرف معادله با هم برابر است، تغییر حجم ظرف واکنش هیچ تاثیری بر جابه‌جایی این تعادل شیمیایی نخواهد داشت. هرچند که با افزایش حجم ظرف واکنش این تعادل جابه‌جا نمی‌شود، اما با توجه به ثابت ماندن مقدار مول این گازها و افزایش حجم ظرف واکنش، غلظت همه این گازها در تعادل جدید در مقایسه با تعادل اولیه کمتر خواهد بود.

۳ نقطهٔ جوش گازهای H_2 و N_2 از نقطهٔ جوش آمونیاک بسیار پایین‌تر است، بنابراین با تنظیم دمای سردکننده در دمایی کمی پایین‌تر از دمای جوش آمونیاک می‌توان این گاز را به حالت مایع تبدیل کرده و از مخلوط گازی جدا نمود. تصویر زیر، نمایی از دستگاه استفاده شده برای تولید آمونیاک بر اساس فرایند هابر را نشان می‌دهد:



در این دستگاه، گازهای هیدروژن و نیتروژن از ورودی بالای ظرف به درون دستگاه تزریق شده و پس از افزایش دما، در مجاورت کاتالیزگر با یکدیگر واکنش می‌دهند و مخلوطی از گازهای آمونیاک، هیدروژن و نیتروژن را ایجاد می‌کنند. مخلوط گازی حاصل به سمت سردکننده حرکت می‌کند و پس از کاهش دمای آن تا پایین‌تر از نقطه جوش آمونیاک، مولکول‌های NH_3 به حالت مایع درآمده و از مخلوط خارج می‌شوند. در این شرایط، گازهای هیدروژن و نیتروژن واکنش‌نداده، مجدداً به سمت گرم‌کننده حرکت می‌کنند تا از آن‌ها برای تولید آمونیاک بیشتر استفاده شود.

۴ معادله واکنش انجام شده طی فرایند هابر به صورت زیر است:

$$3H_2(g) + N_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) + Q$$

این واکنش، گرماده بوده و با افزایش دما، در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود. بر این اساس، می‌توان گفت ثابت تعادل این واکنش در دمای ۳۰۰ کلوین(معادل با دمای ۲۷ درجه سانتی‌گراد)، بیشتر از ثابت تعادل آن در دمای ۴۵۰ درجه سانتی‌گراد(شرایط بهینه برای انجام فرایند هابر) است. در واقع، آقای فریتس هابر واکنش میان گازهای نیتروژن و هیدروژن را بارها و بارها در شرایط گوناگون انجام داد تا سرانجام موفق به یافتن شرایط بهینه انجام‌شدن این واکنش شد. واکنش انجام‌شده توسط هابر به صورت زیر است:

$$N_2(g) + 3H_2(g) \xrightleftharpoons{۲۰۰\ atm\ و\ ۴۵۰\ ^\circ C\ و\ Fe(s)} Q + 2NH_3(g)$$

همانطور که مشخص است، شرایط بهینه برای انجام شدن این فرایند، شامل دمای $450^\circ C$(معادل با ۷۲۳ کلوین)، فشار $200atm$ و فلز آهن به عنوان کاتالیزگر مناسب می‌شود. در چنین شرایطی، ۲۸ درصد مولی از مخلوط واکنش را آمونیاک تشکیل می‌دهد.

۹- کدام‌یک از مطالب زیر، نادرست است؟

۱) با وجود غلظت بالای یون پرمنگنات، باز هم شرایط تبدیل پارازایلن به ترفتالیک اسید حتی در دمای بالا تأمین نمی‌شود.
۲) استفاده بی‌رویه از پلاستیک‌ها و زیست تخریب‌ناپذیری آنها، سبب شده که این مواد در همه جای کره زمین یافت شوند.
۳) برای افزایش ایمنی در میادین گازی، بخش زیادی از ماده‌ای که جزء اصلی گاز طبیعی به شمار می‌رود را می‌سوزانند.
۴) فراورده حاصل از واکنش میان گاز کربن مونوکسید و گاز هیدروژن، در واکنش تولید متیل پروپانوات استفاده می‌شود.

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

پارازایلن یک هیدروکربن حلقوی سیرنشده و آروماتیک با فرمول شیمیایی C_8H_{10} است که از تقطیر نفت خام به دست می‌آید. با توجه به ساختار پارازایلن، ترفتالیک اسید را می‌توان از اکسایش این ماده به دست آورد. در فرایند تبدیل پارازایلن به ترفتالیک اسید، از محلول بنفش‌رنگ حاوی پتاسیم پرمنگنات ($KMnO_4$) به عنوان عامل اکسنده استفاده می‌شود. توجه داریم که در واکنش تبدیل پارازایلن به ترفتالیک اسید، یون پرمنگنات(یونی که عدد اکسایش اتم منگنز در آن برابر با ۷+ بوده و فرمول شیمیایی آن به صورت MnO_4^- است) کاهش یافته و به منگنز(IV) اکسید یا همان MnO_2 تبدیل می‌شود. طی این فرایند، عدد اکسایش منگنز به اندازه ۳ واحد تغییر می‌کند. با وجود غلظت بالای پتاسیم پرمنگنات در محلول، باز هم شرایط تبدیل پارازایلن به ترفتالیک اسید تأمین نمی‌شود؛ مگر آنکه دمای مخلوط واکنش افزایش یابد. با توجه به این قسمت از متن کتاب درسی، می‌توان گفت در دمای بالا شرایط تبدیل پارازایلن به ترفتالیک اسید تأمین می‌شود.

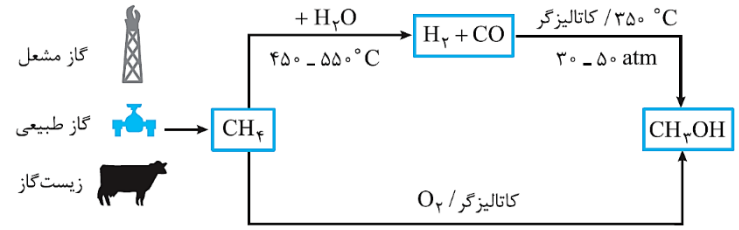
بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) پلاستیک‌ها یکی از نتایج خلاقیت و نوآوری بشر هستند که با استفاده از برخی از انواع پلیمرهای ساختگی مثل پلی‌اتیلن ترفتالات و پلی‌اتن تولید می‌شوند. ویژگی‌های مهم پلاستیک‌ها به شرح زیر است:

استفاده بی‌رویه و بیش از حد پلاستیک‌ها در صنایع گوناگون و زیست‌تخریب‌ناپذیر بودن آن‌ها سبب‌شده که این مواد در جای‌جای کره زمین یافت شوند؛ پس باید راهی برای بازیافت این مواد پیدا کرد. یکی از مواد پلاستیکی قابل بازیافت، پلی‌اتیلن ترفتالات است. برای این منظور، مواد و وسایل ساخته‌شده از این پلیمر را باید به طور جداگانه جمع‌آوری کرده و پس از آن، با انجام فرایندهای فیزیکی و شیمیایی به مواد قابل استفاده تبدیل کرد. برای بازیافت پلی‌اتیلن ترفتالات از روش‌های مقابل استفاده می‌شود: ۱- مواد ساخته‌شده از پلی‌اتیلن ترفتالات را می‌توان پس از شست‌وشو و تمیزکردن، ذوب کرده و دوباره از آن‌ها برای تولید وسایل و ابزار استفاده کرد. ۲- این مواد را می‌توان پس از شست‌وشو خرد کرده و به تکه‌های کوچک به نام پرک تبدیل و در تولید مواد پلاستیکی دیگر استفاده کرد. ۳- این مواد و پسماندها را می‌توان به کمک واکنش‌های شیمیایی به مونومرهای سازنده یا مواد اولیه ارزشمند تبدیل کرد. البته، توجه داریم که برگرداندن پسماندها به مونومرهای سازنده کار دشواری است و به فناوری‌های پیشرفته‌ای نیاز دارد.

۳) گاز متان، بخش اصلی سازنده گاز طبیعی است که در میدان‌های نفتی به فراوانی یافت می‌شود. در میدان‌های نفتی برای افزایش ایمنی، بخش قابل توجهی از گاز متان استخراج شده را می‌سوزانند.

یکی از کاربردهای گاز متان، تبدیل این ماده به متانول طی فرایندهای زیر است:



گاز متان واکنش‌پذیری بسیار کمی دارد و تبدیل آن به متانول فرایند دشواری است که انجام آن به دانش و فناوری پیشرفته‌ای نیاز دارد. به دلیل ارزان‌بودن گاز متان و اهمیت بالای متانول در صنایع گوناگون، پژوهش‌های شیمیایی زیادی در حال انجام است تا بتوان روشی برای تبدیل گاز متان به متانول پیدا کرد.

۴) فراورده حاصل از واکنش میان گاز کربن مونوکسید و گاز هیدروژن، متانول است. متان، یک الکل تک‌کربنه بوده و در واکنش تولید متیل پروپانوات از آن استفاده می‌شود. طی این فرایند، متانول با پروپانوئیک اسید واکنش داده و متیل پروپانوات تولید می‌شود.

۱۰- **اگر انرژی فعال‌سازی واکنش اکسایش گلوکز برابر ۴۲/۸ کیلوژول و ارزش سوختی این ماده در دمای اتاق برابر ۱۵/۶ کیلوژول باشد، انرژی فعال‌سازی واکنش فتوسنتز برابر با چند کیلوژول می‌تواند باشد؟** $(H = ۱ , C = ۱۲ , O = ۱۶ : g.mol^{-۱})$

۱) ۲۷۶۵/۲ ۲) ۲۸۵۰/۸ ۳) ۲۶۹۳/۶ ۴) ۲۴۲۲/۴

پاسخ: گزینه ۲ (آسان ـ مساله ـ ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

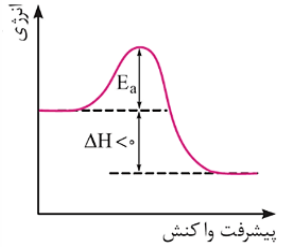
معادله واکنش فتوسنتز و اکسایش گلوکز عکس یکدیگر هستند. معادله واکنش اکسایش گلوکز به صورت زیر است:

$$C_۶H_{۱۲}O_۶(s) + ۶O_۲(g) \longrightarrow ۶CO_۲(g) + ۶H_۲O(l)$$

واکنش اکسایش گلوکز گرماده است و مقدار ΔH آن برابر آنتالپی سوختن گلوکز در دمای ۲۵°C است. پس ابتدا آنتالپی واکنش را حساب می‌کنیم:

$$\text{ارزش سوختی} = \frac{|\Delta H_{\text{سوختن}}|}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow ۱۵/۶ = \frac{|\Delta H_{\text{سوختن}}|}{۱۸۰} \Rightarrow |\Delta H_{\text{سوختن}}| = ۲۸۰۸\ kJ \xrightarrow{\Delta H_{\text{سوختن}} < ۰} \Delta H_{\text{سوختن}} = -۲۸۰۸\ kJ$$

پس در این واکنش، فراورده‌ها و واکنش‌دهنده‌ها به اندازه ۲۸۰۸ کیلوژول اختلاف انرژی و واکنش‌دهنده‌ها و بیشترین سطح انرژی مواد در نمودار انرژی- پیشرفت نیز ۴۲/۸ کیلوژول تفاوت انرژی دارند. پس در نمودار زیر تفاوت سطح انرژی فراورده و بیشترین سطح انرژی مواد برابر ۲۸۵۰/۸ کیلوژول است:



معادله واکنش فتوسنتز نیز به صورت زیر است.

$$۶CO_۲(g) + ۶H_۲O(l) \longrightarrow C_۶H_{۱۲}O_۶(s) + ۶O_۲(g)$$

واکنش‌دهنده این واکنش، فراورده واکنش قبلی است. پس انرژی فعال‌سازی این واکنش برابر تفاوت انرژی فراورده‌های واکنش اکسایش گلوکز با بیشترین سطح انرژی مواد بوده که برابر ۲۸۵۰/۸ کیلوژول است. توجه داریم که واکنش فتوسنتز، گرماگیر بوده و مقدار انرژی فعال‌سازی آن، قطعا باید بیشتر از مقدار تغییر آنتالپی این واکنش باشد. به طور کلی می‌توان رابطه زیر را میان انرژی فعال‌سازی دو واکنش قرینه در نظر گرفت:

$$\Delta H = E_{a_{\text{رفت}}} - E_{a_{\text{برگشت}}}$$

گروه آموزشی ماز

۱۱- **با توجه به جدول زیر که به غلظت تعادلی مواد در واکنش $۳O_۲(g) \rightleftharpoons ۲O_۳(g)$ در یک ظرف دربسته مربوط است، کدام عبارت داده شده درست است؟**

ماده	$O_۲$	$O_۳$
غلظت $(mol.L^{-۱})$	۲	۴

۱) مقدار ثابت تعادل آن برابر ۲ مول بر لیتر است.
۲) با اضافه کردن یک مول اوزون به ظرف واکنش، ثابت تعادل کاهش می‌یابد.
۳) از تغییر فشار گازها، نمی‌توان برای جابه‌جایی این تعادل شیمیایی استفاده کرد.
۴) با اضافه کردن یک مول اکسیژن به ظرف، تعادل به سمت انجام واکنش گرماگیر می‌رود.

