



گزینه ۴

۱

برای نمایش آلاینده‌ها از ppm به عنوان واحد غلظت استفاده می‌شود.

گزینه ۳

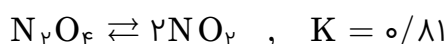
۲

گزینه ۱: نادرست.

$$K = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} \Rightarrow 0.11 = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}$$

$$[NO_2] = 0.9 \sqrt{[N_2O_4]}$$

گزینه ۲: نادرست.



واکنش هم وارونه شده و هم ضرایب ۲ برابر شده است.

$$K' = \frac{1}{K^2} = \frac{1}{\left(\frac{0.11}{100}\right)^2} = \frac{10000}{0.11 \times 0.11} = 1/52 \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$$

گزینه ۳: درست است. در هر واکنش تعادلی سرعت واکنش رفت با سرعت واکنش برگشت برابر است.

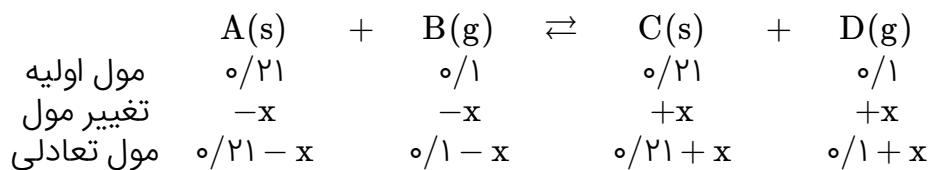
گزینه ۴: نادرست است. مقدار K کوچک‌تر از ۱ است، یعنی غلظت فرآورده از غلظت واکنش‌دهنده در حالت تعادل کمتر است؛ اما اینکه از غلظت اولیه N_2O_4 و NO_2 میزان تغییرات چقدر بوده است، به ضرایب استوکیومتری مربوط می‌شود. چون ضریب استوکیومتری NO_2 دو برابر ضریب استوکیومتری N_2O_4 است، پس میزان تغییرات NO_2 از غلظت اولیه، دو برابر میزان تغییرات N_2O_4 بوده است.

گزینه ۳

۳

در فرآیند هابر فشار تقریباً ۲۰۰ اتمسفر (نه پاسکال)، آهن جامد به عنوان کاتالیزگر، دمای واکنش تقریباً ۴۵۰ درجه سانتی‌گراد و دمای میعان آمونیاک منفی ۴۰ درجه بوده و مواد اولیه گازی دوباره وارد سیکل تولید آمونیاک می‌شد.

مطابق داده‌های سؤال با افزایش دما، تعادل درجهت رفت جابه‌جا می‌شود؛ زیرا مقدار K با افزایش دما زیاد شده است.



$$K = 99 = \frac{[D]}{[B]} = \frac{0/1 + x}{0/1 - x} \Rightarrow x = 0/098$$

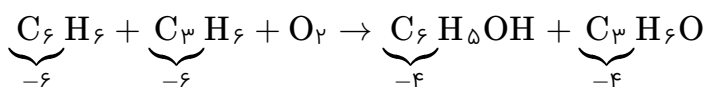
$$[D]_{\text{تعادلی}} = 0/1 + x = 0/1 + 0/098 = 0/198 \text{ mol.L}^{-1}$$

الف) درست.

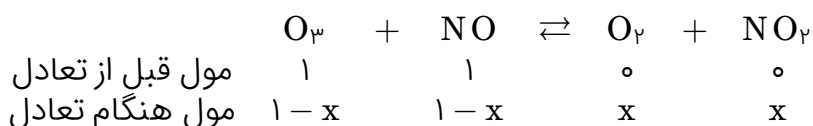
ب) درست. زیرا تمام اتم‌های واکنش‌دهنده در واکنش (II) به موادی با ارزش تبدیل شده‌اند ولی در واکنش (I) برخی از اتم‌ها به H_2O و برخی به ماده X تبدیل شده‌اند.

پ) درست. باتوجه به اینکه معادله واکنش‌ها موازنه است، پس فرمول شیمیایی X به صورت Na_2SO_3 است که نسبت شمار کاتیون و آنیون در آن برابر با ۲ است.

ت) درست.



مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن در واکنش‌دهنده‌ها برابر با ۱۲- و در فرآورده‌ها برابر با ۸- است.



با باز شدن مجرای بین دو ظرف، حجم کل سامانه به ۲ لیتر می‌رسد.

$$K = \frac{\left(\frac{x}{2}\right)\left(\frac{x}{2}\right)}{\left(\frac{1-x}{2}\right)\left(\frac{1-x}{2}\right)} \Rightarrow 9 = \frac{x^2}{(1-x)^2} \xrightarrow{\text{جذر می‌گیریم}} 3 = \frac{x}{1-x} \Rightarrow 3 - 3x = x \Rightarrow x = 0/75 \text{ mol}$$

$$\text{مول } NO \text{ و } O_2 \text{ در تعادل} = 1 - x = 1 - 0/75 = 0/25$$

$$\Rightarrow \text{غلظت } O_3 \text{ در تعادل} = \frac{0/25 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0/125 \text{ mol.L}^{-1}$$



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.

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

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

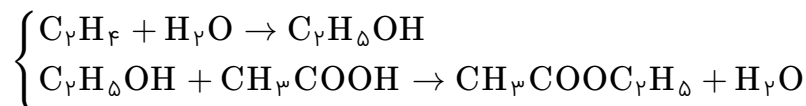
مقدار منفی x قابل قبول نیست، چون غلظت منفی مفهومی ندارد. پس غلظت هر کدام از آنیون یا کاتیون، 8×10^{-5} مول بر لیتر است و چون هر مول BaSO_4 یک آنیون یا کاتیون تولید می‌کند در هر لیتر محلول، 8×10^{-5} مول نمک BaSO_4 حل می‌شود.

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

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

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

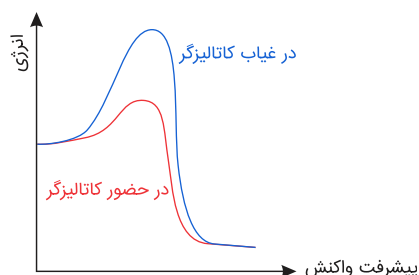
$$\text{ppm} = \frac{1/864 \times 10^{-2}}{10^3} \times 10^6 = 18/64$$



$$5 \text{ L} \times \frac{1/4 \text{ g اتن}}{1 \text{ L اتن}} \times \frac{1 \text{ mol اتن}}{28 \text{ g اتن}} \times \frac{1 \text{ mol نظری اتانول}}{1 \text{ mol اتن}} \times \frac{40 \text{ mol اتانول تولیدی}}{100 \text{ mol نظری اتانول}} = 0/1 \text{ mol اتانول}$$

$$0/1 \text{ mol اتانول} \times \frac{1 \text{ mol استر}}{1 \text{ mol اتانول}} \times \frac{40 \text{ mol عملی استر}}{100 \text{ mol نظری استر}} \times \frac{88 \text{ g استر}}{1 \text{ mol استر}} = 3/52 \text{ g استر}$$

کاتالیزورها سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها، فرآورده‌ها و ΔH را تغییر نمی‌دهند و با کاهش سطح انرژی قله، مسیر و چگونگی انجام واکنش را تغییر داده و E_a و E_a (برگشت) را کاهش می‌دهند و سرعت واکنش رفت و برگشت را افزایش می‌دهند.



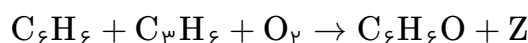
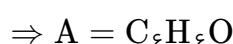
افزودن غلظت یکی از واکنش‌دهنده‌ها و کم کردن غلظت NH_3 ، تعادل را در جهت واکنش رفت پیش می‌برد. اما مقدار K تغییر نمی‌کند.