پاسخ: گزینه ۴ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

معادله واکنش تعادلی به صورت زیر است:

$$Q + ۳O_۲(g) \rightleftharpoons ۲O_۳(g)$$

اکسیژن پایدارتر از اوزون است. پس واکنش رفت در تعادل بالا گرماگیر و واکنش برگشت گرماده می‌باشد. با اضافه کردن اکسیژن به این تعادل، غلظت گاز اکسیژن در ظرف مورد نظر افزایش یافته و بر اساس اصل لوشاتلیه، تعادل برای جبران این تغییر به سمت واکنش مصرف آن یعنی واکنش رفت که گرماگیر است، پیش خواهد رفت.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) واحد(یکا) ثابت تعادل در واکنش‌های تعادلی از رابطه زیر مشخص می‌شود:

$$\Delta n = \text{مجموع ضریب فراورده‌های محلول و گازی} - \text{مجموع ضریب واکنش‌دهنده‌های محلول و گازی} \qquad (\frac{mol}{L})^{\Delta n}$$

در این واکنش، یکای ثابت تعادل معادل با لیتر بر مول($\frac{L}{mol}$) خواهد بود. مقدار ثابت تعادل این واکنش، به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$K = \frac{[O_2]^2}{[O_2]^3} \Rightarrow K = \frac{4^2}{2^3} = \frac{16}{8} = 2\ L.mol^{-1}$$

۲) تنها عامل موثر بر ثابت تعادل واکنش‌های شیمیایی، دمای سامانه واکنش است و هیچ تغییر دیگری نمی‌تواند مقدار ثابت تعادل را تغییر دهد. به عنوان مثال، با افزایش غلظت اوزون در این تعادل، کاهش غلظت اوزون در ادامه و افزایش غلظت اکسیژن به گونه‌ای خواهد بود که در تعادل جدید نیز ثابت تعادل برابر ۲ لیتر بر مول شود.

۳) از تغییر فشار و حجم، تنها در واکنش‌هایی می‌توان برای بر هم‌زدن تعادل استفاده کرد که مجموع ضریب گازها در دو سوی معادله واکنش برابر نباشد. در این حالت، با افزایش فشار و یا کاهش حجم ظرف، واکنش در جهت تولید شمار گازهای کمتر پیش می‌رود. در این واکنش ضریب گازها در فراورده ۲ و در واکنش‌دهنده نیز برابر با ۳ است. بر این اساس، می‌توان گفت افزایش فشار، این تعادل را به سمت تولید فراورده یعنی گاز اوزون جابه‌جا می‌کند.

گروه آموزشی ماز

۱۲- کدام موارد از مطالب زیر در مورد تعادل مربوط به تولید گاز آمونیاک از عناصر سازنده آن، درست هستند؟

آ: با افزایش فشار گازهای موجود در ظرف، مقدار گاز آمونیاک و سرعت تولید این ماده افزایش می‌یابد.

ب: با افزایش دما، هر مول از گونه اکسنده، ۶ مول الکترون با کاهنده مبادله کرده و به مواد دیگر تبدیل می‌شود.

پ: اگر مخلوط گازی موجود در حالت تعادل را سرد کنیم، ابتدا فراورده تولید شده در این واکنش، مایع می‌شود.

ت: با اضافه‌کردن آهن به تعادل در حال انجام، درصد پیشرفت واکنش مورد نظر افزایش می‌یابد.

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

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

فرایند انجام‌شده به صورت زیر است:

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

در رابطه با این فرایند، عبارت‌های (آ) و (پ) درست هستند.

فرایند هابر، روشی برای تولید آمونیاک از عناصر سازنده با استفاده از واکنش تعادلی زیر است:

$$N_2(g) + 3H_2(g) \xleftarrow{Fe(s)\ ,\ 200\ atm\ ,\ 450^\circ C} 2NH_3(g) + Q$$

این واکنش به علت انرژی فعال‌سازی زیاد، سرعت انجام کمی داشته و برای انجام این واکنش باید دما را بالا برد؛ اما با توجه به گرماده بودن واکنش، افزایش دما موجب کاهش درصد پیشرفت واکنش و برگشت تعادل به سمت واکنش‌دهنده‌ها می‌شود؛ پس دمای واکنش را نمی‌توان بسیار بالا برد. به این منظور هابر از سه راهکار برای تولید به صرفه‌تر آمونیاک استفاده کرد:

۱- اضافه کردن کاتالیزگر: با اضافه‌شدن فلز آهن به محیط واکنش، مقدار E_a واکنش کاهش یافته و سرعت آن افزایش می‌یابد.

۲- افزایش فشار گازها: در این فرایند برای مقابله با کاهش پیشرفت واکنش در اثر دمای بالا، فشار را افزایش می‌دهند. در این واکنش با توجه به شمار مولکول‌های گازی کمتر در سمت فراورده، افزایش فشار موجب رفتن تعادل به سمت واکنش رفت و افزایش پیشرفت واکنش در جهت تولید آمونیاک می‌شود. همچنین افزایش فشار سرعت انجام این واکنش گازی را افزایش خواهد داد.

۳- خارج‌کردن آمونیاک از ظرف واکنش: پس از رسیدن به تعادل، مخلوط گازی تعادل از ظرف واکنش خارج و تا دمای $-40^\circ C$ سرد می‌شود. با توجه به نقطه جوش بیشتر آمونیاک نسبت به واکنش‌دهنده‌ها، آمونیاک زودتر از دو ماده دیگر به حالت مایع درآمده و از مخلوط گازی جدا می‌شود. همچنین گاز باقی‌مانده که شامل گاز نیتروژن و هیدروژن است، پس از گرم‌کردن به ظرف واکنش بازگردانده می‌شود. ادامه‌یافتن واکنش تولید آمونیاک پس از رسیدن به تعادل، با خارج‌کردن آمونیاک از تعادل میسر می‌شود. با توجه به توضیحات داده شده، شرایط بهینه تولید آمونیاک در فرایند هابر معادل با دمای $450^\circ C$، فشار ۲۰۰ اتمسفر و حضور فلز آهن به عنوان کاتالیزگر خواهد بود. در این شرایط نیز پیشرفت واکنش کمتر از ۵۰ درصد بوده(به تقریب ۴۳/۷۵ درصد) و درصد حجمی نیتروژن در مخلوط گازی تعادلی برابر با ۲۸ درصد می‌شود.

بررسی موارد:

آ: با افزایش فشار در واکنش‌هایی با واکنش‌دهنده گازی، سرعت انجام واکنش افزایش می‌یابد. همچنین در تعادل‌هایی که مجموع ضرایب مواد گازی در سمت واکنش‌دهنده‌ها بیشتر از سمت فراورده‌ها است، با افزایش فشار تعادل به سمت تولید فراورده(مقدار گاز کمتر) پیش خواهد رفت. پس در این تعادل با افزایش فشار، تعادل به سمت تولید گاز آمونیاک پیش خواهد رفت. در واقع با این اتفاق، سرعت واکنش‌های رفت و برگشت به طور همزمان افزایش می‌یابد اما سرعت واکنش رفت بیشتر از سرعت واکنش برگشت افزایش خواهد یافت.

ب: در این فرایند در واکنش رفت عدد اکسایش نیتروژن از صفر به ۳- رسیده و این ماده، نقش اکسنده را ایفا می‌کند. همچنین عدد اکسایش هیدروژن از صفر به ۱+ رسیده و کاهنده این واکنش است. در واکنش برگشت نیز هم اکسنده(اتم‌های هیدروژن) و هم کاهنده(اتم‌های نیتروژن) گاز آمونیاک است. این تعادل در جهت رفت گرماده بوده و با افزایش دما، تعادل به سمت انجام واکنش برگشت، جابه‌جا می‌شود.

www.biomaze.ir

پس با افزایش دما واکنش برگشت که معادله آن به صورت زیر است، رخ خواهد داد:

$$Q + ۲NH_۳(g) \longrightarrow N_۲(g) + ۳H_۲(g)$$

اتم‌های هیدروژن موجود در یک مول آمونیاک با گرفتن ۳ مول الکترون از اتم نیتروژن موجود در یک مول آمونیاک، خود کاهش یافته و اتم نیتروژن را اکسایش می‌دهند.

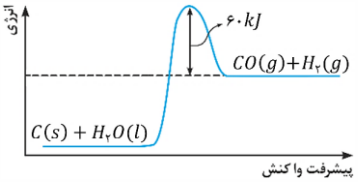
پ: با توجه به تشکیل پیوند هیدروژنی در میان مولکول‌های آمونیاک، نیروی بین‌مولکولی در آن قوی‌تر از نیروی بین‌مولکولی گازهای هیدروژن و نیتروژن است و این ماده، نقطه جوش بالاتری دارد. پس اگر مخلوط گازی تعادلی را سرد کنیم، ابتدا آمونیاک به صورت مایع از مخلوط گازی خارج می‌شود. در واقع از همین روش برای جداسازی آمونیاک تولیدشده در تعادل استفاده می‌شود. همچنین با توجه به جرم بیشتر مولکول‌های گاز نیتروژن نسبت به گاز هیدروژن، نقطه جوش گاز نیتروژن بیشتر بوده و پس از آمونیاک، این ماده در اثر سردکردن میعان می‌شود.

ت: اضافه کردن کاتالیزگر به تعادل موجب جابه‌جایی در تعادل نشده و بر روی ثابت تعادل تاثیری ندارد. در واقع با اضافه شدن کاتالیزگر تنها سرعت انجام هر دو واکنش رفت و برگشت به یک میزان افزایش می‌یابد. اگر پیش از رسیدن به تعادل از کاتالیزگر استفاده شود، این ماده تنها زمان رسیدن به تعادل را کاهش می‌دهد و تاثیری بر غلظت واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها در تعادل ندارد.

گروه آموزشی ماز

۱۳- با توجه به نمودار مقابل، در واکنش تعادلی رخداده ..... .

$(C = ۱۲\ g.mol^{-۱})$



۱) اگر به جای آب از بخارآب استفاده شود، آنتالپی افزایش می‌یابد.
۲) حاصل‌ضرب غلظت فراورده‌ها در دمای مشخص، مقداری ثابت است.
۳) آب اکسنده بوده و افزودن آن به سامانه، سرعت واکنش را تغییر می‌دهد.
۴) اگر گرمای مبادله‌شده طی مصرف ۶ گرم کربن برابر ۸۰ کیلوژول باشد، انرژی فعال‌سازی واکنش برابر ۱۰۰ کیلوژول است.