نکته آموزشی

۱) افزودن غلظت هر ماده‌ای مطابق اصل لوشاتلیه، تعادل را در جهت مصرف همان ماده و کم کردن غلظت هر ماده‌ای، تعادل را در جهت تولید آن ماده پیش می‌برد.

۲) ثابت تعادل با تغییر غلظت ماده‌ای، تغییر نمی‌کند و مقدار ثابت تعادل (K) فقط به دما وابسته است.

۳) اگر دما، تعادل را در جهت رفت پیش ببرد، مقدار K افزایش و اگر در جهت برگشت پیش ببرد، مقدار K کاهش می‌یابد.



CH_3COCH_3 یا $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ (استون) یک حلال صنعتی است.

بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱: مواد خام ابتدا به مواد اولیه مهم و پرکاربرد تبدیل می‌شوند و سپس این مواد اولیه به فرآورده هدف تبدیل می‌گردند. مواد خام به طور مستقیم به فرآورده هدف تبدیل نمی‌شوند.

گزینه ۲: متانول و اتانول الکل‌های یک عاملی و اتیلن گلیکول الکل دوعاملی است.

گزینه ۳: بنزین حالت فیزیکی مایع و فرمول C_8H_{18} و پلی‌اتن به حالت جامد و فرمول $(-\text{C}_2\text{H}_4-)_n$ از خانواده هیدروکربن‌ها هستند.

گزینه ۴: فناوری همواره با ساخت یا استفاده از یک وسیله همراه است. برای نمونه با استفاده از دانش مواد، دانش الکترونیسته و مغناطیس، وسایلی مانند تلفن، رایانه همراه و بی‌سیم ساخته می‌شود.

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

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

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

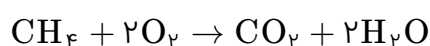
مطابق نمودار، E_a در واکنش رفت برابر ۳۸۱ کیلوژول است؛ بنابراین:

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

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 صرفه جویی 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 صرفه جویی می‌شود و از انتشار چند گرم گاز CO_2 جلوگیری خواهد شد:



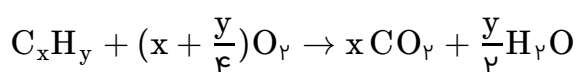
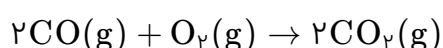
$$? \text{ L CH}_4 = 160 \text{ kJ} \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{880 \text{ kJ}} \times \frac{22.4 \text{ L CH}_4}{1 \text{ mol CH}_4} = 4.09 \text{ CH}_4$$

$$? \text{ g CO}_2 = 160 \text{ kJ} \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{880 \text{ kJ}} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol CH}_4} \times \frac{44 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 8 \text{ g CO}_2$$

هر سه واکنش حذف این آلاینده‌ها گرماده هستند اما دو واکنش آن نیاز به انرژی فعال‌سازی زیادی دارند و بسیار کند هستند و یا در دماهای پایین انجام نمی‌شوند.

نکته آموزشی

واکنش‌های حذف آلاینده‌ها در سطح مبدل‌های کاتالیستی به صورت زیر هستند:



پلی اتیلن ترفتالات از جمله مواد پلاستیکی قابل بازیافت است.

بقیه گزینه‌ها درست هستند.

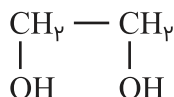
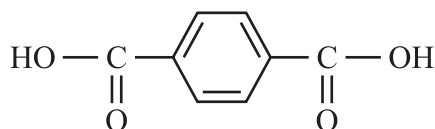
گزینه ۳: یکی از راه‌های بازیافت این است که آن‌ها را پس از شست‌وشو و تمیز کردن، ذوب کرده و دوباره از آن‌ها برای تولید وسایل و ابزار دیگر استفاده می‌کنند.

گزینه ۴: CH_3OH جزء الکل‌ها و ساده‌ترین الکل است که بسیار سمی و ساده‌ترین عضو خانواده الکل‌ها است.

الف) اتیل استات ($\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$) از واکنش میان اتانول ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) و استیک اسید (CH_3COOH) تشکیل شده است که هر دو ماده دارای ۲ اتم کربن در مولکول خود هستند. (درست)

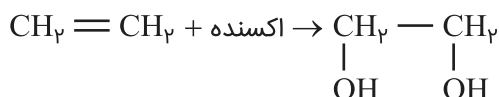
ب) کتون‌ها، آلدهیدها و آمین‌ها از الکل‌ها قابل تهیه هستند. (درست)

ج) اسید سازنده پلی‌اتیلن ترفتالات، ترکیب ترفتالیک اسید است که پیوند دوگانه دارد و الکل سازنده آن اتیلن گلیکول است که پیوند دوگانه ندارد. (درست)



د) در این واکنش یون پرمنگنات (MnO_4^-) به منگنز (IV) اکسید تبدیل می‌شود. عدد اکسایش اتم Mn در یون پرمنگنات برابر با ۷ و در منگنز (IV) اکسید (MnO_2) برابر با ۴ است؛ پس تغییر عدد اکسایش اتم منگنز برابر با ۳ واحد است. (درست)

هـ) گاز اتن ($\text{CH}_2 = \text{CH}_2$) در اثر واکنش با محلول آبی و رقیق پتاسیم پرمنگنات در شرایط مناسب به اتیلن گلیکول تبدیل می‌شود. در این تبدیل خواهیم داشت:



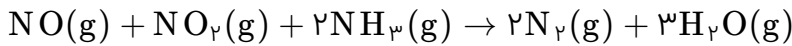
{ (۴-) : مجموع اعداد اکسایش اتم‌های کربن
(۲-) : در مجموع اعداد اکسایش اتم‌های کربن در اتیلن گلیکول

مجموع اعداد اکسایش اتم‌های کربن دو واحد تغییر کرده است $\Rightarrow$

(نادرست)

مطابق تعریف بازده اتمی، واکنشی بازده اتمی بیشتری دارد که شمار بیشتری از اتم‌های سازنده آن به فرآورده‌های مطلوب تبدیل شود.

معادله موازنه شده واکنش به صورت زیر است:



هر دو گاز NO و NO₂ آلاینده به شمار می آیند؛ بنابراین:

$$\begin{aligned} \text{? kg NO} &= \frac{4/25 \text{ L NH}_3}{1 \text{ km}} \times 1000 \text{ km} \times \frac{0/8 \text{ g NH}_3}{1 \text{ L NH}_3} \times \frac{1 \text{ mol NH}_3}{17 \text{ g NH}_3} \times \frac{1 \text{ mol NO}}{2 \text{ mol NH}_3} \\ &\times \frac{30 \text{ g NO}}{1 \text{ mol NO}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 3 \text{ kg NO} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{? kg NO}_2 &= \frac{4/25 \text{ L NH}_3}{1 \text{ km}} \times 1000 \text{ km} \times \frac{0/8 \text{ g NH}_3}{1 \text{ L NH}_3} \times \frac{1 \text{ mol NH}_3}{17 \text{ g NH}_3} \times \frac{1 \text{ mol NO}_2}{2 \text{ mol NH}_3} \\ &\times \frac{46 \text{ g NO}_2}{1 \text{ mol NO}_2} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 4/6 \text{ kg NO}_2 \end{aligned}$$

$$\text{مجموع جرم آلاینده ها} = 4/6 + 3 = 7/6$$

بررسی گزینه ها:

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 جابه جایی تعادل به سمت تعداد مول گازی کمتر یعنی درجهت رفت می شود.