پاسخ: گزینه ۲ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

واکنش انجام‌شده به صورت زیر است:

$$C(s) + H_۲O(l) \rightleftharpoons CO(g) + H_۲(g)$$

ثابت تعادل این واکنش از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$K = [CO] \times [H_۲]$$

پس حاصل‌ضرب غلظت دو فراورده برای ثابت تعادل بوده و مقدار آن در دمای مشخص، ثابت است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) با توجه به سطح انرژی بیشتر فراورده‌ها نسبت به واکنش‌دهنده‌ها، واکنش مورد نظر گرماگیر است. در واکنش‌های گرماگیر با افزایش سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها، تفاوت سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها کمتر شده و تغییر آنتالپی واکنش کوچک‌تر می‌شود. آنتالپی بخارآب از آب بیشتر بوده و اگر به جای آب در این واکنش از بخارآب استفاده شود، تغییر آنتالپی واکنش کاهش می‌یابد.

۳) در این واکنش کربن اکسایش یافته و آب کاهش یافته است. پس کربن کاهنده و آب اکسنده می‌باشد. اضافه کردن یک ماده خالص به صورت مایع یا جامد به ظرف واکنش، سرعت واکنش را تغییر نمی‌دهد؛ چون در این حالت غلظت آن ماده تغییر نمی‌کند. همچنین این اتفاق در سامانه تعادلی موجب به‌هم زدن تعادل نخواهد شد. البته این نکته را در نظر داشته باشید که اگر آب را به واکنشی با جزء محلول اضافه کنیم، غلظت ماده محلول کم شده و سرعت انجام واکنش کاهش می‌یابد و همچنین تعادل به سمت تولید آن ماده محلول جابه‌جا می‌شود.

۴) گرمای مبادله‌شده از مصرف ۶ گرم کربن(معادل با نیم‌مول کربن) برابر ۸۰ کیلوژول است. پس مقدار تغییر آنتالپی این واکنش برابر ۱۶۰ کیلوژول بوده و با توجه به گرماگیر بودن واکنش، علامت تغییر آنتالپی آن مثبت است. همچنین بر اساس نمودار، تفاوت سطح انرژی فراورده و بیشترین سطح انرژی مواد(انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت) برابر ۶۰ کیلوژول می‌باشد. پس انرژی فعال‌سازی واکنش را به کمک فرمول حساب می‌کنیم:

$$\Delta H = E_a - \text{تفاوت سطح انرژی فراورده‌ها و بیشترین سطح انرژی مواد} \Longrightarrow ۱۶۰ = E_a - ۶۰ \Longrightarrow E_a = ۲۲۰\ kJ$$

گروه آموزشی ماز

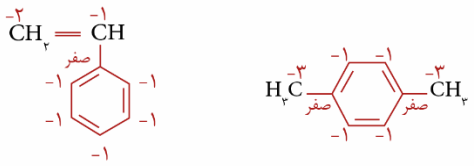
۱۴- درصد جرمی کربن در استیرن به تقریب ..... درصد بیشتر از درصد جرمی این عنصر در پارازایلن بوده و در ساختار این دو ماده، در مجموع عدد اکسایش ..... اتم کربن برابر با ۱- است. $(H = ۱, C = ۱۲: g.mol^{-۱})$

۱) ۱/۷ ـ ۱۰ ۲) ۱/۷ ـ ۹ ۳) ۲/۹ ـ ۱۰ ۴) ۲/۹ ـ ۹

پاسخ: گزینه ۱ (آسان ـ مساله ـ ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

پارازایلن و استیرن، از اتصال اتم‌های کربن و هیدروژن به یکدیگر تشکیل شده‌اند، پس این دو ماده در دسته ترکیب‌های هیدروکربنی قرار می‌گیرند. پارازایلن، هیدروکربنی از نفت خام با فرمول شیمیایی C_8H_{10} است که از آن در مراحل تولید پلی‌اتیلن‌ترفتالات استفاده می‌شود. عدد اکسایش اتم‌های کربن در استیرن و پارازایلن به صورت زیر است:



پس در این دو ماده در مجموع ۱۰ اتم کربن، عدد اکسایش ۱- دارند. توجه داریم که عدد اکسایش اتم کربن در یک هیدروکربن یا بخش هیدروکربنی یک ماده آلی، برابر منفی تعداد اتم‌های هیدروژن متصل به همان اتم کربن است. حال درصد جرمی اتم کربن را در دو ماده حساب می‌کنیم:

$$C \text{ درصد جرمی} = \frac{\text{جرم اتم‌های } C}{\text{جرم مولکول}} \times ۱۰۰ \Rightarrow \begin{cases} \text{استیرن}: A = \frac{۸ \times ۱۲}{۸ \times ۱۲ + ۸} \times ۱۰۰ = \frac{۱۲}{۱۳} \times ۱۰۰ \simeq ۹۲/۳٪ \\ \text{پارازایلن}: A = \frac{۸ \times ۱۲}{۸ \times ۱۲ + ۱۰} \times ۱۰۰ = \frac{۹۶}{۱۰۶} \times ۱۰۰ \simeq ۹۰/۶٪ \end{cases}$$

تفاوت درصد جرمی کربن در این دو ماده به تقریب برابر ۱/۷ درصد است.

گروه آموزشی ماز

۱۵- از میان گازهای کربن مونوکسید، نیتروژن مونوکسید و هیدروکربن‌های نسوخته، در ..... مبدل کاتالیستی، بیشترین آلاینده خارج شده از اگزوز خودروها، گاز ..... بوده و مبدل کاتالیستی درصد بیشتری از گاز ..... تولید شده در موتور خودروها را حذف می‌کند.

۱) عدم حضور ـ NO ـ NO
۲) حضور ـ NO ـ CO
۳) عدم حضور ـ CO ـ CO
۴) حضور ـ CO ـ NO

پاسخ: گزینه ۴ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

شکل زیر ساختار مبدل کاتالیستی خودروهای بنزینی را نشان می‌دهد:

به این قطعه سه آلاینده NO، CO و هیدروکربن نسوخته وارد شده و از آن گازهای نیتروژن، کربن دی‌اکسید، اکسیژن و بخارآب با آلایندگی کمتر خارج می‌شوند. اگر این قطعه بر سر راه گاز خارج‌شده از موتور خودروها قرار نگیرد، آلاینده‌های بیشتری از اگزوز خودروها خارج می‌شود.

جدول زیر آلاینده‌های خارج‌شده از اگزوز خودروها در صورت مصرف سوخت مناسب(سوخت بدون گوگرد) در حضور و عدم حضور مبدل کاتالیستی را نشان می‌دهد:

آلاینده		CO	C_xH_y	NO
جرم آلاینده بر حسب گرم به ازای پیمودن یک کیلومتر	در غیاب مبدل کاتالیستی	۵/۹۹	۱/۶۷	۱/۰۴
	در حضور مبدل کاتالیستی	۰/۶۱	۰/۰۷	۰/۰۴
درصد آلاینده حذف شده توسط مبدل کاتالیستی		۸۹/۸	۹۵/۸	۹۶/۲

در هر دو حالت حضور و عدم حضور مبدل کاتالیستی، ترتیب جرم آلاینده‌های خارج‌شده به صورت زیر است:

$$CO > C_xH_y > NO$$

اگر چه جرم بیشتری از کربن مونوکسید در این قطعه حذف می‌شود، اما درصد بیشتری از گاز نیتروژن مونوکسید توسط مبدل کاتالیستی به گاز نیتروژن تبدیل می‌شود.

www.biomaze.ir

مبدل کاتالیستی وسیله‌ای است که بر روی مسیر گاز خروجی از موتور خودرو قرار گرفته و باعث کاهش آلاینده‌ها می‌شود. در این قطعه کاتالیزگرهای واکنش‌های حذف آلاینده‌ها و تبدیل آن‌ها به مواد پایدارتر و بی‌خطر وجود دارد تا در مدت زمان کم و دمای پایین مانع از ورود بخش عمده‌ای از این آلاینده‌ها به هوا شود. در مبدل کاتالیستی خودروهای بنزینی، کاتالیزگرها سه فلز رودیم(Rh)، پالادیم(Pd) و پلاتین(Pt) بوده که بر روی سرامیک توری‌شکلی قرار دارند. البته در این مبدل برای افزایش کارایی می‌توان سرامیک را به صورت مش(دانه) در آورد تا سطح مقطع آن افزایش یابد. واکنش‌های انجام‌گرفته در آن به صورت زیر است:

واکنش حذف C_xH_y : $C_xH_y + \left(x + \frac{y}{4}\right)O_2 \rightarrow xCO_2 + \frac{y}{2}H_2O$

واکنش حذف NO : $2NO(g) \rightarrow O_2(g) + N_2(g)$

واکنش حذف CO : $2CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)$

هر سه واکنش مطرح‌شده در بالا گرماده هستند که به دلیل انرژی فعال‌سازی بالا در دمای پایین و بدون حضور کاتالیزگر به کندی انجام می‌شوند.

گروه آموزشی ماز

۱۶- یک تعادل شیمیایی میان ۰/۸ مول گاز هیدروژن، ۰/۲ مول گاز کربن دی‌اکسید، ۰/۱ مول کربن مونوکسید و ۰/۴ مول بخار آب مطابق واکنش زیر ایجادشده است. چند مول کربن دی‌اکسید به این مخلوط اضافه کنیم تا مقدار کربن مونواکسید موجود در ظرف واکنش به ۰/۳ مول برسد؟

$$CO_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2O(g)$$

۱) ۰/۸ ۲) ۱/۲ ۳) ۱/۶ ۴) ۲/۴

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مساله ـ ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی

معادله واکنش انجام‌شده به صورت زیر است:

$$CO_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2O(g)$$

چون مجموع شمار مول‌های گازی در دو سمت معادله واکنش با هم برابر است، بجای غلظت تعادلی مواد، می‌توان مقدار مول تعادلی آن‌ها را قرار داد. ابتدا ثابت تعادل این واکنش را حساب می‌کنیم:

$$K = \frac{n_{CO} \times n_{H_2O}}{n_{CO_2} \times n_{H_2}} \times V^{2-2} = \frac{n_{CO} \times n_{H_2O}}{n_{CO_2} \times n_{H_2}} \Rightarrow K = \frac{0/1 \times 0/4}{0/2 \times 0/8} = \frac{1}{4} = 0/25$$

اگر به این تعادل x مول کربن دی‌اکسید اضافه کنیم، تعادل در جهت رفت جابه‌جا شده و در این واکنش ۰/۲ مول گاز کربن مونواکسید تولید می‌شود، تا مقدار آن از ۰/۱ مول به ۰/۳ مول برسد. پس در این تغییر تعادل، غلظت مواد به صورت زیر تغییر خواهد کرد:

۱- گاز کربن منوکسید: مقدار آن در تعادل جدید برقرار شده برابر با ۰/۳ مول است.

۲- بخارآب: مقدار ۰/۲ مول از این ماده تولید شده و مقدار آن در تعادل جدید برقرار شده به ۰/۶ مول می‌رسد.

۳- گاز هیدروژن: مقدار ۰/۲ مول از آن مصرف شده و مقدار آن در تعادل جدید برقرار شده به ۰/۶ مول می‌رسد.

۴- گاز کربن دی‌اکسید: ابتدا x مول از این ماده به ظرف واکنش اضافه می‌شود و سپس ۰/۲ مول از آن مصرف خواهد شد. پس مقدار آن در تعادل جدید برقرار شده برابر با $x - 0/2 + x$ مول خواهد شد.

طی این فرایند، دمای ظرف واکنش ثابت بوده و مقدار ثابت تعادل تغییر نمی‌کند. حال بر اساس مقدار ثابت تعادل، مقدار x را بدست می‌آوریم:

$$K = \frac{n_{CO} \times n_{H_2O}}{n_{CO_2} \times n_{H_2}} \Rightarrow 0/25 = \frac{0/3 \times 0/6}{x \times 0/6} \Rightarrow x = 1/2\ mol$$

پس برای رسیدن مقدار گاز CO در ظرف واکنش به ۰/۳ مول، باید ۱/۲ مول گاز کربن دی‌اکسید به ظرف واکنش وارد شود. در این حالت، مقدار ۰/۲ مول گاز کربن مونوکسید تولید شده و مقدار این ماده برابر با ۰/۳ مول می‌شود.

گروه آموزشی ماز

۱۷- کدام موارد از مطالب زیر درست هستند؟

آ: اگر در یک واکنش، غلظت ماده‌ای در ابتدا افزایش و سپس کاهش یابد، آن ماده می‌تواند کاتالیزگر واکنش باشد.

ب: اگر گرمای مبادله‌شده در یک واکنش از گرمای مورد نیاز برای شروع آن بیشتر باشد، واکنش قطعاً گرماده است.

پ: در ساختار همه کاتالیزگرهای استفاده شده در واکنش‌های شیمیایی، به یقین اتم‌هایی از دسته d یافت می‌شوند.

ت: استفاده از کاتالیزگرها در صنایع مختلف، موجب کاهش میزان تولید گازهای گلخانه‌ای در این صنایع می‌شود.

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

پاسخ: گزینه ۳ (سخت ـ مفهومی ـ ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی

عبارت‌های (ب) و (ت) درست هستند.

www.biomaze.ir

بررسی موارد:

آ: کاتالیزگرها موادی هستند که با کاهش انرژی فعال‌سازی واکنش‌ها، سرعت انجام آن‌ها را افزایش می‌دهند. کاتالیزگرها در واکنش شرکت می‌کنند و مقدار آن‌ها در ابتدای واکنش کم می‌شود اما به مرور زمان، این مواد مجددا تولیدشده و مقدار آن‌ها افزایش می‌یابد تا مقدار ابتدایی و انتهایی آن‌ها در واکنش برابر شود. به همین خاطر می‌توان از کاتالیزگر بارها در انجام واکنش استفاده کرد. اگر مقدار یک ماده در ابتدا افزایش و سپس کاهش یابد، آن ماده یک حدواسط برای انجام واکنش است به گونه‌ای که در واکنش اول یک فرایند تولید و در واکنش بعدی مصرف می‌شود؛ مانند هیدرازین در فرایند هابر و گاز کربن مونواکسید در تولید متانول از متان.

کاتالیزگرها موادی هستند که سرعت انجام واکنش‌ها را افزایش می‌دهند. این مواد در واکنش شرکت کرده و با تغییر مسیر انجام واکنش، موجب کاهش انرژی فعال‌سازی و به دنبال آن افزایش سرعت واکنش می‌شوند. اگر چه کاتالیزگرها ابتدا در واکنش شرکت می‌کند، اما دوباره تولیدشده و مقدار آن‌ها پیش و پس از انجام واکنش یکسان است؛ پس می‌توانند در واکنش خود بارها استفاده شوند. کاتالیزگر چندین ویژگی دارد:

۱- به صورت اختصاصی عمل می‌کند؛ یعنی تنها برای همان واکنش کاتالیزگر است. البته کاتالیزگر یک واکنش، کاتالیزگر واکنش برگشت همان واکنش نیز خواهد بود و سرعت انجام این واکنش را نیز افزایش خواهد داد.

۲- در شرایط انجام واکنش، کاتالیزگر باید پایداری شیمیایی داشته باشد.

۳- در حضور کاتالیزگر، واکنش ناخواسته دیگری نباید انجام شود. یعنی کاتالیزگر در شرایط واکنش، نباید در فرایند دیگری مصرف شود.

۴- کاتالیزگر بیشترین سطح انرژی مواد را کاهش می‌دهد و به دنبال آن، انرژی فعال‌سازی واکنش‌های رفت و برگشت کاهش می‌یابد.

۵- کاتالیزگر بر آنتالپی واکنش، سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها، مقدار فراورده و ثابت تعادل واکنش تاثیری ندارد.

ب: گرمای مبادله‌شده در یک واکنش را می‌توان معادل آنتالپی واکنش و گرمای مورد نیاز برای شروع آن را می‌توان معادل انرژی فعال‌سازی در نظر گرفت. در واکنش‌های گرماگیر، مقدار E_a از مقدار ΔH بیشتر است. اما در واکنش‌های گرماده، مقدار $|\Delta H|$ می‌تواند کوچک‌تر، برابر یا بزرگ‌تر از E_a باشد. علت این پدیده آن است که در واکنش‌های گرماگیر با توجه به مثبت بودن علامت هر ۳ پارامتر رابطه زیر، کم‌کردن یک عدد مثبت(تفاوت سطح انرژی فراورده‌ها و بیشترین سطح انرژی مواد) از عدد مثبت بزرگ‌تر(E_a) موجب کاهش مقدار حاصل(ΔH) می‌شود.

$$\Delta H = E_a - \text{تفاوت سطح انرژی فراورده‌ها و بیشترین سطح انرژی مواد}$$

پس اگر مقدار تغییر آنتالپی از مقدار انرژی فعال‌سازی بیشتر باشد، آن واکنش قطعاً گرماده است.

پ: در ساختار برخی از کاتالیزگرهای استفاده شده در واکنش‌های شیمیایی، هیچ اتمی از عناصر دسته d یافت نمی‌شود. برای مثال، کاتالیزگر واکنش اتن با آب، سولفوریک اسید است که در آن هیچ اتمی از عناصر فلزی دسته d یافت نمی‌شود.

ت: به هر اندازه که انرژی فعال‌سازی یک واکنش بزرگ‌تر باشد، آن واکنش در شرایط دشوارتر و در دماهای بالاتری انجام می‌شود و این یعنی برای تأمین شرایط مورد نیاز جهت آغازشدن آن واکنش، باید انرژی بیشتری را مصرف کنیم. بر این اساس، به هنگام استفاده از کاتالیزگرها، انرژی فعال‌سازی واکنش‌ها کم‌تر شده و این واکنش‌ها در دمای کم‌تری انجام می‌شوند؛ پس برای تأمین شرایط مورد نیاز جهت آغازشدن این واکنش‌ها، انرژی کم‌تری مصرف می‌شود و این به معنای استفاده کم‌تر از سوخت‌ها است. استفاده کمتر از سوخت‌ها، کاهش میزان آلودگی هوا و کاهش میزان تولید گازهای گلخانه‌ای مختلف را به دنبال دارد.

گروه آموزشی ماز

۱۸- کدام یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) در تولید یک مول ترفتالیک اسید از پارازایلن در حضور پتاسیم پرمنگنات($KMnO_4$)، ۴ مول MnO_2 تولید می‌شود.

۲) تولید ویتامین «ث» نسبت به تولید ویتامین «آ»، دشوارتر بوده و به دانش پیشرفته‌تر و فناوری کارآمدتری نیاز دارد.

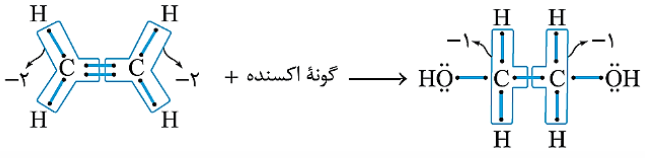
۳) واکنش تولید پلیمر به کاررفته در ساخت سرنگ، نسبت به پلیمر به کاررفته در لباس آتش‌نشانی، از نظر اتمی به‌صرفه‌تر است.

۴) غلظت محلول پرمنگنات برای تولید ترفتالیک اسید از پارازایلن، کمتر از غلظت این محلول در تولید اتیلن گلیکول از اتن است.

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

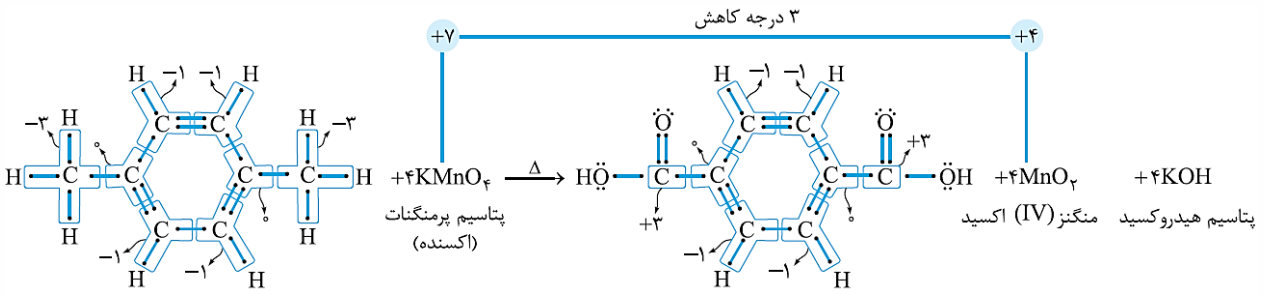
محلول پرمنگنات مناسب برای تولید ترفتالیک اسید از پارازایلن، غلیظ بوده و باید آن را گرم کرد، در حالی که در واکنش تولید اتیلن گلیکول از اتن، نیاز به محلول رقیق پتاسیم پرمنگنات خواهد بود. معادله این واکنش شیمیایی به صورت زیر است:



www.biomaze.ir

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در واکنش تولید یک مول ترفتالیک اسید از پارازایلن، عدد اکسایش دو اتم کربن از ۳- به ۳+ می‌رسد. پس در این واکنش عدد اکسایش دو کربن در مجموع ۱۲ واحد افزایش می‌یابد. اکسنده این واکنش محلول غلیظ پتاسیم پرمنگنات($KMnO_4$) است که در آن عدد اکسایش منگنز از ۷+ به ۴+ در منگنز(IV) اکسید(MnO_2) می‌رسد؛ پس تغییر عدد اکسایش منگنز به ازای تولید یک مول MnO_2 برابر ۳ است. معادله این واکنش به صورت زیر است:



با تولید یک مول ترفتالیک اسید از پارازایلن، ۱۲ الکترون میان اکسنده و کاهنده مبادله می‌شود. پس در این واکنش ۴ مول منگنز(IV) اکسید از پتاسیم پرمنگنات تولید می‌شود تا ۱۲ مول الکترون را از پارازایلن دریافت کند.

۲) هر چه گروه‌های عاملی موجود در یک ماده بیشتر باشند، ساختار آن پیچیده‌تر بوده و تولید آن به دانش پیشرفته‌تر و فناوری کارآمدتری نیاز دارد. ویتامین «ث»، ویتامینی محلول در آب است که در ساختار خود، ۴ گروه عاملی هیدروکسیل(الکلی) و یک گروه عاملی استری دارد. اما ویتامین محلول در چربی «آ» تنها در ساختار خود یک گروه هیدروکسیل دارد و سنتز شیمیایی آن نسبت به تولید ویتامین «ث»، آسان‌تر خواهد بود.

۳) پلیمر به کاررفته در سرنگ، پلی‌پروپن است که از بسپارش پروپن ایجاد می‌شود. در واکنش تولید این پلیمرها(به اصطلاح پلیمرهای افزایشی) که از بسپارش مواد آلی سیرنشده(دارای پیوند دوگانه $C=C$) تولید می‌شوند، تمام اتم‌های موجود در مونومر وارد پلیمر می‌شوند. در نقطه مقابل، پلیمر به کاررفته در ساخت لباس آتش‌نشانی، کولار بوده که نوعی پلی‌آمید است. در واکنش تولید پلی‌آمیدها و پلی‌استرها(به اصطلاح پلیمرهای تراکمی) که فرایند تولید آن‌ها بر اساس برهم‌کنش شیمیایی میان گروه‌های عاملی است، برخی از اتم‌های هیدروژن و اکسیژن موجود در مونومرها به پلیمر منتقل نشده و به صورت آب به عنوان یک فراورده فرعی در می‌آیند. یک واکنش شیمیایی هنگامی از دیدگاه اتمی به‌صرفه‌تر است که شمار بیشتری از اتم‌های واکنش‌دهنده به فراورده‌های سودمند تبدیل شود. پس واکنش تولید پلی‌پروپن از واکنش تولید کولار از نظر اتمی به‌صرفه‌تر است.