گزینه ۳: لازم است غلظت O₂ را در ظرف ۱ (حجم ۱۰ لیتر) با ظرف ۲ (حجم ۱ لیتر) مقایسه کنیم:

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

گزینه ۴: افزایش فشار معادل کاهش حجم ظرف است. پس می بایست غلظت SO₃ را در ظرف ۱ و ظرف ۲ با هم مقایسه کنیم:

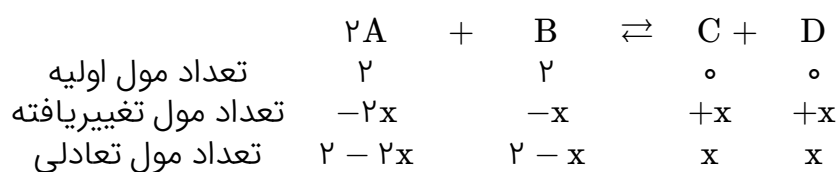
$$\begin{cases} 1 \text{ ظرف} : [\text{SO}_3] = \frac{0/68 \text{ mol}}{10 \text{ L}} = 0/068 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \\ 2 \text{ ظرف} : [\text{SO}_3] = \frac{0/83 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0/83 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \end{cases} \Rightarrow \frac{2 \text{ ظرف} [\text{SO}_3]}{1 \text{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

باتوجه به اینکه در ابتدای واکنش فقط A و B در ظرف داریم، پس برای برقراری تعادل، واکنش در جهت رفع پیش می‌رود. در این صورت تعداد مول‌های گازی درون ظرف کم‌شده و فشار کاهش می‌یابد. طبق فرض مسئله تا برقراری تعادل ۲۰٪ از فشار درون ظرف کاسته می‌شود. این در صورتی امکان‌پذیر است که تا برقراری تعادل، تعداد مول‌های گازی ۲۰ درصد کم شود.

$$\text{تعداد مول گازی اولیه} = ۴ \text{ mol}$$

$$\text{تعداد مول گازی کاهش‌یافته} = ۴ \text{ mol} \times \frac{۲۰}{۱۰۰} = ۰/۸$$

$$\text{تعداد مول در تعادل} = ۴ \text{ mol} - ۰/۸ = ۳/۲ \text{ mol}$$



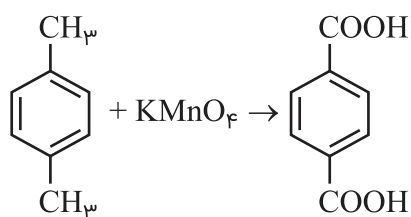
$$\text{مجموع تعداد مول در تعادل} = ۲ - ۲x + ۲ - x + x + x = ۳/۲$$

$$\Rightarrow ۴ - x = ۳/۲ \Rightarrow x = ۰/۸$$

تعداد مول‌های A و B و C و D در تعادل به ترتیب ۰/۴، ۱/۲، ۰/۸ و ۰/۸ است.

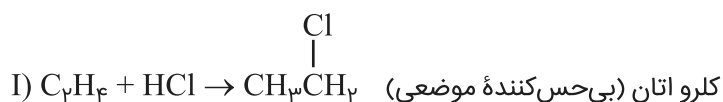
$$K = \frac{[C][D]}{[A]^۲[B]} = \frac{۰/۸ \times ۰/۸}{(۰/۴)^۲ \times ۱/۲} = \frac{۰/۶۴}{۰/۰۳۲} = ۳/۳۳ \text{ L} \cdot \text{mol}^{-۱}$$

ترفتالیک اسید از واکنش اکسایش پارازایلین در حضور ماده اکسندۀ $\text{KMnO}_۴$ به دست می‌آید.

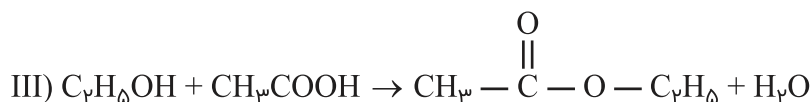


$$\begin{aligned} \text{مقدار کاهش آلاینده‌ها} &= ۸۰۰۰۰۰ \times \frac{۵۰ \text{ km}}{\text{خودرو}} \\ &\times \frac{[(۶ - ۰/۶)\text{CO} + (۱/۶۶ - ۰/۰۶)\text{C}_x\text{H}_y + (۱/۰۳ - ۰/۰۴)\text{NO}] \text{ g}}{۱ \text{ km}} \times \frac{۱ \text{ ton}}{۱۰^۶ \text{ g}} = ۳۱۹/۶ \text{ ton} \end{aligned}$$

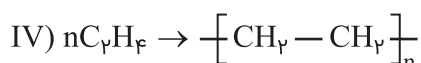
$$\text{درصد جرمی CO در گازهای خروجی} = \frac{۰/۶}{(۰/۶ + ۰/۰۶ + ۰/۰۴)} \times ۱۰۰ \simeq \%۸۵/۷۱$$



اتانول به هر نسبتی در آب حل می‌شود و نمی‌توان از آن محلول سیرشده در آب تهیه کرد.



اتیل استات دارای فرمول مولکولی $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ و به‌عنوان حلال چسب کاربرد دارد.



پلی‌اتن سازنده اصلی برخی پلاستیک‌ها است. گاز اتن (C_2H_4) یکی از مهم‌ترین خوراک‌ها در صنایع پتروشیمی است.

pH اولیه محلول HA برابر است با:

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \Rightarrow 4 \times 10^{-5} = \frac{x^2}{0.1 - x} \Rightarrow x^2 = 4 \times 10^{-6} \Rightarrow x = 2 \times 10^{-3}$$

$\downarrow$
 چشم‌پوشی

$$\Rightarrow \text{pH} = -\log 2 \times 10^{-3} = 3 - 0.3 = 2.7$$

باتوجه به اینکه pH اولیه محلول برابر با ۲/۷ و pH ثانویه محلول به ۲/۶ رسیده است، پس ماده افزوده شده یک اسید است و نمی‌تواند سدیم هیدروکسید باشد.

$$\text{pH} = 2.6 \Rightarrow [\text{H}^+]_{\text{ثانویه}} = 2.5 \times 10^{-3}$$

$$[\text{H}^+]_{\text{ثانویه}} = [\text{H}^+]_{\text{اولیه}} + 10^{-3} - x' \\ \Rightarrow 2.5 \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-3} + 10^{-3} - x' \Rightarrow x' = 5 \times 10^{-4}$$

بنابراین با افزودن ۰/۰۱ مول هیدروکلریک اسید به محلول اسید HA تعادل اندکی در جهت برگشت جابه‌جا شده و غلظت H^+ پس از افزایش به 3×10^{-3} به 2.5×10^{-3} کاهش می‌یابد.

$$\% \alpha_{\text{ثانویه}} = \frac{[\text{H}^+]}{M} \times 100 = \frac{2.5 \times 10^{-3}}{10^{-1}} \times 100 = \%2.5$$

$$\% \alpha_{\text{اولیه}} = \frac{[\text{H}^+]}{M} \times 100 = \frac{2 \times 10^{-3}}{10^{-1}} \times 100 = \%2$$

پس درجه یونش اسید به میزان ۰/۵ درصد کاهش می‌یابد.

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:

$$\begin{aligned} ? \text{ kg CH}_3\text{OH} &= 1500 \text{ mol H}_2 \times \underbrace{\frac{2 \text{ mol H}_2}{3 \text{ mol H}_2}}_{\text{واکنش (۲)}} \times \frac{1 \text{ mol CH}_3\text{OH}}{2 \text{ mol H}_2} \times \frac{32 \text{ g CH}_3\text{OH}}{1 \text{ mol CH}_3\text{OH}} \\ &\times \frac{1 \text{ kg CH}_3\text{OH}}{1000 \text{ g CH}_3\text{OH}} = 16 \text{ g CH}_3\text{OH} \end{aligned}$$

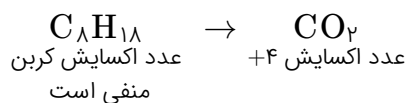
الف) مبدل‌های کاتالیستی قطعه‌ای هستند که باعث حذف یا کاهش آلاینده‌ها می‌شود. (نادرست)