گروه آموزشی ماز

۱۹- در کدام واکنش موازنه‌نشده زیر، افزایش حجم ظرف واکنش و کاهش دما، تعادل را به سمت برگشت جابه‌جا خواهد کرد؟

۱) $SO_2(g)+Q \rightleftharpoons SO_2(g)+O_2(g)$
۲) $N_2(g)+O_2(g) \rightleftharpoons N_2O_5(s)+Q$
۳) $CaO(s)+SO_2(g) \rightleftharpoons CaSO_3(s)+Q$
۴) $N_2(g)+O_2(g)+Q \rightleftharpoons N_2O(g)$

پاسخ: گزینه ۴ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

بر اساس اصل لوشاتلیه، هر عاملی که موجب برهم زدن یک تعادل شود، تعادل به گونه‌ای جابه‌جا می‌شود تا اثر آن تغییر را کاهش دهد. به عنوان مثال اضافه‌کردن یک ماده به تعادل، تعادل را به سمت مصرف آن ماده جابه‌جا خواهد کرد. افزایش حجم ظرف، تعادل را به سمتی می‌برد که شمار مول‌های گازی بیشتری در ظرف وجود داشته باشد. پس اگر این اتفاق، تعادلی را به سمت واکنش برگشت پیش ببرد، یعنی در معادله واکنش مجموع ضریب مواد گازی در فراورده‌ها کمتر از واکنش‌دهنده‌ها است. کاهش دما نیز تعادل را به سمت مصرف گرما و انجام واکنش گرماده می‌برد. پس اگر این عامل، موجب جابه‌جایی تعادل در جهت برگشت شود، واکنش برگشت گرماده و واکنش رفت گرماگیر است. در واکنش‌های گرماگیر، گرما مصرف‌شده و علامت آن(Q) در سمت واکنش‌دهنده‌ها حضور دارد. واکنش‌های گزینه ۲ و ۳ گرماده هستند. پس تنها واکنش‌های ۱ و ۴ را باید از نظر ضریب مواد گازی دو طرف بررسی کرد. معادله این دو واکنش شیمیایی به صورت زیر است:

$$2SO_2(g)+Q \rightleftharpoons 2SO_2(g)+O_2(g)$$
$$2N_2(g)+O_2(g)+Q \rightleftharpoons 2N_2O(g)$$

پس واکنش مورد نظر در گزینه ۴ قرار دارد.

مطابق اصل لوشاتلیه اگر تغییری موجب برهم‌خوردن یک تعادل شود، تعادل در جهتی جابه‌جا می‌شود که تا حد امکان اثر آن تغییر را جبران کند.
۱- اضافه‌شدن یک ماده: اگر این پدیده موجب افزایش غلظت آن ماده شود، تعادل در جهت واکنش مصرف آن ماده پیش می‌رود. اضافه‌کردن ماده به سامانه تعادل اگر منجر به تغییر غلظت نشود، تعادل را تغییر نمی‌دهد. این شرایط هنگام رخ می‌دهد که ماده اضافه‌شده، در واکنش حالت جامد یا مایع داشته باشد.
با افزایش غلظت یک ماده سرعت واکنش مصرف آن ماده ابتدا افزایش و سپس به تدریج کاهش می‌یابد. همچنین سرعت واکنش تولید آن نیز به تدریج افزایش می‌یابد. در تعادل جدید سرعت واکنش‌ها بیشتر از تعادل قدیمی هستند.

www.biomaze.ir

۲- خارج‌کردن یک ماده: اگر این اتفاق منجر به کاهش غلظت ماده گردد، تعادل در جهت واکنش تولید آن ماده پیش خواهد رفت. به مانند اضافه کردن ماده، اگر ماده خارج‌شده حالت جامد یا مایع داشته باشد، تغییری در تعادل ایجاد نخواهد کرد.
کاهش غلظت یک ماده نیز، ابتدا سرعت واکنش مصرف آن را کاهش و سپس به تدریج افزایش می‌دهد. همچنین سرعت واکنش تولید آن نیز به تدریج کم می‌شود. در تعادل جدید سرعت هر دو واکنش رفت و برگشت کمتر از تعادل قدیمی است.
دو تغییر بعدی تنها بر تعادل‌هایی اثر می‌گذارند که مجموع ضریب گازهای دو طرف معادله برابر نباشد.
۳- کاهش حجم ظرف یا افزایش فشار: در این حالت، تعادل به سمتی پیش می‌رود که مجموع ضریب گازها کمتر باشد تا بتواند با کاهش تعداد مولکول‌های گاز، افزایش فشار را جبران کند.
۴- افزایش حجم ظرف یا کاهش فشار: در این تغییر، تعادل به سمتی پیش می‌رود که مجموع ضریب گازها بیشتر باشد.
تغییرات مطرح‌شده در بالا تاثیری بر ثابت تعادل ندارند و تنها تغییر دما با تغییر ثابت تعادل، تعادل را جابه‌جا می‌کند. با افزایش دما، ثابت تعادل واکنش گرماگیر افزایش و ثابت تعادل واکنش گرماده کاهش می‌یابد. همچنین کاهش دما به ترتیب ثابت تعادل واکنش گرماگیر و گرماده را کاهش و افزایش می‌دهد.
۵- افزایش دما: تعادل را به سمت مصرف گرما و کاهش دما پیش می‌برد. در این حالت سرعت واکنش گرماگیر نسبت به سرعت واکنش گرماده افزایش بیشتری خواهد یافت و تعادل به سمت انجام واکنش گرماگیر خواهد رفت.
۶- کاهش دما: در این حالت برای خنثی کردن این کاهش دما، تعادل به سمت تولید گرما و واکنش گرماده خواهد رفت. در فرایند تعادلی، کاهش دما سرعت واکنش گرماگیر را بیشتر از سرعت واکنش گرماده کاهش می‌دهد.
۷- اضافه‌کردن کاتالیزگر: این مورد موجب جابه‌جایی تعادل نمی‌شود و فقط زمان رسیدن به تعادل را کاهش می‌دهد. همچنین در تعادل با حضور کاتالیزگر سرعت واکنش‌های رفت و برگشت، بیشتر از بدون کاتالیزگر خواهد بود.

گروه آموزشی ماز

۲۰- مقدار ۴۴ گرم گاز CO_2 را در ظرفی ۵ لیتری در حضور مقدار کافی گرافیت قرار می‌دهیم تا تعادل $C(s) + CO_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g)$ برقرار شود. اگر با افزایش دمای ظرف پس از ایجاد تعادل، غلظت گاز کربن مونوکسید نصف شود، مقدار ثابت تعادل جدید به تقریب چند مول بر لیتر است؟ (ثابت تعادل واکنش در شرایط اولیه، برابر با ۰/۴ $mol.L^{-1}$ است.)

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

۱) $3/3\times10^{-2}$ ۲) $6/7\times10^{-2}$ ۳) $1/3\times10^{-1}$ ۴) $1/7\times10^{-1}$

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مساله ـ ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

معادله واکنش مربوط به تعادل ایجادشده به صورت زیر است:

$$C(s) + CO_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g)$$

مقدار ۴۴ گرم کربن دی‌اکسید معادل یک مول از این ماده است. اگر در این تعادل $2x$ مول کربن مونوکسید تولید شده باشد، x مول کربن دی‌اکسید مصرف‌شده و مقدار آن به $1 - x$ مول می‌رسد. بر اساس ثابت تعادل این واکنش داریم:

$$K = \frac{(n_{CO})^2}{n_{CO_2}} \times V^{1-2} = \frac{(n_{CO})^2}{n_{CO_2} \times V} \Rightarrow 0/4 = \frac{(2x)^2}{(1-x)\times 5} \Rightarrow 4x^2 = 2 - 2x \Rightarrow 4x^2 + 2x - 2 = 0 \Rightarrow \begin{cases} x = 0/5\ mol \\ x = -1\ mol \end{cases}$$

توجه داریم که x نمی‌تواند مقدار منفی داشته باشد، پس مقدار این مولفه قطعا برابر با ۰/۵ مول خواهد بود. پس در این تعادل، مقدار کربن مونوکسید برابر با یک مول و مقدار کربن دی‌اکسید برابر با ۰/۵ مول است. اگر در تعادل جدید، غلظت گاز کربن مونوکسید نصف شود، مقدار گاز کربن مونوکسید برابر با ۰/۵ مول شده و ۰/۵ مول از آن در واکنش برگشت مصرف می‌شود؛ پس ۰/۲۵ مول کربن دی‌اکسید در این واکنش تولیدشده است و مقدار کلی کربن دی‌اکسید در تعادل جدید برقرار شده، به ۰/۷۵ مول می‌رسد. حال مقدار ثابت تعادل جدید را محاسبه می‌کنیم:

$$K = \frac{(n_{CO})^2}{n_{CO_2} \times V} \Rightarrow K = \frac{(0/5)^2}{0/75 \times 5} = \frac{1}{15} \simeq 6/7 \times 10^{-2}\ mol.L^{-1}$$

پس ثابت تعادل جدید به تقریب برابر $6/7 \times 10^{-2}$ مول بر لیتر است.

گروه آموزشی ماز

۲۱- چند مورد از مطالب زیر نادرست است؟

آ: برای تبدیل اتانول به استیک اسید، نیاز به یک عامل کاهنده مناسب است.
ب: کاتالیزگر واکنش تولید افشانه بی‌حس‌کننده موضعی از اتن، ترکیب $FeCl_3$ است.
پ: آمونیاک و سولفوریک اسید، از جمله فراورده‌های پتروشیمیایی حاصل از نفت هستند.
ت: در فناوری شیمیایی اگر حلال چسب فراورده هدف باشد، استیک اسید ماده خام است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

www.biomaze.ir

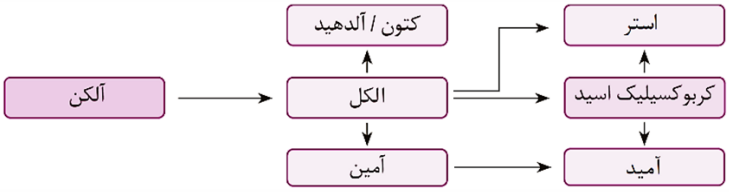
پاسخ: گزینه ۳ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

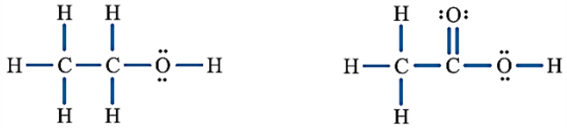
عبارت‌های (آ)، (ب) و (ت) نادرست هستند.

بررسی موارد:

آ: نمودار تبدیل مواد آلی به یکدیگر به صورت زیر است:



عدد اکسایش دو اتم کربن در اتانول ۳- و ۱- بوده و در استیک اسید، عدد اکسایش اتم‌های کربن برابر با ۳- و ۳+ است. ساختار مولکولی استیک اسید و اتانول به صورت زیر است:



پس در واکنش تبدیل اتانول به استیک اسید، عدد اکسایش اتم کربن متصل به اکسیژن در اتانول از ۱- به ۳+ در استیک اسید تغییر کرده و اکسایش می‌یابد. پس برای اکسایش اتانول در این واکنش، باید یک اکسنده حضور داشته باشد. توجه داریم که اتانول در این واکنش کاهنده است.

ب: افشانه بی‌حس‌کننده موضعی تولیدشده از گاز اتن، کلرواتان است که واکنش تولید آن به صورت زیر است:

$$CH_2 = CH_2(g) + HCl(g) \longrightarrow C_2H_5Cl(g)$$

این در حالی است که آهن(III) کلرید، کاتالیزگر واکنش تولید ۲،۱-دی‌کلرواتان از گاز اتن و گاز کلر است. معادله این واکنش شیمیایی به صورت زیر است:

$$CH_2 = CH_2(g) + Cl_2(g) \xrightarrow{FeCl_3} CH_2ClCH_2Cl(g)$$

پ: فروش نفت خام ساده‌ترین راه بهره‌برداری از این منبع طبیعی است. اما می‌توان با پالایش نفت خام و تبدیل آن به فراورده‌های پتروشیمیایی مانند آمونیاک، سولفوریک اسید، متانول، بنزین و ... آن را به قیمت بالاتری به فروش رساند. بر این اساس، می‌توان گفت آمونیاک و سولفوریک اسید، از جمله فراورده‌های پتروشیمیایی هستند.

ت: حلال چسب، یک استر به نام اتیل استات(اتیل اتانوات) است که از واکنش استیک اسید با اتانول تولید می‌شود. معادله این واکنش به صورت زیر است:

$$CH_3COOH + C_2H_5OH \longrightarrow CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

در فناوری شیمیایی، ابتدا ماده خام در اثر واکنش شیمیایی به مواد اولیه و پرکاربرد تبدیل می‌شود، سپس ماده اولیه در واکنشی دیگر شرکت کرده و به فراورده هدف(فراورده نهایی) تبدیل خواهد شد. پس در این واکنش، اگر اتیل استات فراورده هدف باشد، دو ماده اتانول و استیک اسید مواد اولیه هستند. مواد خام، موادی مانند نمک، سنگ معدن، نفت خام و هوا هستند که فراوری نشده‌اند و به طور طبیعی در طبیعت حضور دارند. پس ماده خام این فرایند را می‌توان نفت خام دانست.

گروه آموزشی ماز

۲۲- در تعادل ایجادشده میان گازهای نیتروژن دی‌اکسید و دی‌نیتروژن تتراکسید در ظرف ۱۰ لیتری، جرم این دو گاز با هم برابر است. چند مول گاز دی‌نیتروژن تتراکسید به این ظرف اضافه کنیم تا غلظت دو گاز در تعادل جدید برقرار شده، با یکدیگر برابر باشد؟ (ثابت تعادل واکنش مورد نظر برابر ۰/۴ مول بر لیتر است. $N = 14, O = 16 : g.mol^{-1}$)

۱) ۴ ۲) ۱۰ ۳) ۲۵ ۴) ۱۶

پاسخ: گزینه ۱ (سخت ـ مساله ـ ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

مقدار ثابت تعادل مطرح‌شده در صورت سوال می‌تواند متعلق به یکی از تعادل‌های زیر باشد:

$$2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g) \qquad N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$$

چون واحد(یکا) ثابت تعادل مطرح‌شده معادل با مول بر لیتر است، پس می‌توان گفت ضریب گازها در سمت فراورده یک واحد بیشتر از واکنش‌دهنده بوده و معادله این تعادل، واکنش سمت راست است. جرم مولی گاز دی‌نیتروژن تتراکسید(۹۲ گرم بر مول) دو برابر جرم مولی گاز نیتروژن دی‌اکسید(۴۶ گرم بر مول) بوده و اگر مقدار دی‌نیتروژن تتراکسید برابر x مول باشد، مقدار نیتروژن دی‌اکسید برابر $2x$ مول است. پس به کمک ثابت تعادل واکنش، مقدار x را محاسبه می‌کنیم:

$$K = \frac{(n_{NO_2})^2}{n_{N_2O_4}} \times V^{1-2} = \frac{(n_{NO_2})^2}{n_{N_2O_4} \times V} \Rightarrow 0/4 = \frac{(2x)^2}{x \times 10} \Rightarrow 4x = 4x^2 \Rightarrow x = 1\ mol$$

www.biomaze.ir

در تعادل جدید برقرار شده در ظرف واکنش، غلظت و در نتیجه مقدار دو ماده گازی با یکدیگر برابر هستند. اگر مقدار گازها را در این حالت برابر با y مول در نظر بگیریم، داریم:

$$K = \frac{(n_{NO_2})^2}{n_{N_2O_4} \times V} \Rightarrow ۰/۴ = \frac{y^2}{y \times ۱۰} \Rightarrow y = ۴\ mol$$

در تعادل اول، دو مول NO_2 و یک مول N_2O_4 حضور دارد. در تعادل جدید برقرار شده، چهار مول از هر دو ماده حضور دارد. با اضافه کردن گاز N_2O_4 به تعادل اول، واکنش در جهت رفت پیش می‌رود. در این حالت با توجه به افزایش مقدار گاز NO_2 به اندازه دو مول، می‌توان گفت یک مول گاز N_2O_4 در این واکنش مصرف‌شده است. بنابراین لحظه اضافه‌کردن گاز N_2O_4، مقدار آن ۵ مول بوده و با توجه به مقدار آن در تعادل اول، ۴ مول از این گاز به تعادل اولیه اضافه شده است. به جدول زیر در رابطه با این فرایند دقت کنید:

	N_2O_4	NO_2
مقدار مول در تعادل اول	۱	۲
مقدار اضافه‌شده	$+a$	-
مقدار تغییرات	$-b$	$+۲b$
مقدار مول در تعادل دوم	$۱+a-b$	$۲+۲b$

بر این اساس، داریم:

$$۲ + ۲b = ۴ \Rightarrow b = ۱$$
$$۱ + a - b = ۴ \xrightarrow{b=۱} a = ۴\ mol$$

بنابراین به تعادل اولیه، مقدار ۴ مول گاز N_2O_4 اضافه‌شده است.

گروه آموزشی ماز

۲۳- تعادل $۲A(s) + B(g) \rightleftharpoons C(l) + D(g)$، در یک ظرف برقرار است. کدام موارد از مطالب زیر در مورد آن نادرست هستند؟

آ: با پودر کردن ماده A، تعادل به سمت رفت پیش می‌رود.

ب: با کاهش حجم ظرف، سرعت واکنش برگشت افزایش می‌یابد.

پ: پس از اضافه کردن ماده D به ظرف، سرعت واکنش رفت به تدریج کم می‌شود.

ت: با خارج کردن ماده B از ظرف، سرعت واکنش رفت ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

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

پاسخ: گزینه ۲　(سخت ـ مفهومی ـ ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی

معادله تعادل مورد نظر به صورت زیر است:

$$۲A(s) + B(g) \rightleftharpoons C(l) + D(g)$$

در رابطه با این واکنش تعادلی، عبارت‌های (آ) و (پ) نادرست هستند.

بررسی موارد

آ: با تغییر در مواد خالص جامد و مایع در تعادل، غلظت آن مواد تغییری نمی‌کند و به همین علت تعادل به سمتی جابه‌جا نخواهد شد. پودر کردن ماده جامد A، سطح تماس این ماده را با سایر مواد افزایش می‌دهد. با افزایش سطح تماس این ماده با سایر مواد، تعادل سریع‌تر برقرار می‌شود اما این فرایند تاثیری بر مقدار ثابت تعادل، جابه‌جایی تعادل، مقدار تغییر آنتالپی واکنش و ... ندارد.

ب: با کاهش حجم ظرف واکنش، غلظت گازها افزایش می‌یابد و هم سرعت واکنش رفت و هم سرعت واکنش برگشت با توجه به حضور مواد گازی در دو سمت معادله افزایش خواهد یافت. با توجه به برابر بودن ضریب گازها در دو سمت معادله، کاهش حجم تاثیری بر تعادل نداشته و تنها سرعت هر دو واکنش رفت و برگشت را به مقدار برابر افزایش می‌دهد.

پ: با اضافه کردن ماده D به ظرف، ابتدا سرعت واکنش برگشت با توجه افزایش غلظت این گاز افزایش می‌یابد و سپس با مصرف و کاهش غلظت آن، سرعت کم می‌شود. البته چون تعادل به طور کامل نمی‌تواند اثر اضافه‌شدن ماده را برطرف کند و غلظت ماده D همچنان در تعادل جدید بیشتر از تعادل قدیمی است، سرعت واکنش برگشت در تعادل جدید بیشتر از سرعت این واکنش در تعادل قبلی است. همچنین در این حالت چون تعادل به سمت تولید واکنش‌دهنده‌ها و افزایش غلظت گاز B می‌رود، تا رسیدن به تعادل جدید سرعت واکنش رفت افزایش می‌یابد.

ت: با خارج کردن B از ظرف واکنش، تعادل به سمت تولید آن جابه‌جا می‌شود. پس در ابتدا سرعت واکنش رفت به علت کاهش غلظت B کاهش و سپس با رفتن تعادل به سمت تولید این ماده و افزایش مجدد غلظت B، سرعت واکنش رفت افزایش می‌یابد؛ اما به سرعت واکنش به پیش از زمان خروج آن نمی‌رسد و از آن کمتر است. همچنین سرعت واکنش برگشت نیز به تدریج با انجام‌گرفتن آن و کاهش غلظت گاز D، کم می‌شود.

گروه آموزشی ماز

www.biomaze.ir

۲۴- نقره کربنات مطابق واکنش $Ag_2CO_3(s) \rightleftharpoons Ag_2O(s) + CO_2(g), K = 2 \times 10^{-4}\ mol.L^{-1}$ تجزیه می‌شود. حداقل غلظت کربن دی‌اکسید در ظرف نگهداری آن چند ppm باشد، تا با قرار دادن نقره کربنات در آن ظرف، هیچ مقداری از این ماده تجزیه نشود؟ (هر لیتر هوا، ۱/۲۵ گرم جرم دارد. $C = 12, O = 16 : g.mol^{-1}$)

۱) ۷۰۴ ۲) ۸۱۴۰ ۳) ۸۱۴ ۴) ۷۰۴۰

پاسخ: گزینه ۴ (آسان ـ مساله ـ ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

تعادل ایجادشده در ظرف نگهداری این ماده به صورت زیر است:

$$Ag_2CO_3(s) \rightleftharpoons Ag_2O(s) + CO_2(g), K = 2 \times 10^{-4}\ mol.L^{-1}$$

عبارت ثابت تعادل این واکنش به صورت زیر است:

$$K = [CO_2]$$

پس غلظت کربن دی‌اکسید در این تعادل برابر ۰/۰۰۰۲ مول بر لیتر خواهد بود. اگر مقدار کربن دی‌اکسید در ظرف واکنش از این مقدار کمتر باشد، واکنش در جهت تولید گاز کربن دی‌اکسید پیش خواهد رفت و نقره کربنات مصرف خواهد شد. اگر غلظت کربن دی‌اکسید برابر ۰/۰۰۰۲ مول بر لیتر باشد، تعادل برقرار شده و تغییر جرم مواد رخ نخواهد داد. حال غلظت کربن دی‌اکسید را به ppm تبدیل می‌کنیم. برای این منظور، از رابطه زیر استفاده می‌کنیم:

$$C = \frac{ppm \times d}{1000M}$$

در این رابطه، مولفه C غلظت مولی(بر حسب مول بر لیتر)، ppm غلظت بر حسب ppm، مولفه d چگالی محلول(بر حسب گرم بر میلی‌لیتر) و مولفه M نیز جرم مولی حل‌شونده(بر حسب گرم بر مول) است. در اطلاعات مساله هر لیتر هوا ۱/۲۵ گرم جرم داشته و چگالی آن بر حسب گرم بر لیتر برابر ۱/۲۵ و بر حسب گرم بر میلی‌لیتر برابر $1/25 \times 10^{-3}$ است.

بر این اساس، داریم:

$$C = \frac{ppm \times d}{1000M} \Rightarrow 0/0002 = \frac{ppm \times 1/25 \times 10^{-3}}{1000 \times 44} \Rightarrow ppm = \frac{1000 \times 44 \times 0/0002}{1/25 \times 10^{-3}} = \frac{8800}{1/25} = 7040\ ppm$$

پس غلظت این گاز در محفظه نگهداری حداقل باید $7040\ ppm$ باشد.