ب) در سطح سرامیک‌ها درون مبدل کاتالیستی توده‌های فلزی (رودیم، پالادیم و پلاتین) نشانده شده است که قطر آن‌ها بین ۲ تا ۱۰ نانومتر است. (درست)

ج) فلزهای رودیم (Rh)، پالادیم (Pd) و پلاتین (Pt) روی سطح سرامیک قرار داده شده است. (نادرست)

د) با استفاده از مبدل کاتالیستی بنزینی نمی‌توان گازهای NO و NO_2 خروجی از خودروهای دیزلی را به گاز N_2 تبدیل کرد (نه حذف کرد). (نادرست)

هـ) ازجمله هیدروکربن‌های نسوخته، بنزین C_8H_{18} است که به صورت نسوخته خارج می‌شود.

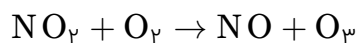


پس عدد اکسایش کربن در طی این تبدیل افزایش می‌یابد. (درست)

ابتدا مقدار NO_2 را در 3500 لیتر هوا در ساعت ۶ صبح محاسبه می‌کنیم.

$$\text{ppm} = \frac{\text{گرم ماده حل شده}}{\text{گرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow 0.04 = \frac{x}{3500 \times 1/8 \text{ g}} \times 10^6 \Rightarrow x = 252 \times 10^{-6} \text{ g NO}_2$$

$$\Rightarrow \frac{252}{2} \times 10^{-6} = 126 \times 10^{-6} \quad 50\% \text{ NO}_2 \text{ وارد واکنش شده است}$$



$$? \text{ mol O}_3 = 126 \times 10^{-6} \text{ g NO}_2 \times \frac{1 \text{ mol NO}_2}{46 \text{ g NO}_2} \times \frac{1 \text{ mol O}_3}{1 \text{ mol NO}_2} = 2/74 \times 10^{-6} \text{ mol O}_3$$

ابتدا ثابت تعادل واکنش را به دست می‌آوریم:

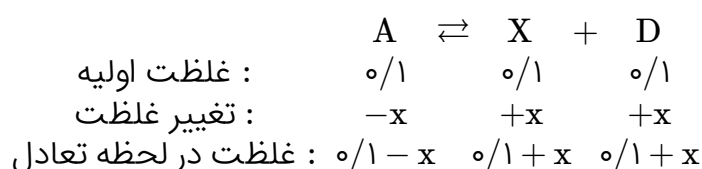
$$[\text{A}] = [\text{X}] = [\text{D}] = \frac{0.4 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$K = \frac{[\text{X}][\text{D}]}{[\text{A}]} = \frac{0.2 \times 0.2}{0.2} = 0.2$$

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:

$$[\text{A}] = [\text{X}] = [\text{D}] = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$$

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

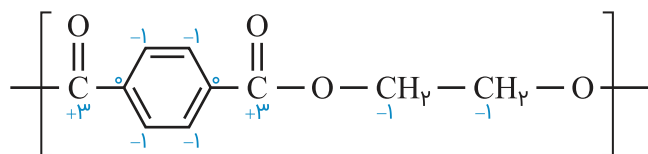


$$K = \frac{[\text{X}][\text{D}]}{[\text{A}]} \Rightarrow 0.2 = \frac{(0.1+x)(0.1+x)}{0.1-x} \Rightarrow x^2 + 0.4x - 0.01 = 0 \Rightarrow \begin{cases} x_1 = -0.425 \\ x_2 = 0.025 \end{cases} \text{ غق ق}$$

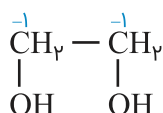
$$\Rightarrow [\text{X}] = 0.1 + x = 0.1 + 0.025 = 0.125 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{مول X در تعادل} = 0.125 \text{ mol.L}^{-1} \times 4 \text{ L} = 0.5 \text{ mol}$$

اتم کربن سمت چپ در ساختار زیر به اتم اکسیژن در واحد تکرارشونده قبلی متصل می‌شود و عدد اکسایش +۳ دارد.