گروه آموزشی ماز

۲۵- واکنش تعادلی گرماگیر تولید گاز هیدروژن یدید از عناصر سازنده آن، در دمای اتاق و درون ظرفی با پیستون متحرک برقرار است. کدام یک از مطالب زیر در مورد این تعادل نادرست است؟

۱) تغییر دما تاثیر بیشتری بر سرعت واکنش رفت نسبت به واکنش برگشت خواهد گذاشت.
۲) با افزایش فشار بر سامانه واکنش، واکنش به سمت مصرف گاز هیدروژن یدید پیش می‌رود.
۳) پس از کاهش حجم ظرف واکنش، سرعت انجام واکنش رفت و برگشت در تعادل جدید افزایش پیدا می‌کند.
۴) با رساندن دما به ۱۵°C، گاز هیدروژن یدید درصد بیشتری از حجم گازهای موجود در ظرف تعادل را تشکیل می‌دهد.

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

معادله واکنش مربوط به تعادل مورد نظر، در شرایط اتاق(دمای ۲۵ درجه سلسیوس) به صورت زیر است:

$$H_2(g) + I_2(s) \rightleftharpoons 2HI(g)$$

این واکنش گرماگیر بوده و علامت تغییر آنتالپی آن مثبت است. البته اگر در این واکنش به جای ید جامد، ید گازی قرار گیرد، واکنش گرماده خواهد شد. پس این تعادل در جهت رفت گرماگیر بوده و با کاهش دما واکنش به سمت برگشت جابه‌جا می‌شود. در این حالت درصد پیشرفت واکنش کاهش یافته و درصد حجمی گاز هیدروژن یدید در ظرف واکنش کاهش می‌یابد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) افزایش دما در تعادل موجب جابه‌جایی تعادل به سمت واکنش گرماگیر می‌شود. در این حالت از آن جا که سرعت هر دو واکنش رفت و برگشت افزایش می‌یابد، برای آن که تعادل به سمت واکنش گرماگیر متمایل شود، باید افزایش سرعت واکنش گرماگیر بیشتر باشد. همچنین کاهش دما در تعادل موجب رفتن تعادل به سمت واکنش گرماده می‌شود. کاهش دما سرعت هر دو واکنش رفت و برگشت را کاهش می‌دهد. اما سرعت واکنش گرماگیر را بیشتر از واکنش گرماده کاهش می‌دهد، تا سرعت واکنش گرماگیر کمتر از واکنش گرماده شود و تعادل به سمت واکنش گرماده باشد. پس به طور کلی در یک سامانه تعادلی تغییر دما تاثیر بیشتری بر سرعت واکنش گرماگیر دارد. در این تعادل نیز واکنش رفت گرماگیر است.

۲) با افزایش فشار بر سامانه واکنش، تعادل به سمتی می‌رود که ضریب مواد گازی آن کمتر باشد، پس در این حالت تعادل به سمت انجام واکنش برگشت می‌رود. در واکنش برگشت، گاز هیدروژن یدید مصرف خواهد شد.

www.biomaze.ir

۳) کاهش حجم واکنش، موجب افزایش غلظت هر دو گاز موجود در تعادل(گازهای هیدروژن و هیدروژن یدید) خواهد شد. مطابق اصل لوشاتلیه، این تغییر تعادل را به سمت تولید گاز هیدروژن برده و غلظت آن را بیشتر نیز افزایش می‌دهد. پس در تعادل جدید غلظت گاز هیدروژن بیشتر بوده و سرعت واکنش رفت بیشتر از تعادل قبل بوده و با توجه به برابر بودن سرعت واکنش رفت و برگشت در سامانه تعادلی، می‌توان گفت سرعت واکنش رفت و برگشت در تعادل جدید بیشتر از تعادل قبلی است. توجه داریم که کاهش حجم ظرف واکنش، با توجه به حضور همزمان ماده گازی در دو طرف معادله واکنش مورد نظر، سرعت هر دو واکنش رفت و برگشت را افزایش می‌دهد؛ اما افزایش سرعت واکنش برگشت بیشتر بوده و تعادل به سمت انجام آن و در نتیجه کاهش شمار مولکول‌های گازی پیش می‌رود.

گروه آموزشی ماز

۲۶- در جدول زیر، جرم هر یک از مواد موجود در تعادل با معادله موازنه‌نشده $HCl(g) + O_2(g) \rightleftharpoons H_2O(l) + Cl_2(g)$ نشان داده شده است. حجم ظرف واکنش برابر با چند لیتر است؟ (مقدار عددی ثابت تعادل واکنش برابر ۴/۵ است.)

$(H = ۱ , O = ۱۶ , Cl = ۳۵/۵ : g.mol^{-۱})$

ماده	HCl	O_2	H_2O	Cl_2
جرم(g)	۲۹۲	۴۸	۵۴	۲۸۴

۱) ۱۲ ۲) ۴۸ ۳) ۹۶ ۴) ۱۹۲

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مساله ـ ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

معادله موازنه‌شده این تعادل به صورت زیر است:

$$۴HCl(g) + O_2(g) \rightleftharpoons ۲H_2O(l) + ۲Cl_2(g)$$

توجه داریم که H_2O تولید شده در این واکنش، حالت مایع داشته و در رابطه ثابت تعادل، مقدار غلظت آن را ذکر نمی‌کنیم. ابتدا مقدار مواد گازی موجود در تعادل را حساب می‌کنیم:

$$?\,mol\,HCl = ۲۹۲\,g\,HCl \times \frac{۱\,mol\,HCl}{۳۶/۵\,g\,HCl} = ۸\,mol \qquad ?\,mol\,O_2 = ۴۸\,g\,O_2 \times \frac{۱\,mol\,O_2}{۳۲\,g\,O_2} = ۱/۵\,mol$$

$$?\,mol\,Cl_2 = ۲۸۴\,g\,Cl_2 \times \frac{۱\,mol\,Cl_2}{۷۱\,g\,Cl_2} = ۴\,mol$$

از ثابت تعادل این واکنش داریم:

$$K = \frac{(n_{Cl_2})^2}{(n_{HCl})^4 \times n_{O_2}} \times V^{۵-۲} = \frac{(n_{Cl_2})^2}{(n_{HCl})^4 \times n_{O_2}} \times V^3 \Rightarrow ۴/۵ = \frac{(۴)^2}{۸^4 \times ۱/۵} \times V^3 \Rightarrow V^3 = \frac{۹}{۲} \times \frac{۲^{۱۲} \times ۱/۵}{۲^4} = ۹ \times ۳ \times ۲^6$$

$$\Rightarrow V = ۳ \times ۲^2 = ۱۲\,L$$

پس حجم ظرف این تعادل برابر با ۱۲ لیتر است.

گروه آموزشی ماز

۲۷- مقدار مول برابر از گازهای هیدروژن و برم را در یک ظرف قرار می‌دهیم تا تعادل $H_2(g) + Br_2(g) \rightleftharpoons ۲HBr(g)$ برقرار شود. اگر درصد حجمی گاز هیدروژن برمید در مخلوط تعادلی برابر ۶۰ درصد باشد، ثابت تعادل این واکنش چقدر بوده و میزان پیشرفت واکنش برابر با چند درصد بوده است؟

۱) ۹ ـ ۶۰ ۲) ۲/۲۵ ـ ۶۰ ۳) ۹ ـ ۷۵ ۴) ۲/۲۵ – ۷۵

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مساله ـ ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

معادله واکنش مربوط به تعادل ایجادشده، به صورت زیر است:

$$H_2(g) + Br_2(g) \rightleftharpoons ۲HBr(g)$$

چون مقدار اولیه هیدروژن و برم موجود در ظرف واکنش با هم برابر است، مقدار تعادلی آن‌ها نیز برابر می‌باشد. پس در مخلوط تعادل که ۶۰ درصد حجم آن را گاز هیدروژن برمید تشکیل می‌دهد، درصد حجمی هر گاز دیگر برابر با ۲۰ درصد خواهد بود. با توجه به قانون گازها، نسبت حجمی گازها در شرایط مشابه، برابر نسبت مولی آن‌ها است. بر این اساس، می‌توان گفت نسبت مولی گاز هیدروژن برمید به هریک از گازهای هیدروژن و یا برم، برابر ۳ خواهد بود. بر این اساس مقدار ثابت تعادل واکنش را حساب می‌کنیم:

$$K = \frac{[HBr]^2}{[H_2] \times [Br_2]} = \frac{(\frac{n_{HBr}}{V})^2}{\frac{n_{H_2}}{V} \times \frac{n_{Br_2}}{V}} \xrightarrow{n_{H_2}=n_{Br_2}} K = \frac{(\frac{n_{HBr}}{V})^2}{(\frac{n_{H_2}}{V})^2} = (\frac{n_{HBr}}{n_{H_2}})^2 \Rightarrow K = ۳^2 = ۹$$

www.biomaze.ir

پس ثابت تعادل این واکنش برابر ۹ است. درصد پیشرفت واکنش به معنای درصد واکنش‌دهنده‌هایی است که به فراورده تبدیل شده‌اند. در این واکنش اگر ۶۰ مول فراورده تولیدشده باشد، به معنای مصرف ۳۰ مول از هر یک از واکنش‌دهنده‌ها است. همچنین در حالت تعادل، مقدار ۲۰ مول از هر یک از عناصر وجود دارد. بر این اساس، درصد پیشرفت واکنش را به هنگام رسیدن به تعادل بدست می‌آوریم:

$$\text{درصد پیشرفت} = \frac{\text{مقدار واکنش‌دهنده مصرف‌شده}}{\text{مقدار کل واکنش‌دهنده}} \times ۱۰۰ \Rightarrow P = \frac{۳۰}{۵۰} \times ۱۰۰ = ۶۰٪$$

پس این واکنش تا لحظه رسیدن به تعادل، به اندازه ۶۰ درصد پیشرفت کرده است.

گروه آموزشی ماز

۲۸- فرایند انحلال گاز کربن دی‌اکسید در آب و تولید آب گازدار به صورت زیر است:

$$CO_۲(g) + ۲H_۲O(l) \rightleftharpoons HCO_۳^-(aq) + H_۳O^+(aq) + Q$$

کدام موارد از مطالب زیر در مورد این فرایند درست هستند؟

آ: با افزایش دمای آب گازدار، pH آب گازدار افزایش می‌یابد.

ب: با دو برابر شدن فشار گاز کربن دی‌اکسید، pH آب گازدار افزایش می‌یابد.

پ: با اضافه کردن جوش‌شیرین به آب گازدار، گاز کربن دی‌اکسید از آن خارج می‌شود.

ت: انحلال‌پذیری گاز کربن دی‌اکسید در محلول شیشه‌پاک‌کن کمتر از آب خالص است.

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

پاسخ: گزینه ۱ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

واکنش انجام‌شده به صورت زیر است:

$$CO_۲(g) + ۲H_۲O(l) \rightleftharpoons HCO_۳^-(aq) + H_۳O^+(aq)$$

فرایند انحلال گازها در آب گرماده بوده و به همین علت با افزایش دما، انحلال‌پذیری گازها در آب کاهش می‌یابد. عبارت‌های (آ) و (پ) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: با افزایش دما، این تعادل در جهت برگشت پیش می‌رود. در این حالت یون هیدرونیوم موجود در محلول مصرف‌شده و غلظت آن کاهش می‌یابد. کاهش غلظت یون هیدرونیوم، pH محلول را افزایش می‌دهد.

ت: با دو برابرشدن فشار، واکنش در جهت شمار مول‌های گازی کمتر پیش می‌رود؛ پس در این واکنش با افزایش فشار، واکنش در جهت رفت و تولید یون هیدرونیوم پیش می‌رود. در این حالت با تولید یون هیدرونیوم و افزایش غلظت آن، pH کاهش خواهد یافت.

ب: جوش شیرین یا همان سدیم هیدروژن کربنات، حاوی یون‌های هیدروژن کربنات($HCO_۳^-$) است و به هنگام حل‌شدن در آب، غلظت این یون را افزایش می‌دهد. با افزایش غلظت این یون، واکنش در جهت مصرف آن و به سمت واکنش برگشت جابه‌جا می‌شود. در این حالت، گاز کربن دی‌اکسید تولیدشده و از محلول خارج خواهد شد.

پ: محلول شیشه‌پاک‌کن، محلولی بازی از آمونیاک است. با حل شدن گاز کربن دی‌اکسید در این محلول، یون‌های هیدرونیوم تولیدشده در این واکنش و یون‌های هیدروکسید موجود در محلول با یکدیگر خنثی می‌شوند. در این حالت غلظت یون هیدرونیوم کاهش یافته و موجب جابه‌جایی تعادل به سمت واکنش تولید آن(واکنش رفت) و افزایش گاز کربن دی‌اکسید حل‌شده در محلول می‌شود.

گروه آموزشی ماز

۲۹- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ: در شرایط بهینه انجام فرایند هابر، حجم یک مول گاز بیشتر از ۲۲/۴ لیتر است.

ب: در واکنش تعادلی مربوط به تولید اوزون تروپوسفری، افزایش حجم ظرف واکنش تاثیری بر تعادل نمی‌گذارد.

پ: گیاهان نیتروژن مورد نیاز خود را فقط در ترکیب‌هایی با عدد اکسایش مثبت و به صورت اکسید شده، دریافت می‌کنند.

ت: در تعادل $CaCO_۳(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_۲(g)$، با دو برابر کردن حجم ظرف، مقدار کربن دی‌اکسید دو برابر می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

عبارت‌های (ب) و (ت) درست هستند.

www.biomaze.ir

بررسی موارد:

آ: شرایط بهینه انجام فرایند هابر، دمای ۴۵۰°C و فشار ۲۰۰ اتمسفر خواهد بود. فشار در این حالت ۲۰۰ برابر فشار حالت استاندارد و دما به تقریب ۳ برابر دما در حالت استاندارد(STP) است. فشار و دما به ترتیب با حجم گاز رابطه عکس و مستقیم دارد. پس حجم یک مول گاز در این شرایط بسیار کمتر از حجم مولی گازها در شرایط استاندارد است. در واقع در شرایط واکنش، هر مول گاز $\frac{۳}{۲۰۰}$ حالت استاندارد حجم دارد.

ب: معادله واکنش انجام‌شده به صورت زیر است:

$$O_۲(g) + NO(g) \rightleftharpoons O_۲(g) + NO_۲(g)$$

در این واکنش، مجموع ضریب گازها در فراورده‌ها و واکنش‌دهنده‌ها یکسان و برابر ۲ است. بر این اساس، می‌توان گفت تغییر حجم ظرف واکنش و همچنین تغییر فشار، تاثیری بر جابه‌جایی تعادل نمی‌گذارند.

پ: گیاهان نمی‌توانند نیتروژن مورد نیاز خود را به صورت مستقیم از هوا بگیرند و باید این عنصر ضروری را در قالب ترکیباتی مانند اوره و آمونیاک به عنوان کود دریافت کنند. در این دو ترکیب، عدد اکسایش نیتروژن ۳- بوده و نیتروژن در این ترکیب‌ها کاهش‌یافته است.

با توجه به روند رو به افزایش جمعیت جهان و محدودیت منابع، تأمین غذای مردم جهان به یکی از چالش‌های زندگی تبدیل شده است. بهترین راه‌حل برای غلبه بر این چالش، افزایش بهره‌وری در تولید فراورده‌های کشاورزی است که با شناسایی، تولید و افزودن کودهای شیمیایی مناسب به خاک، می‌تواند محقق شود. یکی از عناصر مورد نیاز گیاهان برای رشد، نیتروژن است. هر چند که در حدود ۸۰٪ از حجم هوا توسط گاز نیتروژن تشکیل شده است، اما گیاهان نمی‌توانند این عنصر ضروری برای رشد خود را به طور مستقیم از هوا جذب کنند. به همین خاطر، نیتروژن را باید در قالب ترکیبات نیتروژن‌دار از جمله آمونیاک و اوره به خاک افزود. به عنوان مثال، در برخی از کشورها آمونیاک مایع را به عنوان کود شیمیایی به طور مستقیم به خاک تزریق می‌کنند. توجه داریم که علاوه بر نیتروژن، عناصر فسفر، پتاسیم و گوگرد نیز از جمله عناصر مورد نیاز گیاهان برای رشد هستند.

ت: مطابق اصل لوشاتلیه، به هنگام تغییر در یک تعادل، تعادل به سمتی جابه‌جا می‌شوند تا حد امکان از تاثیر آن تغییر کم کند و در اکثر مواقع نمی‌تواند تغییر را به طور کامل جبران کند. یکی از استثناهای این قضیه، واکنش تعادلی $CaCO_۳(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_۲(g)$ و سایر واکنش‌هایی است که در آن‌ها فقط یک جزء گازی وجود داشته و سایر مواد به حالت جامد هستند. در واقع، مقدار ثابت تعادل واکنش $CaCO_۳(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_۲(g)$، برابر غلظت گاز کربن دی‌اکسید($K = [CO_۲]$) بوده با تغییر غلظت به هر علتی، گاز کربن دی‌اکسید به همان غلظت باز می‌گردد. به عنوان مثال اگر تغییر، دو برابرکردن حجم ظرف باشد، در تعادل جدید و قدیمی غلظت گاز کربن دی‌اکسید یکسان بوده و با توجه به دو برابر بودن حجم ظرف در تعادل جدید، مقدار گاز کربن دی‌اکسید موجود در ظرف تعادل جدید دو برابر مقدار این گاز در تعادل قدیمی است.

گروه آموزشی ماز

۳۰- معادله انحلال منیزیم هیدروکسید در آب به صورت $Mg(OH)_۲(s) \longrightarrow Mg^{۲+}(aq) + ۲OH^-(aq)$ و با مقدار ثابت تعادل $K = ۳/۲ \times ۱۰^{-۱۱}\ mol^۳.L^{-۳}$ است. انحلال‌پذیری این ماده در آب خالص چند برابر انحلال‌پذیری این ماده در محلول پتاسیم هیدروکسید با $pH = ۱۱/۳$ است؟ (چگالی محلول پتاسیم هیدروکسید را برابر یک گرم بر میلی‌لیتر در نظر بگیرید.)

۱) ۲۰ ۲) ۲۵ ۳) ۴۰ ۴) ۵۰

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مساله ـ ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

واکنش انجام‌شده به صورت زیر است:

$$Mg(OH)_۲(s) \longrightarrow Mg^{۲+}(aq) + ۲OH^-(aq), K = ۳/۲ \times ۱۰^{-۱۱}\ mol^۲.L^{-۲}$$

ابتدا مقدار منیزیم هیدروکسیدی را که در آب حل می‌شود، محاسبه می‌کنیم. در این حالت غلظت یون هیدروکسید دو برابر غلظت یون منیزیم خواهد بود.

بر این اساس، داریم:

$$K = [Mg^{۲+}] \times [OH^-]^۲ \xrightarrow{[OH^-]=۲[Mg^{۲+}]} ۳/۲ \times ۱۰^{-۱۱} = [Mg^{۲+}] \times (۲[Mg^{۲+}])^۲ \Rightarrow ۳۲ \times ۱۰^{-۱۲} = ۴[Mg^{۲+}]^۳$$
$$[Mg^{۲+}]^۳ = ۸ \times ۱۰^{-۱۲} \Rightarrow [Mg^{۲+}] = ۲ \times ۱۰^{-۴}\ mol.L^{-۱}$$

پس در ۱۰۰۰ گرم آب خالص(معادل یک لیتر)، ۲×۱۰^{-۴} مول $Mg(OH)_۲$ حل خواهد شد. در این حالت، غلظت $Mg^{۲+}$ در محلول به ۲×۱۰^{-۴} مولار می‌رسد. اگر pH محلولی برابر ۱۱/۳ باشد، غلظت یون هیدروکسید در آن برابر است با:

$$[OH^-] = ۱۰^{pH-۱۴} \Rightarrow [OH^-] = ۱۰^{۱۱/۳-۱۴} = ۱۰^{-۲/۷} \times ۱۰^{-۳} = ۲ \times ۱۰^{-۳}\ mol.L^{-۱}$$

مقدار یون هیدروکسید آزادشده از انحلال منیزیم هیدروکسید در مقابل یون هیدروکسید موجود در محلول بسیار اندک است، پس می‌توان از مقدار آن صرف نظر کرد. چون منبع دیگری از یون منیزیم وجود ندارد، غلظت یون منیزیم برابر غلظت منیزیم هیدروکسید حل شده در محلول مورد نظر است. پس مقدار منیزیم هیدروکسید حل‌شده در ۱۰۰۰ گرم از این محلول(معادل یک لیتر) را حساب می‌کنیم:

$$K = [Mg^{۲+}] \times [OH^-]^۲ \Rightarrow ۳/۲ \times ۱۰^{-۱۱} = [Mg^{۲+}] \times (۲ \times ۱۰^{-۳})^۲ \Rightarrow [Mg^{۲+}] = \frac{۳/۲ \times ۱۰^{-۱۱}}{۴ \times ۱۰^{-۶}} = ۸ \times ۱۰^{-۶}\ mol.L^{-۱}$$

پس در ۱۰۰۰ گرم از این محلول نیز ۸×۱۰^{-۶} مول منیزیم هیدروکسید حل می‌شود. پس نسبت مورد نظر برابر است با:

$$A = \frac{۲ \times ۱۰^{-۴}}{۸ \times ۱۰^{-۶}} = ۲۵$$

www.biomaze.ir

پس انحلال‌پذیری منیزیم هیدروکسید در آب خالص، ۲۵ برابر انحلال‌پذیری آن در محلولی با $pH = ۱۱/۳$ است.

خاطره بازی...

۸۴- بر اثر سوختن اوره، گازهای کربن دی‌اکسید و نیتروژن به همراه بخار آب تولید می‌شود. ضریب آب در معادله موازنه شده سوختن اوره، با ضریب این ماده در معادله موازنه شده کدام‌یک از واکنش‌های زیر برابر است؟

۱) $PH_3 + O_2 \rightarrow P_4O_{10} + H_2O$

۲) $CH_4 + NH_3 + O_2 \rightarrow HCN + H_2O$

۳) $H_2SO_4 + HI \rightarrow H_2S + H_2O + I_2$ ✓

۴) $H_2S + O_2 \rightarrow SO_2 + H_2O$

(مرحله ۴ آزمون‌های سالیانه ـ شیمی رشته ریاضی)

۸۱- مجموع ضرایب استوکیومتری مواد در واکنش زیر، پس از موازنهٔ معادلهٔ آن، کدام است؟

$$CH_4(g) + NH_3(g) + O_2(g) \rightarrow HCN(g) + H_2O(g)$$

۱) ۱۲ ۲) ۱۳ ۳) ۱۴ ۴) ۱۵ ✓

(کنکور اردیبهشت ۱۴۰۳ـ شیمی رشته ریاضی)

دوازدهم
تجربی

بسته جمع‌بندی در ۲۴ ساعت

ویژه کنکور تیرماه ۱۴۰۳

۳ نرم افزار رایگان کاربردی ویژه روزهای پایانی

۱

تخمین رتبه کنکور بر اساس معدل و کنکور

(https://biomaze.ir/rank-estimate)

براساس تحلیل هزاران کارنامه نهایی و سراسری، نرم افزاری آماده کرده‌ایم که با چند کلیک ساده میتوانید تراز و رتبه خود را در کنکور هرسال مشاهده کنید.

۲

درصدگیر آنلاین ماز

(https://biomaze.ir/percent-calculator)

درصد خام خود را بدانید، درصد با احتساب نمره منفی را نیز بدانید و متوجه شوید که تاثیر سوالات غلط بر عملکردتان چگونه است.

۳

صفحه ویژه کنکور ماز

(https://biomaze.ir/konkur)

شامل روزشمار کنکور اردیبهشت و تیر، دفترچه‌های کنکور، تحلیل سوالات کنکور و پاسخ تشریحی سوالات

امسال هم مثل همیشه هواتون رو داریم ✌🏻

گروه آموزشی ماز