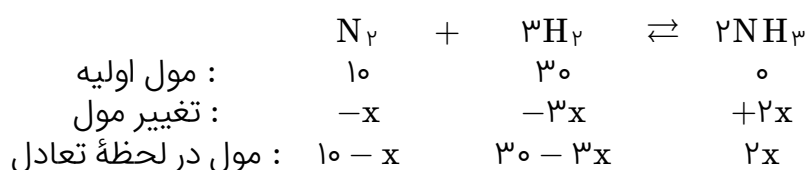
$$a = +3 + 0 + 4(-1) + 0 + 3 + 2(-1) = 0$$



$$b = 2(-1) = -2$$

$$\Rightarrow a + b = 0 + (-2) = -2$$

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



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

$$\text{درصد مولی آمونیاک: } \frac{2x}{40 - 2x} \times 100 \Rightarrow 28 = \frac{2x}{40 - 2x} \Rightarrow 128x = 560 \Rightarrow x = 4/375$$

$$\text{mol } NH_3 = 2x = 2(4/375) = 8/375 \text{ mol}$$

$$8/375 \text{ mol } NH_3 \times \frac{17 \text{ g } NH_3}{1 \text{ mol } NH_3} = 148/375 \text{ g } NH_3$$

بررسی گزینه‌های نادرست:

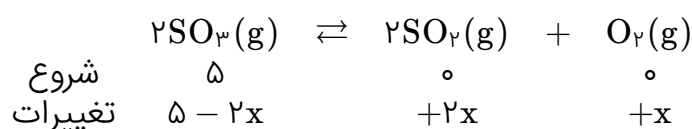
گزینه ۲: واکنش گاز هیدروژن با اکسیژن، در مجاورت گرد روی، سریع است ولی انفجاری نیست.

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.

در واکنش مورد بحث $K = [O_2]^3$ است، یعنی K تنها وابسته به غلظت O_2 است. از آنجایی که مقدار K نباید با متغیری به جز دما تغییر کند، انتظار می‌رود هنگامی که ۳ مول O_2 به ظرف واکنش اضافه کردیم، واکنش کاملاً تغییر اعمال شده را جبران کرده و نهایتاً غلظت O_2 به مقدار اولیه بازگردد.

باتوجه به نمودارهای رسم شده می‌توان گفت که نمودار نزولی مربوط به تنها واکنش دهنده این واکنش یا $SO_3(g)$ و نمودار صعودی رسم شده مربوط به یکی از دو فرآورده است که باتوجه به شیب تغییرات دو نمودار رسم شده آشکار است که شیب تغییرات نمودار نزولی دو برابر شیب تغییرات نمودار صعودی است؛ پس ضریب واکنش دهنده در معادله واکنش باید ۲ برابر ضریب فرآورده مورد نظر باشد؛ پس نمودار صعودی مربوط به $O_2(g)$ است.



باتوجه به نمودار غلظت $O_2(g)$ در هنگام برقراری تعادل یک واحد از غلظت $SO_3(g)$ بیشتر است؛ پس:

$$x = (5 - 2x) + 1 \Rightarrow 3x = 6 \Rightarrow x = 2$$

اکنون می‌توان ثابت تعادل واکنش را به دست آورد:

$$K = \frac{[SO_2]^2 [O_2]}{[SO_3]^2} = \frac{4^2 \times 2}{1^2} = 32$$

با اینکه مبدل کاتالیستی برای مدت طولانی کار می‌کند اما پس از مدت معینی کارایی آن کاهش می‌یابد و دیگر قابل استفاده نیست.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: واکنش تشکیل NO در داخل موتور گرماگیر و واکنش تجزیه آن گرماده است.

گزینه ۲: مبدل کاتالیستی خودروهای بنزینی توانایی تبدیل NO و NO_2 خروجی از خودروهای دیزلی را به N_2 ندارند.

گزینه ۳: در سطح سرامیک‌ها درون مبدل کاتالیستی، توده‌های فلزی با قطر ۲ تا ۱۰ نانومتر وجود دارد.